REVISTA Ação Ergonômica

R. Ação Ergon., 16(2), 2022.
ISSN 2965-7318. doi: 10.4322/rae.v16n2.e202213

ANÁLISE ERGONÔMICA DO TRABALHO DO PROCESSO DE SOLDAGEM TIG EM UM LABORATÓRIO DE PESQUISA

João Vitor Vanzella dos Santos[1]*

Yuri Balczareki Potrich[2]

Gabriel Campos Baba[3]

Lizandra Garcia Lupi Vergara[4]

Tamires Fernanda Barbosa Nunes[5]

Juliana Schmidt Teixeira[6]

Resumo

O texto aborda a importância da ergonomia na interação entre pessoas e máquinas, destacando seu papel na melhoria do desempenho dos sistemas e na minimização dos riscos ergonômicos. Concentra-se na Análise Ergonômica do Trabalho (AET), que visa compreender e identificar os riscos ergonômicos aos quais os trabalhadores estão expostos, especialmente em ambientes de soldagem.

Apresenta-se um estudo realizado em um laboratório de pesquisa de soldagem TIG, onde foram analisados os riscos ergonômicos associados às atividades de soldagem. Utilizando diversas ferramentas de análise, como Checklist de Ocra, TLV HAL, Checklist de OWAS e Método RULA, foram identificados problemas posturais e repetitivos que afetam a saúde dos operadores.

Com base nos resultados da análise, são propostas recomendações ergonômicas, incluindo a substituição de mobiliário, ajustes na altura da cadeira e da mesa, além do uso de EPIs adequados. Também são sugeridas melhorias no ambiente de trabalho, como aumento da iluminação.

Conclui-se que, apesar da baixa carga de trabalho no laboratório, os riscos ergonômicos são significativos e devem ser monitorados continuamente. Recomenda-se a implementação das medidas propostas e um acompanhamento constante para avaliar seu impacto na saúde dos trabalhadores a longo prazo.

Palavras-chave: Soldagem TIG; Análise Ergonômica do Trabalho; Laboratório.

ERGONOMIC ANALYSIS OF TIG WELDING PROCESS WORK IN A RESEARCH LABORATORY

[1] UFSC. * joaovitorvanzellads@gmail.com.
[2] UFSC.
[3] UFSC.
[4] UFSC.
[5] UFSC.
[6] UFSC.

Abstract

The text addresses the importance of ergonomics in the interaction between people and machines, highlighting its role in improving system performance and minimizing ergonomic risks. It focuses on Ergonomic Work Analysis (EWA), which aims to understand and identify the ergonomic risks to which workers are exposed, especially in welding environments.

A study is presented that was carried out in a TIG welding research laboratory, where the ergonomic risks associated with welding activities were analyzed. Using various analysis tools, such as the Ocra Checklist, TLV HAL, OWAS Checklist and RULA Method, postural and repetitive problems that affect the health of operators were identified.

Based on the results of the analysis, ergonomic recommendations are proposed, including replacing furniture, adjusting chair and table heights, and using appropriate PPE. Improvements to the work environment, such as increasing lighting, are also suggested.

It is concluded that, despite the low workload in the laboratory, ergonomic risks are significant and should be monitored continuously. It is recommended that the proposed measures be implemented and that constant monitoring be carried out to assess their impact on workers' health in the long term.

Keywords: TIG Welding; Ergonomic Work Analysis; Laboratory.

1. INTRODUÇÃO

A ergonomia é o estudo da interação entre pessoas e máquinas e os fatores que afetam tal interação (BRIDGER, 2003). Seu objetivo é melhorar o desempenho dos sistemas, melhorando a interação homem-máquina, por meio de intervenções que permitam mudanças na interface desses sistemas, no ambiente ocupacional ou até mesmo na organização do trabalho.

A Análise Ergonômica do Trabalho (AET) permite a compreensão do sistema de trabalho de forma sistemática, permitindo analisar as atividades realizadas pelo operador durante sua jornada de trabalho e como o ambiente interfere do desempenho do trabalhador. Por meio da AET os riscos ergonômicos aos quais o trabalhador está exposto podem ser identificados, levando a soluções para eliminar ou minimizar os efeitos de tais riscos (ABRAHÃO et al., 2009).

Profissionais que atual no processo de soldagem, devido a natureza de sua função, são comumente expostos a distúrbios musculoesqueléticos; problemas respiratórios; efeitos da radiação UV; queimaduras por faíscas e respingos; ruído; vibração; acidentes; visão, (SILVA, 2003). A visão ergonômica para as atividades desenvolvidas por soldadores permite que os potenciais riscos oriundos de tais atividades sejam identificados para que medidas de controle possam ser implementadas a fim de eliminá-los ou minimizá-los.

O processo de soldagem é amplamente utilizado para união de metais, devido aos seus custos acessivos e a versatilidade do processo. Para Magrini (1996), soldagem é um processo de união entre materiais, dando continuidade e mantendo suas propriedades mecânicas e químicas. Pode ser realizada por meio da fusão das peças, ou pela fusão adicionando outro material. A soldagem TIG (*Tungsten Inert* Gas) é comumente utilizada para soldagem de peças de menor espessura e quando busca assegurar uma qualidade maior. É formado um arco elétrico entre um eletrodo de tungstênio e a peça, que é responsável por fundir o material, e se utilizado, o material de adição, e efetivamente unir as peças (MACHADO, 1996).

Devido à necessidade de precisão atrelada ao processo de soldagem TIG riscos ergonômicos relacionados à postura estática sentada e à repetitividade do processo de soldagem, são comuns durante a jornada de trabalho. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a realização da uma Análise Ergonômica do Trabalho de soldagem TIG em um laboratório de pesquisa, para identificação dos riscos relacionados a essa atividade, e posterior recomendações de melhorias para o posto de trabalho em questão. Visando reduzir a exposição do trabalhador aos riscos identificados e a melhoria do desempenho no posto. O posto analisado pertence ao LABSOLDA, laboratório de soldagem vinculado à Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

2. DESENVOLVIMENTO

A abordagem metodológica adotada na presente pesquisa segue as cinco etapas da Análise Ergonômica do Trabalho (GUÉRIN et al, 2001), conforme apresentada na Figura 1.

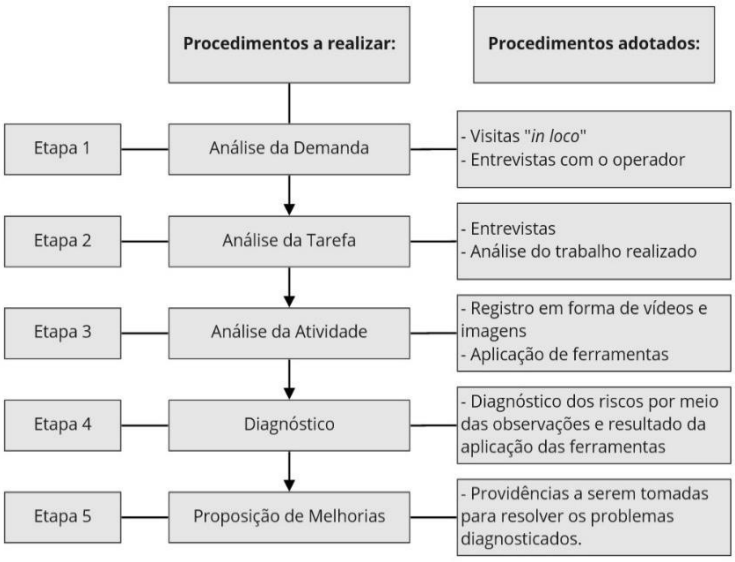

Figura 1 - Procedimentos metodológicos adotados na presente pesquisa.

A atividade analisada foi a soldagem TIG de pequenas peças de aço para posterior análise e estudo de qualidade de solda, devido a riscos ergonômicos relacionados à postura estática sentada, e à repetitividade. O processo TIG, faz uso de um arco elétrico entre o eletrodo de tungstênio e a peça, envolto por um gás de proteção.

Para a análise da tarefa, foi empregado o uso de um questionário semiestruturado aplicado ao operador, contendo perguntas sobre às condições às quais o trabalhador está exposto durante o trabalho no laboratório, assim como perguntas destinadas à identificação de demandas ergonômicas físicas, cognitivas e organizacionais. O mapeamento de riscos de ordem ergonômica foi realizado durante a análise de demanda com o auxílio da ferramenta semiquantitativa para análise de modo e efeito de falha ou FMEA (em inglês, *Failure Mode and Effect Analysis*) (SANTOS, 2010; PEREIRA, 2012). A determinação dos índices e níveis dos fatores de riscos foi baseada na abordagem proposta por Santos (2010).

O *Checklist* de Ocra, *Threshold Limit Value for Hand Activity Level* (TLV HAL), *Checklist* de OWAS e Método RULA foram as ferramentas de análise ergonômica utilizadas para investigar as demandas levantadas, as análises forma realizadas com o auxílio da versão demo do *software* Ergolândia.

A *Checklist* de Ocra foi utilizada para medir o risco de sobrecarga biomecânica nos membros superiores, considerando a distribuição de pausas durante a jornada de trabalho e avaliando os riscos para o lado esquerdo e direito do corpo, separadamente (OCCHIPINTI; COLOMBINI, 1996). O método TLV HAL teve como finalidade avaliar o fator de risco relacionado a repetitividade no ambiente de trabalho, mais especificamente para a atividade das mãos (LATKO, 1997). A *Checklist* de Owas, desenvolvida por Karhu, et al. 1977, faz uso do registro das posturas típicas do operador durante o trabalho, bem como a frequência e o tempo em que o operador fica nessas posturas, determinando o efeito resultante sobre o sistema osteomuscular. O Método RULA, ou *Rapid Upper Limb Assessment*, permitiu avaliar a postura, força e movimentos dos membros superiores, a fim de verificar riscos à saúde do operador.

3. Resultados

3.1. Análise da Demanda

O operador durante a maior parte de seu tempo no posto de trabalho se encontra em postura estática sentado, realizando atividades repetitivas de precisão com os braços e o punho. Não há histórico de afastamentos por lesão por esforço repetitivo (LER), no entanto há reclamações quanto à mesa e a cadeira. O mapeamento ergonômico realizado com o auxílio do

FMEA permitiu identificar e priorizar os potenciais riscos ergonômicos aos quais o trabalhador esta exposto, Figura 2.

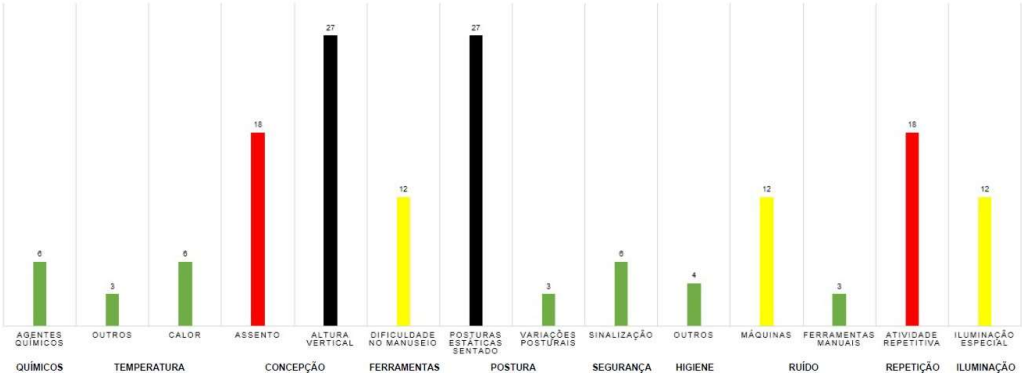

Figura 2 – Mapeamento dos riscos ergonômicos

Em vermelho têm-se riscos substanciais e em preto riscos intoleráveis, aos quais o trabalhador está exposto. Os quais posteriormente são investigados durante a AET.

3.2. Análise da Tarefa

Os processos de definição dos parâmetros de solda na máquina de soldagem TIG, transporte das peças a serem soldadas até a bancada de solda, limpeza das peças, verificação da necessidade de afiação ou substituição do eletrodo de tungstênio, e por fim, soldagem das peças caracterizam as atribuições do operador durante sua jornada de trabalho. Tendo em vista este escopo, a região de intervenção se limita ao espaço utilizado durante esses processos, assim como a forma com que o operador utiliza esse espaço.

As máquinas utilizadas durante o processo são a máquina de solda TIG e um esmeril para afiação do eletrodo de solda. As entradas do processo são: peças pequenas em aço; produto para limpeza da peça (álcool ou decapante para aços inoxidáveis); eletrodos de tungstênio; material de adição; gás argônio; energia elétrica. As saídas são: peça soldada; gás argônio; calor; gases provenientes do uso de decapantes; radiação.

As características gerais desse posto de trabalho são: trabalho em local fechado com horários regulares, no qual o operador não passa um turno inteiro soldando, tanto devido a pausas requeridas durante o processo, quanto pela variação na demanda. Quase não há esforço de carregamento realizado nesse posto. A análise realizada considerou o volume de serviço crítico: duas levas de dez corpos de prova. Por meio de uma entrevista com o operador, avaliou-se as condições técnicas, organizacionais e ambientais. Não houve relatos de problemas cognitivos ou organizacionais por parte do operador.

3.3. Análise das Atividades

A análise da atividade foi realizada por meio da gravação de vídeos e fotos, no entanto, não foi possível realizar gravações ou tirar fotos durante a operação de solda, devido à intensidade da luz emitida pelo arco, o que prejudica a qualidade da imagem. Portanto, uma simulação de soldagem sem ligar o arco, a fim de se tirar medidas e se analisar a postura do operador, foi realizada, Figura 3.

Figura 3 - Operador no posto de trabalho realizando simulação de soldagem.

O fluxo de atividades realizada pelo operador é apresentado na Figura 4.

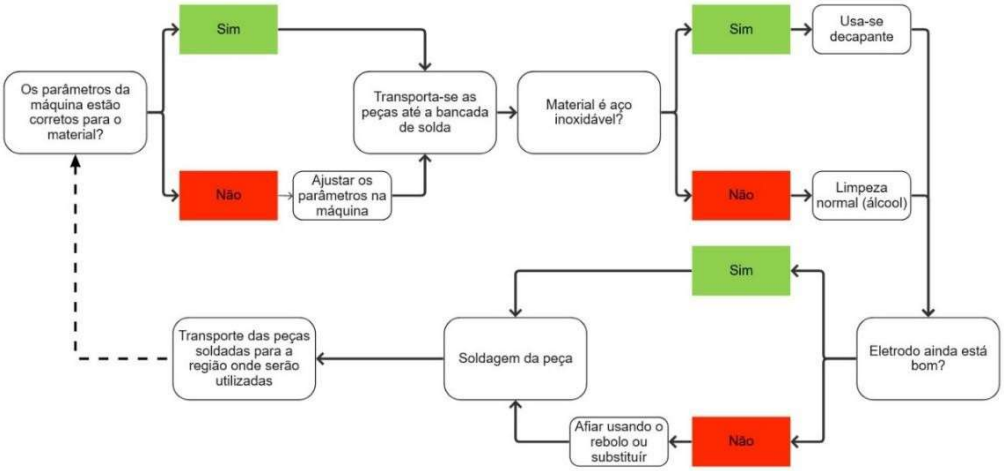

Figura 4: Fluxograma do processo de soldagem.

O tempo total para a conclusão da solda dos dez corpos de prova foi de cerca de 2 horas. Nesse período é necessário a alteração dos parâmetros da máquina e a troca de um eletrodo, levando cerca de 2 minutos. O tempo total gasto na limpeza das peças é de cerca de 10 minutos, e o processo de soldagem demora cerca de 10 minutos por peça. Após realizada a soldagem, é realizada uma pausa de pelo menos uma hora antes do operador voltar a soldar.

Durante as atividades, o operador utiliza EPIs para proteção durante o processo: jaleco de solda; luvas de solda; máscara de solda com escurecimento automático; calçado coberto e calça material pouco inflamável; caso seja realizada decapação, respirador.

Utilizando o *checklist* de OWAS, verificou-se que as costas ficam inclinada por 89% (Figura 5) do tempo de trabalho realizado no posto, e foi o ponto mais crítico apontado pela *checklist*, apresentando categoria 3, "são necessárias correções tão logo quanto possível".

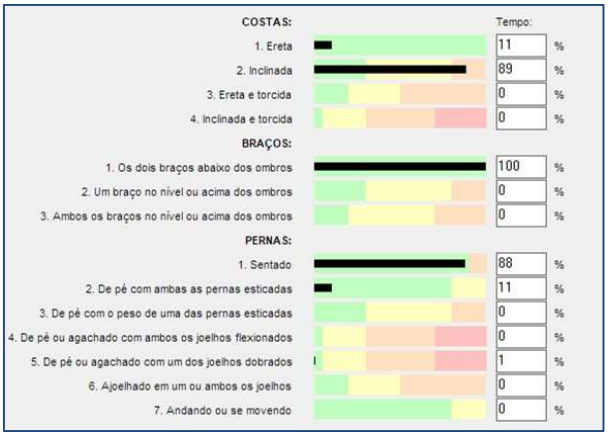

Figura 5 - Resultado da *checklist* de OWAS.

Os resultados da *checklist* de OCRA apontam que o trabalho realizado pelo esquerdo do operador, lado que segura a tocha de solda, apresentou potencial médio de adoecimento, devido à pior postura do braço da tocha, que precisa se posicionar de forma a manter a qualidade de solda durante todo o processo. A partir do método TLV HAL verificou-se que o alto nível de atividade das mãos, especialmente da mão responsável pela tocha, torna necessário mudanças no posto de trabalho por apresentar o nível de ação 0.56 e valor limite 0.78, para a mão esquerda.

O método RULA, responsável por avaliar esforços relacionados à parte superior do corpo, foi aplicado para a atividade de soldagem, e atingiu a pontuação final 7, resultado relacionado ao maior risco possível, sendo necessárias mudanças imediatas. Isso se deve em grande parte devido à postura do operador durante a soldagem: costas inclinadas com o troco e pescoço levemente torcidos, com os braços sem apoio e pulso levemente inclinado para acessar a região de soldagem. Além disso, o operador realiza o trabalho sentado sem apoio adequado para os pés.

O conforto ambiental foi avaliado em dois âmbitos: acústico e lumínico. Para a tomada de medidas foi utilizado um luxímetro e um sonômetro, utilizados durante um período de pausa da atividade de soldagem. Os resultados estão descritos no Quadro 1.

	Ruído	**Iluminação**
Resultado obtido	91 dB máquinas ligadas	75,64 lux
Exigido pela norma	Máx. 85 dB	Mín. 500 lux, classe B

Quadro 1 - Resultados medidos de ruído e iluminação.

3.4. Diagnóstico ergonômico

Com base nos resultados apresentados, identificou-se que os principais problemas posturais encontrados no posto de trabalho são: postura estática sentada com inclinação das costas e pescoço excessivos e por longo período, além da ausência de apoio adequado para os pés, e atividade repetitiva da mão esquerda com inclinação inadequada do pulso.

Apesar da altura da cadeira e da mesa estar na faixa adequada para o operador, é necessário um fino ajuste fino da altura, além da angulação da mesa a fim de obter melhoria no apoio para os braços, e diminuir a inclinação das costas e do pescoço. Quanto às variáveis de conforto ambiental, apesar de o nível de ruído só exceder o limite da norma quando todas as máquinas estiverem ligadas, caso que ocorre com pouca frequência, são necessárias medidas preventivas para evitar o desconforto do operador. Para se realizar o controle da qualidade de solda, é necessária uma quantidade maior de iluminação na bancada de trabalho.

3.5. Recomendações ergonômicas

A partir do diagnóstico ergonômico, recomenda-se a substituição do modelo atual de cadeira por um modelo com ajuste de altura e menor inclinação do apoio para as costas, que no modelo atual é inutilizável. Para os pés deve-se adquirir um apoio adequado. Também é necessária a substituição da mesa de solda por um modelo com ajuste de altura, e preferencialmente com ajuste de angulação e rasgos para facilitar o encaixe das peças a serem soldadas, ambas a mesa e a cadeira precisam ser feitas de material não inflamável. Para o operador avaliado, aconselha-se que a altura da mesa seja de cerca de 820 mm, altura recomendada para tarefas de alta precisão (GRANDJEAN, 1998) e a altura da cadeira de cerca de 440 mm.

Quando todas as máquinas estiverem ligadas, recomenda-se que o operador utilize um protetor auricular. Como o uso da máscara de solda pode atrapalhar o uso do protetor tipo concha, recomenda-se o uso de um modelo intra-auriculares. Para aumentar a iluminação da bancada, sugere-se a instalação de uma luminária ajustável anexada à mesa, com intensidade luminosa o bastante para alcançar 500 lux.

4. Conclusões

Apesar da baixa carga de soldagem de um laboratório, a natureza da atividade e riscos ergonômicos envolvidos são os mesmos evidenciados em empresas de médio a grande porte. Mesmo que as recomendações ergonômicas sugeridas sejam implementadas para reduzir os riscos identificados os problemas relacionados à postura estática sentada e atividade repetitiva

devem ser acompanhados pelo laboratório para monitorar seus impactos a longo prazo na saúde do trabalhador. Caso seja averiguada a necessidade de maiores intervenções, recomenda-se a realização de um estudo posterior considerando a frequência e duração das pausas pós soldagem.

REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. et al. **Introdução à Ergonomia: da prática a teoria**. São Paulo: Edgar Blucher, 2009.

BRIDGER, R.S. **Introduction to ergonomics**. 2ª edição, Londres, Taylor & Francis, 2003.

GRANDJEAN, E. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4 ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.

GUÉRIN, F. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia.** São Paulo: Blucher: Fundação Vanzolini, 2001.

KARHU, O. et al. **Correcting working postures in industry: A practical method for analysis**. Applied Ergonomics, 1977.

LATKO, W. A. et al. **Development and evaluation of an observational method for assessing repetition in hand tasks**. American Industrial Hygiene Association Journal, v.58, n.4, 1997.

MACHADO; GUERRA, I. **Soldagem & Técnicas Conexas: Processos**. Porto Alegre: Machado, 1996.

MAGRINI; OLIVEIRA, R. **Segurança do Trabalho na Soldagem Oxiacetilênica**. 2.ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.

OCCHIPINTI, E.; COLOMBINI, D. **Proposal of a concise index for the evaluation of the exposure to repetitive moviments off the upper extremist (OCRA Index)**. Med Lav, 1996.

VIDAL, M. C. R. **Guia para Análise Ergonômica do trabalho (AET) na empresa: uma metodologia, ordenada e sistematizada.** 2ª ed. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2012.

SANTOS JÚNIOR, R. L. de F. **Processo perceptivo humano e a fadiga cognitiva nas empresas de vigilância privada**. Tese (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico., 2010.

SILVA, S. A. **Análise ergonômica do trabalho do soldador: contribuição para projetação ergonômica**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003.