

Análise postural de um soldador TIG em uma indústria metalmeccânica mediante os métodos RULA e REBA

Leticia Vieira (UDESC) leetivieira@hotmail.com
Mateus Rodrigues de Souza (UDESC) mateus-souz@hotmail.com
Rene A. Santa Cruz (UDESC) Adolfo.rodriguez@udesc.br

Resumo:

As situações de risco no desenvolvimento das atividades nos postos de trabalho podem estar relacionadas com vários fatores como, por exemplo, as características do próprio processo operacional e as condições do meio ambiente de trabalho. Diferentes fatores aos que o colaborador fica exposto durante sua jornada de trabalho podem afetar a saúde e bem-estar. Neste cenário, é essencial que as organizações produtivas procurem alternativas para adequar o posto de trabalho às características, habilidades e limitações do colaborador, visando assim proporcionar segurança, saúde, bem-estar, conforto e satisfação no exercício de suas atividades. Este trabalho apresenta a análise da postura de um soldador TIG (*Tungsten Inert Gas*) em um posto de trabalho de uma fábrica do setor metalmeccânico localizado no sul do Brasil. A análise foi realizada com base em duas posturas consideradas críticas durante a atividade de soldagem. Neste estudo foram utilizados dois métodos, RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). Os resultados apontaram a necessidade de intervenção ergonômica e posterior melhoria de alguns aspectos referidos à própria atividade.

Palavras chave: Ergonomia, Solda TIG, REBA, RULA.

Postural analysis of a TIG welder in a metal-mechanic industry using the RULA and REBA methods

Abstract

The risk situations in the development of the activities in the workstations can be related to several factors, for example, the characteristics of the own operational process and the conditions of the work environment. Different factors to which the employee is exposed during his working day can affect health and well-being. In this scenario, it is essential that productive organizations seek alternatives to adapt the work station to the characteristics, abilities and limitations of the employee, aiming to provide safety, health, well-being, comfort and satisfaction in the exercise of their activities. This work presents the analysis of the posture of a TIG (*Tungsten Inert Gas*) welder in a workstation of a metal mechanical plant located in the south of Brazil. The analysis was performed based on two positions considered critical during the welding activity. In this study, two methods were used: RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) and REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). The results pointed out the need for ergonomic intervention and subsequent improvement of some aspects related to the activity itself.

Key-words: Ergonomics, TIG welding, RULA, REBA

1. Introdução

O cenário de dificuldade econômica vivenciada pelas organizações produtivas brasileiras acentuou a necessidade de melhores níveis de qualidade e produtividade. A pressão sobre as empresas, em função da alta concorrência nos mercados cada vez mais competitivos, de certa forma tem influenciado no desempenho dos colaboradores, e como consequência, maior a possibilidade de riscos, acidentes e doenças ocupacionais. As situações de risco no desenvolvimento das atividades nos postos de trabalho podem estar relacionadas ao processo operacional e as condições do meio ambiente de trabalho. Diferentes fatores aos que o colaborador fica exposto durante sua jornada de trabalho podem afetar a saúde, como por exemplo, a iluminação dos ambientes, níveis de ruído, humidade, temperatura, repetitividade, esforço físico, exigências cognitivas, posturas inadequadas, estresse, entre outros (VASCONCELOS et al., 2015).

No entendimento de Hoffmeister et al. (2015) para maximizar o sucesso, as organizações devem ter um clima que suporte o desempenho operacional, eficiência da produção, qualidade do produto, bem estar do colaborador saúde e segurança. Ainda segundo esse autor, uma maneira abrangente de conseguir esta finalidade é aplicando a ergonomia nos postos de trabalho, visto que ela visa modificar o trabalho para eliminar os processos que possam desencadear riscos de lesões corporais no colaborador. Assim sendo, a aplicação dos conceitos e ferramentas da ergonomia é essencial para que as organizações produtivas procurem alternativas para adequar o posto de trabalho às características, habilidades e limitações do colaborador.

De acordo com a Associação Brasileira de Ergonomia – ABERGO a ergonomia poder ser entendida como uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e a aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem estar humano e o desempenho global do sistema. Assim, a ergonomia é fundamental para adaptar o ambiente de trabalho às características e limitações do ser humano. De outro lado, a Análise Ergonômica do Trabalho (AET) deve atender os critérios de demanda, análise minuciosa da tarefa e a análise da atividade desenvolvida pelo trabalhador a em termos físicos, cognitivos e organizacionais.

O presente estudo tem como objetivo realizar a análise da postura de um soldador TIG em posto de trabalho de uma empresa do setor metalomecânico da região sul do Brasil que produz equipamentos industriais. A soldagem é uma parte importante do processo de fabricação dos equipamentos, e através deste estudo visa-se propor melhorias para evitar situações de risco e aumentar o conforto e bem-estar do colaborador no desenvolvimento de suas atividades.

Para atingir esse objetivo, o restante do artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta uma breve descrição do processo de soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas*) e dos métodos RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) e REBA (*Rapid Entire Body Assessment*). A Seção 3 descreve a metodologia utilizada no trabalho. A Seção 4 apresenta a análise do posto de trabalho e os resultados de duas posturas observadas no desenvolvimento da atividade do soldador TIG. Por fim as considerações finais são expostas na Seção 5.

2. Fundamentação teórica

Segundo a ABERGO o objetivo da ergonomia é adequar o sistema de trabalho ao ser humano, levando em consideração suas características, habilidades e limitações tendo como objetivo um trabalho confortável, seguro, e consequentemente, eficiente. De acordo com a *International Ergonomics Association* (IEA, 2000), a ergonomia é a disciplina científica relacionada ao conhecimento das interações entre os elementos de um sistema e o ser humano, e que aplica teoria, princípios, dados e métodos para adaptar o trabalho a fim de otimizar o bem-estar humano.

2.1. Processo de soldagem

O processo de soldagem é um processo de fabricação utilizado para união, o qual tem o intuito de revestimento e/ou manutenção na escala atômica, com ou sem o emprego de pressão e/ou com ou sem a aplicação de calor (BARRA, 2017).

No processo de soldagem TIG (*Tungsten Inert Gas*), estabelece-se um arco elétrico entre a peça de trabalho e o eletrodo de tungstênio. O gás inerte (não reage com outros materiais), geralmente argônio ou hélio, tem a função de proteger a poça de fusão e o eletrodo contra os efeitos da atmosfera. O fluxo é direcionado por um bocal que circunda o eletrodo e quando necessário é adicionado metal de adição, conforme se mostra na Figura 1. No processo TIG, o aquecimento é obtido por meio de um arco elétrico gerado com auxílio de um eletrodo não consumível de tungstênio o qual não deve se fundir para evitar defeitos ou discontinuidades no cordão de solda. (INFOSOLDA, 2017).

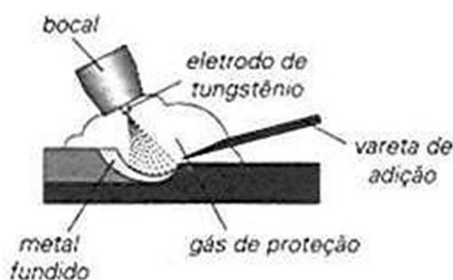


Figura 1 – Processo de soldagem TIG
Fonte: Infosolda (2017)

É possível adicionar material à poça de fusão, conforme a aplicação, assim sendo, o material deve ser compatível com a base. O processo TIG foi desenvolvido para soldagem de aços inoxidáveis e de ligas de alumínio e magnésio, hoje em dia é utilizado para soldar praticamente todos os metais.

2.2. Método de análise RULA

O método RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) desenvolvido por McAtamney e Corlett (1993) tem como finalidade analisar possíveis riscos de desordens musculoesqueléticas dos trabalhadores associado a posturas durante a atividade laboral levando em consideração os movimentos repetitivos e a força que podem ser necessários para executar determinada atividade. Este método é utilizado para investigar a exposição dos trabalhadores aos fatores de risco associados aos distúrbios musculoesqueléticos dos membros superiores.

A análise é realizada avaliando-se a postura do pescoço, tronco e membros superiores (braço, antebraço e mãos) e relacionando-os com o esforço muscular e a carga externa a que o corpo

está submetido. Esta avaliação não requer equipamento especial e oferece uma rápida análise das posturas de pescoço, tronco e membros superiores. A avaliação é feita levando-se em consideração diferentes posturas corporais de maneira que uma pontuação numérica é atribuída à postura observada (MASSACCESI, 2003). Para esse efeito, o corpo é dividido em dois grupos A e B para serem pontuados de forma independente. O grupo A compreende o braço, antebraço e pulso, e o grupo B o pescoço, tronco e pernas. Com a ajuda de diagramas das posturas e escores é feita a avaliação dos fatores de risco durante a execução de uma atividade. As pontuações utilizadas variam de 1 a 7 para cada grupo de análise. A Tabela 1 mostra o nível, as pontuações e as indicações associadas para a ação de intervenção ergonômica (DOCKRELL, 2012).

Pontuação	Nível	Descrição
1 ou 2	1	A postura é aceitável se não for mantida
3 ou 4	2	Mais estudos são necessários, pode precisar de mudanças
5 ou 6	3	Mais estudos e mudanças em breve
7 ou mais	4	Estudos e mudanças necessárias imediatamente

Fonte: Adaptado de Dockrell et al., (2012)

Tabela 1 – Pontuação e níveis do método RULA

Como se observa na Tabela 1, são quatro os níveis com a respectivas ações de intervenção ergonômica.

2.3. Método de análise REBA

O Método REBA (*Rapid Entire Body Assessment*), desenvolvido por Hignett e McAtamney (2000) tem como finalidade a análise das posturas que podem ser sensíveis a riscos e distúrbios musculoesqueléticos no desenvolvimento de uma variedade de atividades, com foco na avaliação de posturas nos serviços de saúde e nas indústrias. Esta ferramenta permite analisar um conjunto de posturas adotadas pelos membros superiores (braço, antebraço e mãos), do tronco, da coluna cervical e das pernas.

A avaliação das posições dos segmentos corporais é realizada mediante a observação e designação de pontos utilizando tabelas com pontuações para cada segmento corporal. De esta maneira, a pontuação das posturas aumenta quando as posturas se desviam de uma posição considerada neutra. Na avaliação são definidos fatores considerados como determinantes na postura, bem como a força aplicada, o tipo de pegada, tipo de atividade muscular realizada pelo colaborador.

Por outro lado, o método permite também avaliar tanto posturas estáticas quanto dinâmicas, incorporando como característica a possibilidade de assinalar a existência de movimentos fadigantes e posturas inadequadas ou com riscos para a saúde. O escore final é calculado mediante a soma das pontuações obtidas nos segmentos do corpo e indica o nível de risco. A Tabela 2 mostra os níveis de risco e as ações segundo a pontuação final obtida.

Pontuação	Nível	Risco	Ação
1	1	Não	Não é necessária intervenção
2 - 3	2	Baixo	Pode ser necessária intervenção
4 - 7	3	Médio	É necessária a intervenção
8 - 10	4	Alto	Intervenção em breve
11 - 15	5	Muito alto	Intervenção imediata

Fonte: Adaptado de McAtamney e Hignett (2000)

Tabela 2 – Pontuação e níveis do método REBA

Como se observa na Tabela 2, são 5 os níveis de risco com a pontuação final variando de 1 até 15 com as respectivas ações de intervenção ergonômica.

3. Metodologia

A metodologia aplicada no presente trabalho é de abordagem qualitativa, pois tem como objetivo observar e compreender a atividade estudando suas particularidades e experiências. Em relação ao objetivo pode ser caracterizado como uma pesquisa exploratória visto que tem a finalidade de expor e proporcionar maior entendimento de um determinado problema (GIL, 2008). No entendimento de Marconi e Lakatos (2003) a essência de toda pesquisa é de caráter qualitativo visto que fornece clareza ao entendimento e permite que a questão inicial seja remodelada ao longo do estudo. O estudo de caso é uma maneira de fazer pesquisa. Esta pesquisa pode ser caracterizado como um estudo de caso visto que analisa, através de pesquisa de campo, a qualidade ergonômica do posto de trabalho apresentando os pontos críticos e sugestões para as melhorias.

Quanto ao procedimento metodológico, foi utilizada a metodologia da AET, isto é: análise da demanda, da tarefa e da atividade, diagnóstico e caderno de recomendações. A coleta de informações foi realizada mediante observação direta, coleta de imagens, entrevistas não estruturadas, medições e verificações dos elementos e fatores presentes no posto de trabalho. Os métodos aplicados para avaliar a postura são o REBA e RULA. Já para coletar os dados do ambiente são utilizados os aparelhos: luxímetro (para medir a intensidade da luz) e decibelímetro (para medir a intensidade do ruído).

4. Análise postural de um soldador TIG.

O estudo aqui apresentado foi realizado em uma empresa do setor metalmeccânico localizada no sul do Brasil que fabrica equipamentos para indústrias. A soldagem é uma parte importante do processo de fabricação dos equipamentos. Em um posto de soldagem foi realizada a análise das posturas de um soldador TIG.

Para a análise foi levado em consideração fatores como a exposição do colaborador à radiação emitida pela abertura do arco elétrico, os possíveis riscos devido à geração de gases pela fusão do metal e problemas musculares devido à má postura por grandes intervalos de tempo. Assim sendo, há possibilidade de risco de queimaduras por se tratar de um processo que ocorre a alta temperatura, e lesão muscular pela queda do material a ser trabalhado o que em alguns casos são peças grandes e pesadas. Por outro lado, o colaborador analisa os desenhos técnicos recebidos e compará-los com as peças realizadas, realiza a conferência dos mesmos e a leitura de onde e como será realizada a solda.

O colaborador no posto de trabalho de solda tem experiência de vários anos na função de soldador TIG e realiza a atividade durante um turno de 8 horas com intervalo de uma hora de segunda a sexta. O espaço físico no posto de trabalho é de 5 x 6m e possui uma mesa de 3 x 2m e mais todo o restante de equipamentos e ferramental necessário para o trabalho de soldagem. Os meios técnicos necessários para o trabalho de soldagem são os seguintes: um inversor de frequência e tocha e talha para içar as peças.

O colaborador utiliza equipamentos de proteção individual, como por exemplo, botina cano longo com biqueira de aço, calça em brim, camisa manga longa em brim, mangote em brim, avental, luva de vaqueta, touca e máscara de solda com escurecimento automático.

A observação realizada possibilitou a análise de duas posturas adotadas pelo colaborador no desenvolvimento da atividade (em diante denominadas posturas *a* e *b*). A Figura 2 mostra a

primeira postura do soldador TIG no posto de trabalho.



Figura 2 – Postura (a) do soldador TIG

A análise da postura foi realizada utilizando o método RULA. A Figura 3 mostra a aplicação deste método para a primeira postura observada. Conforme análise do ombro/braço a pontuação atribuída foi dois devido ao ângulo que o colaborador está segurando a tocha de soldagem ser entre 20° e 45°. Para o cotovelo o valor atribuído foi um, pois o mesmo encontra-se entre 60° e 100°. Para o punho foi considerado o coeficiente dois, pois o colaborador está segurando seu instrumento de trabalho com angulação entre -15° e +15°. Devido às rotações no punho serem de amplitude média foi atribuído um peso um. Segundo a análise do pescoço constatou-se uma inclinação de +20° dessa maneira a pontuação atribuída foi de três. Para o tronco foi estipulado uma pontuação de dois, pois o mesmo encontra-se inclinado entre 0° e 20° e adicionado um devido ao fato de o tronco estar inclinado lateralmente. As pernas receberam peso de um, pois estão apoiadas.

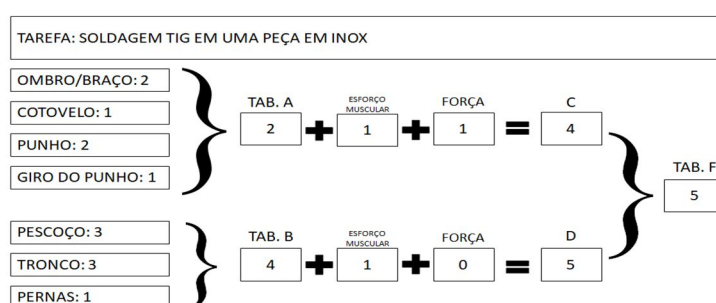


Figura 3 – Análise RULA da postura (a) do soldador TIG

A segunda postura analisada é mostrada na Figura 4.



Figura 4 – Postura (b) do soldador TIG

Com base na análise da postura mostrada na Figura 4 foi possível preencher o formulário de avaliação do método RULA conforme se mostra na Figura 5. Para análise do ombro/braço foi considerado a pontuação de quatro, pois o mesmo encontra-se com uma abertura de 90°. O cotovelo recebeu peso dois visto que está inclinado a mais de 100°. O punho obteve pontuação dois já que para o processo de soldagem a inclinação deve estar entre -15° e +15°. A amplitude de giro é mediana, portanto alcançou peso um. Para o pescoço auferiu-se uma pontuação um, pois o ângulo de trabalho encontra-se entre 0° e 10° e, por conseguinte foi adicionado um em consequência de sua inclinação. O tronco atingiu o peso um por estar em posição ereta e acrescentou-se um em virtude de sua rotação. Para as pernas adquiriu-se uma pontuação de um, pois estão apoiadas.

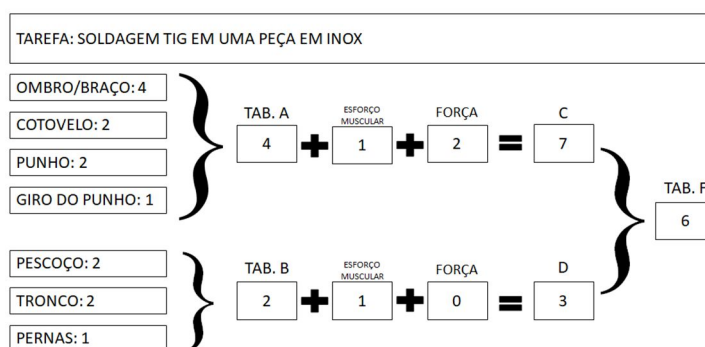


Figura 5 – Análise RULA da postura (b) do soldador TIG

A avaliação de ambas as posturas também foi realizada utilizando o método REBA. Para a primeira postura, mostrada na Figura 2, o formulário caracterizou-se da forma apontada na Figura 6. Para o tronco foi estipulado uma pontuação de dois, devido ao fato dele estar inclinado entre 0-20°. Já o pescoço teve peso dois, em razão de estar inclinado mais que 20° e adicionado um devido à rotação lateral. Para as pernas verificou-se pontuação dois, pois a postura está instável. O braço obteve dois já que possui uma angulação entre 20 – 45°. O antebraço recebeu peso dois, pois cria um ângulo maior que 60° ao segurar a tocha de solda. Por fim, para o punho foi determinado o número dois devido ao fato de criar um ângulo maior que 15° ao segurar o dispositivo.

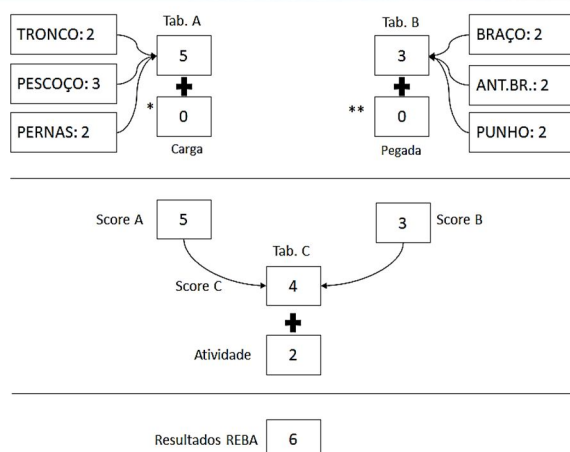


Figura 6 – Análise REBA da postura (a) do soldador TIG

Para a segunda postura, conforme se mostra na Figura 4, a análise através do método REBA permitiu estabelecer a pontuação conforme se expõe na Figura 7. Para o tronco foi estipulado o valor de dois devido a leve inclinação, sendo ela menor de 20°, e adicionado um pela torção do tronco. Na região do pescoço o estudo realizado pontuou dois em razão de a inclinação ser negativa causando uma extensão do pescoço. Já para pernas o resultado obtido foi de um, pois o corpo está suportado bilateralmente. Para os braços observou-se uma abertura maior que 90°, gerando quatro pontos, há também rotação necessária para o processo de soldagem o que somou um ponto e por último há uma elevação do ombro o que ocasiona um acréscimo de um, sendo assim totaliza seis pontos. No antebraço percebe-se uma inclinação entre 60° e 100° e assim atinge a pontuação dois. Para o punho a análise chegou a pontuação de dois sendo que, um ponto pela flexão até 15° e um ponto pelo desvio lateral necessário para o processo de soldagem.

Para as duas análises do utilizando o método REBA, como a carga é inferior a 5 kg e há uma boa pegada ambos receberam pontuação zero. No campo atividade foi acrescentado um devido ao fato de haver partes do corpo que ficam estáticas por mais de um minuto e acrescentado um devido aos movimentos repetitivos.

Ao analisar os resultados e observar a Tabela 2 referente ao método RULA e a Tabela 3, referente ao método REBA, as quais relacionam o valor resultante da análise com a atitude que deve ser tomada, observa-se que uma intervenção na questão da postura é necessária e exige mudanças imediatas.

Em relação às características e condições físico-ambientais, por se tratar de uma fábrica metalúrgica e também devido ao fato de todo o setor produtivo estar no mesmo setor o ruído é constante provido do trabalho próprio e do alheio. Com a ajuda de um decibelímetro o ruído medido foi de 85dB. Com referência à iluminação, ela é feita através de lâmpadas que se localizam no teto da fábrica. Com a ajuda de um luxímetro a taxa de emissão obtida foi de 150 a 200 lux. Além disso, os outros fatores abordados na NR 17 com relação a iluminação foram observados:

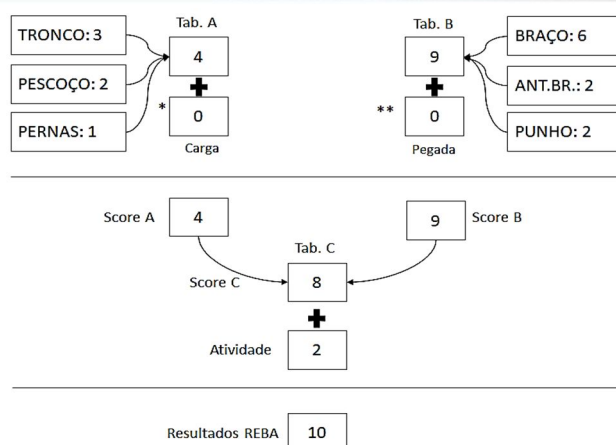


Figura 7 – Análise REBA da postura (b) do soldador TIG

Ambos os tópicos estavam de acordo, mediante observação direta no ambiente. Para medir o ruído do ambiente de trabalho, foi utilizado o decibelímetro por aproximadamente 17 minutos no lugar onde o operador estava operando a solda.

Segundo a NR 15 os limites de tolerância de ruído contínuo ou intermitente estão relacionados com o tempo de exposição durante a atividade. Além disso, observou-se que o colaborador usa permanentemente o protetor auricular o qual reduz o ruído em até 15 DB considerando sua utilização 100 % do tempo de exposição.

Já com relação a iluminação, segundo a NBR ISSO 8995/1, a qual estabelece a iluminância para a atividade de soldagem deve ser entre 150 - 300 lux portanto este valor está adequado ao ambiente.

Para a questão auditiva, há picos com uma elevação de decibéis no ambiente, porém com a utilização do protetor auricular, o colaborador está sendo protegido.

Ao observar as atividades realizadas, e o impacto que as mesmas causam ao colaborador, sugere-se a utilização de uma mesa com regulagem de altura; um gabarito para apoio de peça; apoiador para posturas inclinadas e uma escada ou plataforma com regulagem de altura;

5. Considerações finais

A análise ergonômica do posto de trabalho é de extrema importância, pois auxilia na observação de pontos de melhoria, um dos tópicos mais importantes abordados no curso de Engenharia de Produção.

Ao realizar a análise da postura do soldador TIG verificou-se que há necessidade de intervenção no posto. Assim sendo as ações listadas são pontos a serem aplicados para melhorar o resultado do estudo, bem como fazer com que o colaborador tenha uma maior segurança e conformo no desenvolvimento da atividade de solda.

Referências

ABERGO, [20__]. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/internas.php?pg=o_que_e_ergonomia>. Acesso em: 7 Agosto. 2018.

BARRA, S. R., *Processo de soldagem*. Disponível em: <http://www.sitedasoldagem.com.br/conceito_basico/>. Acesso em 6 agosto 2018

BRASIL. Ministério do Trabalho. *Norma Regulamentadora NR 15 – Atividades e operações insalubres.* Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2014. Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR15/NR-15.pdf>>. Acesso em: 09 agosto de 2018.

DOCKRELL, SARA et al. *An investigation of the reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) as a method of assessment of children s computing posture.* Applied Ergonomics, 43, p. 632-636, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.09.009>

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa.* 4 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

INFOSOLDA. *Processo TIG: Características.* Disponível em: <<http://www.infosolda.com.br/biblioteca-digital/livros-senai/processos/167-processo-tig-caracteristicas.html>>. Acesso em: 2 de agosto 2018.

HIGNETT, S.; MCATAMNEY, L. *Rapid Entire Body Assessment (REBA),* Applied Ergonomics, 31 p. 201-205. 2000

IEA, International Ergonomics Association. *Definition and domains of ergonomics.* 2000. Disponível em: <http://www.iea.cc/whats/index.html>. Acesso em: 02 agosto de 2018.

HOFFMEISTER, K.; GIBBONS, A.; SCHWATKA, N.; ROSECRANCE, J. *Ergonomics Climate Assessment: A measure of operational performance and employee well-being,* Applied Ergonomics, Vol 50, p. 160-169, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.03.011>.

MARCONI, MARINA DE ANDRADE; LAKATOS, EVA MARIA. *Fundamentos de metodologia científica.* 5. ed. São Paulo: Atlas, 2007

MCATAMNEY, L.; CORLETT, N. *RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders,* Applied Ergonomics, vol 24(2), p. 91-99, 1993. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(93\)90080-S](https://doi.org/10.1016/0003-6870(93)90080-S).

MASSACCESI, M. et al. *Investigation of work-related disorders in truck drivers using RULA method,* Applied Ergonomics 34, p. 303-307, 2003. [https://doi.org/10.1016/S0003-6870\(03\)00052-8](https://doi.org/10.1016/S0003-6870(03)00052-8)

VASCONCELOS, F. M. DE et al. *Riscos no ambiente de trabalho no setor de panificação: um estudo de caso em duas indústrias de biscoitos.* Gestão & Produção, v. 22, n. 3, p. 565–589, 2015.