

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CAMPUS RAU

JEFERSON GORGES

ANÁLISE DE SEGURANÇA DO LABORATÓRIO DE ENSINO EM MANUTENÇÃO E  
CONFORMAÇÃO MECÂNICA

JARAGUÁ DO SUL  
JUNHO DE 2018

JEFERSON GORGES

ANÁLISE DE SEGURANÇA DO LABORATÓRIO DE ENSINO EM MANUTENÇÃO E  
CONFORMAÇÃO MECÂNICA

Monografia apresentada ao  
Curso de Tecnologia em  
Fabricação Mecânica do  
Câmpus Jaraguá do Sul – Rau,  
do Instituto Federal de Santa  
Catarina para a obtenção do  
diploma de Tecnólogo em  
Fabricação Mecânica.

Orientadora: Laline Broetto

JARAGUÁ DO SUL  
JUNHO DE 2018

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

Gorges, Jeferson

**Análise de segurança do laboratório de ensino em manutenção e conformação mecânica / Jeferson Gorges ; orientação de Laline Broetto. Jaraguá do Sul, SC, 2018.**

73 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. Laboratório de manutenção. 4. Máquinas. I. Broetto, Laline. II. Instituto Federal de Santa Catarina. . III. Título.

JEFERSON GORGES

ANÁLISE DE SEGURANÇA DO LABORATÓRIO DE ENSINO EM MANUTENÇÃO E  
CONFORMAÇÃO MECÂNICA

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título em Tecnólogo em  
Fabricação Mecânica, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Santa Catarina, e aprovado na sua forma final pela comissão avaliadora abaixo  
indicada.

Jaraguá do Sul, 20 de junho de 2018



Profa. Dra. Laline Broetto

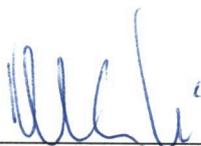
Orientadora

IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Esp. Carlos Roberto Alexandre

IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU



Prof. Me. Delcio Luís Demarchi

IFSC – Campus Jaraguá do Sul - RAU

Dedico este trabalho a todos presentes em minha vida, pois quando tive esse propósito, aqueles que me amam, ao meu lado estavam.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado a coisa mais importante, a vida.

Aos meus pais Ildemar e Maria pelo apoio, amor, carinho, dedicação, paciência, afeto e principalmente 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.

"Insanidade é continuar fazendo sempre a mesma coisa e esperar resultados diferentes."

(Albert Einstein)

## RESUMO

As máquinas revolucionaram o desenvolvimento industrial, alavancando a produção e o crescimento econômico. Entretanto trouxeram enormes consequências pela falta de segurança ao trabalhador, causando acidentes de trabalho, doenças ocupacionais, lesões irreversíveis e provocando até mesmo a morte. Sabendo da importância do tema este trabalho teve como objetivo analisar as condições de segurança de um laboratório de manutenção e conformação mecânica de uma Instituição de Ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina. A análise das condições de segurança do laboratório foi realizada através da aplicação da NR-12 (Norma Regulamentadora de segurança do trabalho em máquinas e equipamentos). Foi elaborado um checklist de avaliação global conforme exigências da NR-12 e em seguida foi realizado a apreciação do risco seguindo os passos descritos na ABNT NBR 12100. Após a realização do checklist e da apreciação dos riscos, foi possível obter o percentual de conformidade do laboratório que foi de 61,95% em relação aos itens aplicáveis e exigidos pela NR-12. A grande maioria das máquinas e equipamentos que foram analisados possuem perigos, pois, as medidas de controle existentes não são suficientes para eliminar a ocorrência de acidentes. O ideal seria uma readequação das máquinas existentes e instrução de uso seguro para os alunos usuários do laboratório.

Palavras-Chave: NR-12. Segurança do Trabalho. Laboratório de Manutenção. Máquinas.

## **ABSTRACT**

The industrial development had been revolutionized by the machines, leveraging production and economic growth. However, they have had tremendous consequences for the worker's lack of safety, causing work accidents, occupational diseases, irreversible injuries and even death. Knowing the importance of the subject matter, this work has had the aim of analyzing the safety conditions of a laboratory of maintenance and mechanical forming of a Teaching Institution of Jaraguá do Sul, Santa Catarina. The analysis of the safety conditions of the laboratory has been undertaken through the application of NR-12 (Regulatory Norm of Safety in Machinery and Equipment Work). A global assessment checklist was prepared according to NR-12 requirements and after that, the risk assessment has been undertaken throughout following the steps described in ABNT NBR 12100. After the checklist and the risk assessment, it was possible to obtain the laboratory compliance rate of 61.95% in relation to applicable items required by NR-12. The great majority of the machinery and equipment that were analyzed have risks since the existing control measures are not enough to eliminate the occurrence of accidents. Ideally, it would be a readjustment of the existing machinery and instruction of safe use for students of the laboratory.

Keywords: NR-12. Labor Safety. Laboratory of Maintenance. Machinery.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Número de acidentes de trabalho no Brasil, nos anos de 2013, 2014 e 2015. ....	19
Figura 2 - Riscos mecânicos a que estão expostos os trabalhadores quando trabalham em máquinas e equipamentos.....	25
Figura 3 - Esquema para seleção de categoria de segurança (B, 1, 2, 3 e 4) adequada as máquinas e equipamentos avaliados.....	29
Figura 4 - Layout do laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	32
Figura 5 - Torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	35
Figura 6 - Carro principal e transversal do torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	36
Figura 7 - Painel traseiro e lateral do torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	37
Figura 8 - Proposta de proteção para o torno convencional.....	38
Figura 9 - Furadeira de bancada F-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	38
Figura 10 - Furadeira de bancada F-02 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	39
Figura 11 - Proposta de proteção para as furadeiras. ....	41
Figura 12 - Guilhotina existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	41
Figura 13 - Calandra existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	43
Figura 14 - Sugestão de proteção para Calandra. ....	45
Figura 15 - Dobradeira de chapas existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	45
Figura 16 - Proposta de proteção para a máquina dobradeira.....	47
Figura 17 - Máquina de solda processo MIG existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	48
Figura 18 - Máquina de solda processo eletrodo revestido existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.....	48
Figura 19 - Elevacar existente no laboratório de manutenção e conformação	

mecânica.....	50
Figura 20 - Proposta de um elevacar com sistemas de segurança.....	51

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. ....	20
Quadro 2 – Classificação da empresa conforme porcentagem de itens atendidos pela NR-12. ....	27
Quadro 3 – Características da estimativa de risco em severidade do dano, probabilidade de ocorrência e possibilidade de evitar ou limitar o dano, classificação e justificativa. ....	29
Quadro 4 – Resumo dos requisitos por categorias, comportamento do sistema e princípios para atingir a segurança. ....	30
Quadro 5 – Inventário de máquinas e equipamentos do laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	33
Quadro 6 – Análise do risco de utilização do Torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	35
Quadro 7 – Análise do risco de utilização das Furadeiras de bancada F-01 e F-02 existentes no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	39
Quadro 8 – Análise do risco de utilização da máquina guilhotina existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	42
Quadro 9 – Análise do risco de utilização da máquina calandra existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	43
Quadro 10 – Análise do risco de utilização da máquina dobradeira de chapas existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica. ....	46
Quadro 11 – Análise do risco de utilização das máquinas de solda. ....	48
Quadro 12 – Análise do risco de utilização do elevacar. ....	50

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CAT – Comunicação de Acidentes de Trabalho

CLT – Consolidação das Leis de Trabalho

EPI – Equipamento de Proteção Individual

MTE – Ministério do Trabalho e Emprego

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora

NR – Norma Regulamentadora

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Objetivos.....	13
1.1.1 Objetivo geral .....	13
1.1.2 Objetivos específicos .....	14
2 REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1 Segurança do trabalho.....	15
2.2 Acidente de trabalho .....	15
2.3 Acidentes com máquinas industriais .....	17
2.4 Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina de Trabalho.....	20
2.5 Norma Regulamentadora NR-12 .....	23
2.6 Normas nacionais em segurança de máquinas .....	24
2.7 Riscos mecânicos associados às máquinas.....	25
3 METODOLOGIA.....	26
3.1 Revisão bibliográfica.....	26
3.2 Etapas para adequação à NR-12 do laboratório de manutenção e conformação mecânica .....	26
3.2.1 Etapa 1 – inventário das máquinas e equipamentos.....	26
3.2.2 Etapa 2 – checklist de avaliação global.....	27
3.2.3 Etapa 3 – Apreciação do risco das máquinas e equipamentos .....	27
3.2.3.1 Identificação do perigo.....	28
3.2.3.2 Estimativa do risco.....	28
3.2.3.3 Proposta de correção para redução dos riscos .....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	32
4.1 Inventário das máquinas e equipamentos .....	32
4.2 Checklist de avaliação global.....	34
4.3 Apreciação do risco .....	34
4.3.1 Torno convencional T-01 .....	35
4.3.1.1 Sugestões para adequação do Torno convencional T-01conforme exigências da NR-12 .....	37
4.3.2 Furadeiras de bancada F-1 e F-2.....	38
4.3.2.1 Sugestões para adequação de Furadeiras de bancada F-1 e F-2 conforme exigências da NR-12.....	40

4.3.3 Guilhotina GUI.....	41
4.3.3.1 Sugestões para adequação da Guilhotina conforme exigências da NR-12 .....	42
4.3.4 Calandra.....	43
4.3.4.1 Sugestões para adequação da Calandra conforme exigências da NR-12.....	44
4.3.5 Dobradeira .....	45
4.3.5.1 Sugestões para adequação da Calandra conforme exigências da NR-12.....	47
4.3.6 Máquinas de processo solda Mig e Eletrodo Revestido.....	47
4.3.6.1 Sugestões para adequação das máquinas de solda conforme exigências da NR-12 .....	49
4.3.7 Elevacar .....	50
4.3.7.1 Sugestões para adequação das máquinas de solda conforme exigências da NR-12 .....	51
5 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A.....	57

## **1 INTRODUÇÃO**

Segurança do trabalho envolve as ações empregadas para prevenir acidentes através da eliminação das condições inseguras do ambiente de trabalho e ou instruindo ou sensibilizando os trabalhadores da importância da implementação de práticas preventivas, e envolvem medidas técnicas, médicas e psicológicas (CHIAVENATO, 2000).

O principal objetivo da segurança do trabalho é a diminuição ou até mesmo a extinção dos riscos ao trabalhador, utilizando recursos que a tecnologia proporciona e também através de treinamento intensos e eficientes para sensibilizar os trabalhadores dos riscos existentes, considerando que o homem em momento algum pode ser comparado com uma máquina, e erros humanos podem vir a ocorrer (OLIVEIRA, 2015).

Em um ambiente de trabalho existem diversas situações que podem ocasionar acidentes, entre eles, máquinas e equipamentos, ferramentas manuais, eletricidade e manuseio de produtos perigosos. Os riscos de acidentes variam conforme a natureza de atividade e as medidas de controle existentes e dessa maneira é de suma importância a análise de fatores de risco em todas as tarefas e em todas as operações (SALIBA, 2004).

Com o aumento do número de acidentes em máquinas e equipamentos no início do século XXI a NR-12 (Norma Regulamentadora de segurança em máquinas e equipamentos) teve atualização mais criteriosa no ano de 2010 obrigando as empresas a adotarem um prazo para adequação de suas máquinas (SOUZA, 2014).

Com isso, entende-se que as Instituições de Ensino tem um papel importante na divulgação e conscientização no que diz respeito a segurança do trabalho, sendo assim, este trabalho teve como objetivo geral analisar as condições de segurança de um laboratório de manutenção e conformação mecânica de uma Instituição de Ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, avaliando a conformidade com os itens da NR-12 (Norma Regulamentadora de segurança em máquinas e equipamentos).

### **1.1 Objetivos**

#### **1.1.1 Objetivo geral**

Analisar as condições de segurança de um laboratório de manutenção e conformação em uma Instituição de Ensino de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, avaliando a conformidade com a NR-12.

#### 1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar um checklist global 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 visando atender os itens previstos na NR-12 para minimizar os riscos de acidentes no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Segurança do trabalho**

Segundo Chiavenato (2000), segurança do trabalho envolve as ações empregadas para prevenir acidentes, através da eliminação das condições inseguras do ambiente de trabalho e/ou instruindo ou sensibilizando os trabalhadores da implantação de práticas preventivas. Para os autores as ações envolvem medidas técnicas, educacionais, médicas e psicológicas.

Para Saliba (2004), segurança do trabalho é a ciência que atua na prevenção dos acidentes em consequência dos fatores de riscos operacionais, assim sendo interpretado, sob dois pontos de vista, o legal e o prevencionista. O ponto de vista legal, leva em consideração acidentes de trabalho, todos aqueles que ocorrem pelo trabalho a serviço da empresa, podendo este ocasionar lesão corporal e/ou perturbação funcional que cause morte ou a perda de redução permanente ou temporária da capacidade para o trabalho. Do ponto de vista prevencionista, além de considerar todos acidentes de todas formas, também considera acidentes que não provocam lesões, como a perda de tempo e a perda de materiais.

Segurança do trabalho estuda possíveis acidentes do trabalho através de métodos e técnicas apropriadas visando amenizar ou até mesmo sanar integralmente a ocorrência de acidentes de trabalho, buscando a conservação da saúde física, mental e psicológicas dos trabalhadores mantendo ainda o processo produtivo em alta (VOTORANTIM METAIS, 2005).

O principal objetivo da segurança do trabalho é a diminuição ou até mesmo a extinção dos riscos ao trabalhador, utilizando recursos que a tecnologia proporciona, e/ou através de treinamentos intensos e eficientes para sensibilizar os trabalhadores dos riscos existentes, levando-se em consideração que o homem em momento algum, pode ser comparado com a uma máquina, e que erros humanos podem vir a ocorrer (OLIVEIRA, 2015).

### **2.2 Acidente de trabalho**

No Brasil acidente de trabalho é definido pelo Art. 19 da Lei n.º 8.213 de 24 de julho de 1991, como:

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.

Segundo esta lei, ainda se considera acidente de trabalho, as seguintes entidades mórbidas:

I - Doença profissional, assim entendida a produzida ou desencadeada pelo exercício do trabalho peculiar a determinada atividade e constante da respectiva relação elaborada pelo Ministério do Trabalho e da Previdência Social;

II - Doença do trabalho, assim entendida a adquirida ou desencadeada em função de condições especiais em que o trabalho é realizado e com ele se relacione diretamente, constante da relação mencionada no inciso I.

Para Ciampi (2013), todos os acidentes são fatos previsíveis, devido a sempre existirem riscos em um local de trabalho, então devemos eliminá-los através de estudos sobre esses fatores de riscos presentes no ambiente de trabalho.

Na eliminação de acidentes de trabalho o empregador tem um papel muito importante a cumprir, pois é ele que deve fornecer todo amparo necessário para saúde e segurança do trabalhador. Sendo assim o empregador deve instruir e treinar o trabalhador; fornecer todos os equipamentos de segurança necessários para o exercício da função na empresa; e além disso proporcionar a realização de exames médicos periodicamente para acompanhar o estado de saúde do trabalhador ao longo de sua vida profissional. É de grande valia que haja dentro da empresa uma estrutura organizacional, para eliminação e prevenção de acidentes no ambiente do trabalho, objetivando condições adequadas para o trabalhador concluir com segurança suas tarefas (PEREIRA, 2001).

Acidentes podem ser causados por atos inseguros ou por condições inseguras. Acidentes por atos inseguros são causados pelo próprio trabalhador, enquanto as condições inadequadas são aquelas presentes em um ambiente de trabalho, que podem vir a causar um acidente, a situação insegura no ambiente pode também proporcionar riscos de acidente ao meio ambiente e equipamentos (DINIZ, 2005).

Em um ambiente de trabalho existem diversas situações que podem ocasionar acidentes, entre eles, máquinas e equipamentos, ferramentas manuais, eletricidade e manuseio de produtos perigosos. Os riscos de acidentes variam conforme a natureza de atividade, e as medidas de controle existentes, dessa

maneira é de suma importância a análise de fatores de risco em todas tarefas e em todas operações (SALIBA, 2004).

Para Diniz (2005), a negligência com as normas de segurança, e a não utilização de EPI (Equipamento de proteção individual), são alguns exemplos de atos inseguros. Entretanto, partes móveis de máquinas e equipamentos sem proteção, trabalho em altura sem equipamento de segurança adequado e a falta de controle em inspeções de rotina na parte de manutenção de equipamentos também podem ocasionar acidentes e são exemplos de condições inseguras (DINIZ, 2005).

Ainda segundo Diniz (2005), a prevenção dos acidentes deve-se iniciar através de treinamentos, sensibilizando trabalhadores em prol da segurança do trabalho e eliminando ao máximo as condições inseguras em todas atividades, sendo o trabalhador treinado principalmente quanto ao uso correto dos equipamentos. Para uma segurança do trabalho efetiva todas as tarefas devem ser previamente avaliadas, os riscos e padrões de trabalho identificados, e todos devem ser responsáveis pela segurança e prevenção dos acidentes.

### **2.3 Acidentes com máquinas industriais**

As máquinas tornaram-se indispensáveis na maioria das atividades econômicas principalmente pelo seu desempenho produtivo. Contudo esse avanço tecnológico trouxe enormes consequências aos trabalhadores no que se refere a área da segurança do trabalho (CIAMPI, 2013).

Para Zocchio e Ferreira (2002), o conjunto de máquinas e outros equipamentos empregados nos diversos setores industriais, tem sido uma grande fonte geradora de acidentes de trabalho, e além de causar a morte e/ou graves lesões aos trabalhadores, também impactam nos setores jurídicos e econômicos das empresas, e no setor público, com resultados sempre negativos para sociedade em geral.

Segundo Lida (2005), de maneira geral, as máquinas e equipamentos apresentam três partes que representam os maiores riscos de acidentes. Para o autor, esses riscos podem ser eliminados com uma adequação, conforme requisitos exigidos pela NR-12, e ao serem operados por trabalhadores treinados. Ainda segundo o autor, os pontos críticos nas máquinas que geralmente são responsáveis pela maioria dos acidentes são:

1. Geração e transmissão de movimentos: abrange desde o motor até

engrenagem transmissora de movimento e outros mais.

2. Ponto de operação: onde acontece o trabalho propriamente dito, como corte, prensagem, soldagem, entre outros.

3. Outros pontos móveis: em um sistema de produção ainda existem partes móveis que não se encaixam nas partes anteriores como correia transportadora, pontes rolantes, veículos e demais equipamentos existentes.

Conforme Zocchio e Ferreira (2002), acidentes em trabalhos com máquina são acontecimentos anormais que ocorrem durante o seu manuseio, e podem ser causados por falhas das máquinas ou de outros equipamentos agregados, também pelo próprio operador ou ainda por falhas no processo, podendo resultar em: ferimentos com ou sem sequelas ou até mesmo a fatalidade; danos a máquina; perdas para empresa de diversas ordens e prejuízos diversos para sociedade.

Geralmente o motivo da ocorrência de um acidente inicia-se antes do próprio processo de operação da máquina, na fase de projeto dessas máquinas e equipamentos, ou seja, se na concepção do projeto fossem avaliados todos os requisitos de segurança reduziria a probabilidade de ocorrência de acidentes, com mais facilidade e menor custo (MENDES, 2001).

Máquinas mais antigas que ainda são utilizadas em pequenas empresas, como as prensa e guilhotinas, geralmente são as mais perigosas, pois boa parte dos acidentes nesses casos trazem sequelas permanentes aos trabalhadores (CORRÊA, 2011). Hoje, a maior reclamação dos empresários, no que refere-se a segurança no trabalho, são os altos custos para as adequações de segurança exigidos em normas, porém, o empresário deve analisar que, estando em um local de trabalho seguro, o trabalhador pode aumentar a sua produtividade, garantindo maiores lucros a empresa, além da redução de gastos com indenizações pela diminuição dos acidentes do trabalho (CONTO, 2013).

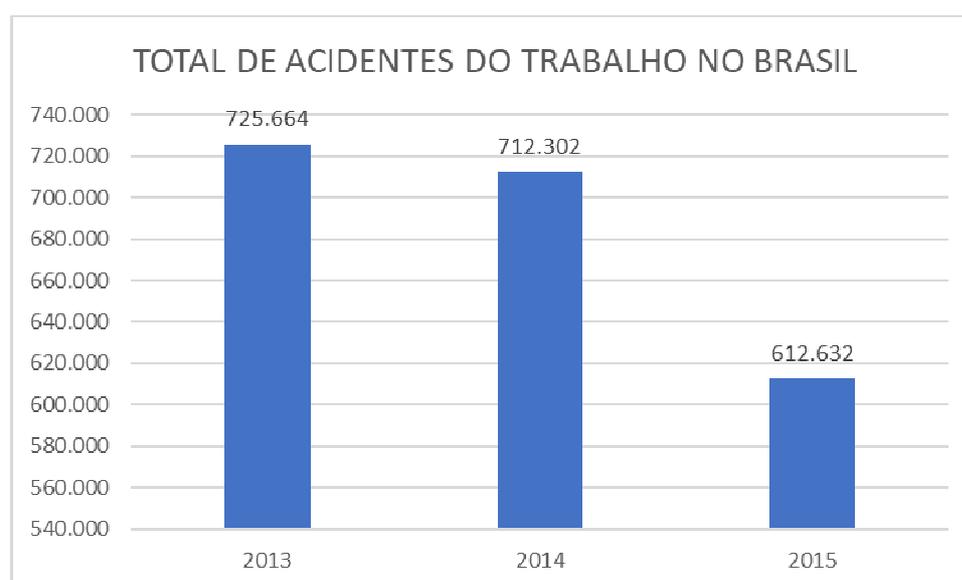
Segundo Barreto (2011), é moral e obrigatório que o empresariado proporcione um ambiente de trabalho seguro, tanto que existem normas para que isso seja feito. Mas, ainda é difícil convencer a classe empresarial que investimentos na prevenção trazem retorno a empresa, pois se analisarmos o custo geral de um acidente de trabalho, que vai além das questões financeiras, pois existem o impacto emocional ao trabalhador e aos colegas que se envolvem naquela situação, acentuando em perda de confiança e segurança no que realizam na empresa, é fácil perceber que o custo real de um acidente pode sair de quatro à dez vezes maiores

que seu custo de prevenção.

Segundo Souza (2014), a publicação mais criteriosa da NR-12 em 2010 ocorreu 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. De 2001 a 2008 houve um aumento de 56% no número de acidentes de trabalho, 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).

Após a publicação da revisão da NR-12 em 2010, resultados benéficos começam a aparecer, e conforme o Anuário Estatístico de Acidentes do Trabalho (MINISTÉRIO DA FAZENDA et al., 2015). A quantidade de acidentes de trabalho por exemplo em Santa Catarina, vem reduzindo de fato. Em 2013 ocorreram um total de 46.748 acidentes do trabalho, já em 2014 tivemos um número de 46.004 acidentes do trabalho e em 2015 uma redução considerável que passou para 38.360 acidentes do trabalho. Dentro desse total de acidentes, 2,1% são a respeito de doenças, 21,1% são acidentes de trajeto e na maioria que representam 76,8% são os acidentes típicos que englobam acidentes do trabalho com máquinas e equipamentos. Assim como no estado de Santa Catarina, no Brasil o número de acidentes do trabalho também vem reduzindo (Figura 1).

Figura 1 - Número de acidentes de trabalho no Brasil, nos anos de 2013, 2014 e 2015.



Fonte: Anuário Estatístico, (MINISTÉRIO DA FAZENDA et al, 2015, p.15).

## 2.4 Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina de Trabalho

As Normas Regulamentadoras (NR) são publicadas e editadas pelo Ministério do Trabalho (MTE), criada com base em leis relativas de segurança e medicina do trabalho, com finalidade de estabelecer requisitos técnicos e legais sobre aspectos mínimos de segurança (ALMEIDA, 2003).

Respaldada pela CLT de 1943, atualizada pela lei nº 6.514 de 1977, as normas regulamentadoras servem de parâmetros técnicos para as empresas que devem atender leis fiscalizadas, trabalhando dentro de acordos preestabelecidos. Lembrando que pouco adianta atender a uma NR, sem entrar em concordância com as demais normas. Para isso é necessário a integração entre elas (Quadro 1). As normas regulamentadoras são de obrigatoriedade para as empresas privadas e públicas que possuem empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho – CLT (SCHROPFER, 2013).

Quadro 1 - Normas Regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho.

NR	TÍTULO	DESCRIÇÃO
01	Disposições Gerais	As empresas privadas e públicas que possuam empregados regidos pela Consolidação das Leis do Trabalho - CLT deverão cumprir as normas regulamentadoras relativas à segurança e à medicina do trabalho.
02	Inspeção Prévia	Estabelece que todo estabelecimento novo deverá solicitar aprovação de suas instalações ao órgão regional do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE, que emitirá o CAI-Certificado de Aprovação de Instalações.
03	Embargo ou Interdição	A Delegacia Regional do Trabalho poderá interditar e/ou embargar o estabelecimento, as máquinas, o setor de serviços, se eles demonstrarem grave e iminente risco para o trabalhador.
04	Serviços Especializados em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho	Serviços Especializados em Medicina e Segurança do Trabalho – SESMT. Estabelece a obrigatoriedade de manter um SESMT vinculado à gradação do risco de atividade e ao número de empregados.
05	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes – CIPA. Estabelece a obrigatoriedade de organizar e manter CIPA composta por representantes do empregador e dos empregados, com o objetivo de verificar condições de risco e participar das soluções para controle das mesmas.
06	Equipamentos de Proteção Individual - EPI	As empresas são obrigadas a fornecer gratuitamente aos seus empregados equipamentos de proteção individual - EPI, destinados a proteger a saúde e a integridade física do trabalhador. Todo equipamento deve ter o CA - Certificado de Aprovação do Ministério do Trabalho e Emprego - MTE.
07	Programas de Controle Médico de Saúde Ocupacional	Estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação do PCMSO com o objetivo de promover e

	(PCMSO)	preservar a saúde de seus trabalhadores, através da realização de exames médicos específicos definidos pelo médico do trabalho.
08	Edificações	Estabelece os requisitos técnicos que devem ser observados nas edificações para garantir a segurança e o conforto dos que nelas trabalham.
09	Programas de Prevenção de Riscos Ambientais	Dispõe sobre a elaboração e implementação do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais visando a preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores.
10	Segurança em Instalações e Serviços em Eletricidade	Estabelece as condições mínimas exigíveis para garantir a segurança dos empregados, usuários e terceiros que trabalham em instalações elétricas.
11	Transporte, Movimentação, Armazenagem e Manuseio de Materiais	Estabelece normas de segurança para o transporte, manuseio, movimentação e armazenagem de materiais.
12	Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos	Estabelece normas de segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. Regulamente as instalações e áreas de trabalho; distâncias mínimas entre as máquinas e os equipamentos; dispositivos de acionamento, partida e parada das máquinas e equipamentos.
13	Caldeiras, Vasos de Pressão e Tubulações.	Dispõe sobre as diretrizes para construção, operação, manutenção, inspeção e supervisão de inspeção de caldeiras e vasos de pressão.
14	Fornos	Estabelece as recomendações técnicos-legais pertinentes à construção, operação e manutenção de fornos industriais nos ambientes de trabalho.
15	Atividades e Operações insalubres	Descreve as atividades, operações e agentes insalubres, inclusive seus limites de tolerância, definindo, assim, as situações que, quando vivenciadas nos ambientes de trabalho pelos trabalhadores, ensejam a caracterização do exercício insalubre, e também os meios de proteger os trabalhadores de tais exposições nocivas à sua saúde.
16	Atividades e Operações perigosas	Considera atividade perigosa àquela que ocorre além dos limites de tolerância - LT. As atividades perigosas são ligadas a explosivos, inflamáveis e energia elétrica.
17	Ergonomia	Estabelece parâmetros para adaptação das condições de trabalho as características psicofisiológicas dos trabalhadores. Obriga o empregador a realizar a análise ergonômica do trabalho.
18	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção	Estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento de organização, que objetivem a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na indústria da construção civil.
19	Explosivos	Estabelece as disposições regulamentadoras acerca do depósito, manuseio e transporte de explosivos, objetivando a proteção da saúde e integridade física dos trabalhadores em seus ambientes de trabalho.
20	Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis	Estabelece requisitos mínimos para a gestão da segurança e saúde no trabalho contra os fatores de risco de acidentes provenientes das atividades de extração, produção, armazenamento, transferência, manuseio e manipulação de inflamáveis e líquidos combustíveis.
21	Trabalho a Céu Aberto	Dispõe sobre as condições do trabalho a céu aberto. Define o tipo de proteção aos trabalhadores que trabalham sem abrigo contra intempéries, insolação e condições sanitárias.
22	Segurança e Saúde Ocupacional na Mineração	Estabelece métodos de segurança a serem observados pelas empresas que desenvolvam trabalhos subterrâneos

		de modo a proporcionar a seus empregados satisfatórias condições de Segurança e Medicina do Trabalho.
23	Proteção Contra Incêndios	Dispõe sobre a prevenção e combate a incêndios no ambiente de trabalho. Estabelece a proteção contra incêndio; saídas para retirada de pessoal em serviço e/ou público; pessoal treinado e equipamentos. As empresas devem observar também as normas do Corpo de Bombeiros sobre o assunto.
24	Condições Sanitárias e de Conforto nos Locais de Trabalho	Dispõe sobre as condições sanitárias e de conforto nos locais de trabalho. Todo estabelecimento deve atender às determinações desta norma, no tocante à otimização das condições, e às instalações sanitárias e de conforto.
25	Resíduos Industriais	Dispõe sobre a eliminação de resíduos nos locais de trabalho. Objetiva a eliminação dos resíduos gasoso, sólido, líquido de alta toxicidade, periculosidade, risco biológico e radioativo.
26	Sinalização de Segurança	Regulamenta o uso de cores para segurança em estabelecimentos ou locais de trabalho e disciplina a classificação, rotulagem preventiva e ficha com dados de segurança de produtos químicos.
27	Registro Profissional do Técnico de Segurança do Trabalho no MTB	(Revogada pela Portaria GM n.º 262, 29/05/2008)
28	Fiscalização e Penalidades	Estabelece os procedimentos a serem adotados pela fiscalização trabalhista de Segurança e Medicina do Trabalho, tanto no que diz respeito à concessão de prazos às empresas para no que diz respeito para a correção das irregularidades técnicas, como também, no que concerne ao procedimento de autuação por infração às Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho.
29	Segurança e Saúde no Trabalho Portuário	Tem por objetivo Regular a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, facilitar os primeiros socorros a acidentados e alcançar as melhores condições possíveis de segurança e saúde aos trabalhadores portuários.
30	Segurança e Saúde no Trabalho Aquaviário	Tem como objetivo a proteção e a regulamentação das condições de segurança e saúde dos trabalhadores aquaviários.
31	Segurança e Saúde no Trabalho na Agricultura, Pecuária Silvicultura, Exploração Florestal e Aquicultura	Estabelecer os preceitos a serem observados na organização e no ambiente de trabalho, de forma a tornar compatível o planejamento e o desenvolvimento das atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura.
32	Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde	tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde.
33	Segurança e Saúde no Trabalho em Espaços Confinados	Estabelece os requisitos mínimos para a identificação de espaços confinados e para o reconhecimento, a avaliação, o monitoramento e o controle dos riscos existentes, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que neles interagem direta ou indiretamente.
34	Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção e Reparação Naval	Estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção à segurança, à saúde e ao meio ambiente de trabalho nas atividades da indústria de construção, reparação e desmonte naval.
35	Trabalho em Altura	Estabelece os requisitos mínimos e as medidas de proteção para o trabalho em altura, envolvendo o planejamento, a organização e a execução.

36	Segurança e Saúde no Trabalho em Empresas de Abate e Processamento de Carnes e Derivados	O objetivo desta Norma é estabelecer os requisitos mínimos para a avaliação, controle e monitoramento dos riscos existentes nas atividades desenvolvidas na indústria de abate e processamento de carnes e derivados.
----	--	---

Fonte: Brasil – MTE (2018).

## 2.5 Norma Regulamentadora NR-12

A NR-12 está regulamentada pela Lei nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977, especificamente na seção XI – Das Máquinas e Equipamentos, nos Art. 184, 185 e 186 da CLT. A primeira publicação da NR-12 ocorreu em 08 de junho de 1978, pela Portaria MTb n.º 3.214. Após a publicação várias atualizações ocorreram, sendo a mais emblemática a atualização de 2010, quando a norma passou de 3 páginas para 85 páginas.

O objetivo da NR-12 é descrito no item 12.1:

A Norma Regulamentadora NR-12 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.

Além da utilização da NR-12, para a segurança em máquinas e equipamentos deve-se também utilizar a Normas ABNT 14.153 e ABNT 12.100 pois a primeira etapa da NR-12 procura avaliar os riscos das Máquinas e a determinação da sua categoria de risco (SHERIQUE, 2014).

Os principais objetivos da norma regulamentadora NR-12 são: segurança do trabalhador; melhores condições de trabalho em máquinas; máquinas mais seguras; conceito de falha segura; máquinas com sistema de segurança à prova de burlar; informar e atualizar sobre boas práticas de segurança em máquinas; adequação a máquinas existentes no mercado; redução de acidentes; e prevenção de doenças (ALMEIDA, 2013).

A NR-12 está estruturada em 19 tópicos que compõem o corpo individual, que são eles: princípios gerais; arranjos físicos e instalações; instalações e dispositivos elétricos; dispositivos de partida, acionamento e parada; sistemas de segurança; dispositivos de parada de emergência; meios de acesso permanente; componentes

pressurizados; transportadores de material; aspectos ergonômicos; riscos adicionais; manutenção, inspeção, preparação e ajustes; sinalização; manuais; procedimentos de trabalho e segurança; projeto, fabricação, importação, venda e locação; capacitação; outros requisitos específicos a segurança; e dispositivos finais.

## **2.6 Normas nacionais em segurança de máquinas**

Existem algumas normas ABNT relacionadas à segurança de máquinas, que devem ser utilizadas juntamente com a NR-12, sendo as principais:

- ABNT NBR 14153:1998 - Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionados à segurança;
- ABNT NBR-ISO 13857:2008 - Segurança de máquinas, distâncias de segurança para evitar zonas de risco a ser alcançados por membros superiores e inferiores;
- ABNT NBR NM 273:2002 - Segurança de máquinas - Dispositivos de intertravamento associados a proteções - Princípios para projeto e seleção;
- ABNT NBR 14152:1998 Segurança de máquinas - Dispositivos de comando bimanuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto;
- ABNT NBR NM ISO 13852:2003 - Segurança de máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros superiores;
- ABNT NBR NM ISO 13853:2003 - Segurança de máquinas - Distâncias de segurança para impedir o acesso a zonas de perigo pelos membros inferiores;
- ABNT NBR 13759:1996 - Segurança de máquinas - Equipamentos de parada de emergência - Aspectos funcionais - Princípios para projeto;
- ABNT NBR ISO 12100:2013 - Segurança de máquinas - Princípios para apreciação e redução de riscos;
- ABNT NBR NM ISO 13854:2003 - Segurança de máquinas - Folgas mínimas para evitar esmagamento de partes do corpo humano;
- ABNT NBR 14154:1998 - Segurança de máquinas - Prevenção de partida inesperada;

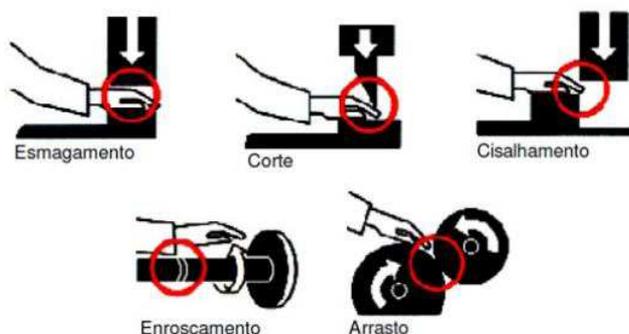
- ABNT NBR NM 272:2002 - Segurança de máquinas - Proteções – Requisitos gerais para o projeto e construção de proteções fixas e móveis;
- ABNT NBR 13930:2008 - Prensas mecânicas - Requisitos de segurança;
- ABNT NBR 13970:1997 - Segurança de máquinas - Temperatura de superfícies acessíveis - Dados ergonômicos para estabelecer os valores limites de temperatura de superfícies aquecidas.

## 2.7 Riscos mecânicos associados às máquinas

A ABNT NBR 12.100 identifica os perigos para a avaliação dos principais riscos das máquinas e equipamentos, sendo de extrema importância para garantir a segurança dos trabalhadores. Esta identificação nada mais é do que a verificação dos perigos presentes numa dada situação de trabalho (durante a operação com máquinas e equipamentos) e suas possíveis consequências, em relação à probabilidade de lesões aos trabalhadores expostos.

Existem muitos riscos mecânicos, provocados por partes móveis dos diferentes tipos de máquinas, sendo o contato com essas partes a maior causadora de acidentes (Figura 2). As partes das máquinas que transmitem movimento para que ela realize o trabalho desejado, podem ser: volantes, polias, correias, junções, engates, fusos, manivelas e partes responsáveis por realizar movimentos transversais enquanto trabalham, podem ser grandes causadoras de acidentes (VILELA, 2000).

Figura 2 - Riscos mecânicos a que estão expostos os trabalhadores quando trabalham em máquinas e equipamentos.



Fonte: MELO, 2013.

## **3 METODOLOGIA**

### **3.1 Revisão bibliográfica**

Para o desenvolvimento do trabalho, inicialmente foi realizada uma revisão bibliográfica, a fim de conhecer o tema segurança do trabalho e principalmente as normas que visam garantir a segurança dos trabalhos envolvendo máquinas e equipamentos, a sua utilização, manutenção e transporte. Foram utilizados na pesquisa, artigos científicos, trabalhos de conclusão de cursos, livros e regulamentações do Ministério do Trabalho.

### **3.2 Etapas para adequação à NR-12 do laboratório de manutenção e conformação mecânica**

Para uma completa avaliação do laboratório de ensino de manutenção e conformação mecânica, é necessário analisar todos riscos de acidentes aos alunos na utilização das máquinas e equipamento, para isso foi utilizado uma metodologia adaptada por Oss-Emer (2017), de um método apresentado por Sherique (2014), que divide a avaliação em etapas, com o propósito de obter resultados precisos do ponto de vista da segurança em máquinas e equipamentos, levando em conta exigências da NR-12.

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

O primeiro passo a ser realizado para que se possa realmente conhecer a abrangência das máquinas e equipamentos avaliados, para sua adaptação as exigências de segurança a NR-12, é o inventário que tem como objetivo identificar e antecipar os possíveis riscos oriundos da atividade proposta no laboratório de ensino de manutenção e conformação mecânica. Para 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.”

Para obter o inventário do laboratório, foi elaborado uma tabela com todas as máquinas e equipamentos existentes no local, máquinas essas que serão o objeto

principal da análise.

### 3.2.2 Etapa 2 – checklist de avaliação global

Precisando verificar os itens exigidos pela norma NR-12, que são aplicáveis ao laboratório de ensino, foi elaborado um checklist adaptado de Santos Junior e Zangirolami (2015), assim verificando alterações da metodologia proposta pelos autores e as atualizações da norma publicada em 08 de fevereiro de 2018 pela portaria MTb nº 98. Para um referencial em porcentagem do cumprimento das exigências da norma, foi utilizado a equação (1) proposto 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 do checklist (desconsiderando os itens não aplicáveis).

A porcentagem calculada então é utilizada para classificar a área estudada quanto à adequação (Quadro 2).

Quadro 2 - Classificação da empresa conforme porcentagem de itens atendidos pela NR-12.

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

Fonte: Adaptado de Sherique (2014).

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

A Norma Regulamentadora 12 no seu item 12.39, descreve que os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados para atender o seguinte requisito: a) ter categoria de segurança conforme análise de risco prevista nas normas técnicas oficiais vigentes. Para termos a categoria de risco das máquinas e equipamentos do laboratório de ensino conforme descrito na NR-12, o primeiro

passo foi realizar apreciação dos riscos seguindo a norma ABNT NBR 12100: 2013. Para Souza (2014), após a realização do inventário é necessário realizar a apreciação dos riscos, oferecidos pelas máquinas e equipamentos, sua categoria de segurança e as medidas de controle desses riscos, sejam elas existentes ou propostas para implantação, sempre com objetivo de reduzir a probabilidade de acidentes.

#### 3.2.3.1 Identificação do perigo

É necessário identificar os perigos que podem ser encontrados nas máquinas e equipamentos, considerando todos os processos realizados. Para identificação do perigo das máquinas e equipamentos existentes no laboratório estudado, foram realizadas visitas ao local e conversar informais com os professores que utilizam o laboratório.

#### 3.2.3.2 Estimativa do risco

Após a visualização dos perigos foi avaliado a estimativa do risco, levando em consideração severidade do dano, probabilidade de ocorrência do dano e possibilidade de evitar ou limitar o dano (Quadro 3).

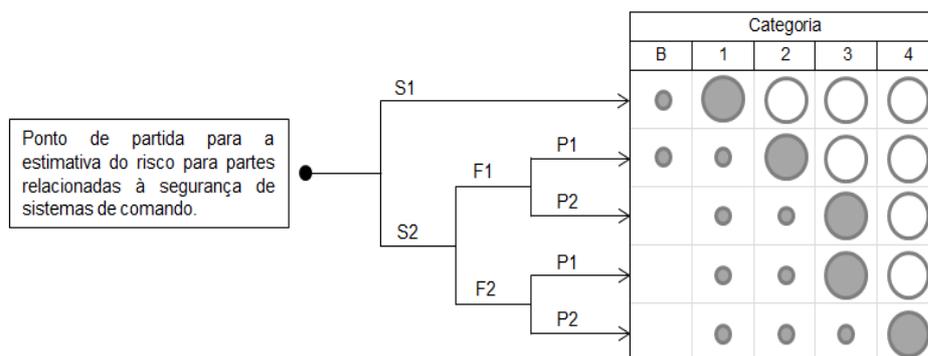
Realizada a classificação destas características (severidade do dano, probabilidade de ocorrência do dano e possibilidade de evitar ou eliminar o dano), cada máquina recebeu uma categoria (Quadro 4). Essa categoria determina como devem ser projetadas e instaladas as proteções e sistemas de segurança, conforme ABNT NBR 14153:2013 (Figura 3).

Quadro 3 - Características da estimativa de risco em severidade do dano, probabilidade de ocorrência e possibilidade de evitar ou limitar o dano, classificação e justificativa.

Característica	Classificação e Justificativa	
Severidade do dano (S)	<p><b>S1</b></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><b>S2</b></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><b>F1</b></p> <p>Selecionado caso o aluno ou o instrutor estejam expostos aos perigos mapeados durante período curto de tempo.</p>	<p><b>F2</b></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><b>P1</b></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><b>P2</b></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 14.153:2013.

Figura 3 - Esquema para seleção de categoria de segurança (B, 1, 2, 3 e 4) adequada as máquinas e equipamentos avaliados.



**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.

Fonte: Adaptado da ABNT NBR 14153:2013.

Quadro 4 - Resumo dos requisitos por categorias, comportamento do sistema e princípios para atingir a segurança.

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.	

<sup>1</sup> As categorias não objetivam sua aplicação em uma sequência ou hierarquia definidas, como relação aos requisitos de segurança.

<sup>2</sup> A apreciação dos riscos indicará se a perda total ou parcial da(s) função(ões) de segurança, conseqüentemente de defeitos, é aceitável.

### 3.2.3.3 Proposta de correção para redução dos riscos

Depois de estimado os riscos e definido a categoria das máquinas e equipamentos, para cada situação insegura ou de inconformidade com a NR-12 foi proposto uma correção para diminuir ou eliminar esses fatores de riscos identificados, a fim de que a máquina ou equipamento seja considerada segura para utilização.

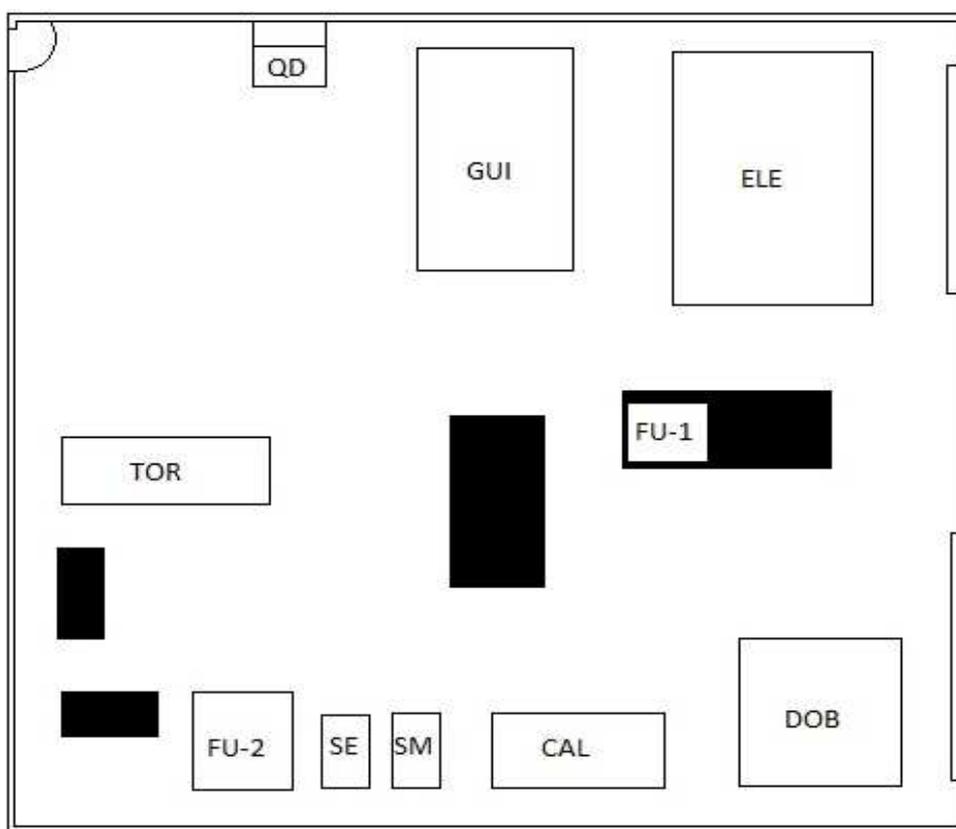
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Inventário das máquinas e equipamentos

Conforme exigência do item 12.153 da NR-12 foi elaborado um layout do laboratório de manutenção e conformação mecânica da Instituição de Ensino através de dados coletados em uma visita ao local (Figura 4). 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 manutenção e conformação mecânica foi elaborada uma legenda com a descrição dos símbolos utilizados.

Em relação as vias de circulação, o laboratório não atende o exigido pelo item 12.6.1 da NR-12, pois segundo a normas, as vias principais de circulação nos locais de trabalho e as que conduzem às saídas, devem ter no mínimo 1,20 m de largura.

Figura 4 - Layout do laboratório de manutenção e conformação mecânica. Legenda: QD – Quadro de distribuição; CAL – Calandra; DOB – Dobradeira hidráulica; ELE – Elevacar; FU-1 – Furadeira; FU-2 – Furadeira; GUI – Guilhotina; TOR – Torno mecânico convencional; SE – Solda elétrica; SM – Solda MIG e demais mesas e bancadas.



Fonte: O autor (2018).

Após a produção do layout, foi elaborado o inventário das máquinas e equipamentos do laboratório de manutenção e conformação mecânica (Quadro 5). Neste inventário é possível identificar de forma detalhada cada uma das máquinas e equipamentos presentes no laboratório, conforme exigências da NR-12.

Quadro 5 - Inventário de máquinas e equipamentos do laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Código	Máquina ou Equipamento	Ano de Fabricação	Capacidade (Segundo o Manual de instruções)	Sistemas de Segurança existentes
T-01	Torno Convencional	2008	Diâmetro admissível sobre o barramento 550mm. Distância entre pontas 750mm. Diâmetro admissível sobre o carro transversal 360mm. Curso do carro transversal 280mm. Curso do carro porta-ferramentas 100mm. Secção do cabo da ferramenta 20x20mm.	Botoeira de emergência; Freio de pé; Sensores de limite de deslocamento; Placas de sinalização dos riscos.
FU-01	Furadeira de bancada	1999	Curso longitudinal (X) 300mm. Curso transversal (Y) 150mm. Curso vertical (Z) 110mm.	Somente chave liga/desliga Não existe chave emergência.
FU-02	Furadeira de bancada	1999	Curso longitudinal (X) 150mm. Curso transversal (Y) 150mm. Curso vertical (Z) 110mm.	Botoeira de emergência.
G-01	Guilhotina	2012	Capacidade de corte 30T, corte de chapas até 6mm de espessura.	Botoeira de emergência; acionamento com os pés; proteção da área cortante; placas de sinalização de riscos.
C-01	Calandra	2012	Dobra de chapas de 1,5mm até 16mm de espessura comprimento útil de 1m, potência motor 10cv.	Botoeira de emergência; acionamento com os pés; botoeira de emergência a cabo.
D-01	Dobradeira hidráulica	2012	Capacidade de dobra 30T; comprimento útil 1m.	Botoeira de emergência; acionamento com os pés; placas de sinalização de perigo.
E-01	Elevacar	2005	Capacidade de elevação 2,5T.	Somente chave liga/desliga
SM-01	Solda Mig	2006	Corrente nominal 160A.	Proteção do carretel de arrame. Não existe chave de emergência.
SE-01	Solda Elétrica	2006	Corrente nominal 86A.	Somente chave liga/desliga Não existe chave de emergência.

Fonte: O autor (2018).

## 4.2 Checklist de avaliação global

Na avaliação global dos itens exigidos pela NR-12 (Apêndice A), alguns itens não foram analisados, pois o local de estudo é uma Instituição de Ensino, o que impossibilitou a aplicação total da norma. Da mesma maneira, informações foram obtidas através de entrevistas com o professor responsável pelo laboratório, pois para algumas máquinas, por serem antigas, não foi possível obter informações nos sites dos fabricantes.

A aplicação do checklist, no laboratório de ensino possibilitou classificá-lo quanto a sua conformidade em relação à NR-12. A quantidade de itens atendidos (QA) de 58 e a quantidade de itens aplicáveis totais (QT) de 92, sendo assim a porcentagem calculada (PC), aplicando a Equação 1 proposta por Sherique (2014) foi de 61,95%.

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

$$PC = 58 \times 100 / 92$$

$$PC = 61,95\%$$

Analisando esta porcentagem de 61,95, obtida na aplicação do checklist com os critérios definidos por Sherique (2014) podemos classificar o laboratório da Instituição de Ensino como BOM.

Em trabalho realizado por Oss-Emer (2017) em um laboratório de usinagem também em Instituição de Ensino, após aplicação da checklist o índice obtido para sua conformidade foi de 51,61%, também definido pelos critérios do Sherique (2014) como BOM.

## 4.3 Apreciação do risco

Na apreciação dos riscos das máquinas e equipamentos do laboratório de manutenção e conformação mecânica, 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 e sugestões para minimizar os riscos existentes. Essa apreciação de riscos foi realizada para cada máquina e equipamento existente no laboratório.

#### 4.3.1 Torno convencional T-01

O torno convencional T-01 (Figura 5) foi analisado conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 6).

Figura 5 - Torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 6 – Análise do risco de utilização do Torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Risco Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Arremesso de elementos rotativos; 2. Esmagamento com elementos móveis; 3. Corte em arestas cortantes; 4. Enroscamento em elementos rotativos; 5. Choque com componentes energizados; 6. Queimadura com materiais em alta temperatura; 7. Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F2	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

##### 1. Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser proveniente do arremesso de uma peça fixada na placa do torno ou pelo arremesso de cavacos durante o processo de utilização nesta máquina, não havendo proteção nenhuma na zona de perigo (Figura 05).

##### 2. Esmagamento com elementos móveis:

Esse risco é originado pelo avanço automático do carro principal e do carro

transversal (Figura 06). Existe dispositivo mecânico de desacionamento do deslocamento do carro principal que não reduzem a probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.

Figura 6 - Carro principal e transversal do torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

### 3. Corte em arestas cortantes:

Pode ser exposto a esse risco pela ferramenta de corte, que possui arestas afiadas, localizada na zona de perigo. Não existem medidas para prevenir esses riscos.

### 4. Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro da placa do torno e da peça fixada na mesma ou pelo giro do eixo fuso responsável pela transmissão de movimento do carro principal. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.

### 5. Choque com componentes energizados:

Este risco pode ser originado pelo acesso aos painéis traseiro e lateral do torno (Figura 07). A medida de proteção que temos para a redução da probabilidade de ocorrência de danos é a fechadura nos painéis que possibilita sua abertura apenas com o uso de uma chave específica. Esta medida já é considerada suficiente para eliminar a de ocorrência de danos, pois a chave é de acesso exclusivo do professor responsável pelo uso do laboratório de ensino em manutenção e conformação mecânica.

*Figura 7 - Painel traseiro e lateral do torno convencional T-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.*



Fonte: O autor (2018).

#### 6. Queimadura com materiais em alta temperatura:

Devido atrito da ferramenta de corte com a peça que está sendo trabalhada, ocorre a elevação de temperatura da peça e ferramentas de corte. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo, que é a luva de proteção contra altas temperaturas, que é considerada suficiente como medida protetiva.

#### 7. Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Pode haver reações alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de ensino, já existe uma maneira de evitar que esse risco se acentue que é o creme aplicado nas mãos conforme descrito na norma regulamentadora (NR-6).

#### 4.3.1.1 Sugestões para adequação do Torno convencional T-01 conforme exigências da NR-12

Apesar da existência de algumas medidas de controle, elas não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de acidentes. 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 usuários presentes no laboratório de manutenção e conformação mecânica (Figura

8).

Figura 8 - Proposta de proteção para o torno convencional.



Fonte: M.A.T Automação.

#### 4.3.2 Furadeiras de bancada F-1 e F-2

As furadeiras F-01 (Figura 9) e F-02 (Figura 10) foram analisadas conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 7).

Figura 9 - Furadeira de bancada F-01 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Figura 10 - Furadeira de bancada F-02 existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 7 - Análise do risco de utilização das Furadeiras de bancada F-01 e F-02 existentes no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Arremesso de elementos rotativos; 2. Corte em arestas cortantes; 3. Choque com componentes energizados; 4. Enroscamento em elementos rotativos; 5. Queimadura com materiais em alta temperatura; 6. Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte.	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

#### 1. Arremesso de elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo arremesso de uma peça fixada incorretamente na furadeira ou pelo arremesso de cavacos durante o processo de furação. Temos somente a proteção individual de cada aluno, que seria os óculos de proteção, mas medidas de proteção na máquina não existem.

#### 2. Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da peça, ferramenta e cavacos produzidos, sendo que ficam de maneira que o aluno tenha contato direto com a zona de perigo. Não existe proteção adequada para esse risco de acidente.

### 3. Choque com componentes energizados:

Este risco pode ser originado pelo contato com a chave liga/desliga, pois não existe um painel adequado. Não existe proteção contra choque de elementos energizados.

### 4. Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro do eixo árvore, onde se localiza a ferramenta de corte. Não existe proteção adequada contra esse risco.

### 5. Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado pelo atrito da ferramenta de corte com a peça sendo furada, deixando a peça e a ferramenta em temperaturas elevadas. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo, que é a luva de proteção contra altas temperaturas, que é considerada suficiente como medida protetiva.

### 6. Reações alérgicas e infecções com manuseio de fluido de corte:

Pode haver reações alérgicas aos fluidos de corte usados no laboratório de ensino, já existe uma maneira de evitar que esse risco se acentue que é o creme aplicado nas mãos conforme descrito na norma regulamentadora (NR-6).

#### 4.3.2.1 Sugestões para adequação de Furadeiras de bancada F-1 e F-2 conforme exigências da NR-12

As medidas de controle existentes atualmente não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de acidentes. Sugere-se que a máquina seja adequada com uma proteção mecânica móvel monitorada por sensores (Figura 11), que cubra toda a zona de risco e evite a projeção destes materiais contra usuários presentes no laboratório de ensino e também um painel de acionamento bem visível e de fácil acesso, com botoeira de emergência.

Figura 11 - Proposta de proteção para as furadeiras.



Fonte: Kone Indústria de Máquinas Ltda.

#### 4.3.3 Guilhotina GUI

A guilhotina (Figura 12) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 8).

Figura 12 - Guilhotina existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 8 - Análise do risco de utilização da máquina guilhotina existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Esmagamento com elementos móveis; 2. Corte em arestas cortantes; 3. Choque com componentes energizados;	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

#### 1. Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo movimento da faca, quando iniciado o trabalho dessa máquina. Existem proteções fixas (Figura 12) que diminuem a probabilidade desse risco, de acordo com a NR-12. Esta medida já é considerada suficiente para eliminar a de ocorrência de danos.

#### 2. Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da ferramenta de corte e da peça após cortada. Após o corte podem permanecer rebarbas. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a proteção fixa da zona de risco (Figura 12).

#### 3. Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel da guilhotina. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste risco que é uma fechadura no painel, que para ser aberto necessita de uma chave especial, que somente o professor tem acesso, assim diminuindo a probabilidade neste item, já sendo considerado suficiente.

#### 4.3.3.1 Sugestões para adequação da Guilhotina conforme exigências da NR-12

Está máquina por ter sido fabricada em 2012, já está adequada a NR-12.

#### 4.3.4 Calandra

A máquina calandra (Figura 13) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 9).

Figura 13 - Calandra existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 9 - Análise do risco de utilização da máquina calandra existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Esmagamento com elementos móveis; 2. Enroscamento em elementos rotativos; 3. Corte em arestas cortantes; 4. Choque com componentes energizados.	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

##### 1. Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo movimento dos rolos que projetam a chapa até a conformação da peça, assim podendo entrar em contato com o aluno. Existem como proteções botoeira de emergência a cabo, acionamento por pedais, que diminuem a probabilidade desse risco, de acordo com a NR-12.

##### 2. Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo deslocamento da peça e pelo giro dos

cilindros conformando assim a mesma, assim podendo o aluno se enroscar no cilindro ou peça. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é uma botoeira de emergência de cabo e acionamento por pedais, que possibilitam maior distância da zona de risco.

### 3. Corte em arestas cortantes:

Pode ser exposto a esse risco pela falha na preparação do material, deixando rebarbas no corte da chapa. Não existem medidas para prevenir esses riscos, apenas a orientação para antes de qualquer atividade analisar o material.

### 4. Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel da calandra. 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, que somente abrirá com uma chave especial e fica de posse do orientador do laboratório de ensino.

#### 4.3.4.1 Sugestões para adequação da Calandra conforme exigências da NR-12

Apesar de existirem, as medidas de controle não são suficientes para eliminar a probabilidade de ocorrência de acidentes. 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 usuários presentes no laboratório de ensino (Figura 14).

Figura 14 - Sugestão de proteção para Calandra.



Fonte: Seminário Nacional NR-12, 2011.

#### 4.3.5 Dobradeira

A máquina Dobradeira (Figura 15) foi analisada conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 10).

Figura 15 - Dobradeira de chapas existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 10 - Análise do risco de utilização da máquina dobradeira de chapas existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Esmagamento com elementos móveis; 2. Corte em arestas cortantes; 3. Choque com componentes energizados.	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

### 1. Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo deslocamento da ferramenta indo em encontro com a peça, assim dobrando a mesma conforme matriz na base inferior da máquina. Temos uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é a sinalização do perigo e proteções físicas laterais a zona de perigo, 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 frontal da máquina. Então é de suma importância a implantação de uma cortina de luz que cubra toda a zona de risco e evite que alguém a acesse, durante o processo de dobra.

### 2. Corte em arestas cortantes:

Este perigo pode ser originado pela exposição da ferramenta de dobra que possui arestas muitas vezes afiadas, assim entrando em contato com a mão do aluno pode causar um corte. Existem proteções fixas nas partes laterais da máquina, 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 cortina de luz, que cubra toda a zona de risco e evite que alguém acesse as arestas cortantes durante o processo de dobra.

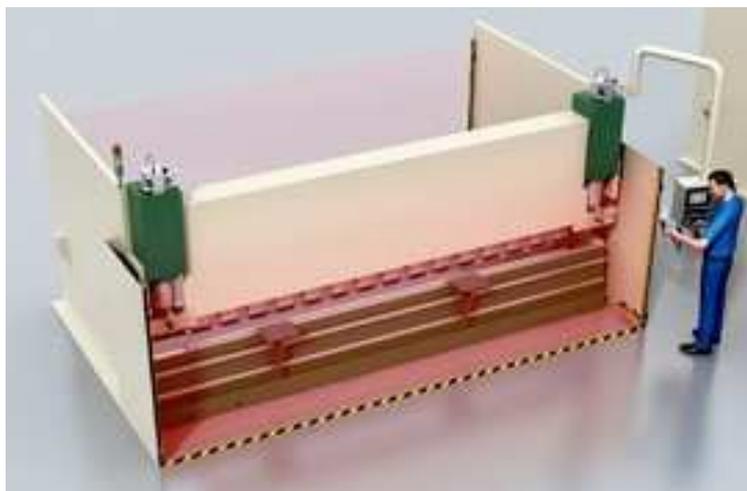
### 3. Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso ao painel da máquina. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo. A medida existente é o travamento por uma fechadura especial, que permite abertura somente com a chave específica, que fica em posse do responsável do laboratório, sendo considerado suficiente como medida protetiva.

#### 4.3.5.1 Sugestões para adequação da Calandra conforme exigências da NR-12

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de acidentes, sugere-se que a abertura frontal da máquina seja fechada com uma cortina de luz (Figura 16) que desliguem a máquina caso alguém passe pela barreira de monitoramento da mesma, evitando que alguém deixe um membro dentro da área de deslocamento das partes da máquina.

Figura 16 - Proposta de proteção para a máquina dobradeira.



Fonte: SICK Sensor Intelligence.

#### 4.3.6 Máquinas de processo solda Mig e Eletrodo Revestido

As máquinas de soldas, solda Mig (Figura 17) e Eletrodo revestido (Figura 18) foram analisadas conforme os passos descritos na ABNT NBR 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 11).

Figura 17 - Máquina de solda processo MIG existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Figura 18 - Máquina de solda processo eletrodo revestido existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 11 - Análise do risco de utilização das máquinas de solda.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Esmagamento com elementos móveis; 2. Choque com componentes energizados; 3. Queimadura com materiais em alta temperatura; 4. Queimadura de pele e visão.	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

1. Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pelo deslocamento da máquina em virtude que as mesmas não possuem travas em nenhum de seus rodízios, assim podendo se deslocar e ocasionar acidentes. Não existe nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.

2. Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acesso interno ao painel das máquinas. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo, que é a proteção fixa que isola a parte elétrica da máquina, que é considerada suficiente como medidas protetivas

3. Queimadura com materiais em alta temperatura:

Este perigo pode ser originado devido ao processo de soldagem e gerar descargas elétricas sobre a peça, deixando a mesma em temperaturas muito elevadas. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo, que é a luva de proteção para altas temperaturas, que é considerada suficiente como medidas protetivas.

4. Queimadura de pele e visão:

Este perigo pode ser originado, devido ao processo de soldagem gerar raios ultravioletas e infravermelhos, emitidos pelo arco elétrico, que podem provocar queimaduras na pele e visão da mesma forma que o sol, porém mais rápida e intensa. Os respingos de solda, as fagulhas e a escória são outros riscos de queimadura. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo, que são os EPI'S, como máscara de solda, avental de couro, luvas de couro e sapatos apropriados para o exercício da função, está medida já é considerada suficiente como medida protetiva.

#### 4.3.6.1 Sugestões para adequação das máquinas de solda conforme exigências da NR-12

De uma forma simples, sugere a troca de dois rodízios sem trava, para dois rodízios com travamento em cada máquina, propõe também a orientação dos alunos quanto ao risco da atividade.

#### 4.3.7 Elevacar

O elevacar (Figura 19) foi analisado conforme os passos descritos na ABNT NBR ISO 12100:2013 e os dados obtidos foram apresentados conforme proposto por Sherique (2014) (Quadro 12).

Figura 19 - Elevacar existente no laboratório de manutenção e conformação mecânica.



Fonte: O autor (2018).

Quadro 12 - Análise do risco de utilização do elevacar.

Perigo Avaliado	Estimativa do Risco			Categoria de Risco
	S1/S2	F1/F2	P1/P2	
1. Esmagamento com elementos móveis; 2. Enroscamento em elementos rotativos; 3. Choque com componentes energizados.	S2	F1	P1	2

Fonte: Modelo adaptado de Sherique (2014) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.

##### 1. Esmagamento com elementos móveis:

Este perigo pode ser originado pela elevação do equipamento, com uma carga, que pode vir a cair devido ao mau posicionamento da mesma, fazendo com que os braços se movimentem indevidamente, não existe medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.

##### 2. Enroscamento em elementos rotativos:

Este perigo pode ser originado pelo giro dos fusos que faz a transmissão de

movimento, para elevação do elevacar. Existe uma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo que é uma proteção fixa na região que se encontra esses fusos, que é suficiente para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos.

### 3. Choque com componentes energizados:

Este perigo pode ser originado pelo acionamento em chave diretamente ligada a fonte de energia, sem um comando de acionamento com uma tensão mínima de 24v. Não temos nenhuma medida de proteção para a redução da probabilidade de ocorrência de danos provenientes deste perigo.

#### 4.3.7.1 Sugestões para adequação das máquinas de solda conforme exigências da NR-12

Para eliminar a probabilidade de ocorrência de danos, sugere-se a implantação de travas automáticas nos braços que impossibilitem seu movimento durante a elevação e um painel de acionamento eletrônico com tensão mínima (Figura 23).

Figura 20 - Proposta de um elevacar com sistemas de segurança.



Fonte: SICK Sensor Intelligence.

## 5 CONCLUSÃO

Na elaboração do layout do laboratório de manutenção e conformação mecânica foram identificados itens que não atendem a NR-12. Um dos itens refere-se à disposição das máquinas com distâncias inadequadas fazendo com que as vias de passagem não tenham a largura específica e nem a demarcação.

Com a aplicação de checklist identificou-se que o laboratório de ensino possui um percentual de conformidade de 61,95% com os itens aplicáveis para o estudo de caso e exigidos pela NR-12, classificando o laboratório de ensino como bom.

Realizado a apreciação de risco das máquinas e equipamentos foi identificado a falta ou ineficiência das proteções, sendo que, conforme alteração em 2010 da NR-12, as máquinas do laboratório já deveriam estar adequadas conforme Norma.

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

- Selecionar uma máquina do laboratório de manutenção e conformação mecânica para eliminar ou reduzir os riscos apresentados;
- Aplicar a metodologia deste trabalho nos outros laboratórios da Instituição de Ensino.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. M. **Caminhos da Análise de Acidentes do Trabalho**. Brasília: MTE, SIT, 2003. 105p.

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 14153**: Segurança de máquinas – Partes de Sistemas de Comando Relacionados à Segurança – Princípios Gerais para Projeto. Rio de Janeiro, 2013.

BARRETO, FELIPE. **Importância da proteção de máquinas e projetos de segurança nas empresas, 2011**. Disponível em: <<http://www.technosupply.com.br/blog/?p=898>>. Acesso em: 02 de março de 2018.

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: 29 mar. 2018.

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

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria MTb nº 98, de 08 de fevereiro de 2018. **Norma Regulamentadores No. 12**: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Diário Oficial União. 02 abril. 2018.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego e Previdência Social. **Anuário Estatístico de acidentes do trabalho**: AEAT 2015 / Ministério da Fazenda ... [et al.]. – vol. 1 (2009) – Brasília: MF, 2015. 991p.

CAMPOS, A. A. M.; PINTO, J. B. B. **O Impacto da Nova Norma de Proteção de**

**Máquinas.** In: SEMINÁRIO NACIONAL NR-12, 2013, Curitiba, em 07 de dezembro de 2011.

CHIAVENATO, I. **Recursos Humanos:** 6.ed. São Paulo: Atlas, 2000.

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.

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 abril. 2018.

DINIZ, Antônio Castro. Manual de Auditoria Integrado de Saúde, Segurança e Meio Ambiente (SSMA). 1. ed. São Paulo: VOTORANTIM METAIS, 2005.

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: 24 maio 2018.

**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 2018.

MELO, M.P. **O setor de cultivo de algodão e a aplicação da NR-12.** Disponível em <http://slideplayer.com.br/slide/338877/>. Acesso em: mar. de 2018.

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

OLIVEIRA, João Cândido de, 1999, **Gestão de Riscos no Trabalho – Uma Proposta Alternativa.** Belo Horizonte: Fundacentro / SESI, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil.

OSS-EMER, Luan. **CONDIÇÕES DE SEGURANÇA DE UM LABORATÓRIO DE ENSINO DE USINAGEM E PERCEÇÃO DOS ALUNOS SOBRE SEGURANÇA DO TRABALHO.** 2017. TCC (Graduação)- Instituto Federal de Educação, ciência e tecnologia de Santa Catarina, 2017, acesso em: 12 fevereiro 2018.

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.

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

SCHOROPFER, Carlos Eduardo Kohl. **Condições de atendimento a normas de segurança de uma empresa Metalmeccânica.** 2013. Monografia (Pós graduação em Engenharia de Segurança do trabalho) - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. 2013. Disponível em: acesso em 12 mar. 2018.

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.continuum.net/media/330/8/78/978/IM0052978.jpg>>. Acesso em: 22 maio 2018.

SALIBA, T. M. **Curso básico de segurança e saúde ocupacional**. São Paulo: LTr, 2004. 453 p.

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.

VERONA, S. P.. **NR-12- 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.

VILELA, R. A. G. **Acidentes de trabalho com máquinas – Identificação de riscos e prevenção**. Cadernos Saúde do Trabalhador. UNICAMP, CAMPINAS, São Paulo, outubro de 2000.

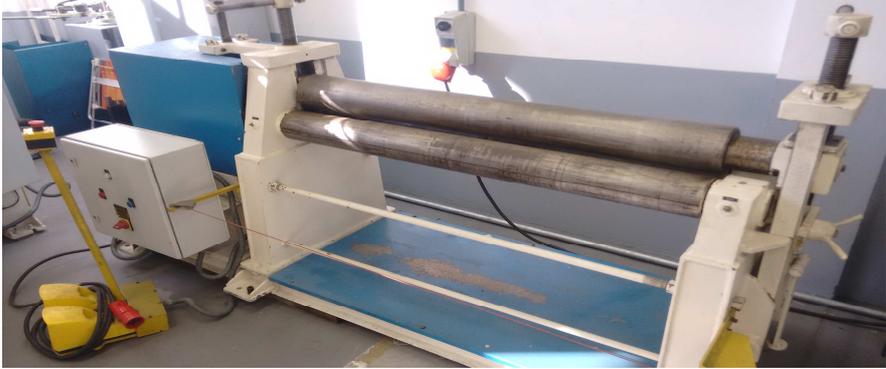
ZOCCHIO, A.; PEDRO, L. C. F.. **Segurança em trabalhos com maquinaria**. São Paulo: LTr, 2002. 76.

## APÊNDICE A

### Checklist do laboratório de Manutenção e Conformação mecânica, conforme itens aplicáveis e exigidos pela NR-12.

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		Entre a área de trabalho nas máquinas e bancadas não se atende essa medida de largura.
					
12.6.2	As áreas de circulação devem ser mantidas permanentemente desobstruídas.	X			
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	Não existem faixas de sinalização.
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	O espaço entre a calandra e seu redor é insuficiente para operar a mesma.
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 a furadeira de bancada-1 e os aparelhos de solda não é suficiente para operar, 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 a calandra e a bancada possuir 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			
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			
12.12	Nas máquinas móveis que possuem rodízios, pelo menos dois deles devem possuir travas.		X		Máquinas de solda não possuem travas nos rodízios.
INSTALAÇÕES E DISPOSITIVOS ELÉTRICOS					

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.
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, auto extingüíveis.			X	O principal condutor da calandra não está alocado adequadamente na máquina, oferecendo risco de enroscar em algo, na operação da máquina, conforme imagem abaixo.
					
12.18	Os quadros de energia das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança: a) possuir porta de acesso, mantida	X			

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

	serem energizadas.				
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			
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 extra baixa 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	Algumas máquinas não possuem proteções contra acidentes na zona de risco, mas as com maior problemática as possuem.
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			X	Existe algumas máquina do laboratório não possui proteção adequada contra acidentes na zona de risco das mesmas, conforme será verificado na apreciação de

	previsto nesta Norma.				risco.
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 imagem 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</p>	X			

	intertravamento.				
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 estão de acordo e em outras não atuam desta forma, ou não existem.
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.
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.
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	Somente algumas máquinas possuem proteção fixa que impede o acesso por todos os lados, conforme será verificado na apreciação de risco.
12.48	As máquinas e equipamentos que ofereçam risco de ruptura de suas partes, projeção de			X	As furadeiras e os tornos projetam cavacos durante a

	materiais, partículas ou substâncias, devem possuir proteções que garantam a saúde e a segurança dos trabalhadores.			usinagem, não havendo nenhuma proteção para impedir este fato.
12.49	<p>As proteções devem ser projetadas e construídas de modo a atender aos seguintes requisitos de segurança:</p> <p>a) cumprir suas funções apropriadamente durante a vida útil da máquina ou possibilitar a reposição de partes deterioradas ou danificadas;</p> <p>b) ser constituídas de materiais resistentes e adequados à contenção de projeção de peças, materiais e partículas;</p> <p>c) fixação firme e garantia de estabilidade e resistência mecânica compatíveis com os esforços requeridos;</p> <p>d) não criar pontos de esmagamento ou agarramento com partes da máquina ou com outras proteções;</p> <p>e) não possuir extremidades e arestas cortantes ou outras saliências perigosas;</p> <p>f) resistir às condições ambientais do local onde estão instaladas;</p> <p>g) impedir que possam ser burladas;</p> <p>h) proporcionar condições de higiene e limpeza;</p> <p>i) impedir o acesso à zona de perigo;</p> <p>j) ter seus dispositivos de intertravamento protegidos adequadamente contra sujidade, poeiras e corrosão, se necessário;</p> <p>k) ter ação positiva, ou seja, atuação de modo positivo; e</p> <p>l) não acarretar riscos adicionais.</p>		X	Algumas proteções podem ser burladas durante o funcionamento das máquinas.
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 corte (Guilhotina) possui proteção de material descontínuo que atende o anexo da norma, conforme imagem abaixo.
				
12.52	As proteções também utilizadas como meio de acesso por exigência das características da máquina ou do equipamento devem		X	As proteções de acesso de algumas máquinas não possuem monitoramento por

	atender aos requisitos de resistência e segurança adequados a ambas as finalidades.				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			
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	Em certas máquinas não possuem esses diagramas, projetos.
<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			AS Furadeiras não possuem botoeira de emergência, porém estes se abstêm 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 auto propelidas 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			
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	X			

	g) ser mantidos em perfeito estado de funcionamento.				
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>					
12.78	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			
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	X			

	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.				
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 muitas vezes não é suficiente para operação da máquina (calandra)
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			
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		X		Na norma de uso do

	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).				laboratório não cita nenhuma medida contra a exposição a agentes prejudiciais à saúde e também não cita quanto à necessidade de algum EPI.
<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 de manutenções.
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	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: 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; 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	X			Atende pois se trata de um laboratório de manutenção e conformação mecânica.

	<p>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 accidental de partes basculadas ou articuladas abertas das máquinas e equipamentos.</p>			
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> <p>a) torne inoperante o modo de comando automático;</p> <p>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;</p> <p>c) impeça a mudança por trabalhadores não autorizados;</p> <p>d) a seleção corresponda a um único modo de comando ou de funcionamento;</p> <p>e) quando selecionado, tenha prioridade sobre todos os outros sistemas de comando, com exceção da parada de emergência; e</p> <p>f) torne a seleção visível, clara e facilmente identificável.</p>	X		<p>Durante essa 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>
12.115	<p>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.</p>	X		
<b>SINALIZAÇÃO</b>				
12.116	<p>As máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre</p>		X	<p>Apenas duas máquinas possuem sinalização quanto aos perigos existentes.</p>

	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).			
				
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.
				
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	Nenhuma máquina possui indicações quanto à especificações e limitações técnicas.
12.122	Exceto quando houver previsão em outras Normas Regulamentadoras, devem ser adotadas as seguintes cores para a	X		As máquinas que possuem as proteções estão corretas em relação as cores

	<p> 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>				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	<p> 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.</p>
					
<b>MANUAIS</b>					
12.125	<p> 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.</p>			X	<p> Nem todas as máquinas possuem os respectivos manuais.</p>
12.127	<p> Os manuais devem:</p> <p> a) ser escritos na língua portuguesa - Brasil, com caracteres de tipo e tamanho que possibilitem a melhor legibilidade possível, acompanhado das ilustrações explicativas;</p> <p> b) ser objetivos, claros, sem ambiguidades e em linguagem de fácil compreensão;</p> <p> c) ter sinais ou avisos referentes à segurança realçados; e</p>			X	<p> As máquinas que possuem os manuais, atendem a norma.</p>

	d) permanecer disponíveis a todos os usuários nos locais de trabalho.				
<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			Além das orientações ministradas nas aulas, a também 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			
<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			Os alunos são instruídos, e acompanhados nas aulas práticas.
12.136	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.	X			Os alunos antes das aulas práticas são instruídos corretamente nas aulas teóricas.
12.138	A capacitação deve: a) ocorrer antes que o trabalhador assumira a sua função; b) ser realizada sem ônus para o trabalhador; 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; d) ter conteúdo programático conforme o estabelecido no Anexo II desta Norma; e e) ser ministrada por trabalhadores ou profissionais qualificados para este fim, com supervisão de profissional legalmente habilitado que se responsabilizará pela	X			

	adequação do conteúdo, forma, carga horária, qualificação dos instrutores e avaliação dos capacitados.				
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			
<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 ensino com as informações solicitadas.

Fonte: Modelo de checklist adaptado de Santos Junior e Zangirolami (2015) e preenchido conforme situação encontrada no laboratório de manutenção e conformação mecânica.