

## APRECIÇÃO DE RISCO DE UMA MÁQUINA DE CORTE A PLASMA E OXICORTE<sup>1</sup>

Andressa Carla Pereira Machado<sup>2</sup>

Igor Schmidt<sup>3</sup>

Maria Regina Thomaz<sup>4</sup>

### RESUMO

O presente artigo trata da realização de uma apreciação de riscos em uma máquina de corte a plasma e oxicorte Extreme Power 125HF, utilizada no setor metalúrgico da empresa Eldorado Distribuidora de Ferro e Aço, localizada em Chapecó (SC). Considerando todas as atualizações das normas de segurança, em especial a NR-12. O estudo foi realizado com a máquina já instalada e buscou-se atender cada etapa presente nas normas utilizadas, iniciando pela determinação dos limites da máquina, o que permitiu identificar os perigos existentes, e consequentemente fazendo a estimativa dos riscos presentes, resultando em propostas de medidas de redução para os mesmos, alcançando um nível muito baixo e aceitável pelas normas de segurança.

**Palavras-chave:** Apreciação de riscos. Categoria de segurança. NR-12.

### 1 INTRODUÇÃO

Quando relacionamos as atividades dos colaboradores envolvendo máquinas e equipamentos, a saúde e a segurança se tornam primordiais no ambiente de trabalho, pois, as causas dos acidentes de trabalho geralmente estão interligadas às máquinas e equipamentos que não possuem um sistema de segurança adequado, assim como, pela falta de instruções e treinamentos específicos dos colaboradores, os quais podem provocar lesões como: esmagamentos, queimaduras, perda de membros a até mesmo a morte do trabalhador.

Deste modo, a saúde e a segurança no trabalho vêm amplamente sendo estudadas com o objetivo de garantir o bem estar e a integridade física dos colaboradores. Uma das normas que tem sido aprimorada quando se fala em segurança é a NR-12 – Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos, uma vez que ela estabelece os requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho, nas fases de projeto e de utilização das máquinas e equipamentos de todos os tipos.

As máquinas de corte a plasma e oxicorte são amplamente utilizadas em processos industriais que envolvem transformações de metais, em processos que demandam velocidade

---

<sup>1</sup> Artigo Científico apresentado com requisito para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

<sup>2</sup> UCEFF Faculdades. Acadêmica do Curso de Engenharia Mecânica. E-mail andressacarlaa\_@gmail.com.

<sup>3</sup> UCEFF Faculdades. Esp em Engenharia Mecânica. E-mail igor@uceff.edu.br.

<sup>4</sup> UCEFF Faculdades. Ma em Tecnologia e Gestão da Inovação. E-mail maria@uceff.edu.br.

alta de produção, complexidade de fabricação e padrão rigoroso de qualidade (ALBERT, 2004). E, caso a mesma não esteja em conformidade com a norma ou mal operada pelos colaboradores, pode-se gerar risco a saúde dos mesmos. Desta forma, analisando os fatores apresentados, a pesquisa realizada sobre a máquina de corte a plasma e oxicorte Extreme Power 125HF, a qual é utilizada no setor metalúrgico da empresa Eldorado<sup>5</sup>, buscou atender as diversas situações de riscos encontradas neste ambiente, considerando o seu devido uso, com o objetivo de determinar uma categoria de segurança através da apreciação de risco.

Portanto, para a elaboração da apreciação de riscos, segue-se então a metodologia da norma NBR ISO 12100 – Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Apreciação e redução de risco (ABNT, 2013a), simultânea ao uso da norma NBR 14153 - Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto (ABNT, 2013b), em companhia dos conceitos da ferramenta HRN (Hazard ating Number).

Com o auxílio destas normas buscou-se indicar a categoria de segurança para a máquina, onde primeiramente foi feita a determinação dos limites da máquina, considerando seu devido uso, seguido pela identificação dos perigos (considerando os perigos permanentes e os que poderiam surgir). Posteriormente, realizou-se a estimativa dos riscos através do método HRN (Hazard ating Number), analisando cada situação de perigo e, por fim, foi feita a análise desses riscos, conforme a necessidade feita à determinação da redução dos mesmos.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 NORMAS REGULAMENTADORAS**

As normas regulamentadoras vigentes no Brasil são publicadas e editadas pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE)<sup>6</sup>, elas são documentos criados para normatização e promoção da segurança e saúde no trabalho nos ambientes fabris, tendo como principal objetivo o estabelecimento de um formato final das leis de segurança e saúde do trabalho, sendo que essas leis foram numeradas e publicadas em capítulos para facilitar a padronização.

---

<sup>5</sup> Site da empresa Eldorado – Distribuidora de Ferro e Aço. Disponível em: <<http://metalurgicaeldorado.com.br/>>. Acesso em 17 de nov. de 2021.

<sup>6</sup> Site do Ministério do Trabalho e Emprego. Disponível em: <<https://empregabrasil.mte.gov.br/>>. Acesso em 17 de nov. de 2021.

Segundo Dragone (2011), as normas publicadas pelo Ministério de Trabalho e Emprego nem sempre abordam os aspectos técnicos, sendo assim, precisam de um auxílio da ABNT e até mesmo das normas internacionais, para oferecer uma metodologia mais técnica às necessidades dos interessados.

O órgão responsável pela normatização técnica é a ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, e ela representa as seguintes entidades internacionais no Brasil:

- ISO (International Organization for Standardization);
- IEC (International Electrotechnical Commission);
- COPANT (Comissão Panamericana de Normas Técnicas);
- AMN (Associação MERCOSUL de Normatização).

Para as normas internacionais serem reconhecidas no Brasil existe a OMC – Organização Mundial do Comércio<sup>7</sup>. As normas ISO são voluntárias, cabendo aos seus membros decidirem se as adotam como nacionais ou não. A adoção de uma norma ISO como norma Brasileira recebe a designação NBR ISO.

Assim para a identificação das normas brasileiras e internacionais, são definidas as siglas conforme:

Normas Brasileiras:

- NR – Norma Regulamentadora;
- NBR – Norma Técnica Brasileira;
- NBR NM – Norma Técnica do Mercosul;
- NBR ISO – Norma Técnica Internacional.

Normas Internacionais:

- ISO – International Organization for Standardization;
- EN - European Normalization;
- IEC – International Electrotechnical Commission.

### **2.1.1 Norma Regulamentadora NR-12**

A norma regulamentadora NR-12 (Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) está regulamentada na Lei nº 6.514 de 22 de dezembro de 1977, tendo a sua primeira publicação em 08 de junho de 1978, pela portaria GM nº 3.214. Ela e seus anexos

---

<sup>7</sup> OMC – Organização Mundial do Comércio. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/relacoes-internacionais/negociacoes-comerciais/omc-organizacao-mundial-do-comercio>>. Acesso em 17 de nov. de 2021.

definem referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores, além de estabelecer requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos (ABIMAQ, 2019).

A NR-12 tem como base para sua estrutura as normas NR-05, NR-07 e NR-09, que são normas e convenções de conteúdo social, NR-10, NR-11, NR-13, NR-17, NR-23 e NR-33, que são normas de conteúdo técnico, NR-18, NR-22, NR-31, NR-32 e NR-34, que são normas de conteúdo temático e as normas da ABNT as quais servem de referência: NBR ISO 12100, NBR 14009, NBR 13852, NBR 14153 e NBR ISO 13849.

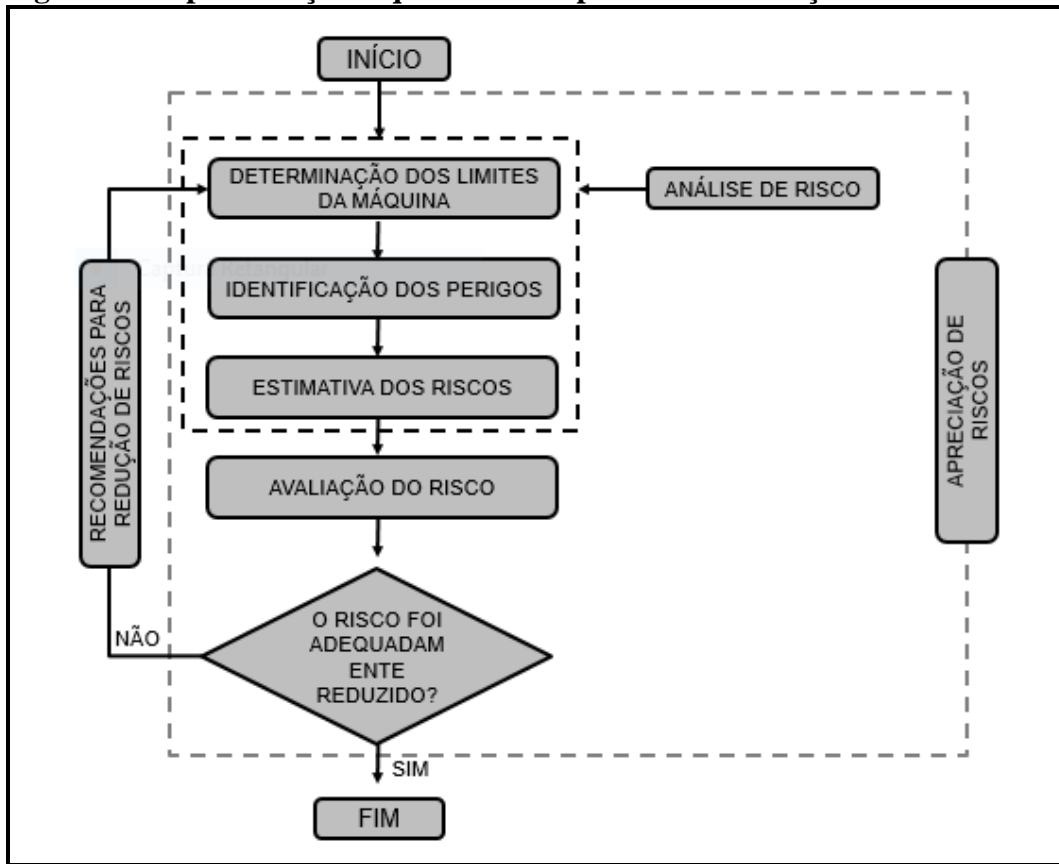
Ela possui em sua estrutura 18 tópicos definidos para a melhoria nas condições de trabalho, e também possui 12 anexos, sendo que os anexos de I ao IV estão relacionados com informações complementares para atendimento do corpo e demais anexos, e os anexos de V ao XII são específicos para determinados tipos de máquinas.

## **2.2 ANÁLISE E AVALIAÇÃO DOS RISCOS**

A NR-12 apresenta que os sistemas devem ser selecionados e instalados a modo de atender a categoria de segurança prevista nas normas técnicas vigentes, sendo elas a NBR 12100 Segurança de Máquinas – Princípios gerais do projeto - Avaliação e redução de Risco e para determinar a categoria do sistema de segurança a NBR 14153 Segurança de Máquina – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para projeto (ABNT, 2013ab).

Para o desenvolvimento da avaliação de riscos, é apresentado na Figura 1 fluxograma de acordo com a NBR 12100 (ABNT, 2013a), que orienta os passos e procedimentos de forma sistemática que devem ser seguidos para a elaboração da avaliação de riscos.

**Figura 1 - Representação esquemática do processo de redução dos riscos**



Fonte: ABIMAQ (2019).

Segundo a NBR ISO 12100 (ABNT, 2013a), a representação da Figura 1 inclui, além do processo de apreciação de riscos, o processo de redução de riscos, o qual deve ser aplicado e avaliado conforme a pergunta “O risco foi adequadamente reduzido?”, se a resposta for não, o processo da apreciação de risco deve ser repetido e melhorado.

Para fazer a determinação dos limites da máquina é considerado o uso da máquina assim como qualquer forma de mau uso razoavelmente previsível, logo para a identificação das ameaças são analisados todos os perigos ou situações perigosas relevantes à máquina. Já para a estimativa dos riscos é utilizado o método Hazard Rating Number (HRN), com o objetivo de identificar e estimar os riscos avaliados.

O método HRN é uma metodologia quantitativa, a qual prioriza ações que devem ser tomadas de acordo com o resultado no momento da análise da máquina. Este método ficou conhecido a partir do artigo publicado na revista *Safety and Health Practitioner* em 1990, pelo especialista Chris Stell.

Os parâmetros utilizados para a aplicação do método HRN são:

(LO) – A probabilidade de ocorrência;

(FE) – A frequência de exposição ao perigo;

(DPH) – O grau de severidade do dano;

(NP) – O número de pessoas expostas ao risco.

Para identificar o risco de forma quantitativa é utilizada a equação:

$$\text{HRN} = \text{LO} \times \text{FE} \times \text{DPH} \times \text{NP}$$

De acordo com Steel (1990), a cada um dos parâmetros representados acima são estabelecidas variáveis de cálculo, sendo que para se chegar à probabilidade de ocorrência são utilizados os níveis que variam de 0,033 a 15, considerando de quase impossível à certeza de acontecer. Para a frequência de exposição ao risco, são utilizados os níveis que variam de 0,5 a 5, considerando a frequência entre anualmente e constantemente. Já para o grau de severidade do dano, são utilizados os níveis de 0,1 a 15, considerando o grau de severidade entre arranhão até fatalidade, e, por último, para o número de pessoas expostas são utilizados os níveis de 1 a 12, onde é considerado de 1-2 até mais que 50 pessoas expostas.

Conforme a Tabela 1 demonstrada abaixo, com base nesses valores e através do cálculo HRN, é possível estimar o índice que determina o nível de risco, estando entre o mínimo e o máximo, onde os valores variam de 1 e 5 para níveis aceitáveis e muito baixo, de 5 a 50 para níveis baixos e significantes, de 50 a 500 para níveis altos e muito altos e de 500 a 1000 para níveis extremos e inaceitáveis. Para cada nível é estabelecido uma avaliação, determinando medidas a serem tomadas.

**Tabela 1 - Valores do HRN com classificação de risco**

VALOR DO HRN	CLASSIFICAÇÃO
0 a 1	Risco aceitável
1 a 5	Risco muito baixo
5 a 10	Risco baixo
10 a 50	Risco significativo
50 a 100	Risco alto
100 a 500	Risco muito alto
500 a 1000	Risco extremo
1000 > 1000	Risco inaceitável

Fonte: Adaptado de Steel (1990).

### 2.2.1 Categoria de Segurança

Conforme determina a norma NBR 14153 (ABNT, 2013b), todos os sistemas de ANAIS – Engenharia Mecânica ISSN – 2594-4649 V.6, Nº 1 - 2021/2

comando relacionados à segurança devem estar de acordo com os requisitos de uma ou mais categorias, dentre as cinco especificadas, sendo elas: B, 1, 2, 3 ou 4, conforme demonstrado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Resumo dos requisitos por categoria de segurança**

<b>Categoria<sup>a</sup></b>	<b>Resumo de requisitos</b>	<b>Comportamento do sistema<sup>b</sup></b>	<b>Princípios para atingir a segurança</b>
B	Partes de sistema de comando, relacionadas à segurança e/ou equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com as normas relevantes, de tal forma que resistam às influências esperadas.	A ocorrência de um defeito pode levar a perda da função de segurança.	Principalmente caracterizado pela seleção de componentes.
1	Os requisitos de B se aplicam. Princípios comprovados e componentes de segurança bem testados devem ser utilizados.	A ocorrência de um defeito pode levar a perda da função de segurança, porém a probabilidade de ocorrência é menor que para a categoria B.	
2	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. A função de segurança deve ser verificada em intervalos adequados pelo sistema de comando da máquina.	A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança entre as verificações. A perda da função de segurança é detectada pela verificação.	Principalmente caracterizado pela estrutura.
3	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: um defeito isolado não leve a perda da função de segurança, e sempre que razoavelmente praticável, o defeito isolado seja detectado.	Quando um defeito isolado ocorre, a função de segurança é sempre cumprida. Alguns defeitos serão detectados. O acúmulo de defeitos não detectados pode levar à perda da função de segurança.	Principalmente caracterizado pela estrutura.
4	Os requisitos de B e a utilização de princípios de segurança comprovados se aplicam. As partes relacionadas à segurança devem ser projetadas de tal forma que: um defeito isolado não leve a perda da função de segurança, e o defeito isolado seja detectado durante, ou antes, da próxima demanda da função de segurança. Se isso não for possível, o acúmulo de defeitos não pode levar à perda das funções de segurança.	Quando os defeitos ocorrem, a função de segurança é sempre cumprida. Os defeitos serão detectados a tempo de impedir a perda das funções de segurança.	Principalmente caracterizado pela estrutura.

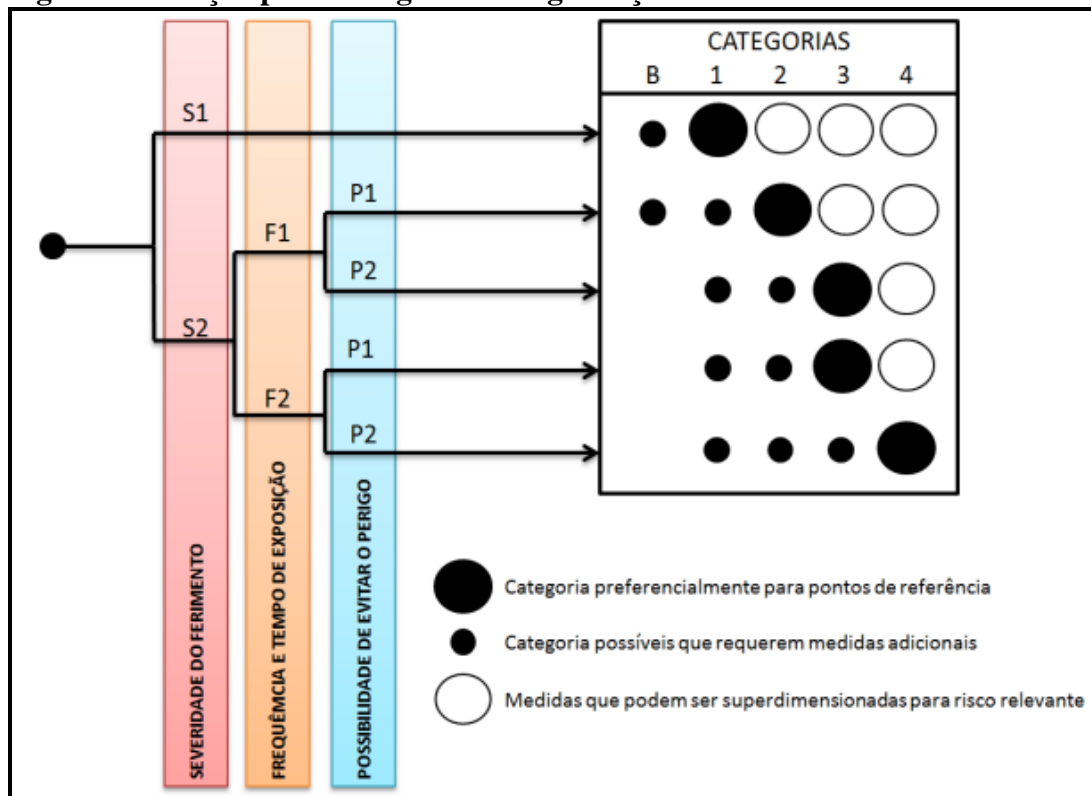
Fonte: ABNT NBR 14153 (2013b).

A categoria B é a categoria básica, sendo relacionada a sistemas de comando onde a ocorrência de um defeito pode levar a perda da função da segurança. Na categoria 1, são aplicados os requisitos da categoria B, porém a probabilidade de ocorrência é menor. Nas categorias 2, 3 e 4 também são aplicados os requisitos da categoria B, entretanto o desempenho é melhorado com relação à função de segurança especificada, sendo que na categoria 2 a perda da função de segurança é detectada através da verificação. Nas categorias

3 e 4 são projetadas para que seja garantido que um defeito isolado não cause a perda da função de segurança. Na categoria 4 o acúmulo de defeitos não pode levar a perda das funções de segurança, nesse caso a função de segurança é sempre cumprida.

Para estabelecer uma categoria de segurança, a NBR 14153 (ABNT, 2013b) ainda estabelece a estratégia para determinar a categoria de risco quando são utilizados sistemas de segurança com (Entrada + Lógica + Saída), conforme demonstrado na Figura 2. Ela determina o risco e a categoria de segurança adequada, levando em consideração a frequência, o tempo que o operador está exposto ao perigo e a gravidade do ferimento.

**Figura 2 - Seleção para Categoria de Segurança**



Fonte: Adaptado de ABNT NBR 14153 (2013b).

Conforme a Figura 2, a seleção é orientada levando em consideração os itens abaixo:

**S – Severidade do Ferimento:**

S1 – Ferimento leve (Normalmente reversível);

S2 – Ferimento grave (normalmente irreversível).

**F – Frequência e ou/tempo de exposição ao perigo:**

F1 – Raro e relativamente frequente e/ou baixo tempo de exposição;

F2 – Frequentemente e contínuo e/ou tempo de exposição longo.

**P – Possibilidade de evitar o perigo:**



- P1 – Possível sob condições específicas;
- P2 – Quase nunca possível.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento do trabalho baseia-se na realização de uma apreciação de risco em uma máquina de corte a plasma e oxicorte Extreme Power 125HF, utilizada no setor metalúrgico da empresa Eldorado Distribuidora de Ferro e aço, localizada em Chapecó – SC, seguindo os princípios descritos na NR-12.

O método para o desenvolvimento da apreciação de risco foi composto de levantamentos e análises estabelecidas na NBR ISO 12100 (ABNT, 2013a), a qual define e descreve as etapas lógicas que possibilitam a análise sistemática da avaliação dos riscos. Segundo Lima (2011), esta avaliação pode ser feita de duas formas: qualitativa ou quantitativa, sendo que na forma qualitativa o processo é feito através de análises e combinações de sua probabilidade de ocorrência de impacto, determinando e priorizando os riscos através de dados probabilísticos, já na forma quantitativa deverá ser comprovado o controle da exposição ao risco por meio de medidas e cálculos que estabelecem numericamente os efeitos dos riscos identificados.

Conforme a norma orientada foram seguidos os seguintes passos: determinação dos limites da máquina, identificação dos perigos, estimativa dos riscos e a avaliação dos mesmos. De partida foram determinados os limites da máquina considerando o seu uso como qualquer forma de mau uso, seguido pela identificação dos perigos e situações perigosas expostas pela máquina.

Na sequência, através do método Hazard Rating Number (HRN), foram estimados os riscos de cada perigo encontrado, onde foram analisadas as chances de um acidente ocorrer, verificando a frequência em que o colaborador fica exposto, a severidade do ferimento e o número de pessoas expostas, buscando identificar a necessidade da redução ou eliminação dos mesmos.

Depois de realizada a utilização do método HRN, mobilizou-se a NBR 14153 (ABNT, 2013b) para determinar a categoria de segurança exigida, propondo um sistema de segurança adequado, seguido pela utilização do método HRN, novamente para a reavaliação dos perigos identificados. Isso porque primeiramente realizou-se a avaliação dos perigos encontrados sem

medida de proteção, e depois de determinado um sistema de segurança é feita a reavaliação para constatar se a máquina se encontra ou não dentro dos limites exigidos pela norma.

A partir da realização da apreciação dos riscos, seguindo todas as etapas apresentadas anteriormente, é possível demonstrar se a máquina está ou não devidamente apta para o uso e se a mesma se encontra devidamente adequada, sem oferecer riscos a saúde e integridade físicas dos colaboradores, conforme as determinações das normas técnicas vigentes.

## **4 RESULTADO E ANÁLISE DOS DADOS**

### **4.1 A MÁQUINA DE CORTE A PLASMA E OXICORTE EXTREME POWER 125HF**

A máquina de corte a plasma e oxicorte é uma máquina programada por CNC (Comando numérico computadorizado), a qual corta diversos tipos de materiais incluindo inox e aços de espessuras diversas. O plasma corta por uma espécie de posse de fusão e ar comprimido, podendo cortar até a espessura de 16mm em perfeito corte. Já o oxicorte tem acionamento a fogo ou tocha, tendo que ser aceso manualmente, podendo cortar chapa de até 100 mm. Independente do corte ser a plasma ou oxicorte, os métodos são distintos e cada um é indicado para o corte de determinada matéria prima, ambos apresentam excelentes resultados.

Para que o trabalho seja executado, é feito o transporte do material até a máquina pela ponte rolante ou empilhadeira da empresa, onde o funcionário transporta o material até a mesa e fixa o mesmo, logo após opera a máquina e posiciona o bico da tocha para a execução do corte. Após a finalização do corte, o operador de forma manual tira as peças e sobras de cima da mesa e quando se faz necessário para peças maiores utiliza a empilhadeira para a retirada das mesmas. Na Figura 3, está representada a máquina de corte a plasma e oxicorte.

**Figura 3 - Máquina de Corte a Plasma e Oxicorte Extreme Power 125 HF**



Fonte: Registrada pelo autor (2021).

#### 4.2 APRECIACÃO DE RISCOS PARA A MÁQUINA DE CORTE A PLASMA E OXICORTE HS EXTREME

Para a realização da apreciação de riscos na máquina foram seguidas as etapas previstas na NBR ISO 12100 (ABNT, 2013a), sendo elas:

- Determinação dos limites da máquina;
- Identificação dos perigos;
- Estimativa dos riscos;
- Avaliação dos riscos.

##### 4.2.1 Determinação dos limites da máquina

A determinação dos limites da máquina pode ser feita levando em consideração os seguintes aspectos: uso, espaço, tempo e outros.

###### 4.2.1.1 Limites de uso

- A máquina deve ser operada por pessoa qualificada para esse fim, sem limitação de gênero, porém não deve ser utilizada por qualquer pessoa com habilidades físicas limitadas;

- A alimentação é feita através da ponte rolante ou empilhadeira da empresa, onde o colaborador utiliza as mesmas para levar o material até a mesa;
- Durante a operação, a máquina possui a torre que se desloca para fazer o trabalho de corte das chapas;
- Durante o corte são gerados gases, fumos e faíscas;
- Deve-se ter um responsável técnico pelos projetos/desenhos de corte;
- Após a finalização do corte, é necessário esperar a peça esfriar antes de tirar a mesma da mesa devido a atingir altas temperaturas;
- As peças e sobras devem ser retiradas manualmente ou através da empilhadeira e ponte rolante;
- A limpeza da máquina deve ser feita pelo colaborador, o qual deve receber treinamento adequado para realizar o processo com segurança.

#### 4.2.1.2 Limites de espaço

- O operador fica a frente da mesa de corte, muito próximo à zona de perigo;
- Os cilindros de gases ficam ao lado da mesa de corte;
- Os espaços utilizados pela máquina são os de deslocamento das chapas até a mesa de corte e os de estoque das chapas e materiais utilizados no processo de corte.

#### 4.2.1.3 Limites de tempo

- Os consumíveis da torre devem ser trocados quando estiverem desgastados, os mesmos não podem ser reconicionados;
- Deve ser feita manutenção regular da máquina, para sua melhor conservação;
- Tempo de transporte das chapas e período de usinagem das mesmas.

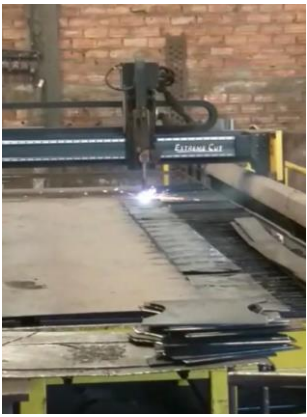
#### 4.2.1.4 Outros limites

- Operação inadequada por parte do colaborador.

### 4.2.2 Identificação dos perigos

Após a determinação dos limites da máquina, elaborou-se a identificação dos perigos analisados, englobando todos os perigos ou situações perigosas relevantes à máquina.

Quadro 2 – Perigos identificados

<p>1 - Movimento por correias e movimento da torre.</p> 	<p>Risco de esmagamento, cortes, escoriações, fratura leve de ossos e colisão.</p>
<p>2 – Quadro de comando</p> 	<p>Risco de choque elétrico.</p>
<p>3 - Projeções de fagulhas.</p> 	<p>Risco de queimaduras.</p>

Fonte: Registradas pelo autor (2021).

### 4.2.3 Estimativa, Avaliação e Redução do Risco

Feita a identificação dos perigos, o próximo passo foi estimar, avaliar e propor a redução dos mesmos. Para a estimativa e avaliação dos riscos utilizou-se o método Hazard Rating Number (HRN), realizando uma avaliação separadamente para cada risco, onde primeiramente foram avaliados sem as medidas de redução, verificando através dos resultados se necessário ou não a redução do risco, seguido pela verificação da necessidade da redução do risco foram propostas as medidas de segurança. Por fim, reavaliou-se novamente para verificar se o risco foi devidamente reduzido.

#### Quadro 3 – Risco Calculado para Movimento por Correia e da Torre sem Medida de Redução

<b>Estimativa Quantitativa dos Riscos</b>		
Risco calculado sem medidas de redução		
Probabilidade de ocorrência (LO)	5	Alguma chance
Frequência de exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau de severidade do dano (DPH)	1	Fratura leve de ossos – dedos das mãos/pés.
Número de pessoas expostas ao risco (NP)	1	1 – 2 Pessoas
<b>NÍVEL DO RISCO =</b>	<b>12,5</b>	<b>Risco Significante</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Quadro 3 apresenta o cálculo realizado sobre os riscos identificados em relação ao movimento por correia e movimento da torre, sem as medidas de redução, onde se obteve o nível de risco significativo.

Descrição do risco:

- a) Acesso à correia que faz o deslocamento da torre;
- b) Movimento da torre se estende pela mesa toda.

Os riscos existentes são de escoriações, corte, esmagamento, possíveis fraturas leves e colisão.

### 4.3 DETERMINAÇÃO DA CATEGORIA DE SEGURANÇA

Para a determinação da categoria de segurança utilizou-se como base a norma NBR 14153 (ABNT, 2013b), a qual possibilita fazer a determinação da categoria através da classificação, conforme figura 2. O Quadro 4, demonstra a categoria obtida, sendo de nível 3.

**Quadro 4 – Determinação da categoria de segurança**

<b>Determinação da Categoria de Segurança</b>		
Parâmetro de Avaliação	Classificação	Descrição
Severidade do Ferimento.	S2	Ferimento grave (normalmente irreversível).
Frequência e ou/tempo de exposição ao perigo.	F2	Frequentemente e contínuo e/ou tempo de exposição longo.
Possibilidade de evitar o perigo.	P1	Possível sob condições específicas.
Categoria de segurança 3		

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

**4.4 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE RISCOS**

- a) Proteção fixa na área do risco, possuindo ponto de acesso móvel (12.38);
- b) Sistema de segurança, sensor magnético de segurança e cortina de luz (12.40, 12.41, 12.63).
- c) Dispositivo de parada de emergência.

Nas regiões de risco são instaladas as proteções fixas, possuindo ponto de acesso móvel e a cortina de luz, onde se instala um sensor magnético de segurança monitorado por relé de segurança. Quando as proteções são abertas ou ocorre o acionamento do dispositivo de parada de emergência, o relé de segurança imediatamente interrompe o processo da máquina permitindo o acesso à zona de perigo com segurança.

**Quadro 5 - Risco Calculado para Movimento por Correia e da Torre com Medida de Redução**

<b>Estimativa Quantitativa dos Riscos</b>		
Risco calculado com medidas de redução		
Probabilidade de ocorrência (LO)	0,033	Quase impossível
Frequência de exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau de severidade do dano (DPH)	1	Fratura leve de ossos – dedos das mãos/pés.
Número de pessoas expostas ao risco (NP)	1	1 – 2 Pessoas
<b>NÍVEL DO RISCO =</b>	<b>0,0825</b>	<b>Risco Aceitável</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Quadro 5 apresenta o cálculo realizado sobre o movimento por correia e da torre, avaliando o risco com as medidas de redução, obtendo um nível de risco aceitável de acordo com o método HRN.

### Quadro 6 - Risco Calculado para Quadro de Comando sem Medida de Redução

<b>Estimativa Quantitativa dos Riscos</b>		
Risco calculado sem medidas de redução		
Probabilidade de ocorrência (LO)	2	Possível
Frequência de exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau de severidade do dano (DPH)	15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao risco (NP)	1	1 – 2 Pessoas
<b>NÍVEL DO RISCO =</b>	<b>75</b>	<b>Risco Alto</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Quadro 6 apresenta o cálculo realizado sobre os riscos identificados em relação ao quadro de comando, sem as medidas de redução, onde se obteve o nível de risco alto.

Descrição do risco:

- a) Acesso ao quadro de comando da máquina

Os riscos existentes são de queimaduras, choque elétrico e até mesmo ocasionar a morte do colaborador.

#### 4.5 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE RISCOS

- a) Proteção móvel, sendo fecho de abertura com cadeado de bloqueio (12.38);  
 b) Chave seccionadora;  
 c) Aterramento.

Em relação ao quadro de comando, o mesmo já possui proteção móvel, neste caso deve-se aderir o cadeado de proteção que impede o acesso e também à chave seccionadora de bloqueio, além do aterramento para evitar riscos de choque elétrico.

### Quadro 7 – Risco Calculado para o Quadro de Comando com Medida de Redução

<b>Estimativa Quantitativa dos Riscos</b>		
Risco calculado com medidas de redução		
Probabilidade de ocorrência (LO)	0,033	Quase impossível
Frequência de exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau de severidade do dano (DPH)	15	Fatalidade
Número de pessoas expostas ao risco (NP)	1	1 – 2 Pessoas
<b>NÍVEL DO RISCO =</b>	<b>1,2375</b>	<b>Risco muito baixo</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Quadro 7 apresenta o cálculo realizado sobre o quadro de comando, avaliando o risco com as medidas de redução, obtendo um nível de risco muito baixo de acordo com o método HRN.



**Quadro 8 – Risco Calculado para as Projeções de Fagulhas sem Medida de Redução**

<b>Estimativa Quantitativa dos Riscos</b>		
Risco calculado sem medidas de redução		
Probabilidade de ocorrência (LO)	5	Alguma chance
Frequência de exposição (FE)	2,5	Diariamente
Grau de severidade do dano (DPH)	10	Perda parcial da audição ou visão.
Número de pessoas expostas ao risco (NP)	1	1 – 2 Pessoas
<b>NÍVEL DO RISCO =</b>	<b>125</b>	<b>Risco muito alto</b>

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O Quadro 8 apresenta o cálculo realizado sobre os riscos identificados em relação as projeções de fagulhas, sem as medidas de redução, obtendo nível de risco muito alto, devido as projeções de fagulhas estarem em alta temperaturas.

Descrição do risco:

- a) Acesso às projeções de fagulhas em alta temperatura geradas na hora do corte.

Os riscos existentes são de queimaduras, danos à epiderme e em casos extremos perda da visão.

#### 4.6 DESCRIÇÃO DAS MEDIDAS DE CONTROLE E REDUÇÃO DE RISCOS

Neste caso, considera-se como risco extra o uso inadequado que o colaborador faz da máquina, sobretudo quando se expõe a riscos ao retirar sobras de peças antes do término do corte. Na hora do corte, as projeções de fagulhas ocorrem em alta temperatura, aumentando da mesma forma a temperatura das peças, o que pode provocar acidentes de trabalho. Nesse sentido, devem ser tratadas com medidas administrativas.

- a) Instruções sobre o funcionamento a máquina;
- b) Treinamento adequado aos colaboradores;
- c) Exigir e dispor do uso de EPI.

As instruções sobre o funcionamento da máquina devem conter todos os procedimentos de operação, de início ao fim, incluindo os limites de uso e espaço da máquina. Além disso, também deve demonstrar os perigos que a mesma oferece em relação à saúde do colaborador, oferecer treinamento adequado em relação ao uso da mesma e manuseio de materiais a serem utilizados. É necessário também exigir a utilização dos EPI's para assegurar a saúde e integridade física dos mesmos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No trabalho desenvolvido, foi possível apreciar os riscos existentes na máquina de corte a plasma e oxicorte, utilizada no ambiente metalúrgico da empresa Eldorado Distribuidora de Ferro e Aço, seguindo as considerações da norma NBR 12100 (ABNT, 2013a).

De início, foram determinados os limites da máquina citada, onde considerou-se os limites de uso, espaço, tempo e outros, seguido pela identificação dos perigos da máquina. Após a identificação dos perigos, realizou-se a estimativa e avaliação de cada risco, através do método HRN, onde, primeiramente, foi realizado o cálculo sem as medidas de redução (situação em que obtivemos níveis de risco significantes a risco muito alto, identificando a necessidade de redução dos mesmos), acompanhado pela nova realização do cálculo, após a determinação das medidas de segurança, obtendo níveis de riscos aceitáveis a níveis de risco muito baixo.

Para a determinação da categoria de segurança foi utilizado como base a norma NBR 14153 (ABNT, 2013b), considerando os fatores de severidade do ferimento, frequência e/ou tempo de exposição ao perigo e possibilidade de evitá-lo, chegando ao nível de categoria avaliada em nível 3 para o movimento da tocha e por correia, identificando risco significativo, e proposto sistema de segurança com (Entrada + Logica + Saída) para o mesmo.

Para os demais perigos não foi proposto sistema de segurança, pois se tornaria inviável, como se trata de um risco extra, aonde o colaborador faz o desempenho do trabalho de forma errada, a melhor forma de evita-los é através das medidas administrativas, aonde o colaborador é instruído da melhor forma para que não ocorram acidentes de trabalho.

Com isso, podemos concluir que a apreciação dos riscos é fundamental dentro das empresas para garantir a saúde e segurança dos colaboradores. O estudo apresentado apontou que a partir do uso das NBR 12100 e NBR 14153, auxiliado pelo método HRN para o cálculo de todos os riscos identificados, foi possível realizar a apreciação de riscos na máquina de corte a plasma e oxicorte, obtendo níveis aceitáveis e muito baixos, os quais são considerados satisfatórios.

## REFERÊNCIAS

ABIMAQ – Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos. **Manual de Instrução Norma Regulamentadora NR-12**, 2019. Disponível em:

[http://abimaq.org.br/Arquivos/HTML/Documentos/NR12/Manual%20de%20Instrucoes%20da%20NR-12%20-%20Julho\\_2019.pdf](http://abimaq.org.br/Arquivos/HTML/Documentos/NR12/Manual%20de%20Instrucoes%20da%20NR-12%20-%20Julho_2019.pdf). Acesso em: 24 abr. 2021.

ABNT. **ABNT NBR ISSO 12100 – Segurança de Máquinas – Princípios Gerais de Projeto – Apreciação e Redução de Riscos**. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro 2013a.

ABNT. **NBR 14153 – Segurança de Máquinas – Partes de Sistema de Comando Relacionado à Segurança – Princípios Gerais para Projeto**. Rio de Janeiro 2013b.

ALBERT, A. **Understanding CNC Routers**. FPIInnovations – Forintek Division, First Edition. 2004.

BECKER, A. C., PIRES, E. P. G. **Métodos de avaliação de risco e Ferramentas de estimativa de risco utilizados na Europa considerando normativas Europeias e o caso Brasileiro**. Projeto apoio aos Diálogos Setoriais união Europeia. Brasil, 2015.

BRASIL. **Norma regulamentadora N°12 – Segurança no trabalho em Máquinas e Equipamentos**. Enit. Disponível em: [https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos\\_SST/SST\\_NR/NR-12.pdf](https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-12.pdf). Acesso em: 15 de abr. 2021.

DRAGONE, José Fausto. **Proteção de máquinas, equipamentos, mecanismos e cadeado de segurança**. São Paulo: LTR, 2011.

LIMA, G.B. 2011. Sistemas de Gestão de Segurança e Saúde no Trabalho: normalização e certificação. Em U. A MATTOS, & F.S. MASCULO, **Higiene e Segurança no Trabalho**, p. 51-52. Rio de Janeiro: Elsevier.

STEEL, C. Risk Estimation. **The safety and Health practitioner**, 1990. p. 20-21