



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CAMPUS DE RUSSAS**  
**GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA**

**HIGOR FELIPE SILVA DUTRA**

**RECONHECIMENTO DOS RISCOS GERADOS NO SETOR DE SOLDAGEM EM UMA  
EMPRESA DE MANUTENÇÃO HIDRÁULICA**

**RUSSAS**  
**2022**

HIGOR FELIPE SILVA DUTRA

**RECONHECIMENTO DOS RISCOS GERADOS NO SETOR DE SOLDAGEM EM  
UMA EMPRESA DE MANUTENÇÃO HIDRÁULICA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira

RUSSAS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- D975r Dutra, Higor Felipe Silva.  
Reconhecimento dos riscos gerados no setor de soldagem em uma empresa de manutenção hidráulica / Higor Felipe Silva Dutra. – 2022.  
55 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Campus de Russas, Curso de Engenharia Mecânica, Russas, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. Caroliny Gomes de Oliveira.
1. Segurança do trabalho. 2. Soldagem . 3. Riscos . 4. EPI. I. Título.

CDD 620.1

---

HIGOR FELIPE SILVA DUTRA

RECONHECIMENTO DOS RISCOS GERADOS NO SETOR DE SOLDAGEM EM  
UMA EMPRESA DE MANUTENÇÃO HIDRÁULICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Mecânica do Campus Russas da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do grau de bacharel em Engenharia Mecânica.

Aprovada em: 01/12/2022.

BANCA EXAMINADORA

---

Profa. Dra. Caroliny Gomes de Oliveira (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Edvan Cordeiro de Miranda  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Profa. Ma. Maria Gisela Parente Nascimento de Lima  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

“O sucesso nada mais é que ir de fracasso em fracasso sem que se perca o entusiasmo.”

Winston Churchill

## RESUMO

Os ambientes de trabalho comumente comportam algum tipo de risco, seja ele risco de acidentes, físico, biológico, químico ou ergonômico, riscos esses que podem afetar a saúde, segurança, eficiência e bem estar dos trabalhadores. Dessa forma, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de realizar a identificação dos riscos existentes no processo de soldagem de uma empresa de manutenção hidráulica na cidade de Fortaleza. O estudo buscou indicar medidas de proteção individuais e coletivas para que os riscos sejam eliminados ou amenizados, preservando a saúde dos colaboradores. Para essa avaliação, foi levado em consideração aspectos como a disponibilidade e utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI), disponibilidade dos equipamentos de proteção coletiva (EPC), qualidade e estado dos postos de trabalho e equipamentos e o cumprimento dos deveres da empresa em relação a saúde e segurança dos trabalhadores. A pesquisa foi conduzida a partir de uma pesquisa bibliográfica, abordando os aspectos teóricos de soldagem e da segurança do trabalho, seguida de um estudo de caso que trata das atividades e dos riscos encontrados na empresa. Os riscos identificados foram os riscos físico, químico, ergonômico e de acidente. Assim, foram propostas medidas protetivas como a substituição das bancadas de trabalho, substituição das instalações elétricas, instalação de exaustores e cortinas de solda. Também se torna necessário a realização de treinamentos dos funcionários para a correta execução de suas atividades e uma maior conscientização e cobrança para utilização correta dos EPI's.

**Palavras-chave:** Segurança do trabalho; soldagem; riscos, EPI.

## ABSTRACT

Work environments commonly involve some type of risk, be it the risk of accidents, physical, biological, chemical or ergonomic, risks that can affect the health, safety, efficiency and well-being of workers. Thus, the present work was proposed with the objective of identifying the risks existing in the welding process of a hydraulic maintenance company in the city of Fortaleza. The study sought to indicate individual and collective protection measures so that risks are eliminated or mitigated, preserving the health of employees. For this assessment, aspects such as the availability and use of personal protective equipment (PPE), availability of collective protection equipment (CPE), quality and condition of workstations and equipment and compliance with the company's duties in regarding the health and safety of workers. The research was conducted based on bibliographical research, addressing the theoretical aspects of welding and work safety, followed by a case study that deals with the activities and risks found in the company. The identified risks were physical, chemical, ergonomic and accident risks. Therefore, protective measures were proposed, such as replacing workbenches, replacing electrical installations, installing exhaust fans and welding curtains. It is also necessary to carry out employee training for the correct execution of their activities and a greater awareness and demand for the correct use of PPE.

**Keywords:** workplace safety; welding; risks, PPE.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação solda por pressão .....	16
Figura 2 - Soldagem com arame tubular .....	20
Figura 3 - Ilustração do processo de soldagem com eletrodo revestido .....	21
Figura 4 - Processo de soldagem com arco submerso .....	22
Figura 5 - Esquematização do processo de soldagem MIG/MAG .....	23
Figura 6 - Esquema do processo de soldagem TIG .....	24
Figura 7 - Esquema do processo de soldagem a plasma com adição de metal.....	25
Figura 8 - Dados do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho.....	27
Figura 9 - Fluxograma do processo produtivo .....	41
Figura 10 - Parte do setor de soldagem da empresa .....	44
Figura 11- Quadro de distribuição de energia .....	45
Figura 12 - Caixa de passagem de cabos .....	45
Figura 13 – Apresentação da empresa .....	47
Figura 14 – Execução do processo de soldagem.....	48
Figura 15 – Parte do setor de soldagem (II).....	49
Figura 16 - Sugestão de suporte para alocação dos produtos .....	52
Figura 17 - Mapa de risco proposto para o setor de soldagem .....	54

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação de Riscos Ocupacionais em Grupos, de acordo com sua Natureza e a padronização das Cores Correspondentes.....	30
Quadro 2 - Composição dos fumos de soldagem .....	32
Quadro 3 – Riscos ergonômicos e efeitos.....	36
Quadro 4- Riscos de acidentes e efeitos.....	36
Quadro 5- Sintomas de stress térmico .....	37
Quadro 6 - Resumo dos riscos identificados .....	50

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Processos de soldagem por fusão .....	17
Tabela 2 - Processos de soldagem a arco elétrico de acordo com o tipo de proteção .....	19

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1.1</b>	<b><i>Objetivo geral .....</i></b>	<b>13</b>
<b>1.1.2</b>	<b><i>Objetivos específicos .....</i></b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Justificativas .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>A Soldagem .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Processos de Soldagem.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2.1</b>	<b><i>Soldagem por pressão .....</i></b>	<b>16</b>
<b>2.2.2</b>	<b><i>Soldagem por fusão.....</i></b>	<b>17</b>
<b>2.2.2.1</b>	<b><i>Soldagem à arco elétrico .....</i></b>	<b>18</b>
<b>2.2.2.2</b>	<b><i>Soldagem com arame tubular .....</i></b>	<b>19</b>
<b>2.2.2.3</b>	<b><i>Soldagem com eletrodo revestido.....</i></b>	<b>20</b>
<b>2.2.2.4</b>	<b><i>Soldagem com arco submerso.....</i></b>	<b>21</b>
<b>2.2.2.5</b>	<b><i>Soldagem MIG/MAG .....</i></b>	<b>22</b>
<b>2.2.2.6</b>	<b><i>Soldagem TIG .....</i></b>	<b>23</b>
<b>2.2.2.7</b>	<b><i>Soldagem Plasma.....</i></b>	<b>24</b>
<b>2.3</b>	<b>Higiene e Segurança do Trabalho .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.1</b>	<b><i>Normas Regulamentadoras .....</i></b>	<b>27</b>
<b>2.3.2</b>	<b><i>Riscos ambientais.....</i></b>	<b>28</b>
<b>2.3.3</b>	<b><i>Riscos encontrados em trabalhos com soldagem.....</i></b>	<b>31</b>
<b>2.3.3.1</b>	<b><i>Fumos e gases de soldagem .....</i></b>	<b>31</b>
<b>2.3.3.2</b>	<b><i>Radiação não ionizante.....</i></b>	<b>33</b>
<b>2.3.3.3</b>	<b><i>Ruídos.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.3.3.4</b>	<b><i>Choque elétrico.....</i></b>	<b>34</b>
<b>2.3.3.5</b>	<b><i>Riscos ergonômicos.....</i></b>	<b>35</b>
<b>2.3.3.6</b>	<b><i>Riscos de acidentes.....</i></b>	<b>36</b>
<b>2.3.3.7</b>	<b><i>Exposição ao calor.....</i></b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
<b>3.1</b>	<b>Caracterização da pesquisa.....</b>	<b>38</b>
<b>3.2</b>	<b>Coleta e tratamento de dados .....</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Caracterização do objeto de estudo.....</b>	<b>39</b>

3.3.1	<i>A empresa</i> .....	39
3.3.2	<i>Descrição do processo produtivo</i> .....	40
4	<b>IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS</b> .....	42
4.1	Entrevistas com os colaboradores.....	42
4.2	Observações diretas.....	43
5	<b>MEDIDAS DE PROTEÇÃO</b> .....	51
5.1	Medidas de proteção para os riscos de exposição a fumos e gases...51	
5.2	Medidas de proteção para os riscos de armazenamento inadequado.51	
5.3	Medidas de proteção para os riscos de choque elétrico.....52	
5.4	Medidas de proteção para os riscos de ruídos .....	52
5.5	Medidas de proteção para os riscos da exigência de postura inadequada .....	53
5.6	Medidas de proteção para os riscos relacionados à exposição ao calor 53	
5.7	Mapa de risco .....	53
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	55

## **1 INTRODUÇÃO**

O fato de os metais possuírem uma boa combinação de propriedades mecânicas, disponibilidade e um bom custo faz com que ele seja um dos materiais mais importantes no mundo da engenharia, sendo amplamente utilizado nos processos de manufatura. Muitos desses processos precisam passar por uma união dos seus componentes para se obter o produto final desejado e para que isso se tornasse possível foram desenvolvidas diversas técnicas ao longo dos anos, sendo a soldagem a principal e sendo utilizada em larga escala.

A profissão de soldador exige um grande conhecimento técnico e é reconhecida como um trabalho que exige grande esforço físico e que manifesta diversos riscos ao profissional. Durante a jornada de trabalho, sua saúde pode ser afetada de várias formas, pois ele está exposto a ruídos, calor, fumos de soldagem, gases, poeiras, radiações entre outros.

Além dos problemas citados durante a execução da atividade de soldar, há as questões do fluxo de trabalho, o modo da jornada de trabalho, as condições dos maquinários, o ritmo que é imposto, a disponibilidade de equipamentos de proteção individual e coletivo, os mais diversos problemas que se passam em empresas desse ramo que acabam criando um ambiente de trabalho nocivo a saúde do trabalhador.

Por ser em sua maioria uma classe composta por pessoas de baixa escolaridade e que não possuem um conhecimento básico na área de higiene e segurança do trabalho, muitos profissionais se submetem a trabalhar em ambientes hostis a saúde, em empresas que fornecem o mínimo possível de segurança, ficando sujeitos às irresponsabilidades de algumas empresas, trazendo graves danos à saúde do profissional futuramente.

### **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Este trabalho tem como objetivo realizar o levantamento dos riscos existentes nos ambientes de soldagem de uma empresa de fabricação e manutenção do ramo hidráulico e sugerir ações que possibilitem a minimização desses riscos.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Como objetivos específicos deste trabalho procura-se:

- Verificar se a empresa cumpre com suas obrigações em relação a saúde e segurança de seus colaboradores;
- Identificar potenciais riscos no setor de soldagem;
- Propor medidas para auxiliar na minimização dos riscos identificados;
- Elaboração de um mapa de risco para o setor de soldagem.

## **1.2 Justificativas**

Por tratar-se de um setor que apresenta muitos riscos à saúde, as empresas estão sempre sujeitas a fiscalizações por parte das autoridades, entretanto, esses eventos ocorrem principalmente em grandes empresas. Por apresentarem uma política de segurança rígida e para evitar qualquer tipo de repercussão negativa, na maioria das vezes essas grandes companhias cumprem suas obrigações de segurança, sendo extremamente rígidas quanto a isso.

No entanto, nas empresas de médio e pequeno porte essas fiscalizações deixam a desejar, sendo acionadas pouquíssimas vezes e principalmente por meio de denúncias. Em grande parte, nessas empresas há um maior número de pessoas com baixo grau de escolaridade, conseqüentemente há um nível mais baixo de acesso à informação e desconhecimento das políticas de segurança e direitos do trabalhador.

De 2012 a 2021 o Brasil registrou 22.954 mortes em acidentes de trabalho, de acordo com os dados do Observatório de Segurança e Saúde do trabalho, sendo que apenas em 2021 foi registrado um aumento de 30% em relação ao ano anterior,

sendo comunicados 2487 óbitos e 571,8 mil acidentes relacionados ao trabalho. Entretanto, há um agravante nesse número que pode torná-lo ainda maior, visto que grande parte dos acidentes que ocorrem em empresas de pequeno porte não são comunicados e contabilizados.

O setor de soldagem é um ramo que submete o profissional a diversos riscos e deve ser analisado com seriedade pelas indústrias, as quais devem fornecer uma rígida política de segurança, fornecendo a estrutura e os equipamentos necessários para tornar o ambiente de trabalho o menos prejudicial à saúde possível.

Somado a isso os órgãos de fiscalização responsáveis por esse setor deve fortalecer o aumento de fiscalizações nas indústrias, principalmente nas de pequeno porte, já que por serem pouco fiscalizadas são as que mais apresentam falhas, buscando mitigar as irregularidades por meio da aplicação de multas e até mesmo a suspensão das atividades.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Neste capítulo abordaremos o embasamento teórico que se faz necessário para o entendimento do trabalho. Aqui serão apresentados os conceitos de soldagem, os principais métodos presentes na literatura e, por fim, a abordagem acerca da segurança do trabalho e sua importância.

### **2.1 A Soldagem**

De acordo com Modenesi, Marques e Santos (2012) diversos processos utilizados na fabricação e restauração de peças, equipamentos e estruturas estão contidos no processo que chamamos de soldagem. Normalmente, a soldagem é definida como sendo um método de união, no entanto, diversos processos de soldagem e suas variações podem ser utilizados para a deposição de material sobre a superfície de peças desgastadas, a fim de tornar possível a sua recuperação, ou para formar um revestimento com características únicas a quais se deseja utilizar.

Neris (2012) traz a soldagem como uma operação que tem como objetivo a união de duas ou mais peças, garantindo que nos pontos de união dos materiais as propriedades físicas e químicas necessárias à sua aplicação, sejam mantidas.

Entre as definições mais aceitas está a que é dita pela American Welding Society (AWS), onde diz que:

Soldagem é um processo de união que produz a coalescência dos materiais aquecendo-os até a temperatura de soldagem, com ou sem a aplicação de pressão ou através da aplicação de pressão por si só, e com ou sem a utilização de material de adição (AWS 3.0, 2001, p.42).

Como pode ser visto, são várias as definições em torno do termo soldagem, e devido a modernização de equipamentos e tecnologias, a quantidade de métodos de se fazer a soldagem também cresceu com o passar dos anos. E é isso que veremos mais a seguir.

### **2.2 Processos de Soldagem**

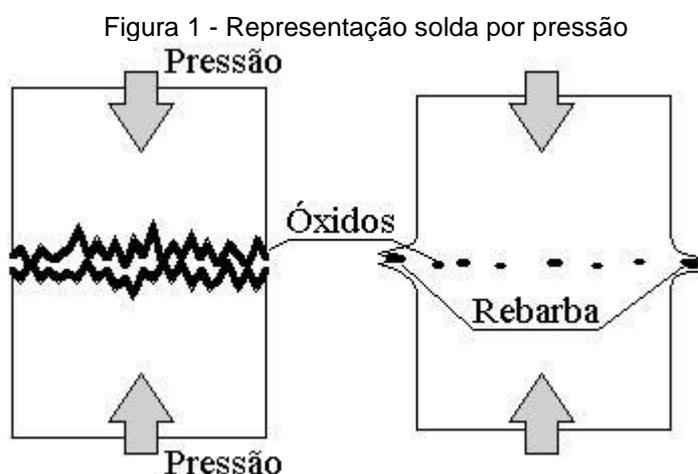
Okumura e Taniguchi (1982) dizem que apesar da dificuldade de encontrar uma classificação universal em torno dos processos de soldagem, estima-se que

existam por volta de cinquenta, ou mais, processos de soldagem. Que geralmente são classificados de acordo com a fonte de energia utilizada, o processo físico envolvido, suas aplicações, entre outros.

Uma forma de classificação dos processos de soldagem consiste em agrupá-los em dois grandes grupos baseando-se no método dominante para produzir a solda: processos de soldagem por pressão e processos de soldagem por fusão. (MONDENESI e MARQUES, 2011)

### 2.2.1 Soldagem por pressão

Segundo Okumura (1982) o processo de soldagem por pressão é aquele em que as partes que se deseja unir são coalescidas e pressionadas uma contra a outra. Ou seja, as superfícies em contato são pressionadas de forma a romper as camadas mais superficiais, unindo as partes com a formação de ligações químicas. Como mostrado na figura abaixo:



Fonte: Portal Metálica (2022).

Os processos por pressão são realizados no estado sólido, mesmo havendo a exposição a fontes de calor, não leva ao atingimento da temperatura de solidus dos metais. Por não atingirem essas temperaturas, pode ser que não ocorram mudanças em sua microestrutura, o que em alguns casos são desejadas no processo (MODENESI E MARQUES, 2011).

Neste trabalho, os métodos de soldagem por pressão não se fazem presentes, não sendo necessário um estudo mais a fundo sobre tais técnicas,

contudo, as bibliografias utilizadas podem se aprofundar mais neste assunto, a quem interessar. Partiremos para uma apresentação mais extensa sobre os métodos de soldagem por fusão, já que a empresa onde se realiza o estudo faz uso destas.

### 2.2.2 Soldagem por fusão

A soldagem por fusão é realizada pela aplicação localizada de energia em uma parte da junta, que é a região da peça onde ocorre a solda, a fim de conseguir sua fusão localizada, o processo busca evitar ao máximo que o restante da peça seja afetado termicamente (MODENESI, 2012).

Segundo Modenesi e Marques (2011) a quantidade de processos por fusão é grande, e podem ser separados em grupos menores, sendo um deles de acordo com o tipo de fonte de energia usada para fundir as peças. Os processos de soldagem a arco, que tem como fonte de energia o arco elétrico, são atualmente os de maior importância para a indústria.

A tabela a seguir apresenta alguns dos processos de soldagem a fusão, classificados de acordo com a fonte de energia utilizada, onde podemos confirmar uma maior variedade de processos que utilizam o arco elétrico como fonte de calor.

Tabela 1 - Processos de soldagem por fusão

Soldagem por Fusão em Relação a Fonte de Calor			
Arco Elétrico	Feixe eletrônico	Feixe de luz	Chama oxi-acetilênica
Soldagem por arco submerso	Soldagem por feixe eletrônico	Soldagem a laser	Soldagem a gás
Soldagem com eletrodos revestidos			
Soldagem com Arame Tubular			
Soldagem MIG/MAG			
Soldagem a Plasma			
Soldagem TIG			

Fonte: Autor (2022).

Devido à relevância desses processos para o desenvolvimento do trabalho, iremos agora abordar os processos a arco elétrico mais a fundo, e entender melhor o seu funcionamento e as diferenças entre suas variações.

### **2.2.2.1**      *Soldagem à arco elétrico*

Antes de entender sobre os processos que utilizam o arco elétrico como fonte de energia, é preciso apresentar um pouco mais sobre o mesmo. O arco elétrico é caracterizado por uma descarga entre dois eletrodos em um gás, ou vapor metálico, com queda de potencial no cátodo (MACHADO, 2007).

De acordo com Silva (2008) a soldagem a arco elétrico funciona da seguinte forma, quando o eletrodo toca a peça, a tensão cai e a corrente cresce até a chamada corrente de curto-circuito, a região de contato se aquece até a incandescência. A alta temperatura torna possível a ionização do gás entre a peça e o eletrodo, os vapores metálicos são formados e se ionizam, gerando uma reação em cadeia ao se chocarem com outras moléculas ou átomos de gases. Após ionizados, são atraídos para o catodo, e os elétrons atraídos para o anodo, formando dessa forma, um arco elétrico.

Para garantir a qualidade da soldagem, alguns parâmetros devem ser observados, valores de corrente, tensão e velocidade de soldagem não podem ser definidos de forma independente. Nos processos de soldagem a arco existe uma extensa lista de variáveis adicionais que devem ser considerados ao se determinar as condições de soldagem para cada aplicação (MODENESI E MARQUES, 2011).

Os eletrodos podem ser classificados em relação ao material em que são fabricados, em material refratário são produzidos os eletrodos não consumíveis, em um metal que tenha ponto de fusão inferior ao dos metais das peças é fabricado o eletrodo consumível.

Modesesi e Marques (2011) dizem que devido à predisposição de reação do material fundido com os gases da atmosfera, os processos de soldagem a arco elétrico utilizam algum meio de proteção para diminuir estas reações. A Tabela 2 aborda essa classificação de acordo com o meio de proteção.

Tabela 2 - Processos de soldagem a arco elétrico de acordo com o tipo de proteção

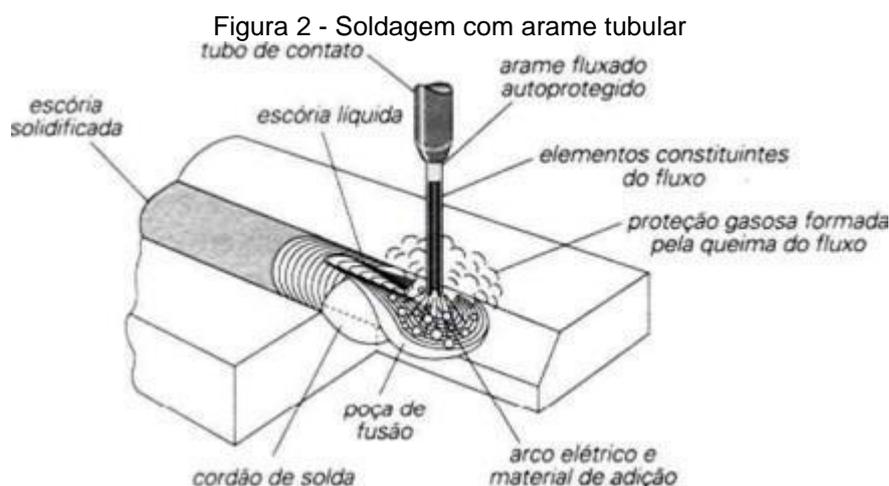
<b>Soldagem por Fusão a Arco Elétrico</b>		
<b>Tipos de Proteção</b>		
<b>Proteção Gasosa</b>		<b>Proteção por Fluxo</b>
<b>Eletrodo Consumível</b>	<b>Eletrodo Não-consumível</b>	<b>Eletrodo consumível</b>
Soldagem MIG/MAG	Soldagem TIG	Soldagem com eletrodos revestidos
Soldagem com Arame Tubular	Soldagem a Plasma	Soldagem com Arame Tubular Auto Protegido
		Soldagem com Arco Submerso

Fonte: Adaptado de Modenesi e Marques (2011)

### **2.2.2.2 Soldagem com arame tubular**

Como é dito por Machado (2007), no processo com arame tubular, o arco elétrico é formado entre a peça e um tubo metálico, o qual é preenchido com fluxo fusível, que é continuamente alimentado por uma bobina. Assim, temos a formação da poça de fusão, que é envolvida pela escoria produzida e pelos gases que resultam da decomposição deste fluxo. Além disso, pode ser aplicado um gás de proteção, que flui pelo bocal da tocha.

O processo com arame tubular pode ser de dois tipos, a primeira delas é o processo auto protegido, em que o próprio fluxo irá fornecer toda a proteção necessária na região do arco, e o com proteção gasosa em que uma parcela da proteção é fornecida por um gás, através do próprio bocal da tocha. Em ambas as formas, ele é operado, na maioria das aplicações, na forma semiautomática (MODENESI E MARQUES, 2011).



Fonte: InfoSolda (2022).

### 2.2.2.3 Soldagem com eletrodo revestido

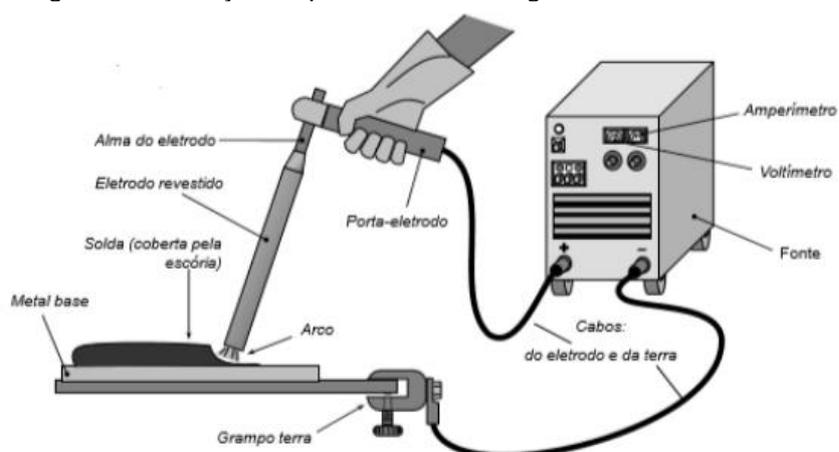
Segundo Silva (2008) o eletrodo revestido consiste de um arame, chamado de alma, feita em metal de adição, que serve de base para o revestimento, que é recoberto sobre essa, o revestimento é formado através da mistura de diferentes materiais. Cada tipo de revestimento tem uma aplicabilidade.

Neste processo, o eletrodo é consumido por meio de um arco que é gerado entre a extremidade livre do mesmo e a peça que está sendo soldada. Esse arco é a fonte de energia que promove a fusão das partes. O eletrodo vai sendo consumido no processo e se depositando, através de gotas, na peça.

O Revestimento ainda tem a função de estabilizar o arco, promover a formação de escoria e gases que irão proteger a poça de fusão, e em alguns casos, tem a função de adicionar elementos de liga ao metal depositado (OKUMURA e TANIGUCHI, 1982).

Como pode ser observado na Figura 3, o processo é feito de forma manual e é responsabilidade do soldador, através da manipulação do eletrodo, controlar o comprimento do arco e a poça de fusão. Quando o eletrodo está próximo de ser totalmente consumido, o processo é interrompido para a troca do mesmo e remoção da escória na região onde se dará a continuação da soldagem (MONDENESI E MARQUES, 2011).

Figura 3 - Ilustração do processo de soldagem com eletrodo revestido



Fonte: Carbografite (2022).

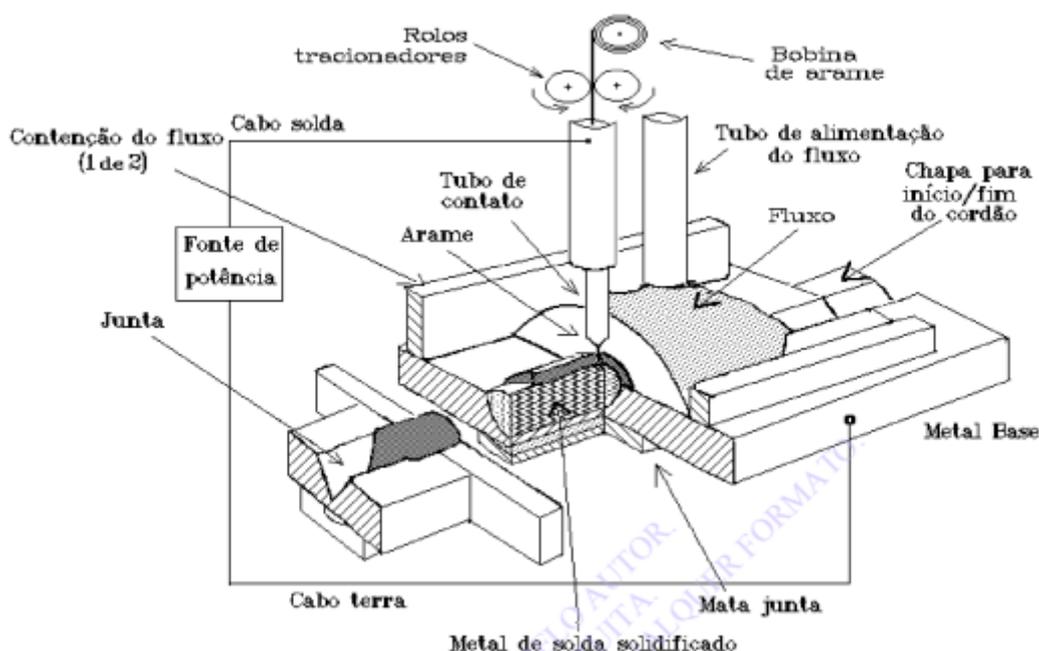
#### 2.2.2.4 Soldagem com arco submerso

A soldagem por arco submerso é o processo de união de metais através do aquecimento do metal com um arco colocado entre um eletrodo de metal sólido e a peça de trabalho. O arco é protegido por uma camada de material granular fundente (fluxo) colocado acima da peça enquanto o eletrodo em forma de arame é alimentado de forma contínua.

O fluxo próximo ao arco é fundido, protegendo o arco e a poça de fusão e, posteriormente, formando uma camada sólida de escória junto ao cordão de solda. Este material também pode ajudar a estabilizar o arco e realizar uma função de limpeza para o metal fundido. O nome do processo de dá ao fato do mesmo ocorrer abaixo da camada de fluxo, ou seja, não é visível (MODENESI E MARQUES, 2000).

Segundo Machado (2007), o arame maciço é fornecido através de bobinas e tracionado por rolos, sendo energizado ao passar pelo tubo de contato. Posicionado antes do arco, está o tubo de alimentação, que deposita o fluxo sobre a junta. Após o processo, o excesso de fluxo, porção não fundida, é retirado. A Figura 4 apresenta um esquema sobre tal processo.

Figura 4 - Processo de soldagem com arco submerso



Fonte: Soldagem & Técnicas Conexas: processos. Ivan Guerra Machado (2007).

### 2.2.2.5 Soldagem MIG/MAG

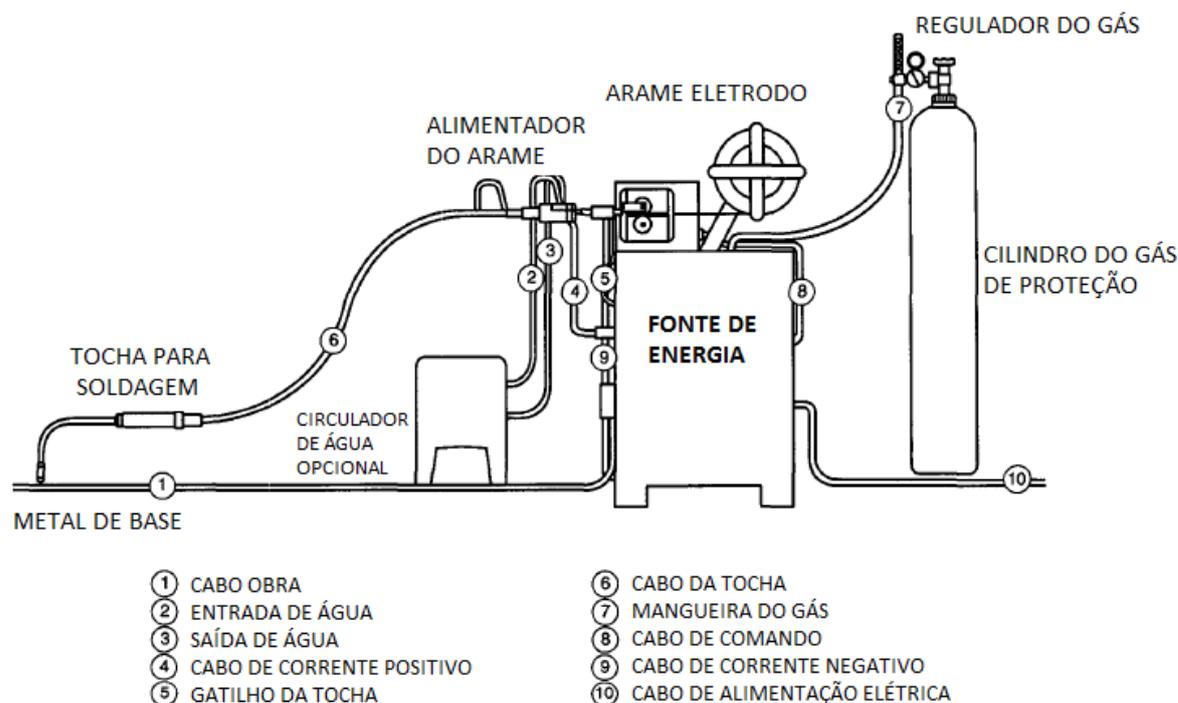
O processo de soldagem a Arco Gás-Metal é aquele que produz a junção dos metais através do aquecimento por meio de um arco elétrico, gerado entre um eletrodo metálico contínuo e consumível, e a peça (MODENESI E MARQUES, 2000).

De acordo com Machado (2008) a poça de fusão produzida é protegida por um gás ou mistura destes, sendo os gases do tipo inerte, no processo “Metal Inert Gas” (MIG), ou ativo no “Metal Active Gas” (MAG). Devido a sua facilidade de semi-automatização ou automação do processo, o mesmo é altamente aplicado na indústria atualmente, essa aplicabilidade também se deve a fatores como facilidade de operação, maior taxa de deposição se comparado ao eletrodo revestido, e o metal de solda é depositado com baixas quantidades de hidrogênio, protegendo dessa forma contra a aparição de trincas.

Modenese e Marques (2011) explicam que o equipamento utilizado neste processo é composto por fonte de energia, tocha de soldagem, fonte de gás e alimentador de arame. O arame é encontrado em forma de bobinas, que são alocadas ao alimentador, que é composto por um motor, com sistema de controle de velocidade e rolos que empurram o arame. A tocha possui um bico de metal, que é

eletrificado e deslizante, e é o responsável por passar a corrente elétrica ao arame, orifícios de passagem do gás de proteção, bocal do fluxo de gás e interruptor, que aciona o processo. A Figura 5 mostra um pouco sobre o processo dito acima.

Figura 5 - Esquemática do processo de soldagem MIG/MAG



Fonte: Google imagens (2022).

### 2.2.2.6 Soldagem TIG

Segundo Modenesi, Marques e Santos (2011) a soldagem a arco feita com proteção gasosa e eletrodo de tungstênio, a chamada TIG (Tungsten Inert Gas), é o processo pelo qual a união das partes metálicas se dá pelo aquecimento e fusão das mesmas, por meio de um arco elétrico gerado entre o eletrodo produzido em tungstênio, que não é consumível, e as partes que se deseja soldar.

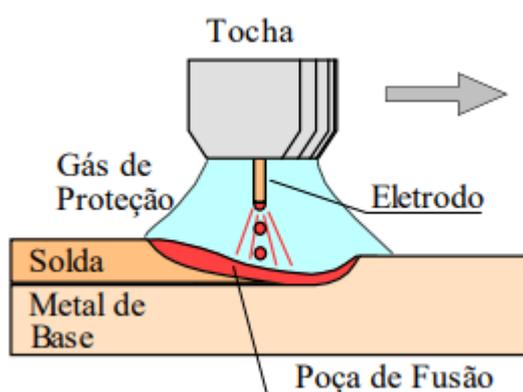
A forma de proteção da poça de fusão se faz de forma semelhante a MIG/MAG, e o processo pode conter, ou não, adição de metal feita diretamente na poça de fusão.

Como todos os processos de soldagem, a TIG também apresenta vantagens e desvantagens, sendo algumas delas a possibilidade de ser aplicado em um grande número de materiais, devido ao fato de o arame de adição ser colocado diretamente na poça de fusão, podendo assim, obter a penetração desejada na peça. Outra

vantagem é a excelente qualidade da zona de solda. Porém, uma desvantagem está na eficiência da solda, que é inferior ao processo MIG (OKUMURA e TANIGUCHI, 1982).

De acordo com Machado (2007), o processo TIG conseguiu ajustar seus defeitos iniciais, e atualmente está bem estabelecido na indústria, sendo utilizado na soldagem de juntas com tenham espessura entre 0,2 e 8mm, em materiais como aços inoxidáveis e refratários, alumínio, magnésio, cobre e níquel. Além disso, se mostrou uma excelente opção para trabalhos com titânio e zircônio.

Figura 6 - Esquema do processo de soldagem TIG



Fonte: Introdução aos Processos de Soldagem. Modenesi e Maques (2011).

### **2.2.2.7 Soldagem Plasma**

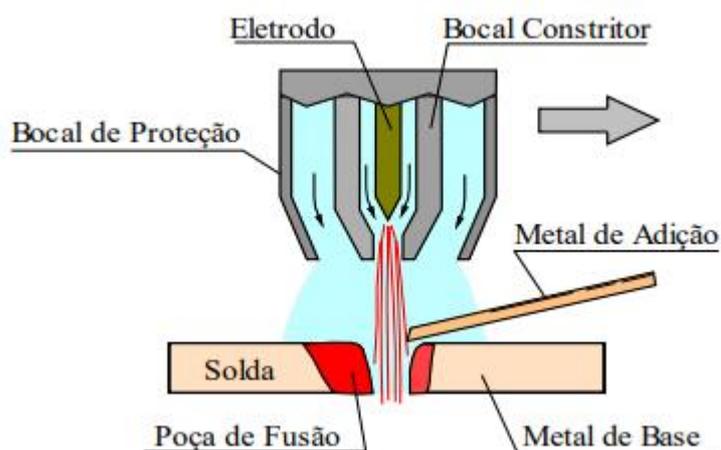
De acordo com Machado (2007), o plasma é uma matéria altamente ionizada e eletricamente neutra, o plasma pode ser classificado entre dois grandes grupos, o plasma quente e o plasma frio. Plasma quente é aquele que a temperatura alcança milhões de Kelvin, a exemplo, o plasma encontrado no interior do sol. Já o plasma frio, atinge apenas algumas dezenas de milhares de Kelvin, e é esse que se encontra no processo de soldagem a plasma.

O processo de soldagem a plasma, se faz de forma semelhante ao TIG, porém, possui a quantidade de energia é muito mais alta, assim como a velocidade do gás, isso dá ao fato de que o plasma é forçado a passar por um bocal de estreitamento, ou constritor (SILVA, 2008).

A proteção do plasma e poça é feita com gás fornecido pelo bocal externo, o arco é iniciado por meio de um arco piloto, que tem baixa corrente e é mantido entre

o eletrodo e o bocal. Podemos ter dois cenários no processo a plasma, o primeiro é quando a peça é parte do circuito elétrico, sendo chamado de plasma transferido, e o segundo, quando a peça não faz parte, o arco é mantido apenas entre o eletrodo e o bocal, e é denominado de plasma não transferido. No segundo cenário, com a peça não fazendo parte do sistema, permite que seja aplicado em materiais não condutores de eletricidade (MODENESI E MARQUES, 2007).

Figura 7 - Esquema do processo de soldagem a plasma com adição de metal



Fonte: Introdução aos Processos de Soldagem. Modenesi e Marques (2011).

Os processos de soldagem têm características únicas, e essas devem ser levadas em consideração no momento de escolher qual o melhor método melhor irá atender às suas necessidades, alguns parâmetros podem ser observados, como por exemplos, o valor do investimento que pode ser feito, o tipo de material que se deseja trabalhar, a capacidade de produção que se busca atingir, assim como o nível de acabamento que se deseja entregar em seus produtos.

Assim como as diferenças nos processos, e os parâmetros que se deseja atingir, os riscos à segurança dos trabalhadores devem ser sempre considerados, e as medidas para extinguir ou mitigar tais riscos, devem ser tomadas. A utilização de equipamentos de proteção individual, os EPI's deve ser obrigatória para a execução de tarefas que envolvem a soldagem. No tópico a seguir será apresentado um pouco sobre o conceito de segurança do trabalho e riscos presentes nos trabalhos de usinagem.

### 2.3 Higiene e Segurança do Trabalho

De acordo com Ferreira e Peixoto (2012) todos os anos, no Brasil, é grande os números de trabalhadores que sofrem acidentes, morrem, ou são acometidos de alguma incapacidade permanente no ambiente de trabalho. A saúde e a segurança no trabalho promovem o bem-estar físico, mental e social dos trabalhadores, além da prevenção de efeitos adversos para a saúde do trabalhador, causados por condições específicas de trabalho, a proteção dos mesmos diante de riscos resultantes de condições que podem ser prejudiciais, ou seja, a saúde e segurança no trabalho englobam o bem-estar social, físico e mental dos trabalhadores (BUREAU INTERNACIONAL DO TRABALHO, 2009).

Segundo Oliveira (2021) a segurança do trabalho é um conjunto de medidas preventivas tomadas a fim de proteger servidores no ambiente de trabalho e reduzir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais. As atividades de segurança do trabalho no Brasil são regidas pela portaria 3.214 do Ministério do Trabalho, contendo 37 normas regulamentadoras atualmente, as NR.

De acordo com Camargo (2011), as primeiras evidências relacionadas a trabalho e doença são atribuídas a papiros egípcios. Porém, o primeiro trabalho realmente importante e relevante para este tema, data de 1700, por Bernardino Ramazzinni, médico italiano, que na obra “De morbis artificum diatriba”, descreveu 100 profissões diferentes onde, por meio de perguntas de rotina feitas aos doentes, detectou os riscos inerentes a cada uma delas. Posteriormente, no século XVIII, com a revolução industrial, o desenvolvimento de maquinário relativamente novo e a falta de mão de obra qualificada, os acidentes de trabalho cresceram de forma alarmante. E em 1802, na Inglaterra, a primeira lei de proteção aos trabalhadores foi criada: a lei de saúde e moral dos aprendizes.

No Brasil, a segurança do trabalho começa em 1919, quando surgiu a Lei nº 3724 que apresentava as primeiras regulamentações relacionadas a acidentes de trabalho no país. Em 1943, o então presidente, Getúlio Vargas, deu início ao processo de direitos trabalhistas com a criação da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT). Em seguida, foi criado o FUNDACENTRO (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho), em 1966, que difundiu as medidas de prevenção de acidentes (INSTITUTO SANTA CATARINA, [2021?]).

Para demonstrar um pouco da importância da saúde e segurança no trabalho, temos dados retirados do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho, uma iniciativa feita pelo SmatLab de Trabalho Decente, em colaboração com pesquisadores da USP. O Observatório apresenta dados atualizados, referentes de 2012 até os dias atuais, mostrando a quantidade de acidentes notificados, os custos de afastamentos e, também, os dias não trabalhados devido a tais acidentes. A Figura 8, apresenta um contador presente no site, com dados desde 2012 até outubro de 2022.

Figura 8 - Dados do Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho



Fonte: SmatLab - Observatório de Saúde e Segurança no Trabalho (2022).

Com isso, vemos o quão importante se faz a segurança do trabalho e a necessidade cada vez maior de implementar normas e políticas de segurança, pois além do lado econômico, também temos o lado humano, e a segurança desses servidores deve ser tratada sempre como prioridade.

### 2.3.1 Normas Regulamentadoras

As Normas Regulamentadoras são disposições complementares ao Cap. V, Da Segurança e da Medicina do Trabalho, referentes a consolidação das leis do trabalho, elas consistem em obrigações, direitos e deveres que devem ser cumpridos tanto pelo empregador, quanto por empregado, com o objetivo de garantir que o trabalho seja seguro, prevenindo doenças e acidentes de trabalho.

As primeiras normas regulamentadoras foram publicadas em 1978, pela portaria de número 3.214, do Ministério do Trabalho, com o decorrer dos anos, foram criadas novas normas, a fim de garantir a segurança e saúde em serviços laborais e em segmentos específicos. (BRASIL, 2022).

Guiado pela OIT, adotando um sistema tripartite paritário, as NR são elaboradas e revisadas, por meio de grupos e comissões que são compostas por representantes de três categorias, sendo elas: do governo, dos empregadores e dos empregados. Ou seja, a Comissão Tripartite Paritária Permanente (CTPP), é a responsável pela construção e atualização das normas regulamentadoras, visando sempre a melhoria das condições e do meio ambiente de trabalho (BRASIL, 2022).

Sendo assim, as normas regulamentadoras buscam a exposição dos trabalhadores a riscos e doenças de trabalho, assim como a regulamentação de direitos e deveres, tanto dos empregados quanto dos empregadores.

Para que possamos absorver melhor, podemos definir o que seria o meio ambiente de trabalho. De acordo com Rocha (2002), o meio ambiente de trabalho é um ambiente no qual atividades de trabalho são desenvolvidas, não se restringindo apenas ao espaço interno da fábrica ou empresa, mas também ao próprio local de moradia ou ambiente urbano. O ambiente de trabalho por si só, pode oferecer riscos à segurança e saúde dos trabalhadores, e por isso, a necessidade das NR, para que sejam aplicadas e fiscalizadas formas de mitigar ou extinguir tais riscos.

Riscos são entendidos como uma combinação entre a chance de um evento perigoso acontecer e a gravidade do mesmo, que podem causar danos à saúde, sendo efeito da exposição ao risco ou pelo acontecimento de um acidente (OHSAS 18001, 2007). A norma regulamentadora que aborda esse assunto é a NR-09: Avaliação e controle das exposições ocupacionais a agentes físicos, químicos e biológicos.

### **2.3.2 Riscos ambientais**

Riscos ambientais são aqueles encontrados em ambientes de trabalho, e que podem ser causados por agentes dos tipos físicos, químicos ou biológicos, e são capazes de causar danos à saúde do trabalhador (BRASIL, 1978). Após identificar os riscos, os mesmos devem ser avaliados, ou seja, passar por um processo que estima a magnitude dos riscos e decidir se um risco é ou não tolerável.

Esse processo de avaliação pode ser feito de duas formas, uma avaliação qualitativa, que utiliza apenas a sensibilidade de quem avalia, para identificar o risco existente no local de trabalho. Já o método qualitativo necessita do auxílio de algum método científico e utilização de equipamentos destinados à quantificação do risco. (DEPARTAMENTO NACIONAL, 2005).

Tais riscos no ambiente de trabalho são classificados em cinco grupos pela Portaria N.º 3214, do Ministério do Trabalho do Brasil de 1978, sendo eles: Riscos Físicos, Riscos Químicos, Riscos Biológicos, Riscos Ergonômicos e Riscos de Acidentes. A seguir podemos ver as definições de cada um desses riscos, de acordo com a mesma portaria, que traz as definições presentes na NR-9.

- Riscos Físicos: são considerados agentes físicos as formas de energia as quais possam estar sendo expostos os trabalhadores, como, por exemplo ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e o ultrassom.
- Riscos Químicos: são considerados como agente de riscos químicos: substâncias, compostos ou produtos que porventura possam penetrar no organismo do trabalhador por via respiratória, nas formas de poeiras, fumos gases, neblinas, névoas ou vapores, ou que, pela natureza da atividade, de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo por via cutânea ou ingestão.
- Riscos Biológicos: podem ser considerados como agentes de risco biológico as bactérias, vírus, fungos, parasitos, entre outros.
- Riscos Ergonômicos: são fatores que podem interferir nas características psicológicas e/ou fisiológicas do trabalhador, causando algum desconforto ou afetando sua saúde. Como, por exemplo, o levantamento de peso, ritmo excessivo de trabalho, repetitividade, postura inadequada de trabalho, etc.
- Riscos de Acidentes: é qualquer fator ou agente que expõe o trabalhador a uma situação vulnerável e que pode afetar sua integridade física e psíquica. Como, por exemplo, as máquinas e equipamentos sem proteção, probabilidade de incêndio e explosão, arranjo físico inadequado, armazenamento inadequado, etc.

A PORTARIA N.º (1994), classifica esses grupos de riscos em um sistema de cores para facilitar a sua identificação, sendo este utilizado para a elaboração dos mapas de riscos, que são ferramentas feitas para mapear a existência dos riscos na

planta do local de trabalho. Abaixo temos o Quadro 1, com essa classificação em sistema de cores e agentes.

Quadro 1 - Classificação de Riscos Ocupacionais em Grupos, de acordo com sua Natureza e a padronização das Cores Correspondentes

<b>GRUPO 1: VERDE</b>	<b>GRUPO 2: VERMELHO</b>	<b>GRUPO 3: MARROM</b>	<b>GRUPO 4: AMARELO</b>	<b>GRUPO 5: AZUL</b>
Riscos Físicos	Riscos Químicos	Riscos Biológicos	Riscos Ergonômicos	Riscos de Acidentes
Ruídos Vibrações Radiações ionizantes Radiações não ionizantes Frio Calor Pressões anormais Umidade	Poeiras Fumos Névoas Neblinas Gases Vapores Substâncias, compostos ou produtos químicos	Vírus Bactérias Protozoários Fungos Parasitas Bacilos	Esforço físico intenso Levantamento e transporte manual de peso Exigência de postura inadequada Controle rígido de produtividade Imposição de ritmos excessivos Trabalho em turno e noturno Jornadas de trabalho prolongadas Monotonia e repetitividade	Arranjo físico inadequado Máquinas e equipamentos sem proteção Ferramentas inadequadas ou defeituosas Iluminação inadequada Eletricidade Probabilidade de incêndio ou explosão Armazenamento inadequado Animais peçonhentos Outras situações de risco que poderão contribuir para a ocorrência de acidentes

Fonte: Adaptado da Portaria Nº 25, de 29 de dezembro de 1994.

Ao analisar o quadro acima que traz riscos e seus agentes, podemos observar a existência de alguns nos trabalhos com soldagem, de acordo com os processos que foram apresentados anteriormente, agora podemos apresentar alguns desses riscos que se fazem presentes nos trabalhos em soldagem. Os tópicos a seguir fazem um detalhamento maior sobre isso.

### **2.3.3 Riscos encontrados em trabalhos com soldagem**

De acordo com Silva e Almeida (2010) os processos de soldagem estão presentes em grande parte das indústrias, trazendo diversos fatores de riscos ambientais aos quais os trabalhadores estão expostos. Neste capítulo serão abordados os principais riscos encontrados nos ambientes de trabalho.

#### **2.3.3.1 Fumos e gases de soldagem**

Os fumos metálicos são partículas sólidas de óxidos de metais muito finas, formadas pelo processo de soldagem, caracterizando-se como um risco químico que envolve a função do profissional. Essas partículas são produzidas em decorrência da vaporização e derretimento do eletrodo consumível e, quando vaporizado, se condensa e forma partículas sólidas suspensas, apresentando tamanhos entre 0,01 e 1,0 microm (LYTTLE, 1999).

Além dessas classificações, a composição e quantidade desses fumos e gases dependem também dos seguintes fatores (SILVA, 2003):

- Material base e seu revestimento;
- Processo de soldagem;
- Composição e revestimento do eletrodo;
- Composição do gás de proteção;
- Tipo de alimentação da máquina de soldagem;
- Voltagem e amperagem.

Durante o processo de soldagem são liberados diversos fumos prejudiciais à saúde do profissional que quando inalados podem causar diversos problemas, como (RUSSO, 2012):

- Irritação nos olhos, nariz e peito;
- Náuseas, dor de cabeça, tontura e febre;
- Doenças respiratórias, como bronquite, asma, pneumonia, enfisema e siderose;
- Doenças cardiovasculares, aumentando o risco de infarto e doença cardíaca isquêmica;
- Doenças do sistema nervoso central, podendo aumentar o risco de desenvolvimento de Parkinson, além de causar tremores, perda de equilíbrio e diminuição do desenvolvimento cognitivo;
- Doenças oftalmológicas;
- Doenças dermatológicas, como dermatite alérgica;

Os principais componentes que afetam a saúde dos trabalhadores que estão presentes nos processos de soldagem são: cádmio, cromo, chumbo, níquel, zinco, manganês, ferro, alumínio e cobre (COLACIOPPO, 1985). No Quadro 2, são mostrados os componentes presentes nos processos de soldagem de acordo com o material particulado e os gases.

Quadro 2 - Composição dos fumos de soldagem

Material particulado	Irritantes pulmonares e tóxicos sistêmicos	Cádmio, cromo, chumbo, fluoretos, manganês, mercúrio, níquel, titânio, vanádio, zinco
	Pneumoconiógenos	Alumínio, carbono, berílio, estanho, ferro, sílica, cobre, asbesto
Gases	Irritantes	Ozônio, fosgênio, óxido de nitrogênio
	Asfixiantes	Monóxido de carbono, dióxido de carbono, gases inertes

Fonte: Adaptado de Colacioppo, 1985.

Em decorrência dos riscos apresentados, é extremamente necessário que algumas medidas sejam tomadas para evitar a exposição a esses fumos e gases, como (PARANHOS, 2004):

- Utilização adequada do EPI, focando no uso de boas máscaras e filtros respiratórios;

- Conservar a cabeça longe dos fumos e gases, de modo a evitar ao máximo respirá-los diretamente;
- Utilizar uma ventilação e/ou exaustão adequada para reter os fumos e gases distante da área de respiração dos colaboradores.
- Aplicação de um sistema de rodízio entre os soldadores, a fim de diminuir a exposição durante um longo tempo;
- Utilizar ventilação ou exaustão mecânica onde a ventilação natural é questionável.

#### 2.3.3.2 *Radiação não ionizante*

A maior parte dos processos de soldagem que utilizam o arco elétrico produz uma radiação visível e invisível, sendo que essa quantidade de radiação emitida é preocupante e exige que medidas de segurança sejam tomadas. A radiação é a energia eletromagnética liberada quando o arco é aberto, podendo ser a luz visível e a radiação ultravioleta e infravermelha, que são invisíveis. Além do arco elétrico, os processos de corte oxi-acetilênico, brasagem, laser e plasma também emitem radiações (GAREIS, 1994).

Essas radiações são extremamente graves para a saúde do trabalhador, podendo causar queimaduras nos olhos e na pele caso o regime de trabalho seja intenso ou o uso do equipamento de proteção não esteja adequado. Os sintomas não apresentam efeito imediato, sendo notados apenas algumas horas após a exposição. Com isso, algumas medidas devem ser tomadas a fim de amenizar os efeitos dessa radiação, como (AWS WELDING HANDBOOK, 1997):

- Utilização de capacete ou máscara de soldagem com filtro de proteção e lentes apropriadas;
- Utilização de roupas de proteção adequadas, como luvas, perneiras, raspas de couro, etc.;
- Utilização de materiais com baixa refletância à radiação ultravioleta;
- Utilização de divisórias nas áreas de soldagem, separando-a dos demais setores.

### 2.3.3.3 *Ruídos*

O trabalhador da área da soldagem está constantemente exposto a um ambiente com ruídos excessivos, como resultado do processo de soldagem, da fonte de energia ou do uso de outro equipamento, como as ferramentas de acabamento, a exemplo a lixadeira e a esmerilhadeira.

O ruído é um fenômeno vibratório, que possui características de pressão em função da sua frequência que são indefinidas, gerando um estímulo sem informações à audição, tendo como resultado um som incômodo e desagradável. O ruído pode ser classificado como contínuo, intermitente e de impacto de acordo com a NR-15 – Anexo 2: Limites de tolerância para ruídos de impacto.

A exposição ao ruído em excesso é prejudicial à saúde, podendo causar danos à audição que podem ser classificados em total ou parcial, temporário ou permanente. Além disso, criam tensões que podem afetar o bem-estar físico e mental do colaborador; pode causar acidentes quando não se pode ouvir instruções; pode afetar as funções corporais. A fim de amenizar os danos da exposição excessiva aos ruídos, pode-se tomar algumas medidas, como (FANTAZZINI, 1997):

- Buscar reduzir a intensidade da fonte de ruídos;
- Criar barreiras entre a fonte do ruído e os colaboradores, utilizando revestimento antirruídos;
- Utilizar equipamentos de proteção individual, como protetores auriculares e abafadores apropriados para a situação;

### 2.3.3.4 *Choque elétrico*

O choque elétrico é definido como uma corrente elétrica que ao atravessar o corpo de uma pessoa em certa intensidade, causa efeitos adversos a ela. A gravidade do dano a ser causado vai depender do tempo de exposição, caminho percorrido e intensidade da corrente, que pode causar desde a eletrização do corpo causando espasmos até casos mais graves como queimaduras, paradas respiratórias e até mesmo a morte.

A NR-10: Segurança em instalações e serviços em eletricidade, estabelecida pela Portaria MTE n.º 598, de 07 de dezembro de 2004, determina os requisitos e condições mínimas objetivando a implementação de medidas de controle e sistemas

preventivos, de forma a garantir a segurança e saúde dos trabalhadores que interajam em instalações elétricas e com serviços com eletricidade.

O equipamento de soldagem é eletrizado com altas correntes, fazendo o risco de choque elétrico estar constantemente presente na atividade, visto que o eletrodo e o circuito de trabalho se encontram energizados eletricamente quando a soldagem é acionada, assim como o circuito das máquinas de solda quando o comando é acionado. Além disso, o arame de soldagem, o carretel e rolos de alimentação do arame também se encontram energizados durante a soldagem. Os riscos de choque elétrico não podem ser totalmente eliminados, mas algumas medidas podem ser tomadas para amenizá-los, como (PARANHOS, 2004):

- Selecionar o equipamento adequado para a realização do serviço, de modo a evitar um superdimensionamento;
- Realizar treinamentos em segurança para os colaboradores antes de permitir a utilização dos equipamentos;
- Toda a instalação, operação, manutenção e reparos realizados nos equipamentos de soldagem devem ser feitos apenas por pessoal qualificado;
- Manter os cabos elétricos e conexões sempre em bom estado de conservação;
- Utilizar roupas de proteção, luvas secas e isolantes em boas condições;

#### 2.3.3.5 *Riscos ergonômicos*

Considerada como a ciência da configuração de trabalho adaptada ao homem, a ergonomia tem como objetivo evoluir os dispositivos técnicos e auxiliares da melhor forma possível para facilitar o trabalho e a formação do indivíduo.

A NR-17: Ergonomia, foi estabelecida pela Portaria GM nº3.214, de 08 de junho de 1978, abrange aspectos relacionados aos equipamentos, às condições ambientais do posto de trabalho, a organização do ambiente de trabalho e ao levantamento, transporte e descarga de materiais (BRASIL, 2019).

Os riscos ergonômicos são contrários às técnicas de ergonomia, as quais propõem um ambiente de trabalho que proporcione um bem-estar psicológico e físico para aos trabalhadores, de forma que o ambiente se adapte ao homem e não o contrário. O Quadro 3 mostra os riscos ergonômicos e seus possíveis efeitos.

Quadro 3 – Riscos ergonômicos e efeitos.

<b>Riscos ergonômicos</b>	<b>Efeitos</b>
Esforço físico, exigências de postura, levantamento e transporte manual de pesos	Cansaço, dores musculares, fraquezas, hipertensão arterial, diabetes, úlcera, doenças nervosas, acidentes e problemas na coluna vertebral.
Ritmos excessivos, trabalho diurno e noturno, monotonia e repetitividade, jornada prolongada	Cansaço, dores musculares, fraquezas, alterações de sono, hipertensão arterial, taquicardia, cardiopatia, diabetes, asma, doenças nervosas, tensão, ansiedade, medo, comportamentos estereotipados.

Fonte: Adaptado de MTE (2019).

### 2.3.3.6 *Riscos de acidentes*

Além dos riscos de choque elétrico, que podem gerar danos fatais, há outros tipos de riscos de acidentes, que são situações que podem causar dano instantâneo, material ou pessoal, no ambiente de trabalho, expondo os trabalhadores a ambientes precários e impróprios para o trabalho, podendo lesar a integridade física do trabalhador. O Quadro 4 mostra os riscos de acidentes e seus efeitos.

Eles podem sofrer acidentes de diversas naturezas, como do tipo impacto contra, quando o trabalhador é o agente do impacto ou do tipo impacto sofrido, quando um objeto é agente do impacto.

Quadro 4- Riscos de acidentes e efeitos.

<b>Riscos de acidentes</b>	<b>Efeitos</b>
Arranjo físico inadequado	Desgaste físico excessivo e acidentes
Máquinas sem proteção	Acidentes graves
Iluminação deficiente	Fadiga, problemas de visão e acidentes
Armazenamento inadequado	Desorganização do setor, acidentes por estocagem de materiais sem observação das normas de segurança
Ferramentas defeituosas ou inadequadas	Acidentes graves que geram afastamentos
Equipamentos de proteção individual inadequado	Doenças profissionais e acidentes

Fonte: Adaptado de MTE (2019).

### 2.3.3.7 Exposição ao calor

Calor é definido como uma forma de energia que pode provocar a evaporação de líquidos, fundir sólidos e dilatar os corpos. O organismo funciona como uma máquina, onde o hipotálamo regula sua temperatura e a partir de qualquer variação térmica, o corpo ativa mecanismos internos de compensação (MARTINS, 2005).

O calor é responsável por causar um stress térmico cujo grau varia de pessoa pra pessoa. O quadro a seguir identifica os possíveis sintomas associados a intervalos de temperatura aparente (SILVA E ALMEIDA, 2010). Os limites de tolerância para exposição ao calor são definidos pela NR-15-Anexo N.º 3.

O Quadro 5 indica os níveis de perigo, demonstrando os possíveis sintomas que podem ser causados.

Quadro 5- Sintomas de stress térmico

<b>Temperatura aparente</b>	<b>Sintomas</b>	<b>Nível de perigo</b>
27° a 32°C	Fadiga em casos de exposição prolongada e atividade física	Atenção
32° a 41°C	Esgotamento, possibilidade de câimbra e insolação para exposição prolongada	Muito cuidado
41° a 54°C	Câimbra, insolação, esgotamento físico, possibilidade de dano cerebral	Perigo
>54°C	Insolação e acidente vascular cerebral (AVC) iminente	Extremo perigo

Fonte: Adaptado de Silva e Almeida (2010).

### **3 METODOLOGIA**

Para desenvolvimento deste trabalho, foi adotada uma metodologia que consistiu em duas partes, as quais vão ser abordadas neste capítulo, sendo que a primeira se remete à caracterização da pesquisa, na qual é apresentada a sua classificação e a segunda aclara sobre a realização da coleta e do tratamento de dados.

#### **3.1 Caracterização da pesquisa**

Primeiramente, para adquirir o conhecimento teórico necessário ao estudo, foi desenvolvida uma pesquisa bibliográfica abordando os conceitos indispensáveis. Em seguida foi realizado um estudo de caso, que segundo Fonseca (2002) consiste em entender o porquê e como ocorrem os processos sob a visão do pesquisador.

Como as informações foram coletadas a partir de entrevistas informais e da coleta de dados, a pesquisa é denominada como qualitativa, visto que as informações foram levantadas de maneira subjetiva.

A pesquisa possui caráter descritivo, já que tem como objetivo descrever um fenômeno ou atributos de uma população, definindo afinidades entre variáveis. A pesquisa também é de caráter exploratório, visto que se realiza uma análise do processo de soldagem, identificando os riscos e propondo ações para eliminá-los ou minimizá-los.

Como objetiva gerar conhecimentos para uma aplicação prática direcionada à solução de problemas específicos, a pesquisa tem sua natureza classificada como aplicada.

#### **3.2 Coleta e tratamento de dados**

A empresa em questão vem passando por um crescimento extremamente acelerado, recebendo e realizando muitos serviços ao mesmo tempo que aumenta constantemente sua planta industrial. Por conta disso, o setor de soldagem vem passando por diversas modificações e mudanças de locais, deixando esse setor desorganizado, ocasionando um aumento dos riscos aos quais os trabalhadores estão expostos e, conseqüentemente, tornando o trabalho mais desgastante.

O pesquisador tinha livre acesso aos setores da empresa e vivenciava as necessidades as quais a empresa precisava se adequar para tornar o ambiente de trabalho mais seguro, a partir disso, o mesmo decidiu iniciar a pesquisa a fim de sanar ou amenizar esses problemas. Inicialmente houve a necessidade de um embasamento teórico para o desenvolvimento do estudo, sendo necessária a realização de uma pesquisa bibliográfica para entender mais sobre os riscos ambientais inerentes ao processo de soldagem para, a partir desse conhecimento, iniciar uma coleta de dados.

Foram realizadas algumas entrevistas para conhecer o dia a dia na visão dos que atuavam na área, buscando encontrar e compreender suas contestações pertencentes ao ambiente de trabalho, a respeito dos EPI's disponibilizados, se supriam as necessidades de segurança, da ergonomia adequada das bancadas, do histórico de acidentes no setor etc.

A pesquisa bibliográfica foi de extrema importância para que o pesquisador fosse capaz de fazer um balanço adequado dos riscos que existiam no ambiente e entender sobre seus agentes causadores e agravantes.

### **3.3 Caracterização do objeto de estudo**

Este capítulo foi dividido em duas partes a fim de facilitar o entendimento e compreender a importância e função do setor de soldagem, faz-se necessário uma apresentação do processo produtivo bem como uma apresentação da empresa.

#### **3.3.1 A empresa**

A empresa foi fundada em 2012 na cidade de Horizonte-CE, atuando no setor de manutenção hidráulica, com o intuito, inicialmente, de suprir as necessidades de manutenções hidráulicas nas cidades da região metropolitana de Fortaleza-CE. A empresa surgiu como um negócio familiar em uma pequena instalação de 150m<sup>2</sup>, com 5 funcionários e com um maquinário bastante ultrapassado e não adequado para o serviço. Seu foco principal era a confecção e manutenção de cilindros hidráulicos, entretanto, também realizava manutenção de bombas e comandos hidráulicos.

No ano de 2017, buscando novos horizontes e clientes, surgiu a oportunidade de mudar sua sede para Fortaleza, iniciando suas instalações em um galpão de 200m<sup>2</sup>, atendendo clientes da capital e da região metropolitana. O mercado se expandiu de forma extraordinária, os serviços aumentaram consideravelmente e a empresa foi expandindo, onde foi possível aumentar seu espaço, estando situada atualmente em um galpão de aproximadamente 1100m<sup>2</sup>.

Com isso, também foi possível aumentar seu quadro de funcionários, que conta com 28 colaboradores, adquirir um maquinário novo e adequado para os serviços, deixando de terceirizar alguns dos serviços que antes eram, e ampliar sua linha de produção, conseguindo atender mais clientes. Hoje a empresa atende clientes de toda a região Nordeste do país.

Com esse destaque no mercado regional e contando ainda com uma forte ascensão, a empresa não quer parar no tempo e investe cada vez mais em tecnologias que possam aumentar a produtividade e otimizar a produção. Além disso, buscando um melhor ambiente de trabalho para os colaboradores, a empresa está bastante preocupada em relação a segurança do trabalho, pois é evidente que este setor precisa de melhoras.

O setor de soldagem possui uma área de aproximadamente 100 m<sup>2</sup>, contando com 3 fontes de soldagem MIG/MAG e 2 máquinas transformadoras de solda a arco elétrico. O setor trabalha das 8:00 às 12:00 horas pela manhã e das 13:00 às 17:00 pela tarde. Entretanto, dificilmente encerra às 17:00 horas, visto que o fluxo de serviço é grande e constantemente é necessário estender o horário. Não há um supervisor responsável direto pelo setor, apenas um responsável geral pela oficina, deixando, de certa forma, esse setor um pouco descoberto de supervisão quanto a metas e uso de EPI.

### **3.3.2 Descrição do processo produtivo**

A empresa é atuante no meio hidráulico, porém um dos setores de maior relevância para suas atividades é o segmento de fabricação de cilindros hidráulicos, onde atua em todas as etapas de industrialização, indo desde a inspeção da matéria-prima até o acabamento final do produto. A Figura 9 mostra o fluxograma do processo.

Figura 9 - Fluxograma do processo produtivo



Fonte: Autor (2022).

### Disponibilidade e inspeção da matéria prima

A primeira etapa do processo é iniciada no setor do almoxarifado, onde é verificada a disponibilidade dos materiais a serem utilizados, caso haja disponibilidade, há uma inspeção de qualidade do material realizada pelo pessoal responsável, sendo liberada ou podendo ser devolvida ao fornecedor caso apresente alguma não conformidade. Caso não haja disponibilidade, é realizado um pedido ao fornecedor.

### Corte do material

A segunda etapa consiste na realização do corte do material no setor de soldagem nas dimensões especificadas no pedido.

### Usinagem

Após o corte, a peça vai para o processo de usinagem para a remoção de cavaco até ficar com as medidas adequadas.

### Pré-montagem

Esta etapa consiste no posicionamento dos materiais que foram usinados anteriormente para conferir se as medidas requisitadas estão corretas, caso estejam, é dado continuidade ao processo, caso contrário, volta para a etapa da usinagem.

### Soldagem

As peças são levadas ao setor de soldagem onde são devidamente posicionadas, de acordo com o desenho técnico, para que a solda seja realizada.

### Acabamento, montagem e teste

Após a soldagem, é realizado um processo de acabamento. Feito isso, o produto vai para o setor de montagem, onde é devidamente montado e testado em uma máquina de teste, em uma pressão superior à que o produto vai trabalhar.

## 4 IDENTIFICAÇÃO DOS RISCOS

Através das visitas ao setor de soldagem no dia a dia do pesquisador e de entrevistas realizadas com os colaboradores, pôde-se observar os postos de trabalho e identificar alguns riscos que serão expostos em tópicos neste capítulo.

### 4.1 Entrevistas com os colaboradores

Foram realizadas entrevistas informais com 3 funcionários do setor de soldagem com o intuito de coletar dados referentes à segurança do trabalho do local, o que foi de muito proveito, pois algumas informações importantes puderam ser coletadas.

Em relação às bancadas de trabalho e sua ergonomia, houveram queixas em relação ao tamanho e a altura, considerada pequena e baixa por eles, causando dores nas costas após muito tempo de trabalho, além da falta de suportes para dar mais apoio às peças na hora da soldagem, tendo muitas vezes que parar um profissional para auxiliar na fixação das peças.

Quanto a utilização do EPI, foi relatado que a empresa fornecia todos os equipamentos necessários para o exercício das funções. A empresa disponibiliza os seguintes equipamentos:

- Máscara de solda;
- Avental, luvas, mangotes e perneiras de raspas de couro;
- Óculos de segurança;
- Protetor auricular tipo plug;
- Capuz;
- Calçados de segurança;
- Filtro respiratório;
- Capacete.

Também houve queixa em relação ao ruído, principalmente os advindos dos outros setores, já que se tornava hostil quando se uniam com os ruídos advindos da soldagem. Em relação ao conforto térmico, também foram relatadas queixas em dias de pico de calor, que são intensificados pelo uso dos EPI's.

Uma reclamação bastante enfatizada pelos colaboradores foi em relação às instalações elétricas, pois, segundo eles, não era adequada e havia uma grande quantidade de “gambiarras”.

Referente a acidentes, foram relatados dois com quedas devido ao armazenamento inadequado dos produtos, ambos sem gravidade. O primeiro ocorreu quando o colaborador estava trazendo insumos para o setor e o segundo quando um outro colaborador estava transportando um produto de uma bancada para outra.

#### 4.2 Observações diretas

Como já citado, a empresa iniciou suas instalações em um espaço de 200 m<sup>2</sup> e foi ampliando, contando hoje com 1100 m<sup>2</sup>, um grande crescimento em um curto espaço de tempo. Isso aconteceu de forma não planejada, o proprietário estendia o espaço, mas não planejava ao certo o que iria fazer com o novo ambiente, buscava apenas aumentar a área de sua empresa, fazendo essa evolução se encaminhar de forma desorganizada.

Primeiramente, o que chamou mais atenção foram os riscos envolvendo a parte elétrica no setor analisado, que causaram uma extrema preocupação durante as observações. Evidentemente havia um certo descaso ou talvez um desconhecimento dos riscos implicados nas instalações elétricas aos quais os trabalhadores estavam submetidos.

É sabido que, durante o processo de soldagem, há uma circulação de corrente elétrica extremamente elevada pelos cabos e equipamentos, e que apesar dos equipamentos serem robustos e projetados para suportar severas condições de utilização, não são isentas de falhas, sendo esse um agravante enorme aos possíveis danos à saúde do colaborador, podendo comprometê-lo em um eventual choque elétrico.

Nas Figuras 10, 11 e 12 é possível notar diversas situações de riscos de choque elétrico:

- Objetos diversos alocados sob o equipamento, gerando risco de algum destes adentrarem no equipamento e acabar ocasionando um curto circuito;

- Cabos elétricos inadequados para o tipo de serviço realizado, apresentando falhas visíveis em seu isolamento devido a sobreposição de materiais e também contavam com muitas “emendas” para aumentar o alcance;
- Cabos elétricos dispersos pelo chão de fábrica, por onde os colaboradores circulavam;
- Terminais elétricos expostos sem qualquer tipo de proteção;
- Caixa de passagem de fios sem tampa com os fios expostos;
- Quadro de energia sem a tampa de proteção com os disjuntores e os fios expostos, além de objetos alocados sob o quadro.

É importante salientar que, apesar de haver extintores de incêndio no local, os colaboradores não possuem um treinamento para saberem como se comportar em caso de incêndio decorrente de algum curto circuito.

Figura 10 - Parte do setor de soldagem da empresa



Fonte: Autor (2022).

Figura 11- Quadro de distribuição de energia



Fonte: Autor (2022).

Figura 12 - Caixa de passagem de cabos



Fonte: Autor (2022).

O galpão da empresa dispõe de um pé direito elevado, possuindo uma ventilação abundante e boa iluminação, como mostra a Figura 13. Entretanto, não se constatou a presença de qualquer equipamento de proteção coletiva (EPC), com exceção de extintores de incêndio, como exaustores para captação de fumos.

Apesar da MIG não liberar grandes quantidades de fumos se comparada a outros tipos de soldagem, há mais de uma máquina e elas são utilizadas mais de 8 horas por dia, um ponto importante a ser levado em consideração, visto que os fumos e gases liberados podem existir em quantidade considerável para causar intoxicação aos colaboradores, caso os mesmos não estejam utilizando corretamente o EPI.

Além disso, com a ausência de exaustores, os funcionários dos outros setores que não utilizam máscaras e filtros respiratórios, obrigatórios apenas no setor da soldagem, ficam expostos à inalação desses fumos e outras partículas residuais, já que esses gases podem se espalhar facilmente por todo o ambiente de trabalho.

Também não foi constatada a presença de cortina de proteção para solda, sendo um EPC, que é uma tela tratada para absorver a radiação ultravioleta emitida, preservando os outros colaboradores dos flashes de luz brilhante resultante do processo de soldagem.

Figura 13 – Apresentação da empresa



Fonte: Autor (2022).

No que se refere a ergonomia, além do que foi relatado pelos trabalhadores, foi observado que a empresa não cumpre bem essa função, visto que as bancadas de trabalho não foram projetadas para que o colaborador pudesse exercer sua função sem a necessidade de ficar em uma posição desconfortável, devendo muitas vezes se curvar para realizar o serviço.

Além disso, as bancadas são pequenas e não possuem os suportes necessários para fixação das peças, como observado na Figura 14, sendo necessário muitas vezes parar um outro trabalhador para auxiliar na fixação da peça durante a soldagem, deixando-o diretamente exposto àqueles riscos.

Outro fator que representa um agravante à ergonomia é o transporte dos materiais, os quais possuem um peso elevado, como o aço SAE 1045, SAE 1020,

tubos TCH, dentre outros. Entretanto, a carga desses materiais é feita por dois ou mais colaboradores, não sendo exclusivamente da soldagem, já que os materiais vêm dos tornos após finalizar o processo de usinagem para o setor de soldagem, minimizando o risco de dores ou fraturas que poderiam ser ocasionadas caso a tarefa fosse realizada individualmente.

Figura 14 – Execução do processo de soldagem



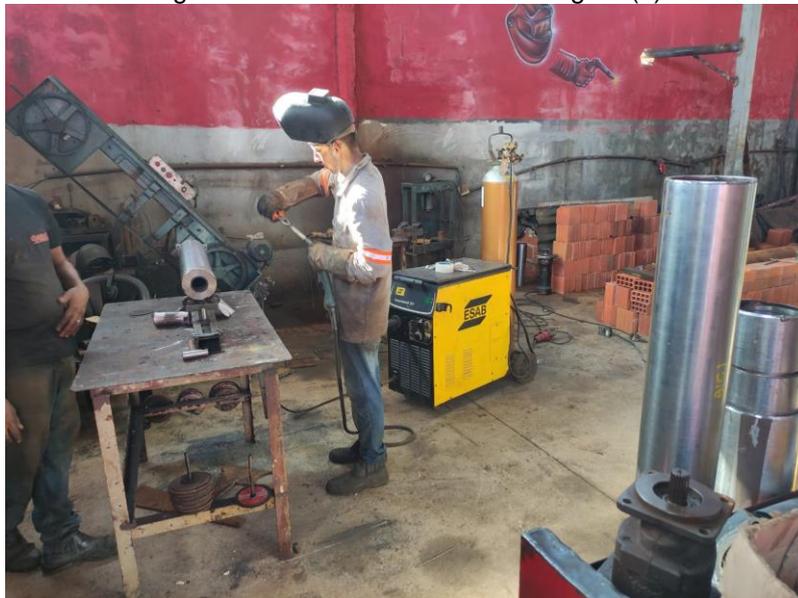
Fonte: Autor (2022).

Também foi observado foi relacionado à falta de marcações referentes à circulação de pessoas e a alocação dos materiais a serem soldados, como pode ser visto na Figura 15. Como não há nenhum tipo de marcação delimitando a área para organização dos materiais, tem-se uma grande desorganização no setor, diversos itens alocados de forma desordenada, ocupando muito espaço e prejudicando a circulação.

Não havendo uma área específica de circulação, foi comum ver os colaboradores se deslocando livremente pelo setor entre os produtos que estavam alocados no chão, onde são postos, em sua maioria, de forma vertical para facilitar a

locomoção, gerando risco de queda, sendo que a maior parte dos materiais possuem carga elevada.

Figura 15 – Parte do setor de soldagem (II)



Fonte: Autor (2022).

Além disso, por não haver um supervisor responsável exclusivamente pelo setor de soldagem, há um certo descaso em relação ao uso dos EPI's. Quando se trata de um serviço de solda pequeno, os funcionários muitas vezes não utilizam os EPI's corretamente, deixam de usar a máscara de solda, os mangotes ou o avental, dependendo do serviço, por achar que não são necessários, correndo riscos de queimaduras e disfunções na visão, como pôde-se observar na Figura 14, uma total irresponsabilidade quanto a não utilização do equipamento de proteção.

O último apontamento realizado pelo pesquisador foi a respeito dos ruídos, pois havia a presença de vários setores no mesmo galpão, cada setor gerando um tipo de ruído elevado, sendo constantemente ocasionados no mesmo momento, podendo prejudicar a audição, já que os colaboradores eram expostos a eles durante quase todo o período de trabalho.

Entretanto, por não haver a disposição de um decibelímetro, equipamento específico para medição de ruídos, não se pôde fazer um estudo mais aprofundado acerca dessa observação. O Quadro 6, apresenta um resumo das causas e dos riscos identificados.

Quadro 6 - Resumo dos riscos identificados

<b>RISCOS</b>	<b>CAUSAS</b>
Exposição a fumos e gases	Ausência de exaustores e cortina de solda.
Armazenamento inadequado	Falta de delimitação de uma zona de circulação e alocação de peças.
Ruídos	Presença de vários setores no galpão, misturando os ruídos da soldagem com os de outros setores.
Choque Elétrico	Cabos inadequados com falhas visíveis, emendas nos cabos, itens alocados sob as máquinas, caixa de passagem e quadro de energia sem tampa de proteção, com os cabos elétricos expostos.
Ergonomia inadequada	Bancadas velhas e inapropriadas.
Exposição ao calor	Uso inadequado dos EPI's.

Fonte: Autor (2022).

## **5 MEDIDAS DE PROTEÇÃO**

No capítulo a seguir são descritas medidas de proteção e controle que podem ser tomadas para reduzir a exposição dos trabalhadores aos riscos presentes no ambiente de trabalho.

### **5.1 Medidas de proteção para os riscos de exposição a fumos e gases**

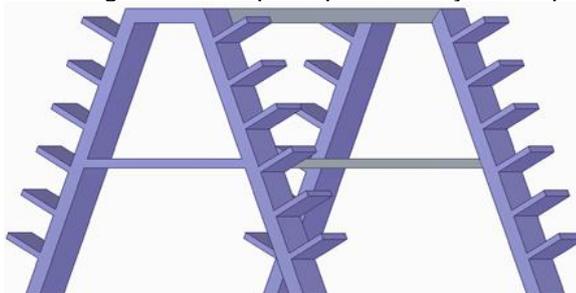
No que se refere à exposição a fumos e gases de soldagem, além do pó de metal que é gerado durante o processo de solda, a medida mais viável para mitigar os riscos decorrentes dessa exposição seria a instalação de exaustores industriais para combater o excesso de temperatura, vapor, fumaça e odores, renovando e purificando o ar constantemente.

A empresa também deve realizar a aquisição de cortinas de proteção de solda entre as bancadas de trabalho para diminuir a exposição dos outros trabalhadores aos raios provenientes do processo. Além disso, a empresa deve promover treinamentos para qualificar o colaborador quanto aos riscos, evidenciando a necessidade de um posicionamento correto durante a soldagem, de modo que tenham o menor contato possível com os fumos.

### **5.2 Medidas de proteção para os riscos de armazenamento inadequado**

A primeira sugestão é a aquisição de suportes de metal, tanto para a alocação dos itens que ainda não foram trabalhados quanto para os itens que já foram finalizados, dessa maneira os itens que atualmente são alocados desordenadamente pelo chão de fábrica passariam a ficar organizados por suportes verticais, como sugere a Figura 16.

Figura 16 - Sugestão de suporte para alocação dos produtos



Fonte: Autor (2022).

A segunda sugestão seria a sinalização horizontal e marcação do setor de soldagem, por meio de fitas e/ou tintas delimitando a zona de circulação dos colaboradores que segundo a NR-26, deve ser branca e a área para armazenamento dos materiais nos suportes, que deve ser laranja. Essas seriam ações simples que irão contribuir na prevenção de quedas.

### 5.3 Medidas de proteção para os riscos de choque elétrico

Para minimizar os riscos de choque elétrico, é necessário que todos os cabos inapropriados sejam substituídos por fios de alta resistência e corrente, tanto os que não são adequados para o tipo de corrente da máquina de solda quanto os que já estão apresentando falhas aparentes.

Além disso, as tampas de proteção dos quadros de energia devem ser substituídas, assim como as tampas das caixas de passagem de cabos. Também deve ser proibido colocar qualquer tipo de material ou ferramenta sob as máquinas de solda, devendo ser utilizado para isso os suportes tratados no tópico anterior.

Como os riscos com eletricidade são extremamente preocupantes, o proprietário deve extinguir todo tipo de “gambiarra”, como foi reportado pelos colaboradores, já que esses são ajustes inadequados que não duram por muito tempo, podendo gerar um acidente gravíssimo futuramente.

Também devem ser ministrados treinamentos de primeiros socorros em casos de choque elétrico e contra incêndios, para que os trabalhadores saibam como se comportar e prevenir algo pior caso venha ocorrer algum episódio.

### 5.4 Medidas de proteção para os riscos de ruídos

Apesar da empresa já disponibilizar protetores auriculares para os colaboradores, somente esse tipo de proteção individual não é suficiente, visto que eles ficam submetidos a diversos ruídos muitas horas por dia, então, uma solução simples e com baixo custo seria a disponibilização de abafadores de som e ruído, além dos protetores auriculares, para utilizar em conjunto com estes. Dessa forma, o trabalhador estará menos exposto aos ruídos nocivos.

#### **5.5 Medidas de proteção para os riscos da exigência de postura inadequada**

No que se refere aos riscos causados pela ergonomia inadequada, faz-se necessário substituir a bancada de trabalho do setor de soldagem, que além de estar sucateada também é inadequada para a ergonomia do trabalhador, visto que causa dores na coluna como relatado nas entrevistas.

A bancada nova deve ter uma altura adequada para que não seja necessário realizar grandes curvaturas para fazer o trabalho, ter um tamanho que seja suficiente para alocar os materiais sob ela e possuir suportes que tornem possível o soldador sozinho realizar o manuseio da peça durante a solda.

#### **5.6 Medidas de proteção para os riscos relacionados à exposição ao calor**

Esse risco é causado principalmente pela banalização do uso do EPI por parte de alguns colaboradores, prejudicando-os. Com isso, é necessário que haja a realização de treinamentos periódicos sobre o uso de EPI's pelos soldadores e auxiliares.

Também é necessário que haja um colaborador que seja responsável direto pela supervisão e cobrança do uso dos EPI's e a empresa deve impor medidas coercitivas para aqueles que realizarem qualquer tipo de serviço sem estar utilizando os equipamentos adequados.

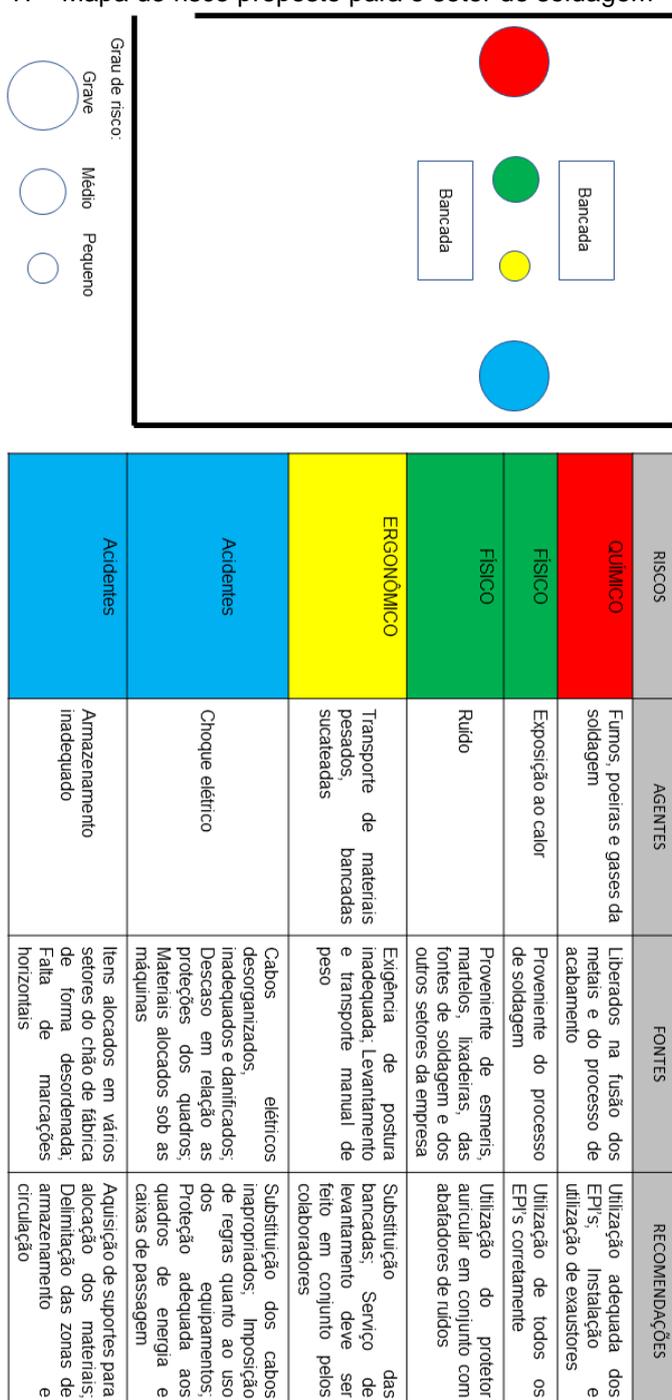
#### **5.7 Mapa de risco**

Somado às medidas citadas anteriormente, também deve ser implementado ao setor um mapa de risco, que se trata de um mapa gráfico que representa o local de trabalho identificando os riscos que podem gerar problemas à saúde, constando

nele as informações relacionadas ao risco, como os agentes causadores e as recomendações que devem ser tomadas para preveni-los.

O mapa deve ser constantemente revisado e atualizado pela empresa e como pode ser observado, ele tem um fácil entendimento e deve ser exibido em um local bem visível para ressaltar aos colaboradores os riscos aos quais eles estão expostos, suas fontes e recomendações que devem ser tomadas para amenizá-los.

Figura 17 - Mapa de risco proposto para o setor de soldagem



MAPA DE RISCO  
SETOR DE SOLDAGEM

Fonte: Autor (2022).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A profissão de soldador requer boas condições físicas e principalmente boa coordenação motora e acuidade visual, pois trata-se de um processo que exige extrema habilidade do operador no manuseio dos instrumentos de trabalho. É um trabalho repetitivo, onde o trabalhador precisa quase sempre trabalhar de pé, ficando de maneira prejudicial à sua coluna e se sujeitando a fumos e gases que podem causar danos à saúde em longo prazo. É uma profissão em que muitos aprendem empiricamente, observando um colega e conseqüentemente não são conhecedores dos riscos que ocorrem.

Pode constatar-se que todos os objetivos foram alcançados, os riscos foram identificados, as ações pra minimização desses riscos foram propostas, ficou claro que apesar de a empresa se preocupar com a segurança, esse não era o ponto principal, pois não possuía uma política clara e rígida de segurança. A elaboração do mapa de risco também foi concluída e vai ser de grande proveito para os colaboradores.

Os os riscos químicos estavam presentes na forma de fumos, gases e poeiras metálicas resultante do processo de soldagem e acabamento. Apesar de ser um espaço com boa ventilação, por não haver um sistema de captação desses gases, como exaustores, os colaboradores ficavam expostos a eles muitas horas por dia e isso, no longo prazo, seria prejudicial para a saúde, mesmo com o uso de filtros e máscaras para diminuir essa exposição. A instalação de exaustores e cortinas de solda auxiliaria no combate a esses riscos.

Os riscos físicos estavam presentes nas formas de calor e ruído. Os riscos de exposição à calor eram por conta do uso inadequado do EPI e os riscos de ruídos eram devido ao fato de todos os setores da empresa estarem no mesmo galpão. Por isso faz-se necessário que treinamentos sejam ministrados periodicamente, que haja uma cobrança constante por parte dos responsáveis quanto a utilização correta desses equipamentos e que seja feita a aquisição de abafadores para utilizarem em conjunto com os protetores auriculares.

A situação mais preocupante observada foi em relação aos riscos de choque elétrico visto que havia um descaso aparente em relação às condições dos equipamentos elétricos e seus acessórios. Os cabos elétricos além de não serem adequados, apresentavam-se em péssimas condições, os equipamentos eram

utilizados como bancada para alocação das mais variadas peças, o quadro de distribuição de energia e as caixas de passagem de cabos não tinha tampa, deixando os cabos e disjuntores expostos. Entretanto, o risco será amenizado com a substituição dos cabos elétricos, substituição das tampas de proteção dos quadros de energia e caixa de passagem, imposição de regras quanto ao uso dos equipamentos e a ministração de treinamentos de primeiros socorros,

Também foram observados riscos envolvendo a ergonomia, foi relatado que as bancadas eram inadequadas para o trabalho, além de serem antigas e estarem deterioradas. Entretanto, esse problema poderia ser facilmente resolvido com a substituição das bancadas.

Por último, tem-se os riscos de queda, que está presente na empresa por conta da desorganização que está presente no setor de soldagem. Os produtos não possuem uma área delimitada para serem agrupados, ficando espalhados pelo chão de fábrica de maneira desorganizada. Somado a isso, também não há sinalização indicando a circulação dos colaboradores, fazendo-os transitar desordenadamente, circulando entre os produtos, podendo levar a quedas por qualquer desatenção.

Para amenizá-lo, faz-se necessário a aquisição de suportes de metal pra organizar os itens que eram espalhados pelo chão de fábrica e fazer uma sinalização horizontal do setor, indicando uma zona de circulação dos colaboradores e a zona de armazenagem dos suportes.

A empresa cumpre apenas parcialmente com suas obrigações em relação à segurança no ambiente de trabalho. Apesar de fornecer todos os equipamentos de proteção individual, não fornece os equipamentos de proteção coletiva necessários e possui uma política de segurança que não é clara entre os colaboradores, deixando-os livres para utilizar os equipamentos como bem quiserem. Por conta do crescimento acelerado e da falta de planejamento, a empresa carece de alguns pontos na estrutura física, como em relação ao sistema elétrico.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN WELDING SOCIETY. **Welding Handbook**. v. 1. 9.ed. Miami, 2001.

BRASIL (org.). **Ministério do Trabalho e Previdência. Normas Regulamentadoras - NR**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>. Acesso em: 11 out. 2022.

BRASIL. Portaria nº 3.214 de 08 de junho de 1978 aprova as normas regulamentadoras que consolidam as leis do trabalho, relativas à segurança e medicina do trabalho. **NR - 9. Riscos Ambientais**. In: SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO. 29. ed. São Paulo: Atlas, 1995. 489 p. (Manuais de legislação, 16).

BUREAU INTERNACIONAL DO TRABALHO, 1996, Genebra. **Introduction to Occupational Health and Safety** [...]. [S. l.: s. n.], 2009. Disponível em: [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---ilo-lisbon/documents/publication/wcms\\_746255.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---ilo-lisbon/documents/publication/wcms_746255.pdf). Acesso em: 10 out. 2022.

CAMARGO, Wellington. **Gestão da Segurança do Trabalho**. Parana: [s. n.], 2011. 146 p. Disponível em: <http://ead.ifap.edu.br/netsys/public/livros/LIVROS%20SEGURAN%C3%87A%20DO%20TRABALHO/M%C3%B3dulo%20Livro%20Gestao%20da%20Seguranca%20do%20Trabalho.pdf>. Acesso em: 11 out. 2022.

DEPARTAMENTO NACIONAL (Brasília). SESI-SEBRAE. **DICAS DE PREVENÇÃO DE ACIDENTES E DOENÇAS NO TRABALHO**. Brasília: [s. n.], 2005. 72 p. Disponível em: [file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Cartilha\\_SESI%20SEBRAE\\_2005%20icas\\_SST%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usu%C3%A1rio/Downloads/Cartilha_SESI%20SEBRAE_2005%20icas_SST%20(1).pdf). Acesso em: 10 out. 2022.

FELIZARDO, Ivanilza. **Tecnologia da Soldagem**. Minas Gerais: Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 2016. 113 p. Disponível em: <https://www.dem.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/39/2017/09/Apostila-Tecnologia-da-Soldagem.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

FERREIRA, Leandro Silveira; PEIXOTO, Neverton Hofstadler. **Segurança do Trabalho I**. Santa Maria - RS: Colégio Técnico Industrial da Universidade Federal de Santa Maria, 2012. 152 p. Disponível em: [https://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo\\_amb\\_saude\\_seguranca/tec\\_seguranca/seg\\_trabalho/151012\\_seg\\_trab\\_i.pdf](https://redeetec.mec.gov.br/images/stories/pdf/eixo_amb_saude_seguranca/tec_seguranca/seg_trabalho/151012_seg_trab_i.pdf). Acesso em: 9 out. 2022

GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério do Trabalho *et al.* **Manual de Inspeção do Trabalho**: Programa de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília: [s. n.], 2018.

INICIATIVA SMARTLAB (Brasil). Observatório de Segurança e Saúde no Trabalho: Promoção do Meio Ambiente do Trabalho Guiado por Dados. In: INICIATIVA

SMARTLAB. **Iniciativa SmartLab**: Promoção do Trabalho Decente Guiada por Dados. Brasil, 25 out. 2022. Disponível em: <https://smartlabbr.org/sst>. Acesso em: 25 out. 2022.

INSTITUTO SANTA CATARINA. História da Segurança do Trabalho: Saiba como iniciou no Brasil. *In: História da Segurança do Trabalho: Saiba como iniciou no Brasil.* [S. l.], [2021?]. Disponível em: [https://www.institutosc.com.br/web/blog/historia-da-seguranca-do-trabalho#:~:text=No%20Brasil%2C%20a%20hist%C3%B3ria%20da,Leis%20do%20Trabalho%20\(CLT\)](https://www.institutosc.com.br/web/blog/historia-da-seguranca-do-trabalho#:~:text=No%20Brasil%2C%20a%20hist%C3%B3ria%20da,Leis%20do%20Trabalho%20(CLT)). Acesso em: 11 out. 2022.

LYTTLE, K. A. Decrease fume, increase productivity: optimized consumables selection for an improved working environment and reduced welding costs. **Welding in the World/Le Soudage dans le Monde**, Roissy, v. 43, Supplementary Issue: THE HUMAN FACTOR AND ITS ENVIRONMENT, p. 75-84, 1999.

MACHADO, Ivan Gherra. **Soldagem & Técnicas Conexas**: Processos. Porto Alegre: [s. n.], 2007. 491 p. Disponível em: [http://www.joinville.ifsc.edu.br/~leonidas/soldagem/livro\\_completo.pdf](http://www.joinville.ifsc.edu.br/~leonidas/soldagem/livro_completo.pdf). Acesso em: 2 out. 2022.

MINISTERIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Portaria nº 25, de 29 de dezembro de 1994**. PORTARIA N.º 25, DE 29 DE DEZEMBRO DE 1994. Brasil, 29 dez. 1994.

MODENESI, Paulo J. **Introdução à Física do Arco Elétrico**: Soldagem I. Belo Horizonte: [s. n.], 2012. 44 p. Disponível em: <https://demet.eng.ufmg.br/wp-content/uploads/2012/10/fundamentosfisicos1.pdf>. Acesso em: 9 out. 2022.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES Paulo V. **Soldagem I – Introdução aos processos de soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Belo Horizonte, 2011.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES Paulo V.; SANTOS, Dagoberto B. **Introdução à metalurgia da soldagem**. Universidade Federal de Minas Gerais. Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais. Belo Horizonte, 2011.

NASCIMENTO, Amauri Mascaro do. **A defesa processual do meio ambiente do trabalho**. Revista LTr, 63/584.

NERIS, Prof. Manoel Messias. **Soldagem**: Eixo Tecnológico: Controle e Processos Industriais. São Paulo: [s. n.], 2012. 51 p. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1BxbVxEz-boHM\\_NgqAr02x8FWgT2GnZ8S/view](https://drive.google.com/file/d/1BxbVxEz-boHM_NgqAr02x8FWgT2GnZ8S/view). Acesso em: 11 out. 2022.

OKUMURA, Toshie; TANIGUCHI, Celio. **Engenharia de Soldagem e Aplicações**. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora, 1982.

OLIVEIRA, Ana Flávia. Tudo que você precisa saber sobre segurança do trabalho. *In: BEECORP.* [S. l.], 30 nov. 2021. Disponível em: <https://beecorp.com.br/seguranca-do>

