



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA BAHIA
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ENGENHARIA MECÂNICA
CURSO SUPERIOR EM ENGENHARIA MECÂNICA**

MATHEUS SANTOS CARVALHO

**PROJETO PARA ADEQUAÇÃO DO LABORATÓRIO DE
PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA AND TECNOLOGIA DA BAHIA, DE
JEQUIÉ, CONFORME À NR 12**

**JEQUIÉ-BA
2023**

MATHEUS SANTOS CARVALHO

PROJETO PARA ADEQUAÇÃO DO
LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA AND TECNOLOGIA DA
BAHIA, DE JEQUIÉ, CONFORME À NR 12

Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Esp. Fabiano Borges
Coorientadora: Prof. Dra. Olândia Lopes (IFBA)

JEQUIÉ-BA
2023

MATHEUS SANTOS CARVALHO

**PROJETO PARA ADEQUAÇÃO DO
LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE
FABRICAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA AND TECNOLOGIA DA
BAHIA, DE JEQUIÉ, CONFORME À NR 12**

A banca examinadora, abaixo listada, aprova o Trabalho de Conclusão de Curso “PROJETO PARA ADEQUAÇÃO DO LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA AND TECNOLOGIA DA BAHIA, DE JEQUIÉ, CONFORME À NR 12” elaborado por “Matheus Santos Carvalho” como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia.

Jequié-BA, 23/02/2022

Comissão Examinadora

Prof. Esp. Fabiano Borges - IFBA
(Orientador)

Prof. Dra. Olândia Lopes - IFBA
(Coorientadora)

Prof. Dr. Membro Interno - IFBA

Avaliadora Externa -UESC

Agradecimentos

É com imensa gratidão e satisfação que expresso meus sinceros agradecimentos a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste Trabalho de Conclusão de Curso. Este projeto representa não apenas o término de uma etapa acadêmica, mas também o resultado de esforços coletivos e apoios indispensáveis.

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão aos meus orientadores, Olândia Lopes e Fabiano Borges, pela ótima orientação, pela paciência incansável e pelo incentivo constante ao longo de todo o processo de elaboração deste trabalho. Suas experiências e conhecimentos foram fundamentais para a condução deste estudo, e sou imensamente grato pela oportunidade de aprender com esses profissionais.

À minha família, expresso minha gratidão por seu apoio incondicional. Obrigado por compreenderem as horas dedicadas a este projeto, por encorajarem meus esforços e por serem uma fonte constante de amor e motivação.

Aos amigos e colegas que compartilharam suas experiências, trocaram ideias e ofereceram suporte moral, agradeço de coração. Cada conversa e troca de conhecimento foram peças-chave para a realização deste trabalho.

Por fim, expresso minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para este projeto, direta ou indiretamente. Cada pequeno gesto e palavra de estímulo foram importantes para superar desafios e alcançar este resultado.

“Eu prefiro ter perguntas que não podem ser respondidas a ter respostas que não podem ser questionadas.” Richard Feynman.

PROJETO PARA ADEQUAÇÃO DO LABORATÓRIO DE PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA AND TECNOLOGIA DA BAHIA, DE JEQUIÉ, CONFORME À NR 12

Resumo

A Norma Regulamentadora (NR) 12 é um dos principais regulamentos do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelecendo diretrizes para garantir a segurança em máquinas e equipamentos. Considerando esse contexto, especialmente em laboratórios educacionais, este trabalho visa desenvolver um projeto de adequação do laboratório de processos de fabricação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, campus Jequié, consoante a NR 12, com o propósito de assegurar a segurança de todos os envolvidos nesse ambiente. Para alcançar esse objetivo, foi necessário realizar uma revisão bibliográfica aprofundada da NR 12. Posteriormente, vistoriou-se o laboratório em questão para identificar todas as máquinas e equipamentos enquadrados na norma referida. Em seguida, aplicou-se o *checklist* de NR 12, buscando verificar quais as irregularidades presentes no laboratório. Para apreciar os riscos das máquinas e equipamentos, foram utilizados os métodos Hazard Rating Number e a categorização dos riscos da NBR 12100:2013. Por fim, com base nos resultados obtidos do *checklist* e da apreciação de riscos, foram propostas ações corretivas para regularizar o laboratório. Ficou constatado que o laboratório se encontra com 61% de não conformidade com a NR 12. Todas as máquinas e equipamentos apresentaram irregularidades, assim como riscos significativos à segurança dos usuários do laboratório. Entre as principais adequações, destaca-se a recomendação de treinamentos de NR 12 antes das aulas de laboratório, a disponibilidade dos manuais técnicos aos usuários e a implementação de dispositivos de segurança nas máquinas, como proteções fixas, móveis e comandos de partida, parada e emergência.

Palavras-chave: *Checklist*. Apreciação de Riscos. Ambiente Educacional. Usinagem.

PROJECT FOR THE ADAPTATION OF THE MANUFACTURING PROCESSES
LABORATORY AT THE INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DA BAHIA, OF JEQUIÉ, IN COMPLIANCE WITH NR 12

Abstract

The Norma Regulamentadora (NR) 12 is one of the main regulations of the Ministério do Trabalho e Emprego, establishing guidelines to ensure safety in machinery and equipment. Considering this context, especially in educational laboratories, this work aims to develop a project to adapt the manufacturing processes laboratory of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - Jequié, in accordance with NR 12, with the purpose of ensuring the safety of all individuals involved in that environment. To achieve this goal, it was necessary to conduct an in-depth bibliographic review of NR 12. Subsequently, the laboratory in question was inspected to identify all machines and equipment that fall under the aforementioned standard. Next, the NR 12 checklist was applied to assess the irregularities present in the laboratory. To assess the risks of machinery and equipment, the Hazard Rating Number and risk categorization methods of NBR 12100:2013 were used. Finally, based on the results obtained from the checklist and risk assessment, corrective actions were proposed to bring the laboratory into compliance. It was found that the laboratory has a non-compliance rate of 61% with NR 12. All machines and equipment exhibited some form of irregularity, as well as significant safety risks to laboratory users. Among the main adaptations, it is recommended to provide NR 12 training before laboratory classes, make technical manuals available to users, and implement safety devices on machines, such as fixed, mobile, and start, stop, and emergency controls.

Keywords: Checklist. Risk Assessment. Educational Environment. Machining.

Lista de figuras

Figura 1 – Partes do corpo mais frequentemente atingidas em acidentes envolvendo máquinas e equipamentos entre 2012 e 2021.	4
Figura 2 – Fluxograma de apreciação de riscos.	9
Figura 3 – Esquema de categorização de riscos da NBR 14153.	13
Figura 4 – Fluxograma da metodologia utilizada.	16
Figura 5 – Layout esquemático da área 1 do laboratório de Processos de fabricação.	22
Figura 6 – Layout esquemático da área 2 do laboratório de Processos de fabricação.	23
Figura 7 – Legenda referente aos layouts do laboratório de Processos de Fabricação.	23
Figura 8 – Dashboard com a porcentagem geral e individual das conformidades e inconformidades da NR 12, identificadas no laboratório em estudo.	24
Figura 9 – Área 1 do laboratório em estudo.	62
Figura 10 – Área 2 do laboratório em estudo.	62
Figura 11 – Moto Esmeril MOT01.	63
Figura 12 – Moto Esmeril MOT02.	63
Figura 13 – Moto Esmeril MOT03.	63
Figura 14 – Furadeiras FU01 e FU02 respectivamente.	64
Figura 15 – Furadeiras FU03 e FU04 respectivamente.	64
Figura 16 – Sistema de polias e correias da FU01.	65
Figura 17 – Torno TO01.	65
Figura 18 – Torno TO02.	65
Figura 19 – Torno TO03.	66
Figura 20 – Recâmbio do TO02.	66
Figura 21 – Contra-ponto do TO02.	66
Figura 22 – Serra Fita SF01.	67
Figura 23 – Sistema de correias e polias da serra fita.	67
Figura 24 – Fresadora FR01.	68

Lista de tabelas

Tabela 1 – Parâmetro PO.	11
Tabela 2 – Parâmetro FE.	11
Tabela 3 – Parâmetro GPL.	11
Tabela 4 – Parâmetro NP.	12
Tabela 5 – Avaliação do resultado do método HRN.	12
Tabela 6 – Tempo ideal para a implementação das medidas corretivas indicadas pela apreciação de riscos.	12
Tabela 7 – Requisitos das categorias de segurança da NBR 14153.	14
Tabela 8 – Lista das máquinas e equipamentos de análise.	19
Tabela 9 – Dispositivos de segurança instalados nas máquinas e equipamentos.	21
Tabela 10 – Perigos e riscos dos Motos Esmeris.	28
Tabela 11 – Estimativa e categorização dos riscos do MOT01 e MOT02.	29
Tabela 12 – Estimativa e categorização dos riscos do MOTO3.	29
Tabela 13 – Perigos e riscos das Furadeiras.	30
Tabela 14 – Estimativa e categorização dos riscos da FU01, FU02 e FU03.	31
Tabela 15 – Estimativa e categorização dos riscos da FU04.	32
Tabela 16 – Perigos e riscos dos Tornos.	33
Tabela 17 – Estimativa e categorização dos riscos dos tornos TO02 e TO03.	34
Tabela 18 – Estimativa e categorização dos riscos do torno TO01.	34
Tabela 19 – Perigos e riscos da Serra Fita.	35
Tabela 20 – Estimativa e categorização dos riscos da serra fita.	36
Tabela 21 – Perigos e riscos da Fresadora.	37
Tabela 22 – Estimativa e categorização dos riscos da fresadora FR01.	37
Tabela 23 – Medidas de adequação dos motos esmeris MOT01 e MOT02.	40
Tabela 24 – Medidas de adequação do moto esmeril MOT03.	40
Tabela 25 – Medidas de adequação das furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04.	41
Tabela 26 – Medidas de adequação dos tornos TO02 e TO03.	42
Tabela 27 – Medidas de adequação do torno TO01.	43
Tabela 28 – Medidas de adequação da serra fita SF01.	44
Tabela 29 – Medidas de adequação da fresadora FR01.	45

Lista de abreviaturas e siglas

IFBA	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
NR	Norma Regulamentadora
Cat	Categoria de risco
HRN	<i>Hazard Rating Number</i>
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
EPI	Equipamento de proteção individual
PO	Probabilidade de ocorrência
FE	Frequência de exposição
GPL	Grau de possível lesão
NP	Número de pessoas sob risco

Sumário

1 – Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2 – Revisão Bibliográfica	3
2.1 Tipos de acidentes de trabalho	3
2.1.1 Conceito de acidente de trabalho	3
2.1.2 Acidentes típicos	3
2.1.3 Acidentes de trajeto	3
2.1.4 Doenças ocupacionais	3
2.1.5 Acidentes envolvendo máquinas e equipamentos: causas, consequências e medidas de prevenção	4
2.2 Norma regulamentadora (NR) 12	6
2.3 Adequação à NR 12	7
2.4 Sistemas de segurança da NR 12	8
2.5 Avaliação de riscos	9
2.5.1 Limites de máquina	9
2.5.2 Identificação dos perigos	10
2.5.3 Estimativa dos riscos	10
2.5.4 Categorização dos riscos	13
3 – Metodologia	16
4 – Resultados e Discussão	19
4.1 Levantamentos das máquinas e equipamentos	19
4.2 <i>Checklist</i> de avaliação geral	23
4.3 Avaliação de riscos	26
4.3.1 Limites das máquinas e equipamentos	26
4.3.2 Motos esmeris MOT01, MOT02 e MOT03	28
4.3.3 Furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04	30
4.3.4 Tornos convencionais TO01, TO02 e TO03	32
4.3.5 Serra Fita SF01	35
4.3.6 Fresadora Vertical FR01	36
4.4 Medidas de adequação à NR 12	38
4.4.1 Adequações gerais do laboratório	38

4.4.2	Adequações dos motos esmeris MOT01, MOT02 e MOT03	39
4.4.3	Adequações das furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04	41
4.4.4	Adequações dos tornos TO01, TO02 e TO03	42
4.4.5	Adequações da serra fita SF01	44
4.4.6	Adequações da fresadora FR01	44
5	– Conclusão	46
	Referências	48
	Apêndices	52
	APÊNDICE A – Checklist de NR 12 aplicado ao laboratório de Processos de Fabricação	53
	APÊNDICE B – Checklist de inspeção de segurança	60
	APÊNDICE C – Registro fotográfico do laboratório de Processos de Fabricação	62
	Anexos	69
	ANEXO A – Plano de manutenção preventiva de um torno convencional	70
	ANEXO B – Procedimento de manutenção de um torno convencional . .	73

1 Introdução

Os laboratórios com fins educacionais são ambientes onde os estudantes têm a oportunidade de aprender e experimentar conceitos científicos de forma prática. No entanto, esses espaços também apresentam riscos e desafios para a segurança dos estudantes e dos professores que os utilizam. A ocorrência de acidentes de trabalho em ambientes laboratoriais pode ser grave e afetar a saúde física e mental dos envolvidos (SANTOS, 2017).

Dentre os tipos de acidentes de trabalho, os típicos são um dos mais discutidos porque ocorrem com frequência em diversas profissões ou atividades laborais e geralmente têm causas e consequências previsíveis. Esses tipos de acidentes são problemas indesejados que ocorrem no local de trabalho e que podem resultar em lesões, incapacidades ou morte para os trabalhadores, especialmente, quando se trata de máquinas e equipamentos (MENEGON et al., 2021). Ademais, esses eventos podem ter como causas falhas na manutenção das máquinas, falta de medidas de segurança, negligência e condições inadequadas de operação, entre outros fatores (FERRO, 2019).

É evidente a importância da instituição de ensino assumir a responsabilidade pela segurança e saúde de seus usuários, implementando medidas de prevenção eficazes. Além disso, é fundamental que os usuários sejam conscientes dos riscos envolvidos em suas atividades e adotem comportamentos seguros no desempenho de suas funções (MENEGON et al., 2021). Os acidentes de trabalho típicos podem ser evitados nesses ambientes educacionais por meio de medidas preventivas que englobam desde a capacitação e treinamento adequados dos indivíduos até a utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva, passando pela fiscalização e cumprimento das normas regulamentadoras.

Diversas normas e leis estabelecem diretrizes para garantir a segurança em espaços destinados a laboratórios, como a Norma Regulamentadora 12 (NR 12), que foi estabelecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Seu objetivo é garantir a segurança em máquinas e equipamentos industriais. Ela é uma das mais importantes normas regulamentadoras do país e visa, principalmente, a prevenção de acidentes de trabalho (CORRÊA et al., 2021).

A NR-12 é um conjunto de requisitos mínimos de segurança que devem ser aplicados na utilização de máquinas e equipamentos, buscando proteger a integridade física e a saúde dos usuários (FRITZ, 2021). Além disso, essa norma abrange diversas etapas do ciclo de vida das máquinas e equipamentos, desde a sua fabricação até a sua desativação, abrangendo a instalação, operação, manutenção e reparos.

A importância da NR-12 para a segurança em ambientes educacionais é inques-

tionável, uma vez que acidentes com máquinas e equipamentos, como já citado, podem resultar em lesões graves e até mesmo em morte. Além disso, a observância dessa norma pode contribuir para a disseminação da cultura de segurança em ambientes educacionais, visando a proteção dos estudantes e demais usuários que utilizam esses espaços. Desse modo, este trabalho pretende desenvolver um projeto de adequação de NR-12 no laboratório de processos de fabricação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), de Jequié, buscando verificar se este ambiente oferece segurança para os usuários contra acidentes de trabalho típicos de origem mecânica.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Desenvolver um projeto de adequação do laboratório de processos de fabricação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, de Jequié, com o intuito de garantir que este ambiente esteja em conformidade com a Norma Regulamentadora (NR) 12.

1.1.2 Objetivos específicos

- (i) Identificar as máquinas e equipamentos do laboratório regidas pela Norma Regulamentadora 12;
- (ii) Aplicar o *checklist* de avaliação geral de conformidades da NR-12;
- (iii) Realizar a apreciação dos riscos oriundos das máquinas e equipamentos com o potencial de causar acidentes típicos de trabalho;
- (iv) Propor as adequações necessárias que devem ser implementadas após a constatação e identificação das não-conformidades, por meio da aplicação do *checklist* e da apreciação de riscos.

2 Revisão Bibliográfica

2.1 Tipos de acidentes de trabalho

2.1.1 Conceito de acidente de trabalho

Conforme o Artigo 19 da Lei nº 8.213/91, um acidente de trabalho é definido como aquele que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho. É importante observar que, para um acidente ser considerado de trabalho, ele deve ter uma relação direta com as atividades laborais.

2.1.2 Acidentes típicos

Acidentes de trabalho típicos são aqueles que ocorrem em decorrência das atividades laborais e em ambiente de trabalho, durante o horário de expediente. Esses acidentes são mais comuns em atividades que envolvem riscos à saúde e à segurança do trabalhador, como na indústria, construção civil e transporte de cargas, por exemplo. Um exemplo desse tipo de ocorrência é um trabalhador que sofre uma lesão corporal, inesperado, ao manusear uma ferramenta ou máquina de trabalho. Por outro lado, deve-se destacar que essa modalidade de acidente é mais previsível, por isso, podem ser tomadas medidas para impedir a sua ocorrência (MENEGON et al., 2021).

2.1.3 Acidentes de trajeto

Segundo a Lei nº 8.213/91, um acidente de trabalho de trajeto ocorre quando um trabalhador sofre um acidente enquanto se desloca entre sua residência e o local de trabalho. Essa situação é considerada um acidente de trabalho, uma vez que o trabalhador está em trânsito em decorrência de suas funções laborais. Esses eventos podem ocorrer em diversos meios de transporte, como ônibus, metrô, carros, bicicleta, carro ou mesmo a pé (VASCONCELOS et al., 2020).

Para o acidente ser considerado de trajeto, é necessário que o trabalhador esteja seguindo a rota mais comum entre sua residência e o trabalho, sendo que o acidente ocorra em horário compatível com o seu expediente de trabalho (GATTERMANN, 2021).

2.1.4 Doenças ocupacionais

As doenças ocupacionais são condições de saúde adquiridas ou agravadas em decorrência do exercício de uma atividade profissional. Essas enfermidades podem ser causadas

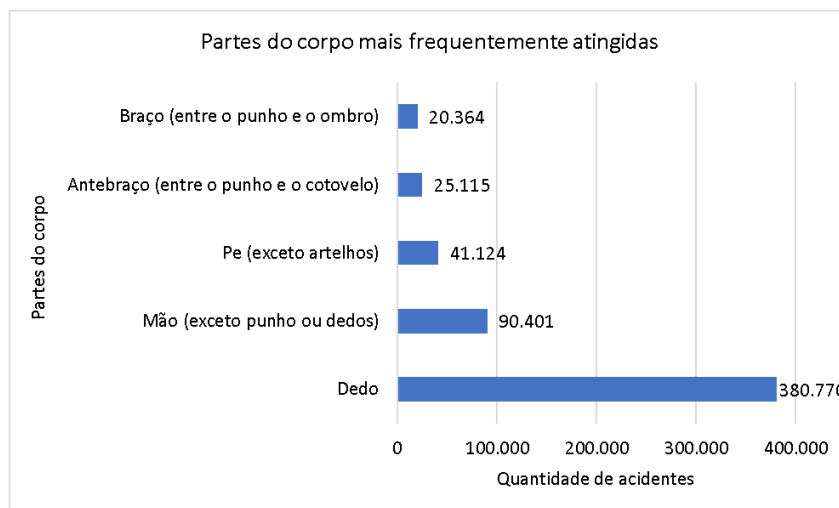
por diversos fatores presentes no ambiente de trabalho, tais como contato com produtos químicos, físicos ou biológicos, esforço repetitivo, entre outros (PEINADO et al., 2019). Conforme o anexo II do Decreto nº 3.048, as doenças ocupacionais podem abranger uma ampla gama de condições, incluindo distúrbios respiratórios devido à exposição a substâncias químicas tóxicas, lesões por esforço repetitivo devido a movimentos repetitivos e inadequados, transtornos mentais relacionados ao estresse no trabalho, cânceres causados pela exposição a agentes carcinogênicos, alergias de pele, distúrbios musculoesqueléticos, entre muitos outros.

2.1.5 Acidentes envolvendo máquinas e equipamentos: causas, consequências e medidas de prevenção

Os acidentes em máquinas e equipamentos representam uma preocupação constante em diversos setores industriais e comerciais. Esses eventos podem resultar em lesões graves ou até mesmo na perda de vidas humanas, além de causar prejuízos financeiros significativos para as empresas. Segundo o Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, SmartLab, os acidentes envolvendo máquinas e equipamentos corresponderam a 15% do total de acidentes registrados entre 2012 e 2021, o que contabilizou 734.786 ocorrências no período, uma média de 200 acidentes por dia.

Um exame do gráfico apresentado na figura 1 revela que desde 2012, os dedos representam a parte do corpo mais atingida em acidentes de trabalho envolvendo máquinas e equipamentos segundo o SmartLab (2023). No tocante, no gráfico, ainda é possível observar que as mãos são a segunda região mais atingida, justamente, devido à sua proximidade com a região dos dedos.

Figura 1 – Partes do corpo mais frequentemente atingidas em acidentes envolvendo máquinas e equipamentos entre 2012 e 2021.



Fonte: SmartLab (2023).

Um dos riscos mais significativos enfrentados pelos trabalhadores ao operar máquinas e equipamentos é o esmagamento de membros, especialmente devido aos componentes móveis, como elementos rotativos, que podem prender partes do corpo se as precauções necessárias não forem observadas (MACHADO, 2019).

Outrossim, segundo Bissacotti e Aupt (2021) o perigo de corte é outro risco importante. Máquinas como tornos, furadeiras e serras fitas apresentam partes afiadas que podem causar cortes profundos e amputações se não forem operadas com cuidado e conforme os procedimentos de segurança estabelecidos. A falta de proteções adequadas, procedimentos inadequados ou falhas mecânicas podem resultar em acidentes graves (OLIVEIRA, 2021).

A falta de treinamento adequado dos operadores é uma das principais causas de acidentes envolvendo máquinas e equipamentos. Muitas vezes, os funcionários não estão devidamente capacitados para operar as máquinas de maneira segura, desconhecendo os riscos envolvidos e as medidas de precaução necessárias. Essa falta de preparo pode resultar em erros humanos, como negligência na manutenção preventiva, uso inadequado de dispositivos de segurança ou falta de observação dos procedimentos operacionais seguros (BORGES et al., 2021).

Outro fator que merece atenção é a falta de sensibilização sobre segurança no local de trabalho como citam Lima e Oliveira (2021). Os funcionários muitas vezes não estão plenamente cientes dos perigos potenciais associados às máquinas e aos equipamentos que utilizam diariamente. Por outro lado, as empresas demonstram pouco entusiasmo em aprender e implementar as regulamentações de saúde e segurança no trabalho, culminando na ausência de uma cultura organizacional centrada na segurança (PEINADO et al., 2019).

Para prevenir a ocorrência de acidentes de trabalho com máquinas e equipamentos, é necessário que empresas e organizações estejam atualizadas com as normas locais e internacionais pertinentes, garantindo a implementação de medidas de segurança. Essas medidas não se restringem a um único aspecto, abrangendo um conjunto de ações essenciais. Entre essas atividades, destaca-se a realização de capacitações e treinamentos abrangentes para os funcionários, visando conscientizá-los sobre os perigos e riscos inerentes a processos específicos (SAMPAIO et al., 2020). Além disso, é fundamental implementar barreiras de proteção, tanto móveis quanto fixas, com o intuito de criar zonas seguras onde os trabalhadores possam realizar suas tarefas com tranquilidade (GARRETO, 2019).

Um aspecto de extrema importância é o fornecimento de equipamentos de proteção individual adequados. Isso é fundamental para proteger os trabalhadores contra riscos específicos que não podem ser eliminados por abordagens de engenharia. Ao fornecer os EPIs apropriados, as empresas reforçam sua dedicação à segurança e ao bem-estar de seus colaboradores (SOUZA; MELO, 2020).

2.2 Norma regulamentadora (NR) 12

A NR 12 é uma norma brasileira que regulamenta a segurança de máquinas e equipamentos utilizados em processos industriais e agrícolas. Foi normatizada em 1978 pelo Ministério do Trabalho e Emprego para garantir condições seguras de trabalho aos empregados que devem utilizar máquinas e equipamentos, sendo que essa utilização inclui a operação, inspeção, manutenção e qualquer outro tipo de intervenção em máquinas (MELO et al., 2020). A última atualização vigente dessa norma é de 20 de dezembro de 2022, segundo a Portaria MTP nº 4.219.

A norma define diretrizes para o projeto, fabricação, instalação e manutenção de máquinas e equipamentos, bem como para a instrução e treinamento de operadores para garantir a segurança de todos. Também requer que o ambiente analisado seja avaliado por um engenheiro qualificado e um registro da avaliação deve ser mantido. As diretrizes dessa norma ajudam a reduzir o risco de acidentes de trabalho e, assim, proteger a saúde dos trabalhadores (BRAGA, 2021).

Em relação à aplicabilidade da norma, ela abrange os seguintes pontos na área de segurança de máquinas e equipamentos:

- 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;
- Procedimentos de trabalho e segurança;
- Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão a qualquer título e exposição;
- Capacitação.

2.3 Adequação à NR 12

A adequação de NR 12 é um processo fundamental para garantir a segurança dos trabalhadores que utilizam máquinas e equipamentos no ambiente de trabalho. Essa norma traz as medidas de segurança necessárias que podem prevenir acidentes, doenças ocupacionais e garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores. Por isso, é importante que o ambiente esteja adequado a essa norma (SANTOS, 2017).

A primeira etapa dessa adequação consiste no levantamento de dados para analisar os riscos presentes no ambiente. Para isso, deve-se realizar a apreciação dos riscos, a qual permite identificar os perigos e estimar os riscos de cada máquina e equipamento, observando se existe a necessidade de adotar medidas de segurança para minimizar esses riscos envolvidos (SILVA, 2019). Outra parte fundamental é a aplicação do *checklist*, que consiste na verificação se as condições das máquinas e equipamentos e do ambiente que estão instaladas estão conforme os itens do texto da NR 12. Desse modo, caso existam irregularidades, deve-se indicar posteriormente as adequações necessárias (BISSACOTTI; AUPT, 2021).

É importante destacar que apenas um profissional habilitado da área específica em análise pode realizar esse procedimento de adequação segundo o texto base da norma e da Resolução nº 218, de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Nesse contexto, o engenheiro mecânico pode atuar realizando a adequação das partes mecânicas de máquinas e equipamentos, porém, a instalação elétrica dos mesmos não faz parte de suas atribuições como profissional habilitado.

Outro aspecto do projeto de adequação é a implementação das medidas de segurança. Nesse caso, após realizada a apreciação e a identificação dos riscos presentes no ambiente, planejam-se as adequações necessárias que devem ser aplicadas (SANTOS et al., 2021). Para isso, além da NR 12, existem normativas que tratam dos projetos físicos dos sistemas de segurança (BRAGA, 2021). Por meio dessas normas, o projetista pode desenvolver proteções fixas, móveis, dispositivos de intertravamento e acoplamento de sensores.

A seguir são apresentadas as normas que norteiam os projetos de sistemas de segurança:

- NBR 14118: 2022 - Segurança de Máquinas - Prevenção de partida inesperada;
- NBR 273:2001 - Segurança de Máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção;
- NBR 13850:2021 - Segurança de máquinas - Função de parada de emergência - Princípios para projeto;

- NBR ISO 13857:2021 - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores;
- NBR ISO 13854:2003 - Segurança em máquinas - Folgas mínimas para evitar o esmagamento de partes do corpo humano;
- NBR ISO 13857:2003 - Segurança em máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores.

Um ponto importante a ser discutido é que após implementar as medidas de segurança é necessário realizar uma nova vistoria na empresa para verificar se as conformidades indicadas na apreciação de risco foram atendidas. Desse modo, pode-se garantir que o ambiente está de fato adequado à NR 12 (MICHEL, 2020).

2.4 Sistemas de segurança da NR 12

Os sistemas de segurança são fundamentais para prevenir acidentes e garantir a integridade física dos trabalhadores. Existem diversos tipos de sistemas de segurança que podem ser utilizados em máquinas e equipamentos, sendo alguns deles obrigatórios conforme a NR 12. Dentre esses sistemas, destacam-se:

- Dispositivos de proteção: são equipamentos que pretendem proteger o operador de possíveis perigos durante o uso da máquina. Esses dispositivos podem ser mecânicos, elétricos, eletrônicos ou pneumáticos, e devem ser instalados para evitar o acesso do operador às áreas perigosas da máquina.
- Sistemas de parada de emergência: são sistemas que permitem a interrupção imediata do funcionamento da máquina em caso de emergência. Esses sistemas devem estar claramente identificados e acessíveis ao operador, e devem ser testados periodicamente para garantir seu funcionamento adequado.

Além desses sistemas, a NR 12 também exige a utilização de dispositivos de partida, acionamento e parada que evitem acionamentos acidentais. É importante ressaltar que a NR 12 não exige a utilização de sistemas específicos de segurança, mas sim que as empresas adotem medidas que garantam a segurança dos trabalhadores. Para isso, é fundamental que as empresas façam uma análise de risco das máquinas e equipamentos utilizados, identificando os possíveis perigos e adotando as medidas necessárias para eliminá-los ou reduzi-los a níveis aceitáveis (SEIMETZ, 2020).

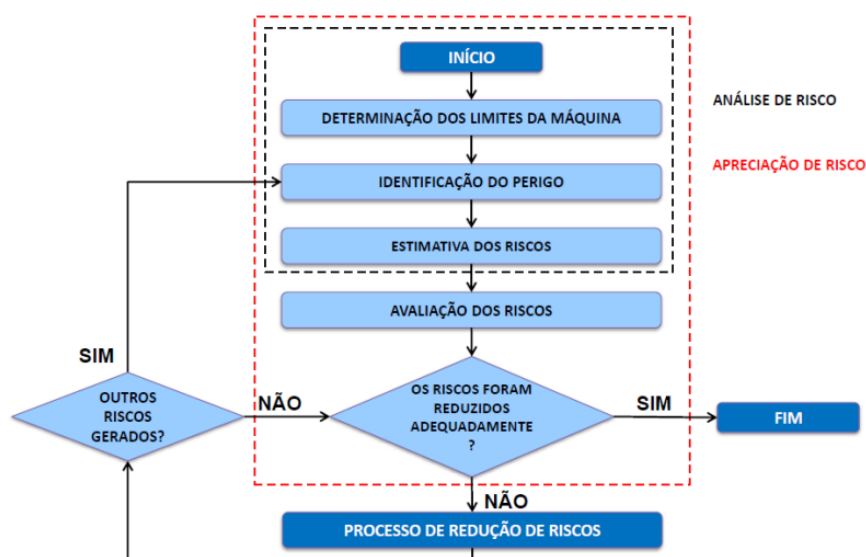
2.5 Apreciação de riscos

Segundo Bissacotti e Aupt (2021) a apreciação de riscos é um dos procedimentos iniciais para verificar as conformidades segundo a NR 12 em um ambiente. É através desse procedimento que se obtém a identificação, análise e avaliação dos riscos associados a uma determinada atividade, etapa ou projeto. O objetivo da apreciação de riscos é compreender os riscos envolvidos no uso de máquinas e equipamentos, para que medidas de adequação possam ser tomadas para minimizar os riscos caso seja necessário.

Ademais, os perigos relacionados a máquinas e equipamentos podem evoluir ao longo do tempo devido ao desgaste, modificações no processo de produção ou outros fatores. Assim sendo, é crucial conduzir uma revisão regular da avaliação de riscos a fim de assegurar a contínua eficácia das medidas de controle (MICHEL, 2020).

A principal norma que guia o procedimento de apreciação de riscos é a NBR 12100, a qual foi publicada em 2013, e que define os parâmetros para avaliação e redução de riscos, além de especificar a terminologia básica, os princípios e a metodologia para atingir a segurança no projeto de máquinas. Na imagem a seguir é apresentado um fluxograma simplificado sobre o processo de apreciação de riscos.

Figura 2 – Fluxograma de apreciação de riscos.



Fonte: Hoffmann (2018).

2.5.1 Limites de máquina

De acordo com Michel (2020), é preciso definir os parâmetros associados ao uso de determinada máquina ou equipamento. A NBR 12100 define três tipos de limites básicos que devem ser especificados. O primeiro é o limite de uso, que aborda os tipos de operações

e processos de determinada máquina e quais são os tipos de usuários que a utilizam. O segundo é o limite de espaço, que apresenta os cursos de movimento, espaços destinados a pessoas que interagem com a máquina, tanto em operação como em manutenção, interação humana e conexão da máquina com as fontes de energia. A última é o limite de tempo, que aborda basicamente o tempo de uso da máquina.

2.5.2 Identificação dos perigos

Outro ponto importante é realizar o levantamento dos perigos associados ao uso de determinada máquina ou equipamento (MELO et al., 2020). A NBR 12100 (2013) apresenta que esses perigos podem estar associados basicamente a duas fontes. A primeira é a forma que o humano interage com a máquina, por exemplo, o próprio mau uso dela pode acarretar acidentes de trabalho. E a última envolve as condições de funcionamento da máquina, pois a falta de dispositivos de segurança pode causar o lesionamento de membros.

Outrossim, os manuais técnicos das máquinas e equipamentos, além de serem uma exigência da NR 12, é fundamental a existência deles na empresa. Esses documentos abordam todos os precedimentos seguros, incluído a apresentação dos perigos, ao se utilizar determinada máquina ou equipamento, justamente, que devem estar disponível quando necessário para os trabalhadores da empresa. Nesse sentido, pode-se observar a importância que esses manuais possuem em auxiliar no processo de levantamento dos perigos na etapa de apreciação de riscos.

2.5.3 Estimativa dos riscos

Para realizar a estimativa dos riscos, existe o método *Hazard Rating Number* (HRN) o qual consiste em um sistema de classificação de risco usado para avaliar os riscos de segurança e saúde no local de trabalho. O HRN é uma ferramenta importante para garantir a segurança na utilização de máquinas e equipamentos e, é frequentemente implementado em conjunto com outras medidas de segurança, como equipamentos de proteção individual, treinamento de funcionários e planos de resposta a emergências. Esse método é considerado um dos mais utilizados no processo de apreciação de riscos, e deve ser aplicado individualmente em cada risco analisado (NICLOTTI, 2018). A sua formulação bem como seus parâmetros são indicados na equação 1 e nas tabelas 1, 2, 3 e 4.

$$HRN = PO * FE * GPL * NP \quad (1)$$

Sendo:

HRN=resultado da estimativa do risco;

PO=probabilidade de ocorrência de acidente;

FE=frequência de exposição ao risco;

GPL=grau de possível lesão que o risco pode gerar;

NP=número de pessoas na zona de risco.

Tabela 1 – Parâmetro PO.

0.033	Quase impossível	Pode ocorrer em circunstâncias extremas
1	Altamente improvável	Mas pode ocorrer
1.5	Improvável	Embora concebível
2	Possível	Mas não usual
5	Alguma Chance	Pode acontecer
8	Provável	Sem surpresas
10	Muito provável	Esperado
15	Certeza	Sem dúvida

Fonte: Guttman (2017).

Tabela 2 – Parâmetro FE.

0.5	Anualmente
1	Mensalmente
1.5	Semanalmente
2.5	Diariamente
4	Em termos de hora
5	Constante

Fonte: Guttman (2017).

Tabela 3 – Parâmetro GPL.

0.1	Arranhão / Escoriação
0.5	Dilaceração / corte / enfermidade leve
1	Fratura leve de ossos - dedos das mãos / dedos dos pés
2	Fratura grave de osso - mão / braço / perna
4	Perda de 1 ou 2 dedos das mãos / dedos dos pés
8	Amputação de perna / mão, perda parcial da audição ou visão
10	Amputação de 2 pernas ou mãos, perda parcial da audição ou visão em ambos ouvidos, ou olhos
12	Enfermidade permanente ou crítica
15	Fatalidade

Fonte: Guttman (2017).

Tabela 4 – Parâmetro NP.

1	1-2 pessoas
2	3-7 pessoas
4	8-15 pessoas
8	16-50 pessoas
12	Mais de 50 pessoas

Fonte: Guttman (2017).

No que diz respeito ao valor obtido através da aplicação do método do *Harzard Rating Number*, conforme delineado na tabela 5, é preciso determinar em qual intervalo esse resultado se insere, com o propósito de avaliar a classificação do risco, que pode abranger desde níveis aceitáveis até inaceitáveis. De acordo com a avaliação do risco efetuada, a referida tabela também fornece orientações quanto às medidas a serem adotadas, caso sejam consideradas necessárias.

Tabela 5 – Avaliação do resultado do método HRN.

Resultado	Risco	Tomada de ação
0-1	Aceitável	Considerar possíveis ações. Manter as medidas de proteção.
1-5	Muito baixo	
5-10	Baixo	Garantir que as medidas atuais de proteção são eficazes.
10-50	Significante	Aprimorar com ações complementares.
50-100	Alto	Devem ser realizadas ações para reduzir ou eliminar o risco. Garantir a implementação de proteções ou dispositivos de segurança.
100-500	Muito alto	
500-1000	Extremo	Ação imediata para reduzir ou eliminar o risco.
Maior que 1000	Inaceitável	Interromper atividade até eliminação ou redução do risco.

Fonte: Guttman (2017).

Além do tipo ação corretiva que deve ser implementada para reduzir o risco, Niclotti (2018) apresenta o tempo ideal para a aplicação dessa ação consoante os resultados da equação 1, como pode ser visto na tabela a seguir.

Tabela 6 – Tempo ideal para a implementação das medidas corretivas indicadas pela apreciação de riscos.

Resultado do HRN	Prazo para aplicação de medidas corretivas
0-50	Deve-se atuar na redução dos riscos sem um prazo definido.

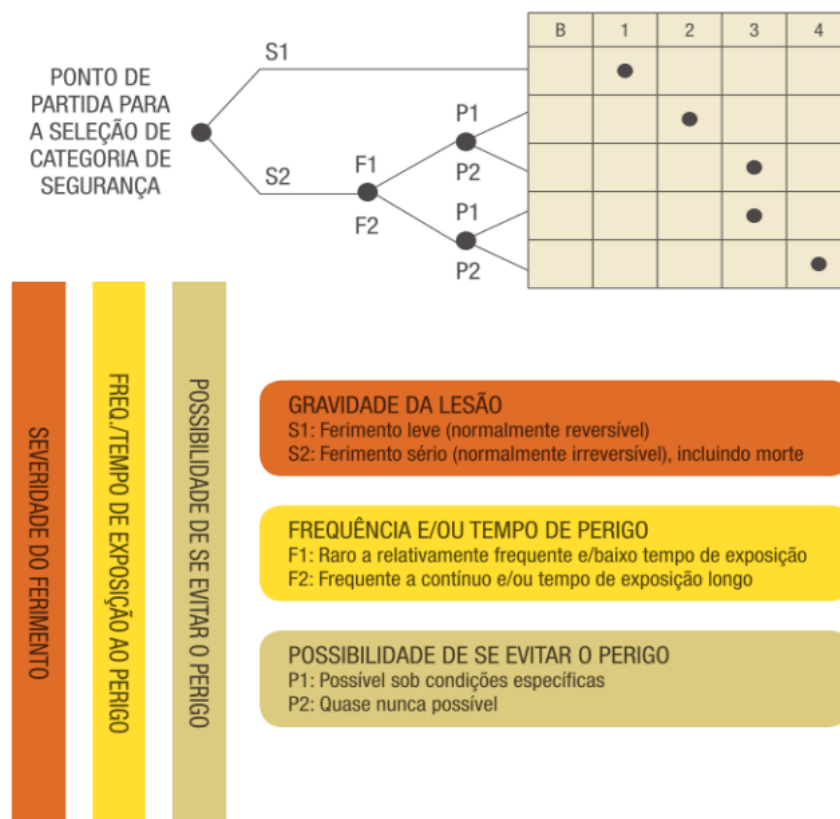
5-50	Dentro de 4 meses deve-se atuar na redução dos riscos.
50-1000	Precisa reduzir o risco em no máximo uma semana.
1000	É preciso interromper as atividades imediatamente.

Fonte: Niclotti (2018).

2.5.4 Categorização dos riscos

Segundo a NBR 14153, ao adotar a implementação de sistemas de segurança deve-se garantir os parâmetros adequados para o desenvolvimento da parte de comando associado à segurança das máquinas e equipamentos. Por meio dessa norma, pode-se definir quais os requisitos operacionais e a confiabilidade dos projetos de comando dos sistemas de segurança (CORRÊA et al., 2021). Para isso, essa norma visa categorizar cada projeto consoante os riscos envolvidos utilizando o esquema da figura 3.

Figura 3 – Esquema de categorização de riscos da NBR 14153.



Fonte: Souza (2018).

É fundamental que o projeto das partes relacionadas à segurança do sistema e do comando seja guiado pelo processo de apreciação de riscos, utilizando os princípios estabelecidos na NBR 12100. Nesse caso, a categorização de riscos da NBR 14153 pode atuar juntamente com a metodologia HRN.

Após definir a categoria do risco, é necessário identificar quais são as configurações recomendadas que o sistema de segurança deve possuir conforme a norma, que incluem a lógica de funcionamento e a resistência à falha da parte elétrica. Para isso, a tabela 7 apresenta a relação entre a categoria do risco e os requisitos da parte de comando.

Tabela 7 – Requisitos das categorias de segurança da NBR 14153.

Categoria	Requisitos do sistema de segurança
Categoria B	<p>Quando um defeito acontece ele pode levar à perda da função de segurança, e o mesmo deve resistir a:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Fadiga operacional; – Influência do material utilizado no processo ou material processado; – Influência do material utilizado no processo ou material processado; influências externas significantes, como, por exemplo, vibrações mecânicas, temperatura e problemas no fornecimento de energia.
Categoria 1	<p>Devem ser aplicados os requisitos da categoria B e garantir que as partes de sistemas de comando relacionadas à segurança sejam projetadas usando componentes bem ensaiados e comprovados, reduzindo a probabilidade de falhas.</p>
Categoria 2	<p>Devem ser aplicados os requisitos da categoria B e o uso de sistemas de segurança comprovados. Ademais, as partes de sistemas de comando relacionadas à segurança, de categoria 2, devem ser projetadas de tal forma que sejam verificadas em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina. A verificação das funções de segurança deve ser efetuada da seguinte forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Na partida da máquina e antes do início de qualquer operação que envolva perigo; – Periodicamente durante a operação caso seja necessário devido ao risco.
Categoria 3	<p>Devem ser aplicados os requisitos da categoria B e o uso de sistemas de segurança comprovados. Partes relacionadas à segurança de sistemas de comando, de categoria 3, devem ser projetadas de tal forma que um problema isolado não cause a perda das funções de segurança da máquina.</p>

Continuação da tabela 7

Categoria 4	<p>Os requisitos da categoria B e a utilização de sistemas de segurança comprovados devem ser aplicados. Ademais, as partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que:</p> <ul style="list-style-type: none">– Um problema isolado em qualquer dessas partes não leve à perda da função de segurança;– O problema isolado deve ser detectado durante, ou antes, do funcionamento da máquina. Caso não seja possível, o acúmulo de defeitos não pode levar a falha das funções de segurança.
-------------	---

Fonte: Adaptada da NBR 14153 (ABNT, 2022).

3 Metodologia

A metodologia empregada nesta pesquisa segue um fluxograma bem definido, que ilustra de forma clara os passos a serem seguidos ao longo do processo de pesquisa. Este fluxograma, representado na figura 4, foi cuidadosamente elaborado para assegurar a coleta, análise dos dados e tomada de decisão de maneira sistemática.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia utilizada.



Fonte: Autor (2023).

No primeiro momento foi realizada uma revisão bibliográfica sobre a temática de máquinas e equipamentos, sobretudo aspectos relacionados à NR 12, que inclui uma análise da legislação vigente, normas técnicas associadas e outras referências relevantes. O objetivo desta revisão é obter um entendimento aprofundado da NR 12, seus requisitos e como os ambientes podem se adequar. Para isso, também, buscou-se estudar autores de trabalhos científicos que abordam o processo de adequação dessa norma como Bissacotti e Aupt (2021) e Fritz (2021). A ferramenta utilizada para busca desses trabalhos foi o Google Acadêmico, pois além de ser gratuito, apresenta resultados de diversos repositórios acadêmicos nacionais e internacionais.

Posteriormente, foram realizadas inspeção ao laboratório de processos de fabricação com a devida permissão do IFBA para coletar dados, por exemplo, das condições do ambiente e das máquinas e equipamentos, bem como, documentos legais acerca do laboratório em análise que auxiliem no processo de inspeção.

Com base na análise dos dados coletados, foi realizado o levantamento das máquinas e equipamentos presentes no laboratório, identificando os tipos de máquinas, os modelos, os fabricantes, os números de série e os sistemas de segurança que já estavam instalados. Buscando encontrar esses sistemas de segurança, além da inspeção visual, foram utilizados manuais técnicos concedidos pelo Instituto ou pelo fabricante das máquinas, pois descreviam todos os dispositivos de proteção já instalados de fábrica (SANTOS et al., 2021).

A próxima etapa envolveu a aplicação do *checklist* de avaliação geral de conformidades. Para a elaboração desse documento, utilizou-se como referência o modelo de Oss-Emer (2017), pois tem semelhança com este trabalho. O objetivo desse autor foi apreciar a segurança em um laboratório de ensino de usinagem. Ademais, vale destacar que precisou adequar esse modelo com as últimas atualizações da NR 12, bem como, as necessidades do laboratório em análise. Outro ponto importante é que os itens da norma referida associados com a área de instalações elétricas não foram inseridos no *checklist*, haja vista que, não se enquadram com as responsabilidades legais da área de engenharia mecânica conforme estabelecido pela Resolução CONFEA/CREA.

Assim, por meio do *checklist* analisou se cada item da NR 12 estava consoante às condições das máquinas, dos equipamentos e do ambiente em estudo. Caso não estivesse, isso demonstraria uma irregularidade do laboratório em relação à segurança dos usuários. Após esse levantamento, indicaram-se as medidas corretivas que deveriam ser efetuadas para a adequação do item da NR 12 que se encontrava irregular.

Em seguida, foi realizada a elaboração da apreciação dos riscos existentes em cada máquina e equipamento instalado no laboratório com aplicabilidade da NR 12, sendo que foram utilizadas as orientações da NBR 12100 (2013) que especifica os princípios gerais para análise e redução de riscos. O primeiro passo da apreciação de riscos foi a definição dos limites de operação para cada máquina e equipamento do laboratório. Assim, analisou-se quais são as diretrizes de utilização do laboratório de processos de fabricação por meio dos regulamentos de uso do laboratório e do horário de aulas estabelecido por essa normativa. Também foram verificados o perfil dos usuários, nível de treinamento, tempo de uso e lotação máximo do ambiente.

Após definir os limites de operação, identificaram-se os perigos de acidentes de trabalho existentes em cada máquina do laboratório. Na sequência, foi preciso estimar os riscos associados a esses perigos utilizando a metodologia do *Hazard Rating Number* (HRN) e da categorização de riscos segundo a NBR 14153 (2022).

No método HRN, a definição dos valores dos parâmetros relacionados às tabelas 1, 2, 3 e 4 foi necessária para aplicar a fórmula 1 e obter a estimativa do risco em estudo. Esses valores variaram de acordo com a situação analisada. Para o fator FE e o NP, a definição dos limites das máquinas diretamente indicou o número de usuários do laboratório de

processos de fabricação e a frequência de exposição desses usuários aos riscos.

O parâmetro PO foi quantificado com base nas inconformidades identificadas por meio do *checklist*, especialmente na verificação dos dispositivos de proteção existentes nas máquinas. No caso do parâmetro GPL, os manuais técnicos foram consultados para auxiliar na determinação, pois eles apresentavam informações sobre a gravidade dos acidentes que poderiam ocorrer nas máquinas de estudo. Após a aplicação da fórmula 1, os valores foram comparados conforme a tabela 5, obtendo a classificação dos riscos das máquinas e equipamentos do laboratório, e se seria necessário implementar medidas corretivas.

Cada risco foi submetido a uma análise conforme a NBR 14153, visando determinar o sistema de segurança mais adequado. Para isso, o primeiro passo foi a definição da gravidade do ferimento, representada pelo parâmetro S, com base no fator GPL do método HRN como referência. Em seguida, o próximo fator determinado foi o F, com base no parâmetro FE do método HRN, que também estabeleceu a frequência de exposição ao risco. Por fim, o último parâmetro a ser definido foi a possibilidade de evitar o perigo, representada pelo fator P, tendo o parâmetro PO do método HRN como referência.

Por fim, a partir da apreciação de riscos e do *checklist* verificou-se quais as ações corretivas deveriam ser aplicadas nas máquinas e equipamentos de estudo, para assim, indicar os sistemas de segurança que devem ser implementados segundo a NR 12, definindo o tipo de dispositivo de proteção e a categoria do comando de acionamento conforme a NBR 14153.

4 Resultados e Discussão

4.1 Levantamentos das máquinas e equipamentos

Inicialmente, mediante visitas ao laboratório de processos de fabricação, realizou-se o levantamento das máquinas e equipamentos instalados que demandam a aplicação da NR 12. Nesta etapa, pôde-se verificar a quantidade de máquinas e equipamentos, seus respectivos modelos, fabricantes e tags de identificação. Deve-se destacar que nem todas as máquinas possuíam as tags, neste caso, foram considerados os números de série.

Ademais, no laboratório existem três morsas, uma esmerilhadeira, um kit de soldagem oxigás e duas máquinas inversoras de solda, uma para soldagem por eletrodo revestido e outra de MIG/MAG, porém não foram considerados, pois estão fora do escopo de aplicação da NR 12. Todavia, não se deve supor, sem análises prévias, que essas máquinas e equipamentos não oferecem riscos ao usuário.

As morsas não foram analisadas, por funcionarem por meio de propulsão humana, o que não é regido pela norma referida. No caso do kit de soldagem oxigás e a máquina inversora de solda MIG/MAG, a norma os classificam como ferramentas transportáveis ou estacionárias, haja vista que, podem ser movimentadas por uma ou duas pessoas por meio de rodas, as quais são dispositivos simples para facilitar o transporte. E ainda conforme a NR 12, a esmerilhadeira e a inversora de solda por eletrodo revestido são compreendidas como ferramenta portátil, ao serem facilmente carregadas até o local de trabalho, suportadas pela mão, podendo ser suspensas durante a operação. Desse modo, na tabela 8 é apresentada somente a relação das máquinas e equipamentos que serão os objetos de estudo.

Tabela 8 – Lista das máquinas e equipamentos de análise.

Identificação	Tipo de Máquina	Modelo	Fabricante	Número de série/tag
MOT01	Moto esmeril	ME-6	Ferrari	N° HYG0402-13
MOT02	Moto esmeril	ME-6	Ferrari	N° HYG0402-14
MOT03	Moto esmeril	1 HP 735 W	Worker	Tag UE03
FU01	Furadeira de bancada	FGC-16	Ferrari	Tag UFO01
FU02	Furadeira de bancada	FGC-16	Ferrari	Tag UFO02

Continuação da tabela 8

FU03	Furadeira de bancada	FGC-16	Ferrari	Tag UFO03
FU04	Furadeira de coluna	FCC-32	Atlasmaq	Tag UFO04
TO01	Torno convencional	CSTC-005B	Central do Saber	N° 410045
TO02	Torno convencional	MS 205	Nardini	N° F7CKV547
TO03	Torno convencional	MS 205	Nardini	N° F7CKV554
SF01	Serra Fita horizontal	MR 122	Mandrodo	N° 1501803
FR01	Fresadora horizontal convencional	FHA-40	Atlasmaq	N° 201201055N

Fonte: Autor (2023).

Ainda nesta etapa, com as vistorias nas máquinas e equipamentos, foram identificados os sistemas de segurança que já estavam instalados. Para isso, foram realizadas inspeções visuais detalhadas dos componentes das máquinas além da utilização dos manuais técnicos das mesmas, pois esses documentos descrevem a parte de segurança das máquinas, incluindo os dispositivos de proteção já implementados de fábrica, bem como onde estão localizados (MAGNUS, 2021).

É importante destacar que o manual da furadeira da TANDER (2023), de modelo TFF50, foi utilizada como referência para descrever sistemas de segurança da furadeira de coluna instalada no laboratório, uma vez que, o manual do seu fabricante não está disponível no Instituto nem houve retorno por parte do fabricante. Todavia, a análise mais adequada seria utilizar o manual específico da furadeira do Instituto, uma vez que, esse trabalho envolve o estudo de um ambiente no qual os usuários podem se lesionar gravemente.

Com o torno TO01 ocorreu uma situação semelhante, pois, pela falta do manual do seu fabricante e por se tratar do mesmo tipo de máquina do TO02 e TO03, foi analisada por meio do manual desses tornos, sendo da Nardini (2023). Na tabela 9 são apresentados os sistemas de segurança de cada máquina e equipamento da tabela 8.

Tabela 9 – Dispositivos de segurança instalados nas máquinas e equipamentos.

Identificação	Sistemas de segurança
MOT01	-Protetor visual; -Proteções fixas laterais do rebolo.
MOT02	-Protetor visual; -Proteções fixas laterais do rebolo.
MOT03	Inexistente
FU01	-Protetor do mandril; -Proteção fixa do quadro elétrico; -Proteção da correia.
FU02	-Protetor do mandril; -Proteção fixa do quadro elétrico; -Proteção da correia.
FU03	-Protetor do mandril; -Proteção fixa do quadro elétrico; -Proteção da correia.
FU04	-Protetor do mandril; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção da correia.
TO01	-Botão de emergência; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção fixa do recâmbio; -Proteção fixa do quadro elétrica.
TO02	-Botão de emergência; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção fixa do quadro elétrico. -Proteção móvel do mandril; -Proteção móvel do acesso a ferramenta de corte; -Proteção fixa do recâmbio; -Pedal de parada.
TO03	-Botão de emergência; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção fixa do quadro elétrico. -Proteção móvel do mandril; -Proteção móvel do acesso a ferramenta de corte; -Proteção fixa do recâmbio; -Pedal de parada.

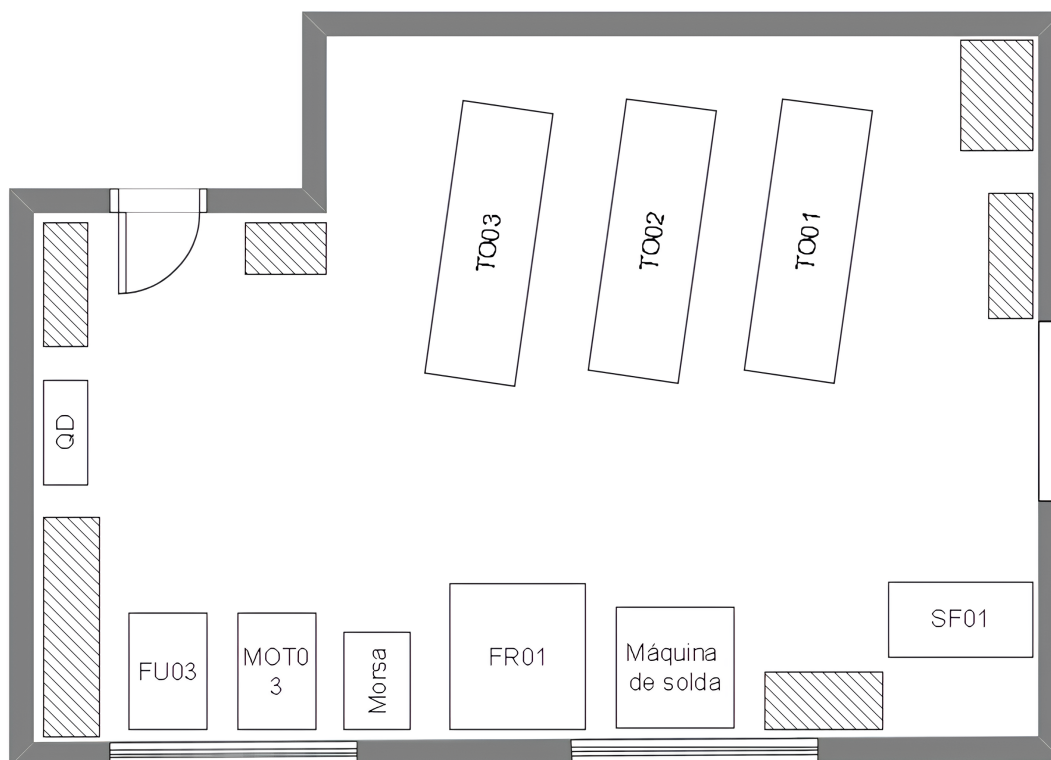
Continuação da tabela 9

SF01	<ul style="list-style-type: none"> -Botão de emergência; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção fixa do quadro elétrico; -Proteção fixa da correia; -Proteção fixa do alojamento da serra fita.
FR01	<ul style="list-style-type: none"> -Botão de emergência; -Dispositivo de partida e parada; -Proteção fixa do quadro elétrico.

Fonte: Autor (2023).

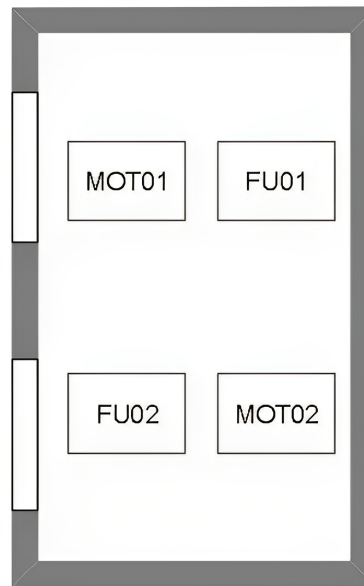
Ademais, foram elaborados dois layouts esquemáticos do laboratório de processos de fabricação para representar a distribuição das máquinas citadas na tabela 8, e as mesmas foram indicadas nesses desenhos. A figura 5 demonstra a área 1 do laboratório em análise, enquanto a figura 6 apresenta a área 2. A figura 7 descreve a legenda dos outros itens que compõem o laboratório. E nas figuras 9 e 10, do Apêndice C, pode-se observar os registros fotográficos das áreas do laboratório.

Figura 5 – Layout esquemático da área 1 do laboratório de Processos de fabricação.



Fonte: Autor (2023).

Figura 6 – Layout esquemático da área 2 do laboratório de Processos de fabricação.



Fonte: Autor (2023).

Figura 7 – Legenda referente aos layouts do laboratório de Processos de Fabricação.

Legenda	
	Mesa, bancada e armário
	Janela
	Portão metálico
	Quadro elétrico geral

Fonte: Autor (2023).

4.2 Checklist de avaliação geral

Visando garantir a segurança dos usuários e a conformidade com as normas estabelecidas pela NR 12, aplicou-se o *checklist* de avaliação geral para verificar as condições das máquinas, equipamentos e do espaço físico do laboratório. Foi utilizado o modelo adaptado de Oss-Emer (2017), uma vez que, esse autor analisou o mesmo tipo de ambiente desse trabalho, que foi um laboratório de processos de fabricação.

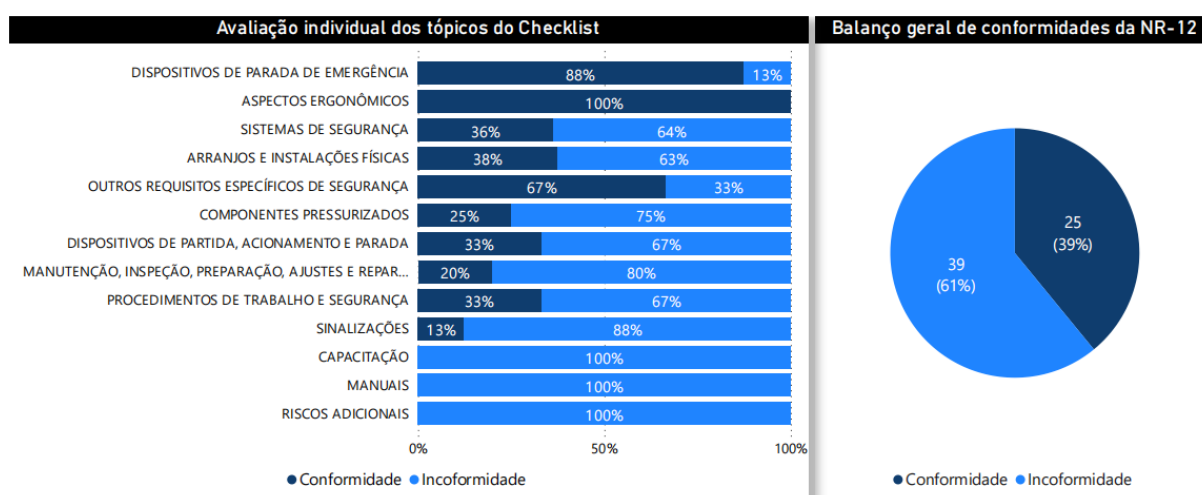
Como a NR 12 passa por diversas atualizações, o *checklist* desse autor precisou ser corrigido com as devidas mudanças oriundas da última versão da norma, que foi de 20 de dezembro de 2022. Além disso, os itens dessa norma associados às instalações elétricas foram removidos dessa análise, pois, não envolvem atribuições da engenharia mecânica

segundo a Resolução n° 218, de 1973, do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Devido ao ambiente da pesquisa ser parte de um instituição de ensino, determinados itens da norma foram considerados não aplicáveis, sendo assim, não são apresentados no *checklist* (OSS-EMER, 2017).

Deve-se frisar que os itens da NR 12 que estão relacionados aos riscos ocupacionais não foram analisados, por estarem fora do escopo do trabalho. Por exigência dessa norma, foi preciso indicar os itens 17.3.2, 17.5.3 e 17.5.3.1, os quais são da Norma Regulamentadora 17, que abordam os princípios básicos de ergonomia no ambiente de trabalho. Esses itens analisados tratam, especialmente, sobre a iluminação do laboratório, pois isso afeta diretamente a correta visualização das partes perigosas das máquinas e equipamentos. Por fim, no Apêndice A pode-se ter acesso ao *checklist* completo aplicado ao laboratório de Processos de Fabricação.

Com os resultados do *checklist*, pode-se perceber que dos 64 itens verificados, apenas 25 encontram-se na situação de conformidade. Desse modo, é evidente que o laboratório está irregular na maioria das exigências da NR 12. No dashboard, da figura 8, é apresentada a porcentagem de conformidade geral do laboratório, que foi de 39%, valor este que pode ser considerado insuficiente por se tratar de um laboratório educacional, em que os discentes estão no processo de aprendizagem. Desse modo, podem ocorrer eventos de utilização incorreta de máquinas e equipamentos, possibilitando acontecer acidentes típicos de trabalho segundo a NBR ISO 12100 (ABNT, 2013), a qual dispõe de diretrizes e métodos para garantir a segurança no uso de máquinas.

Figura 8 – Dashboard com a porcentagem geral e individual das conformidades e inconformidades da NR 12, identificadas no laboratório em estudo.



Fonte: Autor (2023).

Na figura 8, também é possível notar que os itens exigidos pela NR 12 associados aos manuais técnicos, estavam todos irregulares, haja vista que, a instituição não possui o manual de todas as máquinas, e os que existem não têm versões impressas na instituição.

Outrossim, os itens da parte de treinamento e capacitação estão totalmente em desacordo com a norma referida, pois não ocorrem no instituto capacitações com a ementa básica da NR 12 para utilizar o laboratório. Porém, as instruções técnicas de segurança são primordiais para reduzir a probabilidade de acontecer episódios de acidentes de trabalho, devido às ações do usuário (MARCOS; LÚCIO, 2022). Ademais, todos os itens de riscos adicionais estão inadequados porque não há registros de medidas de controle relacionadas às substâncias químicas como obriga a NR 9. Por exemplo, o fluido de corte, substância química aplicada na área de usinagem, não possui regras de controle em relação ao seu uso no laboratório, incluindo, a não exigência da sua FISPQ (IFBA, 2015). Esse documento é uma ficha técnica que fornece informações cruciais de segurança acerca do uso de determinado produto químico.

No tocante, todas as máquinas e equipamentos citados na tabela 8 necessitaram de adequações por estarem em não conformidade. Dentre essas máquinas, os tornos TO02 e TO03 tiveram mínimas irregularidades em relação aos sistemas de segurança. Isso é justificável já que nas inspeções no laboratório observou-se que essas máquinas possuem dispositivos de proteções e sinalizações das zonas de perigo. Além disso, as manutenções dos equipamentos não são regulares e nem possuem registros exigidos pela NR 12, permitindo, assim, a ocorrência de falhas mecânicas durante a operação das máquinas, situação esta que pode resultar em um acidente, especialmente, porque os usuários não são treinados como discutido anteriormente.

No *checklist* aplicado consta na última coluna quais são as medidas de adequação que devem ser tomadas no laboratório de processos de fabricação. Nesse contexto, de acordo com cada item analisado, caso seja verificado a sua irregularidade, foi proposta a ação que pode corrigir esse problema segundo os requisitos da NR 12, propiciando, assim, a segurança dos usuários do Instituto.

Em relação às principais adequações recomendadas para o laboratório, no que diz respeito aos arranjos e instalações físicas, destacam-se a demarcação das áreas de circulação de pessoas e o afastamento de uma máquina da outra, para garantir uma distância segura de uso. Sobre os dispositivos de segurança, foi proposta a instalação de comandos de partida, parada e emergência na maioria das máquinas e equipamentos, devido à ausência desses componentes exigidos pela NR 12. Como já foi mencionado anteriormente, não há treinamentos de NR 12 para os usuários do Instituto. Sendo assim, é recomendado que seja realizado um curso de curta duração que aborde os princípios básicos da NR 12, visando preparar os alunos para as aulas práticas no laboratório de processos de fabricação.

Outra adequação necessária refere-se às placas de sinalização, que devem ser instaladas nas zonas de perigo do laboratório e que possuam fácil visibilidade, resistência às condições do ambiente e redigidas na língua oficial do Brasil. No caso específico da

serra fita SF01 e do torno TO01, é necessário substituir as placas existentes, uma vez que não atendem a esses requisitos. Ademais, as mangueiras que conduzem o fluido de corte, das máquinas, não indicam a pressão máxima de trabalho. Diante desse contexto, sugeriu-se marcar esses componentes hidráulicos com um texto informativo que inclua esse parâmetro de segurança.

No caso da inexistência de versões impressas dos manuais de segurança, foi proposto solicitar esses documentos ao fabricante das máquinas e equipamentos ou elaborá-los com a supervisão de um profissional habilitado. Nesse caso, ambas as soluções podem ser aplicadas conforme a seção 12.13 do texto base da NR 12.

As atividades associadas às manutenções e reparos das máquinas e equipamentos também precisaram de adequações. Uma delas é a implementação de registros de manutenção que incluem um cronograma de revisão para cada máquina ou equipamento, detalhando as intervenções realizadas, as datas em que ocorreram, os serviços executados, as peças reparadas ou substituídas, bem como as condições de segurança conforme exige a norma em estudo. Além disso, a serra fita SF01 está danificada, portanto, é recomendado ao campus solicitar prontamente o reparo desse equipamento.

Durante a realização desse trabalho foi possível inferir que a aplicação do *checklist* envolve uma análise geral do ambiente e das máquinas que estão instaladas, por esse motivo, esse tipo técnica não permite uma investigação mais detalhada das máquinas e equipamentos do laboratório de processos de fabricação (GARRETO, 2019). Para complementar os resultados obtidos do *checklist*, foi realizado o processo de apreciação de riscos, que segundo Bissacotti e Aupt (2021) é um dos procedimentos principais para verificar as conformidades citados pela NR 12, haja vista que, são analisados, individualmente, os perigos das máquinas e equipamentos.

É por meio dessa apreciação que se obtém a identificação, estimativa e avaliação dos riscos associados a uma determinada atividade, etapa ou projeto. Outra consideração sobre esse trabalho é que mesmo sendo possível indicar por meio do *checklist* as adequações que devem ser realizadas, não foi alcançado a informação relativa ao tempo ideal para a aplicação de cada ação corretiva. Sendo que, segundo Niclotti (2018), isso poderia ser solucionado através da aplicação de técnicas que estimam o impacto dos riscos.

4.3 Apreciação de riscos

4.3.1 Limites das máquinas e equipamentos

Por exigência da NBR 12100 (2013), foi realizada etapa inicial da apreciação de riscos, que é a definição dos limites das máquinas e equipamentos instalados no laboratório. É por meio dessa etapa que se torna possível obter informações relacionadas aos perigos e

riscos ao trabalhar com máquinas e equipamentos. Ademais, é importante delimitar que essa análise é a mesma para todas as máquinas e equipamentos que foram citados na tabela 8.

Primeiramente, em relação aos limites de uso, os usuários são divididos entre profissionais habilitados (docentes), qualificados (técnicos de manutenção) e discentes do curso integrado, subsequente e superior do instituto. Nesse sentido, as máquinas e equipamentos em análise são usados para manutenção por parte dos técnicos, e para operação de usinagem por parte dos docentes e discentes (IFBA, 2015). Para mais, observou-se que são manuseados materiais nocivos à saúde nessas operações de usinagem, como o fluido de corte.

Segundo o regulamento da instituição é obrigatória a presença de um docente ou técnico quando os discentes estiverem operando as máquinas (IFBA, 2015). É importante destacar que podem ocorrer eventos de má utilização das máquinas durante as práticas educacionais, haja vista que, os discentes estão em processo de aprendizagem.

Outro limite importante que foi analisado é o tempo de uso de cada máquina. Por se tratar de um ambiente educacional, o tempo de uso oscila, pois vai depender, principalmente, da metodologia que cada docente aplica nas aulas práticas, pois não existe um regulamento do instituto sobre isso (IFBA, 2015). E como o laboratório pode ser utilizado por cerca de 10 horas semanais segundo o horário docente do instituto, a análise mais segura a ser feita é considerar a situação mais crítica, sendo o uso semanal de 10 horas de cada máquina e equipamento instalado no laboratório (IFBA, 2023). Foi observada, também, a ocorrência de atividades acadêmicas específicas, como projetos educacionais, nas quais a utilização do laboratório pode exceder 10 horas semanais, embora isso ocorra com uma frequência consideravelmente baixa.

E sobre os limites de espaço, conforme as regras do instituto, o laboratório pode comportar até 12 pessoas (IFBA, 2015). Porém, a quantidade de usuários por máquina também oscila, especialmente, devido à metodologia de cada docente na realização das aulas práticas. Dessa forma, deve-se considerar a situação mais perigosa que é a lotação máxima do ambiente para o uso da mesma máquina ou equipamento.

Para estimar os riscos, considerou-se determinados parâmetros que foram aplicados a todas as máquinas e equipamentos pelo fato de serem comuns. Em relação aos parâmetros do HRN, o FE (frequência de exposição) será equivalente a 1.5, pois anteriormente já foi estabelecido nos limites de operações das máquinas e equipamentos que elas são utilizadas semanalmente por parte dos usuários. Do mesmo modo, o parâmetro NP (número de pessoas sob risco) foi definido como 8, pois se considera a lotação máxima do laboratório, que é de 12 pessoas.

No caso da categorização dos riscos, manteve-se o fator F1 (frequência de exposição

baixa ao perigo), haja vista que, como já discutido, o laboratório é usado semanalmente, ou seja, relativamente frequente. Por fim, como é possível evitar acidentes em condições específicas, considerou-se o fator P1 como constante nas análises das máquinas segundo o estudo realizado por Oss-Emer (2017).

4.3.2 Motos esmeris MOT01, MOT02 e MOT03

Após definir os limites de operação das máquinas e equipamentos, deve-se identificar quais os perigos que podem causar acidentes de trabalho. Nesse sentido, os motos esmeris, apresentados nas figuras 11, 12 e 13 do Apêndice C, foram analisados considerando os perigos citados nos manuais dos fabricantes deles, que neste caso foram os manuais da Ferrari (2023b) e da Worker (2023).

Os mesmos manuais citam sobre o ruído e a movimentação de partículas de poeira, os quais são gerados durante o funcionamento dos motos esmeris, e segundo a NBR 12100 (2013), eles podem afetar a longo prazo a saúde do usuário, haja vista que, são perigos associados a doenças ocupacionais. A possibilidade de choques elétricos, também, é apresentada nesses manuais técnicos. Todavia, esses perigos não foram considerados, pois, como já foi abordado, este trabalho tem um enfoque em acidentes de trabalho típicos e de origem mecânica. Em resumo, a tabela 3 apresenta todos os perigos que serão analisados nos motos esmeris.

Tabela 10 – Perigos e riscos dos Motos Esmeris.

Perigo avaliado	Riscos
Elementos rotativos	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.
Partes móveis	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis da máquina.
Arestas cortantes	O rebolo é um elemento abrasivo e que pode causar cortes ao usuário.
Materiais em alta temperatura	Queimaduras são propensas, uma vez que, tanto o rebolo e a peça tendem a se aquecer no processo.

Fonte: Autor (2023).

Nos motos esmeris MOT01 e MOT02, os riscos 1 e 2 tiveram o PO de 0.033 pelo de fato dessas máquinas possuírem proteção visual contra cavacos e faíscas, bem como, proteções do rebolo, diferentemente do MOT03. Desse modo, este recebeu o valor de 8 para os mesmos riscos, o que indica uma maior probabilidade do usuário sofrer acidentes.

Os outros riscos, independentemente do moto esmeril, tiveram um PO de 8, justamente, porque na aplicação do *checklist* foi possível verificar que não existem capacitações

de NR 12 no instituto. Por esse motivo, é provável a ocorrência de acidentes de trabalho por falta de instrução técnica dos usuários do laboratório.

De modo geral, o GPL foi quantificado como 10 no caso do arremesso de cavaco e faíscas, ao poderem causar perda parcial da visão de ambos os olhos devido ao lançamento de projéteis. Para a situação das vestimentas do usuário ficarem presas nas partes móveis, considerou esse parâmetro como 2 (GUTTMAN, 2017). Ademais, apenas os riscos 1 e 2, das tabelas 11 e 12, foram categorizados como S2 devido à severidade mais elevada.

Deve-se destacar que cada risco apresentado foi categorizado seguindo o esquema de referência da figura 3, referente a NBR 14153. Nas tabelas a seguir é possível visualizar a estimativa dos riscos e a categorização dos mesmos nos motos esmeris.

Tabela 11 – Estimativa e categorização dos riscos do MOT01 e MOT02.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	0.033	1.5	10	8	3.96 Muito Baixo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	0.033	1.5	2	8	0.796 Aceitável	S2 P1 F1	2
3	Cortes causados pelo rebolo.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1
4	Queimaduras causadas pelo contato da peça e da ferramenta de corte.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

Tabela 12 – Estimativa e categorização dos riscos do MOTO3.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2

Continuação da tabela 12

2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	2	8	192 Muito alto	S2 P1 F1	2
3	Cortes causados pelo rebolo.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1
4	Queimaduras causadas pelo contato da peça e da ferramenta de corte.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

4.3.3 Furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04

Para a definição dos perigos das furadeiras de bancada e de coluna, considerou-se os que são abordados nos manuais técnicos da Ferrari (2023a) e da TANDER (2023). Esse último manual é de outra furadeira, de modelo TFF50, que foi utilizada como referência para descrever os perigos da furadeira de coluna instalada no laboratório, uma vez que, o manual do seu fabricante não está disponível no instituto nem houve retorno por parte do fabricante.

Os manuais ainda abordam sobre a possibilidade de acidentes do trabalho causados pela exposição a ruídos, choques elétricos e do processamento de materiais inflamáveis, porém, como tratado anteriormente, esses elementos estão fora do escopo do trabalho. Os registros fotográficos das furadeiras estão presentes nas figuras 14 e 15 do Apêndice C, e a seguir é apresentada a tabela com todos os perigos levantados dessas máquinas.

Tabela 13 – Perigos e riscos das Furadeiras.

Perigo avaliado	Riscos
Elementos rotativos	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.
Partes móveis	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis da furadeira. Ademais, pode ocorrer o esmagamento de membros no sistema de polias e correias da furadeira.
Corte de peças	A broca é um elemento abrasivo e pode causar cortes ao usuário.

Fonte: Autor (2023).

Na figura 16, presente no Apêndice C, é demonstrado o sistema de correias e polias utilizado na furadeira FU01. É evidente que esse sistema apresenta riscos potenciais, pois há a possibilidade de membros humanos serem inadvertidamente comprimidos e de roupas ficarem presas nas partes móveis, o que, por sua vez, pode resultar em lesões. Portanto, é fundamental estar ciente dessas situações de perigo ao operar esse tipo de máquina.

Como as máquinas FU01, FU02 e FU03 são do mesmo modelo, as suas estimativas e categorizações de riscos sucederam-se juntas. Inicialmente, de acordo com os resultados do *checklist*, nessas furadeiras não existem medidas de proteção das zonas de perigo, ainda mais que não ocorrem capacitações de NR 12 para a utilização desse tipo de máquina. Logo, todos os riscos analisados tiveram o PO com o valor 8, indicando a probabilidade da ocorrência de acidentes de trabalho.

No caso do GPL, o risco de arremesso de elementos teve o valor de 10, uma vez que, pode causar perda parcial da visão, e o risco associado ao contato com a ferramenta de trabalho teve o valor de 0.5, haja vista que, a broca pode causar cortes no usuário durante o funcionamento das máquinas. Em relação à possibilidade das roupas do usuário ficarem presas nas partes móveis das furadeiras e o esmagamentos de membros, o GPL mais indicado para ambos os riscos é de 2, pois podem ocorrer fraturas graves de ossos. Enfim, pelo fato dos riscos 1,2 e 3, da tabela 14, terem maior severidade de dano, apenas esses foram categorizados como S2. Na tabela a seguir é possível visualizar a estimativa e categorização dos riscos das furadeiras FU01, FU02 e FU03.

Tabela 14 – Estimativa e categorização dos riscos da FU01, FU02 e FU03.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	2	8	192 Muito alto	S2 P1 F1	2
3	Esmagamento de membros no sistema de correias e polias.	8	1.5	2	8	192 Muito Alto	S2 P1 F1	2
4	Cortes causados pela broca.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

A máquina FU04 é similar e apresenta as mesmas falhas na proteção das zonas de perigo das outras furadeiras como observado no *checklist*. Nesse contexto, definiu-se que serão aplicados nesse objeto de estudo, igualmente, os parâmetros do método HRN e da categorização de riscos das máquinas FU01, FU02 e FU03. A seguir é possível observar na tabela abaixo a estimativa e categorização dos riscos da furadeira FU04.

Tabela 15 – Estimativa e categorização dos riscos da FU04.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	2	8	192 Muito alto	S2 P1 F1	2
3	Esmagamento de membros no sistema de correias e polias.	8	1.5	2	8	192 Muito Alto	S2 P1 F1	2
4	Cortes causados pela broca.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

4.3.4 Tornos convencionais TO01, TO02 e TO03

Para levantar os perigos associados aos tornos do laboratório, o manual da Nardini (2023), do TO02 e TO03, apresenta quais são os agentes causadores de acidentes de trabalho. Por se tratar do mesmo tipo de máquina, um torno convencional, esse mesmo documento, também, foi aplicado para a máquina TO01, uma vez que, o seu manual técnico não está disponível no instituto nem houve retorno do seu fabricante. E as figuras 17, 18 e 19, do Apêndice C, apresentam os registros fotográficos desses tornos.

Outrossim, o manual da Nardini (2023) alerta sobre a exposição a descargas com alta voltagem, mas não será analisado, haja vista que, não envolve um perigo de origem mecânica. Em resumo, a seguir é possível visualizar a tabela contendo os perigos analisados.

Tabela 16 – Perigos e riscos dos Tornos.

Perigo avaliado	Riscos
Elementos rotativos	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.
Partes móveis	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis do torno. Ademais, pode ocorrer o esmagamento de membros no contra-ponto e no recâmbio do torno.
Corte de peças	A ferramenta de corte é um elemento abrasivo e que pode causar cortes ao usuário.

Fonte: Autor (2023).

O contraponto e o recâmbio do torno estão exemplificados nas figuras 20 e 21 do Apêndice C, respectivamente. Utilizou-se o torno TO02 como modelo ilustrativo. É evidente que, por serem elementos móveis, esses componentes podem representar um risco de esmagamento para os usuários. Portanto, é fundamental examiná-los como possíveis fontes de acidentes.

Na estimativa dos riscos pelo método HRN e na categorização deles através da NBR 14153, os tornos TO02 e TO01 foram analisados juntos, pois são do mesmo modelo. Nesse contexto, em relação ao parâmetro FE do HRN, todos os riscos apresentados na tabela 16 tiveram o valor de 0.033, pois possuem proteções dessas zonas riscos, com a exceção do risco de esmagamento no recâmbio e contra-ponto do torno. Desse modo, estes últimos tiveram o valor de 8, sendo que mesmo existindo a proteção fixa do recâmbio com fecho de travamento, a chave de acesso do fecho está disponível para qualquer usuário, inutilizando a função de segurança dessa proteção.

O parâmetro GPL do método HRN foi definido como 10 no caso dos riscos gerados pelas partes móveis do torno, pois, segundo o manual da Nardini (2023) podem ocorrer graves acidentes, por exemplo, a amputação das mãos, especialmente, porque não ocorrem capacitações de NR 12 antes das práticas laboratoriais. E como a ferramenta de trabalho dos tornos pode causar cortes, considerou-se o GPL desse risco de 0.5. Já no risco do arremesso de cavacos, faíscas e da peça de trabalho, o valor desse parâmetro foi de 10, porque o usuário pode ter perda parcial da visão devido à projeção desses itens contra o mesmo. Apenas os riscos com GPL de 10 foram categorizados como S2, haja vista que, a severidade dos danos é alta. A seguir é possível observar a tabela com a estimativa e categorização dos riscos dos tornos TO02 e TO03.

Tabela 17 – Estimativa e categorização dos riscos dos tornos TO02 e TO03.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	0.033	1.5	10	8	3.96 Muito baixo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	0.033	1.5	10	8	3.96 Muito baixo	S2 P1 F1	2
3	Esmagamento de membros no contraponto.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
4	Esmagamento de membros no recâmbio.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
5	Cortes causados pela ferramenta de corte.	0.033	1.5	0.5	8	0.198 Aceitável	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

Para o torno TO01 foram considerados os mesmos parâmetros do método HRN e da categorização dos riscos das máquinas TO02 e TO03, sendo que as únicas exceções são a respeito do PO. Esse fator foi definido como 8 nos riscos 1, 2 e 5 da tabela 18. O torno em análise, diferentemente dos outros, não tem proteções dessas zonas de riscos anteriormente citadas e nem a sinalização dos perigos da tabela 16, por isso, deram-se essas últimas considerações.

Tabela 18 – Estimativa e categorização dos riscos do torno TO01.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2

Continuação da tabela 18

3	Esmagamento de membros no contraponto.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
4	Esmagamento de membros no recâmbio.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
5	Cortes causados pela ferramenta de corte.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

4.3.5 Serra Fita SF01

Para análise da serra fita, foram considerados os perigos citados no seu manual técnico, da Marond (2023). É importante destacar que o manual, do fabricante, apresenta outros perigos que não serão estudados, como ruídos e choques elétricos, uma vez que, não seguem o objetivo desta pesquisa. A seguir pode-se observar a lista de perigos da serra fita que serão estudados.

Tabela 19 – Perigos e riscos da Serra Fita.

Perigo avaliado	Riscos
Elementos rotativos	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.
Partes móveis	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis da serra. Ademais, pode ocorrer o esmagamento de membros no sistema de polias e correias da serra fita.
Corte de peças	A ferramenta de corte é um elemento abrasivo e que pode causar cortes ao usuário.

Fonte: Autor (2023).

Uma representação visual da serra fita é fornecida na figura 22, localizada no Apêndice C. Além disso, a configuração do sistema de correias e polias associado à serra fita, detalhada na tabela 19, pode ser observada na figura 23. Similar às furadeiras, é importante destacar que esses elementos móveis têm o potencial de causar sérios acidentes, como esmagamentos, aos usuários.

No caso da estimativa dos riscos pelo método HRN, todos tiveram o parâmetro PO de 8 com a exceção do risco do esmagamento de membros no sistema de polias que recebeu 0.033, haja vista que, na serra fita existe a instalação de uma proteção fixa nessa zona de perigo. E em relação ao GPL, como usuário pode sofrer cortes sérios na serra segundo

o manual da Marond (2023), este risco recebeu o valor de 10. A mesma consideração foi aplicada no caso das vestimentas ficarem presas nas partes móveis, pois, caso isso aconteça com a serra, o usuário poderá ser puxado em direção a ferramenta de corte. E como a serra pode gerar danos sérios ao usuário, esses dois riscos foram categorizados como S2.

O risco do arremesso de cavacos, faíscas e da peça de trabalho foi estimado no método HRN com o valor de 10, pois, o usuário pode ter perda parcial da visão. Ademais, o risco do esmagamento de membros no sistema de correias e polias foi quantificado como 2 pelo fato da probabilidade de ocorrência de fraturas graves de ossos. Neste caso, esses dois riscos, por serem de severidade mais elevada, foram categorizados como S2. A seguir é possível visualizar a estimativa e categorização dos riscos da serra fita.

Tabela 20 – Estimativa e categorização dos riscos da serra fita.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
3	Esmagamento de membros no sistema de correias e polias.	0.033	1.5	10	8	3.96 Muito Baixo	S2 P1 F1	2
4	Cortes causados pela serra.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2

Fonte: Autor (2023).

4.3.6 Fresadora Vertical FR01

Para a análise da fresadora FR01, consideraram-se os perigos indicados no seu manual técnico, da Astlmaq (2023). Este documento menciona outros riscos que não serão examinados, uma vez que estão além do âmbito da pesquisa. Tais riscos incluem componentes energizados, que têm uma origem não mecânica, e partículas de poeira, que estão relacionadas a doenças ocupacionais. Desse modo, a seguir é apresentado apenas os perigos em análise da fresadora e uma fotografia desta pode ser vista na figura 24 do Apêndice C.

Tabela 21 – Perigos e riscos da Fresadora.

Perigo avaliado	Riscos
Elementos rotativos	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.
Partes móveis	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis da fresadora.
Corte de peças	A ferramenta de corte é um elemento abrasivo e que pode causar cortes ao usuário.

Fonte: Autor (2023).

Na estimativa de riscos através do método HRN, o parâmetro PO foi definido como 8, haja vista que, não existem medidas de proteção das zonas de perigo definidos na tabela 21, fato este que já foi apontado no *checklist*. O parâmetro GPL foi considerado 10 no risco associado ao arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho, já que o usuário pode ter lesões oculares.

No que diz respeito aos outros dois riscos associados à fresadora, que surgem devido à exposição às partes móveis, o GPL foi avaliado em 2, uma vez que podem ocorrer fraturas ósseas graves. Este parâmetro foi estabelecido em 0.5 em relação ao risco associado à ferramenta de corte, levando em conta a natureza cortante desta ferramenta.

Conforme apresentado anteriormente, os riscos 1 e 2 possuíram maior gravidade de dano, por isso, categorizaram-se como S2. A seguir é possível observar a estimativa e categorização dos riscos da fresadora.

Tabela 22 – Estimativa e categorização dos riscos da fresadora FR01.

Nº	Risco	PO	FE	GPL	NP	Resultado HRN	S P F	Cat
1	Arremesso de cavaco, faíscas e da peça de trabalho.	8	1.5	10	8	960 Extremo	S2 P1 F1	2
2	Vestimentas do usuário podem ficar presas nas partes móveis.	8	1.5	2	8	192 Muito Alto	S2 P1 F1	2
3	Cortes causados pela ferramenta de corte.	8	1.5	0.5	8	48 Significante	S1 P1 F1	1

Fonte: Autor (2023).

4.4 Medidas de adequação à NR 12

4.4.1 Adequações gerais do laboratório

Em relação às recomendações gerais de adequação do laboratório a NR 12, é fundamental que a instituição promova sessões de integração com a ementa básica da NR 12 antes de realizar qualquer atividade prática no laboratório. Isso garantirá que os usuários compreendam os riscos associados à utilização de máquinas e equipamentos. E essa prática deve ser estabelecida como um requisito obrigatório no regulamento do laboratório. Para esse fim, a instituição poderia disponibilizar o curso on-line sobre NR 12 da organização Fundacentro, do Governo Federal. Além de ser gratuito, esse curso tem certificação e funciona como capacitação dos usuários a NR 12.

É importante ressaltar que, ao longo da execução deste projeto, a administração do campus reconheceu a importância de adequar o laboratório às diretrizes da NR 12, visando garantir a segurança dos usuários. Nesse contexto, a própria instituição tomou a iniciativa de revisar o regulamento do laboratório, incluindo um novo item que torna obrigatório o treinamento citado anteriormente .

Ainda neste regulamento, é necessário estabelecer que as máquinas listadas na tabela 8 só podem ser utilizadas por, no máximo, dois usuários simultaneamente. Por exemplo, um docente e um discente podem compartilhar o uso dessas máquinas, visando a redução do parâmetro NP do método HRN. Isso é fundamental, pois a equação 1 opera com a multiplicação de parâmetros, e ao diminuir um deles, impacta diretamente na redução do resultado, que, neste caso, é o próprio HRN. Consequentemente, essa medida pode contribuir para a diminuição do nível de risco.

Além disso, é fundamental que o regulamento do laboratório contenha disposições abordando o controle de riscos adicionais oriundos da manipulação de produtos químicos, como o fluido de corte, e da exposição a superfícies de alta temperatura, resultante dos procedimentos de usinagem (POMPERMAIER, 2022).

Incentiva-se, também, que a instituição adote a realização do briefing e do DDS (Diálogo Diário de Segurança) antes das aulas de laboratório. Essas práticas consistem em reuniões breves e diretas, nas quais são discutidas medidas de segurança, riscos específicos e ações necessárias para prevenir acidentes. Isso assegura que todos estejam informados sobre os potenciais perigos e riscos a segurança, desempenhando um papel fundamental na prevenção de acidentes (CARDOSO, 2022).

Recomenda-se a adoção de procedimentos operacionais padrões (POPs) para a utilização e manutenção das máquinas, alinhados com as normas de segurança mediante aos riscos apresentados. Por meio desses procedimentos, segundo Silva (2022), é possível abordar cada risco associado à execução da tarefa, visando otimizar a maneira mais segura

de realizá-la. Ademais, é fundamental que os POPs sejam desenvolvidos sob a supervisão de um profissional devidamente habilitado.

Antes de qualquer intervenção na máquina, é importante verificar as condições de segurança para evitar incidentes e acidentes de trabalho, além de ser uma exigência do item 12.14.2 da norma referida. Assim, foi proposto um *checklist* com os itens básicos de segurança da NR 12, justamente, para ser de rápida aplicação. O modelo desse *checklist* pode ser visto no Apêndice B.

No que se refere à manutenção, ela deve ser realizada regularmente, incluindo a devida documentação das fichas de controle, conforme prescrito nos itens 12.11.1 e 12.11.2 da NR 12. Essa prática garante a conformidade com as normas de segurança e a manutenção adequada dos equipamentos. Desse modo, aconselha-se elaborar um plano de manutenção preventiva baseado no modelo de Oliveira (2022), que inclui a ficha de controle de manutenção e os procedimentos operacionais. Nos Anexos A e B pode-se observar o plano e o procedimento de manutenção de um torno convencional que o autor citado desenvolveu.

Outro ponto a ser destacado é que, segundo as observações feitas no *checklist* aplicado, verificou-se que as máquinas do laboratório apresentam desajustes, demandando um esforço adicional para operar as alavancas de controle, dificultando a usabilidade. Sendo assim, é proposta uma revisão geral do maquinário, instalado no ambiente em estudo, com o intuito de identificar quaisquer problemas mecânicos e tomar as medidas necessárias para corrigi-los.

Quanto aos manuais técnicos das máquinas em análise, é essencial que eles estejam facilmente acessíveis aos utilizadores do laboratório, sendo disponibilizados tanto em formato físico quanto digital. Recomenda-se que a instituição priorize a distribuição dos manuais em formato digital, uma vez que isso simplifica consideravelmente o acesso dos utilizadores a esses documentos.

Por último, é imprescindível que os materiais empregados na produção das peças sejam devidamente armazenados no laboratório, de acordo com suas respectivas categorias de operação e utilização. Além disso, é essencial a organização da área interna dos armários, uma vez que as ferramentas atualmente se encontram dispostas de maneira aleatória. É preciso, também, que o regulamento do laboratório proíba o porte de ferramentas em bolsos ou em locais inadequados.

4.4.2 Adequações dos motos esmeris MOT01, MOT02 e MOT03

No caso das adequações dos motores esmeris MOT01 e MOT02, uma vez que, nenhum resultado do HRN ultrapassou o limite de 50, de acordo com Niclotti (2018), é necessário a implementação das medidas apresentadas na tabela 23. Este processo deve ser

concluído no prazo máximo de 4 meses, contando a partir da identificação das condições irregulares dos motores esmeris, visando reduzir os riscos. Ademais, como os motos esmeris citados tiveram a categoria 2 sendo a mais crítica, os sistemas de acionamento deverão estar padronizados nessa categoria conforme a NBR 14153.

Tabela 23 – Medidas de adequação dos motos esmeris MOT01 e MOT02.

Tópico da NR 12	Ação
Arranjo e instalações físicas - Item 12.2.2	Os cabos de energia deverão ser fixados para evitar prendê-los nas partes móveis dos motos esmeris, o que poderia causar um travamento repentino do reboło giratório.
Dispositivos de partida, parada e emergência - Itens 12.4.9, 12.4.9 e 12.5.1	O sistema de acionamento dos motos esmeris deverá ser substituído por um comando de partida e parada, juntamente com um botão de emergência, sendo que os diagramas elétricos desses comandos necessitam estar segundo as exigências da categoria 2 da NBR 14153.
Sinalizações - Itens 12.12.1 e 12.12.5	Deve-se instalar sinalizações de segurança nos motos esmeris acerca dos perigos citados na tabela 10. Além disso, é necessário fixar uma placa que apresente os limites e especificações técnicas de operação dessas máquinas. Essas informações referentes aos motos esmeris devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.

Fonte: Autor (2023).

No contexto do MOT03, o HRN apresenta o risco mais substancial dentro da faixa de 50 a 1000, logo, segundo Niclotti (2018), as medidas de adequação, da tabela 24, devem ser implementadas em no máximo 1 semana após a indicação das condições de irregularidade desse moto esmeril. Citado anteriormente, os motos esmeris obtiveram a categoria 2 através da NBR 14153, por isso, o comando de segurança dessa máquina também precisa ser projetado com os requisitos dessa categoria.

Tabela 24 – Medidas de adequação do moto esmeril MOT03.

Tópico da NR 12	Ação
Arranjo e instalações físicas - Item 12.2.2	O cabo de energia deverá ser fixado para evitar prendê-lo nas partes móveis do moto esmeril, o que poderia causar um travamento repentino do reboło giratório.

Continuação da tabela 24

Dispositivos de partida, parada e emergência - Itens 12.4.2, 12.4.9	O sistema de acionamento do moto esmeril deverá ser substituído por um comando de partida e parada, juntamente com um botão de emergência, sendo que os diagramas elétricos desses comandos necessitam estar segundo as exigências da categoria 2 da NBR 14153.
Sistemas de segurança - Item 12.5.1	É necessário instalar as proteções fixas do rebolo para reduzir a exposição do usuário as partes móveis do moto esmeril, buscando reduzir o risco 2 da tabela 12. Essas proteções devem atender aos requisitos de segurança consoante o item 12.12.11 da NR 12.
Sinalização - Item 12.12.1	Deve-se instalar sinalização de segurança no moto esmeril acerca dos perigos citados na tabela 10. Essas sinalizações devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.

Fonte: Autor (2023).

4.4.3 Adequações das furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04

De acordo com os resultados do método HRN, todas as furadeiras tiveram os riscos de número 1, 2 e 3, das tabelas 14 e 15, na faixa entre 50 e 1000. Nesse contexto, segundo Niclotti (2018) as ações listadas na tabela subsequente, devem ser executadas no período de uma semana. Dado que os riscos mencionados são classificados como categoria 2 conforme a NBR 14153, é imperativo que os sistemas de acionamento estejam alinhados com essa categoria de padronização.

Tabela 25 – Medidas de adequação das furadeiras FU01, FU02, FU03 e FU04.

Tópico da NR 12	Ação
Arranjo e instalações físicas - Item 12.2.2	As furadeiras FU01 e FU02 precisam ser distanciadas dos motores esmeris MOT01 e MOT02, haja vista que, estão significativamente próximas. Ademais, os cabos de energia da FU01 e FU02 deverão ser fixados para evitar prendê-los nas partes móveis dessas máquinas, o que poderia causar um travamento repentino da broca da corte.
Dispositivos de partida, parada e emergência - Itens 12.4.2 e 12.4.9	As furadeiras deverão possuir um botão de emergência conforme a categoria 2 de comandos elétricos da NBR 14153, e apenas as máquinas FU01, FU02 e FU03 necessitam da instalação de um comando de partida e parada.

Continuação da tabela 25

Sistemas de segurança - Itens 12.5.1, 12.5.4, 12.5.9	Deve-se instalar um fecho na tampa de proteção do sistema de correias e polias das furadeiras. A tampa da chave elétrica das máquinas deve ser guardada em local, permitindo a utilização delas com a devida autorização. As proteções móveis do mandril das máquinas necessitam de intertravamento de categoria 2 da NBR 14153. É necessário reconstituir o diagrama elétrico da FU04 com a participação de um profissional habilitado. Esse diagrama deve estar na língua portuguesa (Brasil).
Manuais - Item 12.3.1	Deve-se reconstituir o manual técnico da FU03, sendo que esse documento deverá estar disponível aos usuários, ser elaborado por um profissional devidamente habilitado e estar na língua portuguesa (Brasil).
Sinalizações - Itens 12.12.1 e 12.12.7	Deve-se instalar sinalizações nas furadeiras acerca dos perigos citados na tabela 13. Ademais, as placas de especificações técnicas dessas máquinas deverão ser atualizadas com os requisitos do item 12.12.7 da NR 12. Essas informações referente as furadeiras devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.

Fonte: Autor (2023).

4.4.4 Adequações dos tornos TO01, TO02 e TO03

Para a adequação dos tornos TO02 e TO03, é necessário implementar as medidas da tabela seguir em uma semana, uma vez que essas máquinas apresentam riscos significativos, com o valor do HRN situado entre 50 e 1000 (NICLOTTI, 2018).

Tabela 26 – Medidas de adequação dos tornos TO02 e TO03.

Tópico da NR 12	Ação
Sistemas de segurança - Itens 12.5.1, 12.5.4 e 12.5.8	As chaves de acesso ao recâmbio dos tornos devem ser recolhidas e liberadas apenas com a devida autorização.
Componentes pressurizados - Itens 12.7.3 e 12.7.4	As mangueiras do sistema de refrigeração precisam estar com a indicação da pressão máxima de trabalho. Ademais, deve-se implementar dispositivos contra sobrecarga ou queda de pressão no sistema de refrigeração.

Continuação da tabela 26

Sinalizações - Item 12.12.7	As placas de especificações técnicas dos tornos TO02 e TO03 deverão ser atualizadas com os requisitos do item 12.12.7 da NR 12. Essas placas devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.
--------------------------------	---

Fonte: Autor (2023).

O torno TO01 foi a única máquina a apresentar a maioria dos riscos classificados como extremos conforme a tabela 18. Por esses riscos terem o HRN variando entre 50 e 1000, as medidas de adequação devem ser tomadas no prazo de uma semana (NICLOTTI, 2018). Além disso, o comando de segurança dessa máquina deve seguir a categoria 2, da NBR 14153, pelo fato dela ser a mais crítica, contemplando as outras categorias analisadas. Portanto, esse torno deverá ser submetido as adequações da tabela abaixo.

Tabela 27 – Medidas de adequação do torno TO01.

Tópico da NR 12	Ação
Sistemas de segurança - Itens 12.5.1, 12.5.6, 12.5.8, 12.5.9, 12.5.10 e 12.5.17	Deve-se instalar proteções móveis com intertravamento no mandril e na zona de corte, sendo que o circuito de acionamento deve seguir a categoria 2 da NBR 14153. Adicionalmente, é necessário reconstituir o diagrama elétrico do torno com a participação de um profissional habilitado, e esse diagrama deve estar na língua portuguesa (Brasil).
Manuais - Item 12.13.1	Deve-se reconstituir o manual técnico do torno, sendo que esse documento deverá estar disponível aos usuários, ser elaborado por um profissional devidamente habilitado e estar na língua portuguesa (Brasil).
Componentes pressurizados - Itens 12.7.3 e 12.7.4	As mangueiras do sistema de refrigeração precisam estar com a indicação da pressão máxima de trabalho. Ademais, deve-se implementar dispositivos contra sobrecarga ou queda de pressão no sistema de refrigeração.
Sinalizações - Itens 12.12.1, 12.12.2, 12.12.4 e 12.12.7.1	É preciso fixar sinalizações no torno acerca dos perigos indicados na tabela 16. Também, deve-se adicionar um informativo nessa máquina com sua capacidade de carga de trabalho. Essas informações acerca do torno devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.

Fonte: Autor (2023).

4.4.5 Adequações da serra fita SF01

Para a adequação da serra fita devem ser realizadas as medidas da tabela 28. Essas medidas devem ser implementadas em uma semana em virtude dos riscos mais significativos terem o HRN entre 50 e 1000 (NICLOTTI, 2018). Além disso, os comandos de segurança devem ser projetados consoante os requisitos da categoria 2 da NBR 14153, visto que todos os riscos estão enquadrados nessa categoria.

Tabela 28 – Medidas de adequação da serra fita SF01.

Tópico da NR 12	Ação
Arranjo e instalações físicas - Item 12.2.7	É necessário adicionar travas de segurança aos rodízios da serra fita, evitando deslocamentos inconvenientes da mesma.
Sinalizações - Itens 12.12.3 e 12.12.7	As sinalizações dos perigos indicados na tabela 19 precisam ser instaladas na serra fita seguindo todas as exigências da seção 12.12 da NR 12. Além disso, a placa de especificações técnicas da serra fita deverá ser atualizada com os requisitos do item 12.12.7 da norma referida. Essas informações acerca da serra fita devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.
Sistemas de segurança - Itens 12.5.1, 12.5.9 e 12.5.10	Além do mais, deve ser instalada uma proteção móvel ao redor da serra fita com dispositivo de intertravamento, sendo que o diagrama elétrico deve estar segundo a categoria 2 da NBR 14153. E como a proteção móvel dificulta o deslocamento manual da serra para cortar uma peça, e buscando afastar o usuário da zona de perigo, deverá ser instalado um atuador na serra fita com comando bimanual com a mesma categoria de segurança.
Componentes pressurizados - Itens 12.7.2, 12.7.3 e 12.7.4	As mangueiras do sistema de refrigeração precisam estar com a indicação da pressão máxima de trabalho. Ademais, deve-se implementar dispositivos contra sobrecarga ou queda de pressão no sistema de refrigeração.
Manutenção - Item 12.11.5	A instituição de ensino deverá solicitar o reparo do problema de curto-circuito da máquina.

Fonte: Autor (2023).

4.4.6 Adequações da fresadora FR01

Com base na avaliação e classificação dos riscos apresentados na tabela 22, as modificações especificadas devem ser implementadas no prazo de uma semana. Essa exigência se justifica pelos resultados obtidos pela máquina, os quais indicam valores de HRN

superiores a 50 e inferiores a 1000, conforme mencionado por Niclotti (2018). Quanto à parte de comando, é crucial aderir à categoria 2 da NBR 14153, uma vez que todos os riscos mais significativos se enquadram nessa classificação.

Tabela 29 – Medidas de adequação da fresadora FR01.

Tópico da NR 12	Ação
Arranjo e instalações físicas - Item 12.2.2	A máquina inversora de solda <i>MIG/MAG</i> deve ser posicionada a uma distância mínima de 1,20 metros da fresadora, uma vez que essa área é destinada à circulação de pessoas. A determinação dessa distância foi baseada nas diretrizes estabelecidas pela NR 12 de 2016, sendo esta a única norma encontrada para orientar a decisão.
Sistemas de segurança - Itens 12.5.1, 12.5.6, 12.5.8, 12.5.9 e 12.5.10	Deve ser instalada uma proteção móvel com intertravamento na região da mesa da fresadora para evitar o acesso do usuário a zona de risco. O diagrama elétrico do sistema de intertravamento precisa ser de categoria 2 da NBR 14153. A morsa da fresadora precisa ser providenciada, pois sem a presença dela, dificulta a fixação correta da peça de trabalho, podendo causar o arremesso da mesma contra o usuário.
Componentes pressurizados - Itens 12.7.2, 12.7.3 e 12.7.4	As mangueiras do sistema de refrigeração precisam estar com a indicação da pressão máxima de trabalho. Ademais, deve-se implementar dispositivos contra sobrecarga ou queda de pressão no sistema de refrigeração.
Sinalizações - Itens 12.12.1 e 12.12.7	As sinalizações dos perigos indicados na tabela 21 precisam ser instaladas na fresadora seguindo todas as exigências da seção 12.12 da NR 12. Além disso, a placa de especificações técnicas da fresadora deverá ser atualizada com os requisitos do item 12.12.7 da norma referida. Por fim, todas essas informações acerca da serra fita devem estar na língua portuguesa (Brasil), e serem de fácil visualização por parte dos usuários.

Fonte: Autor (2023).

5 Conclusão

Em relação ao desenvolvimento do trabalho, os objetivos foram devidamente alcançados. As inconformidades presentes no laboratório de Processos de Fabricação foram identificadas de forma satisfatória, sendo possível propor as medidas de adequação de NR 12 baseando-se nos resultados da aplicação do *checklist* e da apreciação de riscos.

Inicialmente, na identificação das máquinas, foi possível selecionar dentre as que estão instaladas no laboratório, criteriosamente, apenas as que seguem as exigências da norma regulamentadora. As demais máquinas presentes no ambiente encontravam-se fora do escopo dessa norma específica. No entanto, é importante ressaltar que não se pode afirmar categoricamente que essas máquinas não representam riscos para os usuários.

No *checklist* verificou-se que o laboratório está irregular na maioria das exigências de NR 12, situação esta que não é aceitável para a segurança dos indivíduos, sobretudo, em um ambiente educacional. Nesse contexto, podem ocorrer momentos de utilização incorreta das máquinas e equipamentos, propiciando a ocorrência de acidentes. Uma das irregularidades mais críticas encontradas é a inexistência de treinamentos e capacitações de NR 12. Devido a isso, o valor do PO (probabilidade de ocorrência), do método HRN, foi mais elevado em virtude da falta de instrução técnica dos usuários. Outra inadequação observada foi em relação aos manuais técnicos, os quais, no contexto do laboratório em análise, não dispõem de versões impressas.

Ao estimar os riscos, foi observada uma variedade de classificações, abrangendo desde níveis considerados aceitáveis até extremos, conforme evidenciado pelos resultados do método HRN, sendo o TO01 a única máquina a apresentar a maioria dos riscos classificados como extremos. Constatou-se, também, que um significativo potencializador dos riscos no laboratório é a ausência de regras de limitação do número de usuários por máquina. Diante desse cenário, sugeriu-se a inclusão, no regulamento do laboratório, de uma determinação explícita do número máximo de usuários permitidos por equipamento.

Dentre as diversas adequações propostas, destacam-se medidas de caráter geral, visando aprimorar a segurança e o cumprimento das diretrizes estabelecidas. Uma dessas medidas envolve a obrigatoriedade de treinamentos prévios antes da realização das práticas laboratoriais, diálogos diários de segurança, a reconstituição de manuais técnicos e o uso de procedimentos operacionais. Além disso, foi desenvolvido um *checklist* de inspeção de segurança para ser utilizado antes de qualquer intervenção nas máquinas e equipamentos.

As adequações específicas das máquinas e equipamentos incluíram a instalação de proteções tanto fixas como móveis, a integração de dispositivos de partida, parada e de emergência, além da importância de providenciar sinalizações de segurança adequadas

para alertar sobre os perigos associados a cada máquina. É importante citar que as medidas que precisaram de comandos elétricos foram categorizadas por meio da NBR 14153 conforme a categoria do risco mais elevado.

Para trabalhos futuros, aconselha-se conduzir uma análise comparativa entre o método *Hazard Rating Number* e outros de avaliação de risco. O objetivo seria determinar a metodologia mais apropriada para ser implementada em um contexto educacional. Isso contribuiria para uma compreensão mais aprofundada e informada da gestão de riscos nesse ambiente específico. Além do mais, poderia ser proposta uma abordagem inovadora para a apreciação de riscos, bem como, complementar uma abordagem já existente mediante a incorporação de parâmetros adicionais.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 273 - Segurança de Máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção. 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 13854 - Segurança em máquinas - Folgas mínimas para evitar o esmagamento de partes do corpo humano. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 13857 - Segurança em máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores. 2003.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 12100 - Segurança de Máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de risco. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7195 - Cores para segurança. 2018.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13850 - Segurança de máquinas - Função de parada de emergência - Princípios para projeto. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 13857 - Segurança de Máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores e inferiores. 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14118 - Segurança de Máquinas - Prevenção de partida inesperada. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14153 - Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionados à segurança - Princípios gerais para projeto. 2022.
- ASTLAMAQ. Manual de Instruções - Fresadora horizontal - FH40. 2023.
- BISSACOTTI, J. B.; AUPT, L. S. Norma regulamentadora 12 em uma unidade de produção mineral. **Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas**, v. 22, n. 1, p. 37–53, 2021.
- BORGES, N. de F.; VILAÇA, I. P.; LAURINDO, Q. M. G. Acidentes do trabalho e cultura de segurança no setor da construção civil. **Exatas & Engenharias**, Institutos Superiores de Ensino do Censa, v. 11, n. 33, p. 19–33, 2021.
- BRAGA, F. B. Adequação de segurança NR12 em impressora de rótulos em latas de alumínio. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2021.
- BRASIL. Decreto nº 3.048, de 6 de maio de 1999. Aprova o Regulamento da Previdência Social, e dá outras providências. 1999.

- BRASIL. Fundacentro. **Fundacentro disponibiliza curso on-line sobre NR 12**. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/comunicacao/noticias/noticias/2020/12/fundacentro-disponibiliza-curso-on-line-sobre-nr-12>>.
- BRASIL. Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. 1991.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978-NR 12. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978-NR 17. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília .
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978-NR 9. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria nº 4.219, de 20 de dezembro de 2020. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- CARDOSO, A. C. **Aprendizagem de incidentes: identificação dos fatores facilitadores e dificultadores**. Tese (Doutorado), 2022.
- Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA). Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Resolução Nº 218, de 29 de junho DE 1973 . 1973.
- CORRÊA, R. G. L. et al. Adequação de uma central de impressão à norma regulamentadora 12. Universidade do Estado do Amazonas, 2021.
- FERRARI. Manual de instruções - Furadeira de Bancada Ferrari FGC-16. 2023.
- FERRARI. Manual de instruções - Moto Ferrari ME-6. 2023.
- FERRO, A. Estatísticas de acidentes de trabalho na indústria da construção. **SEGURANÇA E SAÚDE NA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO**, p. 14, 2019.
- FRITZ, B. C. C. Adequação da mandrilhadora à norma NR-12 em indústria automotiva. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2021.
- GARRETO, C. G. A. Avaliação de riscos em máquinas de metalmecânica. 2019.
- GATTERMANN, A. C. Panorama sobre acidente de trajeto: antes e depois da reforma trabalhista. 2021.
- GUTTMAN, M. Método HRN (Hazard Rating Number) a principal ferramenta para a avaliação de riscos em máquinas. 2017.
- HOFFMANN, H. **Análise de riscos para adequação de uma dobradeira à NR-12**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Horário docente 2023. Disponível em: <<https://portal.ifba.edu.br/jequie/ensino/calendarios-e-horarios-academicos/2023/horario-letivo-completo-2023-2-v3.5>>. Acesso em: 10 ago 2023.

- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA). Regulamento do uso dos laboratório de eletromecânica. 2015.
- LIMA, M. E. A.; OLIVEIRA, R. C. Precarização e acidentes de trabalho: os riscos da terceirização no setor elétrico. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, SciELO Brasil, v. 46, 2021.
- MACHADO, J. R. S. Mapa de risco: Identificação dos riscos da oficina mecânica da universidade federal da paraíba. Universidade Federal da Paraíba, 2019.
- MAGNUS, V. Adequação de máquinas com base na NR 12, um estudo de caso em uma metalúrgica. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2021.
- MARCOS, S. S.; LÚCIO, M. G. Qualidade no gerenciamento de empreendimentos: A importância das especificações técnicas e operacionais. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 12, p. 238–258, 2022.
- MAROND. Manual de instruções - Serra Fita MAROND MR-122. 2023.
- MELO, A. T.; NEIVA, C. da S.; SANTOS, D. J. dos. **Adequação de máquina Modeladora segundo NR 12**. [S.l.]: Anais do 3º Simpósio de TCC das faculdades FINOM e Tecsona, 2020.
- MENEGON, L. d. S.; MENEGON, F. A.; MAENO, M.; KUPEK, E. Incidência e tendência temporal de acidentes de trabalho na indústria têxtil e de confecção: análise de santa catarina, brasil, entre 2008 e 2017. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, SciELO Public Health, v. 24, p. e210005, 2021.
- MICHEL, R. Norma regulamentadora 12: aplicação em célula robotizada de paletização. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2020.
- NARDINI. Manual de instruções - Torno Paralelo Universal Nardini MS 205/175. 2023.
- NICLOTTI, R. L. **Implementação da NR-12 em uma prensa hidráulica de modelo Calende usando o método HRN**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2018.
- OLIVEIRA, G. G. Planos de manutenção das máquinas-ferramentas convencionais de usinagem do laboratório de tecnologia mecânica da uff. Universidade Federal Fluminense, 2022.
- OLIVEIRA, M. D. S. d. Análise do processo de conformidade das normas regulamentadoras em uma empresa de telecomunicações em manaus. Universidade Federal do Pará, 2021.
- OSS-EMER, L. M. Condições de segurança de um laboratório de ensino de usinagem e percepção dos alunos sobre segurança do trabalho. 2017.
- PEINADO, H. S. et al. Segurança e saúde do trabalho na indústria da construção civil. **São Carlos: Editora Scienza**, 2019.
- POMPERMAIER, E. J. Checagem do rendimento, durabilidade e desgaste da ferramenta na usinagem de aço 1020 na fresa CNC com utilização de fluídos de corte. 2022.

SAMPAIO, A. T.; LAVEZO, A. E.; COUTINHO, G. D. Segurança do trabalho e medidas de proteção na construção civil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 9983–9997, 2020.

SANTOS, E. C. P. d. Adequação a NR-12 de uma prensa desempenadeira: um estudo de caso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

SANTOS, N. G.; RODRIGUES, G. de A.; MACHADO, D. R. Desafios da implementação da norma regulamentadora NR12 na indústria. **ANAIS DA MOSTRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO CESUCA-ISSN 2317-5915**, n. 15, 2021.

SEIMETZ, M. R. Proposta de adequação de segurança na operação de uma máquina de alta frequência: comparativo entre segurança e produtividade. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2020.

SILVA, D. C. S. d. Adequação de máquinas e equipamentos antigos à NR 12 visando o baixo custo. 2019.

SILVA, E. B. d. **Relato de experiência: implementação e adequação dos Procedimentos Operacionais Padrão (POPs) da Carapitanga Indústria de Pescados do Brasil LTDA**. Dissertação (B.S. thesis) — Brasil, 2022.

SMARTLAB. **Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho**. 2023. Disponível em: <<https://smartlabbr.org/sst>>. Acesso em: 03 set. 2023.

SOUZA, E. Matriz de análise dos riscos e perigos em máquinas e equipamentos para aplicação no Brasil. 2018.

SOUZA, L. C. de; MELO, F. X. de. A importância do uso de EPI na prevenção de acidentes. **Diálogos Interdisciplinares**, v. 9, n. 1, p. 200–215, 2020.

TANDER. Manual do usuário e peças de reposição - Fresadora Ferramenteira TFF50. 2023.

VASCONCELOS, A. K. B.; SILVA, M. A. A. da; FURTADO, P. E. G. F.; SILVA, E. J. W. P. Os acidentes de trajeto na esfera do direito do trabalho. 2020.

WORKER. Manual de instruções - Moto Esmeril 6"1 HP 735 W. 2023.

Apêndices

APÊNDICE A – *Checklist* de NR 12 aplicado ao laboratório de Processos de Fabricação

C = conforme / N = não conforme				
Item da Norma	Descrição	C	N	Medidas de adequação
ARRANJOS E INSTALAÇÕES FÍSICAS				
12.2.1	Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e conforme as normas técnicas oficiais.	X		
12.2.1.2	As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas.		X	Inadequado devido às observações do item 12.2.2.
12.2.2	A distância mínima entre máquinas, conforme suas características e aplicações, deve resguardar a segurança dos trabalhadores durante sua operação, manutenção, ajuste, limpeza e inspeção, e permitir a movimentação dos segmentos corporais, em face da natureza da tarefa.		X	Deve-se afastar a inversora de solda MIG/MAG da fresadora FR01, e as furadeiras, FU01 e FU02 dos motos esmeris, MOT01 e MOT02. Ademais, os cabos de energia da bancada com os motos esmeris, MOT01 e MOT02, e as furadeiras, FU01 e FU02, devem ser fixados para evitar que esses elementos se prendam nas partes móveis dessas máquinas.
12.2.3	As áreas de circulação e armazenamento de materiais e os espaços em torno de máquinas devem ser projetados, dimensionados e mantidos de forma que os trabalhadores e os transportadores de materiais, mecanizados e manuais, movimentem-se com segurança.		X	Deve-se adequar os espaços citados nas observações do item 12.2.2. Ademais, os materiais deverão ser armazenados no laboratório, agrupando-os de acordo com o tipo de operação/uso.
12.2.4	O piso do local de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e das áreas de circulação devem ser resistentes às cargas a que estão sujeitos e não devem oferecer riscos de acidentes.	X		
12.2.5	As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.		X	Deve-se organizar os armários, pois as ferramentas estão dispostas aleatoriamente como citado no item 12.2.3.
12.2.6	As máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas quanto à sua estabilidade, de modo que não basculem e não se desloquem intempestivamente por vibrações, choques, forças externas previsíveis, forças dinâmicas internas ou qualquer outro motivo accidental.	X		
12.2.7	Nas máquinas móveis que possuem rodízios, pelo menos dois deles devem possuir travas.		X	Precisa-se adicionar travas em todas as máquinas transportáveis do laboratório, bem como, na serra fita FR01.
DISPOSITIVOS DE PARTIDA, ACIONAMENTO E PARADA				
12.4.1	Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo a evitar acidentes.	X		
12.4.2	Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas.		X	As furadeiras FU01, FU02 e FU03 estão irregulares. Todos os motos esmeris também se encontram na mesma situação. Desse modo, é preciso adicionar o comando de partida nessas máquinas.

12.4.9	As máquinas e equipamentos, cujo acionamento por pessoas não autorizadas possam oferecer risco à saúde ou integridade física de qualquer pessoa, devem possuir sistema que possibilite o bloqueio de seus dispositivos de acionamento.		X	Os motos esmeris são colocados em funcionamento por meio de uma chave seletora sem bloqueio, o que pode permitir facilmente o acionamento de pessoas não autorizadas, necessitando da instalação do dispositivo de travamento. Ademais, deve-se guardar em local segura a tampa da chave elétrica das furadeiras.
SISTEMAS DE SEGURANÇA				
12.5.1	As zonas de perigo das máquinas e equipamentos devem possuir sistemas de segurança, caracterizados por proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, que resguardem proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores.		X	Todas as máquinas precisam instalar sistemas de segurança adequados. Desse modo, será preciso implementar medidas de correção.
12.5.3	Os sistemas de segurança, se indicado pela apreciação de riscos, devem exigir rearme ("reset") manual.	X		
12.5.3.1	Depois que um comando de parada tiver sido iniciado pelo sistema de segurança, a condição de parada deve ser mantida até que existam condições seguras para o rearme.	X		
12.5.4	A proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição, pode ser removida ou aberta com o uso de ferramenta específica. Já a proteção móvel deve se associar a dispositivos de intertravamento.		X	As proteções fixas da correia das furadeiras deve possuir um sistema de fechamento. As chaves das proteções fixas do recâmbio dos tornos, TO02 e TO03, devem ser retiradas dos fechos e guardadas em local seguro. As proteções móveis do mandril das furadeiras necessitam de intertravamento.
12.5.6	A proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido mais de uma vez por turno de trabalho.		X	Como na usinagem deve-se ter acesso às ferramentas de corte e a peça de trabalho, esses perigos deverão ser protegidos através da instalação de proteções móveis na fresadora, serra fita e no torno TO01.
12.5.8	Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada, manter a proteção fechada e bloqueada até que tenha sido eliminado o risco de lesão devido às funções perigosas da máquina ou do equipamento, e garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.		X	Inadequado devido às observações do item 12.5.4 e 12.5.6.
12.5.9	As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, desde que ofereçam risco, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.		X	Será adicionar proteções adequadas das partes móveis dos motos esmeris, das furadeiras, da fresadora, do torno TO01 e da serra fita.
12.5.10	As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a segurança e a saúde dos trabalhadores.		X	Obriga-se adicionar uma placa de proteção contra arremesso de cavacos e da peça de trabalho na fresadora, no torno TO01, na serra fita e nas furadeiras. A fresadora precisa ter a morsa instalada, pois sem a mesma, torna-se difícil fixar a peça de trabalho corretamente, o que pode resultar no lançamento dela em direção ao usuário.
12.5.11	As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos requisitos de segurança.	X		
12.5.16	As proteções, dispositivos e sistemas de segurança são partes integrantes das máquinas e equipamentos e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim.	X		

12.5.17	Em função do risco, poderá ser exigido projeto, diagrama ou representação esquemática dos sistemas de segurança de máquinas, com respectivas especificações técnicas em língua portuguesa.		X	O torno TO01 e a furadeira de coluna FU04 não possuem diagramas elétricos disponíveis no laboratório, físico ou virtual, necessitando constituir um documento que apresente esses diagramas.
DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA				
12.6.1	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.		X	Será preciso adicionar o comando de parada de emergência em todos os motos esmeris e nas furadeiras FU01, FU02 e FU03. Entretanto, o laboratório possui um quadro geral com comando de parada.
12.6.1.2	Os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento	X		
12.6.2	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.	X		
12.6.3	Os dispositivos de parada de emergência exercem a função de emergência, sendo seguro e confiável, prevalecendo entre todos os comandos e causando parada imediata no processo.	X		
12.6.4	A função parada de emergência não deve prejudicar a eficiência de sistemas de segurança ou dispositivos com funções relacionadas com a segurança, prejudicar qualquer meio projetado para resgatar pessoas acidentadas e gerar risco adicional.	X		
12.6.5	O acionamento do dispositivo de parada de emergência deve também resultar na retenção do acionador, de tal forma que quando a ação no acionador for descontinuada, este se mantenha retido até que seja desacionado.	X		
12.6.6	O desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada.	X		
12.6.8	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.	X		
COMPONENTES PRESSURIZADOS				
12.7.1	Devem ser adotadas medidas adicionais de proteção das mangueiras, tubulações e demais componentes pressurizados sujeitos a eventuais impactos mecânicos e outros agentes agressivos, quando houver risco.	X		
12.7.2	As mangueiras, tubulações e demais componentes pressurizados devem ser localizados ou protegidos de tal forma que uma situação de ruptura destes componentes e vazamentos de fluidos, não possa ocasionar acidentes de trabalho.		X	O torno TO01, a fresadora e a serra fita não tem barreira de proteção caso haja ruptura brusca ou vazamento de fluidos de corte. Desse modo, é preciso instalar uma placa de proteção onde fica exposto as mangueiras.
12.7.3	As mangueiras utilizadas nos sistemas pressurizados devem possuir indicação da pressão máxima de trabalho admissível especificada pelo fabricante.		X	As mangueiras da serra fita, da fresadora e dos tornos deverão possuir um texto informativo sobre a pressão máxima de trabalho fixo nas máquinas.

12.7.4	Os sistemas pressurizados das máquinas devem possuir meios ou dispositivos destinados a garantir que a pressão máxima de trabalho admissível nos circuitos não possa ser excedida, e quedas de pressão progressivas ou bruscas e perdas de vácuo não possam gerar perigo.		X	É obrigatório implementar dispositivos contra sobrecarga ou queda de pressão no sistema de refrigeração dos tornos, da serra fita e da fresadora.
ASPECTOS ERGONÔMICOS				
17.3.2	Para trabalho manual sentado ou que tenha de ser feito em pé, as bancadas, mesas, escrivaninhas e os painéis devem proporcionar ao trabalhador condições de boa postura, visualização e operação.	X		
17.5.3	Em todos os locais de trabalho deve haver iluminação adequada, natural ou artificial, geral ou suplementar, apropriada à natureza da atividade.	X		
17.5.3.1	A iluminação geral deve ser uniformemente distribuída e difusa.	X		
12.9.2	Com relação aos aspectos ergonômicos, as máquinas e equipamentos nacionais ou importadas fabricadas a partir da vigência deste item devem ser projetadas e construídas de modo a atender às disposições das normas técnicas oficiais ou normas técnicas internacionais aplicáveis.	X		
RISCOS ADICIONAIS				
12.10.2	Devem ser adotadas medidas de controle dos riscos adicionais provenientes da emissão ou liberação de agentes químicos, físicos e biológicos pelas máquinas e equipamentos, com prioridade à sua eliminação, redução de sua emissão ou liberação e redução da exposição dos trabalhadores, conforme Norma Regulamentadora n.º 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais.		X	Está incompleto segundo item 9.3.5 da NR-9. No regulamento do laboratório consta apenas sobre medidas de proteção individual na utilização de substância químicas. Assim, é obrigação do instituto adotar as medidas complementares indicadas na NR-9.
12.10.4	Devem ser adotadas medidas de proteção contra queimaduras causadas pelo contato da pele com superfícies aquecidas de máquinas e equipamentos, tais como a redução da temperatura superficial, isolamento com materiais apropriados e barreiras, sempre que a temperatura da superfície for maior do que o limiar de queimaduras do material do qual é constituída, para um determinado período de contato.		X	Segundo o regulamento do laboratório, não existem medidas de proteção com essa finalidade, sendo necessário implementá-las nas máquinas e equipamentos.
MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO, PREPARAÇÃO, AJUSTES E REPAROS				
12.11.1	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.		X	Mesmo que seja indicado no regulamento do laboratório a ocorrência de manutenções, as máquinas e equipamentos não estão em condições ideais de uso. Os tornos e a fresadora estão desregulados, precisando aplicar mais força para acionar as alavancas de controle dessas máquinas. A serra fita apresenta a necessidade de reparos, haja vista que, está em curto-circuito. E as furadeiras e motos esmeris estão vibrando e emitindo ruídos significativamente, evidenciando manutenções irregulares ou a ausência delas. Ademais, não foram encontrados avisos de controle de manutenção nas máquinas.

12.11.2	As manutenções preventivas e corretivas devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, com os seguintes dados: cronograma de manutenção, intervenções realizadas, data da realização de cada intervenção, serviço realizado, peças reparadas ou substituídas, condições de segurança do equipamento, indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina e nome do responsável pela execução das intervenções.		X	Existem fichas na instituição das manutenções realizadas no laboratório, porém, esses documentos apresentam apenas a data da manutenção, a máquina e o tipo de serviço desenvolvido. Desse modo, é necessário adequar a ficha incorporando as outras informações indicadas no item 12.11.2 da norma referida, especialmente, a indicação das condições de segurança das máquinas e equipamentos.
12.11.2.1	O registro das manutenções deve ficar disponível aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção e reparos, bem como à Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA, ao Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho-SESMT e à Auditoria Fiscal do Trabalho.		X	Inadequado devido ao o item 12.11.2.
12.11.3	A manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador.	X		
12.11.5	Nas manutenções das máquinas, equipamentos, quando detectado qualquer defeito em peça ou componente que comprometa a segurança, deve ser providenciada sua reparação/substituição imediata por outra peça original/equivalente.		X	Mesmo que seja indicado no regulamento do laboratório sobre a obrigatoriedade da substituição de peças estragadas, a serra fita SF01 ainda está danificada, necessitando do seu reparo imediato.
SINALIZAÇÕES				
12.12.1	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.		X	Os motos esmeris, as furadeiras, a fresadora e o torno TO01 não apresentam todas as placas de sinalização necessárias para alertar sobre os perigos de utilização dessas máquinas.
12.12.2	A sinalização de segurança deve ficar destacada na máquina ou equipamento, ficar em localização claramente visível, e ser de fácil compreensão.		X	O torno TO01 não tem sinalizações bem destacadas na máquina, não ficando claramente visível. Desse modo, é preciso substituir por uma nova sinalização que fique mais visível.
12.12.3	Os símbolos, inscrições e sinais luminosos e sonoros devem seguir os padrões estabelecidos pelas normas técnicas oficiais ou pelas normas técnicas internacionais aplicáveis.		X	É obrigatório substituir a sinalização em papel da serra fita, que indica que a máquina está com defeito, por outra que é resistente e segue padrões técnicos de segurança.
12.12.4	As inscrições das máquinas e equipamentos devem ser escritas na língua portuguesa (Brasil); e ser legíveis.		X	No torno TO01 as sinalizações acerca dos perigos mecânicos estão escritas apenas em inglês, assim, deve-se substituir/adicionar essas sinalizações por outras no idioma português (Brasil).
12.12.4.1	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".	X		
12.12.5	As inscrições e símbolos devem ser utilizados nas máquinas e equipamentos para indicar as suas especificações e limitações técnicas fundamentais à segurança.		X	Os motos esmeris, MOT01 e MOT02, precisam de inscrições que abordem os pontos exigidos pelo item 12.12.1.

12.12.7	As máquinas e equipamentos fabricados a partir de 24 de dezembro de 2011 devem possuir em local visível as seguintes informações indelévels: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) informação sobre tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou identificação, e ano de fabricação; d) número de registro do fabricante/importador ou do profissional legalmente habilitado no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA) peso da máquina ou equipamento.		X	Deve-se atualizar as informações da fresadora e dos tornos, TO02 e TO03, serra fita e furadeiras conforme o item 12.12.7.
12.12.7.1	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.		X	Deve-se adicionar um informativo em um local visível do torno TO01 com a sua capacidade de trabalho.
MANUAIS				
12.13.1	As máquinas e equipamentos devem possuir manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, com informações relativas à segurança em todas as fases de utilização.		X	O torno TO01 e a furadeira de coluna FU03 precisam da reconstituição dos seus manuais técnicos, pois, esses documentos não foram encontrados nos repositórios dos seus fabricantes ou em outros locais virtuais, logo, será preciso elaborá-los com a supervisão de um profissional habilitado.
12.13.2	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.		X	Deve-se armazenar os manuais no laboratório de Processos de Fabricação ou disponibiliza-los virtualmente.
PROCEDIMENTOS DE TRABALHO E SEGURANÇA				
12.14.1	Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança para máquinas e equipamentos, específicos e padronizados, a partir da apreciação de riscos.		X	Não consta no regulamento do laboratório a existência das apreciações de riscos das máquinas e equipamentos. Para resolver isso, será preciso que a instituição elabore um processo de apreciação de riscos com a supervisão de um profissional habilitado.
12.14.1.1	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.	X		
12.14.2	Ao 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.		X	Recomenda-se aplicação de um <i>checklist</i> de inspeção de segurança com os itens básicos da NR 12 antes de qualquer tipo de intervenção em máquinas e equipamentos.
CAPACITAÇÃO				
12.16.1	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.		X	Não existem registros na instituição acerca de capacitação dos discentes. Para a correção, sugerisse a aplicação de um curso de curta duração com a ementa do anexo II, da NR 12, antes da realização das aulas práticas no laboratório de processos de fabricação. Ademais, esse curso pode ser obtido por meio de parcerias com organizações públicas ou privadas.

12.16.2	Os 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 desta NR, para a prevenção de acidentes e doenças.		X	Inadequado devido ao o item 12.16.1.
12.16.3	A capacitação deve ocorrer antes que o trabalhador assuma a sua função, ter carga horária mínima, definida pelo empregado, ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Anexo II desta NR, e ser ministrada por trabalhadores ou profissionais, ou qualificados para este fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado.		X	Inadequado devido ao o item 12.16.1.
OUTROS REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA				
12.17.1	As ferramentas e materiais utilizados nas intervenções em máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas.	X		
12.17.2	Os acessórios e ferramental utilizados pelas máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas.	X		
12.17.3	É proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais não apropriados a essa finalidade.		X	Deve-se incorporar essa proibição no regulamento do laboratório.

Fonte: Adaptado de Oss-Emer (2017).

APÊNDICE B – *Checklist* de inspeção de segurança

APÊNDICE C – Registro fotográfico do laboratório de Processos de Fabricação

Figura 9 – Área 1 do laboratório em estudo.



Fonte: Autor (2023).

Figura 10 – Área 2 do laboratório em estudo.



Fonte: Autor (2023).

Figura 11 – Moto Esmeril MOT01.



Fonte: Autor (2023).

Figura 12 – Moto Esmeril MOT02.



Fonte: Autor (2023).

Figura 13 – Moto Esmeril MOT03.



Fonte: Autor (2023).

Figura 14 – Furadeiras FU01 e FU02 respectivamente.



Fonte: Autor (2023).

Figura 15 – Furadeiras FU03 e FU04 respectivamente.



Fonte: Autor (2023).

Figura 16 – Sistema de polias e correias da FU01.



Fonte: Autor (2023).

Figura 17 – Torno TO01.



Fonte: Autor (2023).

Figura 18 – Torno TO02.



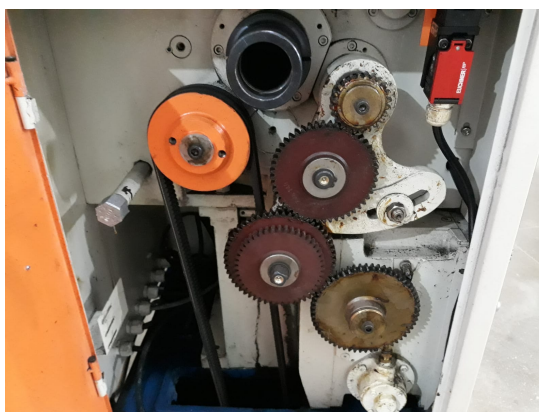
Fonte: Autor (2023).

Figura 19 – Torno TO03.



Fonte: Autor (2023).

Figura 20 – Recâmbio do TO02.



Fonte: Autor (2023).

Figura 21 – Contra-ponto do TO02.



Fonte: Autor (2023).

Figura 22 – Serra Fita SF01.



Fonte: Autor (2023).

Figura 23 – Sistema de correias e polias da serra fita.



Fonte: Autor (2023).

Figura 24 – Fresadora FR01.



Fonte: Autor (2023).

Anexos

ANEXO A – Plano de manutenção preventiva de um torno convencional

IDENTIFICAÇÃO / IDENTIFICATION

Equipamento:	Modelo:
Fabricante:	Número / Patrimônio:

Requisitos Preliminares

- A. INFORMAÇÕES PRELIMINARES:
- ANTES DE INICIAR AS ATIVIDADES, DEVEM SER VERIFICADAS AS MEDIDAS DE SEGURANÇA E O MATERIAL NECESSÁRIO PARA A REALIZAÇÃO DAS TAREFAS
- B. EPI'S NECESSÁRIOS:
- ÓCULOS DE PROTEÇÃO, CALÇADO DE DE SEGURANÇA E CALÇA FECHADA
- C. MATERIAIS AUXILIARES:
- PANO SEM FIAPOS, GRAXA, ÓLEO LUBRIFICANTE E ÓLEO REFRIGERANTE
- D. REFERÊNCIA:
- PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO - TORNO
- E. PERIODICIDADE
(D) - DIÁRIA (PÓS USO)
(S) - SEMANAL
(M) - MENSAL
(SM) - SEMESTRAL
(A) - ANUAL

LISTA DE TAREFAS	Periodicidade				
	D	S	M	SM	A
VERIFICAR MOTOR QUANTO A RUIDOS ANORMAIS	X				
VERIFICAR LUBRIFICAÇÃO DO MOTOR		X			
VERIFICAR TENSÃO DAS CORREIAS		X			
VERIFICAR PARTES DESLIZANTES QUANTO A LUBRIFICAÇÃO ADEQUADA		X			
LUBRIFICAR PONTOS DA MESA, CABEÇOTE MÓVEL E ENGRENAGENS DE RECÂMBIO		X			
VERIFICAR RESERVATÓRIOS DE ÓLEO E ADICIONAR ÓLEO SE NECESSÁRIO		X			
VERIFICAR NÍVEL DE ÓLEO REFRIGERANTE E COMPLETAR SE NECESSÁRIO		X			
LIMPAR O EQUIPAMENTO RETIRANDO TODOS OS CAVACOS	X				
LIMPAR O FILTRO DO TANQUE DE REFRIGERAÇÃO		X			
VERIFICAR SE HÁ CONTAMINAÇÃO DOS ÓLEOSHIDRÁULICOS LUBRIFICANTES E REFRIGERANTES E REALIZAR A TROCA CASO SE CONFIRME A CONTAMINAÇÃO			X		
VERIFICAR O NÍVEL DE FLUIDO DE FREIO, COMPLETAR SE NECESSÁRIO		X			
VERIFICAR AS CONDIÇÕES DE LIBRIFICAÇÃO DA PLACA DE 3 CASTANHAS		X			
TROCAR ÓLEO DA CAIXA DE ROSCAS					X
TROCAR ÓLEO DO AVENTAL				X	
TROCAR ÓLEO DO CABEÇOTE				X	
TROCAR GRAXA DO RECÂMBIO				X	
TROCAR GRAXA DO MANCAL DE FUSO				X	
VERIFICAR FOLGAS NA RÉGUA CONICA			X		
TROCAR AS CORREIAS				X	
REAJUSTAR FOLGA NO CARRO SUPERIOR E NAS GUIAS DE AVANÇO			X		

ANEXO B – Procedimento de manutenção de um torno convencional

PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO

TORNO



Histórico de Revisão:

0	10/01/2022	Criação do Procedimento de Manutenção	Gabriel Gripp		
REV	DATA	DESCRIÇÃO	Emitido por	Verificado por	Aprovado por



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	3
1.1. Objetivo	3
1.2. Área de Aplicação	3
2. REFERÊNCIAS	3
3. ABREVIACÕES E ACRÔNIMOS	3
4. RESPONSABILIDADES	4
5. LISTA DE TAREFAS A SEREM EXECUTADAS	4
5.1. Informações Preliminares	4
5.2. Sequência de Tarefas	5
6. MANUTENÇÃO EXECUTADA	8
6.1. CONTROLE DE ADEQUAÇÃO, USO E AÇÕES CORRETIVAS	8
6.2. PERIODICIDADE DE MANUTENÇÃO	8
APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO	9



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

1. INTRODUÇÃO

1.1. Objetivo

Definir e padronizar a realização da manutenção preventiva relativa aos tornos com objetivo de mantê-los constantemente operacionais, estender sua vida útil e garantir a segurança de todos os envolvidos nas operações. Neste documento estão presentes as tarefas que devem ser executadas para a manutenção do equipamento.

1.2. Área de Aplicação

Este procedimento é aplicável ao equipamento locado no Laboratório de Tecnologia Mecânica (LTM) do campus da UFF Niterói.

2. REFERÊNCIAS

Título do Documento	Autor	Ano
Elaboração de um Plano de Manutenção para Máquinas de Usinagem de Laboratório de Estudos da Fahor	Adriano Antonio Lottermann	2014
Plano de Manutenção para o Laboratório de Usinagem	Alice Tiemi Inamassu Nascimento	2017
Manual de Instruções Torno de Bancada MR-330	Manrod	Vigência atual
Manual de Instruções Torno de Bancada MR-334	Manrod	Vigência atual

3. ABREVIACÕES E ACRÔNIMOS

Para os fins deste documento, as seguintes abreviações são usadas:

Abreviação	Descrição
EPI	EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

4. RESPONSABILIDADES

O que?	Quem?
Executor responsável por realizar o procedimento de manutenção, atuando com as intervenções necessárias no equipamento.	Utilizador do equipamento / Técnico do LTM
Executor co-responsável por realizar o procedimento de manutenção, provendo as inibições necessárias e testes operacionais para realização da manutenção.	Técnico do LTM
Autoridade responsável por manter atualizadas as informações deste procedimento.	Professor responsável pelo LTM

5. LISTA DE TAREFAS A SEREM EXECUTADAS

5.1. Informações Preliminares

Antes de iniciar as atividades de manutenção devem ser verificadas as medidas de segurança e o material necessário para realização das tarefas.

5.1.1. Segurança

Antes de iniciar a execução da tarefa, fique atento às medidas de segurança a serem adotadas:

- Verifique se o local de execução do serviço possui algum tipo de limitação ou periculosidade (por exemplo, trabalho em espaço confinado e trabalho em altura).
- Para garantir a segurança da execução da tarefa, utilize os equipamentos de proteção individual (EPI's) necessários.

Óculos de proteção	Calçado de segurança	Calça fechada
		



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

5.1.2. Materiais Auxiliares

Esta seção tem por objetivo listar os itens básicos para realização da tarefa de manutenção do equipamento, ferramentas gerais não serão listadas aqui.

Item	Quantidade
Pano sem fiapos	1
Graxa	1
Óleo Lubrificante	1
Óleo Refrigerante	1

5.2. Sequência de Tarefas

Esta seção tem por objetivo listar os todas as etapas necessárias para realização da tarefa de manutenção do equipamento.



Antes do início das atividades o técnico responsável deverá garantir que haja desenergização completa da instalação sob manutenção.



5.2.1. Limpeza:

Verifique a condição de limpeza do torno e seus componentes. Limpar os cavacos após o uso. Importante tornar as partes sempre bem visíveis para uma inspeção satisfatória, avaliando possíveis trincas e outras anomalias.



5.2.2. Inspeção Visual:

Inspecione buscando por vazamentos, marcas, corrosões acentuadas, trincas, desgastes ou indícios de esforços anormais. Cheque as condições da carcaça, da base, das vedações e proteções, parafusos, ponta de eixo e pontos de lubrificação, assim como, outras partes que o integram.



5.2.3. Manutenção Preventiva:

O torno é uma máquina ferramenta universal, responsável por usinar peças de forma geométrica de revolução, eles podem tanto ser usados na confecção de pelas ou para dar acabamento em peça já fabricadas. Com ele diversas funções podem ser exercidas, como tornear, abrir rosca, facear e furação.



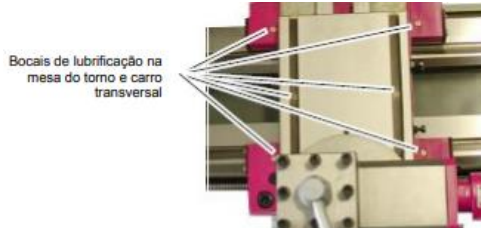
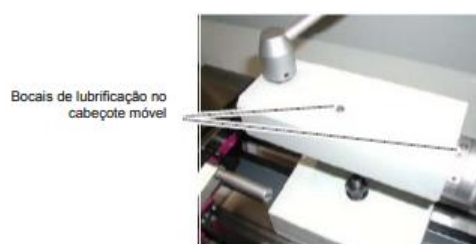
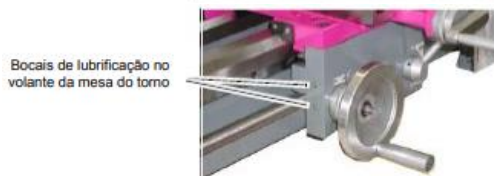
As imagens acima são exemplos dos tornos encontrados no LTM.

Para que a manutenção preventiva seja efetiva é necessário verificar o motor quanto a ruídos anormais assim como verificar a lubrificação do motor e a tensão das correias e, caso necessário, substituir o jogo de correias devido ao desgaste.

A verificação da correia deve ser da seguinte forma:

1. Abra a capa do trilho
2. Verifiquei a condição da correia e caso ela esteja rachada, desgastada ou frágil, substituir.

Outra etapa importante é a verificação da lubrificação nas partes deslizantes e lubrificar os pontos da mesa, cabeçote e engrenagens de recâmbio e, da mesma forma, observar os níveis de óleo tanto do reservatório quanto o refrigerante e completar caso seja necessário.



Verificar o nível do fluido de freio, quando aplicável, e fazer a limpeza do filtro do tanque de refrigeração. Verificar também se há contaminação nos óleos lubrificantes e refrigerantes assim como observar a lubrificação da placa de 3 castanhas.

Realizar a troca de óleo, quando aplicável, da caixa de roscas, avental, cabeçote, recâmbio e mancal de fuso e verificar folgas na régua cônica.

Para a troca de óleo siga os passos a seguir:

1. Solte o parafuso de vazão
2. Solte o parafuso do bocal de enchimento
3. Feche a vazão quando o óleo usado não tiver mais escorrendo
4. Complete com óleo Mobilgear 627 ou equivalente até a marca de referência no centro do visor de inspeção.

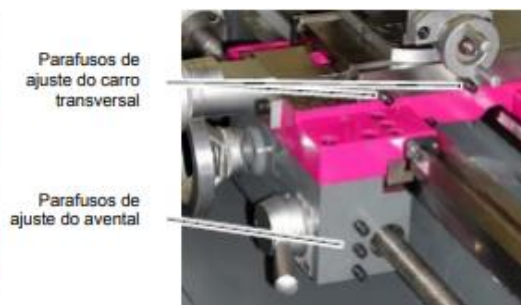


Reajustar folga excessiva no carro superior e nas guias de avanço ajustando a contrachaveta cônica da seguinte maneira

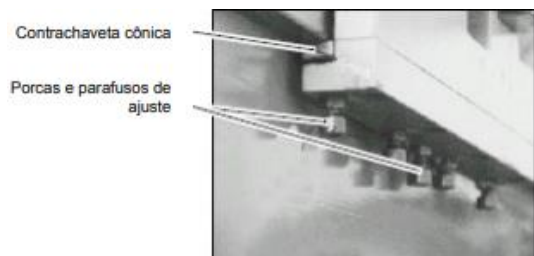
1. Soltar a contraporca
2. Girar ligeiramente o parafuso de ajuste no sentido horário e prender novamente a contraporca



Contrachaveta Cônica do Carro Superior



Contrachaveta Cônica do Avental



Trilho de Segurança da mesa do torno



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

6. Manutenção Executada

6.1. Controle de Adequação, Uso e Ações Corretivas

Uma vez executada, os responsáveis definidos no tópico 4 deverão prover o encaminhamento adicional necessário no sentido de corrigir as não conformidades e controlar as pendências identificadas.

6.2. Periodicidade de Manutenção

A periodicidade das atividades de manutenção preventiva dos tornos se dará baseada em estudos feitos e análises diretas explicitadas pelo técnico do LTM, sendo estas periodicidades distribuídas em Diária, Semanal, Mensal, Semestral e Anual e estarão dispostas, juntamente com a tarefa a ser realizada em seu respectivo formulário de manutenção.



PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO TORNO

REV 0

APÊNDICE A – PLANO DE MANUTENÇÃO

Equipamento	Fabricante	Modelo	Número / Patrimônio
Torno Eletro Mecânico	Sanches Blanes	A	7690
Torno Eletro Mecânico	Sanches Blanes	A	7689
Torno Eletro Mecânico	Sanches Blanes	A	7687
Torno Eletro Mecânico	Mitto	-	237075
Torno Eletro Mecânico	Veker	LVK 175	s/tomb
Torno Mecânico	Manrod	MR-334	16265
Torno Mecânico	Manrod	MR-334	16268
Torno Mecânico	Manrod	MR-334	s/tomb
Torno Mecânico	Manrod	MR-334	s/tomb
Torno Mecânico	Manrod	MR-330	s/tomb