

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO  
GRANDE DO SUL - *CAMPUS* ERECHIM  
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

Hernan Bernardi

**AVALIAÇÃO E PROPOSTA PARA ADEQUAÇÃO DE UMA SERRA FITA  
HORIZONTAL À NR-12**

Erechim

2024

Hernan Bernardi

**AVALIAÇÃO E PROPOSTA PARA ADEQUAÇÃO DE UMA SERRA FITA  
HORIZONTAL À NR-12**

Trabalho Conclusão de Curso realizado no Campus Erechim do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.  
Orientador: Prof. Dr. Daniel Nunes Pires.

Erechim

2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente e principalmente aos meus pais, Nelso e Sirlei, pelo apoio incondicional, sempre me incentivando e me proporcionando toda a base necessária nessa caminhada e na vida. Agradeço a minha irmã Andria, ao meu cunhado Sidnei e a minha afiliada Alice por estarem sempre comigo, confiando em mim e me apoiando em todos os momentos.

Agradeço ao Prof. Daniel Pires Nunes, pela orientação, apoio e disponibilidade na elaboração deste trabalho, bem como outros professores e servidores do IFRS – *Campus Erechim* que de alguma forma também contribuíram.

Aos meus amigos e demais familiares, agradeço a ajuda e compreensão, por também me incentivarem e desejarem meu sucesso.

E agradeço a Deus, por sempre estar me iluminando e guiando meu caminho.

*“A persistência é o caminho do êxito.”*

*(Charles Chaplin)*

## RESUMO

O aumento do uso de máquinas se tornou característico do avanço e progresso da indústria e, por isso, tornou-se essencial garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores que operam esses equipamentos. No entanto, o desleixo das medidas de segurança apropriadas elevou o número de acidentes consideravelmente, não apenas em indústrias, mas em todos os locais onde as máquinas são utilizadas como nas instituições de ensino. Diante disso, este trabalho avalia a conformidade de uma serra fita horizontal com a Norma Regulamentadora NR-12, que define requisitos técnicos para a segurança no uso de máquinas e equipamentos. A pesquisa foi conduzida no laboratório de fabricação mecânica do IFRS – *Campus* Erechim, com o objetivo de verificar a situação da máquina à NR-12, identificar os riscos associados ao seu uso e propor as adaptações necessárias para assegurar a segurança dos usuários. A metodologia incluiu uma análise detalhada da máquina, comparando suas características com as exigências da NR-12, além da identificação de não conformidades e avaliação dos riscos. Os pontos identificados não conformes à norma se resumem na ausência da sinalização dos riscos que as pessoas envolvidas estão expostas. Para avaliar os riscos, aplicou-se o método de apreciação de riscos *Hazard Rating Number* (HRN) com o objetivo de identificar, estimar e avaliar os riscos e perigos relacionados a máquina. Foram propostas intervenções específicas para cada ponto identificado, com uma estimativa de custos para a implementação das melhorias. Os resultados indicaram algumas não conformidades que necessitam de correção para garantir a segurança dos usuários. As propostas de adequação visam minimizar os riscos e garantir um ambiente seguro, especialmente em instituições educacionais onde o uso de máquinas é parte fundamental da formação técnica dos alunos. Conclui-se que a adequação às normas de segurança é crucial para prevenir acidentes e promover um ambiente de aprendizagem seguro.

**Palavras-chave:** NR-12. Serra fita horizontal. Perigos. Apreciação de riscos.

## ABSTRACT

The increased use of machinery has become a characteristic of the advancement and progress of industry, and therefore it has become essential to ensure the safety and health of workers who operate this equipment. However, the neglect of appropriate safety measures has increased the number of accidents considerably, not only in industries, but in all places where machines are used, such as educational institutions. In view of this, this study evaluates the compliance of a horizontal band saw with Regulatory Standard NR-12, which defines technical requirements for the safety of machines and equipment. The research was conducted in the mechanical manufacturing laboratory of IFRS – Erechim Campus, with the objective of verifying the situation of the machine with NR-12, identifying the risks associated with its use and proposing the necessary adaptations to ensure the safety of users. The methodology included a detailed analysis of the machine, comparing its characteristics with the requirements of NR-12, in addition to identifying non-conformities and assessing risks. The points identified as non-conforming to the standard are summarized in the lack of signaling of the risks to which the people involved are exposed. To assess the risks, the Hazard Rating Number (HRN) risk assessment method was applied with the aim of identifying, estimating and evaluating the risks and hazards related to the machine. Specific interventions were proposed for each point identified, with an estimate of costs for implementing the improvements. The results indicated some non-conformities that need to be corrected to ensure user safety. The adaptation proposals aim to minimize the risks and ensure a safe environment, especially in educational institutions where the use of machines is a fundamental part of the students' technical training. It is concluded that compliance with safety standards is crucial to prevent accidents and promote a safe learning environment.

**Keywords:** NR-12. Horizontal band saw. Dangers. Risk assessment.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Estrutura da NR-12. ....	18
Figura 2 – Recursos de produção. ....	19
Figura 3 – Comando bimanual. ....	22
Figura 4 – Proteção fixa de polia. ....	24
Figura 5 – Proteção móvel com dispositivo de intertravamento. ....	25
Figura 6 – Botão de parada de emergência. ....	26
Figura 7 – Sinalização de atenção. ....	29
Figura 8 – Fluxograma do processo de redução de riscos. ....	32
Figura 9 – Esquema de abordagem de identificação do perigo. ....	35
Figura 10 – A serra fita horizontal. ....	44
Figura 11 – Placa de informações. ....	45
Figura 12 – Painel de controle da máquina. ....	46
Figura 13 – Controles de descida. ....	47
Figura 14 – Painel de ferramentas. ....	50
Figura 15 – Rodízios da serra fita. ....	51
Figura 16 – Chave geral. ....	52
Figura 17 – Proteção em elementos de transmissão. ....	53
Figura 18 – Risco choque elétrico. ....	58
Figura 19 – Adesivo risco de corte. ....	60
Figura 20 – Sinalização risco de tombamento. ....	61
Figura 21 – Proteção dos controles de descida. ....	63
Figura 22 – Representação serra fita com a proteção. ....	64
Figura 23 – Serra fita com a lança erguida. ....	66

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores relacionados aos riscos no método HRN. ....	37
Tabela 2 – HRN da fita de corte. ....	56
Tabela 3 – HRN para o risco de tombamento. ....	57
Tabela 4 – HRN da fita de corte após adequação.....	65
Tabela 5 – HRN do risco de tombamento após adequação.....	67
Tabela 6 – Estimativa de custos.....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificações de risco segundo o método HRN.....	39
Quadro 2 – Itens da NR-12 avaliados. ....	48

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>16</b>
3.1	CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO TRABALHISTA .....	16
3.2	A NORMA REGULAMENTADORA 12.....	17
<b>3.2.1</b>	<b>Princípios gerais.....</b>	<b>17</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Arranjo físico e instalações.....</b>	<b>19</b>
<b>3.2.3</b>	<b>Instalações e dispositivos elétricos .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2.4</b>	<b>Dispositivos de partida, acionamento e parada .....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.5</b>	<b>Sistemas de segurança.....</b>	<b>23</b>
3.2.5.1	Proteções .....	23
<b>3.2.6</b>	<b>Dispositivos de parada de emergência .....</b>	<b>25</b>
<b>3.2.7</b>	<b>Componentes pressurizados .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.8</b>	<b>Aspectos ergonômicos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2.9</b>	<b>Riscos adicionais .....</b>	<b>28</b>
<b>3.2.10</b>	<b>Sinalização .....</b>	<b>28</b>
3.3	RISCOS.....	30
<b>3.3.1</b>	<b>Apreciação de riscos .....</b>	<b>31</b>
3.3.1.1	Análise de riscos .....	33
3.3.1.2	Número de Classificação de Perigo (HRN) .....	36
3.4	SERRA FITA.....	40
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>42</b>
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>44</b>
5.1	AVALIAÇÃO DA MÁQUINA .....	44
<b>5.1.1</b>	<b>Avaliação de itens da NR-12.....</b>	<b>47</b>
5.2	APRECIAÇÃO DOS RISCOS NA MÁQUINA.....	55
<b>5.2.1</b>	<b>Apreciação do risco da fita de corte.....</b>	<b>55</b>
<b>5.2.2</b>	<b>Apreciação do risco de tombamento da máquina.....</b>	<b>56</b>

5.3	PROPOSTAS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS .....	57
5.3.1	Propostas para os itens da NR-12 não conformes .....	57
5.3.2	Propostas para redução de riscos e melhorias .....	62
5.3.3	Estimativa de custos .....	68
6	CONCLUSÕES .....	70
7	PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS .....	72
	REFERÊNCIAS.....	73
	APÊNDICE A – DETALHAMENTO DA PROTEÇÃO .....	76

## 1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo avaliativo sobre a adequação de uma máquina serra fita horizontal, à norma regulamentadora NR-12, e, se necessário, propor uma adaptação para garantir a segurança no seu uso. Para isso será realizado um estudo da norma para que se possa verificar diretamente na máquina o que está em conformidade ou não. Também, os riscos existentes na máquina serão identificados e analisados para que se possa realizar ações visando deixar a serra fita mais segura.

A segurança no trabalho é uma área de estudo e pesquisa que visa garantir a saúde e a integridade dos trabalhadores em seus ambientes laborais, especialmente em setores que envolvem o manuseio de equipamentos e máquinas. Como destacado por Rojas (2015), desde a Revolução Industrial, com o início da industrialização na Inglaterra onde os primeiros projetos de maquinários começaram a ser pensados com o intuito de proceder a retirada de água de minas de carvão e ferro, a preocupação com a segurança dos trabalhadores tem se intensificado em razão de múltiplos acidentes graves que ocorriam devido à falta de treinamento e proteção adequada nas fábricas.

A legislação trabalhista brasileira também foi evoluindo ao longo do tempo para lidar com essas questões. Com isso, a Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), sancionada em 1943 por Getúlio Vargas, onde o Capítulo V já trazia disposições relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. A criação da CLT foi um artifício jurídico inicialmente, mas após isso se tornou importante para que a prevenção fosse enraizada no Brasil (OLIVEIRA; PIZA, 2016).

Posteriormente, em 1978, foi publicada a Portaria n. 3.214, que estabeleceu as Normas Regulamentadoras (NR) que regulamentam artigos da CLT, com o intuito de promover a segurança e saúde dos trabalhadores. Dentre as 36 normas vigentes atualmente, e tendendo a cada vez mais novas serem criadas e as antigas serem atualizadas, destaca-se a NR-12, que visa garantir medidas de proteção, definição de referências técnicas e princípios fundamentais na utilização de máquinas e equipamentos para que haja segurança de que não só os operadores, mas todos que

estejam naquele ambiente de trabalho tenham protegidas a sua saúde e integridade tanto física como mental (DRAGONI, 2011).

Contudo, apesar de as leis trabalhistas e o desenvolvimento das Normas Regulamentadoras (NR) estarem cada vez mais atuantes, o número de acidentes de trabalho ainda segue elevado. Segundo o Observatório de Segurança e Saúde no trabalho, do Ministério Público do Trabalho (MPT), mais de 6,7 milhões de notificações de acidentes ocorreram no Brasil entre os anos de 2012 e 2022. Somente no ano de 2022 foram registrados aproximadamente 612 mil acidentes, com 2538 trabalhadores vindo a óbito durante a jornada de trabalho. Um aumento de 22% em relação ao ano anterior. As lesões mais frequentes são do tipo de corte, laceração, ferida contusa e punctura, com mais de 1 milhão de notificações, lesões essas que podem ser causadas por diversos tipos de equipamentos e máquinas, como uma serra (OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO, 2022).

A serra fita é uma máquina que foi desenvolvida para o aprimoramento do corte de diversos tipos de materiais em diferentes tipos de indústrias como o setor alimentício, madeireiro e metalúrgico. Existem modelos horizontal, vertical e inclinada e podem fazer a realização de um corte reto, irregular, circular, entre outros. No geral, enquanto as serras fitas horizontais são empregadas em produção de grande escala por terem a capacidade de cortar metais maiores e ter uma vida útil maior, a serra de modelo vertical é aplicada em metalúrgicas menores por serem de manuseio flexível e capaz de realizar cortes com ângulos específicos e curvos (BRASIL, 2022).

Visando melhorar a segurança e contribuir com a saúde de alunos e trabalhadores, o presente trabalho tem como finalidade fazer uma avaliação em uma serra fita horizontal, localizada no laboratório de fabricação mecânica no IFRS – *Campus* Erechim. Sendo assim, o equipamento será examinado com o objetivo de aferir se está em conformidade com a norma regulamentadora NR-12. Caso sejam encontradas inconformidades, um projeto de adequação à norma será elaborado aspirando diminuir o risco de acidentes e outros eventuais riscos ambientais.

Portanto, esse trabalho tem como importância contribuir com a comunidade acadêmica para aumentar a segurança do laboratório de fabricação mecânica do IFRS – *Campus* Erechim onde já ocorreram alguns acidentes e quase acidentes, inclusive com a máquina acima citada. Assim, observando e mapeando os riscos à

integridade física que alunos e servidores estão expostos na utilização do equipamento e promovendo a redução e eliminação dos mesmos, poderemos ter um ambiente de aprendizado muito mais saudável, produtivo e com a qualidade de ensino necessária para que principalmente os alunos não tenham nenhum tipo de receio ao usar a serra fita horizontal.

Com isso, a parte prática dos cursos da instituição ganha força e encorpa o aprendizado, para que os futuros profissionais que sairão formados do IFRS-Erechim, tenham a experiência necessária para chegar no mercado de trabalho tanto com a parte teórica ministrada em sala de aula como na prática desenvolvida nos laboratórios.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo para avaliar se uma máquina serra fita horizontal está atendendo a norma regulamentadora NR-12 e, se necessário, efetuar uma proposta para adequação da mesma.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e estudar as normas e legislações aplicáveis;
- Realizar um levantamento e análise dos riscos na serra fita horizontal;
- Realizar uma verificação se a máquina está em conformidade com a NR-12;
- Indicar medidas para correção e diminuição dos riscos para adequar à NR-12;
- Realizar a cotação dos custos necessários para a possível implementação da proposta de adequação.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 CONSOLIDAÇÃO DA LEGISLAÇÃO TRABALHISTA

As leis trabalhistas no Brasil tiveram seu início marcado por um processo gradual de implementação e regulamentação. Embora a preocupação com a proteção dos trabalhadores já existisse desde o século XIX, foi apenas em 1891 que surgiu o primeiro dispositivo legal, o Decreto 1.313, estabelecendo a fiscalização do trabalho dos menores de idade nas indústrias têxteis, inaugurando assim a Inspeção do Trabalho no país. Posteriormente, em 1919, o Decreto 3.724 foi promulgado para lidar com questões relacionadas a acidentes de trabalho e indenizações. A estabilização dessas legislações dispersas ocorreu em 1943 com a publicação da Consolidação das Leis Trabalhistas (CLT) pelo Decreto 5.452, que unificou os diversos aspectos do direito do trabalho, segurança e saúde ocupacional em um único documento normativo (CAMISASSA, 2015).

Em dezembro de 1977, o Capítulo V, Título II, da CLT que se refere à Segurança e Medicina do Trabalho foi alterada pela Lei n. 6.514 para, assim, haver a criação de 28 Normas Regulamentadoras, onde foi definido critérios, parâmetros legais e diretrizes para proceder os temas pertinentes. Diante disso, somente após estudos e discussões, a Portaria n. 3.214 de junho de 1978 aprovou enfim as Normas Regulamentadoras para que houvesse a regulamentação dos artigos 184 a 186, conforme redação da Lei acima citada (DRAGONI, 2011).

Estes artigos da Seção XI da Lei n. 6.514 tratam exclusivamente de primeiras instruções de uso e de segurança das máquinas e equipamentos registrados, onde visava prevenir acidentes de trabalho por acionamento acidental, modos para executar a manutenção e que seriam estabelecidas novas normas adicionais pelo Ministério do Trabalho para a operação das máquinas e equipamentos, principalmente em referência as partes móveis para estabelecer parâmetros que garantissem a segurança do operador (BRASIL, 1977).

As normas expressas por meio de portarias do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e os artigos da CLT definem requisitos cruciais para garantir a segurança e a saúde dos trabalhadores em seus ambientes de trabalho. Segundo

Dragoni (2011), embora algumas dessas normas possam ser genéricas, defasadas ou desatualizadas, elas estão passando por um processo gradual de revisão técnica para se adequarem às necessidades atuais. A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é um exemplo de grupo de normas que acabam sendo ligadas juntamente com as NRs, auxiliando de forma mais técnica e rígida, buscando uma interação e resultado assertivo entre trabalhadores e ambiente de trabalho. Tais conjunto de normas, como a NR-12, que se baseia nos princípios da CLT, estabelecem diretrizes técnicas e medidas de proteção para prevenir acidentes e doenças ocupacionais, abrangendo todas as fases, desde o projeto até a utilização e comercialização de máquinas e equipamentos. A NR-12 visa garantir a segurança tanto dos trabalhadores quanto das máquinas, promovendo condições de trabalho mais seguras e melhorando a integridade física e a saúde.

## 3.2 A NORMA REGULAMENTADORA 12

### 3.2.1 Princípios gerais

A NR-12 tem como título máquinas e equipamentos, onde tem-se como principais objetivos que o trabalhador possa realizar sua função de maneira segura, buscando sempre a melhor condição de trabalho possível a nível de evitar acidentes e doenças futuras. Além disso, juntamente com outros conjuntos de normas, garantir o bom funcionamento das máquinas e equipamentos para que possam desempenhar de modo produtivo, porém sem oferecer riscos (ABIMAQ, 2019).

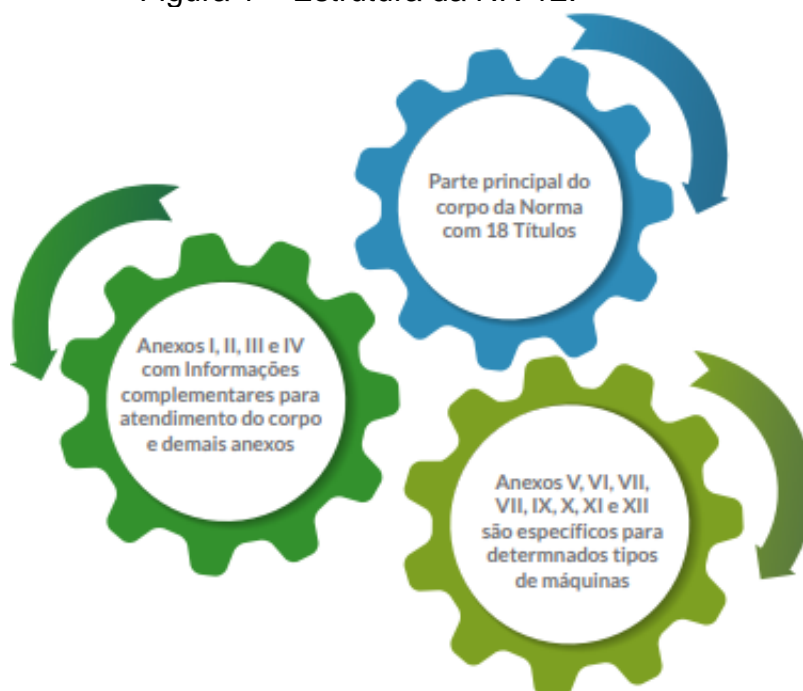
Atualmente, a NR-12 passa por diversas atualizações e modernizações que visam cobrir com maior abrangência cada novidade que o mercado das máquinas e equipamentos apresentam. Desde a sua publicação oficial, em 1978, houve mudanças em sua estrutura, incluindo os anexos de motosserras em 1995 e de cilindros de massa em 1996, além de outras pequenas modificações. A redação mais recente, promulgada pela Portaria 197 de 2010, representa uma revisão abrangente da norma, refletindo não apenas avanços tecnológicos, mas também uma nova abordagem adaptada às necessidades do mercado atual, sem excessos de regulamentação. Em 20 de dezembro de 2022, a Portaria n. 4.219 trouxe a última

atualização para algumas normas regulamentadoras, inclusive a 12. Essas mudanças refletem o compromisso contínuo com a proteção da saúde e integridade física dos trabalhadores, desde a concepção até o desmonte dos equipamentos (CAMISASSA, 2015).

Com isso, em 2019 a Portaria n. 916 de 30 de julho realizou a última alteração mais impactante, reorganizando a estrutura com objetivo de facilitar o entendimento e aplicação, onde máquinas novas e usadas foram integradas a restrição temporal, normas europeias do tipo C foram harmonizadas quando as nacionais são inexistentes além de pequenas empresas tiveram suas obrigações simplificadas (BRASIL, 2024).

Estruturalmente, a NR-12 em sua redação é dividida em 18 Títulos principais, com definições básicas e medidas generalizadas para maquinários em sua grande maioria, além de 12 anexos que trazem informações complementares para que ocorre o atendimento e da parte principal e também características de determinadas máquinas específicas (ABIMAQ, 2023). A Figura 1 representa o corpo da estrutura da Norma Regulamentadora 12.

Figura 1 – Estrutura da NR-12.



Fonte: ABIMAQ, 2023.

### 3.2.2 Arranjo físico e instalações

A eficiência do *layout* desempenha um papel crucial na prevenção de acidentes, além de promover um fluxo de processo mais fluido, resultando em uma produtividade melhorada. De acordo com Santos Junior e Zangirolami (2020), um arranjo físico bem pensado pode amenizar muitos dos problemas relacionados aos riscos de máquinas. Portanto, a adoção de boas práticas de fabricação combinadas com uma análise minuciosa do processo é essencial para a conformidade com a NR-12.

A Figura 2, mostra o arranjo físico como centro de elementos que se tornam um recurso para aumento de produtividade visando diminuir custos. No entanto, é lamentável que o arranjo físico muitas vezes seja negligenciado em termos de prioridade. Isso leva à alocação inadequada de máquinas e equipamentos, resultando no desrespeito pelo espaço necessário e na necessidade de improvisar a infraestrutura básica, o que por sua vez aumenta os riscos para os profissionais que trabalham no local. (SANTOS JUNIOR E ZANGIROLAMI, 2020).

Figura 2 – Recursos de produção.



Fonte: SANTOS JUNIOR E ZANGIROLAMI, 2020.

Com isso, a redação da NR-12 trata que para o desenvolvimento do leiaute de uma empresa, é imprescindível um cuidadoso planejamento que garanta conformidade com as normas vigentes para assegurar a segurança dos trabalhadores e o funcionamento eficiente das operações. A demarcação das áreas de circulação é um ponto crucial, devendo ser mantidas desobstruídas para a evacuação facilitada

em casos de emergência, como acidentes, incêndios ou vazamentos de substâncias tóxicas.

Além disso, é essencial considerar o espaçamento adequado entre máquinas, levando em conta suas características e aplicações, para garantir suas operações e manutenções tranquilas. As vias de circulação, áreas de armazenamento e postos de trabalho devem ser posicionados conforme estabelecido pelas normas regulamentadoras para que não haja transporte ou movimentação aérea de materiais sobre as pessoas no local. As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas em locais específicos para facilitar o acesso (BRASIL, 2019).

As máquinas estacionárias devem possuir medidas preventivas para garantir sua estabilidade e evitar basculamentos ou deslocamentos por vibrações, choques ou forças externas. Já para as máquinas móveis, é necessário que pelo menos dois dos rodízios possuam travas, atestando a estabilidade durante o uso. Em casos em que haja regulamentação específica ou normas setoriais, estas devem prevalecer quanto à sinalização, arranjos físicos, circulação e armazenamento (BRASIL, 2019).

### **3.2.3 Instalações e dispositivos elétricos**

Os circuitos elétricos de máquinas e equipamentos podem gerar uma série de acidentes, desde choques elétricos até incêndios e explosões. Por isso, devem ser projetados e mantidos de modo preventivo para inibir quaisquer riscos. Um dos itens mais importantes é o aterramento adequado de carcaças e peças condutoras que não fazem parte dos circuitos elétricos principais, mas que podem ficar sob tensão. Além disso, é crucial garantir a proteção dos circuitos contra a corrosão e a exposição à água, utilizando dispositivos de blindagem e estanqueidade (BRASIL, 2019).

Ainda segundo a Norma Regulamentadora 12, os condutores elétricos devem atender a requisitos específicos de resistência mecânica e proteção contra danos, como rompimento mecânico e contato com substâncias como lubrificantes e combustíveis. É importante também evitar que segmentos dos condutores entrem em contato com partes móveis das máquinas.

Os quadros e painéis de comando devem possuir sinalização clara de perigo elétrico e restrição de acesso, além de estarem em bom estado de conservação e serem protegidos conforme o ambiente de uso. As conexões elétricas devem ser feitas utilizando dispositivos apropriados para garantir resistência mecânica e contato elétrico adequado (BRASIL, 2019).

Para evitar acidentes relacionados à alimentação elétrica que vem de forma externa, dispositivos de proteção contra sobrecorrente, sobretensão e inversão de fases são essenciais. Diante disso, certas práticas como o uso de chave geral como dispositivo de partida e parada, são proibidas para evitar riscos adicionais. Já para máquinas que operam com baterias, há requisitos específicos, como a fácil acessibilidade para manutenção e substituição, a fixação segura para evitar deslocamentos acidentais e a proteção dos terminais para prevenir curtos-circuitos (BRASIL, 2019).

#### **3.2.4 Dispositivos de partida, acionamento e parada**

Com o avanço da tecnologia, diferentes tipos de mecanismos foram implementados em máquinas e equipamentos. E muitos deles tem como objetivo a segurança dos operadores e impedir que riscos adicionais existam. Assim, os dispositivos de partida, acionamento e parada são exemplos, e devem ser cuidadosamente planejados e instalados.

Desse modo, é essencial que tais dispositivos não estejam localizados em áreas de risco e possam ser acionados ou desligados em situações de emergência por qualquer pessoa que não seja o operador. Além disso, devem ser projetados para impedir acionamentos ou desligamentos acidentais, bem como para evitar qualquer forma de manipulação indevida, comumente conhecida como a burla (BRASIL, 2019).

Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem conter dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizados. Isso significa que, quando a máquina é ligada, os dispositivos de partida e acionamento não devem ser ativados automaticamente. A ativação da máquina é uma ação separada do seu início ou acionamento, assim uma operação mais segura e controlada pode ser realizada (CAMISASSA, 2015).

O comando bimanual é um dispositivo de acionamento existente e importante em ambientes industriais, projetado para garantir a segurança do operador ao manter suas mãos fora de áreas perigosas. Esse sistema requer a atuação sincronizada de ambos os botões em um intervalo de tempo determinado, geralmente não superior a 0,5 segundos. Esta sincronia é essencial para gerar um sinal de saída, permitindo assim o funcionamento da máquina apenas quando ambos os dispositivos são acionados simultaneamente. A Figura 3 relata um exemplo de um comando bimanual em conformidade com a norma.

Figura 3 – Comando bimanual.



Fonte: CECOMATEC, 2024.

Além disso, o comando bimanual pode ser monitorado automaticamente por interfaces de segurança, especialmente quando a análise de risco assim o indica, adicionando um nível de proteção ao operador e ao ambiente de trabalho. A relação entre os sinais de entrada e saída é projetada de forma a garantir que a operação da máquina ocorra apenas quando ambos os botões estão ativados e seja interrompida imediatamente quando qualquer um deles for desativado (BRASIL, 2019).

É importante ressaltar que o comando bimanual é uma medida de proteção individual, agindo somente para o operador que o aciona. Enquanto ambas as mãos estiverem sobre os botões, a máquina permanecerá em funcionamento, proporcionando segurança durante operações que envolvam áreas de risco. No entanto, assim que uma das mãos for retirada, a máquina deverá ser automaticamente desligada, garantindo a integridade física do operador e prevenindo acidentes (BRASIL, 2019).

### **3.2.5 Sistemas de segurança**

Os sistemas de segurança de uma máquina têm como objetivo proteger os operadores das zonas de perigo com proteções fixas, proteções móveis e dispositivos de segurança interligados, garantindo assim a sua integridade física. Também, as proteções servem para limitar o acesso com o corpo ou parte dele às distâncias mínimas, de acordo com as normas técnicas ativas (BRASIL, 2019).

Os sistemas de segurança integrados em máquinas e equipamentos devem ser projetados e instalados conforme as especificações da norma, garantindo que quando haja a detecção de situações de riscos, a interrupção imediata do funcionamento da máquina aconteça. Esses sistemas incluem dispositivos de segurança como sensores, cortinas de luz, chaves de segurança, entre outros (BRASIL, 2019).

#### **3.2.5.1 Proteções**

Segundo a NR-12, um elemento utilizado para promover a segurança através de uma barreira física pode ser considerado uma proteção. Essas proteções podem ser divididas em fixas e móveis (BRASIL, 2019).

As proteções fixas são elementos que devem mantidas em sua posição de forma permanente ou por meio de peças de fixação que só permitam sua remoção ou abertura com o uso de ferramentas (BRASIL, 2019). Para que essas barreiras sejam fixadas na máquina, pode-se usar parafusos, solda, rebites ou outros. Sendo assim,

não se faz necessária a utilização conjunta de outros dispositivos de segurança na área de risco (DRAGONI, 2011). A Figura 4 traz exemplo de proteção fixa.

Figura 4 – Proteção fixa de polia.



Fonte: Projetechno, 2023.

Já as proteções móveis, são aquelas que podem ser abertas sem o uso de ferramentas, geralmente ligada por mecanismos à estrutura da máquina ou a um elemento fixo por perto. Além disso deve ser associado a dispositivos de intertravamento (BRASIL, 2019). Sendo assim, é necessário que outros dispositivos de segurança sejam usados de maneira conjunta pois quando essas barreiras são mantidas fechadas, elas impedem o acesso a área de risco, mas quando as proteções são abertas a área de perigo fica exposta (DRAGONI, 2011). Um exemplo de proteção móvel é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Proteção móvel com dispositivo de intertravamento.



Fonte: Nascimento, 2010.

As proteções de máquinas devem ser projetadas e construídas com materiais resistentes, capazes de conter a projeção de peças, materiais e partículas, e impedir o acesso a áreas perigosas sem criar pontos de esmagamento ou agarramento para garantir a segurança ao longo de sua vida útil. Além disso, devem ser fixadas firmemente, garantindo estabilidade e resistência mecânica adequadas aos esforços requeridos. As proteções também precisam ser fáceis de limpar e higienizar, protegendo contra sujeiras e construídas de modo a evitar que sejam burladas pelos trabalhadores (BRASIL, 2019).

### 3.2.6 Dispositivos de parada de emergência

Visando prevenir uma situação de perigo, as máquinas devem conter um ou mais dispositivos de parada de emergência. Esses dispositivos precisam estar localizados em pontos facilmente acessíveis e visíveis para os operadores em suas

áreas de trabalho, bem como para outras pessoas, sem que gere riscos adicionais. Além disso, devem ser mantidos sempre desobstruídos. Esse sistema não deve ser utilizado como medida primária de proteção, mas sim como uma alternativa auxiliar em casos de acidentes (BRASIL, 2019).

Fisicamente, os dispositivos de parada de emergência são acionadores, geralmente na forma de botões vermelhos tipo cogumelo, colocados em local visível na máquina ou próximo a ela, sempre ao alcance do operador. Quando acionados, sua função é interromper o movimento da máquina imediatamente. Esses dispositivos devem ser monitorados por um relé ou CLP de segurança (SCHNEIDER, 2011). A Figura 6 apresenta um botão de parada de emergência:

Figura 6 – Botão de parada de emergência.



Fonte: EUCHNER, 2024.

Ainda segundo a NR-12, os dispositivos de parada de emergência não podem ser usados como dispositivos de partida ou parada e devem ter prioridade sobre qualquer outro comando da máquina. Esses dispositivos devem possuir um sistema de retenção para garantir que, uma vez acionada, a função de parada de emergência permaneça ativada até ser manualmente desativada por meio de uma manobra adequada, dificultando desacionamentos acidentais (BRASIL, 2019).

### **3.2.7 Componentes pressurizados**

Em sistemas onde há partes do equipamento que estejam pressurizados, a NR-12 exige a implementação de medidas de proteção extras. As mangueiras e tubulações devem ser instaladas em áreas onde eventuais defeitos, como ruptura e vazamentos, não resultem em acidentes. Além disso, o fabricante deve identificar nas mangueiras pressurizadas a pressão máxima de trabalho permitida (BRASIL, 2019).

Desse modo, as máquinas devem também ter sistemas de segurança que assegurem que a pressão máxima de trabalho permitida não seja ultrapassada. Os recipientes que contenham gases comprimidos utilizados em máquinas e equipamentos devem estar localizados em áreas bem ventiladas, protegidos contra fatores externos, como calor, quedas e impactos acidentais, e mantidos em perfeito estado de conservação (BRASIL, 2019).

### **3.2.8 Aspectos ergonômicos**

Para fatores relacionados a ergonomia em máquinas e equipamentos, a NR-12 informa que as disposições contidas na Norma Regulamentadora nº 17 – Ergonomia sejam respeitadas e seguidas. Ainda, novos equipamentos, nacionais ou internacionais, devem ser projetados e construídos de modo que atenda as normas técnicas oficiais aplicáveis (BRASIL, 2019).

Para relatar a sua importância, Santos Júnior e Zangirolami (2020) descrevem que a ergonomia vem ganhando crescente importância nas ações voltadas ao ambiente de trabalho, sendo fundamental para assegurar a qualidade de vida dos trabalhadores. Ela se dedica a vários aspectos que podem impactar a saúde física e mental dos profissionais, como a iluminação, a temperatura e os ruídos. Seu objetivo é criar uma relação entre os operadores e as máquinas de certa afinidade e sintonia. Com isso, contribui para diminuir o número de afastamentos devido a doenças ocupacionais, como fadiga muscular e estresse, o que resulta em menores custos adicionais.

### **3.2.9 Riscos adicionais**

Para a aplicação da NR-12, alguns riscos adicionais são considerados em um ambiente de trabalho com máquinas e equipamentos. Alguns deles mais comum como ruído, calor, vibrações, risco de queimaduras por superfícies aquecidas que estejam acessíveis. Outros um pouco mais raros como agentes biológicos e químicos que podem ser danosos por meio de inalação, ingestão e contato físico, radiações ionizantes e não ionizantes, substâncias perigosas que possam reagir como combustíveis, inflamáveis e explosivos (BRASIL, 2019).

Tendo consciência disso, devem ser implementadas medidas de controle dos riscos adicionais gerados pela emissão ou liberação de agentes químicos, físicos e biológicos por máquinas e equipamentos, priorizando sua eliminação, redução de emissão e diminuição da exposição dos trabalhadores, conforme a Norma Regulamentadora nº 9 - Avaliação e Controle das Exposições Ocupacionais a Agentes Físicos, Químicos e Biológicos (BRASIL, 2019).

Para complementar as indicações para reduzir e/ou eliminar esses riscos adicionais, as máquinas que utilizam, processam ou produzem substâncias perigosas devem ter proteções contra emissão, combustão, explosão, reações acidentais e incêndios. Além disso, é necessário adotar medidas contra queimaduras por contato com superfícies aquecidas, como redução da temperatura, isolamento com materiais adequados e barreiras (BRASIL, 2019).

### **3.2.10 Sinalização**

A sinalização em máquinas e equipamentos visa chamar a atenção das pessoas para os perigos e riscos que elas estão expostas naquele ambiente. Também instruem a operação e a manutenção para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores (BRASIL, 2019).

Desempenhando papel crucial para a prevenção de acidentes e doenças ocupacionais, a sinalização deve ser facilmente compreensível, posicionada em um local visível e conter todas as informações necessárias para alertar todos os envolvidos sobre os perigos presentes em um equipamento ou máquina específicos.

Ela permite que os trabalhadores reconheçam os riscos a que estão expostos e saibam quais cuidados devem ser tomados ao realizar suas tarefas (SANTOS JÚNIOR; ZANGIROLAMI, 2020).

A Figura 7 apresenta um exemplo uma sinalização de atenção para uma superfície quente, onde foi citada no item acima como um risco adicional.

Figura 7 – Sinalização de atenção.



Fonte: IPLACAS, 2024.

Também podem ser adotadas, sempre que houver a necessidade, sinais ativos de aviso ou alerta, podendo ser luminosos ou sonoros intermitentes. Esses sinais devem ser claros e que sejam reconhecidos pelos trabalhadores, e tem como objetivo indicar a iminência ou a ocorrência de um evento perigoso como a partida, a parada ou a velocidade excessiva de uma máquina (BRASIL, 2019).

No geral, algumas cores padrões são utilizadas nas sinalizações, contendo significados diferentes. A ABNT NBR 7195:2018 estabelece essas cores para serem utilizadas visando prevenir acidentes. São elas: a cor vermelha é empregada em equipamentos de proteção e combate a incêndio e em botões de emergência; a laranja é utilizada para indicar perigo; amarela é usada para “advertência, atenção”; a cor verde caracteriza uma condição segura; azul simboliza uma obrigatoriedade como o uso de EPI; violeta indica perigo por radiação e a cor branca é utilizada para indicar

locais com circulação de pessoas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

Os itens anteriormente revisados pela bibliografia e, principalmente, pela redação da Norma Regulamentadora nº 12 são importantes para que a segurança em uma máquina seja entendida. Com isso, pode-se partir para uma próxima etapa, onde um método para a apreciação dos riscos possa ser estudada e, posteriormente, aplicada em uma máquina serra fita horizontal.

### 3.3 RISCOS

Na área de segurança do trabalho, a distinção entre os conceitos de risco e perigo é essencial, embora frequentemente confundidos no uso cotidiano. A definição técnica desses termos é fundamental para a preservação de vidas, que é o objetivo principal da segurança no ambiente de trabalho. Sendo assim, muitos estudiosos não chegam a um consenso de definição de risco e perigo, enquanto uma parte acredita serem sinônimos a outra, na grande maioria, defendem que são diferentes como um todo (BARSANO; BARBOSA, 2014).

Ainda segundo Barsano e Barbosa (2014), podemos definir perigo como uma fonte potencial de dano, podendo ser um evento danoso à integridade física, psíquica ou ao patrimônio. São exemplos perigos de quedas de objetos na construção civil e perigos de acidentes de trânsito durante um percurso. Já a caracterização de risco se dá pela probabilidade de que um perigo se transforme em um dano real, associando a incerteza a esse evento futuro. Para exemplificar e diferenciar os dois conceitos, podemos imaginar duas pessoas viajando pelo oceano, uma em um barco a remo e outra em um grande navio. Há perigos como ondas gigantes e águas profundas que são submetidos aos dois, porém a probabilidade de algo indesejado acontecer, ou seja, o risco, é muito maior para a pessoa que está no barco a remo.

Para auxiliar ainda mais a fixação dos conceitos, a NR 10 traz em seu glossário a definição dos dois termos “18. Perigo: situação ou condição de risco com probabilidade de causar lesão física ou dano à saúde das pessoas por ausência de medidas de controle.” “22. Risco: capacidade de uma grandeza com potencial para causar lesões ou danos à saúde das pessoas.” (BRASIL, 2019, p. 12)

Tendo em vista tais fatos, a NR 12 traz em sua redação a demanda que seja realizada uma gestão dos riscos no ambiente de trabalho, sempre visando que haja uma diminuição na probabilidade da ocorrência de acidentes. Para isso, uma apreciação de riscos na área funcional é necessária.

### **3.3.1 Apreciação de riscos**

A Norma Regulamentadora NR-12, conforme o item 12.5, exige a realização de uma apreciação de riscos de acordo com as normas técnicas oficiais, durante a seleção e instalação de sistemas de segurança em máquinas e equipamentos. Esse processo de apreciação de riscos envolve diversas etapas que permitem analisar e avaliar os riscos associados a uma máquina ou equipamento em todas as fases de sua utilização. Embora a NR-12 determine a necessidade dessa apreciação, ela não especifica uma metodologia, apenas orienta que as normas técnicas oficiais sejam respeitadas e seguidas, considerando as características do equipamento e do processo (BRASIL, 2019).

Diante disso, existem algumas normas técnicas que estão em vigência, no intuito de promover e regulamentar a apreciação de riscos. São elas: a NBR ISO 12100:2013 “Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de riscos”, a ISO/TR 14121-2:2018 “Segurança de máquinas – Apreciação de riscos – Parte 2 – Guia prático e exemplos de métodos” e também a norma NBR 14153:2013 “Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto” (ABIMAQ, 2019).

Justamente pela NR-12 não trazer uma metodologia específica para a apreciação de riscos, o objetivo da NBR ISO 12100:2013 é desenvolver essa metodologia para obter máquinas seguras desde o projeto. Além disso, ela traz também princípios e terminologia básica para visualização e redução dos riscos que ajudam a alcançar tal objetivo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

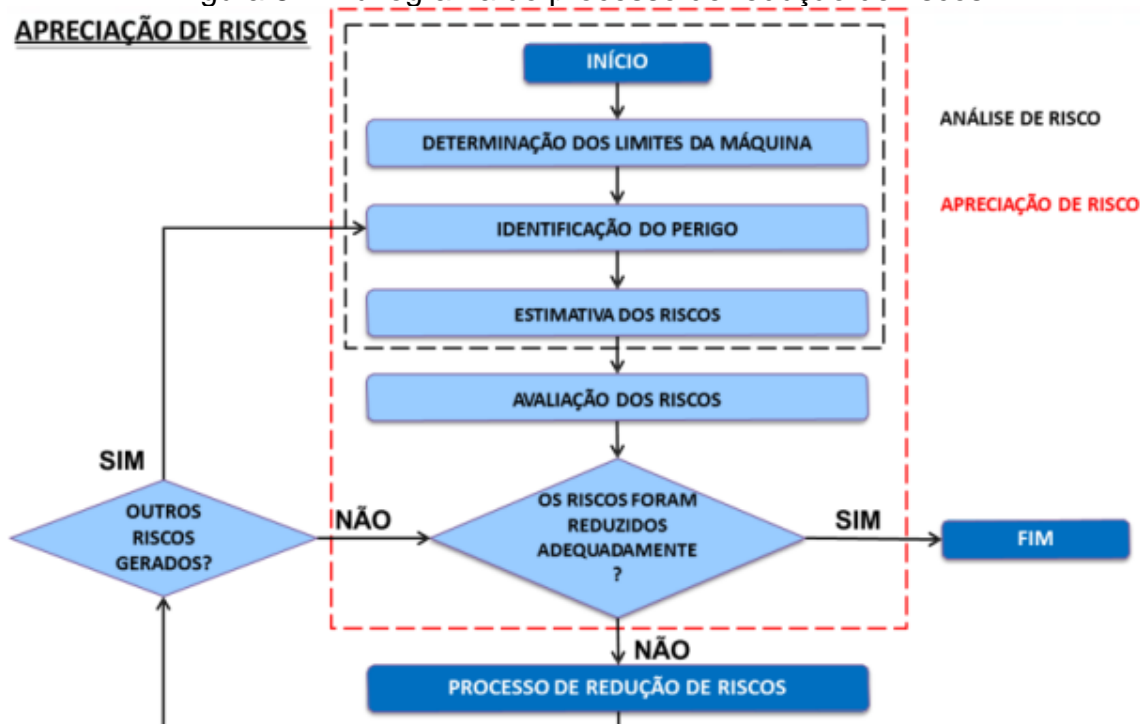
A norma ISO/TR 14121-2:2018 é um documento que foi criado para auxiliar na orientação prática da apreciação de riscos da NBR ISO 12100, descrevendo alguns métodos e ferramentas para o processo, além de exemplos de medidas que podem

reduzir o risco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). Já a NBR 14153:2013, que teve uma nova edição em 2022, tem como objetivo especificar alguns requisitos e estabelecer princípios para projetar partes de sistemas de segurança (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2022).

A metodologia de apreciação de riscos proposta pela ABNT NBR ISO 12100:2013 tem como objetivo alcançar a maior redução de risco possível, utilizando-se um processo repetitivo, representado pelo fluxograma da Figura 8. Para alcançar essa redução, podem ser necessárias sucessivas aplicações do método, aproveitando as tecnologias disponíveis. A norma técnica afirma que, para conduzir este processo, devem ser levados em consideração os seguintes fatores abaixo listados em ordem de prioridade de aplicação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

- a segurança da máquina durante todas as fases do seu ciclo de vida;
- a capacidade da máquina de executar suas funções;
- a operacionalidade da máquina;
- os custos de fabricação, operação e desmontagem da máquina.

Figura 8 – Fluxograma do processo de redução de riscos.



A apreciação de riscos envolve duas etapas. A primeira é a análise de riscos, onde são definidos os limites da máquina, identificados os perigos existentes e estimados os riscos associados. Em seguida, realiza-se um julgamento dos riscos, utilizando métodos qualitativos ou quantitativos, para os riscos presentes no equipamento. Nesta fase, é preciso determinar se a redução de riscos foi alcançada, sendo o objetivo do processo.

### 3.3.1.1 Análise de riscos

A análise de riscos compreende o primeiro estágio da apreciação de riscos, onde esse processo começa com a definição dos limites da máquina, considerando todas as fases do seu ciclo de funcionamento, desde o projeto, fabricação, instalação, operação, manutenção até o descarte. Em seguida, são identificados os perigos e estimados os riscos, o que envolve a avaliação da provável gravidade de um dano e a probabilidade de sua ocorrência (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Diante do desafio de estabelecer os limites da máquina, a norma NBR ISO 12100:2013 subdivide esses limites para melhor esclarecimento. São eles:

- Limites de uso: envolvem o uso devido da máquina considerando suas diversas formas de operação e procedimentos, assim como a exposição de pessoas aos perigos da máquina;
- Limites de espaço: abrangem locais que são destinados a pessoas que fazem interações com a máquina, a alimentação de energia e também cursos de movimento que a máquina efetua;
- Limites de tempo: incluem o tempo de vida útil não somente da máquina em si, mas de todos os seus componentes e também a recomendação de intervalos de serviços recomendados.

Há ainda outros limites que devem ser levados em consideração como a organização e a limpeza do local de trabalho, além das condições do ambiente como temperatura, umidade, incidência da luz solar etc. As propriedades dos materiais a serem processados também são limitadas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013). Importante salientar que a avaliação de risco deve levar

em conta não apenas o uso adequado da máquina, mas também a utilização indevida previsível, assim como as situações razoavelmente previsíveis, falhas de funcionamento e situações de conflito (BRASIL, 2015).

Com os limites do equipamento estabelecidos, o próximo passo é fazer a identificação sistemática dos perigos e riscos relevantes associados à máquina, abrangendo todo o seu ciclo de vida. Isso inclui desde a instalação, uso, transporte, montagem, limpeza, detecção de avarias, manutenção até o descarte. Para uma análise completa, é necessário considerar os diferentes tipos de riscos presentes, como os mecânicos, elétricos e térmicos, e as diversas fases da vida da máquina (BRASIL, 2015).

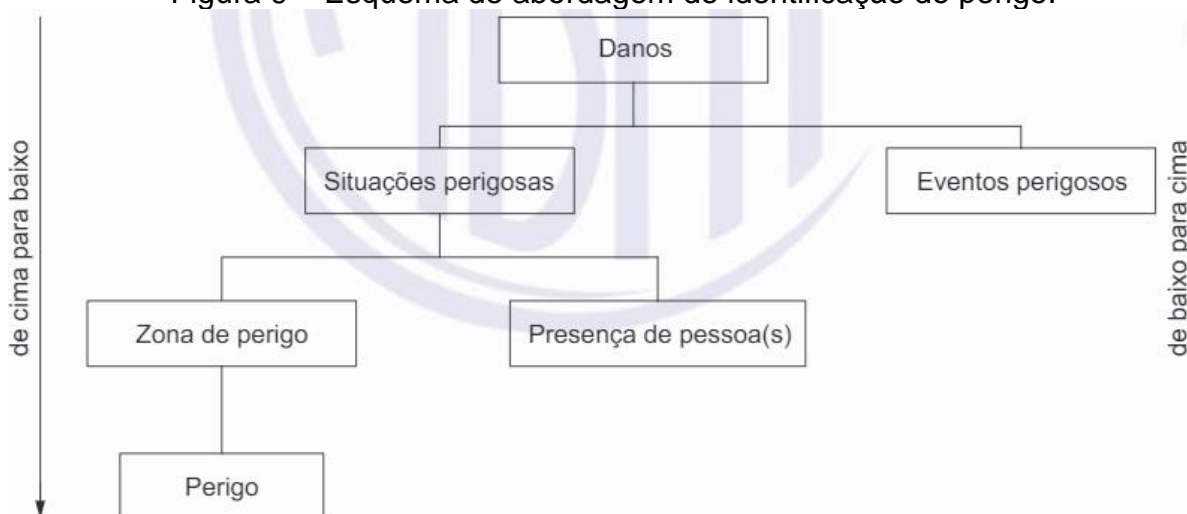
Diante da demanda da identificação dos perigos, a ABNT na norma NBR ISO 12100:2013 traz em sua redação que é essencial detectar os modos de operação esperados para a máquina e as tarefas que serão desempenhadas pelas pessoas que irão interagir com ela. Deve-se considerar as diferentes partes, mecanismos e funções da máquina, o ambiente onde a máquina será utilizada e os materiais a serem processados. Para que ocorra a identificação alguns aspectos devem ser levados em consideração:

- Interação humana com o equipamento: desde os modos de operação até ajustes, testes, troca de ferramenta, partida e parada, retirada do produto, situações de emergência, entre outras.
- Possíveis estados da máquina: cenário onde a máquina está ou não executando a sua função na qual foi projetada.
- Comportamento não intencional do operador ou formas de mau uso da máquina: contexto em que o operador pode agir, de modo intencional ou não, de maneira inadequada na operação e acarretar o perigo.

Buscando agilidade e acuracidade na identificação dos perigos, a utilização de uma metodologia é recomendada pela ABNT ISO/TR 14121-2:2018. Sendo dividida em três etapas, a metodologia primeiramente requer identificar as fases do ciclo de vida da máquina, suas partes e funções. Na segunda etapa, é preciso definir as operações realizadas pela máquina e as tarefas desempenhadas pelas pessoas que interagem com ela em cada fase selecionada anteriormente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018).

A terceira etapa consiste em avaliar os perigos relevantes e as situações de risco para cada operação, em cada zona de perigo. Para isso, pode-se adotar uma abordagem de cima para baixo, começando pelo dano e identificando o que poderia causar essa consequência, ou uma abordagem de baixo para cima, onde se inicia com a identificação dos perigos e, a partir deles, se consideram todas as possíveis consequências para a situação de risco (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018). A Figura 9 apresenta o método estruturado da abordagem de identificação de perigo.

Figura 9 – Esquema de abordagem de identificação do perigo.



Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018.

A ABNT ISO/TR 14121-2:2018 traz em seu texto as seguintes justificativas para considerar a identificação de perigos o passo mais importante em uma apreciação de riscos:

A identificação de perigos é o passo mais importante em qualquer apreciação de riscos. Somente quando um perigo tiver sido identificado, é possível tomar medidas para reduzir os riscos associados com ele, ver Seção 6. Perigos não identificados podem levar a danos. É, portanto, de vital importância assegurar que a identificação de perigos seja tão sistemática e abrangente quanto possível, levando em conta os aspectos relevantes descritos na ABNT NBR ISO 12100:2013, 5.5.3 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018, p. 5).

Com os perigos identificados, tem-se a necessidade de realizar uma estimativa de risco. Esse processo deve avaliar o nível de risco, bem como o possível resultado

de um evento perigoso e a probabilidade de sua ocorrência. Essa estimativa é fundamental, pois fornece informações cruciais que ajudarão na tomada de decisões sobre as medidas de proteção a serem adotadas. Dessa forma, é possível determinar quais ações são necessárias para amenizar os riscos identificados, garantindo a segurança e minimizando os impactos negativos (BRASIL, 2015).

### 3.3.1.2 Número de Classificação de Perigo (HRN)

O *Hazard Rating Number* (HRN), número de classificação de perigo, em português, é um método utilizado como ferramenta para se fazer a estimativa de riscos. Após a identificação, os riscos presentes no equipamento são medidos e quantificados individualmente. Essa metodologia é muito utilizada no Brasil para se priorizar a adequação que será realizada primeiro na máquina, visto que ela determina quais ações devem ser tomadas de acordo com os resultados obtidos na análise (BRASIL, 2015).

Visando a classificação dos riscos, são atribuídos valores numéricos para alguns parâmetros a fim de estimar o nível de cada perigo. Com o valor final, é possível especificar um risco de insignificante até aceitável. Sendo assim, para mensurar os níveis de perigo de uma máquina, dados pela Classe de Risco (CL), alguns parâmetros numéricos devem ser considerados: a severidade do dano (SE), fator definido pelo maior dano esperado que possa acontecer, a frequência de exposição ao risco (FR), que consiste no tempo naquela situação de perigo que a pessoa se encontra, a probabilidade de ocorrência do dano em função da exposição (PR), sendo as chances que cada risco tem de se concretizar e, por fim, o número de pessoas exposta ao perigo (NP) (BRASIL, 2015). Os valores associados aos parâmetros que o método HRN considera são exibidos na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores relacionados aos riscos no método HRN.

<b>Dano</b>	<b>SE</b>
Morte	15
Perda de 2 membros/olhos ou doença grave (irreversível)	8
Perda de 1 membro/olho ou doença grave (temporária)	4
Fratura - ossos importantes ou doença leve (permanente)	2
Fratura - ossos menores ou doença leve (temporária)	1
Laceração/Efeito leve na saúde	0,5
Arranhão/Contusão	0,1
<b>Frequência de Exposição ao Risco</b>	<b>FR</b>
Constantemente	5
Horário	4
Diariamente	2,5
Semanal	1,5
Mensal	1
Anual	0,2
Raramente	0,1
<b>Probabilidade de Ocorrência do Dano</b>	<b>PR</b>
Certamente	15
Esperado	10
Provável	8
Alguma chance	5
Possível	2
Não esperado	1
Impossível	0,03
<b>Número Pessoas Expostas</b>	<b>NP</b>
Mais de 50 pessoas	12
16 - 50 pessoas	8
8 – 15 pessoas	4
3 – 7 pessoas	2
1 – 2 pessoas	1

Fonte: Brasil, 2015.

Portanto, a Classe de Risco (CL) é obtido através da multiplicação dos quatro parâmetros onde são atribuídos os valores numéricos. Além disso, deve ser calculada para cada risco encontrado. A equação utilizada para chegar no resultado e encontrar a classe de risco é (BRASIL, 2015):

$$CL = SE * FR * PR * NP$$

Onde: CL – Classe de Risco

SE – Severidade do Dano

FR – Frequência de Exposição ao Risco

PR – Probabilidade de Ocorrência do Dano

NP – Número de Pessoas Expostas ao Perigo

Após concluir a estimativa de risco, é preciso realizar a avaliação de cada risco para determinar se é significativo e requer alguma ação. Se for o caso, é necessário decidir qual medida de proteção deve ser estabelecida e implementada. Se a medida de proteção introduzir novos perigos, eles devem passar novamente por todo o processo de avaliação de riscos, até que todos os perigos sejam eliminados ou reduzidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Com o valor obtido no cálculo da Classe de Risco (CL), é possível classificar os riscos e realizar uma tomada de decisão das ações a serem executadas, conforme o Quadro 1 (BRASIL, 2015):

Quadro 1 – Classificações de risco segundo o método HRN.

HRN	Risco	Descrição	Ação
0 - 5	Insignificante	Oferece um risco muito baixo para a segurança e saúde.	Nenhuma ação requerida
5 – 50	Baixo porém significativo	Contém riscos necessários para a implementação de medidas de controle de segurança.	Melhoria recomendada
50 - 500	Alto	Oferece possíveis riscos, necessitam que sejam utilizadas medidas de controle de segurança urgentemente.	Necessária ação de melhoria
500+	Inaceitável	É inaceitável manter a operação do equipamento na situação que se encontra.	Necessária ação de melhoria

Fonte: Brasil, 2015.

Para auxiliar a obter um resultado mais objetivo, claro e preciso, algumas informações complementares podem ser levadas em consideração (BRASIL, 2015):

- Risco baixo, porém significativo: é recomendável a aplicação de treinamentos e uso de equipamento de proteção individual (EPI);
- Risco alto: para este caso, ações adicionais de segurança devem ser implementadas ao sistema da máquina, em um prazo de até 6 meses;
- Risco inaceitável: se detectado esse tipo de risco, a operação do equipamento deve ser interrompida até que as medidas de controle sejam colocadas em prática.

### 3.4 SERRA FITA

A máquina serra fita, teve suas origens no século XIX, sendo desenvolvida inicialmente para o corte de madeira. No entanto, com a evolução das necessidades industriais, ela foi adaptada para o corte de metais. Existem diversos tipos de máquinas serra fita, incluindo as verticais, horizontais e portáteis. A serra fita vertical é ideal para cortes precisos e detalhados em materiais menores e é frequentemente usada em oficinas de moldes e matrizes. Já a serra fita portátil é utilizada em trabalhos de campo, oferecendo mobilidade e versatilidade. No entanto, a serra fita horizontal é a mais empregada na indústria de metais devido à sua capacidade de realizar cortes rápidos e precisos em materiais de grandes dimensões (BRASIL, 2023).

A serra fita horizontal é composta por várias partes fundamentais, incluindo a base, o arco, a lâmina de serra, a bancada de trabalho, o motor, e os sistemas de tensionamento da lâmina. O funcionamento básico da serra fita horizontal envolve a lâmina de serra, que é uma tira contínua de metal dentado, montada em duas rodas que giram. Quando a máquina é ligada, a lâmina se movimenta em um ciclo constante, permitindo o corte do metal que está fixado na bancada de trabalho. O sistema de tensionamento garante que a lâmina esteja sempre esticada corretamente, enquanto os guias mantêm a lâmina na posição correta durante o corte, evitando desvios e garantindo precisão (RML, 2021).

Sendo amplamente utilizada em diversas indústrias, incluindo a metalúrgica, automotiva, de construção, e de fabricação de equipamentos, a serra fita horizontal é essencial para cortar perfis metálicos, barras, tubos e chapas em tamanhos precisos, adequando as peças para posterior usinagem ou montagem. A capacidade de realizar cortes retos, angulares e até mesmo cortes em curvas suaves, dependendo da configuração da máquina, torna a serra fita horizontal extremamente versátil. Além disso, sua eficiência e rapidez no corte de metais duros e espessos contribuem significativamente para a produtividade industrial, reduzindo o tempo de processamento e os custos operacionais (BRASIL, 2022).

Com sua importância relevante no meio das indústrias modernas, ter o conhecimento desta máquina, tanto teórico como prático, dentro da formação acadêmica é fundamental para que alunos saiam da instituição com a aprendizagem

necessária para o mercado de trabalho. Além disso, proporcionar segurança e confiança para que as aulas práticas sejam executadas é essencial para a qualidade do ensino evoluir.

## 4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, algumas etapas foram seguidas e cumpridas para que os resultados desejados sejam alcançados e os objetivos sejam cumpridos. Primeiramente, uma visita ao local onde a serra fita se encontra foi realizada para que houvesse o reconhecimento de ambiente de uso e funcionamento.

Após isso, começou-se um estudo sobre as normas vigentes que envolvem esse tipo de máquina. A norma regulamentadora NR-12, onde trata-se de segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, foi estudada, assim como bibliografias adicionais em livros, artigos, monografias.

Com o embasamento que a leitura e interpretação da NR-12 proporcionou, viu-se a necessidade de aprofundar mais o estudo com outras normas técnicas mais específicas, principalmente na demanda de realizar a apreciação de riscos. Sendo assim, a NBR ISO 12100 foi também estudada, para uma análise sobre a delimitação da máquina, identificação dos perigos, estimativa dos riscos e por final uma avaliação para que sejam tomadas ações visando sempre a prevenção de acidentes e elevando a segurança da máquina.

Com o objetivo de verificar se a serra fita horizontal está de acordo com a NR-12, alguns itens da norma foram selecionados com o intuito de serem avaliados individualmente para concluir se a máquina está atendendo-os. Após essa análise, os itens que o equipamento não atendeu as exigências da norma, uma proposta foi feita para que ações sejam realizadas na serra com o objetivo que a torne mais segura e possa estar adequada à NR-12.

Para a realização da apreciação de riscos, a NBR ISO 12100 necessita que uma análise inicial determine os limites da máquina, conhecendo sua função e operacionalidade, e assim conseguir identificar perigos que o equipamento pode oferecer ao operador e quem está presente no local. Com os riscos mapeados, uma estimativa foi realizada sobre a possível gravidade que cada risco proporciona, classificando em níveis para que as ações a serem tomadas sejam propostas.

Para realizar a estimativa de riscos, o método HRN (número de classificação de perigo) será utilizado para que os riscos presentes no equipamento sejam medidos e quantificados individualmente. Com isso, a ação necessária poderá ser tomada

levando em consideração a possível gravidade do dano que cada perigo oferece ao operador da máquina e pessoas próximas que estão expostas. Neste método, alguns parâmetros serão ponderados, com atribuição de valores numéricos para cada parâmetro e, assim, após o cálculo teremos um resultado quantitativo que auxiliará na ação a ser tomada.

Com base nos resultados da avaliação e apreciação dos riscos, é possível indicar algumas alterações a serem implementadas na máquina visando à adequação à norma para que a operação seja segura de modo a prevenir acidentes e garantir a integridade física dos envolvidos com o equipamento. Com isso, após as melhorias indicadas, pode-se realizar novamente uma nova avaliação dos mesmos riscos para ter real noção se as ações tomadas surtiram efeito na redução dos perigos. Além disso, uma estimativa dos custos financeiros dos materiais que seriam utilizados para pôr em prática as propostas feitas será realizado para que se avalie a viabilidade econômica das alterações.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 AVALIAÇÃO DA MÁQUINA

A serra fita do tipo horizontal a ser estudada e avaliada atualmente se encontra no laboratório de fabricação do IFRS – *Campus* Erechim. Ela é utilizada para serrar alguns tipos de materiais, principalmente metais. Com isso, alunos, professores e técnicos utilizam nas aulas práticas, especialmente dos cursos técnicos, na fabricação de peças para a instituição e para os projetos que são ali desenvolvidos.

Para iniciar a avaliação da máquina é necessário o conhecimento do funcionamento da serra fita horizontal. A Figura 10 mostra a máquina no laboratório.

Figura 10 – A serra fita horizontal.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

A serra fita em questão é uma máquina móvel, que conta com 4 rodízios para que possa se movimentar e ser levada para um local adequado e seguro. A sua energização ocorre por um cabo que é ligado em uma tomada da rede de energia elétrica no laboratório.

Para que o material seja serrado, há uma morsa onde ele deve ser preso de maneira que não haja movimentação durante a operação. Com isso, garante que o

o corte seja mais preciso e também seguro, tendo em vista que as chances do material se soltar da máquina são muito menores. Sendo assim, uma parte da máquina onde se encontra a fita que faz o corte deve ser levantada para que, após a máquina ser ligada, essa parte com a fita desça até que o contato com o material a ser cortado aconteça e o processo de corte seja finalizado.

Na serra fita estudada, há duas ações que devem ocorrer que acabam controlando a máquina de acordo com a necessidade. A primeira é a escolha da velocidade com que a fita se movimenta. Ela varia em termos de porcentagem da velocidade do motor, e assim, para cada tipo de material a ser serrado, há uma porcentagem a ser selecionada. Na Figura 11, pode-se ver uma placa que está presa no equipamento que mostra a faixa de porcentagem da velocidade que deve ser usada para cada tipo de material, bem como algumas orientações de uso.

Figura 11 – Placa de informações.

MATERIAL	FAIXA DE VELOCIDADE (%)
LIGAS ESPECIAIS E INOXIDÁVEIS	14%
AÇO 1045	25% - 40%
AÇO 1020	40% - 60%
FERRO FUNDIDO	14% - 30%
BRONZE E COBRE	40% - 50% - 60%
ALUMÍNIO	50% - 65%
MATERIAIS ESTRUTURAIS	55% - 85%
PLÁSTICOS	70% - 100%

USE O POTENCIÔMETRO PARA AJUSTAR AS VELOCIDADES NO VISOR DO PAINEL DIGITAL - O visor deve estar exibindo % em seu canto direito. A dureza dos materiais pode variar, regule a rotação do motor a desejada da tábua móvel para o mesmo sair suavemente. Não force os dentes da serra e não serra com rotação muito alta, isto causará desgaste prematuro na fita serra.

ASSIM QUE A FITA DA SERRA COMEÇAR APRESENTAR DESVIO DE CORTE SUBSTITUA POR UMA FITA SERRA NOVA. ATENÇÃO: UTILIZAR FITA DESGASTADA DESVIANDO O CORTE PODE DESALINHAR OS CABEÇOTES ALINHADORES DA MÁQUINA.

PARA TODOS OS MATERIAIS USE LÍQUIDO REFRIGERANTE MEDIDAS DA FITA SERRA: 2.730 MM DE COMPRIMENTO X 27MM DE LARGURA. A DENTIDAÇÃO DA FITA SERRA E SUA DUREZA DEVERÃO SER ADEQUADOS AO MATERIAL A SER SERRADO.

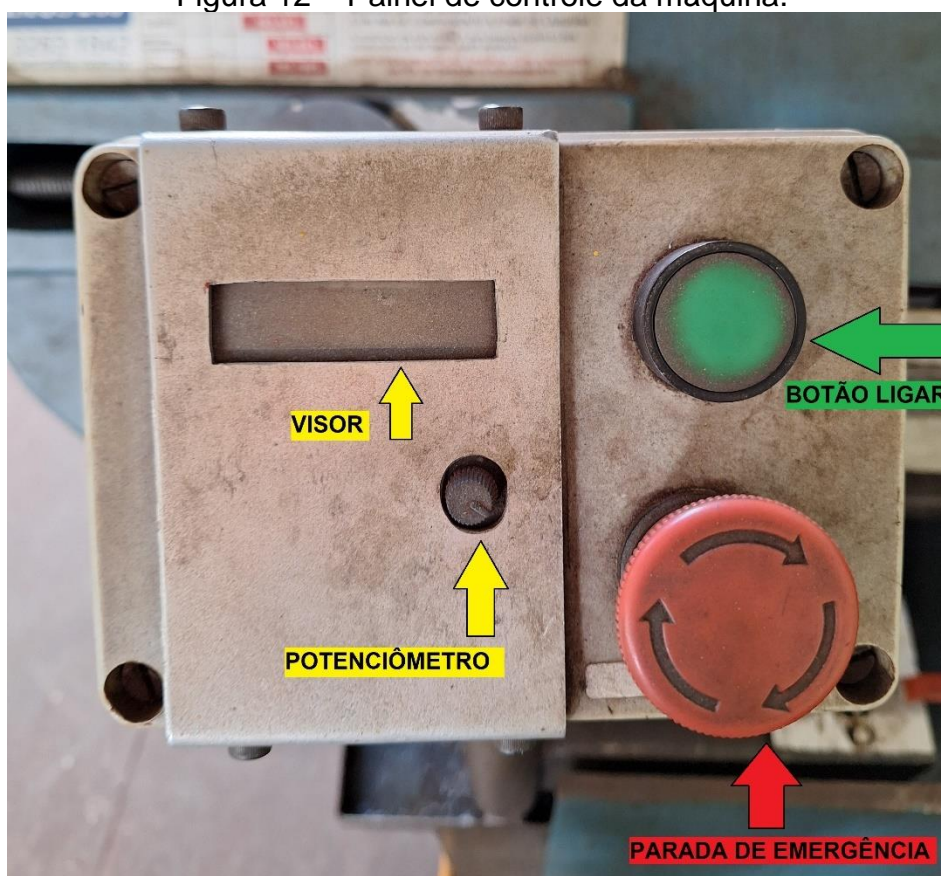
LEIA A DOCUMENTAÇÃO ENVIADA COM A MÁQUINA ANTES DE OPERAR O EQUIPAMENTO.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Para que a serra comece a funcionar, há um botão verde, que pode ser observado na Figura 12, que quando pressionado, após a máquina estar conectada na energia, a fita inicie o seu movimento circular. Já para o desligamento do equipamento, há um botão vermelho que quando acionado, desligue a máquina por completo. Com isso, esse botão serve tanto para a parada normal como uma parada de emergência. Além disso, juntamente com o movimento da fita, a refrigeração é feita com um líquido e também se inicia, sendo despejado imediatamente no local de corte da peça.

A regulagem da velocidade é feita por um potenciômetro, que varia de 0% à 100%, que se localiza juntamente com os botões de ligar e desligar. Ali, também, há um visor onde mostra a velocidade escolhida. No entanto, esta máquina foi limitada, onde a máxima velocidade a ser escolhida é até 30%. A Figura 12 mostra o painel onde ficam os botões e o potenciômetro.

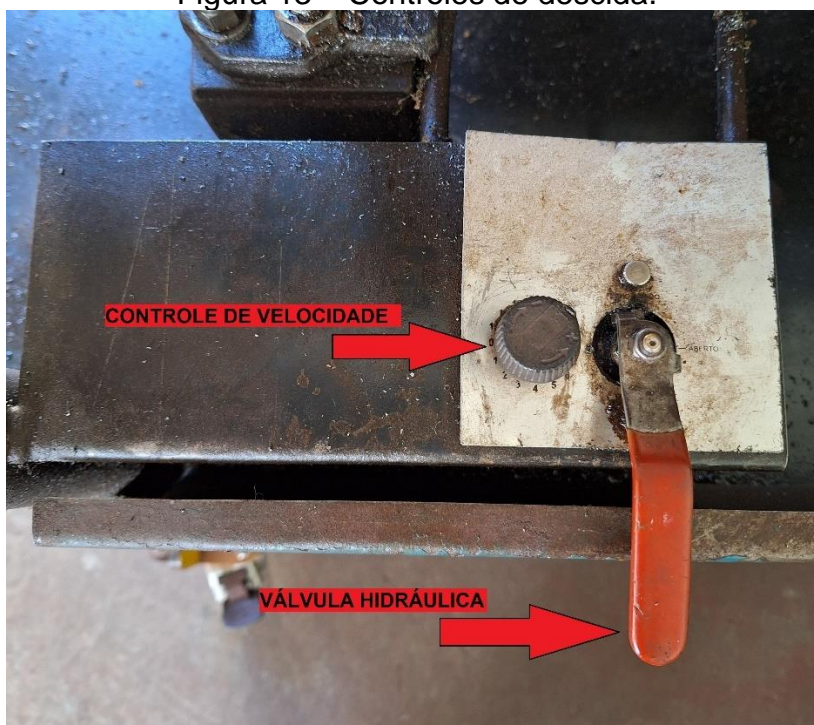
Figura 12 – Painel de controle da máquina.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

A outra ação a ser regulada é a velocidade da descida da parte que contém a fita que realiza o corte. Esta velocidade é controlada por um botão que conforme é girado no sentido horário vai diminuindo e, se girado no sentido anti-horário, vai aumentando. Há também uma válvula hidráulica, que quando fechada totalmente interrompe imediatamente a descida. A Figura 13 traz esses controles.

Figura 13 – Controles de descida.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Com o conhecimento do funcionamento e controles de operação da máquina, bem como de suas partes, é possível fazer uma relação com a NR-12 analisando se o equipamento está de acordo com as instruções da norma.

### 5.1.1 Avaliação de itens da NR-12

Para realizar a avaliação da serra fita, a revisão bibliográfica da norma e o funcionamento da máquina foram essenciais, pois assim pode-se relacionar os itens da NR-12 com as características da máquina.

Com isso, alguns itens da NR-12 foram selecionados para que uma verificação de conformidade com a máquina possa ser realizada. O Quadro 2 traz os itens que foram selecionados e, ao lado, o status em que a máquina se encontra atualmente.

Quadro 2 – Itens da NR-12 avaliados.

<b>Itens da NR-12 a serem analisados na máquina:</b>	<b>Status da máquina:</b>
12.2.5 As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser organizadas e armazenadas ou dispostas em locais específicos para essa finalidade.	Conforme
12.2.7 Nas máquinas móveis que possuem rodízios, pelo menos dois deles devem possuir travas.	Conforme
12.3.5 Os quadros ou painéis de comando e potência das máquinas e equipamentos devem atender aos seguintes requisitos mínimos de segurança: a) possuir porta de acesso mantida permanentemente fechada, exceto nas situações de manutenção, pesquisa de defeitos e outras intervenções, devendo ser observadas as condições previstas nas normas técnicas oficiais ou nas normas internacionais aplicáveis;	Conforme
12.3.5- b) possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso por pessoas não autorizadas;	Não conforme
12.3.5- c) ser mantidos em bom estado de conservação, limpos e livres de objetos e ferramentas;	Não conforme
12.3.5- d) prevalecer sobre todos os outros comandos;	Conforme
12.3.5- e) provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares;	Conforme
12.3.5- f) ter sua função disponível e operacional a qualquer tempo, independentemente do modo de operação;	Conforme
12.3.8 São proibidas nas máquinas e equipamentos: a) a utilização de chave geral como dispositivo de partida e parada;	Conforme
12.3.8- b) a utilização de chaves tipo faca nos circuitos elétricos;	Conforme
12.3.8- c) a existência de partes energizadas expostas de circuitos que utilizam energia elétrica.	Conforme
12.4.1 Os dispositivos de partida, acionamento e parada das máquinas devem ser projetados, selecionados e instalados de modo que: a) não se localizem em suas zonas perigosas;	Conforme
12.4.1- b) possam ser acionados ou desligados em caso de emergência por outra pessoa que não seja o operador;	Conforme
12.4.1- c) impeçam acionamento ou desligamento involuntário pelo operador ou por qualquer outra forma acidental;	Conforme
12.4.1- d) não acarretem riscos adicionais;	Conforme
12.4.1- e) dificulte-se a burla.	Conforme
12.4.2 Os comandos de partida ou acionamento das máquinas devem possuir dispositivos que impeçam seu funcionamento automático ao serem energizadas.	Conforme
12.5.9 As transmissões de força e os componentes móveis a elas interligados, acessíveis ou expostos, desde que ofereçam risco, devem possuir proteções fixas, ou móveis com dispositivos de intertravamento, que impeçam o acesso por todos os lados.	Conforme

12.6.1 As máquinas devem ser equipadas com um ou mais dispositivos de parada de emergência, por meio dos quais possam ser evitadas situações de perigo latentes e existentes.	Conforme
12.6.1.1 Os dispositivos de parada de emergência não devem ser utilizados como dispositivos de partida ou de acionamento.	Conforme
12.6.2 Os dispositivos de parada de emergência devem ser posicionados em locais de fácil acesso e visualização pelos operadores em seus postos de trabalho e por outras pessoas, e mantidos permanentemente desobstruídos.	Conforme
12.6.3 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;	Conforme
12.6.3- b) ser usados como medida auxiliar, não podendo ser alternativa a medidas adequadas de proteção ou a sistemas automáticos de segurança;	Conforme
12.6.3- c) possuir acionadores projetados para fácil atuação do operador ou outros que possam necessitar da sua utilização;	Conforme
12.6.3- d) prevalecer sobre todos os outros comandos;	Conforme
12.6.3- e) provocar a parada da operação ou processo perigoso em período de tempo tão reduzido quanto tecnicamente possível, sem provocar riscos suplementares;	Conforme
12.6.3- f) ter sua função disponível e operacional a qualquer tempo, independentemente do modo de operação;	Conforme
12.6.5.1 O desacionamento deve ser possível apenas como resultado de uma ação manual intencionada sobre o acionador, por meio de manobra apropriada.	Conforme
12.12.1 As máquinas e equipamentos, bem como as instalações em que se encontram, devem possuir sinalização de segurança para advertir os trabalhadores e terceiros sobre os riscos a que estão expostos, as instruções de operação e manutenção e outras informações necessárias para garantir a integridade física e a saúde dos trabalhadores.	Não conforme
12.12.2 A sinalização de segurança deve: a) ficar destacada na máquina ou equipamento;	Não conforme
12.12.2- b) ficar em localização claramente visível;	Não conforme
12.12.2- c) ser de fácil compreensão.	Não conforme

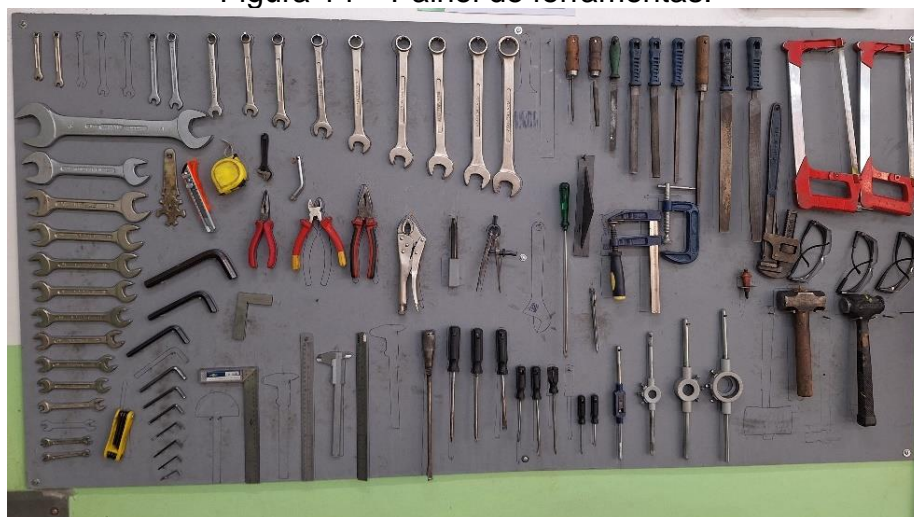
Fonte: BRASIL, 2019.

O Quadro 2 tem o objetivo de mostrar qual item da NR-12 foi avaliado e, portanto, o status que a máquina se encontra. Ou seja, na coluna do lado direito contém a informação se está conforme a norma ou não. A seguir, cada item será abordado

mais profundamente, visando mostrar e explicar o que está de acordo ou não na máquina.

Análise do item 12.2.5: no laboratório de fabricação há um painel pendurado na parede, mostrado na Figura 14, onde todas as ferramentas utilizadas são armazenadas. Cada ferramenta tem seu local específico desenhado no painel para ficar alojada. As ferramentas são de diferentes tipos como chaves, martelos, alicates, serras manuais, instrumentos de medição, entre outras, e o uso das mesmas acontece para todas as atividades realizada no laboratório, incluindo no processo de corte com a serra fita. Portanto, a máquina está em conformidade com este item da norma.

Figura 14 – Painel de ferramentas.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Análise do item 12.2.7: a serra fita em questão é uma máquina móvel, onde quatro rodízios estão instalados para proporcionar mobilidade à máquina. Com isso, todos os quatro rodízios possuem trava, garantindo que quando o equipamento estiver no local adequado, os rodízios possam ser travados e a serra fita fique estável em seu lugar. A Figura 15 mostra dois desses quatro rodízios. Portanto, a máquina se encontra conforme este item da norma sugere.

Figura 15 – Rodízios da serra fita.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Análise do item 12.3.5: o painel de controle da máquina, mostrado na Figura 12, é onde se encontram os botões de partida e parada da máquina, bem como o potenciômetro para regulagem da velocidade da fita. Tem o formato de uma pequena caixa que permanece fechada com parafusos para que fique exposto apenas os controles. As funções contidas nesse painel estão sempre disponíveis, após a ligação da chave geral, e podem ser usadas na operação a qualquer momento, como por exemplo numa parada de emergência. Porém, neste painel e nem na máquina como um todo não há sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e nem sinalização de restrição de acesso por pessoas autorizadas. Além disso, apesar do painel estar em bom estado de conservação sendo resistente para suportar a operação, o visor onde mostra a velocidade selecionada está com um pouco de sujeira dificultando assim a visão. Portanto, a máquina se encontra de acordo somente em partes com o que o texto deste item sugere, e em outras partes acaba não cumprindo.

Análise do item 12.3.8: na serra fita horizontal, não há partes do circuito que estão expostas e se encontram energizadas com energia elétrica, assim evitando um choque elétrico involuntário em quem estiver utilizando-a. Chaves do tipo faca não são utilizadas nos circuitos, sendo que a chave geral da máquina são dois disjuntores. Na Figura 16, pode-se observar os dois disjuntores que servem como chave geral e estão localizados na lateral esquerda da serra. Sendo assim, para a máquina funcionar, os dois elementos devem estar ligados, pois se um estiver desligado o equipamento não é energizado. Logo, a máquina cumpre o que este item da norma pede.

Figura 16 – Chave geral.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Análise do item 12.4.1: os dispositivos de partida e parada da máquina estão localizados no painel de controle, com distância segura da zona de perigo. Além disso, podem ser acionados por outras pessoas que não seja o operador em casos de emergência. O painel de controle é resistente e não oferece riscos adicionais, além de ser robusto o suficiente para que a burla seja difícil de acontecer. Diante disso, a máquina está de acordo com o item.

Análise do item 12.4.2: a partir do momento que for energizada, a máquina não inicia a partida da sua operação. Para que a serra inicie o processo é necessário que após a energização pelo fio conectado na rede elétrica do laboratório, os dois disjuntores da chave geral estejam ligados e seja apertado o botão verde e assim a fita inicie a sua movimentação. Portanto, o equipamento está em conformidade com este item.

Análise do item 12.5.9: os componentes de transmissão, que fazem a transferência do movimento do motor elétrico para a fita, estão protegidos por uma proteção fixa, fazendo com que o acesso seja restrito. Assim, na Figura 17, pode-se ver o motor elétrico, porém esses elementos de transmissão estão por baixo da proteção, não ficando expostos e não oferecendo um risco grande. Isto posto, a máquina está de acordo com este item.

Figura 17 – Proteção em elementos de transmissão.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Análise do item 12.6.1: a serra fita horizontal está equipada com um dispositivo de parada de emergência, que também serve como instrumento de parada do processo. Este dispositivo é o botão redondo vermelho, com flechas orientando o sentido para o seu destravamento. Está localizado no painel de controle da máquina, mostrado na Figura 12. Portanto, a máquina está conforme o item da norma exige.

Análise do item 12.6.1.1: o dispositivo de parada de emergência presente na serra fita não tem a função de partida ou acionamento da máquina. Para isso, existe outro botão que tem esta funcionalidade. Por isso, a serra fita está de acordo com este item.

Análise do item 12.6.2: o dispositivo de parada de emergência está localizado no painel de controle da máquina, com distância segura do local onde o corte do material é realizado, ou seja, longe da zona de perigo. Além disso, o painel de controle fica em uma altura confortável para visualização e também para o seu acionamento, sendo destacado pela cor vermelha, ademais não há objetos que possam obstruir o botão. O painel de controle, bem como o botão de parada de emergência, pode ser visualizado num âmbito geral, juntamente com a máquina, na Figura 10. Logo, a máquina cumpre as exigências deste item.

Análise do item 12.6.3: o dispositivo de parada de emergência contido na máquina suporta as condições da sua operação e do meio em que está. O botão está

sempre com sua função disponível, independente do modo de operação e das variáveis escolhidas, e prontamente, após acionado, interrompe o processo, prevalecendo sobre todos os outros comandos. Além disso, é de fácil visualização e atuação de quem for usá-lo. Consequentemente, a máquina está em conformidade com o item analisado da norma.

Análise do item 12.6.5.1: para que o botão de parada de emergência seja desacionado, é necessário realizar uma manobra manual apropriada para que a máquina possa ser ligada novamente. Sendo assim, sem realizar esse movimento, a serra fita não liga. A ação manual para ocorrer o desacionamento é girar o botão de parada no sentido horário, até que ocorra a liberação. Pode-se ver na Figura 12 que no botão vermelho há flechas que indicam o sentido para que haja maior facilidade de compreensão da manobra a ser feita. Com isso, a máquina encontra-se em conformidade com este item.

Análise do item 12.12.1: a serra fita horizontal possui apenas uma placa, mostrada acima pela Figura 11, onde contém algumas instruções de operação e características da máquina. Porém, não há nenhuma sinalização quanto aos riscos que as pessoas estão expostas ao utilizar ou estar próximas a área de trabalho. Por isso, o equipamento não está atendendo totalmente as exigências deste item.

Análise do item 12.12.2: como relatado no item anterior, não há sinalizações sobre os riscos que a serra fita oferece a quem utilizá-la. Na placa de informações (Figura 11) existe apenas duas pequenas ilustrações de um óculos de proteção e de um protetor auricular, demonstrando que o uso de equipamentos de proteção individual deve ser feito por quem está operando. Portanto, a serra fita horizontal em questão não está em conformidade com este item.

Após a análise e verificação dos itens acima, é possível propor ações que, além de regularizar a máquina para que ela cumpra os requisitos da norma, também possa oferecer uma operação mais segura e, consequentemente, um aprendizado de maior qualidade. Além disso, os demais itens da NR-12, que não constam no Quadro 2, não foram analisados e verificados na serra fita horizontal pois não eram de grande relevância para o estudo que está sendo proposto neste trabalho.

Somando-se ao conhecimento sobre as partes, funcionalidades e operação da máquina, a análise e verificação dos itens escolhidos, pode-se mapear os riscos que

a serra fita oferece ao operador e, após classificação, propor medidas que minimizem esses riscos e perigos.

## 5.2 APRECIÇÃO DOS RISCOS NA MÁQUINA

Para iniciar a apreciação de riscos é necessário conhecer a máquina com suas partes e os seus limites, o que foi feito inicialmente nesse capítulo. Com isso, a identificação dos perigos existentes que a máquina oferece aos operadores e pessoas que estejam por perto é necessário para que depois sejam avaliados quantitativamente e qualitativamente.

Sendo assim, os perigos foram identificados na serra fita, utilizando o método de baixo para cima para identificação dos perigos mostrada na Figura 9, após a avaliação do seu funcionamento e da sua operação, e também foram localizadas duas zonas perigosas.

Desse modo, o primeiro perigo localizado foi o risco de corte, principalmente nas mãos, devido a fita que faz o corte no material e que fica exposta. Outro perigo identificado foi o de tombamento da máquina, tendo em vista que o equipamento possui rodízios e conforme a sua movimentação inadequada tem-se o risco de tombar em cima dos pés e pernas dos operadores.

### 5.2.1 Apreciação do risco da fita de corte

A fita de corte da serra do tipo horizontal fica localizada na parte superior da máquina, onde após o levantamento desta parte móvel da máquina a lança desce lentamente para a realização da operação. Pode-se considerá-la uma zona perigosa pois por se tratar de um objeto muito afiado há a possibilidade de ocasionar danos a membros das pessoas, mesmo estando parada. Com a serra ligada, esses danos podem ser ainda maiores tendo em vista que há a possibilidade de até perda de membros como um dedo, por exemplo.

Com isso, obteve-se a informação com o técnico responsável pelo laboratório que a máquina é usada quase que diariamente, por diversos motivos. Sendo assim, a

Tabela 2 mostra os valores numéricos atribuídos a cada tópico que o método HRN considera em seu conceito, bem como o valor do resultado da classe de risco (CL).

Com o nível do HRN definido pela classe de risco como 40, tem-se como resultado que a fita de corte tem um risco baixo porém significativo e, portanto, algumas ações de melhorias podem ser propostas para que esse número diminua tornando um risco cada vez menor.

Tabela 2 – HRN da fita de corte.

<b>HRN atual</b>	
Dano (SE)	8 (perda de 2 membros)
Frequência de exposição ao risco (FR)	2,5 (diariamente)
Probabilidade de ocorrência do dano (PR)	2 (possível)
Número de pessoas expostas (NP)	1 (1 – 2 pessoas)
<b>Classe de risco (CL)</b>	<b>40 (baixo porém significativo)</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

### 5.2.2 Apreciação do risco de tombamento da máquina

Como mencionado anteriormente, a serra fita é um equipamento móvel, possuindo rodízios que permitem a sua movimentação para um local adequado para a sua operação. Porém, por ser uma máquina pesada o seu controle no deslocamento é de certa forma um pouco difícil, exigindo força nas direções corretas para poder movê-la de modo seguro.

Diante disso, houve um acidente envolvendo a serra em questão. Um aluno, ao movimentar a máquina de maneira incorreta, acabou ocasionando o seu tombamento em cima dos próprios pés, gerando lesões. Esses ferimentos podem ser mais simples como uma pancada ou mais graves como esmagamento ou até mesmo fratura de algum osso. Também, um possível tombamento da máquina pode atingir outras pessoas que estejam por perto.

Levando em consideração a mesma frequência de utilização da máquina, mencionado anteriormente, a Tabela 3 apresenta os valores que foram atribuídos a cada item do cálculo do HRN.

Com o resultado da classe de risco sendo igual a 5, tem-se a percepção que o risco de tombamento da máquina é baixo, um pouco mais baixo que o risco que a fita de corte proporciona numericamente falando, porém acaba se tornando significativo também pelo fato que um acidente envolvendo este perigo já aconteceu.

Tabela 3 – HRN para o risco de tombamento.

<b>HRN atual</b>	
Dano (SE)	1 (fratura – ossos menores)
Frequência de exposição ao risco (FR)	2,5 (diariamente)
Probabilidade de ocorrência do dano (PR)	2 (possível)
Número de pessoas expostas (NP)	1 (1 – 2 pessoas)
<b>Classe de risco (CL)</b>	<b>5 (baixo porém significativo)</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

### 5.3 PROPOSTAS PARA ADEQUAÇÃO E MELHORIAS

Para que a serra fita horizontal seja adequada e cumpra o que a NR-12 determina, algumas ações serão propostas visando que os itens do Quadro 2 que indicam que a máquina não está em conformidade, sejam adequados e que proporcionem maior segurança para a operação da máquina.

Além disso, outras propostas para melhorias e para a diminuição da classe de risco de cada apreciação, calculada anteriormente, serão feitas. Sempre visando deixar a máquina mais segura e confiável no intuito de promover um aprendizado de qualidade e que também possa oferecer um processo de fabricação preciso para quem for usá-la.

#### 5.3.1 Propostas para os itens da NR-12 não conformes

No capítulo 5.1.1 foram selecionados alguns itens da NR-12 para que se pudesse avaliar a máquina de acordo com estes tópicos da norma. Após toda a análise e verificação, constatou que a serra não atendia a alguns desses itens e por isso algumas ações podem ser tomadas para que a máquina fique de acordo com as exigências da norma.

O primeiro item da norma que o equipamento não atende é o 12.5.3. Em grande parte, a máquina até está condizente com o texto deste tópico, porém na subdivisão “b” onde diz que o painel de comando deve possuir sinalização quanto ao perigo de choque elétrico e restrição de acesso de pessoas não autorizadas e na subdivisão “c” que retrata que o painel deve ser mantido limpo, a serra atualmente não se encontra como o esperado.

Para que a serra possa estar totalmente de acordo com o descrito neste item, será necessário implementar na máquina, se possível no painel de controle ou em outro local próximo que fique bem visível, um adesivo que informe a pessoa que vá usa-la que há um perigo de choque elétrico. Também, pode conter neste mesmo adesivo juntamente a informação de restrição de acesso a parte interna do painel por pessoas não autorizadas.

Portanto, a Figura 18 mostra um exemplo de um adesivo que traz as informações necessárias para a restrição de acesso e também para o risco de choque elétrico. A ilustração de um raio dentro de um triângulo amarelo já é popularmente conhecida como um sinal de perigo de choque elétrico, por isso não fazendo-se necessário que esteja propriamente escrito isso.

Figura 18 – Risco choque elétrico.



Fonte: ISINALIZA, 2024.

Os outros itens da norma que a máquina não atende aos requisitos solicitados são o 12.12.1 e o 12.12.2. Esses tópicos relatam o dever do equipamento possuir algumas sinalizações de segurança para informar ao operador os riscos que estão

expostos ao utilizá-la. Além disso, informações sobre instruções de operação e trabalho bem como serviço de manutenção devem estar contidas na máquina para que aumente a garantia da integridade física das pessoas envolvidas. Também, estas sinalizações devem ser compreendidas facilmente, ficando em um local visível e destacado na máquina.

Atualmente, a serra fita horizontal conta com uma placa de informações (Figura 11) que traz algumas instruções de operação e dicas sobre a sua utilização. Nela pode-se observar as velocidades a serem selecionadas dependendo de cada tipo de material, orientações para manutenção bem como alguns dados físicos sobre o equipamento. No entanto, não existe nenhuma sinalização presente na máquina que indique os riscos que o operador está exposto.

As sinalizações de segurança são de extrema importância, visando prevenir acidentes e servem especialmente para alertar as pessoas que não conhecem a máquina ao risco que estão correndo. Sendo assim, os adesivos podem ser uma boa alternativa para sinalizar esses riscos, uma vez que são fáceis de serem encontrados comercialmente, são fáceis de manusear e colar em praticamente todos os locais, e podem conter diversas cores visando chamar a atenção para a informação a ser passada.

Diante disso, recomenda-se que adesivos sejam fixados na máquina visando informar os riscos anteriormente relatados nesse capítulo. A Figura 19 representa um adesivo de sinalização com informações que a serra fita pode causar ferimentos, como por exemplo cortes, principalmente nas mãos. Esses avisos devem ficar em um lugar destacado na máquina, o mais próximo possível de onde o material a ser cortado é preso, para que chame a atenção das pessoas e assim possa prevenir que elas se machuquem.

Figura 19 – Adesivo risco de corte.



Fonte: IPLACAS, 2024.

Além disso, embora o risco de esmagamento das mãos seja baixo, ele não deixa existir. Por ser uma máquina que pode suportar peças metálicas grandes e pesadas a serem cortadas, o manuseio pode ser um pouco complicado na hora de prender devidamente o material na morsa. Com isso, a sinalização também chama a atenção para um cuidado com o esmagamento. Ou seja, este adesivo tem como objetivo sinalizar e alertar o operador para que as mãos tenham cuidado aumentado durante o processo.

Outro risco que foi relatado anteriormente que o operador fica exposto é quando, ao movimentar a máquina de maneira errada, tem-se a chance que a serra acabe tombando lateralmente, e conseqüentemente atinja alguma pessoa. Para que este perigo seja sinalizado, recomenda-se que seja colocado uma placa de aviso sobre este risco, juntamente com informações que auxiliem a correta movimentação da serra para que além do conhecimento do risco, o operador possa diminuir as chances de sofrer um acidente.

Nesse sentido, a Figura 20 apresenta um exemplo de uma placa de aviso sobre esse risco. Além da informação sobre o risco, ela retrata a importância que a máquina seja movimentada corretamente. Em conversa com o técnico do laboratório, um dos

motivos para o acidente com o aluno, relatado anteriormente, ter ocorrido foi que a máquina acabou sendo movimentada com a lança de corte erguida. Assim, por se tratar de um equipamento pesado o seu centro de gravidade acaba se alterando para cima, e como a força aplicada para movimentar a máquina tende a ser grande a serra pode vir a sofrer um tombamento.

Figura 20 – Sinalização risco de tombamento.

<b>----- ATENÇÃO -----</b>
<b>RISCO DE TOMBAMENTO DA MÁQUINA</b>
<b>SOMENTE MOVIMENTE A SERRA QUANDO A TESOURA DE CORTE ESTIVER TOTALMENTE ABAIXADA</b>
<b>LIMPE A MÁQUINA APÓS O USO</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Para facilitar e também por ser uma alternativa mais barata, essa sinalização pode ser impressa e colada com uma fita adesiva. Somado a isso, o papel pode ser plastificado para que tenha maior durabilidade diante do processo produtivo e permaneça com boas condições de leitura. Ainda, outras alternativas como imprimir diretamente em um papel específico que tenha adesivo ou mandar para alguma empresa que faça serviços gráficos para que a sinalização seja feita, podem ser interessantes.

A sinalização mostrada na Figura 20 também indica para que as pessoas que usarem a máquina façam a limpeza da mesma após o uso, para que o próximo a usar tenha a disposição a serra em plenas condições. Esse aviso também visa atender ao item da norma que fala que o painel de controle deve estar sempre limpo e desobstruído para que não haja influência sobre os controles da máquina.

Diante das propostas e recomendações feitas nesta parte do trabalho, é possível afirmar que caso elas sejam colocadas em prática e implementadas, a máquina vai atender os itens da NR-12 12.5.3, 12.12.1 e 12.12.2, que atualmente a serra não está em conformidade, como foi relatado no Quadro 2.

### 5.3.2 Propostas para redução de riscos e melhorias

Após a análise da apreciação de riscos, onde eles foram identificados e avaliados quantitativamente pelo método HRN, pode-se concluir, depois do cálculo que é feito para classifica-los, que os perigos e riscos existentes na serra fita do tipo horizontal são baixos, mas que devem ser considerados e, principalmente, conhecidos por quem irá operar a máquina.

Tendo isso em vista, recomenda-se que algumas ações devem ser tomadas para que a classe de risco calculada pelo método HRN diminua e que, conseqüentemente, as chances de um acidente acontecer também diminuam. Sendo assim, esta parte do presente trabalho tem como objetivo apresentar propostas com aspectos relacionados à segurança visando tornar a máquina mais confiável e um instrumento de aprendizado seguro e produtivo.

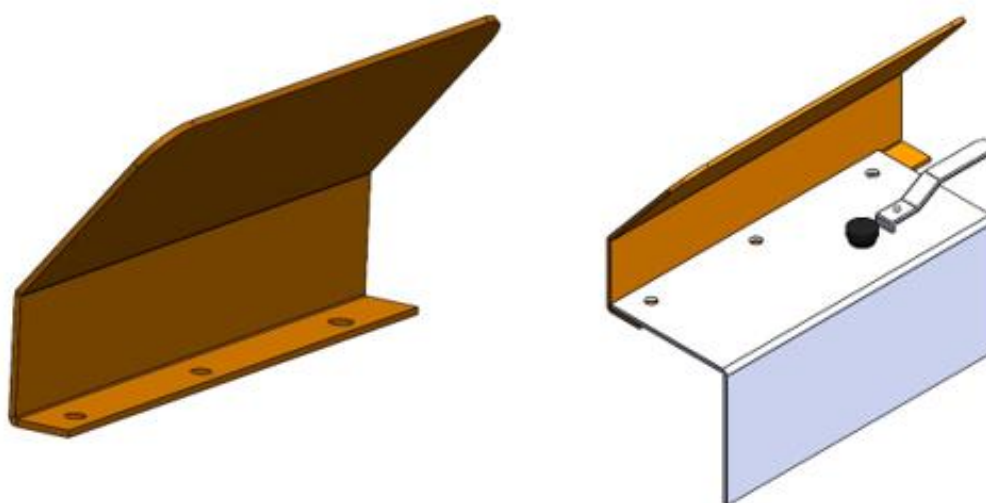
O primeiro risco identificado na serra foi o de corte em membros, principalmente nas mãos. Este risco dá-se pela fita que faz o corte do material ser um objeto com dentes muito afiados. Com isso, a máquina apresenta um perigo tanto ligada quanto desligada. Logo, ações para que o operador esteja ciente do risco que está correndo são importantes pois o deixa em alerta e sua atenção aumenta.

Deste modo, uma primeira ação com o propósito de diminuir esse risco de corte nos membros é a implementação de sinalização na máquina apresentando o risco ao operador. Esta sinalização já foi proposta anteriormente, pois a NR-12 faz a exigência que as máquinas possuam sinalização de segurança advertindo o operador sobre os riscos que estão expostos. Portanto, a mesma sinalização em forma de adesivo, mostrada anteriormente na Figura 19, serve tanto como uma ação para que a máquina atenda a exigência da norma quanto para que esse risco diminua.

Outra ação que pode ser realizada na máquina visando diminuir o risco de corte seria a implementação de uma proteção no local onde se tem os controles da velocidade da descida da lança de corte, apresentado na Figura 13. Especialmente quando a máquina está ligada e a fita se movimentando, há a necessidade de o operador controlar essa descida por aqueles controles e a mão fica muito próxima à fita de corte. Nesse sentido, esta proteção tem como objetivo impedir que a pessoa que esteja controlando a descida não coloque a mão acidentalmente na fita, evitando

assim um dano muito grande. A Figura 21 mostra a proteção, projetada no *software SolidWorks*, para que seja fixada entre o local de controle e a serra. No apêndice A, no final do trabalho, está contido o desenho com o detalhamento das dimensões desta peça.

Figura 21 – Proteção dos controles de descida.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

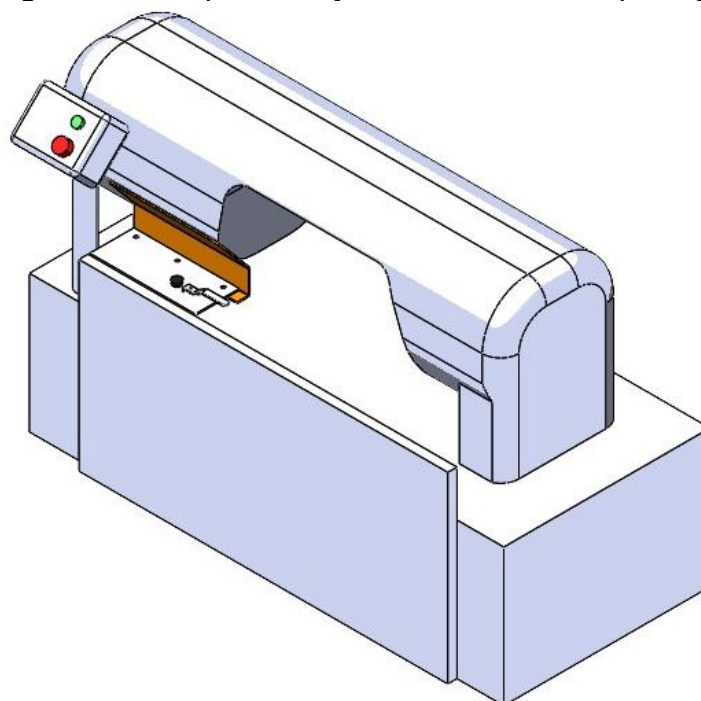
Para exemplificar uma ocasião que um acidente que essa proteção evitaria, pode-se imaginar que o operador precisa estar olhando para o material que está sendo cortado ao mesmo tempo que está controlando a descida da lança de corte. Como ele não consegue olhar para os controles, a proteção limita o espaço para que a mão não seja atingida pela fita de corte acidentalmente, evitando o acontecimento de um grande dano.

Para a fabricação dessa proteção, sugere-se utilizar uma chapa de aço carbono SAE 1020, com 3 milímetros de espessura. Como esta peça não estará sujeita a grandes esforços não há a necessidade de usar um material com grande resistência. Por este material ter característica de ser maleável, as dobras necessárias não são difíceis de executar, fazendo com que a fabricação dessa proteção possa ser feita até mesmo no laboratório da instituição. Além disso, a fixação dessa proteção na chapa onde há os controles pode ser realizada com 3 parafusos com porcas e arruelas para

que, se houver a necessidade de retirar a peça por algum motivo, possa ser feita sem grandes impedimentos.

Posto isto, não há restrição que a peça tenha que ser fabricada com esse material necessariamente. Supondo-se que haja algum retalho de alguma chapa que possa ser reutilizada, pode ser usado sem maiores problemas tendo em vista que a peça tem como função restringir uma área e não sofrer com grandes esforços. Na Figura 22 pode-se observar como esta proteção ficaria na máquina através de uma representação simples de dimensões feitas no *software*.

Figura 22 – Representação serra fita com a proteção.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Diante disso, se as ações que foram sugeridas forem colocadas em prática e implementadas na máquina, pode-se realizar novamente uma nova avaliação pelo método HRN e calcular a classe de risco para saber se houve diminuição do resultado. Com isso, a Tabela 4 mostra o novo cálculo após uma possível adequação com as ações recomendadas. O dano ainda permaneceria o mesmo, porém a probabilidade da ocorrência desse dano diminuiria. Portanto, o resultado da classe de risco cai pela metade, ficando ainda como conceito de um risco baixo, no entanto, as chances que

um acidente envolvendo a fita de corte seriam menores, especialmente com a serra funcionando e a descida tendo que ser controlada ao mesmo tempo.

Tabela 4 – HRN da fita de corte após adequação.

<b>HRN após adequação</b>	
Dano (SE)	8 (perda de 2 membros)
Frequência de exposição ao risco (FR)	2,5 (diariamente)
Probabilidade de ocorrência do dano (PR)	1 (não esperado)
Número de pessoas expostas (NP)	1 (1 – 2 pessoas)
<b>Classe de risco (CL)</b>	<b>20 (baixo porém significativo)</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Outro perigo que foi identificado e quantificado anteriormente foi que, ao movimentar a máquina ela pode acabar tombando. A chance de isso ocorrer aumenta quando a lança de corte está erguida, conforme pode-se ver na Figura 23 onde mostra a máquina com a lança erguida, fazendo com que o centro de gravidade fique mais alto do solo e a força que será feita para mover a máquina seja aplicada mais distante do solo. Logo, com a distância entre a força aplicada e o ponto de referência, que seriam os rodízios que a máquina está apoiada, aumenta e assim o momento que será exercida na máquina é maior com a lança levantada. Ou seja, o momento é popularmente conhecido como torque, que representa a capacidade de uma força causar rotação em um objeto em torno de um ponto ou eixo.

Figura 23 – Serra fita com a lança erguida.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

O acidente ocorrido de tombamento da máquina pode ter sido causado por esse motivo, onde o aluno moveu a máquina com a lança levantada, aplicando a força na parte mais alta da lança. Assim, o torque aplicado foi maior tendendo que a serra fizesse uma rotação lateral em torno dos seus apoios que seriam os rodízios. Outro motivo que pode ter ajudado ao acontecimento do acidente foi que os rodízios que estavam na máquina já estavam desgastados e também estavam instalados mais ao centro da máquina. Com isso, os rodízios já não estavam cumprindo a sua função e a movimentação da máquina ficava prejudicada.

Para que as chances que um novo acidente venha a acontecer sejam menores, algumas ações podem ser tomadas com o objetivo de tornar a máquina mais estável na sua movimentação. Uma providência a ser realizada é a fixação de uma sinalização na máquina com o intuito de informar a pessoa que irá fazer essa movimentação que há o risco de tombamento da serra fita. Essa sinalização também foi proposta anteriormente, apresentada na Figura 20. Sendo assim, essa placa que pode ser colocada na máquina além de informar sobre o risco existente, também traz a instrução para que a serra só seja movimentada com a lança de corte totalmente abaixada. Essa ação visa advertir a pessoa que for mover o equipamento,

principalmente se ela nunca teve contato com a serra, que tenha um cuidado e mantenha a atenção alta durante a atividade.

Após o acidente de tombamento algumas mudanças já ocorreram na máquina, para que o equipamento fique mais estável durante a sua movimentação. Foi fixado um perfil em formato de “L”, mostrado na Figura 15, para que novos rodízios fossem colocados mais distantes entre si, visando que o peso da serra se distribua por uma área maior e que em consequência fique com um equilíbrio maior.

Com a implementação dessas mudanças e também a possível realização da proposta de fixação da sinalização sobre os riscos e informações de uso, pode-se calcular novamente a classe de risco para se concluir se as ações tomadas foram suficientes para diminuir a classificação do risco. Desse modo, a Tabela 5 relata o novo cálculo do HRN para a apreciação de risco de tombamento da máquina. Embora o dano permaneça o mesmo, após a realização dessas adequações acontecerem a probabilidade de ocorrer esse tombamento diminui. Assim, a classe de risco cai pela metade e a nova classificação do risco segundo o método é de insignificante.

Tabela 5 – HRN do risco de tombamento após adequação.

<b>HRN após adequação</b>	
Dano (SE)	1 (fratura – ossos menores)
Frequência de exposição ao risco (FR)	2,5 (diariamente)
Probabilidade de ocorrência do dano (PR)	1 (não esperado)
Número de pessoas expostas (NP)	1 (1 – 2 pessoas)
<b>Classe de risco (CL)</b>	<b>2,5 (insignificante)</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Outras medidas podem ser realizadas para que a máquina seja mais segura na hora de sua movimentação. Por exemplo, aumentar ainda mais o tamanho dos perfis em formato de “L” que foram fixados na máquina, distanciando os rodízios e aumentando a área que a máquina tem para se equilibrar. Além disso, pode-se montar um cronograma para que haja uma verificação periódica do estado que os rodízios se encontram para que eles possam cumprir suas funções sem prejuízos. E ainda, como uma medida para extinguir o risco de tombamento, pode-se escolher um local adequando do laboratório para que a máquina seja fixada no chão, retirando os

rodízios e prendendo bem a serra com parafusos no concreto do chão de maneira correta para que não haja instabilidade durante o processo.

### **5.3.3 Estimativa de custos**

Antes que as propostas listadas anteriormente sejam colocadas em prática, é importante que se faça uma análise da viabilidade econômica para saber se o custo da adequação da máquina pode ser realizado. Nesse sentido, uma estimativa do custo dos materiais que seriam utilizados para implementar as propostas pode ser feita. A Tabela 6 traz essa estimativa dos custos que a compra dos materiais geraria.

Essa estimativa dos custos ocorreu pesquisando valores dos produtos na internet, tendo em vista que eles podem variar muito dependendo de onde for comprado e também da quantidade comprada se tratando dos fixadores. Sendo assim, tem como objetivo para se ter base de quanto se gastaria para comprar os materiais novos para realizar essas alterações, visto que há a possibilidade de usar e aproveitar algum material que já se tenha na instituição. Nessa estimativa não foi levada em consideração alguns outros custos que poderia haver como frete, o corte e a dobra da peça em uma empresa terceirizada ou mesmo comprar a peça já pronta, e ainda se houver a impressão das sinalizações dentro do instituto podem alterar o custo final.

Diante dos fatos postos, pode-se chegar a conclusão que os custos para a implementação das propostas não são altos, ainda mais se houver a utilização de materiais que já estão no IFRS e que possam ser reaproveitados.

Tabela 6 – Estimativa de custos.

<b>Item</b>	<b>Quant.</b>	<b>Valor</b>
Chapa aço carbono SAE 1020 com 3X300X250mm	1	R\$ 148,00
Parafuso Sextavado M8X20mm	3	R\$ 1,80
Porca M8X6,5mm	3	R\$ 1,80
Arruela Lisa M8X1,45mm	6	R\$ 0,84
Sinalização Perigo – Risco de corte 14X14cm	1	R\$ 3,20
Sinalização Choque elétrico 19X13cm	1	R\$ 10,00
<b>Custo Total</b>		<b>R\$ 165,64</b>

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

## 6 CONCLUSÕES

Tendo como objetivo principal avaliar uma máquina serra fita do tipo horizontal tendo como base a Norma Regulamentadora 12, este trabalho propôs realizar uma análise do estado atual do equipamento e verificar se ela está cumprindo com as exigências da regulamentação. A máquina é uma ferramenta de aprendizagem que está localizada no laboratório de processos de fabricação do IFRS – *Campus* Erechim e que está disponível para que alunos, professores e técnicos executem operações nela em ocasiões diversas como aulas práticas e nos projetos vigentes na instituição.

Para o desenvolvimento desse objetivo buscou-se o estudo e a interpretação da NR-12, que define os requisitos de segurança em máquinas e equipamentos. Com base nessa norma viu-se a necessidade da realização de uma análise mais profunda dos riscos, onde a NR-12 não tem uma metodologia específica para isso.

Posto isto, a NBR ISO 12100:2013 traz uma proposta de um método que envolveu algumas etapas, começando pela identificação dos riscos existentes, seguida pela estimativa e avaliação desses riscos. Na fase de identificação, foram detectados os perigos associados à máquina em estudo. Em seguida, na etapa de estimativa, os riscos foram quantificados, com uma análise que determinou a gravidade e a probabilidade de ocorrência de cada um. Na avaliação de riscos, esses foram classificados em categorias onde permitiu-se a definição de algumas ações que podem ser tomadas.

A metodologia *Hazard Number Rating* (HRN) utilizada na análise de riscos revelou-se eficaz, facilitando o reconhecimento dos riscos presentes na máquina. Além disso, essa abordagem possibilitou a estimativa e avaliação das soluções propostas para as medidas de proteção e adequação. A análise que foi realizada novamente após as alterações é fundamental para verificar se as modificações implementadas aumentaram a segurança da máquina e reduziram os riscos. Após a reavaliação dos riscos, observou-se uma redução significativa na classificação dos perigos inicialmente identificados, indicando que as alterações propostas colaboram para a maior segurança da máquina.

O trabalho teve como foco a averiguação da máquina, verificando se a serra cumpria com as exigências que os itens da NR-12 que foram selecionados faziam.

Sendo assim, a máquina não estava em conformidade na parte das sinalizações de segurança. Com isso, as propostas realizadas visaram implementar na máquina sinalizações que advertissem ao operador sobre os riscos que ele estava exposto, bem como dicas de utilização do equipamento para aumentar a sua segurança. Para reduzir os riscos identificados foram indicadas algumas adequações como a instalação de uma proteção que limite a parte de controle de descida da lança com a fita de corte.

Portanto, após esta análise pode-se concluir que o objetivo principal do trabalho foi alcançado. A verificação da situação da máquina mostrou-se eficaz para que se pudesse ter a informação se a máquina está cumprindo ou não com os requisitos da NR-12. Os itens que a serra não cumpria, as propostas realizadas puderam oferecer à adequação à norma. Além disso, as outras ações recomendadas para diminuição dos riscos também se mostraram eficientes através da metodologia. Sendo assim, os custos necessários para a implementação dessas propostas são relativamente baixos e ainda podem diminuir tendo em vista que materiais já existentes na instituição possam ser usados.

Por fim, os resultados foram satisfatórios pois com os objetivos específicos atingidos e realizados pôde-se alcançar o objetivo principal e com os fatos acima postos se tem noção da importância da busca pela segurança, evitando ao máximo acidentes que possam interferir num processo produtivo e, no caso deste trabalho, interferir no aprendizado que a instituição oferece.

## 7 PROPOSTAS PARA TRABALHOS FUTUROS

A fim de complementar e dar continuidade ao presente estudo, analisar situações que não foram determinadas nos objetivos e proporcionar possíveis otimizações, apresenta-se sugestões relevantes para trabalhos futuros.

- Projetar uma nova estrutura móvel para que a máquina seja colocada em cima com o intuito de torná-la ainda mais estável extinguindo o risco de tombamento;
- Realizar um estudo de viabilidade e necessidade sobre um novo botão de parada de emergência;
- Analisar e projetar a modificação do local onde tem os controles de descida da lança de corte para haver maior distância da fita de corte;
- Estudar a viabilidade de tornar a serra uma máquina fixa, fixando-a no chão e tendo seus controles de operação mais longes das zonas perigosas.

## REFERÊNCIAS

ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **E-book - norma regulamentadora 12 (NR-12)**, 2023. Disponível em: <<https://abimaq.org.br/hub-de-servicos/16/categoria/8/subcategoria/13/nr-12>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

ABIMAQ - Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Manual de instruções da norma regulamentadora NR-12**, 2019. Disponível em: <<https://abimaq.org.br/hub-de-servicos/16/categoria/8/subcategoria/13/nr-12>>. Acesso em: 06 abr. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 7195: Cores de segurança**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 12100: Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT ISO/TR 14121-2: Segurança de máquinas - Avaliação de riscos Parte 2: Guia prático e exemplos de métodos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 14153: Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Classificação por categoria de segurança**. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BARSANO, Paulo Roberto; BARBOSA, Rildo Pereira. **Controle de riscos: prevenção de acidentes no ambiente ocupacional**. São Paulo: Erica, 2014. 1 recurso online. ISBN 9788536517995.

BRASIL, FIBRA DO. **Principais aplicações para serra fita**. [2022]. Disponível em: <<https://www.fibrado brasil.com.br/principais-aplicacoes-para-serra-fita/>>. Acesso em: 8 mar. 2024.

BRASIL, FIBRA DO. **Tipos de serra fita**. [2023]. Disponível em: <<https://www.fibrado brasil.com.br/tipos-de-serra-fita/>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

BRASIL. **Lei Nº 6.514, de 22 de dezembro de 1977**. Altera o Capítulo V do Título II da Consolidação das Leis do Trabalho, relativo à segurança e medicina do trabalho e dá outras providências. Brasília [1977]. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L6514.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm)> Acesso em: 19 abr. 2024.

BRASIL. Ministério da Economia. **Norma Regulamentadora 10 - Segurança em instalações e serviços em eletricidade**. Brasília, DF: Secretaria Especial de Previdência e Trabalho do Ministério da Economia, 2019.

BRASIL. Ministério da Economia. **Norma Regulamentadora 12 - Segurança em máquinas e equipamentos**. Brasília, DF: Secretaria Especial de Previdência e Trabalho do Ministério da Economia, 2019.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Métodos de avaliação de risco e Ferramentas de estimativa de risco utilizados na Europa considerando Normativas Europeias e o caso brasileiro**. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Norma Regulamentadora n.º 12 – Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-emprego/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/comissao-tripartite-partitaria-permanente/normas-regulamentadora/normas-regulamentadoras-vigentes/norma-regulamentadora-no-12-nr-12>> Acesso em: 19 abr. 2024.

CAMISASSA, Mara Queiroga. **Segurança e saúde no trabalho: NRs 1 a 36 comentadas e descomplicadas**. Rio de Janeiro: Forense; São Paulo: Método: 2015. ISBN 978-85-309-5933-3.

CECOMATEC. **Comando Bimanual NR12**, 2024. Disponível em: <<https://www.cecomatec.com.br/produtos/produto/comando-bimanual-nr12>>. Acesso em: 25 abr. 2024.

DRAGONI, José Fausto. **Proteção de máquinas: equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança**. São Paulo, SP: LTr, 2011. 262 p.

EUCHNER. Parada de emergência ES. 2024. Disponível em: <<https://www.euchner.de/pt-br/produtos/dispositivos-de-parada-de-emerg%C3%Aancia/parada-de-emerg%C3%Aancia-es/>>. Acesso em: 22 maio 2024.

IPLACAS. Etiqueta cuidado superfície quente. 2024. Disponível em: <[https://www.iplacas.com.br/etiqueta\\_cuidado\\_superficie\\_quente#:~:text=A%20Etiqueta%20cuidado%20superf%C3%ADcie%20quente,acordo%20com%20a%20sua%20necessidade.](https://www.iplacas.com.br/etiqueta_cuidado_superficie_quente#:~:text=A%20Etiqueta%20cuidado%20superf%C3%ADcie%20quente,acordo%20com%20a%20sua%20necessidade.)> Acesso em: 22 maio 2024.

IPLACAS. Etiqueta - Perigo - Risco de Corte ou Esmagamento. Disponível em: <[https://www.iplacas.com.br/etiqueta\\_perigo\\_risco\\_corte\\_esmagamento](https://www.iplacas.com.br/etiqueta_perigo_risco_corte_esmagamento)>. Acesso em: 02 agosto 2024.

iSINALIZA. Etiqueta Perigo Expressamente Proibido. Disponível em: <<https://www.isinaliza.com/etiqueta-perigo-expressamente-proibido-abrir-o-painel-eletrico-nr12---10-unidades/p>>. Acesso em: 02 agosto 2024.

MATTOS, Ubirajara Aluizio de Oliveira; MÁSCULO, Francisco Soares (org.). **Higiene e segurança do trabalho**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, 2011. xlv, 419 p. (Campus/ABEPRO).

NASCIMENTO, W. Enclausuramento da zona de prensagem por proteções móveis intertravadas. 2010. Disponível em: <<https://wagner-nascimento.webnode.com.br/dispositivo%20de%20prote%C3%A7%C3%A3o/>>. Acesso em: 22 maio 2024.

OBSERVATÓRIO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - OSST. **Segurança e Saúde no Trabalho**. 2022. Disponível em <<https://smartlabbr.org/>>: Acesso em: 08 mar. 2024.

OLIVEIRA, Celso Luis de; PIZA; TOLEDO, Fábio de (org.); **Segurança e saúde no trabalho - Vol. 1**. 1. ed. São Caetano do Sul: Difusão, 2016. *E-book*. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 08 mar. 2024.

PROJETECNO. Principais itens da NR 12. 2023. Disponível em: <<https://projetecno.eng.br/principais-itens-da-nr-12/>>. Acesso em: 22 maio 2024.

RML Máquinas e Equipamentos. **Como usar serra de fita para cortar metal**. [2021]. Disponível em: <<https://www.rmlmaquinas.com.br/loja/noticia.php?id=115&loja=762235>>. Acesso em: 28 abr. 2024.

ROJAS, Pablo. **Técnico em segurança do trabalho**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2015. 185 p. (Tekne).

SANTOS JUNIOR, Joubert Rodrigues dos; ZANGIROLAMI, Márcio José. **NR-12: segurança em máquinas e equipamentos: conceitos e aplicações**. 2. São Paulo: Erica, 2020. 1 recurso online. (Temas essenciais para a indústria 4.0). ISBN 9788536531809.

SCHNEIDER, E. E. **Instalações de dispositivos de segurança para máquinas operatrizes conforme a Norma Regulamentadora nº12 com ênfase em dispositivos elétricos**. 2011. 47 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Segurança do Trabalho) — Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

## APÊNDICE A – DETALHAMENTO DA PROTEÇÃO

