



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
CAMPUS MANAUS CENTRO
DEPARTAMENTO DE PROCESSOS INDUSTRIAIS
BACHARELADO EM ENGENHARIA MECÂNICA

MARCELO NOBRE DANTAS

**ANÁLISE DE REDUÇÃO DE RISCO EM UMA MÁQUINA DE SOLDA POR COSTURA E
MELHORIAS CONFORME NR12: UM ESTUDO DE CASO**

MANAUS-AM

2023

MARCELO NOBRE DANTAS

**ANÁLISE DE REDUÇÃO DE RISCO EM UMA MÁQUINA DE SOLDA POR COSTURA
CONFORME NR 12: UM ESTUDO DE CASO**

Projeto de pesquisa apresentado à unidade curricular de Trabalho de Conclusão de Curso, submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – Campus Manaus Centro, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, sob a orientação do Prof. Me. Benjamin Batista de Oliveira Neto

**MANAUS-AM
2023**

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

D192a Dantas, Marcelo Nobre.

Análise de redução de risco em uma máquina de solda por costura conforme NR 12: um estudo de caso / Marcelo Nobre Dantas. – Manaus, 2023.

29 p. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Engenharia Mecânica). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2023.

Orientador: Prof. Me. Benjamin Batista de Oliveira Neto.

1. Engenharia mecânica. 2. Solda de resistência. 3. Análise de risco. I. Oliveira Neto, Benjamin Batista de. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 621



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS

ATA N° 600 / 2023 - CCGEM/CMC (11.01.03.01.16.12.01)

N° do Protocolo: 23443.019944/2023-41

Manaus-AM, 28 de Dezembro de 2023

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

No dia vinte e sete do mês de dezembro de dois mil e vinte e três, às 18:30 horas na Sala Virtual da Plataforma GOOGLE MEET, <https://meet.google.com/vnr-gsky-mei> o acadêmico Marcelo Nobre **Dantas**, apresentou o seu Trabalho de Conclusão de Curso para avaliação da Banca Examinadora presidida pelo Prof. Me. Benjamin Batista de Oliveira Neto (orientador), composta pelos demais examinadores (avaliador - IFAM) Prof. Me. Paulo Fernando Figueiredo Maciel e Profa. Me. Roberto Canedo Rosa (avaliador - IFAM). A sessão pública de defesa foi aberta pelo Presidente da Banca Examinadora, que fez a apresentação da mesma e deu continuidade aos trabalhos, fazendo uma breve referência ao TCC que tem como título: **ANÁLISE DE REDUÇÃO DE RISCO EM UMA MÁQUINA DE SOLDA POR COSTURA E MELHORIAS CONFORME NR12: UM ESTUDO DE CASO**. Na sequência, o acadêmico teve até 30 minutos para a comunicação oral de seu trabalho, e em seguida, cada integrante da Banca Examinadora fez suas arguições. Ouvidas as explicações do acadêmico, os membros da Banca Examinadora, reunidos em caráter sigiloso, para proceder à avaliação final, deliberaram por aprovar e atribuir à nota 8,5 ao trabalho. Foi divulgado o resultado formalmente ao acadêmico e demais presentes, dando ciência ao mesmo que a versão final do trabalho deverá ser entregue até o prazo máximo de 15 dias, com as devidas alterações sugeridas pela banca.

Nada mais a tratar, a sessão foi encerrada às **(19h 20min)**, sendo lavrada a presente ata, que, uma vez aprovada, foi assinada por todos os membros da Banca Examinadora e pelo acadêmico.

Prof. Orientador / Presidente: Prof. Me. Benjamin Batista de Oliveira Neto

Prof. Membro 1: Prof. Me. Paulo Fernando Figueiredo Maciel

Prof. Membro 2: Profa. Me. Roberto Canedo Rosa

Acadêmico: Marcelo Nobre Dantas

(Assinado digitalmente em 28/12/2023 11:20)
BENJAMIN BATISTA DE OLIVEIRA NETO
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula. 1112947

(Assinado digitalmente em 28/12/2023 12:07)
PAULO FERNANDO FIGUEIREDO MACIEL
PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO
Matrícula. 3280746

(Assinado digitalmente em 28/12/2023 15:11)
ROBERTO CANEDO ROSA
PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO
Matrícula. 3358979

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sig.ifam.edu.br/documentos/> informando seu número: **600**, ano: **2023**, tipo: ATA, data de emissão: 28/12/2023 e o código de verificação: **43da63e90d**

RESUMO

A solda por resistência elétrica possui grande relevância na indústria brasileira, sendo aplicada em diversos setores. Especificamente, a solda do tipo costura que é extremamente importante no cenário fabril. No entanto, essa técnica apresenta riscos consideráveis para os operadores envolvidos. Nesse contexto, a Norma Regulamentadora 12 (NR12) surge como uma diretriz para garantir a segurança e o bem-estar desses trabalhadores. Portanto, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise dos riscos associados à máquina de solda por costura, propondo melhorias com base na avaliação de risco, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela NR12. O enfoque principal consiste em buscar aprimoramentos nas condições de trabalho e na segurança dos operadores, visando alcançar resultados no contexto da produção industrial.

Palavras-chave: solda por resistência tipo costura, NR12, segurança.

ABSTRACT

Electric resistance welding has great relevance in the Brazilian industry, being applied in several sectors. Specifically, seam welding, which is extremely important in the manufacturing scenario. However, this technique presents considerable risks for the operators involved. In this context, Regulatory Standard 12 (NR12) appears as a guideline to guarantee the safety and well-being of these workers. Therefore, the objective of this work is to carry out an in-depth analysis of the risks associated with the seam welding machine, proposing improvements based on the risk assessment, in accordance with the guidelines established by NR12. The main focus is to seek improvements in working conditions and operator safety, aiming to achieve superior results in the context of industrial production.

Keywords: resistance seam welding, NR12, safety.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores para a probabilidade de exposição	19
Tabela 2 - Valores para a frequência de exposição.....	19
Tabela 3 - Valores para a probabilidade máxima de perda	20
Tabela 4 - Valores para o número de pessoas expostas.....	20
Tabela 5 - Valores do HRN com classificação do risco e sua descrição	21
Tabela 6 - Valores para o cálculo de Risco	23
Tabela 7 – Valores para Cálculo de Risco.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Princípio de funcionamento da soldagem por resistência elétrica.....	12
Figura 2: Processo de Soldagem por Costura.....	13
Figura 3: Seleção da categoria.....	16
Figura 4: Processo de Análise de Risco (ISO 12100).....	17
Figura 5: Resultado da Categoria de Risco.....	18
Figura 6: Eixo cardan.....	22
Figura 7: Proteção eixo cardan.....	23
Figura 8: Vista frontal da máquina.....	24

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria Nobre que sempre lutou para que tivesse condições de estudo.

Aos meus irmãos que sempre me apoiaram e me incentivaram durante minha vida.

À minha esposa Marineth Grangeiro que tem sido minha companheira nessa caminhada.

À minha filha Maria Eduarda que é minha grande motivação.

Aos meus professores que me conduziram durante essa jornada: Benjamin Batista, Camila Pinto, Roberto Canedo e Paulo Figueiredo.

Por fim, a todos meus colegas do IFAM que fizeram parte da minha trajetória durante esses anos.

Sumário

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.2 JUSTIFICATIVA	9
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.3.1 OBJETIVO GERAL	11
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA	12
2.1.3 SOLDAGEM POR COSTURA.....	13
2.2 SEGURANÇA DO TRABALHO	14
2.3 NORMA REGULAMENTADORA NR 12.....	14
2.4 NBR 12100 (APRECIÇÃO DE RISCO).....	15
2.5 NBR 14153 (CATEGORIA DE RISCO)	15
3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL	16
3.1. Identificação de Risco	17
3.1.2 Categoria de Risco.....	18
3.1.3 Estimativa de Risco Quantitativa.....	18
4 RESULTADOS	22
4.1 Avaliação de Risco.....	22
5 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A solda por resistência elétrica é um processo de extrema importância na indústria brasileira. Bastante utilizada no setor automotivo, aeroespacial, naval, eletrodoméstico, eletrônicos e entre outros setores. O processo de solda por resistência envolve o aquecimento das peças de metal por meio de uma corrente elétrica que é aplicada por eletrodos que pressionam as peças juntas, transformando a energia elétrica em energia térmica através da *Lei de Joule*. Essa forma de soldagem possui quatro tipos: Soldagem por Ponto, Soldagem por Projeção, Soldagem por Costura e Soldagem de Topo.

Segundo Marques (2011) a solda por resistência é o procedimento mais versátil na união de metais sejam nos aspectos da espessura, formas e matérias. Sendo assim, toda essa facilidade torna a soldagem por resistência um processo rápido e econômico, sendo empregada em produções de larga escala. Conforme Bracarense (2000) a solda por costura é um processo que envolve a combinação do calor gerado pela resistência do fluxo de corrente elétrica no metal com a aplicação de pressão, resultando na formação de uma costura soldada contínua.

A operação de soldagem pelo método de costura, como dito anteriormente, é realizada sob alta pressão, temperatura elevada e corrente elétrica. Tudo isso, associado a uma demanda excessiva por produtividade, acaba expondo o operador a diversos riscos durante o processo, podendo influenciar a ocorrência de um acidente.

De acordo com Vilela (2010) o acontecimento de um acidente de trabalho pode ser influenciado por aspectos relacionados as condições atuais de trabalho, os equipamentos, as atividades definidas, o meio ambiente de trabalho, pela organização de trabalho de uma maneira ampla, como também as relações de trabalho e pela correlação de forças existentes numa determinada sociedade. Portanto, diversos fatores podem contribuir para o acontecimento de um acidente, tornando essencial que as empresas e as organizações adotem medidas para prevenir e reduzir o risco.

Sendo assim para a prevenção de acidentes, são necessárias normas para orientar e proteger o trabalhador, e uma ferramenta essencial é Normas Regulamentadoras 12 que aborda a segurança do trabalho em máquinas e equipamentos.

A NR 12 foi criada em 8 de junho de 1978, por meio da Portaria MTb nº 3.214/78, pelo então Ministério do Trabalho e Emprego. Desde então, sofreu alterações e revisões com objetivo de uma melhor adaptação a novas tecnologias e garantir a segurança dos

trabalhadores em diferentes setores industriais. Portanto, são extremamente necessárias realizar avaliações e se necessárias sugestões de melhorias dos equipamentos para melhorar o atendimento da legislação, bem como trazer melhorias para o processo produtivo.

Uma metodologia utilizada de forma abrangente na indústria para realizar uma avaliação de risco é o método HRN (*Hazard Rating Number*) o qual será empregado neste trabalho, assim quantificará, com base nas informações encontradas, os riscos apresentados na máquina de solda por costura conseqüentemente irão ser realizada então a Avaliação de Risco. Então caso for necessário serão feitas propostas para reduzir os riscos encontrados no posto de trabalho.

1.2 JUSTIFICATIVA

O uso de motocicletas no Brasil tem se tornado cada vez mais relevante e toda essa importância ocorre por vários motivos: como mobilidade urbana, ferramenta de trabalho e por possuir um valor mais acessível ao comparado aos veículos de quatro rodas. O número de vendas de motocicletas no Brasil tem aumentado cada ano, segundo a FENABRAVE (Federação Nacional da Distribuição de Veículos Automotores) em 2022 foram emplacadas 1.362.129 motocicletas, que corresponde a um crescimento de 17,7% se comparado ao ano anterior.

Portanto uma elevada procura por motocicletas acaba exigindo uma maior capacidade produtiva da indústria de duas rodas e para que o cliente possa obter o produto no prazo e com total qualidade é indispensável formas mais eficientes de se produzir, tornando-se totalmente necessária a segurança do operador. Conforme afirma Cardella (2013) a segurança e a produtividade estão interligadas, sendo fundamental um ambiente seguro para que o trabalhador possa cumprir suas tarefas com eficiência e eficácia.

Conforme registros do Observatório Digital de Saúde e Segurança do Trabalho, no Brasil entre os anos de 2012 e 2022 foram informados mais de 6,7 milhões de acidentes e 25.500 mortes no emprego de carteira assinada. Como também, de acordo com dados do INSS os gastos durante esse período são de R\$ 136 bilhões. Neles estão inclusos auxílio-doença, aposentadoria por invalidez, pensão por morte e auxílio-acidente relacionado ao trabalho.

De acordo com dados do Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho (SmartLab) Amazonas teve 6,1 mil acidentes de trabalho em 2022, com 18 mortes, sendo 5,9 mil em Manaus, que teve 17 mortes. A capital do Estado é a 9ª colocada entre os 5.570 no Brasil, que teve 612,9 mil registros.

Segundo dados do IBGE, cerca de 35% dos acidentes de trabalho têm as mão ou membros como os braço afetados, levantamentos como este só demonstra o quanto as mãos estão vulneráveis na execução das atividades diárias. Logo é totalmente necessário medidas que sejam aplicadas para prevenção de acidentes. Assim sendo, a busca por melhorias através da NR12 é uma diretriz fundamental para alcançar tamanho objetivo.

Sendo assim, os principais estímulos para realização desta análise em uma máquina de solda por costura estão na busca por melhorias nas condições de produção

ao operador visando como prioridade sua segurança, para assim obter melhores resultados qualitativos e quantitativos.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os riscos do equipamento de solda por costura e propor melhorias conforme a Norma Regulamentadora 12.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Realizar apreciação de risco da máquina de solda por costura conforme NR12;
- II. Verificar as necessidades de melhorias conforme a norma pertinente e;
- III. Propor medidas para reduzir o risco associado à máquina de solda por costura.

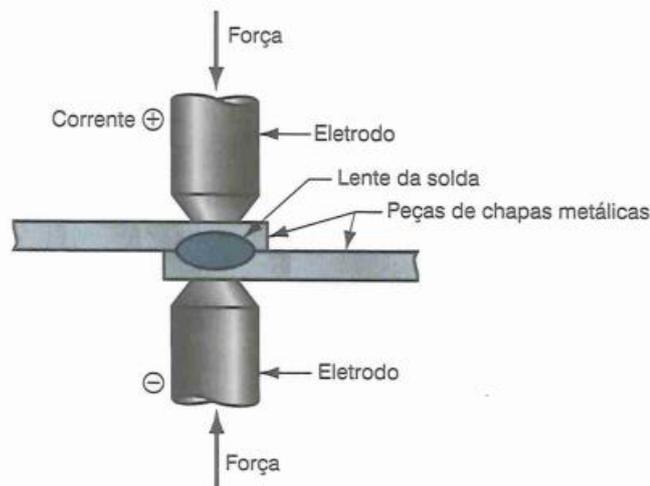
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SOLDAGEM POR RESISTÊNCIA

Segundo Bracarense (2000), no processo de soldagem por resistência, as peças são unidas através da aplicação de pressão e do uso de eletrodos não consumíveis. Esse método permite que uma corrente elétrica intensa flua pelos eletrodos, aplicando a segunda lei de Joule ($Q = I^2 \cdot R \cdot t$)

Segundo Groover (2014), os tipos mais importantes de soldagem por resistência, amplamente utilizados na indústria, são: soldagem por ponto, soldagem por projeção e soldagem por costura. Esses métodos oferecem diferentes vantagens e aplicações específicas. A soldagem por ponto é ideal para uniões pontuais, enquanto a soldagem por projeção é empregada em peças com projeções ou ressaltos. Enquanto a soldagem por costura é aplicada em junções de superfícies lineares. Cada tipo de soldagem por resistência desempenha um papel crucial na fabricação de diversos produtos, proporcionando uniões eficientes e duráveis. A figura 1 apresenta o princípio de funcionamento da soldagem por resistência elétrica.

Figura 1. Princípio de funcionamento da soldagem por resistência elétrica.



Fonte: (GROOVER 2014)

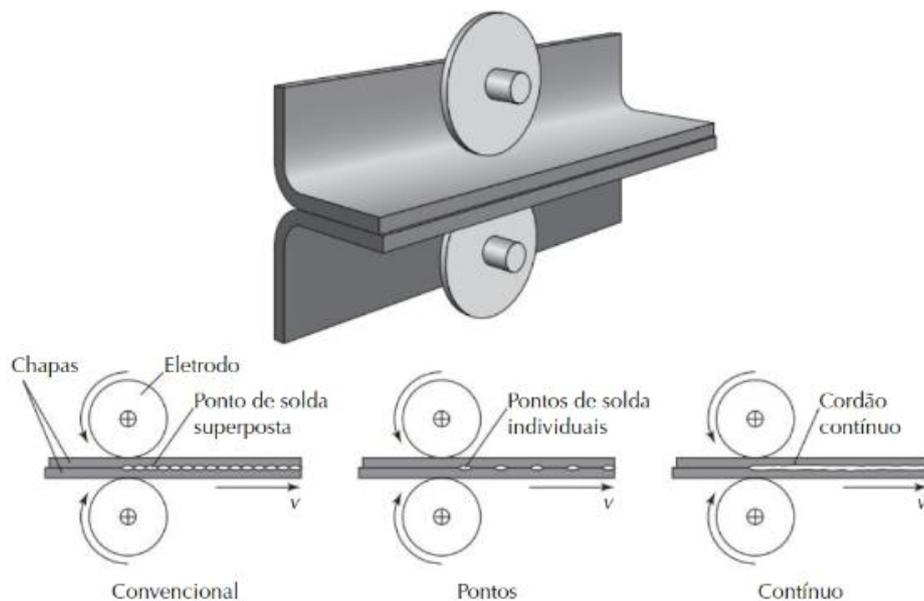
O processo de soldagem por resistência elétrica na figura 1, mostra a aplicação de força pelos eletrodos superior e inferior sobre as chapas metálicas. A força exercida pelos eletrodos é responsável por manter as chapas firmemente pressionadas durante a soldagem. A corrente elétrica flui através das chapas, gerando calor que resulta na fusão

e união dos metais. A seta com o símbolo "F" indica a força aplicada pelos eletrodos, enquanto a lente de solda representa a região de junção onde ocorre a fusão dos materiais.

2.1.3 SOLDAGEM POR COSTURA

Gonzaga e Soares (2016) afirmam que o processo de soldagem por resistência por costura é similar à técnica de soldagem por pontos, mas se destaca pelo uso de eletrodos em formato de disco, capazes de se deslocar ao longo da junta com velocidade específica. Adicionalmente, ocorre a aplicação de uma sequência de pulsos de corrente durante o movimento dos eletrodos. Portanto, o processo de soldagem por resistência do tipo costura, utiliza elérodos na forma de disco para transmitir força e corrente realizando uma soldagem sobreposta. Com os eletrodos de liga de cobre, pois possuem maior condutividade, são constantemente resfriados com água para prolongar a vida útil do eléetrodo. Essa costura é composta por uma série de pontos de solda. A água é usada para resfriar os eletrodos, dissipando o calor excessivo e mantendo sua temperatura adequada de operação, conforme ilustrado na figura 2.

Figura 2: Processo de Soldagem por Costura



Fonte: Kiminami, C. S., Castro, W. B., & Oliveira, M. F. (2018).

Conforme pode ser observado na figura 2, os pontos de solda podem ser

superpostos, individuais ou contínuos, variando conforme a finalidade de sua utilização. A disposição dos pontos superpostos é comumente empregada para reforçar a resistência estrutural, enquanto os pontos individuais são aplicados em casos que demandam precisão e menor impacto térmico. Já a solda contínua, caracterizada pela união ininterrupta, destaca-se em aplicações que exigem integridade estrutural e uniformidade ao longo da costura. Essa flexibilidade na disposição dos pontos de solda confere versatilidade ao processo, permitindo adaptação a diferentes requisitos de fabricação e aplicações específicas.

2.2 SEGURANÇA DO TRABALHO

A segurança do trabalho é a ciência que trabalha incansavelmente para manter os acidentes de trabalho longe das indústrias, lidando de frente com os fatores de risco operacionais Saliba (2004).

Segundo Pardini (2013), o conceito de risco pode ser compreendido como a probabilidade de ocorrência de um evento que possa ter um impacto negativo na capacidade da empresa de alcançar os objetivos estabelecidos previamente. Logo, para que ocorra a prevenção de tal eventualidade é necessário compreender os riscos e classificá-los.

2.3 NORMA REGULAMENTADORA NR 12

Em 1994, o Brasil aderiu à Convenção nº 119 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que trata da Proteção de Máquinas. Por meio do Decreto nº 1.255, de 24 de setembro de 1994, todo o conteúdo dessa convenção foi incorporado integralmente na legislação nacional. Entre as medidas estabelecidas pela convenção, destacam-se a proibição do uso de máquinas desprotegidas, a responsabilidade do empregador em garantir um ambiente de trabalho livre de perigos relacionados ao maquinário, e a proibição de exigir que os trabalhadores operem máquinas sem dispositivos de proteção adequados.

Essas medidas têm como objetivo assegurar a segurança dos trabalhadores que lidam com equipamentos, reduzindo os riscos de acidentes e lesões relacionados ao seu uso. A NR-12 estabelece os requisitos mínimo para a segurança na utilização de máquinas e equipamentos, abrangendo desde a sua concepção, fabricação e importação, até a sua instalação, operação, manutenção e desativação.

É importante ressaltar que a norma passou por revisões ao longo dos anos para se adequar às novas tecnologias e às mudanças nas condições de trabalho, a fim de garantir a proteção adequada dos trabalhadores. Após ocorrem acidentes, é necessário realizar adaptações, implementar melhorias e instalar dispositivos de segurança, dependendo do nível de organização dos trabalhadores Vilela (2000).

As medidas de proteção devem ser adotadas na seguinte ordem:

- a) Medidas de proteção coletiva.
- b) Medidas administrativas ou de organização do trabalho.
- c) Medidas de proteção individual.

O planejamento da máquina deve ser pautado pelo princípio da falha segura.

2.4 NBR 12100 (APRECIÇÃO DE RISCO)

A apreciação de risco engloba três etapas principais: identificação de risco, estimativa de risco e avaliação de risco.

A NBR 12100 é uma norma brasileira que estabelece os princípios gerais de projeto para a segurança de máquinas e equipamentos. Seu objetivo é fornecer diretrizes que visam garantir a elaboração de projetos que levem em consideração a segurança dos usuários e reduzam os riscos de acidentes durante a utilização das máquinas. Ocorre através da Apreciação de Risco que é um processo sistemático para analisar e avaliar os riscos associados a uma máquina ou equipamento. Ele envolve a identificação de perigos, a estimativa da gravidade e probabilidade de ocorrência dos riscos, e a determinação de medidas de controle adequadas. O objetivo é reduzir os riscos a um nível aceitável e garantir a segurança dos trabalhadores. Realizando a identificação, estimativa e avaliação de risco.

Portanto, apreciação de riscos no equipamento envolve uma série de etapas lógicas, com o objetivo de permitir, de forma sistemática, a análise dos perigos associados ao equipamento.

2.5 NBR 14153 (CATEGORIA DE RISCO)

A ABNT NBR 14153 direciona condições necessária através de uma metodologia para categorizar um sistema de segurança adotando três critérios

Severidade do ferimento: Caso ocorra um ferimento sério, normalmente irreversível, é atribuída o S2, caso contrário utiliza-se o S1.

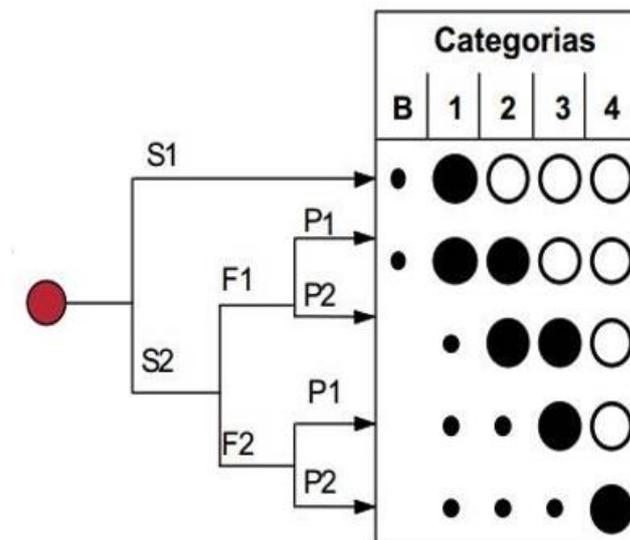
Frequência e tempo de exposição: Se o tempo de exposição for longo aplica-se o

F2, de outro modo usa-se o F1.

Possibilidade de evitar o perigo: Se houver possibilidade tangível de evitar o perigo adota-se P1, de outra maneira utiliza-se P2.

Com base nesses valores, é necessário estabelecer uma linha para categorizar o risco, considerando três principais aspectos: a severidade do ferimento, a frequência de exposição e a possibilidade de evitar o perigo. Inicialmente, avalia-se a gravidade do potencial ferimento; em seguida, analisa-se com que frequência ocorre a exposição ao perigo; por fim, considera-se a viabilidade de evitar a situação perigosa. Essa abordagem tripla proporciona uma avaliação abrangente, permitindo a classificação clara e precisa dos riscos envolvidos. Conforme consta na figura 3.

Figura 3: Seleção da categoria



Fonte: NBR 14153, Maio 2013

A coluna que contém o ponto que intersecta a linha resultante do quadro na figura 3 representa a categoria de risco requerida.

As cinco categorias de risco (B, 1, 2, 3 e 4) refletem o desempenho de sistema de comando em relação à ocorrência de falhas.

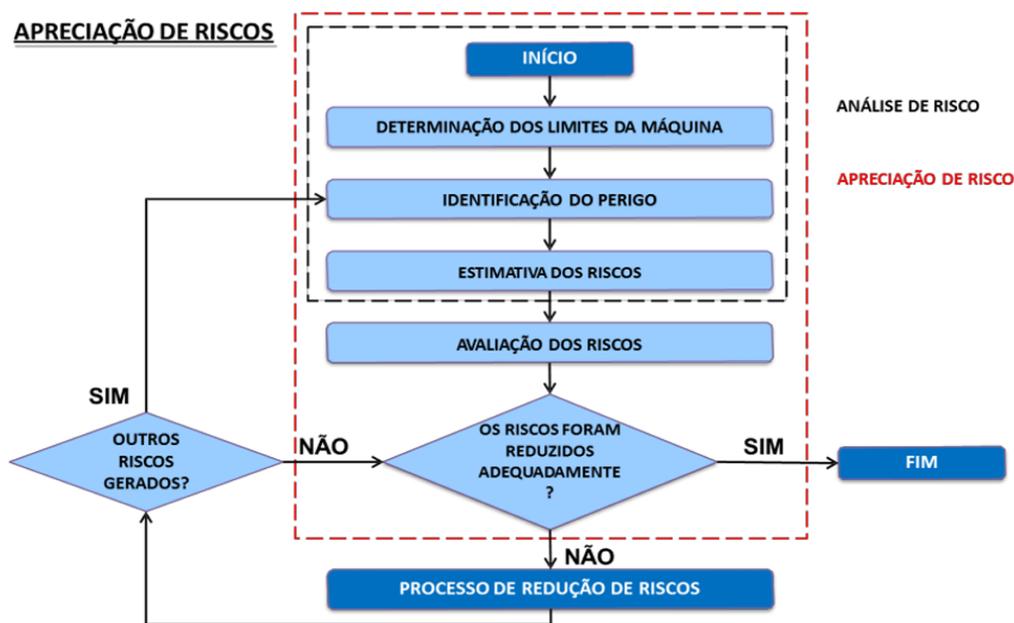
3 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

A metodologia utilizada para desenvolver o modelo de análise de riscos aplicável a segurança de máquinas e equipamentos foi fundamentada nos princípios normativos técnicos. Além disso, durante a revisão, foram incluídos os itens considerados relevantes pelo autor, levando em conta sua contribuição para a definição do modelo-padrão. O

objetivo desse modelo é permitir que profissionais com conhecimento técnicos possam ser usado de forma eficiente e compreender sua importância no processo de produção.

Conforme baseado na revisão bibliográfica este estudo empregou uma técnica de análise crítica e sistemática. Com base na disponibilidade de conceitos técnicos, esses foram fundamentais para a elaboração de uma apreciação de risco. Como mostra a figura 4.

Figura 4: Processo de Análise de Risco (ISO 12100)



Fonte: ABIMAQ (2015)

O fluxograma da NBR ISO 12100 apresenta as seguintes definições:

Perigo: Refere-se a qualquer condição, situação ou elemento que tem o potencial de causar danos. Identificar perigos é um importante passo na gestão de riscos, pois ajuda a reconhecer as fontes que podem levar a incidentes prejudiciais.

Risco: Consiste na avaliação conjunta da probabilidade de ocorrência de um dano e da gravidade desse dano. Em essência, o risco é uma medida que leva em consideração a possibilidade e a magnitude dos impactos adversos associados a uma determinada situação.

3.1. Identificação de Risco

A identificação de risco na NR-12 consiste no processo de reconhecimento e análise dos Perigos relacionados à segurança de máquinas e equipamentos. Essa etapa busca identificar os potenciais riscos que podem causar acidentes ou danos aos

extremo para realizar essa avaliação são considerado quatro fatores:

. Probabilidade de Exposição (PE) ao perigo identificado que varia desde uma exposição praticamente impossível até uma exposição certamente.

Tabela 1 - Valores para probabilidade de exposição

Probabilidade de Exposição (PE)	
0,02	Quase impossível
1	Improvável
2	Possível
5	Alguma chance
8	Provável
10	Muito provável
15	Certamente

Fonte: ABNT ISO 12100

A Frequência de Exposição (FE) é avaliada desde uma exposição infrequentemente até uma exposição constantemente, abrangendo diferentes níveis que *representam* a frequência com que as pessoas podem estar expostas ao perigo identificado

Tabela 1 - Valores para a frequência de exposição

Frequência de Exposição (FE)	
0,1	Infrequentemente
0,2	Anualmente
1	Mensalmente
1,5	Semanalmente
2,5	Diariamente
4	Em termos de horas
5	Constantemente

Fonte: ABNT ISO 12100

A Probabilidade Máxima de Perda (MPL) é classificada, abrangendo uma escala que vai desde um simples arranhão até uma fatalidade, destacando a amplitude dos possíveis danos

Tabela 2 - Valores para a probabilidade máxima de perda

Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	
0,1	Arranhão/Contusão leve
0,5	Dilaceração/Doenças leves
1	Fratura/Enfermidade leve
2	Fratura/Enfermidade grave
4	Perda de 1 membro/olho
8	Perda de 2 membros/olhos
15	Fatalidade

Fonte: ABNT ISO 12100

O Número de Pessoas Expostas (NP) ao risco abrange desde uma pessoa até 50 pessoas, destacando a variedade de indivíduos sujeitos ao perigo identificado.

Tabela 3 - Valores para o número de pessoas expostas

Número de Pessoas expostas (NP)	
1	1-2 pessoas
2	3-7 pessoas
4	8-15 pessoas
8	16-50 pessoas
12	Mais que 50 pessoas

Fonte: ABNT ISO 12100

Após o número encontrado de cada fator será então encontrado o nível de risco:

Nível de Risco (HRN)=

$$PE \times FE \times GPD \times NP$$

Com base nos cálculos, os níveis de risco da máquina/equipamento serão determinados conforme a Tabela 5, permitindo a avaliação da aceitabilidade. Caso o risco não seja considerado aceitável, serão identificadas e implementadas as medidas necessárias para controle.:

Tabela 4 - Valores do HRN com classificação do risco e sua descrição

Grau de Risco Calculado		
HRN	Risco	Comentário
0 – 1	Raro	Apresenta um nível de risco muito pequeno
1 – 5	Baixo	Apresenta um nível de risco a ser avaliado (sugestão conforme HRN - um ano)
5 – 50	Atenção	Apresenta riscos em potencial (sugestão conforme HRN – três meses)
50 – 100	Significativo	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de uma semana (sugestão conforme HRN – uma semana)
100 – 500	Alto	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança no prazo máximo de um dia (sugestão conforme HRN – um dia)
<u>>500</u>	Extremo	Apresenta riscos que necessitam de medidas de segurança imediata (sugestão conforme HRN – Imediata)

Fonte: ABNT ISO 12100

4 RESULTADOS

A máquina de solda por costura também denominada solda periférica, pois é responsável pela vedação das bordas do tanque de combustível da motocicleta, é um processo totalmente manual que requer completa destreza do operador. Portanto, realizou-se a apreciação de risco para melhor adequação da atividade. Foi realizada a apreciação de risco utilizando o método HRN.

4.1 Apreciação de Risco

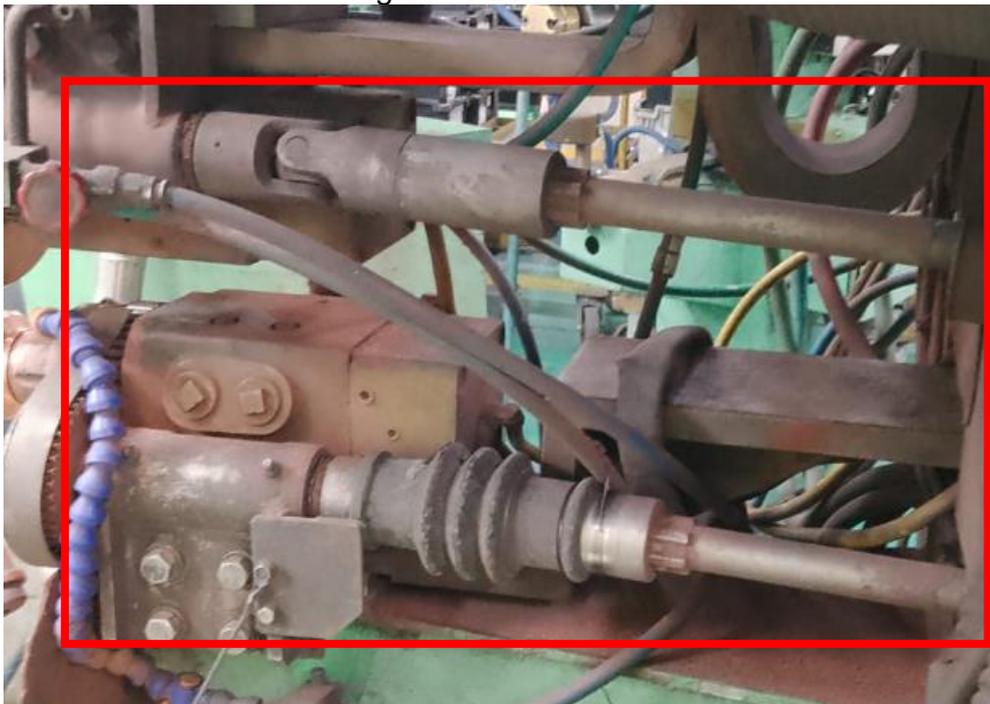
Baseado nas informações e conceitos obtidos através da categoria de risco e a estimativa de risco através será realizado a apreciação de risco do equipamento.

Perigos encontrados: Eixo Cardan sem proteção

Norma Utilizada: NR12

Descrição do Risco: Risco de aprisionamento ou projeção de objetos

Figura 6: Eixo cardan



Fonte: Autor (2023)

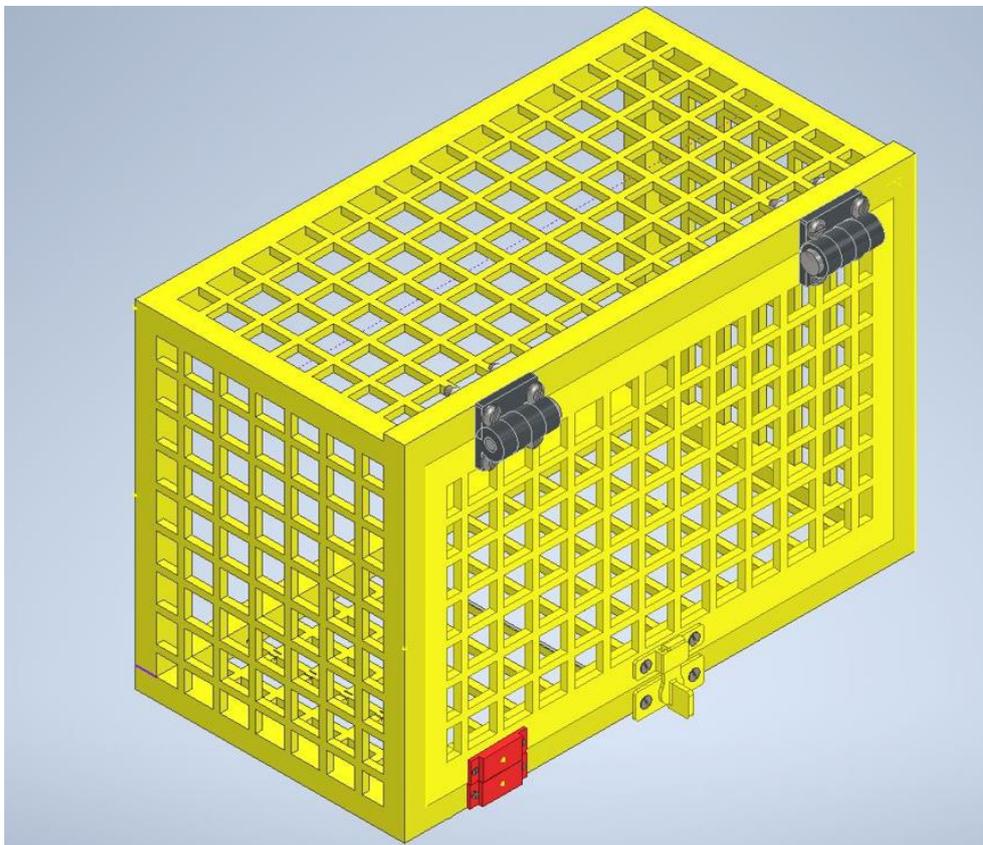
Tabela 5 - Valores para o cálculo de Risco

Valores para Cálculo de Risco		
Probabilidade de Exposição (PE)	8	Provável
Frequência de Exposição (FE)	5	Diariamente
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	15	Fatalidade
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 Pessoas
Nível de Risco (PE)x(FE)x(MPL)	300	
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO:	ALTO	

Fonte: ABNT ISO 12100

Sugestão de Melhoria: Criar uma proteção com enclausuramento do eixo cardan em toda sua extensão conforme o protótipo demonstra na figura 7:

Figura 7:Proteção eixo cardan



Fonte: Autor (2023)

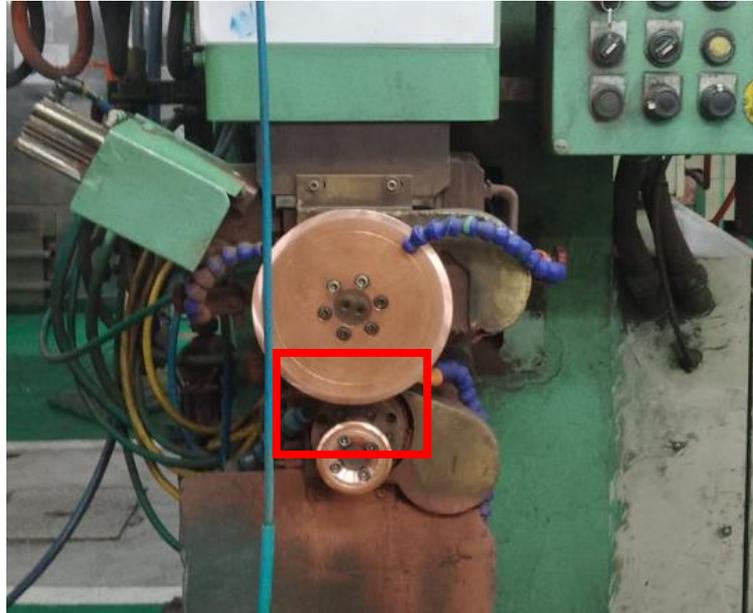
Pode ser observado na imagem uma abertura na lateral para realizações de manutenção no equipamento e uma proteção com sistema LOTO para reforçar a segurança durante atividade de manutenção na máquina.

Norma Utilizada: NR12

Descrição do Risco: Risco de aprisionamento ou projeção de objetos

Perigos encontrados: Exposição do operador aos eletrodos pressurizados durante o processo.

Figura 8: Vista frontal da máquina



Fonte: Autor (2023)

Tabela 6 – Valores para Cálculo de Risco

Valores para Cálculo de Risco		
Probabilidade de Exposição (PE)	10	Muito Provável
Frequência de Exposição (FE)	5	Constantemente
Probabilidade Máxima de Perda (MPL)	15	Fatalidade
Número de Pessoas Expostas (NP)	1	1-2 Pessoas
Nível de Risco (PE)x(FE)x(MPL)	750	
CLASSIFICAÇÃO DE RISCO:	EXTREMO	

Fonte: ABNT ISO 12100

Sugestão de Melhoria: Implantação de um CLP de segurança de categoria 4 programado para monitorar os sensores de pressão ou força que detectam a presença de objetos ou membros entre os eletrodos da máquina de solda.

5 CONCLUSÃO

O principal objetivo deste trabalho consistiu na análise dos riscos associados a uma máquina de solda por resistência do tipo costura, visando sugestões de melhorias com base na NR12. Portanto o equipamento requer a implementação de medidas para conter grandes riscos, culminando na classificação do equipamento como categoria 4.

É relevante ressaltar a consistência da ferramenta utilizada (HRN), evidenciando de maneira clara os riscos apresentados no equipamento. Sendo assim, após executar-se as devidas recomendações os riscos de acidentes serão reduzidos.

Como proposta para trabalhos futuros, sugiro análise de redução de risco em uma máquina de solda ponto melhorias conforme NR12.

REFERÊNCIAS

- ABIMAQ. Manual de Instruções da Norma Regulamentadora NR-12. São Paulo, Brasil, 2015. Disponível em: <http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/deci/Manual-deInstrucoes-da-NR-12.pdf> Acesso em: maio de 2023.
- ABNT NBR 14153: Segurança de máquinas - Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança - Princípios gerais para o projeto. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR ISO12100:2013 – Segurança de máquinas – Princípios gerais de projeto – Avaliação e redução de riscos. Rio de Janeiro, 2013.
- BRACARENSE, A. Q. (2000). Processo de soldagem por resistência. Curso de Soldagem. Universidade Federal de Minas Gerais.
- BRASIL. Ministério da Economia. Secretaria Especial de Previdência e Trabalho. Norma Regulamentadora nº 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Brasília: Ministério da Economia, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/ctpp/arquivos/normas-regulamentadoras/nr-12-atualizada-2021.pdf/view>. Acesso em: abril de 2023.
- CARDELLA, B. Segurança no trabalho e prevenção de acidentes. 6ª ed. São
- GONZAGA, José Moreira; SOARES, Leonardo Wanderson. Soldagem de costura em um aço TRIP. 2016.
- GROOVER, M. (2014). Introdução aos Processos de Fabricação. (Ed. Português). Rio de Janeiro: LTC.
- KIMINAMI, C. S., Castro, W. B., & Oliveira, M. F. (2018). Introdução aos Processos de Fabricação de Produtos Metálicos. São Paulo: Editora Blucher.
- MARQUES, P.V.; MODENESI, P.J.; BRACARENSE, A.Q. Soldagem Fundamentos e Tecnologia 3ª ed. Editora UFMG, Belo Horizonte 2011.
- PARDINI, Eduardo Person. Avaliação de risco segundo o COSO controles internos. (2013). Paulo: Atlas, 2008.
- SALIBA, T. M. Curso básico de segurança e saúde ocupacional. São Paulo: LTr. 2004.
- SILVA, José de Castro. Tecnologia da Soldagem. São Paulo: Hemus, 2012.
- Smart Lab Brasil. Frequência de Acidentes em Localidade (Código: 1302603). Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst/localidade/1302603?dimensao=frequenciaAcidentes>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

BRASIL. Ministério da Economia. Previdência Social. Saúde e segurança do trabalhador. Acidente de trabalho e incapacidade. Disponível em: <https://www.gov.br/previdencia/pt-br/assuntos/previdencia-social/saude-e-seguranca-do-trabalhador/acidente_trabalho_incapacidade>. Acesso em: 21 de setembro de 2023.

VILELA, R. A. O mundo contemporâneo do trabalho e a saúde mental do trabalhador. 2010.