

PRINCÍPIOS DE SEGURANÇA NA SOLDAGEM

Principles of Safety in Welding

Bárbara L. Resende ^{1*}, Ritchielle S. C. L. Cruz ¹, Alex S. C. Silva ¹ e Eduardo M. Silva ¹

¹ Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ) – DEMEC – Centro, São João del-Rei (MG)

*Autor correspondente: barbaralanarc@gmail.com

RESUMO

A soldagem está associada a uma série de riscos à saúde do trabalhador como queimaduras, lesões oculares e problemas respiratórios. Dessa forma, a segurança é crucial nesse processo, visto que pode-se reduzir os números de acidentes e garantir a integridade física do soldador. Este artigo avalia os riscos da soldagem, revisa estatísticas de acidentes e doenças, bem como analisa as práticas de segurança atuais. A pesquisa incluiu revisão bibliográfica e observação em aulas de soldagem, onde foram simuladas práticas seguras e inseguras. Os resultados ressaltam a necessidade de um ambiente de trabalho seguro, como evitar superfícies molhadas, garantir boa ventilação e posicionar extintores adequadamente. O uso correto de EPIs é essencial para proteger contra faíscas e radiação, enquanto práticas inseguras como o uso de lentes de contato, devem ser evitadas. A organização do ambiente e *checklists* são cruciais para a segurança. Em síntese, a segurança na soldagem está relacionada com a adoção de práticas corretas, treinamento contínuo e cumprimento rigoroso das normas.

Palavras-chave: Soldagem, Segurança no Trabalho, Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), Riscos Ocupacionais, Normas Regulamentadoras.

ABSTRACT

Welding is associated with a number of health risks for workers, such as burns, eye injuries, and respiratory problems. Therefore, safety is crucial in this process, as it can reduce accident rates and ensure the physical integrity of the welder. This article assesses the risks of welding, reviews statistics on accidents and diseases, and analyzes current safety practices. The research included a literature review and observations during welding classes, where safe and unsafe practices were simulated. The results highlight the need for a safe working environment, such as avoiding wet surfaces, ensuring good ventilation, and properly positioning fire extinguishers. The correct use of personal protective equipment (PPE) is essential to protect against sparks and radiation, while unsafe practices, such as wearing contact lenses, should be avoided. Organizing the workspace and using checklists are crucial for safety. In summary, safety in welding is related to the adoption of correct practices, ongoing training, and strict compliance with regulations.

Keywords: Welding, Occupational Safety, Personal Protective Equipment (PPE), Occupational Risks, Regulatory Standards.

1. Introdução

A soldagem é o processo mais utilizado para a união de metais em diversas indústrias [1], desde a construção civil até a fabricação de veículos e estruturas pesadas. Entretanto, apesar desse processo ser comumente empregado e tratado como algo habitual, ressalta-se que a soldagem apresenta uma série de riscos que podem resultar em acidentes graves e comprometer a saúde dos trabalhadores [2]. De acordo com a Organização Internacional do Trabalho [3], os processos de soldagem estão entre as atividades mais perigosas na indústria, com uma taxa elevada de acidentes e doenças ocupacionais. Estudos indicam que, em média, 25% dos acidentes industriais graves estão associados a operações de soldagem, envolvendo queimaduras, lesões oculares e problemas respiratórios devido à exposição a fumos e gases tóxicos [4].

O ambiente de trabalho na soldagem é caracterizado por condições que exigem atenção constante à segurança, incluindo a exposição a altas temperaturas e risco de incêndios [5]. Além disso, a falta de práticas de segurança adequadas pode levar a acidentes fatais e a problemas de saúde a longo prazo, como doenças pulmonares e dermatológicas [6]. Portanto, a implementação de práticas de segurança não apenas protege a integridade física e a saúde dos trabalhadores, mas também contribui para a eficiência e a sustentabilidade das operações industriais.

Neste contexto, percebe-se que adotar procedimentos de segurança eficazes é crucial para minimizar os riscos e garantir um ambiente de trabalho seguro. A segurança na soldagem não só reduz a probabilidade de acidentes e doenças, mas também promove uma cultura de responsabilidade e bem-estar dentro das organizações, refletindo positivamente na produtividade e na qualidade dos processos industriais.

2. Objetivo Principal

Este trabalho visa conscientizar sobre a importância das práticas seguras no ambiente de soldagem, com base em normas e estudos nacionais e internacionais. Busca-se identificar, analisar e mitigar os riscos inerentes a esses ambientes, que podem causar tanto danos imediatos quanto problemas de saúde a longo prazo. Além disso, o estudo reforça a adoção de medidas preventivas para promover a segurança e o bem-estar dos profissionais.

2.1. Objetivos específicos

- Analisar os riscos associados ao ambiente de soldagem;
- Promover a conscientização sobre a importância das práticas seguras e do uso adequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);
- Evidenciar práticas e condições adversas à segurança;
- Propor a implementação de *checklists*, observando os padrões de segurança estabelecidos;
- Desenvolver um material educativo fundamentado em normas e diretrizes nacionais e internacionais.

3. Metodologia

Este trabalho adota uma abordagem de pesquisa qualitativa, com foco na revisão da literatura sobre normas de segurança em soldagem, tanto nacionais quanto internacionais, riscos ocupacionais e a efetividade de práticas seguras. Ademais, foram analisadas estatísticas sobre acidentes e doenças relacionadas à soldagem.

Em consonância com os resultados obtidos na literatura, durante as aulas práticas de Soldagem do curso de graduação em Engenharia Mecânica, foram observadas e simuladas práticas seguras e inseguras no ambiente de soldagem, com o propósito de demonstrar e conscientizar sobre a importância das práticas adequadas.

4. Revisão Bibliográfica

Ao longo das décadas, diversas entidades regulamentadoras estabeleceram normas sobre práticas de segurança que devem ser adotadas no contexto do processo de soldagem.

No Brasil, a Norma Regulamentadora NR-12 [7] estabelece diretrizes fundamentais para a segurança no trabalho com máquinas e equipamentos, incluindo aqueles utilizados em processos de soldagem. Esta norma enfatiza a obrigatoriedade do uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), medidas de proteção coletiva e dispositivos de segurança para prevenir acidentes, com a exigência de que qualquer anomalia seja imediatamente reportada ao supervisor. A NR-12 também define requisitos para a instalação e manutenção de equipamentos de soldagem, como a implementação de sistemas de ventilação para o controle da exposição a fumos e gases tóxicos.

Adicionalmente, destaca a necessidade de que todos os envolvidos na atividade recebam capacitação compatível com suas funções, incluindo material didático com linguagem acessível, abordando os riscos ocupacionais e as medidas de proteção existentes e necessárias.

Nos Estados Unidos, a norma ANSI Z49.1:2020 [8], publicada pelo *American National Standards Institute*, estabelece diretrizes para a segurança em processos de soldagem, corte e atividades relacionadas. Essa norma cobre aspectos essenciais como a proteção ocular, ventilação adequada e o uso correto de EPIs. Além disso, a ANSI Z49.1 reforça a importância de treinamentos regulares para os trabalhadores, contribuindo para a criação e manutenção de um ambiente de trabalho seguro e conscientizando os profissionais sobre as práticas ideais de segurança.

Em nível internacional, a norma ISO 3834:2005 [9] fornece critérios essenciais para assegurar a qualidade nos processos de soldagem, abordando desde a gestão da qualidade até os procedimentos específicos de soldagem. Além de garantir a conformidade com padrões técnicos rigorosos, essa norma também aborda a proteção dos trabalhadores e a adoção das melhores práticas de segurança, ajudando a reduzir os riscos à saúde e a propiciar um ambiente de trabalho seguro para todos os envolvidos.

Estudos e revisões, como o de Smith *et al.* [10], indicam que a soldagem apresenta diversos riscos à saúde ocupacional, especialmente pela inalação de fumos metálicos e gases tóxicos. A exposição contínua a esses poluentes pode levar a doenças respiratórias graves, como bronquite crônica e asma ocupacional, além de aumentar o risco de câncer de pulmão. Outros efeitos incluem problemas de fertilidade e danos neurológicos, especialmente associados ao manganês, comum nos fumos de soldagem de aço-carbono. A soldagem em espaços confinados também aumenta o risco de asfixia devido à acumulação de gases, como monóxido de carbono e argônio. Dessa forma, a pesquisa de Smith *et al.* [10] enfatiza a importância de ventilação adequada, uso de EPIs, e controles de exposição como práticas essenciais para mitigar esses riscos à saúde dos trabalhadores.

Um estudo significativo foi conduzido por Jones & Lee [11], no qual se avaliou a eficácia das práticas de segurança na soldagem em diversos setores industriais. O estudo revelou que a implementação consistente de protocolos de segurança e treinamentos

regulares resulta em uma redução significativa do número de acidentes e doenças ocupacionais. Além disso, enfatiza práticas como o monitoramento contínuo da qualidade do ar e o uso de ventilação mecânica e natural, que são essenciais, especialmente em processos que geram fumos e partículas nocivas.

Brown & Johnson [12] também investigaram o impacto dos programas de treinamento em segurança na soldagem. Os autores observaram que programas de treinamento bem estruturados e contínuos aumentam a conscientização sobre os riscos e melhoram a adesão às práticas de segurança, contribuindo para ambientes de trabalho mais seguros. O estudo destaca que soldadores bem treinados tendem a identificar melhor os riscos no ambiente de trabalho e a adotar medidas preventivas de forma proativa.

Segundo o *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH) [13], os trabalhadores da soldagem enfrentam uma elevada taxa de problemas respiratórios e dermatológicos devido à exposição a fumos e à radiação ultravioleta, os quais contêm metais tóxicos, como manganês e cádmio.

Além disso, estatísticas da *Occupational Safety and Health Administration* (OSHA) [14] mostram que, embora as práticas de segurança tenham melhorado ao longo dos anos, acidentes relacionados à soldagem, considerada uma atividade de alto risco, ainda representam uma parte significativa dos incidentes ocupacionais em diversos setores industriais. Os dados revelam uma alta incidência de acidentes decorrentes da exposição inadequada a fumos e da falta de uso de EPIs.

Em síntese, a segurança na soldagem é uma questão de extrema importância que exige a implementação rigorosa de normas técnicas e práticas seguras. As normas NR-12 [7], ANSI Z49.1 [8] e ISO 3834 [9] fornecem uma base sólida para a proteção dos trabalhadores. Estudos e dados empíricos demonstram a eficácia das práticas de segurança e a importância do treinamento contínuo. Integrar essas práticas e normas é essencial para reduzir os riscos associados à soldagem e promover um ambiente de trabalho mais seguro e saudável.

5. Resultados

A soldagem é uma atividade industrial que envolve riscos significativos à segurança dos trabalhadores, sendo fundamental adotar práticas rigorosas para minimizar a ocorrência de acidentes e

lesões. Um dos primeiros aspectos a ser verificado são as condições inseguras no ambiente de trabalho, sendo tais anomalias referentes a fatores presentes no local de trabalho que podem aumentar o risco de acidentes. Exemplos incluem superfícies molhadas, a presença de substâncias inflamáveis, áreas mal ventiladas, entre outros. Superfícies molhadas (como poças de água) representam um perigo significativo em operações que envolvem eletricidade, como a soldagem, aumentando o risco de choques elétricos. Na Figura 1 é simulada a presença de poças de água no piso do ambiente de soldagem, representando um risco à vida do soldador.



Figura 1. Piso molhado - Risco à segurança do soldador (Fonte: Autoria própria).

Além disso, a ventilação inadequada pode resultar na acumulação de gases tóxicos e fumos, que são prejudiciais à saúde dos trabalhadores. Dessa forma, o ambiente de soldagem deve possuir um mecanismo de ventilação que assegure a segurança do soldador. Ressalta-se também que a ventilação deve ser planejada para que não provoque uma corrente de ar que prejudique o processo de soldagem, como pode ocorrer por exemplo no processo MIG/MAG.

Outro aspecto crucial é o posicionamento adequado dos extintores de incêndio. Para garantir a segurança, é vital que os extintores estejam sempre acessíveis e próximos ao local de soldagem, prontos para serem usados em caso de emergências relacionadas a incêndios – que são um risco inerente a esta atividade. Os extintores devem ser fixados em suportes apropriados, como aqueles com formato triangular, que os mantêm visíveis e prontos para uso imediato (Figura 2). Além disso, o local onde o extintor

é armazenado deve estar claramente sinalizado, sem obstruções, e a uma altura que permita fácil acesso em situações de emergência [15].



Figura 2. Posicionamento do extintor de incêndio (Fonte: Autoria própria).

O uso adequado dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) também é fundamental para a segurança durante a soldagem. Os EPIs são dispositivos ou produtos utilizados pelos trabalhadores para proteção contra riscos que possam ameaçar a segurança e a saúde no ambiente de trabalho. Na soldagem, os principais EPIs incluem o capacete com lente escura, luvas longas de proteção, avental de raspa com manga e perneiras (Figura 3). O capacete com lente escura é particularmente essencial, pois protege o rosto e os olhos contra faíscas, radiação e partículas metálicas.



Figura 3. EPIs para o processo de Soldagem (Fonte: Autoria própria).

A Figura 4 apresenta o uso incorreto das pernas e do avental, de forma a não proteger o soldador adequadamente e, em caso de respingos durante o processo de soldagem, pode causar queimaduras no trabalhador. Além disso, a Figura 5 apresenta a proteção ocular incorreta de indivíduos que se encontram próximos ao ambiente de soldagem, a qual foi proveniente da tentativa de improvisar Equipamentos de Proteção Individual.



Figura 4. Perneira e avental sendo utilizados incorretamente pelo soldador (Fonte: Autoria própria).

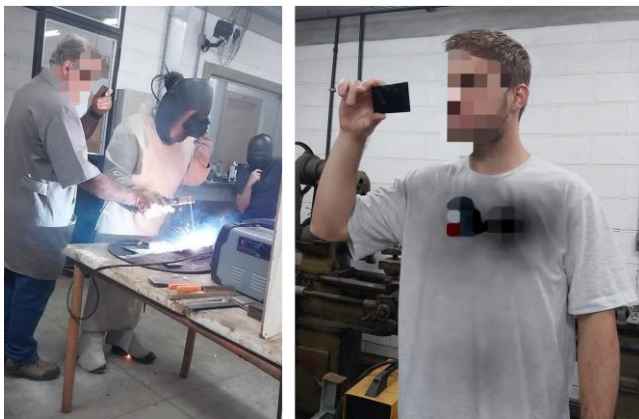


Figura 5. Proteção ocular incorreta de pessoas próximas à área de soldagem (Fonte: Autoria própria).

Ressalta-se que para assegurar a eficácia dos EPIs, é necessário verificar o Certificado de Aprovação (CA), emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego, que atesta a conformidade destes equipamentos com as normas de segurança vigentes. Além disso, deve-se estar atento à validade dos EPIs, emitida pelo fabricante, uma vez que equipamentos fora do prazo de

validade podem não oferecer a proteção adequada. A utilização de *checklists* é uma prática recomendada para garantir que todos os EPIs estejam em boas condições de uso e que as condições de segurança no ambiente de trabalho sejam observadas [16]. Essa ferramenta é largamente utilizada em empresas para garantir que todas as etapas, equipamentos e procedimentos necessários para realizar um processo de forma segura e eficiente sejam seguidos.

Além dos EPIs, o uso de *checklists* também se estende à verificação dos equipamentos de soldagem, como cilindros de gás, máquinas de solda e cabos de conexão. Deve-se ressaltar a importância desta conferência ser realizada por, no mínimo, duas pessoas. A título de exemplo, *checklists* para os equipamentos de Máquina de Solda e Maçarico Móvel são utilizados em empresas do setor siderúrgico. Um *checklist* para esses equipamentos deve incluir a verificação da integridade dos cabos, garantindo que não haja fissuras (Figura 6), cortes ou desgastes que possam comprometer a condução elétrica, sendo impedido o início da atividade se for encontrado qualquer anomalia. Além disso, também são utilizados documentos para a análise de risco e medidas de bloqueio referentes ao procedimento que será realizado pelo trabalhador.



Figura 6. Fissura no cabo (Fonte: Autoria própria).

A máquina de solda deve ser inspecionada regularmente para assegurar que está operando dentro dos parâmetros de segurança, incluindo o correto funcionamento dos sistemas de resfriamento e de controle de temperatura. A realização sistemática dessas verificações contribui para a prevenção de falhas operacionais que poderiam resultar em acidentes graves, como explosões ou choques elétricos.

No caso dos cilindros de gás, é essencial verificar se estão devidamente armazenados e se as válvulas de segurança estão funcionando corretamente. Se os cilindros são armazenados próximos à área de

soldagem, como mostrado na Figura 7, os colaboradores podem estar sob o risco de incêndio. Mais especificamente, se o cilindro de um gás combustível é armazenado próximo à área de soldagem e caso a válvula deste cilindro apresente algum vazamento, as faíscas provenientes do processo de soldagem podem causar a ignição do combustível e iniciar um incêndio.



Figura 7. Posicionamento dos cilindros de gás
(Fonte: Autoria própria).

Além disso, é crucial que o ambiente de soldagem esteja organizado com a finalidade de reduzir o risco de acidentes. No caso de equipamentos que não estão sendo utilizados, o ideal é cobri-los a fim de evitar incêndios. Dessa forma, a organização do ambiente mostrado na Figura 8 pode ser melhorada no quesito de não deixar EPIs e itens pessoais espalhados pelo ambiente, bem como não deixar a fiação elétrica de outros equipamentos a mostra.

Garantir que o ambiente de trabalho e os EPIs estejam em conformidade com as normas de segurança é crucial, mas é igualmente importante evitar atos inseguros durante a soldagem. Esses atos referem-se a comportamentos ou práticas que aumentam o risco de acidentes. Um exemplo é o uso de lentes de contato durante a soldagem. As lentes de contato podem fundir-se aos olhos em caso de exposição a altas temperaturas, resultando em graves lesões oculares. Outro ato inseguro é o uso de adornos, como anéis ou correntes, durante a soldagem (Figura 9). Se um anel entrar em contato com a peça soldada, o soldador passa a fazer parte do circuito de tal forma que a corrente elétrica pode passar através dele, causando queimaduras severas ou até mesmo o óbito do

trabalhador.



Figura 8. Organização do ambiente
(Fonte: Autoria própria).



Figura 9. Soldador fazendo parte do circuito
(Fonte: Autoria própria).

Ressalta-se também que é essencial que o soldador avise seus colegas antes de abrir o arco de solda, para evitar que outros trabalhadores sejam expostos à radiação ultravioleta e infravermelha, que podem causar danos à visão e, em caso de exposição frequente, causar a cegueira dos colaboradores.

Durante a limpeza pós-soldagem, recomenda-se não tocar diretamente na chapa com as mãos, utilizando em vez disso um alicate, além de óculos de proteção para evitar a projeção de partículas. Na Figura 10-A é apresentada a adoção de atos inseguros durante a limpeza da peça, onde o colaborador não posicionou os óculos de proteção da maneira correta e está segurando as peças com as mãos. Além disso, na Figura 10-B é apresentada a maneira correta de realizar a limpeza pós-soldagem.

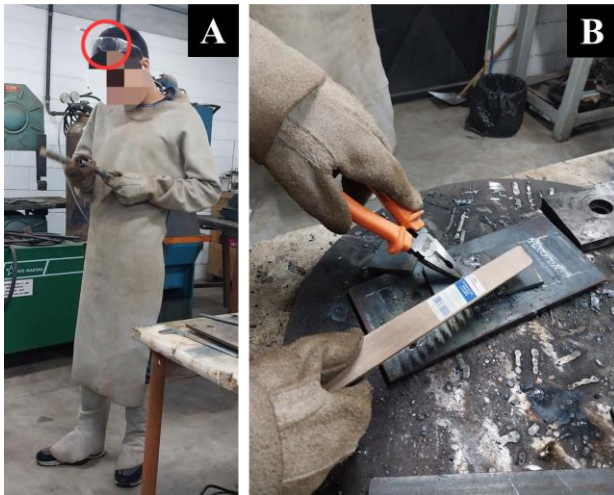


Figura 10. Ato inseguro (A) e ato seguro (B) durante a limpeza (Fonte: Autoria própria).

Caso seja necessário tocar em uma peça presente no ambiente de soldagem, o colaborador não deve tocá-la com a palma da mão (Figura 11-A), pois caso a peça ainda esteja quente a mão do trabalhador irá fechar e pode “grudar” na peça, gerando sérias queimaduras. Nestes casos, deve-se tocar na peça conforme é mostrado na Figura 11-B.

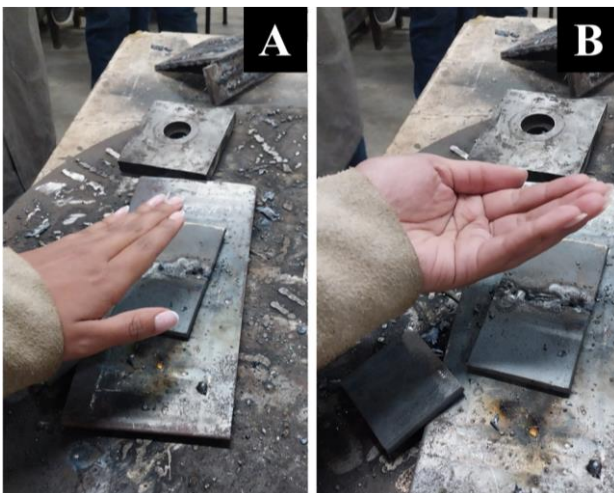


Figura 11. Toque na peça (Fonte: Autoria própria).

Vale ressaltar que sob nenhuma hipótese deve-se soldar sem os EPIs necessários e, caso o trabalhador se sinta inseguro ou incapaz de realizar a tarefa com segurança, ele deve interromper a atividade imediatamente. Aliás, a soldagem em duplas é uma prática recomendada, pois permite que um trabalhador auxilie e supervisione o outro, aumentando a segurança geral da operação [15].

6. Conclusões

A segurança na soldagem é uma responsabilidade que abrange diversos aspectos críticos, desde a avaliação das condições inseguras no ambiente de trabalho até a verificação rigorosa dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e dos equipamentos de soldagem. A correta instalação e manutenção dos extintores de incêndio, bem como a observância das práticas recomendadas para evitar atos inseguros, são medidas fundamentais para garantir a integridade física dos trabalhadores e prevenir acidentes graves. A conscientização e o treinamento contínuo sobre esses fatores são essenciais, pois equipam os trabalhadores com o conhecimento necessário para identificar e mitigar riscos, aumentando a segurança e a eficiência nas operações de soldagem.

A importância de aulas e treinamentos sobre segurança na soldagem não pode ser subestimada. Essas sessões educativas proporcionam aos profissionais uma compreensão profunda dos riscos envolvidos e das melhores práticas a serem adotadas. Além de promover a segurança, o conhecimento adquirido nessas aulas capacita os trabalhadores a tomarem decisões informadas em situações de risco, reduzindo a incidência de acidentes e criando um ambiente de trabalho mais seguro para todos.

Referências

- [1] MARQUES P., MODENESI P.J., BRACARENSE A. Soldagem fundamentos e tecnologia. 3. ed. Editora UFMG. Belo Horizonte. 2009.
- [2] COSTA NETO, A. A. RISCOS OCUPACIONAIS NA SOLDAGEM: Uma revisão da literatura. Faculdade Anhanguera de São José dos Campos. Jacaré. 2017.
- [3] ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). <https://www.ilo.org/>. Acesso em: 25/08/2024.
- [4] HSM OCUPACIONAL. Estudo Avançado sobre Riscos Ocupacionais no processo de Soldagem. Publicado em: 03/01/2013. Disponível em: <<https://hsmocupacional.webnode.com.br/news/estudo-avan%C3%A7ado-sobre-riscos-ocupacionais-no-processo-de-soldagem/>>. Acesso em: 25/08/2024.
- [5] CASAGRANDE B. A. S.. Segurança nos Processos De Soldagens. UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ. Taubaté. 2009.
- [6] ROCHA E. S. B. G. Análise Preliminar de Risco no Processo de Soldagem de uma Serralheria de Pequeno Porte: Estudo de Caso. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014.
- [7] BRASIL. Norma Regulamentadora NR-12: Segurança no

Trabalho com Máquinas e Equipamentos. Ministério do Trabalho e Emprego, 2020.

- [8] ANSI. ANSI Z49.1:2020 Safety in Welding, Cutting, and Allied Processes. American National Standards Institute, 2020.
- [9] ISO. ISO 3834:2005 Quality requirements for fusion welding of metallic materials. International Organization for Standardization, 2005.
- [10] SMITH, J., BROWN, T., & JOHNSON, R. Health Risks and Safety Issues in Welding: A Review. Journal of Occupational Health, 2022.
- [11] JONES, P., & LEE, S. Effectiveness of Safety Practices in Welding Operations: An Empirical Study. International Journal of Safety and Security Engineering, 2021.
- [12] BROWN, L., & JOHNSON, M. Impact of Training Programs on Welding Safety. Welding Journal, 2020.
- [13] NIOSH. Welding Fume. National Institute for Occupational Safety and Health, 2023.
- [14] OSHA. Workplace Safety and Health Statistics. Occupational Safety and Health Administration, 2022.
- [15] SILVA, J. R. Segurança na Soldagem: Práticas e Prevenção. São Paulo: Editora Segurança Industrial, 2018.
- [16] MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. Norma Regulamentadora 6 (NR-6): Equipamento de Proteção Individual (EPI). Disponível em: <http://trabalho.gov.br/seguranca-e-saude-no-trabalho/norma-regulamentadora-6>. Acesso em: 26 ago. 2024.