

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS RAU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

**LUAN MAICON OSS-EMER**

**CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO  
DE USINAGEM E PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE SEGURANÇA  
DO TRABALHO**

**JARAGUÁ DO SUL, AGOSTO DE 2017**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA  
CATARINA - CAMPUS RAU  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM FABRICAÇÃO MECÂNICA**

**LUAN MAICON OSS-EMER**

**CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO  
DE USINAGEM E PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE SEGURANÇA  
DO TRABALHO**

Trabalho de Conclusão de  
Curso submetido ao  
Instituto Federal de  
Educação, Ciência e  
Tecnologia de Santa  
Catarina como parte dos  
requisitos para obtenção do  
título de Tecnólogo em  
Fabricação Mecânica.

Professora Orientadora:  
Laline Broetto, Dr.

**JARAGUÁ DO SUL, AGOSTO DE 2017**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, por meio do programa de geração automática do câmpus Rau, do IFSC

Oss-emer, Luan Maicon

CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO DE USINAGEM E PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE SEGURANÇA DO TRABALHO / Luan Maicon Oss-emer; orientação de Laline Broetto. Jaraguá do Sul, SC, 2017.

131 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – Instituto Federal de Santa Catarina, Câmpus Jaraguá do Sul – Rau. Tecnologia em Fabricação Mecânica. Inclui Referências.

1. NR-12. 2. Segurança do Trabalho. 3. Análise de Risco. 4. Laboratório de Usinagem. 5. Máquinas. I. Broetto, Laline. II. Instituto Federal de Santa Catarina. III. Título.

# CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO DE USINAGEM E PERCEPÇÃO DOS ALUNOS SOBRE SEGURANÇA DO TRABALHO

LUAN MAICON OSS-EMER

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do Título de Tecnólogo em Fabricação Mecânica e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso Superior de Tecnologia em Fabricação Mecânica do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Jaraguá do Sul, 01 de agosto de 2017.

Banca Examinadora:



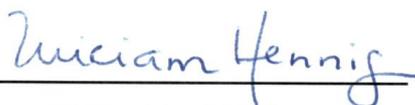
Laline Broetto, Dr.



Delcio Luis Demarchi, Me.



Carlos Roberto Alexandre, Esp.



Miriam Hennig, Me.

Dedico este trabalho a todos aqueles que, de alguma forma, estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais José e Maria pelo carinho, incentivo ao estudo, pelo apoio, por acreditarem no meu potencial e investirem na minha formação acadêmica e pessoal.

À minha namorada Schirlei pelo apoio, amor, confiança, carinho, dedicação, paciência, afeto e principalmente por me entender nas horas mais difíceis e por não me deixar desistir.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina pela oportunidade de fazer o curso.

À Professora Dr. Laline pela orientação, pelo conhecimento, pelas indicações e sugestões e por mostrar o caminho que possibilitou a conclusão deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

"O único lugar onde sucesso vem antes do trabalho é no dicionário."  
(Albert Einstein)

## RESUMO

A inclusão de máquinas e energias alternativas nas fábricas durante o período da Revolução Industrial impulsionou o progresso tecnológico, econômico e social, além disso, diminuiu o esforço do trabalhador e aumentou a qualidade e a produtividade. Entretanto, estas mudanças trouxeram um aumento nas doenças ocupacionais e acidentes nos locais de trabalho devido às péssimas condições e baixa higiene nos locais de trabalho, máquinas desprovidas de proteções e falta de orientações de segurança aos trabalhadores. Este trabalho teve como objetivo analisar as condições de segurança de um laboratório de usinagem de uma instituição de ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, e verificar qual é a percepção dos alunos usuários do laboratório de usinagem sobre o tema segurança no trabalho. Primeiramente aplicou-se um check list de avaliação global conforme a Norma Regulamentadora Nº 12, voltada para segurança do trabalho em Máquinas e Equipamentos, em seguida foi realizado uma apreciação do risco seguindo os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e por último foi realizado uma pesquisa de campo com os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Como resultados, o laboratório de usinagem da instituição de ensino apresentou percentual de conformidade de 55,32% em relação aos itens da NR-12; 100% das 27 máquinas e equipamentos analisados possuem perigos cujas medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de acidentes; e a pesquisa com os alunos constatou que os treinamentos e orientações de segurança para as atividades no laboratório de usinagem não são suficientes. Os riscos levantados foram discutidos, analisados e comentados, oferecendo recomendações e sugestões de melhorias da proteção e sinalização das máquinas e também no ambiente de ensino investigado.

Palavras-Chave: NR-12. Segurança do trabalho. Análise de risco. Laboratório de usinagem. Máquinas.

## **ABSTRACT**

The inclusion of machines and alternative energies in factories during the period of the Industrial Revolution boosted technological, economic and social progress, in addition, reduced worker effort and increased quality and productivity. However, these changes have led to an increase in occupational diseases and workplace accidents due to poor conditions and poor hygiene in the workplace, machinery lacking protection and lack of safety guidelines for workers. The objective of this work was to analyze the safety conditions of a machining laboratory of a teaching institution in Jaraguá do Sul, Santa Catarina, and to verify the perception of students using the machining laboratory on the topic of safety at work. Firstly, a global assessment checklist was applied according to Regulatory Norm Nº 12, focused on safety of work in Machinery and Equipment, then a risk assessment was carried out following the steps described in ABNT NBR 14009:1997 and lastly it was carried out A field survey with the students who use the laboratory of machining. As a result, the machining laboratory of the educational institution presented a percentage of compliance of 55.32% in relation to items in NR-12; 100% of the 27 machines and equipment analyzed have dangers whose control measures are not sufficient to eliminate the probability of occurrence of accidents; and the research with the students found that the training and safety guidelines for the activities in the laboratory of machining are not enough. The risks raised were discussed, analyzed and commented, offering recommendations and suggestions for improvements in the protection and signaling of the machines and also in the researched teaching environment.

**Keywords:** NR-12. Safety at work. Risk analysis. Machining laboratory. Machines.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Teoria do Dominó .....	22
Figura 2 - Registro de acidentes típicos .....	28
Figura 3 - Procedimento de apreciação de risco .....	33
Figura 4 - Seleção de categorias.....	35
Figura 5 - Layout do laboratório de usinagem .....	41
Figura 6 - Legenda do layout do laboratório de usinagem .....	42
Figura 7 - Torno convencional T-02 .....	73
Figura 8 - Proteção parcial do torno convencional T-02 .....	74
Figura 9 - Proposta de proteção para o torno convencional.....	75
Figura 10 - Carro principal e transversal do torno convencional T-02 .....	75
Figura 11 - Contra ponta do torno convencional T-02.....	76
Figura 12 - Eixo árvore do torno convencional T-02.....	77
Figura 13 - Proposta de proteção para o eixo árvore do torno convencional .....	77
Figura 14 - Painel traseiro e lateral do torno convencional T-02 .....	78
Figura 15 - Fresadora vertical Fv-04 .....	79
Figura 16 - Fresadora vertical Fv-06 .....	80
Figura 17 - Fresadora vertical Fv-07 .....	80
Figura 18 - Fresadora horizontal Fh .....	81
Figura 19 - Proteção parcial da fresadora vertical Fv-06.....	82
Figura 20 - Proposta de proteção para as fresadoras .....	82
Figura 21 - Painel lateral da fresadora vertical Fv-06.....	84
Figura 22 - Painel lateral da fresadora horizontal Fh.....	84
Figura 23 - Retificadora cilíndrica RC.....	85
Figura 24 - Retificadora plana RP .....	86

Figura 25 - Proposta de proteção para a retificadora cilíndrica .....	87
Figura 26 - Proposta de proteção para a retificadora plana .....	87
Figura 27 - Proteção do rebolo da retificadora cilíndrica RC .....	88
Figura 28 - Proteção do rebolo da retificadora plana RP .....	88
Figura 29 - Proteção do acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana RP.....	89
Figura 30 - Proposta de proteção para o acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana .....	89
Figura 31 - Painel lateral da retificadora cilíndrica RC .....	90
Figura 32 - Painel traseiro da retificadora plana RP .....	90
Figura 33 - Afiadora de ferramentas A.....	92
Figura 34 - Proteção do acoplamento do motor à morsa da afiadora de ferramentas A .....	93
Figura 35 - Proposta de proteção para o acoplamento do motor à morsa da afiadora de ferramentas .....	94
Figura 36 - Painel frontal da afiadora de ferramentas A .....	94
Figura 37 - Máquina de eletro erosão por penetração EP.....	96
Figura 38 - Eletrodo da máquina de eletro erosão por penetração EP .....	97
Figura 39 - Acesso à zona de risco da máquina de eletro erosão por penetração EP .....	97
Figura 40 - Proposta de proteção para a máquina de eletro erosão por penetração	98
Figura 41 - Painel de comando da máquina de eletro erosão por penetração EP ....	98
Figura 42 - Painel de alimentação da máquina de eletro erosão por penetração EP....	99
Figura 43 - Máquina de eletro erosão a fio EF .....	100
Figura 44 - Proteção parcial da máquina de eletro erosão a fio EF .....	101
Figura 45 - Tambor de alimentação do fio da máquina de eletro erosão a fio EF ...	102

Figura 46 - Proposta de proteção para o tambor da máquina de eletro erosão a fio .....	102
Figura 47 - Painel de comando da máquina de eletro erosão a fio EF.....	103
Figura 48 - Motoesmeril M-2 .....	105
Figura 49 - Proposta de proteção para o motoesmeril .....	106
Figura 50 - Gráfico dos alunos que trabalham ou já trabalharam na indústria metalúrgica. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.....	108
Figura 51 - Gráfico que indica se os alunos consideram o arranjo físico e as instalações do laboratório de usinagem seguro. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.....	109
Figura 52 - Gráfico que indica se os alunos consideram as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem seguros para se operar. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica .....	111
Figura 53 - Gráfico que indica se os alunos foram treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e das medidas de segurança para a execução das tarefas para realizar as tarefas nas aulas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica .....	112
Figura 54 - Gráfico que indica se os alunos consideram suficientes as orientações de segurança ministradas para a utilização do laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica .....	114
Figura 55 - Gráfico que indica se os alunos receberam os equipamentos de proteção para a execução das tarefas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica ..	115
Figura 56 - Gráfico que indica se é realizada uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas do laboratório de usinagem antes de cada aula. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.....	117

Figura 57 - Gráfico que indica se os alunos precisam realizar manutenção, reparos ou outras intervenções que não sejam operar as máquinas durante as aulas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.....	118
Figura 58 - Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto à importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica .....	120
Figura 59 - Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto à importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino. Pergunta realizada para os alunos do curso superior em fabricação mecânica .....	120
Figura 60 - Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto ao principal motivo de acontecer acidentes na indústria metalúrgica. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e do curso superior em fabricação mecânica que trabalham ou já trabalharam na indústria metalúrgica.....	122

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Normas Regulamentadoras .....	26
Quadro 2 - Classificação da empresa .....	32
Quadro 3 - Características da estimativa de risco.....	34
Quadro 4 - Resumo dos requisitos por categorias .....	36
Quadro 5 - Inventário de máquinas e equipamentos.....	43
Quadro 6 - Check list do laboratório de usinagem .....	45
Quadro 7 - Limites de Utilização e Treinamento.....	71
Quadro 8 - Análise do risco dos tornos convencionais T-01 a T-12.....	73
Quadro 9 - Análise do risco das fresadoras verticais Fv-01 a Fv-07 e horizontal Fh	81
Quadro 10 - Análise do risco das retificadoras .....	86
Quadro 11 - Análise do risco da afiadora de ferramentas A .....	92
Quadro 12 - Análise da máquina de eletro erosão por penetração EP .....	96
Quadro 13 - Análise da máquina de eletro erosão a fio EF .....	101
Quadro 14 - Análise do risco do motoesmeril M-1 e M-2 .....	105

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABPA – Associação Brasileira para a Prevenção de Acidentes

CAT – Comunicação de Acidentes de Trabalho

CLT – Código de Legislação Trabalhista

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NR – Norma Regulamentadora

OIT – Organização Internacional do Trabalho

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>18</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos</b> .....	<b>19</b>
1.1.1	Objetivo geral .....	19
1.1.2	Objetivo específico .....	19
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>História da segurança do trabalho</b> .....	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>Acidente de trabalho</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Acidente com máquinas industriais</b> .....	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>NR-12</b> .....	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
<b>3.1</b>	<b>Revisão bibliográfica</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>Análise das condições de segurança do laboratório de usinagem para adequação à NR-12</b> .....	<b>30</b>
3.2.1	Etapa 1 – inventário das máquinas e equipamentos .....	31
3.2.2	Etapa 2 – check list de avaliação global.....	31
3.2.3	Etapa 3 – Apreciação do risco das máquinas e equipamentos .....	32
3.2.3.1	<i>Determinação dos limites da máquina</i> .....	33
3.2.3.2	<i>Identificação do perigo</i> .....	33
3.2.3.3	<i>Estimativa do risco</i> .....	34
3.2.3.4	<i>Avaliação do risco</i> .....	37
3.2.4	Etapa 4 – plano de ação.....	37
<b>3.3</b>	<b>Percepção dos alunos sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório</b> .....	<b>37</b>

3.3.1	Elaborar questionário para verificar a percepção dos alunos do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório .....	38
3.3.2	Aplicar questionário aos alunos usuários do laboratório de usinagem .....	38
3.3.3	Compilar os dados dos questionários aplicados .....	38
3.3.4	Análise dos dados compilados .....	38
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Inventário das máquinas e equipamentos .....</b>	<b>40</b>
<b>4.2</b>	<b>Check list de avaliação global.....</b>	<b>44</b>
<b>4.3</b>	<b>Apreciação do risco das máquinas e equipamentos .....</b>	<b>70</b>
4.3.1	Determinação dos limites da máquina .....	70
4.3.1.1	<i>Capacidade .....</i>	<i>71</i>
4.3.1.2	<i>Utilização e Treinamento .....</i>	<i>71</i>
4.3.2	Análise das máquinas e equipamentos .....	72
4.3.2.1	<i>Torno convencional T-01 a T-12.....</i>	<i>73</i>
4.3.2.2	<i>Fresadoras verticais Fv-01 a Fv-07 e horizontal Fh .....</i>	<i>79</i>
4.3.2.3	<i>Retificadora cilíndrica RC e retificadora plana RP.....</i>	<i>85</i>
4.3.2.4	<i>Afiadora de ferramentas A.....</i>	<i>91</i>
4.3.2.5	<i>Máquina de eletro erosão por penetração EP .....</i>	<i>95</i>
4.3.2.6	<i>Máquina de eletro erosão a fio EF .....</i>	<i>100</i>
4.3.2.7	<i>Motoesmeril M-1 e M-2.....</i>	<i>104</i>
<b>4.4</b>	<b>Percepção dos alunos sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório.....</b>	<b>107</b>
4.4.1	Você trabalha ou já trabalhou na indústria metalúrgica? .....	107
4.4.2	Você considera o arranjo físico e as instalações do laboratório de usinagem seguro? .....	108

4.4.3 Você considera as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem seguros para se operar? .....	110
4.4.4 Para realizar as aulas de laboratório, os alunos foram treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e das medidas de segurança para a execução das tarefas? .....	111
4.4.5 Você acha suficiente a orientação de segurança ministrada para a utilização do laboratório de usinagem? .....	113
4.4.6 Os alunos receberam equipamento de proteção para a execução das tarefas no laboratório de usinagem? .....	114
4.4.7 No início de cada aula no laboratório de usinagem, é realizada uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas? .....	116
4.4.8 Durante as aulas de laboratório, é necessário realizar manutenção, reparos ou outras intervenções que não sejam operar as máquinas? .....	118
4.4.9 Em sua opinião, qual é a importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino? .....	119
4.4.10 Em sua opinião, qual é o principal motivo de acontecer acidentes na indústria metalúrgica? .....	121
<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>124</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>126</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Revolução Industrial marcou nossa história com a inclusão de máquinas e energias alternativas nas fábricas e muitos outros fatos que impulsionaram o progresso tecnológico, econômico e social. Porém, também trouxe consigo uma mudança intensa na condição de vida dos trabalhadores, que passaram a sofrer com a exploração de cargas horárias altas, salários baixos, ambientes de trabalho precários e inúmeras doenças ocupacionais que surgiram nesta época (HOBBSAWM, 2011). As doenças causadas pelas péssimas condições e baixa higiene nos locais de trabalho, aliadas a morte de trabalhadores e a inúmeras reivindicações da população, alavancaram as primeiras leis trabalhistas, que interessavam também aos empresários que tinham muitos gastos com os trabalhadores afastados ou mortos por doenças ou acidentes no local de trabalho (PEREIRA, 2001).

Para derrubar o título conferido ao Brasil de “Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho”, o governo brasileiro publica na década de 70 as Normas Regulamentadoras (NR) que trazem requisitos e procedimentos obrigatórios para as empresas privadas, públicas e órgãos do governo. E foi a partir da implantação destas Normas nas empresas que se observou um declínio no número de acidentes de trabalho no Brasil (WÜNSCH FILHO, 1999). No início do século 21 houve mais uma preocupação com um aumento de acidentes em máquinas e equipamentos, o que trouxe uma mudança na Norma Regulamentadora Nº 12, voltada para segurança do trabalho em Máquinas e Equipamentos, que teve atualização mais criteriosa no ano de 2010, obrigando as empresas a adotarem um prazo para a adequação de suas máquinas conforme os itens descritos na Norma (SOUZA, 2014).

Tendo em vista a problemática apresentada e entendendo que as instituições de ensino tem um papel fundamental na divulgação e sensibilização dos temas referentes a segurança laboral, este trabalho teve como objetivo geral analisar as condições de segurança de um laboratório de usinagem de uma instituição de ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, avaliando a conformidade com a Norma Regulamentadora 12 (Segurança no trabalho em máquinas e

equipamentos) e verificar qual é a percepção dos alunos usuários do laboratório de usinagem sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do mesmo.

## **1.1 Objetivos**

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar as condições de segurança de um laboratório de usinagem de uma instituição de ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, avaliando a conformidade com a Norma Regulamentadora 12 e verificar qual é a percepção dos alunos usuários do laboratório de usinagem sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do mesmo.

### 1.1.2 Objetivo específico

- Elaborar um inventário das máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem;
- Realizar um check-list do arranjo físico e das máquinas do laboratório conforme os itens descritos na NR-12;
- Levantar os riscos presentes no arranjo físico e nas máquinas e equipamentos do laboratório;
- Propor ações de modo a atender os itens previstos na NR-12 visando minimizar os riscos de acidentes no laboratório de usinagem;
- Elaborar um questionário e aplicar aos alunos usuários do laboratório de usinagem para verificar sua percepção sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do mesmo;
- Compilar e analisar os dados do questionário aplicado;

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 História da segurança do trabalho**

Entre os séculos XVIII e XIX a Revolução Industrial marcou a história com inúmeros fatos que mudaram as condições de trabalho das pessoas da época. Os produtos, antes fabricados artesanalmente, passaram a ser fabricados por máquinas e linhas de produção, o que proporcionou avanços no ramo econômico e social e retrocesso na qualidade de vida dos trabalhadores. A invenção da máquina a vapor, a utilização do aço, a utilização de combustíveis fósseis e da energia elétrica e a elaboração de produtos químicos, juntos a muitos outros fatores, foram essenciais para o desenvolvimento da sociedade da época. Porém, a exploração dos trabalhadores com salários baixos e carga horária alta, mão de obra infantil, tarefas repetitivas, ambiente de trabalho precário com baixa iluminação e ventilação insuficiente, máquinas sem proteções e com alto nível de ruído, equipamentos pesados, impactos ambientais severos, cobrança desacelerada das linhas produtivas, entre outros, marcaram negativamente este período (HOBBSAWM, 2011).

Com o aumento de doenças e epidemias associado à quantidade de trabalhadores acidentados e mortos, inúmeras rebeliões surgiram solicitando melhores condições de trabalho. Deste modo, tendo o governo se sensibilizado com as reivindicações dos trabalhadores, em 1802 é criada a Lei de Peel na Inglaterra, Lei de Saúde e Moral dos Aprendizes, que estabelecia algumas regras. Esta lei definiu o limite da jornada de trabalho em 12h, proibiu o trabalho noturno e solicitou que o trabalhador tenha um ambiente de trabalho limpo, seguro e com ventilação. Nos anos seguintes outros países também adotaram leis do mesmo gênero. Em 1919 o Tratado de Versalhes, tratado que acabou com a Primeira Guerra Mundial, trouxe consigo a criação da Organização Internacional do Trabalho (OIT) que conduz discussões com o objetivo de atender às necessidades da classe trabalhadora de modo a proteger a saúde e a integridade dos trabalhadores. A OIT está presente no Brasil desde 1950, lutando contra o abuso dos trabalhadores e a favor de um trabalho digno onde todos possam receber tratamento e oportunidades

igualitárias, independente de raça, gênero ou classe (SANTOS, 2011).

No Brasil, o ano de 1919, pode ser considerado um marco da segurança do trabalho, pois neste ano foi publicada a primeira lei do país que defende os direitos do trabalhador acidentado. Esta lei foi uma conquista marcante para a época, pois este período foi marcado por inúmeras mortes, relacionadas a grande quantidade de acidentes de trabalho e epidemias de doenças causadas pelas péssimas condições e baixa higiene dos locais de trabalho. Logo, os empresariados começam a enxergar a vantagem de prevenir a ocorrência de acidentes de trabalho, visto que com a lei passa a ser obrigatório o subsídio para os acidentados, além da perda de produtividade por falta de mão de obra. Foi então que surgiu a Associação Brasileira para a Prevenção de Acidentes (ABPA), por iniciativa do setor privado, e a partir de então a segurança do trabalhador começa a ser tratada com maior prioridade. Em 1943 é publicado o Código de Legislação Trabalhista – CLT pelo governo de Getúlio Vargas que, em meio à mudança da economia agrária para industrial, veio para determinar os direitos e deveres do patrão e do operário, desde a duração da jornada de trabalho e salários até as necessidades de segurança e medicina no trabalho (PEREIRA, 2001).

Durante o governo de Getúlio Vargas muitas multinacionais estavam se alojando no Brasil, devido à mão de obra barata e abundância de matéria prima. Os trabalhadores enfrentavam nesta época ambiente de trabalho com péssimas condições e com máquinas velozes e sem proteções, o que acarretou em um aumento espantoso nos números de acidentes e doenças provocadas pelo labor. Na década de 70 o Brasil era conhecido como “Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho”, tendo em um único ano desta década cerca de 1,9 milhões de acidentes de trabalho, o que representa aproximadamente 15% do número total de trabalhadores registrados no mesmo ano. Eis que é publicado em 1978 as Normas Regulamentadoras – NR, editadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Totalizando um número de 36 Normas, as NR tratam de vários assuntos referentes à saúde do trabalhador e quanto à regulamentação dos diversos tipos de ambientes de trabalho (GANDRA, 2004). Segundo Wunsch Filho (1999), do período de criação das NR em diante, houve um declínio quanto ao número de acidentes de trabalho. No ano de 1970 para cada mil trabalhadores aconteciam 167 acidentes, já no ano de 1980 este número caiu para 78 e no ano de 1994 este número chegou a 16

acidentes para cada mil trabalhadores.

## 2.2 Acidente de trabalho

O termo acidente de trabalho é definido pelo Art. 19 da Lei n.º 8.213 de 24 de julho de 1991, que dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências, como:

Acidente do trabalho é o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço de empresa ou de empregador doméstico ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho.

Já o risco de acidente é descrito por Raafat (1989) como a probabilidade de um acidente acontecer em um intervalo de tempo, tendo como consequência uma lesão. Sabendo que os acidentes são fatos previsíveis, devido aos riscos sempre estarem presentes, podemos evitá-los ou eliminá-los suprimindo um de seus fatores presentes no ambiente de trabalho (CIAMPI, 2013). Uma definição similar é trazida também por Heinrich na definição de sua teoria do dominó, onde pressupõe que a lesão será ocasionada após uma sucessão de fatores (Figura 1). Esta teoria defende a ideia de que um evento é submetido ao anterior, caso um destes eventos saia da corrente, a lesão pode ser evitada (GANDRA, 2004).

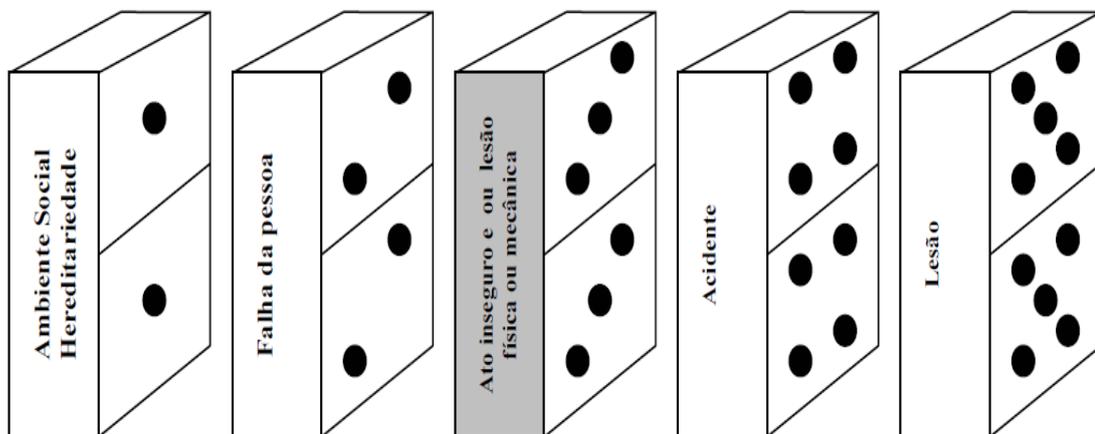


Figura 1 – Teoria do Dominó.

Fonte: Gandra (2004, p.39).

A terceira pedra do dominó trata-se dos atos inseguros e condições inseguras que, segundo Camargo e Souza (2008), são os dois agentes que geram um acidente. Os atos inseguros são especificamente causados pelo operário, podendo ser um procedimento realizado erroneamente, a falta de uso de equipamento de proteção especificado para a função ou até mesmo uma atitude instintiva realizada por cansaço físico, falta de concentração, pressão produtiva ou pelo caráter pessoal. Já as condições inseguras são fatores presentes no ambiente de trabalho que provocam um acidente, podendo ser exemplificado como um vazamento de óleo, um buraco no piso do prédio, um layout inadequado ao movimento do operador ou uma máquina isenta de proteções.

Visando ajudar na eliminação dos atos inseguros, o empregador deve assumir um papel importante ao admitir um empregado, fornecendo a este todo o amparo necessário para a sua saúde e segurança em sua nova função. O empregador deve capacitar o operário e fornecer equipamentos de proteção adequados de acordo com as exigências para o seu cargo na empresa. Além disso, exames admissional e periódico devem ser realizados para acompanhar a saúde do operário ao longo de sua vida profissional nesta empresa. Outro item importante é ter uma estrutura organizacional para a prevenção de acidentes dentro da empresa, visando dar condições adequadas ao operário melhorando seu ambiente de trabalho e eliminando os riscos de acidentes (PEREIRA, 2001).

Neste contexto a segurança do trabalho é definida por Campi (2013, p.16) como “um conjunto de medidas técnicas, administrativas, educacionais, médicas e psicológicas adotadas para proteger a integridade física do trabalhador, por meio da diminuição e/ou combate de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho”. Visto que estas medidas podem ter foco na eliminação das condições inseguras e/ou nas atitudes e comportamentos inseguros dos operários.

### **2.3 Acidente com máquinas industriais**

As máquinas tornaram-se fundamentais em todos os ramos de atividades devido ao seu maior desempenho produtivo e a redução do esforço físico do

operário. Porém, todo o avanço traz consigo suas consequências, desde a invenção das primeiras máquinas movidas pela força da água, o risco de acidente de trabalho está presente em seus mecanismos de funcionamento (CAMPI, 2013). Estes acidentes com a maquinaria nas indústrias, além de causar lesão nos operários ou levá-los à morte, trazem enormes prejuízos para a empresa, ocasionando paradas na produção, perda no atendimento dos prazos dos clientes, aumento de taxas da seguradora, gastos com contratação e/ou treinamento de substituto para o acidentado e a imagem da empresa perde credibilidade perante a sociedade (ZOCCHIO; PEDRO, 2002).

Segundo Mendes (2001), quando falamos de aquisição de máquinas devemos dar a devida atenção para dois itens em particular. Primeiramente as empresas ao adquirir um maquinário novo, devem ter a preocupação deste já estar adequado com as devidas proteções ao operário. E a empresa comerciante da máquina ou equipamento também deve ter consciência em já fornecer com as devidas adequações. Outra situação é a comercialização de maquinário usado, o que ocorre principalmente para empresas de menor porte devido ao preço do equipamento novo. Nestas condições a preocupação é ainda maior, pois, quanto mais velho o maquinário ou equipamento, mais difícil de ser adequado para garantir segurança aos usuários. Conforme Conto (2013), estas adequações de segurança nas máquinas devem garantir que as mesmas atendam suas especificações técnicas quanto à qualidade e produtividade, podendo haver também aprimoramentos no processo que garantam a segurança aos operários. Iida (2005) complementa que as partes das máquinas onde se deve ter foco para proteger são as partes móveis ou girantes, onde, na maioria das vezes, simples proteções que evitam o acesso das pessoas resolvem o problema. Mesmo que o risco da máquina não seja eliminado por completo, toda e qualquer proteção terá um resultado positivo para com a segurança.

Uma preocupação dos empresários atualmente são os custos para as adequações de segurança solicitadas em normas, porém, o impacto positivo de um ambiente de trabalho seguro pode gerar um lucro considerável para a empresa. Um acidente de trabalho deixa sequelas nos operários e atinge emocionalmente todos os presentes naquele ambiente de trabalho, diminuindo a confiança e afetando a união do grupo. Isso desencadeia vários outros fatores dentro de uma organização

(CONTO, 2013). Cardella (1999) enfatiza sobre a necessidade de satisfazer os operários para que os mesmos se engajem a missão da empresa. Uma maneira para que isso aconteça é envolvendo os mesmos nas adequações e modificações no seu ambiente de trabalho e nas máquinas e equipamentos utilizados por eles, para que tenha sua participação, envolvimento e aprovação. Esta atitude do empregador recebe a confiança do operário e traz ganhos a todas as funções vitais da organização: produtividade, desenvolvimento de pessoas, qualidade, preservação ambiental e segurança.

## **2.4 NR-12**

Com o intuito de sanar o aumento desenfreado do número de acidentes no Brasil, surge na década de 70 as Normas Regulamentadoras (NR). Neste período o Brasil havia herdado o título de “Campeão Mundial de Acidentes de Trabalho”, tendo em um único ano cerca de 1,9 milhões de acidentes típicos, cuja denominação é dada aos acidentes que acontecem durante a jornada de trabalho dentro da empresa. As NR foram aprovadas em junho de 1978 pela Portaria 3.214, sendo de obrigação legal das empresas e instituições registradas pela Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) (VERONA, 2014). Nos anos posteriores à criação das NR já pode se perceber um declínio quanto ao número de acidentes de trabalho registrados através da Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT), documento obrigatório para informar a Previdência Social da ocorrência de acidentes de trabalho nas empresas. No ano de 1970 para cada mil trabalhadores aconteciam 167 acidentes típicos, já no ano de 1980 este número caiu para 78 e no ano de 1994 este número chega em 16 acidentes típicos para cada mil trabalhadores (WÜNSCH FILHO, 1999).

O quadro 1 descreve todas as 36 NR e seus respectivos títulos.

Quadro 1 – Normas Regulamentadoras.

NR	TÍTULO
Nº 01	Disposições Gerais
Nº 02	Inspeção Prévia
Nº 03	Embargo ou Interdição
Nº 04	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
Nº 05	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes - CIPA
Nº 06	Equipamentos de Proteção Individual - EPI
Nº 07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO)
Nº 08	Edificações
Nº 09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais
Nº 10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade
Nº 11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais
Nº 12	Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos
Nº 13	Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações.
Nº 14	Fornos
Nº 15	Atividades e Operações Insalubres
Nº 16	Atividades e Operações Perigosas
Nº 17	Ergonomia
Nº 18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção
Nº 19	Explosivos
Nº 20	Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis
Nº 21	Trabalho a Céu Aberto
Nº 22	Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração
Nº 23	Proteção Contra Incêndios
Nº 24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho
Nº 25	Resíduos Industriais
Nº 26	Sinalização de Segurança
Nº 27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB (Revogada pela Portaria GM n.º 262, 29/05/2008)
Nº 28	Fiscalização e Penalidades
Nº 29	Segurança e Saúde no Trabalho Portuário
Nº 30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário
Nº 31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura
Nº 32	Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde
Nº 33	Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados
Nº 34	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval
Nº 35	Trabalho em Altura
Nº 36	Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados

Fonte: Brasil – MTE (2015).

A NR-12 faz parte das 36 Normas Regulamentadoras com desígnio voltado para segurança do trabalho em Máquinas e Equipamentos. Seu principal objetivo é trazer uma maior segurança para o operador, definindo padrões de medidas necessárias nas máquinas e equipamentos de uma empresa, de modo que, mesmo querendo, o operador não consiga se acidentar no manuseio das mesmas (SOUZA, 2014). O item 12.1 da NR-12 descreve que:

Esta Norma Regulamentadora e seus anexos definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para garantir a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos de todos os tipos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais Normas Regulamentadoras - NR aprovadas pela Portaria n.º 3.214, de 8 de junho de 1978, nas normas técnicas oficiais e, na ausência ou omissão destas, nas normas internacionais aplicáveis.

Com o passar do tempo, as máquinas foram ganhando novos conceitos e os itens descritos na NR-12 ficaram inadequados, deixando de atender o mercado. Esta norma teve algumas modificações, mas a mais marcante sucedeu pela Portaria da Secretaria de Inspeção do Trabalho (SIT) nº 197 de 17/12/2010, publicada em 24/12/2010. Nesta versão da norma foram incluídos mais itens e anexos para facilitar a interpretação dos usuários e foram estabelecidos prazos para a adequação das máquinas e equipamentos, para máquinas novas de 12 a 30 meses e para máquinas usadas de 4 a 30 meses (SOUZA, 2014).

Segundo Souza (2014), esta publicação mais criteriosa da NR-12 deu-se devido ao aumento dos acidentes nos últimos anos. Em 2001 foi um registro histórico, tendo o Brasil o menor índice de acidente de trabalho registrado, cerca de 283 mil acidentes. Isso significa uma redução de 85%, comparado à década de 70, onde houve um ano com 1,87 milhões de acidentes. E a curva de tendência até 2001 estava em queda, o que mudou daí por diante. De 2001 a 2008 houve um aumento de 56% no número de acidentes de trabalho (Figura 2), passando de 283 mil acidentes para 442 mil acidentes, o que gerou uma preocupação para o governo, o que desencadeou a revisão da NR-12 em 2010 (BRASIL - MTPS, 2014).

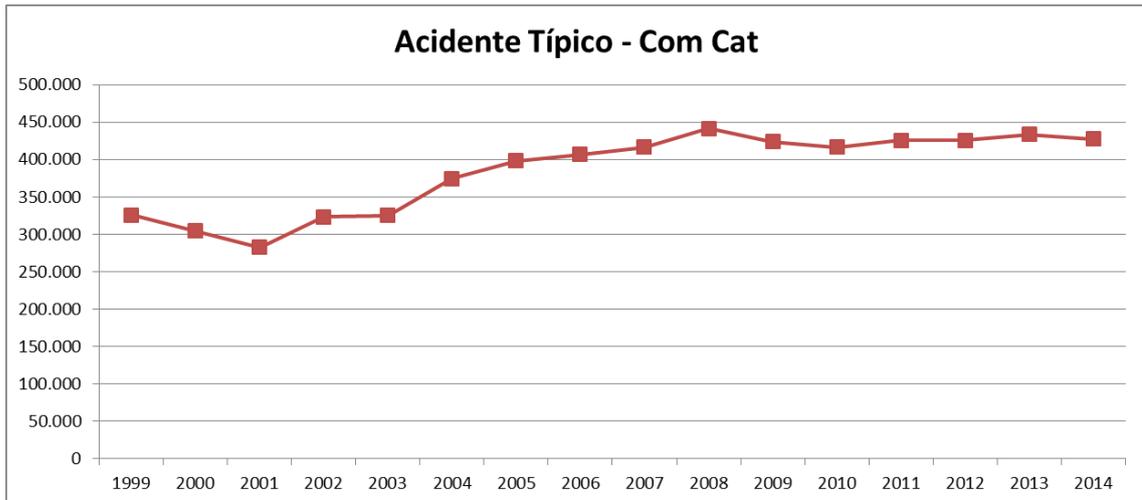


Figura 2 – Registro de acidentes típicos.

Fonte: Adaptado de Brasil - MTPS (2014, p.142).

Segundo Sherique (2014), nos dias atuais, cerca de 60% dos acidentes estão classificados como riscos mecânicos/acidentes e a porcentagem restante está dividida em 30% e 10% como riscos ergonômicos e ambientais, respectivamente. Segundo o mesmo autor, destes riscos classificados como mecânicos/acidentes, 40% são lesões nos dedos e nas mãos, o que reforça a implantação da NR-12 nas indústrias, pois este é o foco de atuação desta Norma Regulamentadora.

A reformulação de 2010 da NR-12 fez que muitas máquinas ficassem condenadas devido ao elevado valor para a sua adequação, forçando os empresários a estudar entre sua adequação ou em uma mudança tecnológica em seu processo produtivo. Este caminho gera um custo mais elevado, porém acarreta em ganhos de segurança para a empresa, além de melhorar sua produção e qualidade com máquinas novas, modernas e regularizadas, tornando o investimento compensatório. Há muitas publicações devido à dificuldade de atendimento dos prazos estabelecidos pela reformulação de 2010 da NR-12, sendo que muitas empresas ainda não adequaram suas máquinas e equipamentos (SIQUEIRA, 2014). Em 25 de junho de 2015, houve outra reformulação da norma, conforme Portaria nº 857 publicada em 26 de junho de 2015. Desta vez o governo solicita que as máquinas lançadas no mercado já estejam adequadas à norma e, além disso, o fabricante deve manter preços competitivos ao consumidor para que esta opção seja viável para as organizações (CORRÊA, 2011).

Siqueira (2014, p28) acrescenta que “a eliminação ou a redução da exposição aos fatores de risco e a melhoria dos ambientes de trabalho para promoção e proteção da saúde dos trabalhadores representa um imperativo ético, por vezes respaldado pelos instrumentos legais e viabilizado pela tecnologia disponível”. A cada ano que se passa a preocupação com o tema segurança do trabalho aumenta apesar de muitas empresas enxergarem este item apenas como maximização de lucro, outro via, mesmo que vagarosamente, o assunto está sendo atacado e regularizado.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Revisão bibliográfica**

A primeira etapa deste trabalho foi a pesquisa de referências bibliográficas que buscou conhecer sobre o tema segurança do trabalho e as normas regidas pelas leis que devem ser cumpridas pelas organizações. Nesta fase também pesquisou-se fatos históricos da segurança do trabalho e estatísticas referentes aos acidentes de trabalho. O objetivo da pesquisa foi obter informação sobre as etapas, motivos e métodos utilizados para discussão e implantação da NR-12 que visa garantir a segurança na utilização de máquinas e equipamentos em áreas industriais ou acadêmicas. Foram encontrados vários trabalhos acadêmicos, cada um destes seguindo uma metodologia diferenciada para a implantação da NR-12. Com este material em mãos começaram a surgir alguns questionamentos, como: o laboratório de usinagem da instituição está adequado aos itens descritos na NR-12? Os alunos são instruídos para os itens de segurança necessários para a utilização do laboratório?

Visualmente foi possível verificar que alguns itens descritos na norma não estavam sendo atendidos no laboratório de usinagem da Instituição de Ensino, porém fez-se necessário uma análise mais criteriosa que verificou qual era a real situação do laboratório. E quanto à capacitação dos alunos, foi necessário realizar uma pesquisa que apresentou o grau de conhecimento dos alunos ao tema segurança do trabalho.

### **3.2 Análise das condições de segurança do laboratório de usinagem para adequação à NR-12**

Para verificar as condições de segurança do laboratório de usinagem da Instituição de Ensino foi adaptada uma metodologia apresentada por Sherique (2014), que propõe algumas etapas para se obter uma análise completa de um local quanto aos itens solicitados na NR-12.

### 3.2.1 Etapa 1 – inventário das máquinas e equipamentos

Conforme o item 12.153 da NR-12, “O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização em planta baixa, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado.” Esta etapa é necessária para que se tenha uma ideia de abrangência das máquinas e equipamentos que serão avaliados nos passos a seguir e também do ambiente que será inspecionado. Para obter o inventário do laboratório de ensino foi elaborada uma tabela com os itens solicitados pela norma NR-12, junto a uma planta baixa para facilitar a localização e extensão da área analisada.

### 3.2.2 Etapa 2 – check list de avaliação global

Para verificar se os itens solicitados pela norma NR-12 estão sendo aplicados no laboratório de ensino, foi elaborado um check list adaptado de Santos Junior e Zangirolami (2015), verificando o cumprimento das exigências descritas nos tópicos da NR-12, sendo que foram inspecionados apenas os itens aplicáveis de acordo com as máquinas, equipamentos e ambiente de ensino. Para analisar a porcentagem de cumprimento da norma, com a classificação da área que está sendo analisada, foi utilizada a Equação 1 proposta por Sherique (2014).

$$PC = (QA \times 100) / QT \quad (1)$$

Onde PC é a porcentagem calculada, QA é a quantidade de itens atendidos e QT é a quantidade de itens total do check list (desconsiderando os itens não aplicáveis).

A classificação da área que está sendo analisada é avaliada pela porcentagem calculada (Quadro 2).

Quadro 2 – Classificação da empresa.

Porcentagem calculada	Classificação
0% - 25%	Insuficiente
26% - 50%	Regular
51% - 75%	Bom
76% - 100%	Muito Bom

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.22).

### 3.2.3 Etapa 3 – Apreciação do risco das máquinas e equipamentos

Conforme item 12.39 da NR-12, “os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos: a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes”. Para chegarmos à categoria de risco das máquinas e equipamentos do laboratório, conforme solicitado pela NR-12, primeiramente foi realizado uma apreciação do risco seguindo os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 (Figura 3). A apreciação do risco deve ser realizada após a efetivação do inventário, objetivando a ilustração dos riscos oferecidos pelas máquinas e equipamentos, sua categoria de segurança e as medidas de controle destes riscos, sejam elas medidas de controle existente ou propostas para implantação, visando reduzir os riscos (SOUZA, 2014).

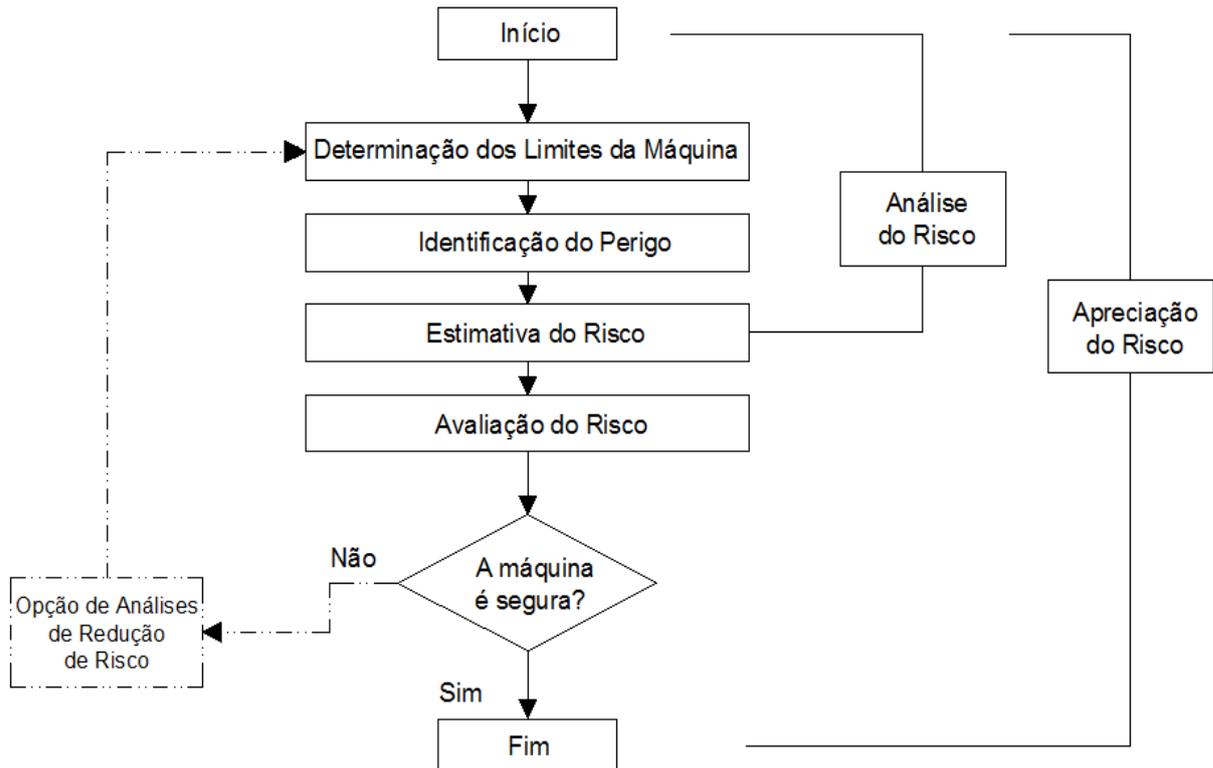


Figura 3 – Procedimento de apreciação de risco.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14009:1997.

### 3.2.3.1 Determinação dos limites da máquina

O primeiro passo para realizar a apreciação de risco solicitada na ABNT NBR 14009:1997 é identificar o limite das máquinas do laboratório de ensino. Para isso foi necessário realizar uma visita ao laboratório de ensino para verificar o ambiente onde as máquinas estão alocadas, os processos realizados nestas máquinas e a forma que estes processos são realizados. Nesta visita foi verificado também o limite quanto às habilidades físicas dos alunos, bem como a necessidade de experiência.

### 3.2.3.2 Identificação do perigo

Após identificar os limites das máquinas é necessário identificar os perigos fornecidos por esta, considerando todos os processos realizados nela e todas as suas partes acessadas pelos alunos. Estas situações e eventos perigosos

englobam desde o manuseio das peças sendo abastecidas nas máquinas até o ajuste dos parâmetros e manuseio da máquina. Para identificar estes perigos foi utilizado o anexo B da ABNT NBR 12100:2014, onde constam os diferenciados riscos por grupos de características parecidas.

### 3.2.3.3 Estimativa do risco

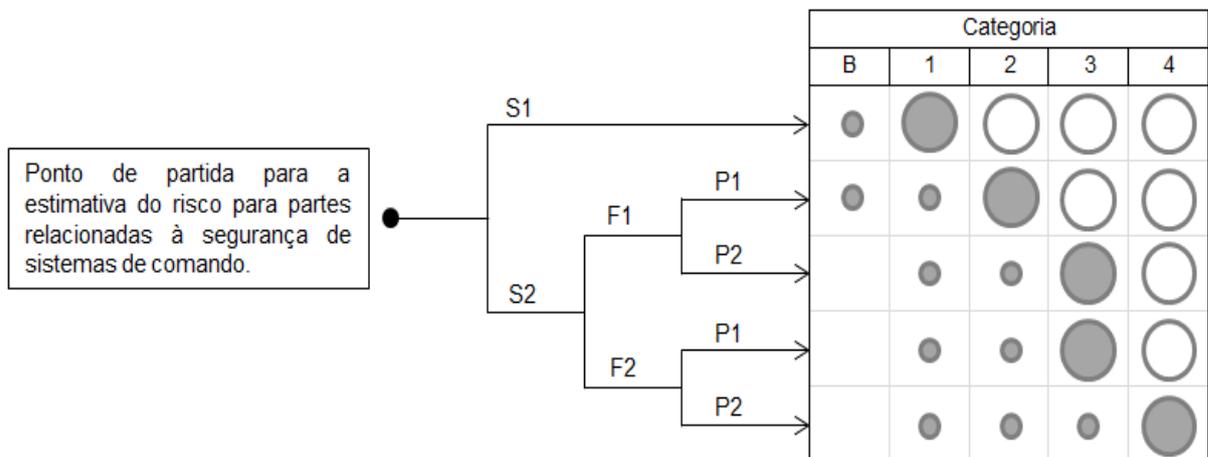
Com todos os perigos mapeados, a etapa seguinte foi estimar o risco proveniente de uma falha (Quadro 3). A classificação destas três características é de particularidade do profissional que está realizando a apreciação de risco, sendo que a ABNT NBR 14009:1997 recomenda os itens que devem ser levados em consideração para esta classificação.

Quadro 3 – Características da estimativa de risco.

Característica	Classificação e Justificativa	
Severidade do dano (S)	<p>S1</p> <p>Selecionado caso os perigos mapeados possam causar danos em máquinas ou equipamentos ou caso ocorra ferimentos leves se um aluno ou instrutor for atingido.</p>	<p>S2</p> <p>Selecionado caso os perigos mapeados possam causar danos ambientais ou caso ocorra ferimentos graves ou morte se um aluno ou instrutor for atingido.</p>
Probabilidade de ocorrência do dano (F)	<p>F1</p> <p>Selecionado caso o aluno ou o instrutor estejam expostos aos perigos mapeados durante período curto de tempo.</p>	<p>F2</p> <p>Selecionado caso o aluno ou o instrutor estejam expostos aos perigos mapeados durante período longo de tempo.</p>
Possibilidade de evitar ou limitar o dano (P)	<p>P1</p> <p>Selecionado caso os perigos mapeados possam ser facilmente identificados pelos alunos ou pelo instrutor durante o uso das máquinas ou equipamentos ou caso possa ser possível de evitá-lo por reflexos ou por agilidade.</p>	<p>P2</p> <p>Selecionado caso os perigos mapeados não possam ser facilmente identificados pelos alunos ou pelo instrutor durante o uso das máquinas ou equipamentos ou caso possa ser difícil ou impossível de evitá-lo por reflexos ou por agilidade.</p>

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14009:1997.

Depois de realizado a classificação destas características, a máquina recebeu uma categoria que determina como devem estar projetadas e instaladas as proteções e sistemas de segurança adotados na máquina ou equipamento, devendo atender o mínimo solicitado pela ABNT NBR 14153:2013 (Figura 4).



#### B, 1 a 4 Categorias para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando

- Categorias preferenciais para pontos de referência;
- Categorias possíveis que requerem medidas adicionais;
- Medidas que podem ser superdimensionadas para risco relevante.

Figura 4 – Seleção de categorias.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14153:2013.

As proteções e sistemas de segurança das máquinas e equipamentos devem estar projetadas e instaladas conforme ABNT NBR 14153:2013 (Quadro 4).

Quadro 4 – Resumo dos requisitos por categorias.

Categoria <sup>1</sup>	Resumo de requisitos	Comportamento do sistema <sup>2</sup>	Princípios para atingir a segurança
B	Partes de sistemas de comando, relacionadas à segurança e/ou equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetado, construído, selecionado, montado e combinado de acordo com as normas relevantes, de tal forma que resistam às influências esperadas.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança.	Principalmente caracterizado pela seleção de componentes.
1	Os requisitos de B se aplicam. Princípios comprovados e componentes de segurança bem testados devem ser utilizados.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança, porém a probabilidade de ocorrência é menor que para a categoria B.	
2	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança entre as verificações. A perda da função de segurança é detectada pela verificação.	Principalmente caracterizado pela estrutura.
3	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: - um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e - sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.	Quando um defeito isolado ocorre, a função de segurança é sempre cumprida. Alguns defeitos serão detectados. O acúmulo de defeitos não detectados pode levar à perda da função de segurança.	
4	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: - um defeito isolado não leve à perda da função de segurança, e - o defeito isolado seja detectado durante ou antes da próxima demanda da função de segurança. Se isso não for possível, o acúmulo de defeitos não pode levar à perda das funções de segurança.	Quando os defeitos ocorrem, a função de segurança é sempre cumprida. Os defeitos serão detectados a tempo de impedir a perda das funções de segurança.	
<p><sup>1</sup> As categorias não objetivam sua aplicação em uma sequência ou hierarquia definidas, como relação aos requisitos de segurança.</p> <p><sup>2</sup> A apreciação dos riscos indicará se a perda total ou parcial da(s) função(ões) de segurança, consequentemente de defeitos, é aceitável.</p>			

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14153:2013.

#### 3.2.3.4 Avaliação do risco

Após estimar os riscos e definir a categoria das máquinas e equipamentos, foi realizada uma avaliação dos riscos presentes nestes para determinar se será necessário realizar uma redução do risco ou se a máquina está segura, apresentando medidas de segurança que atendam a NR-12. Segundo Verona (2014), as máquinas já devem ser projetadas e construídas conforme a categoria prevista no projeto da mesma, atendendo os requisitos de saúde e segurança para a sua utilização. Durante esta avaliação foi decidido que a máquina ou equipamento pode ser considerado como segura, caso contrário foi necessário propor um plano de ação para que o risco seja reduzido.

#### 3.2.4 Etapa 4 – plano de ação

Para as máquinas e equipamentos que não foram considerados seguros de acordo com as exigências da norma NR-12, foi elaborado um plano de ação para minimizar os riscos. Segundo Santos Junior e Zangirolami (2015), a análise de risco, além de identificar os riscos, tem função de definir ações que tragam a maior segurança possível à máquina ou equipamento. Conforme item 12.130 da NR-12, “devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco”. No plano de ação deste trabalho foram propostos medidas de alteração na estrutura das máquinas, medidas de treinamento e medidas informativas, visando tornar mínimo o risco nestas.

### **3.3 Percepção dos alunos sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório**

Alguns itens descritos na NR-12 não foram possíveis de serem avaliados com a análise realizada na etapa anterior, sendo necessária uma pesquisa de campo realizada com os alunos que utilizam o laboratório de usinagem da Instituição

de Ensino.

### 3.3.1 Elaborar questionário para verificar a percepção dos alunos do Curso de Tecnologia em Fabricação Mecânica sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório

O questionário foi elaborado a partir dos itens de procedimentos de segurança e de capacitação descritos na NR-12. Também foram inclusas algumas questões para verificar qual é a percepção dos alunos quanto ao tema segurança do trabalho e quanto às condições de segurança do ambiente no laboratório de usinagem, algumas destas adaptadas do questionário desenvolvido por Miranda Junior (2009) em sua dissertação de mestrado.

### 3.3.2 Aplicar questionário aos alunos usuários do laboratório de usinagem

Para aplicar o questionário com as turmas que utilizam o laboratório de usinagem, foi negociado um horário com os professores destas turmas e aplicado durante o horário de aula. O questionário foi impresso e entregue aos alunos para responder as perguntas de múltipla escolha, depois de respondido, as folhas foram recolhidas dos alunos para que os dados fossem compilados.

### 3.3.3 Compilar os dados dos questionários aplicados

Após a aplicação do questionário os dados foram compilados em uma planilha de Excel, onde possibilitou o agrupamento das respostas para a elaboração de gráficos que facilitaram a análise das respostas.

### 3.3.4 Análise dos dados compilados

Para analisar os dados foram utilizados gráficos em formato pizza gerados pelo Excel, que separam os grupos de respostas semelhantes e transforma em porcentagem para apresentar no gráfico. Estes dados foram comparados aos questionários similares aplicados por outros autores em empresas e instituições de ensino tratando do tema segurança do trabalho.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Inventário das máquinas e equipamentos**

Para a elaboração do inventário, inicialmente foi elaborado um layout do laboratório de usinagem da instituição de ensino através de dados coletados em uma visita ao local (Figura 5). No inventário constam as principais máquinas e equipamentos existentes no laboratório, codificados por letras e números definidos pelo autor. Para um melhor entendimento do layout do laboratório de usinagem foi elaborada uma legenda com a descrição dos símbolos utilizados (Figura 6).

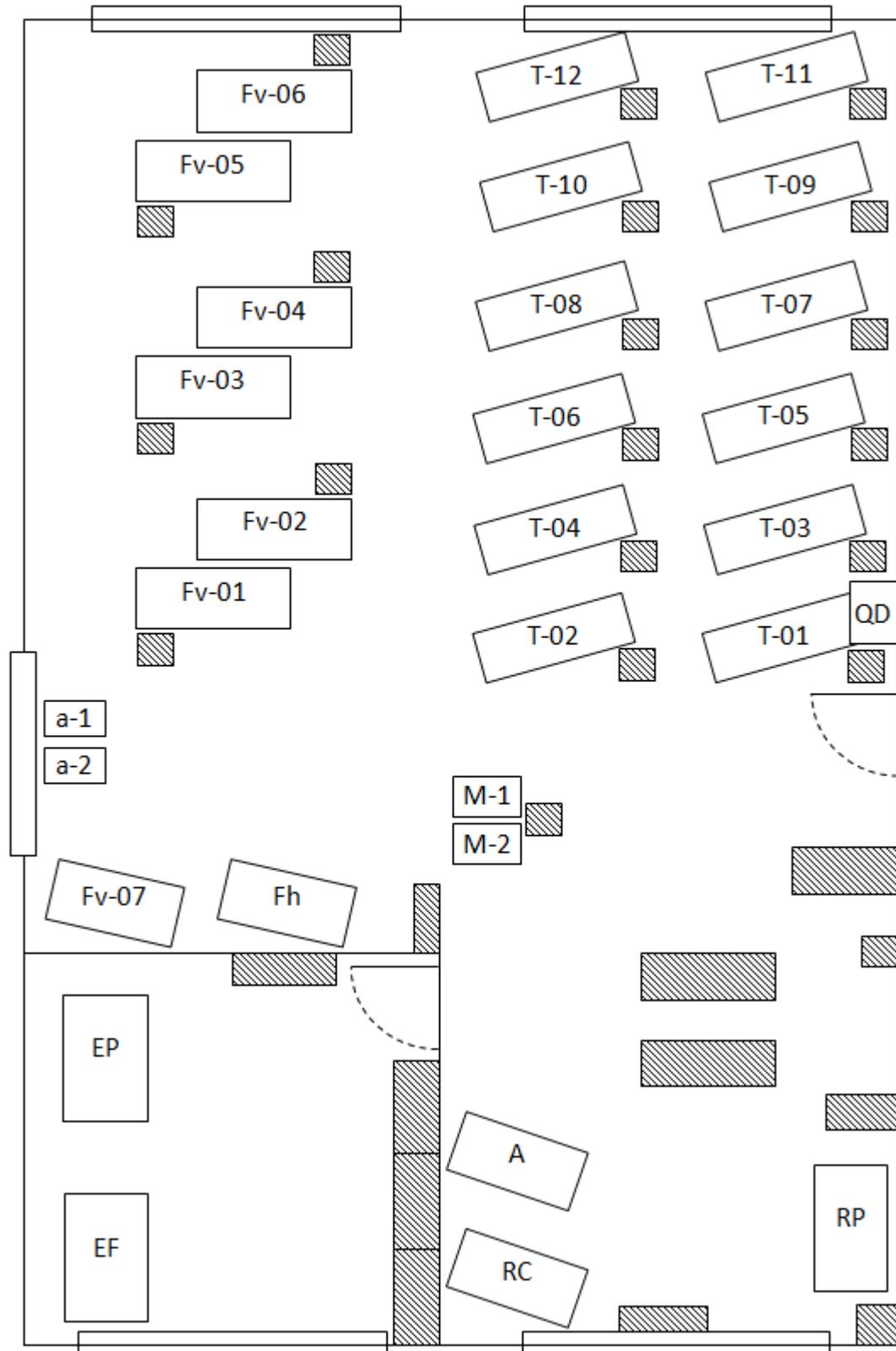


Figura 5 – Layout do laboratório de usinagem.

Fonte: O autor (2017).

	Bancadas, Mesas e Armários
	Janela
	Portão
	Porta
	Torno Convencional
	Fresadora Vertical
	Fresadora Horizontal
	Retificadora Cilíndrica
	Retificadora Plana
	Afiadora de Ferramentas
	Máquina de Eletro Erosão por Penetração
	Máquina de Eletro Erosão a Fio
	Aspirador
	Motoesmeril
	Quadro de Distribuição

Figura 6 – Legenda do layout do laboratório de usinagem.

Fonte: O autor (2017).

A elaboração do layout facilitou a criação do inventário das máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem (Quadro 5), que deve conter a identificação de cada uma delas conforme exigência da NR-12. Dentre as informações exigidas pela legislação estão: o código da máquina ou equipamento, a descrição da máquina ou equipamento, o ano de fabricação presente na placa de identificação da máquina ou equipamento, a capacidade da máquina ou equipamento verificada no site do fabricante e os sistemas de segurança presentes nas máquinas ou equipamentos.

Quadro 5 – Inventário de máquinas e equipamentos.

Código	Máquina ou Equipamento	Ano de Fabricação	Capacidade	Sistemas de Segurança
T-01 T-02 T-03 T-04 T-05 T-06 T-07 T-08 T-10 T-12	Torno Convencional	2011	Diâmetro admissível sobre o barramento 410mm. Distância entre pontas 1000mm. Diâmetro admissível sobre o carro transversal 260mm. Curso do carro transversal 225mm. Curso do carro porta-ferramentas 100mm. Secção do cabo da ferramenta 20x20mm.	Botoeira de emergência; Proteção da placa de fixação da peça; Freio de pé; Sensores de limite de deslocamento; Placas de sinalização dos riscos.
T-09	Torno Convencional	2006	Diâmetro admissível sobre o barramento 410mm. Distância entre pontas 1000mm. Diâmetro admissível sobre o carro transversal 260mm. Curso do carro transversal 225mm. Curso do carro porta-ferramentas 100mm. Secção do cabo da ferramenta 20x20mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.
T-11	Torno Convencional	Não encontrado	Diâmetro admissível sobre o barramento 360mm. Distância entre pontas 750mm. Diâmetro admissível sobre o carro transversal 215mm. Secção do cabo da ferramenta 16x16mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.
F-01 F-02 F-03 F-04	Fresadora Vertical	2012	Curso longitudinal (X) 1010mm. Curso transversal (Y) 415mm. Curso vertical (Z) 440mm. Avanço longitudinal e transversal automático.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.
F-05 F-06	Fresadora Vertical	2010	Curso longitudinal (X) 940mm. Curso transversal (Y) 420mm. Curso vertical (Z) 400mm. Avanço longitudinal e transversal automático.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento; Proteção lateral e frontal da mesa monitorada com sensor.
F-07	Fresadora Vertical	2012	Curso longitudinal (X) 1000mm. Curso transversal (Y) 400mm. Curso vertical (Z) 450mm. Avanço longitudinal e transversal automático.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.
Fh	Fresadora Horizontal	2005	Curso longitudinal (X) 560mm. Curso transversal (Y) 260mm. Curso vertical (Z) 420mm. Avanço longitudinal e transversal automático.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.

Continuação Quadro 5

RC	Retificadora Cilíndrica	2011	Comprimento máximo retificável 750mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento; Proteção frontal.
RP	Retificadora Plana	2012	Comprimento máximo Retificável 570mm. Largura máxima retificável com saída completa do rebole 280mm. Altura Máxima retificável com rebole máximo e placa eletromagnética 340mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento; Proteção lateral e frontal da mesa.
A	Afiadora de Ferramentas	2012	Diâmetro máximo admissível 270mm. Distância máxima entre contra-pontas 890mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento.
EP	Máquina de eletro erosão por penetração	2011	Deslocamento máximo em X 320mm, em Y 250mm e em Z 250mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento; Proteção lateral e frontal da mesa monitorada com sensor; Placas de sinalização dos riscos.
EF	Máquina de eletro erosão a fio	2011	Deslocamento máximo em X 350mm, em Y 320mm e em Z 150mm.	Botoeira de emergência; Sensores de limite de deslocamento; Proteção lateral e frontal da mesa; Placas de sinalização dos riscos.
M-1 M-2	Motoesmeril	2011	Desbaste e afiação de ferramentas e peças metálicas.	Proteção parcial do rebole.

Fonte: O autor (2017).

## 4.2 Check list de avaliação global

Para verificar o cumprimento das exigências da NR-12, foi aplicado o check list adaptado de Santos Junior e Zangirolami (2015) (Quadro 6), consolidado na mesma visita realizada ao laboratório de usinagem para coletar os dados de elaboração do layout.

Como não foi possível avaliar alguns itens descritos na NR-12 na visita ao laboratório de usinagem, a conclusão destes itens foi obtida através da pesquisa de campo realizada com os alunos que utilizam o laboratório de usinagem da instituição de ensino e alguns itens foram verificados diretamente com o professor responsável pelo laboratório de usinagem. Devido ao local inspecionado fazer parte de uma instituição de ensino, alguns itens da Norma foram considerados como não aplicáveis, por este motivo não são citados no check list.

Quadro 6 – Check list do laboratório de usinagem.

C = conforme / N = não conforme / P = parcialmente conforme					
Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
<b>ARRANJO FÍSICO E INSTALAÇÕES</b>					
12.6	Nos locais de instalação de máquinas e equipamentos, as áreas de circulação devem ser devidamente demarcadas e em conformidade com as normas técnicas oficiais.		X		Nenhuma área de circulação está demarcada, conforme imagem abaixo.
					
12.6.1	As vias principais de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem às saídas devem ter, no mínimo, 1,20 m (um metro e vinte centímetros) de largura.			X	Uma das vias principais, entre os tornos e as fresas, possui apenas 1,10 m, conforme imagem abaixo.
					
12.6.2	As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas.		X		Os aspiradores são armazenados na frente do portão, que também é uma saída de emergência, conforme imagem abaixo.
					

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.7	Os materiais em utilização no processo produtivo devem ser alocados em áreas específicas de armazenamento, devidamente demarcadas com faixas na cor indicada pelas normas técnicas oficiais ou sinalizadas quando se tratar de áreas externas.	X			
12.8	Os espaços ao redor das máquinas e equipamentos devem ser adequados ao seu tipo e ao tipo de operação, de forma a prevenir a ocorrência de acidentes e doenças relacionados ao trabalho.			X	Atende parcialmente devido aos itens 12.8.1 e 12.8.2.
12.8.1	A distância mínima entre máquinas, em conformidade com suas características e aplicações, deve garantir 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	O espaço entre os tornos e as fresas não é suficiente para operar as fresas, sendo que este espaço ainda é utilizado para circulação de pessoas podendo gerar um acidente, conforme imagem abaixo.
					
12.8.2	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	Devido ao corredor entre os tornos e as fresas possui apenas 1,10 m, não é o suficiente para permitir a operação da máquina e circulação de pessoas.
12.9	Os pisos dos locais de trabalho onde se instalam máquinas e equipamentos e das áreas de circulação devem: a) ser mantidos limpos e livres de objetos, ferramentas e quaisquer materiais que ofereçam riscos de acidentes; b) ter características de modo a prevenir riscos provenientes de graxas, óleos e outras substâncias e materiais que os tornem escorregadios; e c) ser nivelados e resistentes às cargas a que estão sujeitos.			X	O local ao redor das máquinas de eletro erosão possui muitos materiais desnecessários para as atividades, oferecendo risco para eventuais acessos de manutenção ou outro gênero, conforme imagem abaixo.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
					
12.10	As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.	X			
12.11	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 acidental.	X			
12.11.1	A instalação das máquinas estacionárias deve respeitar os requisitos necessários fornecidos pelos fabricantes ou, na falta desses, o projeto elaborado por profissional legalmente habilitado, em especial quanto à fundação, fixação, amortecimento, nivelamento, ventilação, alimentação elétrica, pneumática e hidráulica, aterramento e sistemas de refrigeração.	X			
<b>INSTALAÇÕES E DISPOSITIVOS ELÉTRICOS</b>					
12.14	As instalações elétricas das máquinas e equipamentos devem ser projetadas e mantidas de modo a prevenir, por meios seguros, os perigos de choque elétrico, incêndio, explosão e outros tipos de acidentes, conforme previsto na NR-10.			X	Nem todas as instalações de máquinas e equipamentos seguem os critérios da NR-10, os itens 12.15, 12.17 e 12.18 são exemplos de não conformidades com a NR-10.
12.15	Devem ser aterrados, conforme as normas técnicas oficiais vigentes, as instalações, carcaças, invólucros, blindagens ou partes condutoras das máquinas e equipamentos que não façam parte dos circuitos elétricos, mas que possam ficar sob tensão.			X	Os circuitos elétricos estão aterrados, porém as carcaças das máquinas não possuem aterramento.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.16	As instalações elétricas das máquinas e equipamentos que estejam ou possam estar em contato direto ou indireto com água ou agentes corrosivos devem ser projetadas com meios e dispositivos que garantam sua blindagem, estanqueidade, isolamento e aterramento, de modo a prevenir a ocorrência de acidentes.	X			
12.17	Os condutores de alimentação elétrica das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança: a) oferecer resistência mecânica compatível com a sua utilização; b) possuir proteção contra a possibilidade de rompimento mecânico, de contatos abrasivos e de contato com lubrificantes, combustíveis e calor; c) localização de forma que nenhum segmento fique em contato com as partes móveis ou cantos vivos; d) facilitar e não impedir o trânsito de pessoas e materiais ou a operação das máquinas; e) não oferecer quaisquer outros tipos de riscos na sua localização; e f) ser constituídos de materiais que não propaguem o fogo, ou seja, autoextinguíveis.			X	Alguns condutores das fresas não estão alocados adequadamente nas máquinas, oferecendo risco de enroscar em algo ou em alguém. Também há algumas máquinas com excesso de condutores no chão, oferecendo risco de alguém tropeçar. Ambos os casos podem ser verificados nas imagens abaixo.
					

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.18	<p>Os quadros de energia das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança:</p> <p>a) possuir porta de acesso, mantida permanentemente fechada;</p> <p>b) possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas;</p> <p>c) ser mantidos em bom estado de conservação, limpos e livres de objetos e ferramentas;</p> <p>d) possuir proteção e identificação dos circuitos. e</p> <p>e) atender ao grau de proteção adequado em função do ambiente de uso.</p>			X	O quadro de distribuição geral não possui identificação de perigo de choque elétrico, conforme imagem abaixo.
					
12.19	As ligações e derivações dos condutores elétricos das máquinas e equipamentos devem ser feitas mediante dispositivos apropriados e conforme as normas técnicas oficiais vigentes, de modo a assegurar resistência mecânica e contato elétrico adequado, com características equivalentes aos condutores elétricos utilizados e proteção contra riscos.	X			
12.20	As instalações elétricas das máquinas e equipamentos que utilizem energia elétrica fornecida por fonte externa devem possuir dispositivo protetor contra sobrecorrente, dimensionado conforme a demanda de consumo do circuito.	X			
12.20.1	As máquinas e equipamentos devem possuir dispositivo protetor contra sobretensão quando a elevação da tensão puder ocasionar risco de acidentes.	X			

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.21	São proibidas nas máquinas e equipamentos: a) a utilização de chave geral como dispositivo de partida e parada; b) a utilização de chaves tipo faca nos circuitos elétricos; e c) a existência de partes energizadas expostas de circuitos que utilizam energia elétrica.	X			
<b>DISPOSITIVOS DE PARTIDA, ACIONAMENTO E PARADA</b>					
12.24	Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que: a) não se localizem em suas zonas perigosas; b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador; c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental; d) não acarretem riscos adicionais; e e) não possam ser burlados.	X			
12.25	Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas.	X			
12.32	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	A chave de acionamento do motoesmeril não é recomendada pela Norma, sua forma construtiva permite o acionamento acidental do equipamento, conforme imagem abaixo.
					

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.36	Os componentes de partida, parada, acionamento e controles que compõem a interface de operação das máquinas e equipamentos fabricados a partir de 24 de Março de 2012 devem: a) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência, quando aplicável, conforme itens e subitens do capítulo sobre dispositivos de parada de emergência, desta norma; e b) operar em extrabaixa tensão de até 25VCA(vinte e cinco volts em corrente alternada) ou de até 60VCC (sessenta volts em corrente contínua), ou ser adotada outra medida de proteção contra choques elétricos, conforme Normas Técnicas oficiais vigentes.	X			
12.36.1	Os componentes de partida, parada, acionamento e controles que compõem a interface de operação das máquinas e equipamentos fabricados até 24 de março de 2012 devem: a) possibilitar a instalação e funcionamento do sistema de parada de emergência, quando aplicável, conforme itens e subitens do capítulo dispositivos de parada de emergência, desta norma; e b) quando a apreciação de risco indicar a necessidade de proteções contra choques elétricos, operar em extrabaixa tensão de até 25VCA (vinte e cinco volts em corrente alternada) ou de até 60VCC (sessenta volts em corrente contínua), ou ser adotada outra medida de proteção, conforme Normas Técnicas oficiais vigentes.	X			
<b>SISTEMAS DE SEGURANÇA</b>					
12.38	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 garantam proteção à saúde e à integridade física dos trabalhadores (para melhor entendimento dos dispositivos de segurança a Norma explica no item 12.42).			X	Apenas algumas máquinas possuem proteções contra acidentes na zona de risco, porém nenhuma destas proteções instaladas elimina o risco de acidente.
12.38.1	A adoção de sistemas de segurança, em especial nas zonas de operação que apresentem perigo, deve considerar as características técnicas da máquina e do processo de trabalho e as medidas e alternativas técnicas existentes, de modo a atingir o nível necessário de segurança previsto nesta Norma.		X		Nenhuma máquina do laboratório possui proteção adequada contra acidentes na zona de risco das mesmas, conforme será verificado na apreciação de risco.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.39	<p>Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:</p> <p>a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;</p> <p>b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;</p> <p>c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;</p> <p>d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;</p> <p>e) manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos; e</p> <p>f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.</p>			X	As proteções de algumas máquinas não possuem monitoramento por sensor de parada da máquina, podendo ser operadas sem as mesmas, conforme imagens abaixo.
					
12.40	Os sistemas de segurança, se indicado pela apreciação de riscos, devem exigir rearme ("reset") manual.			X	Apenas algumas máquinas possuem botoeira reset.
12.40.1	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			As máquinas com reset estão conforme solicitado.
12.41	<p>Para fins de aplicação desta Norma, considera-se proteção o elemento especificamente utilizado para prover segurança por meio de barreira física, podendo ser:</p> <p>a) proteção fixa, que deve ser mantida em sua posição de maneira permanente ou por meio de elementos de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas;</p> <p>b) proteção móvel, que pode ser aberta sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por elementos mecânicos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo próximo, e deve se associar a dispositivos de intertravamento.</p>			X	As proteções existentes em algumas máquinas são de fácil remoção e não são interligadas à um dispositivo de intertravamento, conforme verificado nas imagens do item 12.39.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.43	Os componentes relacionados aos sistemas de segurança e comandos de acionamento e parada das máquinas, inclusive de emergência, devem garantir a manutenção do estado seguro da máquina ou equipamento quando ocorrerem flutuações no nível de energia além dos limites considerados no projeto, incluindo o corte e restabelecimento do fornecimento de energia.	X			
12.44	A proteção deve ser móvel quando o acesso a uma zona de perigo for requerido uma ou mais vezes por turno de trabalho, observando-se que: a) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento quando sua abertura não possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco; e b) a proteção deve ser associada a um dispositivo de intertravamento com bloqueio quando sua abertura possibilitar o acesso à zona de perigo antes da eliminação do risco.			X	As proteções existentes em algumas máquinas não são interligadas à um dispositivo de intertravamento, conforme verificado nas imagens do item 12.39.
12.45	As máquinas e equipamentos dotados de proteções móveis associadas a dispositivos de intertravamento devem: a) operar somente quando as proteções estiverem fechadas; b) paralisar suas funções perigosas quando as proteções forem abertas durante a operação; e c) garantir que o fechamento das proteções por si só não possa dar início às funções perigosas			X	As proteções existentes em algumas máquinas não são interligadas à um dispositivo de intertravamento, conforme verificado nas imagens do item 12.39.
12.46	Os dispositivos de intertravamento com bloqueio associados às proteções móveis das máquinas e equipamentos devem: a) permitir a operação somente enquanto a proteção estiver fechada e bloqueada; b) 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 c) garantir que o fechamento e bloqueio da proteção por si só não possa dar início às funções perigosas da máquina ou do equipamento.			X	As proteções existentes em algumas máquinas não são interligadas à um dispositivo de intertravamento, conforme verificado nas imagens do item 12.39.
12.47	As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.		X		Nenhuma máquina possui proteção fixa ou móvel que impede o acesso por todos os lados, conforme será verificado na apreciação de risco.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.48	As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.			X	As fresas e os tornos projetam cavacos durante a usinagem, não havendo nenhuma proteção para impedir este fato.
12.49	As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança: a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas; b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas; c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos; d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções; e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas; f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas; g) impedir que possam ser burladas; h) proporcionar condições de higiene e limpeza; i) impedir o acesso à zona de perigo; j) ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário; k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e l) não acarretar riscos adicionais.			X	Algumas proteções podem ser burladas durante o funcionamento das máquinas e nenhuma proteção impede totalmente o acesso à zona de risco, conforme será verificado na apreciação de risco.
12.50	Quando a proteção for confeccionada com material descontínuo, devem ser observadas as distâncias de segurança para impedir o acesso às zonas de perigo, conforme previsto no Anexo I, item A.	X			A máquina de eletro erosão por penetração possui proteção de material descontínuo que atende o anexo da norma, conforme imagem abaixo.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
					
12.52	As proteções também utilizadas como meio de acesso por exigência das características da máquina ou do equipamento devem atender aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades.			X	As proteções de acesso de algumas máquinas não possuem monitoramento por sensores para bloqueio de acesso, conforme imagens do item 12.39.
12.54	As proteções, dispositivos e sistemas de segurança devem integrar as máquinas e equipamentos, e não podem ser considerados itens opcionais para qualquer fim.			X	Devido à proteção de algumas máquinas serem de fácil remoção e não estarem interligadas ao circuito, elas são consideradas opcionais.
12.55	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			
<b>DISPOSITIVOS DE PARADA DE EMERGÊNCIA</b>					
12.56	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			O motoesmeril não possui botoeira de emergência, porém este se abstém devido ao item 12.56.2, por não reduzir o risco existente no equipamento.
12.56.1	Os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento.	X			
12.56.2	Excetuam-se da obrigação do item 12.56 as máquinas manuais, as máquinas autopropelidas e aquelas nas quais o dispositivo de parada de emergência não possibilita a redução do risco.	X			
12.57	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			

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.58	Os dispositivos de parada de emergência devem: a) ser selecionados, montados e interconectados de forma a suportar as condições de operação previstas, bem como as influências do meio; b) ser usados como medida auxiliar, não podendo ser alternativa a medidas adequadas de proteção ou a sistemas automáticos de segurança; c) possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização; d) prevalecer sobre todos os outros comandos; e) provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares; f) ser mantidos sob monitoramento por meio de sistemas de segurança; e g) ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.	X			
12.59	A função parada de emergência não deve: a) prejudicar a eficiência de sistemas de segurança ou dispositivos com funções relacionadas com a segurança; b) prejudicar qualquer meio projetado para resgatar pessoas acidentadas; e c) gerar risco adicional.	X			
12.60	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			
12.60.1	O desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada;	X			
12.63	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	Apenas algumas máquinas possuem botoeira reset.
<b>COMPONENTES PRESSURIZADOS</b>					
12.77	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			

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.78	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	A mangueira de fluido da retífica plana está na altura da cabeça de quem opera a máquina, o que numa possível ruptura pode causar um acidente, conforme imagem abaixo.
					
12.79	As mangueiras utilizadas nos sistemas pressurizados devem possuir indicação da pressão máxima de trabalho admissível especificada pelo fabricante.	X			
12.80	Os sistemas pressurizados das máquinas devem possuir meios ou dispositivos destinados a garantir que: a) a pressão máxima de trabalho admissível nos circuitos não possa ser excedida; e b) quedas de pressão progressivas ou bruscas e perdas de vácuo não possam gerar perigo.	X			
<b>ASPECTOS ERGONÔMICOS</b>					
12.95	Os comandos das máquinas e equipamentos devem ser projetados, construídos e mantidos com observância aos seguintes aspectos: a) localização e distância de forma a permitir manejo fácil e seguro; b) instalação dos comandos mais utilizados em posições mais acessíveis ao operador; c) visibilidade, identificação e sinalização que permita serem distinguíveis entre si; d) instalação dos elementos de acionamento manual ou a pedal de forma a facilitar a execução da manobra levando em consideração as características biomecânicas e antropométricas dos operadores; e e) garantia de manobras seguras e rápidas e proteção de forma a evitar movimentos involuntários.			X	As retíficas e a afiadora de ferramentas possuem os comandos em locais de difícil acesso, conforme imagens abaixo.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
					
12.98	Os postos de trabalho devem ser projetados para permitir a alternância de postura e a movimentação adequada dos segmentos corporais, garantindo espaço suficiente para operação dos controles nele instalados.			X	Os postos de trabalho não possibilitam alternância de postura e o espaço entre os tornos e as fresas não é suficiente para operar as fresas, conforme imagem do item 12.8.1.
12.99	As superfícies dos postos de trabalho não devem possuir cantos vivos, superfícies ásperas, cortantes e quinas em ângulos agudos ou rebarbas nos pontos de contato com segmentos do corpo do operador, e os elementos de fixação, como pregos, rebites e parafusos, devem ser mantidos de forma a não acrescentar riscos à operação.	X			
12.100	Os postos de trabalho das máquinas e equipamentos devem permitir o apoio integral das plantas dos pés no piso.	X			
12.101	As dimensões dos postos de trabalho das máquinas e equipamentos devem: a) atender às características antropométricas e biomecânicas do operador, com respeito aos alcances dos segmentos corporais e da visão; b) assegurar a postura adequada, de forma a garantir posições confortáveis dos segmentos corporais na posição de trabalho; e c) evitar a flexão e a torção do tronco de forma a respeitar os ângulos e trajetórias naturais dos movimentos corpóreos, durante a execução das tarefas.	X			
12.102	Os locais destinados ao manuseio de materiais em processos nas máquinas e equipamentos devem ter altura e ser posicionados de forma a garantir boas condições de postura, visualização, movimentação e operação.			X	A máquina de eletro erosão a fio possui um acesso difícil e baixo para o manuseio e preparação das peças a serem executadas, conforme imagem abaixo.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
					
12.103	Os locais de trabalho das máquinas e equipamentos devem possuir sistema de iluminação permanente que possibilite boa visibilidade dos detalhes do trabalho, para evitar zonas de sombra ou de penumbra e efeito estroboscópico.	X			
<b>RISCOS ADICIONAIS</b>					
12.107	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, nessa ordem (a explicação dos riscos adicionais está no item 12.106 da Norma).		X		Na norma de uso do laboratório não cita nenhuma medida de controle para o manuseio de fluidos químicos e também não cita quanto à necessidade de algum EPI específico para este fim.
<b>MANUTENÇÃO, INSPEÇÃO, PREPARAÇÃO, AJUSTES E REPAROS</b>					
12.111	As máquinas e equipamentos devem ser submetidos à manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, as normas técnicas internacionais.		X		Não são realizadas manutenções preventivas.
12.112	As manutenções preventivas e corretivas devem ser registradas em livro próprio, ficha ou sistema informatizado, com os seguintes dados: a) cronograma de manutenção; b) intervenções realizadas; c) data da realização de cada intervenção; d) serviço realizado; e) peças reparadas ou substituídas; f) condições de segurança do equipamento; g) indicação conclusiva quanto às condições de segurança da máquina; e h) nome do responsável pela execução das intervenções.		X		Não existe nenhum registro nem cronograma de manutenções.

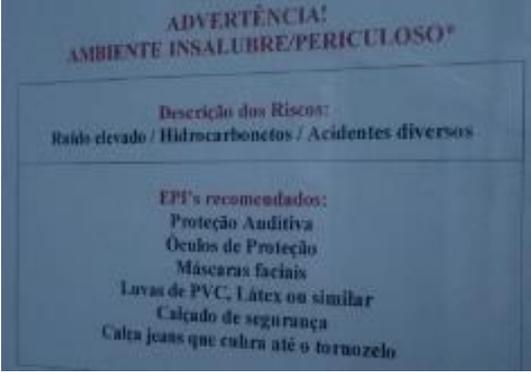
Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.112.1	O registro das manutenções deve ficar disponível aos trabalhadores envolvidos na operação, manutenção e reparos, bem como à Comissão Interna de Prevenção de Acidentes, ao Serviço de Segurança e Medicina do Trabalho e à fiscalização do Ministério do Trabalho e Emprego.		X		Não existe formulário para registro das manutenções.
12.113	<p>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, com as máquinas e equipamentos parados e adoção dos seguintes procedimentos:</p> <p>a) isolamento e descarga de todas as fontes de energia das máquinas e equipamentos, de modo visível ou facilmente identificável por meio dos dispositivos de comando;</p> <p>b) bloqueio mecânico e elétrico na posição “desligado” ou “fechado” de todos os dispositivos de corte de fontes de energia, a fim de impedir a reenergização, e sinalização com cartão ou etiqueta de bloqueio contendo o horário e a data do bloqueio, o motivo da manutenção e o nome do responsável;</p> <p>c) medidas que garantam que à jusante dos pontos de corte de energia não exista possibilidade de gerar risco de acidentes;</p> <p>d) medidas adicionais de segurança, quando for realizada manutenção, inspeção e reparos de equipamentos ou máquinas sustentados somente por sistemas hidráulicos e pneumáticos; e</p> <p>e) sistemas de retenção com trava mecânica, para evitar o movimento de retorno acidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos.</p>		X		Conforme questionário aplicado aos alunos, 6,9% responderam que sempre realizam manutenção, reparos ou outras intervenções nas máquinas e equipamentos durante a aula, 22,4% responderam às vezes e 46,6% raramente. Assim consideramos que, mesmo que eventualmente, os alunos realizam intervenções nas máquinas, sendo que na norma para o uso do laboratório não possui nenhum procedimento claro e nem as medidas de segurança necessárias para tal função.

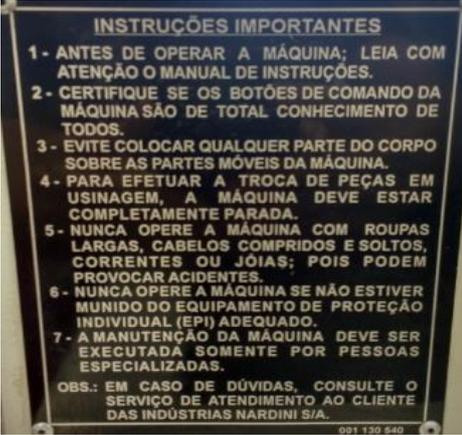
Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação												
	<p style="text-align: center;"><b>Questão 8: durante as aulas de laboratório, é necessário realizar manutenção, reparos ou outras intervenções que não sejam operar as máquinas?</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Raramente</td> <td>46,6%</td> </tr> <tr> <td>Às vezes</td> <td>22,4%</td> </tr> <tr> <td>Nunca</td> <td>15,5%</td> </tr> <tr> <td>Não tenho opinião</td> <td>8,6%</td> </tr> <tr> <td>Sempre</td> <td>6,9%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Raramente	46,6%	Às vezes	22,4%	Nunca	15,5%	Não tenho opinião	8,6%	Sempre	6,9%				
Resposta	Porcentagem																
Raramente	46,6%																
Às vezes	22,4%																
Nunca	15,5%																
Não tenho opinião	8,6%																
Sempre	6,9%																
12.113.1	<p>Para situações especiais de regulagem, ajuste, limpeza, pesquisa de defeitos e inconformidades, em que não seja possível o cumprimento das condições estabelecidas no item 12.113, e em outras situações que impliquem a redução do nível de segurança das máquinas e equipamentos e houver necessidade de acesso às zonas de perigo, deve ser possível selecionar um modo de operação que:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>a) torne inoperante o modo de comando automático;</li> <li>b) permita a realização dos serviços com o uso de dispositivo de acionamento de ação continuada associado à redução da velocidade, ou dispositivos de comando por movimento limitado;</li> <li>c) impeça a mudança por trabalhadores não autorizados;</li> <li>d) a seleção corresponda a um único modo de comando ou de funcionamento;</li> <li>e) quando selecionado, tenha prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; e</li> <li>f) torne a seleção visível, clara e facilmente identificável.</li> </ol>	X			<p>Nesta situação é colocada uma placa de aviso de "máquina em manutenção" e seu disjuntor é desligado no quadro de distribuição neste período de intervenção da máquina.</p>												

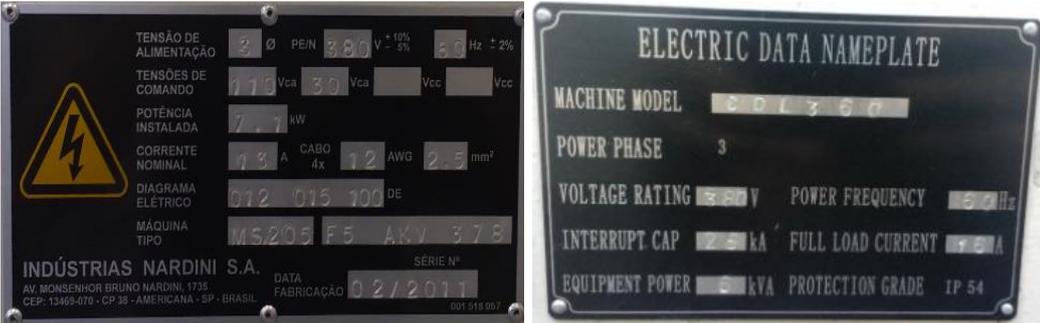
Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.115	Nas manutenções das máquinas e equipamentos, sempre que detectado qualquer defeito em peça ou componente que comprometa a segurança, deve ser providenciada sua reparação ou substituição imediata por outra peça ou componente original ou equivalente, de modo a garantir as mesmas características e condições seguras de uso.	X			
<b>SINALIZAÇÃO</b>					
12.116	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 (algumas explicações das sinalizações de segurança estão nos itens 12.116.1, 12.116.2 e 12.116.3 da Norma).			X	Apenas os tornos e as máquinas de eletro erosão possuem placas de sinalizações suficientes quanto aos riscos presentes durante a operação das mesmas e o laboratório possui uma advertência sobre os EPI's necessários e sobre os riscos ao adentrar no mesmo, conforme imagens abaixo.
 					
12.117	A sinalização de segurança deve: a) ficar destacada na máquina ou equipamento; b) ficar em localização claramente visível; e c) ser de fácil compreensão.	X			As sinalizações existentes estão de acordo com este item da Norma.
12.118	Os símbolos, inscrições e sinais luminosos e sonoros devem seguir os padrões estabelecidos pelas normas técnicas nacionais vigentes e, na falta dessas, pelas normas técnicas internacionais.	X			
12.119	As inscrições das máquinas e equipamentos devem: a) ser escritas na língua portuguesa - Brasil; e b) ser legíveis.	X			As sinalizações existentes estão de acordo com este item da Norma, conforme imagem abaixo.

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
					
12.119.1	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			As sinalizações existentes estão de acordo com este item da Norma.
12.120	As inscrições e símbolos devem ser utilizados nas máquinas e equipamentos para indicar as suas especificações e limitações técnicas.			X	Apenas algumas máquinas possuem indicações quanto à especificações e limitações técnicas, conforme imagens abaixo.
					

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.122	<p>Exceto quando houver previsão em outras Normas Regulamentadoras, devem ser adotadas as seguintes cores para a sinalização de segurança das máquinas e equipamentos:</p> <p>a) preferencialmente amarelo: proteções fixas e móveis, exceto quando os movimentos perigosos estiverem enclausurados na própria carenagem ou estrutura da máquina ou equipamento, ou quando a proteção for fabricada de material transparente ou translúcido;</p> <p>b) amarelo: componentes mecânicos de retenção, gaiolas de escadas e sistemas de proteção contra quedas;</p> <p>c) azul: comunicação de paralisação e bloqueio de segurança para manutenção.</p>		X		Nenhuma máquina possui as proteções nas cores solicitadas na Norma.
12.123	<p>As máquinas e equipamentos fabricados a partir da vigência desta Norma devem possuir em local visível as informações indelévels, contendo no mínimo:</p> <p>a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador;</p> <p>b) informação sobre tipo, modelo e capacidade;</p> <p>c) número de série ou identificação, e ano de fabricação;</p> <p>d) número de registro do fabricante ou importador no CREA; e</p> <p>e) peso da máquina ou equipamento.</p>			X	Apenas algumas máquinas possuem placa de identificação com as informações solicitadas, mas não constam todas as informações e algumas placas estão em outra língua, conforme imagem abaixo.
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>MANUAIS</b></p>					
12.125	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			

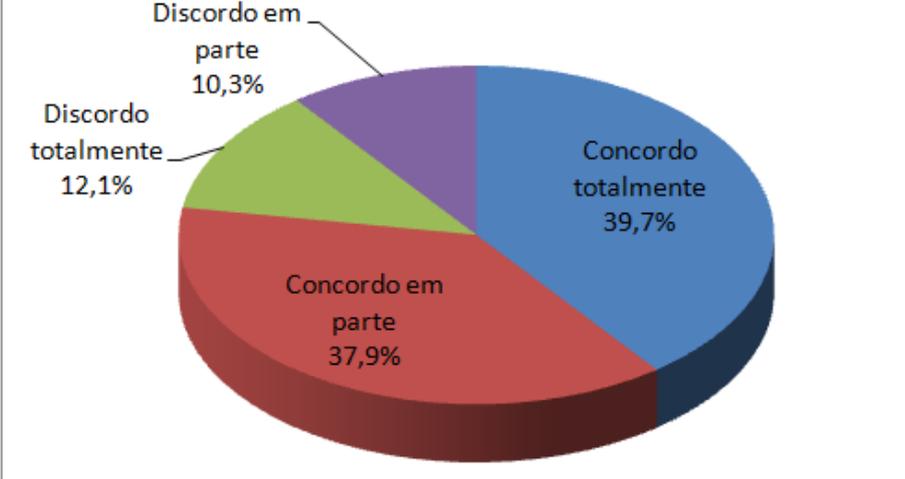
Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.127	Os manuais devem: a) ser escritos na língua portuguesa - Brasil, com caracteres de tipo e tamanho que possibilitem a melhor legibilidade possível, acompanhado das ilustrações explicativas; b) ser objetivos, claros, sem ambiguidades e em linguagem de fácil compreensão; c) ter sinais ou avisos referentes à segurança realçados; e d) permanecer disponíveis a todos os usuários nos locais de trabalho.	X			
<b>PROCEDIMENTOS DE TRABALHO E SEGURANÇA</b>					
12.130	Devem ser elaborados procedimentos de trabalho e segurança específicos, padronizados, com descrição detalhada de cada tarefa, passo a passo, a partir da análise de risco.		X		Na norma de uso do laboratório não possui informações detalhadas de cada tarefa.
12.130.1	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			Existem outras medidas de segurança além das orientações ministradas nas aulas, como a distribuição de EPI's para os alunos.
12.131	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	Conforme questionário aplicado aos alunos, 24,1% e 17,2% responderam respectivamente que discordam totalmente ou discordam em parte quanto à realização de uma inspeção antes de utilizar as máquinas e equipamentos do laboratório, totalizando quase 50% dos votos, considerando este item como parcialmente conforme.

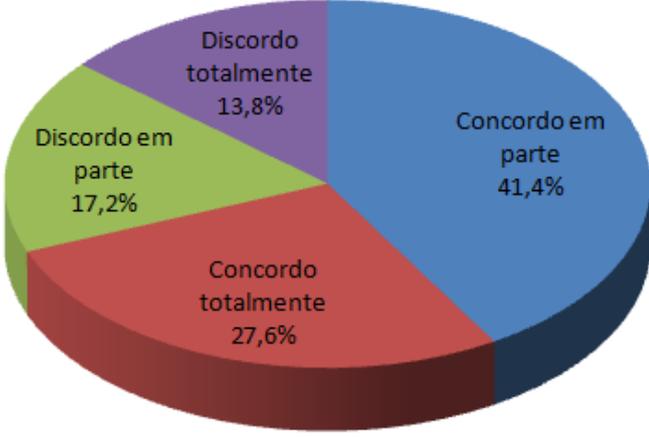
Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação												
<p><b>Questão 7: no início de cada aula no laboratório de usinagem, é realizada uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas?</b></p> <table border="1" data-bbox="510 537 1165 963"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concordo em parte</td> <td>32,8%</td> </tr> <tr> <td>Discordo totalmente</td> <td>24,1%</td> </tr> <tr> <td>Concordo totalmente</td> <td>19,0%</td> </tr> <tr> <td>Discordo em parte</td> <td>17,2%</td> </tr> <tr> <td>Não tenho opinião</td> <td>6,9%</td> </tr> </tbody> </table>						Resposta	Porcentagem	Concordo em parte	32,8%	Discordo totalmente	24,1%	Concordo totalmente	19,0%	Discordo em parte	17,2%	Não tenho opinião	6,9%
Resposta	Porcentagem																
Concordo em parte	32,8%																
Discordo totalmente	24,1%																
Concordo totalmente	19,0%																
Discordo em parte	17,2%																
Não tenho opinião	6,9%																
<b>CAPACITAÇÃO</b>																	
12.135	A operação, manutenção, inspeção e demais intervenções em máquinas e equipamentos devem ser realizadas por trabalhadores habilitados, qualificados, capacitados ou autorizados para este fim.	X			Conforme questionário aplicado aos alunos, 39,7% e 37,9% responderam respectivamente que concordam totalmente ou concordam em parte em ter recebido treinamento para realizar as tarefas no laboratório de usinagem, totalizando quase 80% dos votos, considerando este item como conforme.												

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação										
	<p style="text-align: center;"><b>Questão 4: para realizar as aulas de laboratório, os alunos foram treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e das medidas de segurança para a execução das tarefas?</b></p>  <table border="1" data-bbox="373 524 1278 1003"> <caption>Dados do Gráfico de Pizza</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concordo totalmente</td> <td>39,7%</td> </tr> <tr> <td>Concordo em parte</td> <td>37,9%</td> </tr> <tr> <td>Discordo totalmente</td> <td>12,1%</td> </tr> <tr> <td>Discordo em parte</td> <td>10,3%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Concordo totalmente	39,7%	Concordo em parte	37,9%	Discordo totalmente	12,1%	Discordo em parte	10,3%				
Resposta	Porcentagem														
Concordo totalmente	39,7%														
Concordo em parte	37,9%														
Discordo totalmente	12,1%														
Discordo em parte	10,3%														
12.136	<p>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 Norma, para a prevenção de acidentes e doenças.</p>			X	<p>Conforme questionário aplicado aos alunos, 41,4% e 17,2% responderam respectivamente que concordam em parte e discordam em parte em ter recebido treinamento suficiente para realizar as tarefas no laboratório de usinagem, totalizando quase 60% dos votos, além disso mais de 13,8% discordaram totalmente nas respostas, considerando este item como parcialmente conforme.</p>										

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação										
	<p><b>Questão 5: você acha suficiente a orientação de segurança ministrada para a utilização do laboratório de usinagem?</b></p>  <table border="1" data-bbox="496 528 1145 965"> <caption>Resumo dos dados da Questão 5</caption> <thead> <tr> <th>Resposta</th> <th>Porcentagem</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concordo em parte</td> <td>41,4%</td> </tr> <tr> <td>Concordo totalmente</td> <td>27,6%</td> </tr> <tr> <td>Discordo em parte</td> <td>17,2%</td> </tr> <tr> <td>Discordo totalmente</td> <td>13,8%</td> </tr> </tbody> </table>	Resposta	Porcentagem	Concordo em parte	41,4%	Concordo totalmente	27,6%	Discordo em parte	17,2%	Discordo totalmente	13,8%				
Resposta	Porcentagem														
Concordo em parte	41,4%														
Concordo totalmente	27,6%														
Discordo em parte	17,2%														
Discordo totalmente	13,8%														
12.138	<p>A capacitação deve:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) ocorrer antes que o trabalhador assuma a sua função;</li> <li>b) ser realizada sem ônus para o trabalhador;</li> <li>c) ter carga horária mínima que garanta aos trabalhadores executarem suas atividades com segurança, sendo distribuída em no máximo oito horas diárias e realizada durante o horário normal de trabalho;</li> <li>d) ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Anexo II desta Norma; e</li> <li>e) ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para este fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado que se responsabilizará pela adequação do conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos capacitados.</li> </ul>			X	<p>Devido as respostas do questionário para o item 12.136, este item foi considerado como parcialmente conforme.</p>										
12.138.1	<p>A capacitação dos trabalhadores de microempresas e empresas de pequeno porte poderá ser ministrada por trabalhador da própria empresa que tenha sido capacitado nos termos do item 12.138 em entidade oficial de ensino de educação profissional (considerar também os itens 12.138.1.1 e 12.138.1.2).</p>	X													

Continuação Quadro 6

Item da Norma	Descrição	C	N	P	Observação
12.139	O material didático escrito ou audiovisual utilizado no treinamento e o fornecido aos participantes, devem ser produzidos em linguagem adequada aos trabalhadores, e ser mantidos à disposição da fiscalização, assim como a lista de presença dos participantes ou certificado, currículo dos ministrantes e avaliação dos capacitados.	X			
12.141	Considera-se profissional legalmente habilitado para a supervisão da capacitação aquele que comprovar conclusão de curso específico na área de atuação, compatível com o curso a ser ministrado, com registro no competente conselho de classe.	X			
12.142	A capacitação só terá validade para o empregador que a realizou e nas condições estabelecidas pelo profissional legalmente habilitado responsável pela supervisão da capacitação, exceto quanto aos trabalhadores capacitados nos termos do item 12.138.2.	X			
<b>OUTROS REQUISITOS ESPECÍFICOS DE SEGURANÇA</b>					
12.148	As ferramentas e materiais utilizados nas intervenções em máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas.	X			
12.149	Os acessórios e ferramental utilizados pelas máquinas e equipamentos devem ser adequados às operações realizadas.	X			
12.150	É proibido o porte de ferramentas manuais em bolsos ou locais não apropriados a essa finalidade.		X		Não tem nenhuma objeção quanto a este item na Norma para o uso do laboratório.
<b>DISPOSIÇÕES FINAIS</b>					
12.153	O empregador deve manter inventário atualizado das máquinas e equipamentos com identificação por tipo, capacidade, sistemas de segurança e localização em planta baixa, elaborado por profissional qualificado ou legalmente habilitado (considerar também os itens 12.153.1 e 12.153.2).		X		Não há um inventário disposto no laboratório de usinagem com as informações solicitadas.

Fonte: Adaptado de Santos Junior e Zangirolami (2015, p.219).

Após a aplicação do check list, o laboratório foi classificado quanto a sua conformidade em relação à NR-12. Sabendo que a quantidade de itens atendidos (QA) é de 48 e a quantidade de itens aplicáveis totais (QT) de 93, conseguimos obter a porcentagem calculada (PC), aplicando a Equação 1 proposta por Sherique (2014).

$$PC = (QA \times 100) / QT \quad (1)$$

$$PC = 48 \times 100 / 93$$

$$PC = 51,61\%$$

Através desta equação obtemos a porcentagem de cumprimento da NR-12 de 51,61% obtido da aplicação do check list no laboratório de usinagem. Analisando esta porcentagem com os critérios definidos por Sherique (2014) (Quadro 2) temos a classificação do laboratório de usinagem da instituição de ensino definida como BOM. Na aplicação do check list em um laboratório de soldagem, numa instituição de ensino de Curitiba, Ciampi (2013) obteve uma porcentagem de cumprimento da NR-12 de 57,14%, o que lhes fornece uma classificação definida como Bom, a mesma classificação obtida no laboratório de usinagem neste trabalho. Já, na aplicação do check list em uma empresa de grande porte, localizada também em Curitiba, Conto (2013) obteve uma porcentagem de cumprimento da NR-12 de 47,95%, o que lhes fornece uma classificação definida como Regular.

### **4.3 Apreciação do risco das máquinas e equipamentos**

Os dados para a apreciação do risco das máquinas e equipamentos, proposta pela ABNT NBR 14009:1997, foram coletados durante a aplicação do check list no laboratório de usinagem da instituição de ensino. O procedimento seguido para objetivar a apreciação do risco (Figura 3) será apresentado e discutido nos itens seguintes deste trabalho.

#### **4.3.1 Determinação dos limites da máquina**

Os limites das máquinas e equipamentos foram definidos sobre algumas características das máquinas e equipamentos como capacidade e utilização, e também sobre algumas características dos alunos relacionadas ao treinamento e capacitação, conforme proposto pela ABNT NBR 14009:1997.

#### 4.3.1.1 Capacidade

A capacidade das máquinas e equipamentos foi verificada no site do fabricante (Quadro 5), que apresenta os limites quanto às dimensões das peças a serem fabricadas, limites de deslocamento dos eixos e algumas características específicas. Estes dados quanto à capacidade deveriam estar dispostas nas próprias máquinas e equipamentos, de modo que todos os usuários tenham acesso a estas informações.

#### 4.3.1.2 Utilização e Treinamento

Os limites quanto à utilização das máquinas e equipamentos e quanto ao treinamento dos alunos foram adaptados do regulamento para a utilização do laboratório impresso e disponível na parede do laboratório de usinagem da instituição (Quadro 7).

Quadro 7 – Limites de Utilização e Treinamento.

Terão acesso ao laboratório os alunos das unidades curriculares, dos projetos e pesquisas, da extensão ou dos projetos integradores, desde que acompanhados pelo respectivo professor e/ou responsável.
Os alunos somente poderão utilizar os equipamentos e máquinas a partir do momento em que o professor autorizar seu uso.
Ao entrar e enquanto permanecer no laboratório, o professor deverá verificar se este se encontra em perfeitas condições. Caso verifique alguma anormalidade, deverá comunicá-la por escrito ao responsável.
Deverá ser utilizada a lista de verificação exposta no laboratório para verificação de todos os itens, na entrada e na saída do laboratório.
Os alunos somente poderão utilizar os equipamentos e máquinas a partir do momento em que o professor autorizar seu uso.
É proibida a utilização do laboratório para efetuar trabalhos de natureza particular.
É proibido consumir alimentos e/ou bebidas nas dependências dos laboratórios.
É proibido fumar.
É proibido atender celulares dentro dos laboratórios durante as aulas práticas.
Durante a execução das atividades e tarefas, o aluno deverá manter a bancada o mais limpo e organizado possível.
Deverá o aluno obedecer à sinalização de segurança existente.
É obrigatório o uso de EPI's adequados nos laboratórios e áreas de risco.

## Continuação Quadro 7

É obrigatório o uso de avisos simples e objetos para sinalização de condição anormal (ex.: manutenção periódica e preventiva).
Em caso de acidente que comprometa a saúde, deve-se providenciar o chamado do SAMU – 192 ou do Corpo de Bombeiros – 193, para encaminhamento da vítima ao hospital.
É obrigatório o uso de inclinadores e carrinhos de transporte no manuseio de objetos pesados.
É obrigatória a sinalização de superfícies e objetos quentes nos laboratórios.
É obrigatório aos alunos com cabelos longos mantê-los presos durante as atividades de laboratório.
A fim de evitar acidentes graves, as vestimentas no laboratório deverão estar de acordo com as atividades a serem realizadas; deve-se evitar o uso de cachecol, mantas ou quaisquer vestimentas ou acessórios que estejam soltos ou em suspensão.
Os sapatos devem ser adequados às atividades do laboratório, sendo expressamente proibido o uso de sandálias de dedo ou salto alto.
Antes de cada aula ou atividade inédita, o responsável deve explicar seus riscos e formas de prevenção.
É proibido o uso de qualquer aparelho sonoro e/ou de entretenimento para uso próprio no interior do laboratório.
Qualquer usuário que encontrar um possível problema de segurança tem a obrigação de comunicar ao responsável.

Fonte: Adaptado do regulamento interno dos laboratórios da instituição de ensino.

Apesar de termos os limites quanto à utilização das máquinas e equipamentos e quanto ao treinamento dos alunos dispostos no laboratório de usinagem, conforme o item 12.136 do check list, 58,6% dos alunos entrevistados consideram que as orientações de segurança não são totalmente suficientes para a utilização do laboratório de usinagem, e mais 13,8% consideram que as orientações são totalmente insuficientes. Apenas 27,6% dos alunos entendem que as orientações são completamente suficientes. Ao verificar o regulamento de utilização do laboratório, podemos constatar que temos regras e disposições gerais suficientes para a ambientação adequada dentro do laboratório, porém, temos quase nenhuma orientação específica quanto ao uso e manuseio das máquinas e equipamentos, o que justifica as respostas dos alunos entrevistados.

#### 4.3.2 Análise das máquinas e equipamentos

Dando continuidade às etapas para a apreciação dos riscos das máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem, temos a identificação dos perigos, a estimativa dos riscos, a seleção da categoria, a análise dos dados obtidos e a definição de um plano de ação para minimizar os riscos existentes. Para facilitar a

compreensão do leitor, estes dados serão apresentados por grupo de máquinas, seguindo a mesma separação definida na elaboração do inventário (Quadro 5).

#### 4.3.2.1 Torno convencional T-01 a T-12

Os tornos convencionais T-01 a T-12 (Figura 7) foram analisados conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 8).



Figura 7 – Torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 8 – Análise do risco dos tornos convencionais T-01 a T-12.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Arremesso de elementos rotativos; Esmagamento com elementos móveis; Corte em arestas cortantes; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça fixada

incorretamente na placa do torno ou pelo arremesso de cavacos durante o processo de usinagem. Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o uso obrigatório de óculos de proteção, exigido no procedimento de uso do laboratório, e a outra medida é uma proteção parcial da zona de risco (exceto para T-09 e T-11), monitorada por um sensor que só irá habilitar a máquina após o posicionamento da proteção sobre a zona de risco (Figura 8).



Figura 8 – Proteção parcial do torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).

No entanto, estas medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite a projeção destes materiais contra algum usuário presente no laboratório de usinagem (Figura 9).



Figura 9 – Proposta de proteção para o torno convencional.

Fonte: M.A.T Automação ([20--]).

- Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo avanço automático do carro principal e do carro transversal (Figura 10) ou pelo movimento manual para posicionar a contra ponta sobre a peça a ser usinada (Figura 11). Temos sensores instalados nos tornos para informar o fim de curso do deslocamento dos carros, mas estes sensores não reduzem a probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.



Figura 10 – Carro principal e transversal do torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).



Figura 11 – Contra ponta do torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica monitorada por sensores, que evite que alguém deixe um membro dentro da área de deslocamento durante o avanço automático (Figura 9). Quanto ao risco de esmagamento na preparação da contra ponta propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, que é realizada manualmente.

- Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça sendo usinada pela ferramenta de corte, que gera cantos vivos durante a usinagem. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a proteção da zona de risco (exceto para T-09 e T-11), monitorada por um sensor que só irá habilitar a máquina após o posicionamento da proteção sobre a zona de risco (Figura 8). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite que alguém acesse as arestas cortantes durante o processo de usinagem (Figura 9).

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro da placa do torno e da peça

fixada na mesma (Figura 8) ou pelo giro do eixo árvore (Figura 12). Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.



Figura 12 – Eixo árvore do torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica monitorada por sensores, que evite o enroscamento de uma peça de roupa ou cabelos no eixo árvore durante o giro do mesmo (Figura 13).



Figura 13 – Proposta de proteção para o eixo árvore do torno convencional.

Fonte: Ferramentas Kennedy ([20-?]).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso aos painéis traseiro e lateral do torno (Figura 14). Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a instalação de um fecho nos painéis que possibilita sua abertura apenas com o uso de uma chave específica. Esta medida já é considerada suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois a chave é de acesso exclusivo do professor responsável pelo uso do laboratório de usinagem.



Figura 14 – Painel traseiro e lateral do torno convencional T-02.

Fonte: O autor (2017).

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito da ferramenta de corte com a peça sendo usinada, deixando a peça em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte

usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### 4.3.2.2 Fresadoras verticais Fv-01 a Fv-07 e horizontal Fh

As fresadoras verticais Fv-01 a Fv-04 (Figura 15), Fv-05 e Fv-06 (Figura 16) e Fv-07 (Figura 17) e a fresadora horizontal Fh (Figura 18) foram analisadas conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 9).



Figura 15 – Fresadora vertical Fv-04.

Fonte: O autor (2017).



Figura 16 – Fresadora vertical Fv-06.

Fonte: O autor (2017).



Figura 17 – Fresadora vertical Fv-07.

Fonte: O autor (2017).



Figura 18 – Fresadora horizontal Fh.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 9 – Análise do risco das fresadoras verticais Fv-01 a Fv-07 e horizontal Fh

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Arremesso de elementos rotativos; Corte em arestas cortantes; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça fixada incorretamente na morsa da fresadora ou pelo arremesso de cavacos durante o processo de usinagem. Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o uso obrigatório de óculos de proteção, exigido no procedimento de uso do laboratório, e a outra medida é uma proteção parcial da zona de risco (exceto para Fv-01, Fv-02, Fv-03, Fv-04, Fv-07 e Fh), monitorada por um sensor que só irá habilitar a máquina após o fechamento da porta frontal (Figura 19).

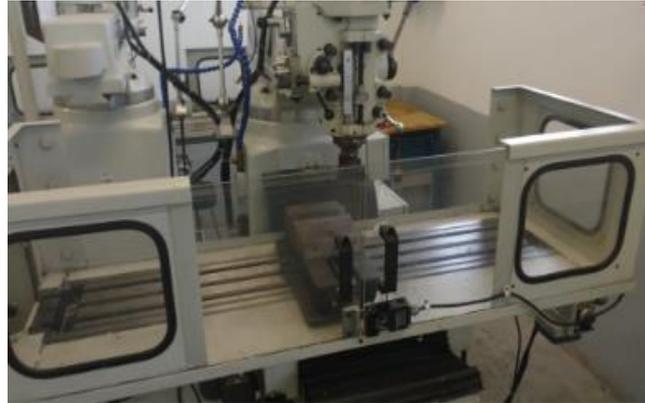


Figura 19 – Proteção parcial da fresadora vertical Fv-06.

Fonte: O autor (2017).

No entanto, estas medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite a projeção destes materiais contra algum usuário presente no laboratório de usinagem (Figura 20).



Figura 20 – Proposta de proteção para as fresadoras.

Fonte: Kone Indústria de Máquinas Ltda ([20-?]).

- Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça sendo usinada pela ferramenta de corte, que gera cantos vivos durante a usinagem. Temos uma

medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a proteção parcial da zona de risco (exceto para Fv-01, Fv-02, Fv-03, Fv-04, Fv-07 e Fh), monitorada por um sensor que só irá habilitar a máquina após o fechamento da porta frontal (Figura 19). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite que alguém acesse as arestas cortantes durante o processo de usinagem (Figura 20).

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro da ferramenta de corte da fresa. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a proteção parcial da zona de risco (exceto para Fv-01, Fv-02, Fv-03, Fv-04, Fv-07 e Fh), monitorada por um sensor que só irá habilitar a máquina após o fechamento da porta frontal (Figura 19). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que evite o enroscamento de uma peça de roupa ou cabelos no eixo de fixação da ferramenta durante o giro do mesmo (Figura 20).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel lateral das fresadora verticais (Figura 21) e da fresadora horizontal (Figura 22). Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a instalação de um fecho nos painéis que possibilita sua abertura apenas com o uso de uma chave específica (exceto para Fh). Esta medida já é considerada suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois a chave é de acesso exclusivo do professor responsável pelo uso do laboratório de usinagem. Porém para a fresadora horizontal, pelo fato do fecho ser de fechamento simples, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que seja instalado um fecho no painel da máquina

que possibilite sua abertura apenas com o uso de uma chave específica, assim como já instalado nas fresas verticais (Figura 21).



Figura 21 – Painel lateral da fresadora vertical Fv-06.  
Fonte: O autor (2017).



Figura 22 – Painel lateral da fresadora horizontal Fh.  
Fonte: O autor (2017).

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito da ferramenta de corte com a peça sendo usinada, deixando a peça em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não

tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### 4.3.2.3 Retificadora cilíndrica RC e retificadora plana RP

A retificadora cilíndrica RC (Figura 23) e a retificadora plana RP (Figura 24) foram analisadas conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 10).



Figura 23 – Retificadora cilíndrica RC.

Fonte: O autor (2017).



Figura 24 – Retificadora plana RP.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 10 – Análise do risco das retificadoras.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Arremesso de elementos rotativos; Corte em arestas cortantes; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça fixada incorretamente nas retificadoras, pelo arremesso de cavacos ou por pedaços do rebolo devido a uma possível ruptura durante o processo de usinagem. Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o uso obrigatório de óculos de proteção, exigido no procedimento de uso do laboratório, e a outra medida é uma proteção parcial da zona de risco (Figura 23 e 24). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que as máquinas sejam adequadas com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite a projeção destes materiais contra algum usuário presente no laboratório de usinagem (Figura 25 e 26).



Figura 25 – Proposta de proteção para a retificadora cilíndrica.

Fonte: Eurostec ([20--]).



Figura 26 – Proposta de proteção para a retificadora plana.

Fonte: Clark Machine ([20-?]).

- Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça sendo usinada pela ferramenta de corte, que gera cantos vivos durante a usinagem. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a proteção parcial da zona de risco (Figura 23 e 24). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que as máquinas sejam adequadas com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite que alguém acesse as arestas cortantes durante o processo de usinagem (Figura 25 e 26).

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro da peça na retificadora cilíndrica, pelo giro do rebolo em ambas as retificadoras e pelo acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana. Temos três medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é a proteção parcial da zona de risco (Figura 23 e 24), outra medida é uma proteção parcial do rebolo (Figura 27 e 28) e a última medida de controle é uma proteção parcial no acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana (Figura 29).



Figura 27 – Proteção do rebolo da retificadora cilíndrica RC.

Fonte: O autor (2017).



Figura 28 – Proteção do rebolo da retificadora plana RP.

Fonte: O autor (2017).

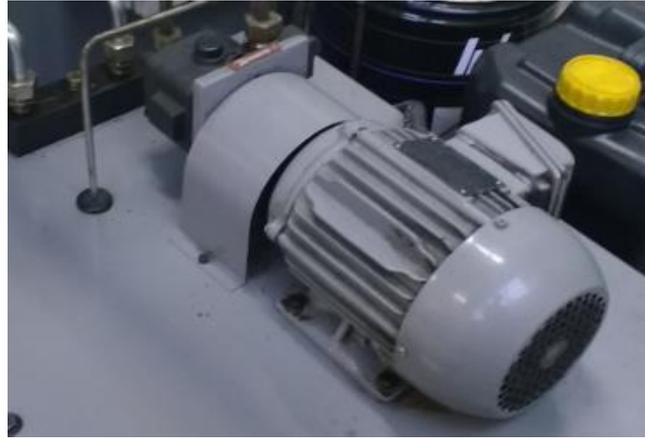


Figura 29 - Proteção do acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana RP.

Fonte: O autor (2017).

No entanto, estas medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que as máquinas sejam adequadas com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que evite o enroscamento de uma peça de roupa ou cabelos na peça ou no rebolo durante o giro dos mesmos (Figura 25 e 26). Sugere-se, também, que seja implantada uma proteção no acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana (Figura 30).



Figura 30 – Proposta de proteção para o acoplamento do motor na unidade hidráulica da retificadora plana.

Fonte: Tencarva Machinery Company ([19-?]).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel das retificadoras (Figura 31 e 32). Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a instalação de um fecho no painel, no entanto, pelo fato do fecho ser de fechamento por chave tipo fenda, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que seja instalado um fecho no painel das máquinas que possibilite sua abertura apenas com o uso de uma chave específica, assim como já instalado nas fresas verticais (Figura 20).



Figura 31 – Painel lateral da retificadora cilíndrica RC.

Fonte: O autor (2017).



Figura 32 – Painel traseiro da retificadora plana RP.

Fonte: O autor (2017).

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito do rebolo com a peça sendo esmerilhada, deixando a peça em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### *4.3.2.4 Afiadora de ferramentas A*

A afiadora de ferramentas A (Figura 33) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 11).



Figura 33 – Afiadora de ferramentas A.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 11 – Análise do risco da afiadora de ferramentas A.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Arremesso de elementos rotativos; Corte em arestas cortantes; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça fixada incorretamente na morsa da afiadora de ferramentas, pelo arremesso de cavacos ou por pedaços do rebolo devido a uma possível ruptura durante o processo de usinagem. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é o uso obrigatório de óculos de proteção, exigido no procedimento de uso do laboratório. No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite a projeção destes materiais contra algum usuário presente no laboratório de usinagem, seguindo a mesma proposta de adequação da retificadora cilíndrica (Figura 25).

- Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça sendo afiada pelo rebolo, que gera cantos vivos durante a usinagem. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, que cubra toda a zona de risco e evite que alguém acesse as arestas cortantes durante o processo de usinagem (Figura 25).

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro da peça fixada na morsa da afiadora de ferramentas, pelo giro do rebolo e pelo acoplamento de um motor ao eixo da morsa por polias. Temos apenas uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é uma proteção parcial no acoplamento do motor ao eixo da morsa por polias (Figura 34).



Figura 34 – Proteção do acoplamento do motor à morsa da afiadora de ferramentas A.

Fonte: O autor (2017).

No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se a implantação de uma proteção no acoplamento do motor ao eixo da morsa por polias, que proteja contra enroscamento de uma peça de roupa ou cabelos (Figura 35).



Figura 35 – Proposta de proteção para o acoplamento do motor à morsa da afiadora de ferramentas.

Fonte: Projelmec Ventilação Industrial ([20-?]).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel da afiadora de ferramentas (Figura 36). Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a instalação de um fecho no painel, no entanto, pelo fato do fecho ser de fechamento por chave tipo fenda, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que seja instalado um fecho no painel da máquina que possibilite sua abertura apenas com o uso de uma chave específica, assim como já instalado nas fresas verticais (Figura 21).



Figura 36 – Painel frontal da afiadora de ferramentas A.

Fonte: O autor (2017).

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito do rebolo com a peça sendo esmerilhada, deixando a peça em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### *4.3.2.5 Máquina de eletro erosão por penetração EP*

A máquina de eletro erosão por penetração EP (Figura 37) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 12).



Figura 37 – Máquina de eletro erosão por penetração EP.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 12 – Análise da máquina de eletro erosão por penetração EP.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Esmagamento com elementos móveis; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo deslocamento do eixo de fixação do eletrodo sobre a peça a ser usinada (Figura 38). Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a instalação de uma proteção mecânica na zona de risco, com uma porta monitorada por sensores que só irá habilitar a máquina após o fechamento da mesma (Figura 37). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois temos acesso à zona de risco pela parte traseira da proteção instalada (Figura 39).



Figura 38 – Eletrodo da máquina de eletro erosão por penetração EP.

Fonte: O autor (2017).



Figura 39 – Acesso à zona de risco da máquina de eletro erosão por penetração EP.

Fonte: O autor (2017).

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que esta abertura seja fechada com uma proteção mecânica ou por cortinas de luz (Figura 40) que desliguem a máquina caso alguém passe pela barreira de monitoramento da mesma evitando que alguém deixe um membro dentro da área de deslocamento do eixo sobre a peça.

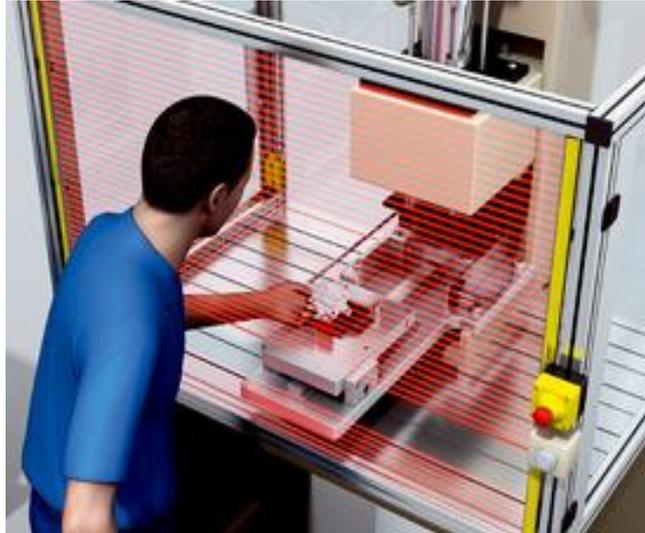


Figura 40 – Proposta de proteção para a máquina de eletro erosão por penetração.

Fonte: SICK Sensor Intelligence ([20-?]).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso aos painéis da máquina (Figura 41 e 42), e pelo contato com o eletrodo durante o processo de usinagem devido à abertura na região traseira da proteção instalada (Figura 39).



Figura 41 – Painel de comando da máquina de eletro erosão por penetração EP.

Fonte: O autor (2017).



Figura 42 – Painel de alimentação da máquina de eletro erosão por penetração EP.

Fonte: O autor (2017).

Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o monitoramento das portas dos painéis por sensores que só irão habilitar a máquina após o fechamento das mesmas, considerada suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos devido ao acesso aos painéis da máquina. A outra medida é a instalação de uma proteção mecânica na zona de risco, com uma porta monitorada por sensores que só irá habilitar a máquina após o fechamento da mesma (Figura 37). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois temos acesso à zona de risco pela parte traseira da proteção instalada (Figura 39). Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que esta abertura seja fechada com uma proteção mecânica ou por cortinas de luz (Figura 40), que desliguem a máquina caso alguém passe pela barreira de monitoramento da mesma evitando que alguém entre em contato com o eletrodo durante o processo de usinagem.

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado devido ao processo de usinagem por eletro erosão gerar descargas elétricas sobre a peça, deixando a mesma em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a

redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### 4.3.2.6 Máquina de eletro erosão a fio EF

A máquina de eletro erosão a fio EF (Figura 43) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 13).



Figura 43 – Máquina de eletro erosão a fio EF.  
Fonte: O autor (2017).

Quadro 13 – Análise da máquina de eletro erosão a fio EF.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Corte em elementos móveis; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura; Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Corte em elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pela exposição do fio usado em altas velocidades para o processo de eletro erosão. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é uma proteção de acrílico na zona de risco (Figura 44).

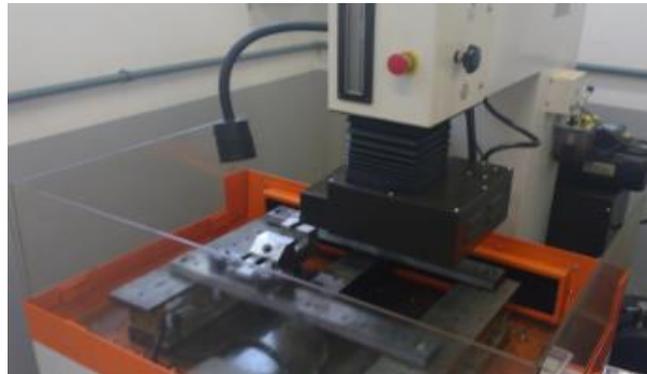


Figura 44 – Proteção parcial da máquina de eletro erosão a fio EF.

Fonte: O autor (2017).

No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois temos acesso fácil à zona de risco pela área superior da proteção. Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, similar à proteção instalada na máquina de eletro erosão por penetração (Figura 37), porém que cubra toda a zona de risco, evitando que alguém entre em contato com o fio durante o processo de usinagem.

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro do tambor de alimentação do fio (Figura 45). Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.



Figura 45 – Tambor de alimentação do fio da máquina de eletro erosão a fio EF.

Fonte: O autor (2017).

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica monitorada por sensores, que evite o enroscamento de uma peça de roupa ou cabelos no tambor de alimentação do fio durante o giro do mesmo (Figura 46).



Figura 46 – Proposta de proteção para o tambor da máquina de eletro erosão a fio.

Fonte: NEI Soluções (2011).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel da máquina (Figura 47), e pelo contato com o fio durante o processo de usinagem (Figura 44).



Figura 47 – Painel de comando da máquina de eletro erosão a fio EF.

Fonte: O autor (2017).

Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o monitoramento da porta do painel por sensores que só irão habilitar a máquina após o fechamento da mesma, considerada suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos devido ao acesso ao painel da máquina. A outra medida é a instalação de uma proteção de acrílico na zona de risco (Figura 44). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, pois temos acesso fácil à zona de risco pela área superior da proteção. Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores, similar à proteção instalada na máquina de eletro erosão por penetração (Figura 37), porém que cubra toda a zona de risco, evitando que alguém entre em contato com o fio durante o processo de usinagem.

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado devido ao processo de usinagem por eletro erosão gerar descargas elétricas sobre a peça, deixando a mesma em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

- Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Este perigo pode ser originado por pessoas alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de usinagem ou pelo uso de algum tipo de fluido de corte mais agressivo. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se que a instituição de ensino disponibilize creme de proteção para as mãos para os alunos que utilizam o laboratório de usinagem. Lembrando que o creme de proteção é um EPI e deve ser de uso individual, cabendo à instituição fornecer ao aluno e orientar quanto ao seu uso adequado (NR-6, 2015).

#### *4.3.2.7 Motoesmeril M-1 e M-2*

Os motoesmeril M-1 e M-2 (Figura 48) foram analisadas conforme os passos descritos na ABNT NBR 14009:1997 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 14).



Figura 48 – Motoesmeril M-2.

Fonte: O autor (2017).

Quadro 14 – Análise do risco do motoesmeril M-1 e M-2.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
Arremesso de elementos rotativos; Corte em arestas cortantes; Enroscamento em elementos rotativos; Choque com componentes energizados; Queimadura com materiais em alta temperatura.	S2	F1	P1	2

Fonte: Adaptado de Sherique (2014, p.34).

- Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça que escape da mão do usuário da máquina, pelo arremesso de cavacos ou por pedaços do rebolo devido a uma possível ruptura durante o processo de esmerilhamento. Temos duas medidas de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Uma das medidas é o uso obrigatório de óculos de proteção, exigido no procedimento de uso do laboratório, e a outra medida é uma proteção parcial da zona de risco (Figura 48). No entanto, estas medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que o motoesmeril seja adequado com mais uma proteção mecânica, que cubra mais uma parte da zona de risco e evite a projeção destes materiais contra algum usuário presente no laboratório de usinagem (Figura 49).



Figura 49 – Proposta de proteção para o motoesmeril.

Fonte: Loja do Mecânico ([20-?]).

- Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça sendo esmerilhada pelo rebolo, que gera cantos vivos durante o desbaste. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, estando atento durante a utilização do motoesmeril evitando o contato com as arestas cortantes durante o processo de esmerilhamento.

- Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro do rebolo. Temos apenas uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é uma proteção parcial da zona de risco (Figura 48). No entanto, esta medida de controle não é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos. Sugere-se que a chave de acionamento seja alterada para uma chave que não possibilite o acionamento acidental do usuário do motoesmeril ou de alguém que esteja passando pelo corredor, podendo enroscar uma peça de roupa ou os cabelos no mesmo (Figura 49).

- Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo rompimento do fio de alimentação do motoesmeril (Figura 48). Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Sugere-se que seja canalizada a fiação de alimentação do motoesmeril, não deixando excessos de cabos que possam enroscar nas partes girantes ou cortar ao contato com o rebolo.

- Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito do rebolo com a peça sendo esmerilhada, deixando a peça em temperaturas muito elevadas. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. Propõe-se apenas a orientação do aluno quanto ao risco da atividade, utilizando uma estopa para o manuseio da peça caso não tenha condições de ser manuseada com a mão.

#### **4.4 Percepção dos alunos sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório**

Os dados que apresentam a percepção dos alunos sobre o tema segurança no trabalho e quanto às condições de segurança do laboratório de usinagem foram coletados através da pesquisa de campo realizada com 58 alunos usuários do laboratório, sendo 29 alunos do curso técnico mecânico e 29 alunos do curso de tecnologia de fabricação mecânica. Este tópico, além de apresentar a percepção dos alunos quanto a este tema, também traz as respostas de alguns itens do check list da NR-12 que não foram possíveis de serem avaliados com a visita ao laboratório de usinagem da instituição de ensino.

##### **4.4.1 Você trabalha ou já trabalhou na indústria metalúrgica?**

Esta questão foi inserida no questionário devido à necessidade de

conhecer o público usuário do laboratório de usinagem, pois, segundo Manzato e Santos (2012), uma amostragem de dados se torna válida apenas quando definimos e validamos nosso público alvo. Salvo que 82,8% dos alunos estão ou já estiveram na indústria metalúrgica (Figura 50), temos uma maior confiabilidade nas respostas dos mesmos sobre a percepção de segurança do laboratório de usinagem, pois este tema exige um determinado conhecimento teórico e prático, principalmente do funcionamento das máquinas presentes no laboratório de usinagem.

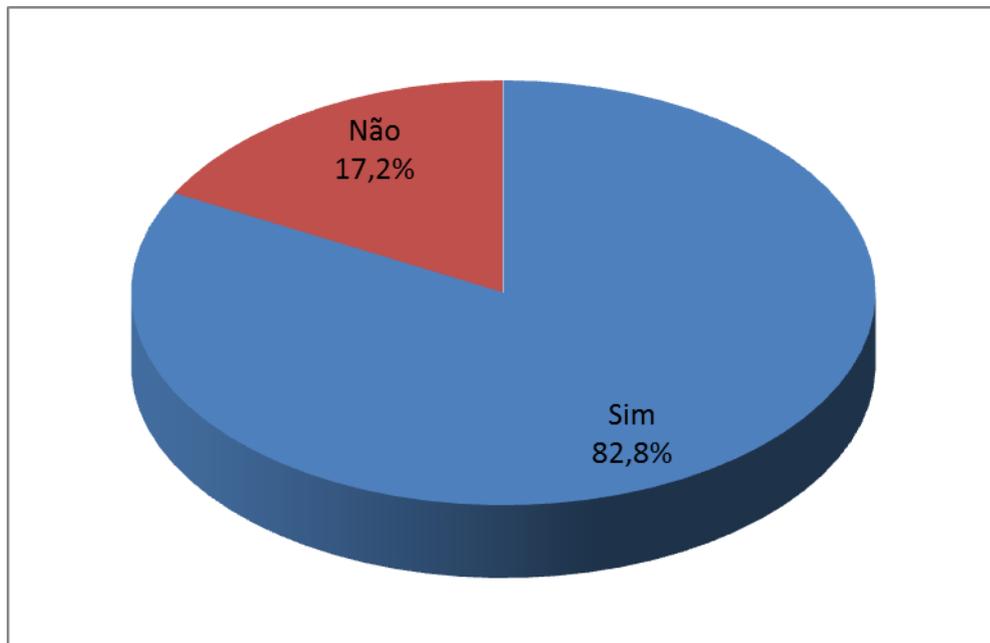


Figura 50 – Gráfico dos alunos que trabalham ou já trabalharam na indústria metalúrgica. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

#### 4.4.2 Você considera o arranjo físico e as instalações do laboratório de usinagem seguro?

Nesta questão verificamos que apenas 31% dos alunos consideram totalmente seguro o arranjo físico e as instalações do laboratório de usinagem, contra 55,2% dos alunos que concordam em parte e 10,3% que discordaram em parte com esta questão, totalizando um percentual de 65,5% dos alunos (Figura 51). Com este resultado podemos afirmar que o laboratório de usinagem está

parcialmente seguro, vindo de encontro com a aplicação do check list da NR-12, que nos apresentou uma porcentagem de cumprimento da NR-12 de 51,61%.

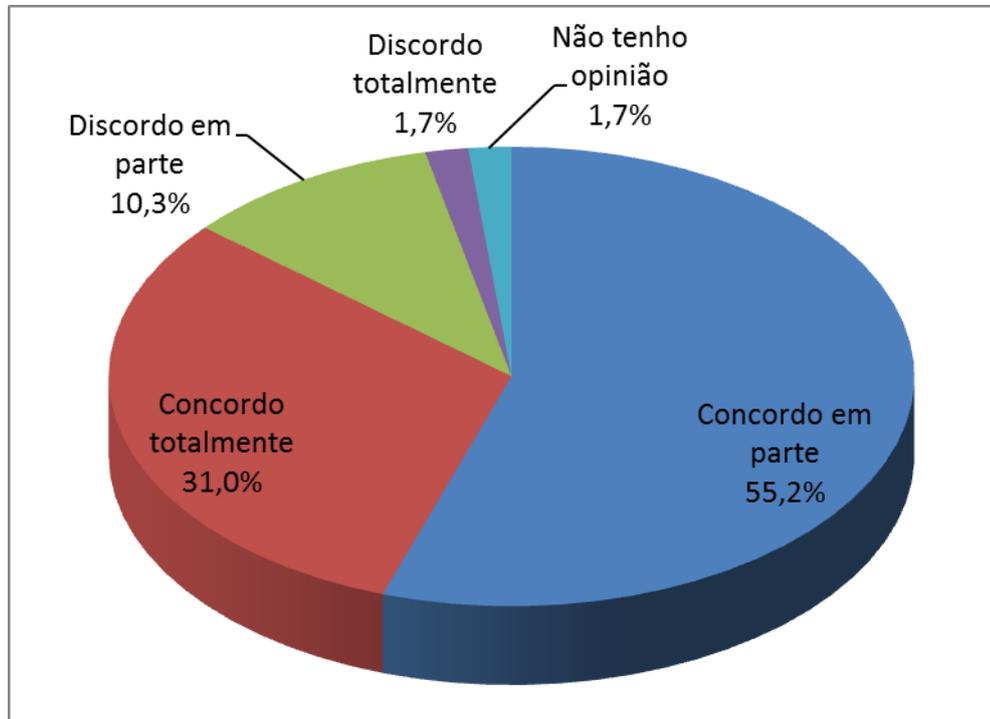


Figura 51 – Gráfico que indica se os alunos consideram o arranjo físico e as instalações do laboratório de usinagem seguro. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Em seu estudo sobre as condições de trabalho em um laboratório de soldagem de uma instituição de ensino profissionalizante, Ciampi (2013) constatou que 48,86% dos itens estão não conformes, porém salienta que, apesar de ter estas não conformidades, os alunos nunca tiveram lesões graves. Ciampi (2013) acrescenta que o responsável por evitar acidentes é a dedicação de cargas horárias para o estudo de normas de segurança na operação de máquinas de soldagem e também o acompanhamento e fiscalização do professor durante a execução das atividades práticas.

Esta questão também foi aplicada aos funcionários de uma serraria localizada no município de Uruará no estado de Pará e 77% dos funcionários responderam que a condição de trabalho da empresa é boa (ALVES et al, 2014). Apesar de a serraria apresentar boas condições de trabalho, Alves et al (2014)

constatou que um dos causadores de acidentes na serraria está ligado à baixa escolaridade dos operários, pois dificulta no entendimento das orientações de segurança para a operação das máquinas e equipamentos. Conforme Alves et al (2014) 59% dos entrevistados possuíam ensino fundamental incompleto e 9% eram analfabetos.

#### 4.4.3 Você considera as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem seguros para se operar?

Nesta questão verificamos que apenas 31% dos alunos consideram totalmente seguro as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem, contra 56,9% dos alunos que concordam em parte e 10,3% que discordaram em parte com esta questão, totalizando um percentual de 67,2% dos alunos (Figura 52). Com este resultado podemos afirmar que as máquinas e equipamentos estão parcialmente seguros, vindo de encontro com a apreciação de risco realizada nestas máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem da instituição de ensino, que nos apresentou vários perigos em que as medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos ou até mesmo inexistentes.

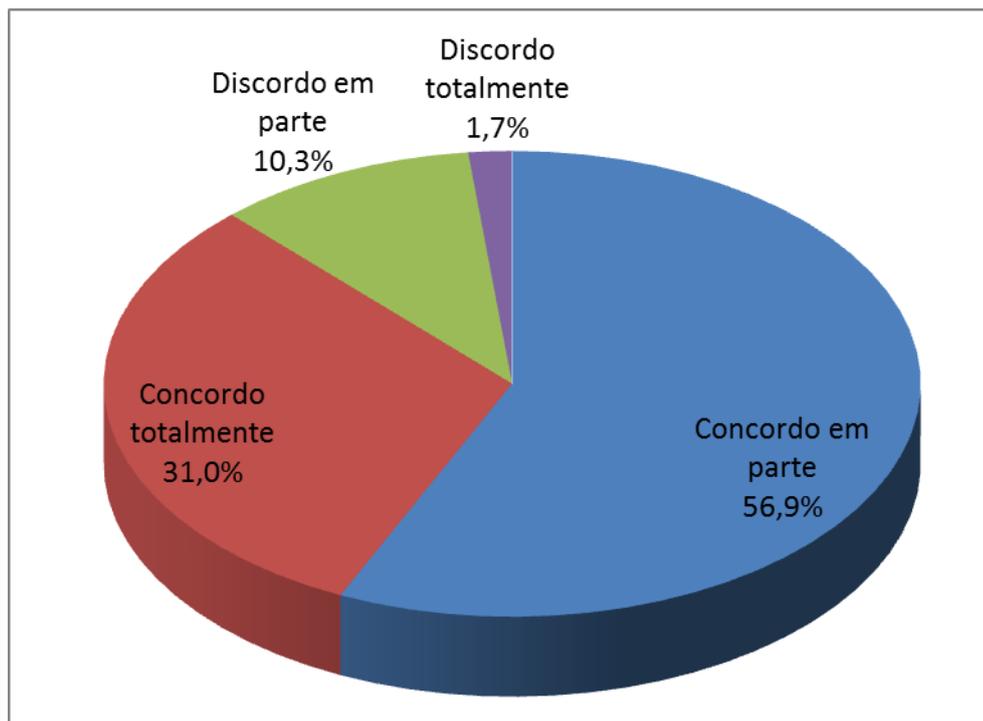


Figura 52 – Gráfico que indica se os alunos consideram as máquinas e equipamentos do laboratório de usinagem seguros para se operar. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Em seu estudo sobre os impactos da nova redação da NR-12 nas indústrias, Souza (2014) pesquisou dezessete empresas, de porte e segmentos diversos, nos três estados do sul do país, sendo quatro no Rio Grande Sul, seis em Santa Catarina e sete no Paraná, todas multinacionais. Neste estudo Souza (2014) verificou que apenas 30% das empresas possuem muitas máquinas e equipamentos adequados aos itens da NR-12, contra 29% que possuem poucas máquinas e equipamentos adequados e outros 41% que não possuem máquinas e equipamentos adequados, sendo que a grande maioria destas empresas também não possui planos futuros de adequação.

4.4.4 Para realizar as aulas de laboratório, os alunos foram treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e das medidas de segurança para a execução das tarefas?

Nesta questão verificamos que apenas 39,7% dos alunos consideram que foram totalmente treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e sobre as medidas de segurança para a execução das tarefas, contra 37,9% dos alunos que concordam em parte, 10,3% que discordaram em parte e outros 12,1% que discordam totalmente com esta questão, totalizando um percentual de 60,3% dos alunos (Figura 53). Com este resultado podemos deduzir que as orientações de segurança não estão sendo passadas corretamente aos alunos ou que os alunos não estão atentos durante esta etapa da disciplina.

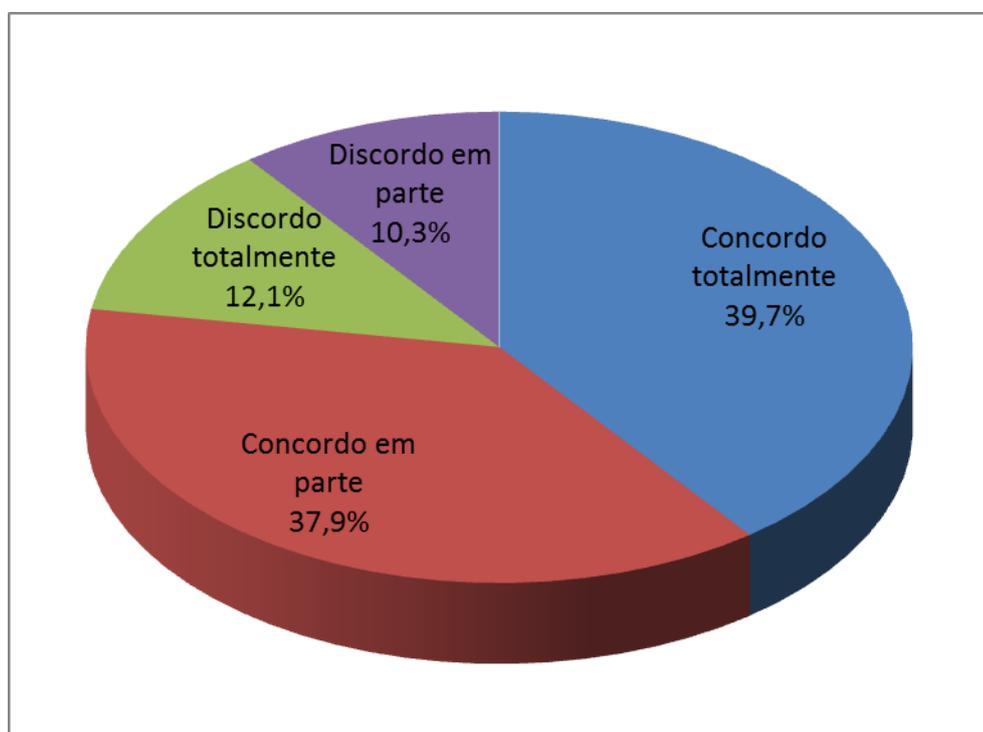


Figura 53 – Gráfico que indica se os alunos foram treinados e informados dos riscos existentes no laboratório de usinagem e das medidas de segurança para a execução das tarefas para realizar as tarefas nas aulas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Segundo Souza (2014) em seu estudo nas indústrias do sul do Brasil, apenas 6% dos trabalhadores considera estar totalmente capacitados, 6% consideram estar bastante capacitados e outros 24% que consideram estar razoavelmente capacitados para operar as máquinas, contra 35% que consideram

estar muito pouco capacitados e 29% que consideram não estar capacitados para operar as máquinas. E segundo Dias (2015) na sua avaliação da percepção dos trabalhadores de soldagem em relação à exposição aos riscos de acidentes no local de trabalho, realizado em uma empresa de serviço de mecânica localizada no município do Sudoeste da Bahia, os trabalhadores possuem algum conhecimento sobre os riscos em seu ambiente de trabalho, porém está fundamentado mais nas suas experiências práticas do que nas orientações recebidas pela empresa.

Conforme o item 12.136 da NR-12, “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”. Além disso, a NR-12 exige que este treinamento seja realizado antes que o trabalhador assuma a função e que tenha uma carga horária mínima que garanta a compreensão do colaborador para realizar sua atividade com segurança. Estes detalhes devem ser analisados pelo professor da disciplina, permitindo uma possível adequação de sua matéria.

#### 4.4.5 Você acha suficiente a orientação de segurança ministrada para a utilização do laboratório de usinagem?

Nesta questão verificamos que apenas 27,6% dos alunos consideram suficientes as orientações de segurança recebidas para a utilização do laboratório de usinagem, contra 41,4% dos alunos que concordam em parte, 17,2% que discordaram em parte e outros 13,8% que discordam totalmente com esta questão, totalizando um percentual de 72,4% dos alunos (Figura 54). Com este resultado podemos deduzir que as orientações de segurança não são suficientes para que os alunos executem as tarefas no laboratório de usinagem.

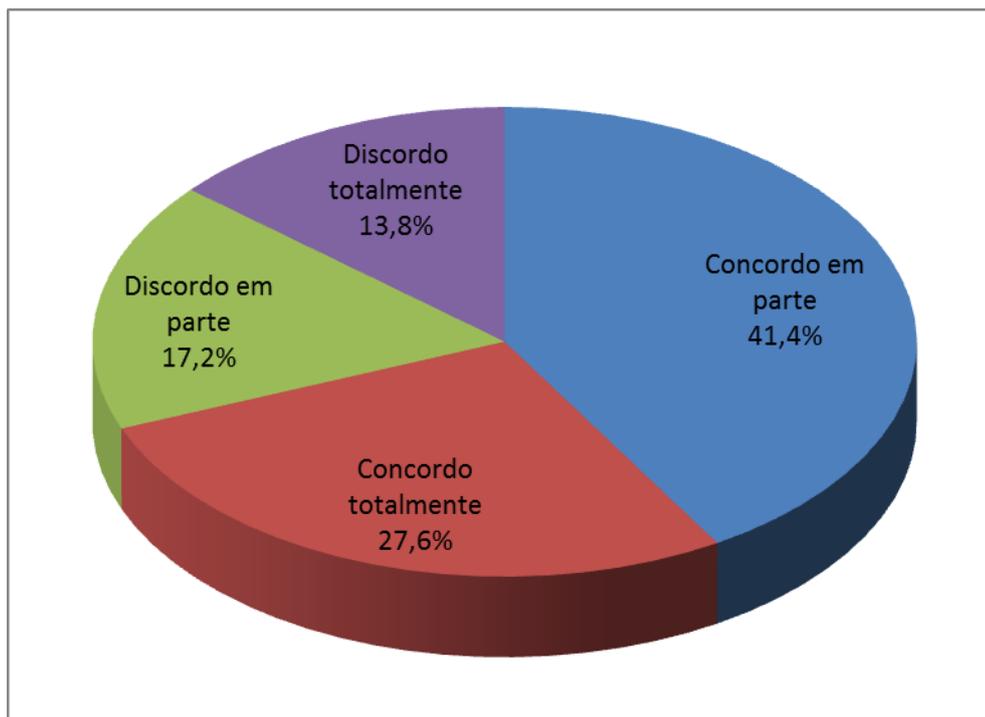


Figura 54 – Gráfico que indica se os alunos consideram suficientes as orientações de segurança ministradas para a utilização do laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

#### 4.4.6 Os alunos receberam equipamento de proteção para a execução das tarefas no laboratório de usinagem?

Nesta questão verificamos que 65,5% dos alunos concordam totalmente em ter recebido os equipamentos de proteção para a execução das tarefas no laboratório de usinagem e mais 29,3% concordam em parte (Figura 55). Com este resultado podemos concluir que os alunos estão recebendo os equipamentos de proteção pela instituição de ensino.

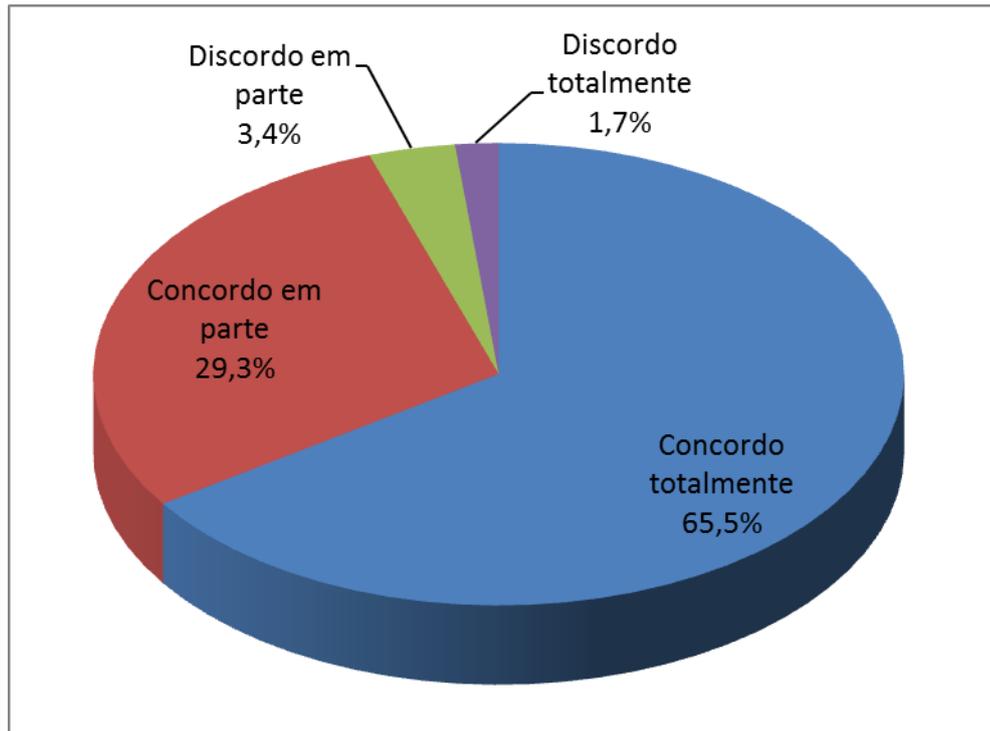


Figura 55 – Gráfico que indica se os alunos receberam os equipamentos de proteção para a execução das tarefas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Segundo Camargo e Souza (2008) em estudo de caso realizado em uma laminadora localizada no município de Pinhão, Estado do Paraná, grande parte dos acidentes aconteceram devido aos colaboradores desconhecerem a necessidade do uso dos equipamentos de proteção. De acordo com os autores, apenas 30% dos trabalhadores usam regularmente todos os equipamentos de proteção, contra 53% que usam algum tipo de equipamento de proteção e outros 17% não usam nenhum tipo de equipamentos de proteção recomendados pela empresa. De acordo com Camargo e Souza (2008), além de não terem conhecimento da obrigatoriedade dos equipamentos de proteção, os trabalhadores salientaram que estes equipamentos de proteção atrapalham para a execução das atividades. Já no diagnóstico de Alves et al (2014) em uma serraria localizada no município de Uruará no estado de Pará, todos os trabalhadores comentaram que utilizam os equipamentos de proteção durante suas atividades e 90,9% comentaram que a empresa fornece a orientação sobre o uso dos mesmos.

Dias (2015), também obteve um resultado positivo ao questionar se os trabalhadores utilizam os equipamentos de proteção disponibilizados pela empresa. Salienta Dias (2015) que “Os EPI’s possuem a função de proteger a integridade física e a saúde do trabalhador, reduzindo assim as lesões geradas pelos acidentes de trabalho. O uso desses equipamentos deverá ser feito caso não haja possibilidade de eliminar os riscos no ambiente de trabalho em que são realizadas as atividades.” É importante salientar que, conforme item 6.3 da NR-06, “a empresa é obrigada a fornecer aos empregados, gratuitamente, EPI adequado ao risco, em perfeito estado de conservação e funcionamento.”

4.4.7 No início de cada aula no laboratório de usinagem, é realizada uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas?

Nesta questão verificamos que apenas 19% dos alunos concordam totalmente em fazer uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas antes de iniciar as aulas no laboratório de usinagem, contra 32,8% dos alunos que concordam em parte, 17,2% que discordaram em parte e outros 24,1% que discordam totalmente com esta questão, totalizando um percentual de 74,1% dos alunos (Figura 56). Com este resultado podemos concluir que os alunos não realizam uma inspeção adequada nas condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas antes de iniciar as aulas no laboratório de usinagem.

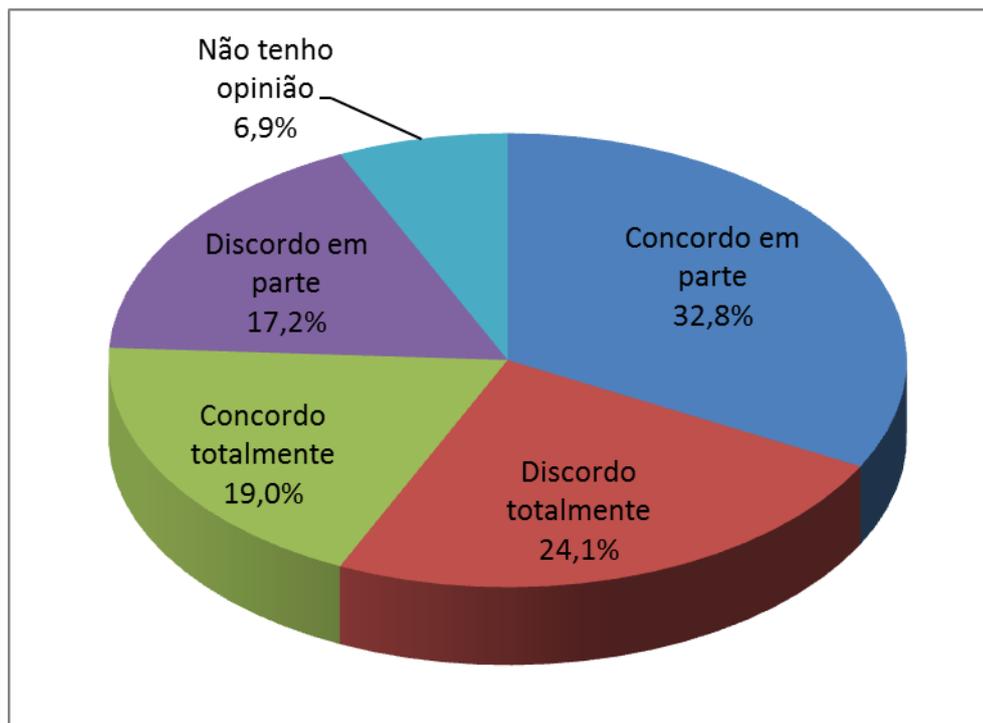


Figura 56 – Gráfico que indica se é realizada uma inspeção das condições de segurança no arranjo físico e nas máquinas do laboratório de usinagem antes de cada aula. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Conforme o item 12.131 da NR-12, “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”. Além disso, a NR-12 solicita que, caso seja constatado alguma anormalidade que ponha em risco a segurança do operador ou dos demais envolvidos no ambiente de trabalho, o serviço seja paralisado imediatamente seguido da notificação do responsável hierárquico.

No regulamento para a utilização do laboratório, impresso e disponível na parede do laboratório de usinagem da instituição (Quadro 7), consta que é a obrigação do professor a realização de um check list no início e no final das aulas de laboratório, comunicando o responsável caso tenha alguma não conformidade. Além disso, consta no regulamento que, caso encontre um problema relacionado à segurança, o aluno deverá informar ao professor.

#### 4.4.8 Durante as aulas de laboratório, é necessário realizar manutenção, reparos ou outras intervenções que não sejam operar as máquinas?

Nesta questão verificamos que 15,5% dos alunos responderam que nunca realizam manutenção, reparos ou outras intervenções nas máquinas do laboratório de usinagem, seguidos de mais 46,6% que responderam raramente. Outros 6,9% dos alunos responderam que sempre e mais 22,4% que responderam às vezes (Figura 57). Com este resultado podemos concluir que alguns alunos realizam manutenção, reparos ou outras intervenções nas máquinas do laboratório de usinagem.

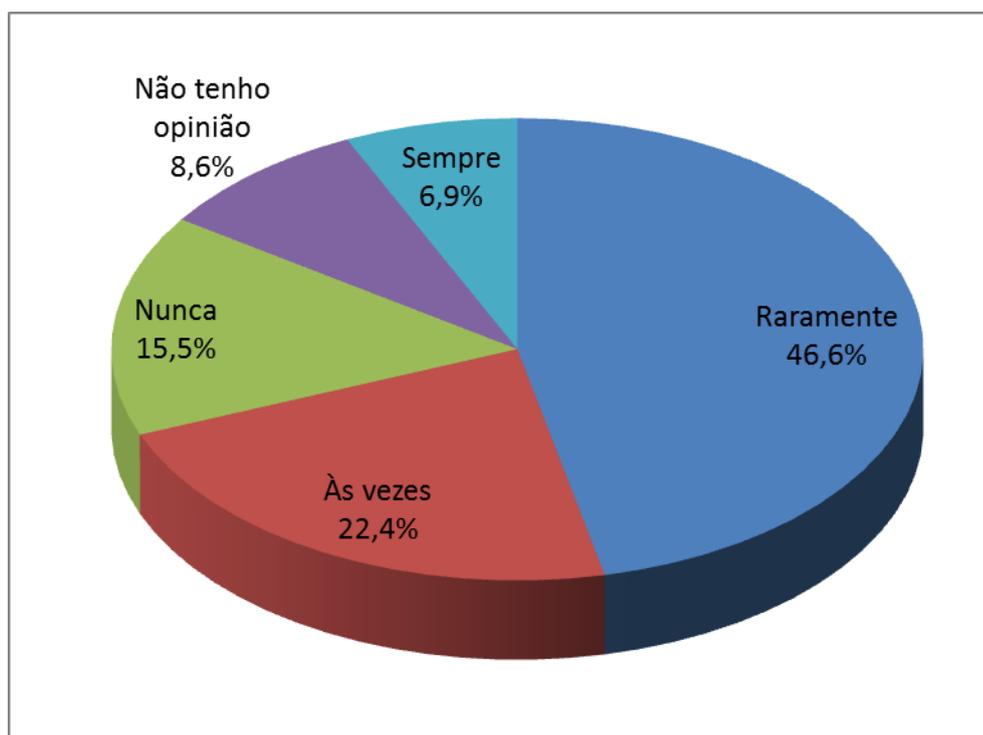


Figura 57 – Gráfico que indica se os alunos precisam realizar manutenção, reparos ou outras intervenções que não sejam operar as máquinas durante as aulas no laboratório de usinagem. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Conforme o item 12.113 da NR-12, “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”. No regulamento para a utilização do laboratório, impresso e disponível na parede do laboratório de usinagem da instituição (Quadro 7), não temos claramente descrito um procedimento ou medidas de segurança necessárias para atender este item da norma, porém está descrito neste regulamento que o aluno só poderá utilizar a máquina ou equipamento com a permissão do professor, o que garante uma maior segurança ao aluno. Além disso, está descrito no regulamento que, em caso de condições anormais como manutenções, devem-se utilizar avisos simples ou objetos que sinalizem o risco.

#### 4.4.9 Em sua opinião, qual é a importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino?

Para analisar melhor esta questão, foram divididas as respostas entre o curso técnico em mecânica e o curso superior em fabricação mecânica, pois houve uma diferença grande entre as respostas compiladas. Para o curso técnico em mecânica (Figura 58) verificamos que 58,6% dos alunos acham que a importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino é alta, outros 34,5% responderam que é razoável e 6,9% responderam que é baixa. Já no curso superior em fabricação mecânica (Figura 59) verificamos que apenas 24,1% dos alunos acham que a importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino é alta, outros 48,3% responderam que é razoável e 24,1% responderam que é baixa.

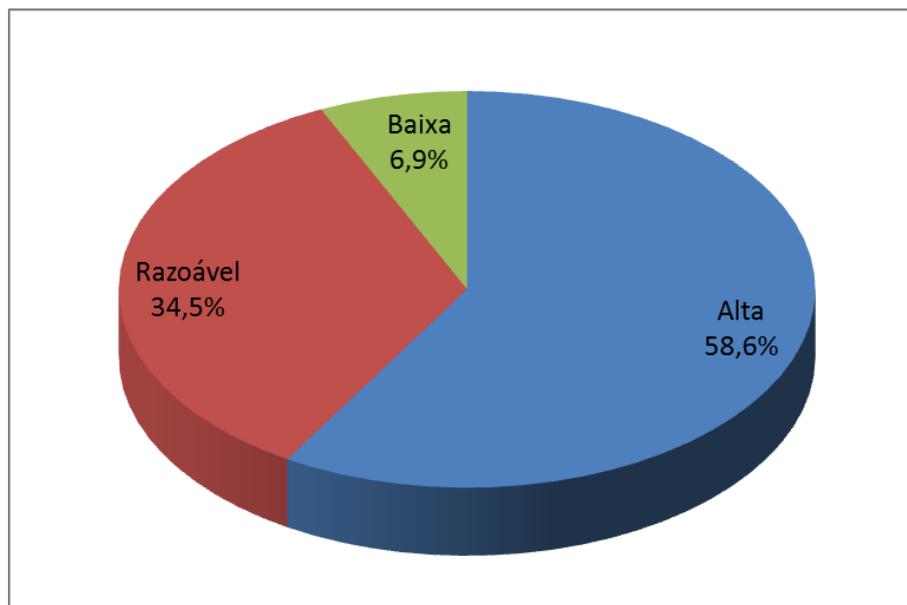


Figura 58 – Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto à importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica.

Fonte: O autor (2017).

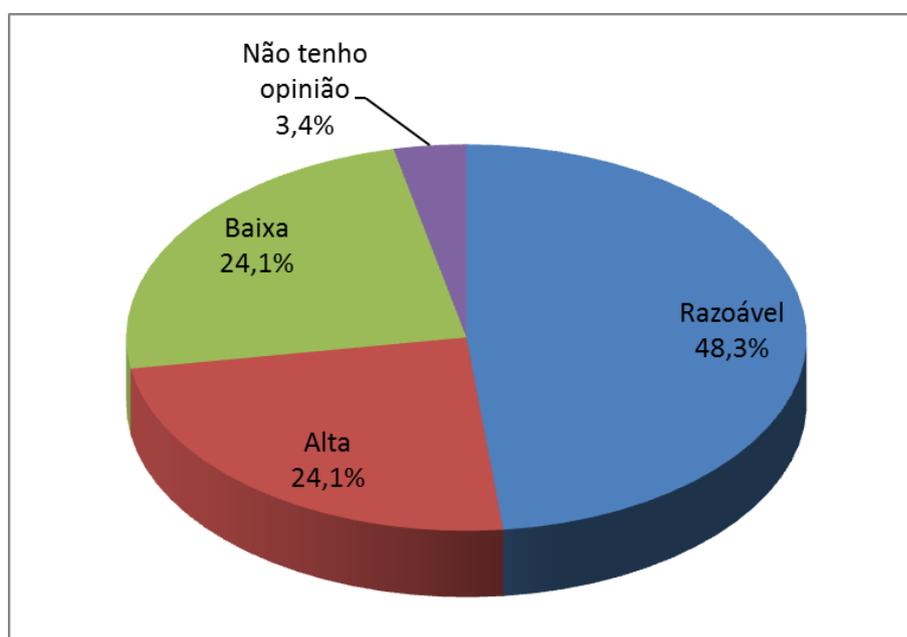


Figura 59 – Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto à importância dada ao tema segurança do trabalho nas instituições de ensino. Pergunta realizada para os alunos do curso superior em fabricação mecânica.

Fonte: O autor (2017).

Segundo Souza (2014) em seu estudo nas indústrias do sul do Brasil, os trabalhadores não dão tanta importância ao tema segurança do trabalho, na opinião dos gestores. A pesquisa apresenta que apenas 24% dos gestores entrevistados consideram que os trabalhadores acham bastante importante o tema segurança do trabalho, contra 23% que consideram razoavelmente importante, 35% que acham muito pouco importante e outros 18% dos gestores que acham que os trabalhadores não consideram o tema segurança do trabalho importante.

Conforme diagnóstico de Alves et al (2014) em uma serraria localizada no município de Uruará no estado de Pará, apesar de ter algumas condições de segurança para adequar, a empresa evidenciou uma certa preocupação com os trabalhadores, com um foco no fornecimento e utilização dos equipamentos de proteção. A mesma preocupação da empresa com os equipamentos de segurança foi observada no estudo de caso de Camargo e Souza (2008), em uma laminadora localizada no município de Pinhão, Estado do Paraná, onde também foi observado o interesse da empresa com o tema segurança do trabalho.

A preocupação quanto ao tema segurança do trabalho vem aumentando nas empresas, onde percebemos um foco maior e a criação de metas específicas para o tema. Conforme Souza (2014), 12% das empresas multinacionais pesquisadas do sul do País já consideram totalmente a segurança como pilar da empresa, 24% consideram bastante e outros 23% consideram razoavelmente, mostrando o interesse das empresas quanto à mudança cultural no País.

#### 4.4.10 Em sua opinião, qual é o principal motivo de acontecer acidentes na indústria metalúrgica?

Nesta questão verificamos a opinião dos alunos quanto ao principal motivo de acontecer acidentes na indústria metalúrgica (Figura 60), sendo que foram considerados apenas os alunos que trabalham ou já trabalharam na indústria metalúrgica (Figura 50). A resposta de maior percentual foi quanto à falta de atenção, com 45,8% dos alunos entrevistados, seguido de 22,9% para o não cumprimento das normas da empresa, 14,6% para operadores sem treinamento, 6,3% para máquinas sem proteção, 6,3% para outros, 2,1% para ambiente de

trabalho em péssimas condições de uso e outros 2,1% que não opinaram.

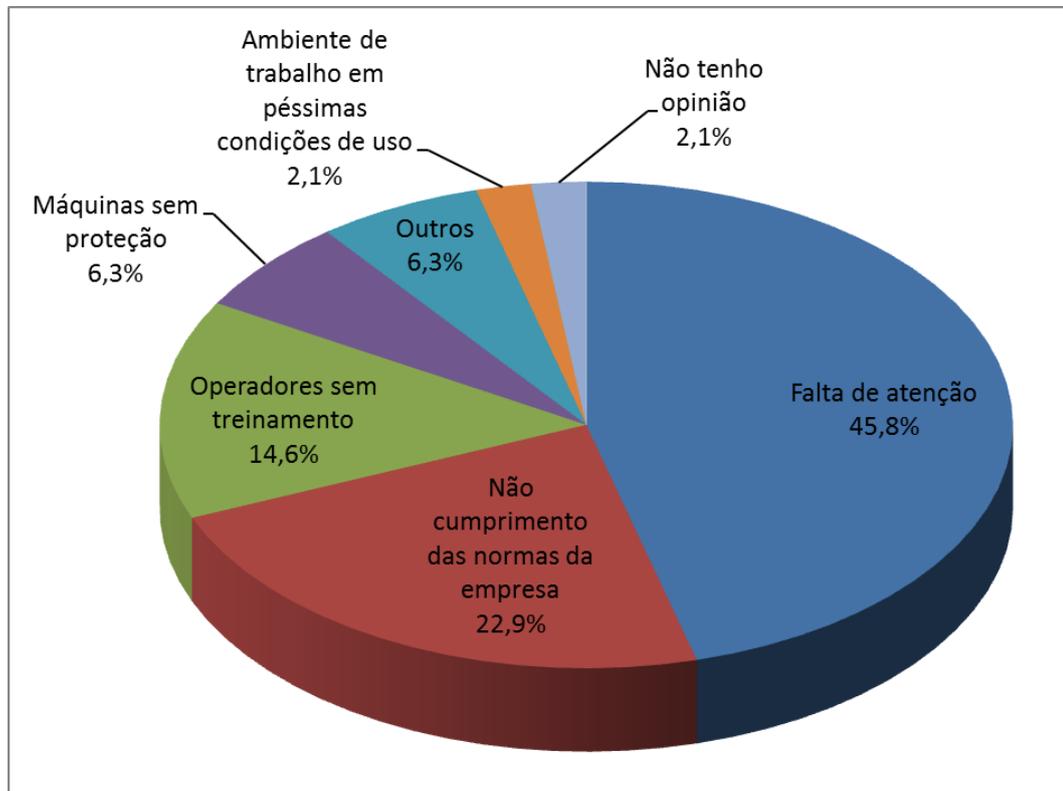


Figura 60 – Gráfico que indica a opinião dos alunos quanto ao principal motivo de acontecer acidentes na indústria metalúrgica. Pergunta realizada para os alunos do curso técnico em mecânica e do curso superior em fabricação mecânica que trabalham ou já trabalharam na indústria metalúrgica.

Fonte: O autor (2017).

Em sua análise dos acidentes de trabalho ocorridos no Estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997, Goldman (2002) constatou que 31,55% ocorreram em empresas da atividade metalúrgica, o maior percentual obtido entre todas as atividades, sendo 40,9% destes acidentes causados por agentes de lesão pertencentes ao posto de trabalho dos operários, como máquinas, prensas e tornos, chapas, peças e ferramentas. Nesta análise podemos ver o impacto que pode trazer a aplicação da NR-12 nas empresas, pois o percentual de acidentes devido ao ambiente de trabalho e máquinas inadequadas é significativo.

Gonçalves e Dias (2011), em seu estudo dos acidentes ocorridos durante três anos em uma indústria metalúrgica do interior de São Paulo, analisaram 336 acidentes de trabalho e concluíram que os principais fatores que levaram à

ocorrência destes acidentes foram o estado precário de ferramentas e equipamentos, a falta ou insuficiência de manutenções e a pressão produtiva sobre o trabalhador, sendo este último um fator para a realização de tarefas infringindo procedimentos e normas de segurança, burlando proteções e permitindo que trabalhadores sem treinamento executem atividades diversas na empresa. Durante este estudo, os trabalhadores comentaram que é necessário investimento por parte da empresa para adequar os equipamentos e as condições de trabalho.

Conforme estudo realizado nos acidentes de trabalho registrados e atendidos por um hospital, no Município de Piracicaba no Estado de São Paulo durante o ano de 2004, Dias, Cordeiro e Gonçalves (2006) concluíram que, dos 600 acidentes analisados, 23,74% foram causados por máquinas e equipamentos, a maior porcentagem dos causadores. Neste estudo também foi obtida a conclusão de que o ruído pode aumentar em dobro o risco do trabalhador se acidentar, pelo fato desta variável estar presente na maioria dos acidentes.

## 5 CONCLUSÃO

Durante a pesquisa bibliográfica houve grande dificuldade na obtenção de artigos e pesquisas relacionados com a aplicação do check list da NR-12, com a apreciação de risco em máquinas e equipamentos e também com questionários de segurança do trabalho aplicados aos alunos e trabalhadores. Os artigos e pesquisas encontradas também não tinham claramente a metodologia aplicada e como chegar aos resultados, o que exigiu uma adequação da metodologia selecionada.

Na elaboração do layout do laboratório de usinagem já foram constatados itens que não atendem a NR-12. O layout disposto na entrada do laboratório está desatualizado tanto na disposição das máquinas e equipamentos quanto na falta de representação dos mesmos, alguns equipamentos trancam as portas de saída e é inexistente a demarcação de corredores e locais de armazenamento de materiais.

Com a aplicação do check list, percebemos que o laboratório de usinagem da instituição de ensino possui um percentual de conformidade de 51,61% com os itens da NR-12, obtendo uma classificação boa quanto à adequação do arranjo físico e das máquinas e equipamentos. Entretanto, faz-se necessário realizar um plano de ação para solucionar as não conformidades levantadas neste check list, visto que a maioria dos itens possui solução de simples implantação.

Ao realizar a apreciação de risco das máquinas e equipamentos, foram verificadas ineficiências nas proteções existentes nas máquinas e equipamentos e também a falta destas proteções para muitas máquinas do laboratório de usinagem, sendo que, conforme a alteração de 2010 da NR-12, as máquinas do laboratório já deveriam ter sido adequadas tendo em vista os prazos definidos em Norma.

Além disso, os perigos presentes nas máquinas e equipamentos não estão claramente identificados no regulamento para o uso do laboratório, o que traz a probabilidade de acidentes na operação destas máquinas pelo fato dos alunos não conhecerem estes riscos. Neste quesito a instituição de ensino tem a necessidade de elaborar um documento para treinamento dos alunos que diz claramente os riscos nas atividades realizadas nas máquinas e equipamentos com as medidas de prevenção existentes.

A análise dos dados compilados da pesquisa com os alunos usuários do laboratório de usinagem permitiu a conclusão de que os treinamentos e orientações de segurança para as atividades no laboratório de usinagem não são suficientes, sendo que, na opinião dos alunos, o arranjo físico, as instalações e as máquinas e equipamentos não apresentam um nível de segurança aceitável.

Com a conclusão deste trabalho visualizam-se algumas recomendações de trabalhos acadêmicos:

- Selecionar uma máquina do laboratório de usinagem para eliminar ou reduzir os riscos apresentados;
- Selecionar os itens do check list relacionados ao arranjo físico e instalações do laboratório de usinagem para adequação conforme NR-12;
- Elaborar um documento com mais detalhes das atividades e dos riscos presentes no laboratório de usinagem para treinamento dos alunos usuários do laboratório e que seja de fácil compreensão;
- Aplicar uma metodologia similar para verificar o cumprimento dos itens solicitados pela NR-10 ou pelas demais Normas Regulamentadoras;
- Aplicar a metodologia deste trabalho nos outros laboratórios da instituição de ensino.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. dos S. A. et al. Diagnóstico das Condições de Trabalho em Serraria, Uruará, Pará, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, v.10, p.2879-2887, 01 dez. 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12100**: Segurança de máquinas – Avaliação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14009**: Segurança de máquinas – Princípios para avaliação de riscos. Rio de Janeiro, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14153**: Segurança de máquinas – Partes de Sistemas de Comando Relacionados à Segurança – Princípios Gerais para Projeto. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Lei 8.213**, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. Brasília, 1991. Legislação Federal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8213cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8213cons.htm)>. Acesso em: 27 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras**. 14 set. 2015. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/normatizacao/normas-regulamentadoras>>. Acesso em: 26 fev. 2017.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTE nº505, de 16 de abril de 2015. **Norma Regulamentadora No. 06**: Equipamento de Proteção Individual - EPI. Diário Oficial União. 17 abr. 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTPS nº509, de 29 de abril de 2016. **Norma Regulamentadora No. 12**: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Diário Oficial União. 02 mai. 2016.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego e Previdência Social. **Anuário Estatístico da Previdência Social**: suplemento histórico 1980 – 2014. Brasília, v.7, p.1-196, 2014.

CAMARGO, M.; SOUZA, H. E. L. de.. Segurança do Trabalho: Um estudo de caso de uma empresa madeireira. **UNICENTRO: Revista Eletrônica Lato Sensu**, Paraná, p.1-15, 2008. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/download/seguranca%20e%20medicina%20no%20trabalho/Leitura%20anexa%206.pdf>>. Acesso em: 28 fev. 2017.

CARDELLA, B.. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes, uma abordagem holística**: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. São Paulo: Atlas; 1999.

CIAMPI, J. C. S.. **Estudo de Condições de Trabalho em Laboratório de Soldagem de uma Instituição de Ensino Profissionalizante**. 2013. 92 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

**Clark Machine.** Disponível em: <<http://clarkmachine.com.br/Images/foto/Ret%C3%ADfica%20Plana%20SG%20CLARK.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

CONTO, N.. **Análise dos Requisitos de Sinalização e Segurança nas Máquinas de uma Indústria de Grande Porte**. 2013. 86 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

CORRÊA, M. U.. **Sistematização e Aplicações da NR-12 na Segurança em Máquinas e Equipamentos**. 2011. 111 f. TCC (Pós Graduação) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2011.

DIAS, A.; CORDEIRO, R.; GOLÇALVES, C. G. de O.. Exposição Ocupacional ao Ruído e Acidentes do Trabalho. **Cadernos de Saúde Pública**. Rio de Janeiro, v.22 (10), p.2125-2130, out. 2006. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/196920/1/pmed\\_16951884.pdf](http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/196920/1/pmed_16951884.pdf)>. Acesso em: 05 jun. 2017.

DIAS, T. M. A. Percepção dos Trabalhadores de Soldagem em Relação à Exposição aos Riscos de Acidentes no Local de Trabalho. **Enfermagem Contemporânea**. Bahia: Journals Bahiana, v.4, p.48-55, jan./jun. 2015. Disponível em: <<https://www5.bahiana.edu.br/index.php/enfermagem/article/download/676/427>>. Acesso em: 01 maio 2017.

**Eurostec**. Disponível em: <<http://www.eurostec.com.br/imagens/produtos/20140218040226m1432b.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

**Ferramentas Kennedy**. Disponível em: <[http://www.ferramentaskennedy.com.br/loja/fotos/torno-mecanico-de-bancada-profissional-mr-330-manrod-220v-mono\\_1.jpg](http://www.ferramentaskennedy.com.br/loja/fotos/torno-mecanico-de-bancada-profissional-mr-330-manrod-220v-mono_1.jpg)>. Acesso em: 22 maio 2017.

**FUNDACENTRO**. Boletins Estatísticos. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/estatisticas-de-acidentes-de-trabalho/boletins-estatisticos>>. Acesso em: 03 mar. 2017.

GANDRA, J. J.. **A Influência dos Fatores Organizacionais nos Acidentes do Trabalho**: Estudo de Caso de uma Mineradora. 2004. 336 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

GOLDMAN, C. F.. **Análise de Acidentes de Trabalho Ocorridos na Atividade da Indústria Metalúrgica e Metal-Mecânica no Estado do Rio Grande do Sul em 1996 e 1997**: Breve Interligação Sobre o Trabalho do Soldador. 2002. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

GONÇALVES, C. G. de O.; DIAS, A.. Três Anos de Acidentes do Trabalho em uma Metalúrgica: caminhos para seu entendimento. **Ciência e Saúde Coletiva**. Rio de Janeiro, v.16 (2), p.635-646, fev. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232011000200027](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232011000200027)>. Acesso em: 05 jun. 2017.

HOBBSAWM, E. J.. **Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo**. 6. ed. Rio de Janeiro: Forense, 2011.

IIDA, I.. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

**Kone Indústria de Máquinas Ltda.** Disponível em: <<http://www.kone.com.br/media/produtos/13916192971382388627kfu2imp.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

**Loja do Mecânico.** Disponível em: <<http://www.lojadomecanico.com.br/imagens/21/225/84751/Moto-Esmeril-5-Pol-Bivolt-150W-tramontina-424001501.JPG>>. Acesso em: 22 maio 2017.

**M.A.T. Automação.** Disponível em: <[http://www.matautomacao.com.br/fotos\\_produtos/68\\_g.jpg](http://www.matautomacao.com.br/fotos_produtos/68_g.jpg)>. Acesso em: 22 maio 2017.

MANZATO, A. J.; SANTOS, A. B.. A Elaboração de Questionários na Pesquisa Quantitativa. **IBILCE: Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas**, São Paulo, p.1-17, 2012. Disponível em: <[http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino\\_2012\\_1/ELABORACAO\\_QUESTIONARIOS\\_PESQUISA\\_QUANTITATIVA.pdf](http://www.inf.ufsc.br/~vera.carmo/Ensino_2012_1/ELABORACAO_QUESTIONARIOS_PESQUISA_QUANTITATIVA.pdf)>. Acesso em: 31 Maio 2017.

MENDES, R.. **Máquinas e acidentes de trabalho**. Brasília : MTE/SIT; MPAS, 2001. 86 p. 13 v.

MIRANDA JÚNIOR, L. C. de. **Avaliação de Sistema de Gestão de Segurança e Saúde do Trabalho**: um estudo de caso em empresa distribuidora de energia elétrica. 2009. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Sistema Integrado de Gestão, Centro Universitário SENAC, São Paulo, 2009.

**NEI Soluções**. Disponível em: <<http://images.nei.com.br/Asset/lx/protetor-de-acoplamentos.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

PEREIRA, V. T. **A Relevância da Prevenção do Acidente de Trabalho para o Crescimento Organizacional**. 2001. 23 f. TCC (Graduação) - Curso de Serviço Social, Universidade da Amazônia, Belém, 2001.

**Projelmec Ventilação Industrial**. Disponível em: <[http://www.projelmec.com.br/images/produtos/industrial/protetor\\_polias\\_e\\_correias\\_fechado.jpg](http://www.projelmec.com.br/images/produtos/industrial/protetor_polias_e_correias_fechado.jpg)>. Acesso em: 22 maio 2017.

RAAFAT, H. M. N.. Risk Assessment and Machinery Safety. **Journal Of Occupational Accidents**, Birmingham, jun. 1989. P. 37-50. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0376634989900047>>. Acesso em: 27 fev. 2017.

SANTOS, A. R. M. **O Ministério do Trabalho e Emprego e a Saúde e Segurança no Trabalho**. In: CHAGAS, A. M. de R.; SALIM, C. A.; SERVO, L. M. S. (Org.). Saúde e Segurança no Trabalho no Brasil: Aspectos Institucionais, Sistemas de Informações e Indicadores. Brasília: IPEA, 2011. P.21-75.

SANTOS JUNIOR, J. R. do; ZANGIROLAMI, M. J.. **NR-12 - Segurança em Máquinas e Equipamentos**: Conceitos e Aplicações. São Paulo: Érica, 2015. 232 p.

SHERIQUE, J.. **NR-12: Passo a Passo para a Implantação**. São Paulo: LTr, 2014. 182 p.

**SICK Sensor Intelligence.** Disponível em: <<https://sick-saopaulo.data.continum.net/media/330/8/78/978/IM0052978.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

SIQUEIRA, W. D.. **Gerenciamento dos Riscos Ocupacionais no Trabalho com Máquinas e Equipamentos.** 2014. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenheiro de Segurança do Trabalho, Universidade Alto Vale do Rio do Peixe, Caçador, 2014.

SOUZA, G. F. de. **Impactos da Nova Redação da NR 12 nas Indústrias.** 2014. 65 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

**Tencarva Machinery Company.** Disponível em: <<http://www.tencarva.com/wp-content/uploads/type-cgu-kit-guard.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2017.

VERONA, S. P.. **NR12- Avaliação de Riscos:** Estudo de Caso – Indústria de Manufatura de Aramados. 2014. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Segurança do Trabalho, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2014.

WÜNSCH FILHO, V.. Reestruturação produtiva e acidentes de trabalho no Brasil: estrutura e tendências. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 15(1): p.41-51, jan-mar. 1999.

ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F.. **Segurança em trabalhos com maquinaria.** São Paulo: LTr, 2002. 76 p.