

ANÁLISE DE AGENTES FÍSICOS E QUÍMICOS EM LABORATÓRIO DE SOLDAGEM DE INSTITUTO DE ENSINO TÉCNICO

GEORGE SCARPAT GIACOMIN¹

¹Me. Tecnologias Ambientais, Prof. Adj. FAACZ, Aracruz-ES, georgegiacomini@gmail.com;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
Palmas/TO – Brasil
17 a 19 de setembro de 2019

RESUMO: Dentre os processos de fabricação mecânica, o processo de soldagem é um dos que apresenta maior risco à saúde do indivíduo exposto, logo se torna muito importante o entendimento e o controle dos ambientes destinados a esta atividade, para que os riscos sejam mitigados. Este trabalho se propõe a realizar um amplo levantamento dos riscos ambientais e de acidentes e propor melhorias voltadas ao espaço destinado às operações de soldagem de uma instituição de ensino técnico, visando à preservação da saúde e integridade física de todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na atividade. A análise detalhada das condições ambientais quanto à exposição a agentes físicos (calor, ruído e radiação) e agentes químicos (fumos e poeiras metálicas), visa à preservação da saúde e integridade física de todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na atividade. Após esta análise, verificou-se a necessidade de intervenção neste local para que melhorias sejam implantadas. Portanto, de modo geral, verificou-se a necessidade de melhorias em alguns itens no laboratório de soldagem, pois estes afetam diretamente a exposição aos agentes de risco dos alunos e instrutores durante a realização das aulas práticas de soldagem.

PALAVRAS-CHAVE: Soldagem, riscos ambientais, segurança do trabalho.

ANALYSIS OF PHYSICAL AND CHEMICAL AGENTS IN WELDING LABORATORY OF INSTITUTE OF TECHNICAL EDUCATION

ABSTRACT: Among the mechanical fabrication processes, the welding process is one of the ones that poses a greater risk to the health of the exposed individual, so it becomes very important the understanding and control of the environments destined to this activity, so that the risks are mitigated. This work proposes to carry out a broad survey of environmental and accident risks and propose improvements aimed at the space destined to welding operations of a technical education institution, aiming at preserving the health and physical integrity of all persons directly or indirectly involved in the activity. The detailed analysis of the environmental conditions regarding the exposure to physical agents (heat, noise and radiation) and chemical agents (fumes and metallic dust), aims at preserving the health and physical integrity of all persons directly or indirectly involved in the activity. After this analysis, the need for intervention at this location was verified for improvements to be implemented. Therefore, in general, there was a need for improvements in some items in the welding laboratory, as these directly affect the exposure to risk agents of the students and instructors during the accomplishment of the practical classes of welding.

KEYWORDS: Welding, environmental hazards, work safety.

INTRODUÇÃO

A soldagem, atualmente, é amplamente empregada na união de componentes de estruturas metálicas e de equipamentos para as finalidades mais diversas. As grandes vantagens da soldagem sobre os demais processos de união consistem em sua simplicidade e economia, uma vez que a execução das juntas soldadas requer quantidades relativamente pequenas de material (MACHADO, 1996). Desde a sua introdução, o processo de soldagem elétrica tem contribuído decisivamente para o aperfeiçoamento dos projetos e para a modernização das estruturas metálicas. Os processos de soldagem têm um amplo

campo de aplicação, incluindo, entre outros, construção naval, estruturas civis, vasos de pressão, tubulações, equipamentos diversos, dentre outros (OKUMURA e TANIGUCHI, 1992).

O processo de soldagem pode ser considerado um dos mais usuais na indústria, esse por sua vez pode apresentar vários riscos ao soldador e/ou operador. Em suas atribuições operacionais a saúde do trabalhador pode ser afetada de várias maneiras, pois durante a jornada de trabalho o soldador está exposto a fumos de soldagem, gases, poeiras, partículas, radiações, vibrações, ruídos, calor e outros (MAGRINI, 1999). Além de todos estes riscos citados, o soldador está susceptível a riscos de acidentes como batidas, choques elétricos, queda de peças, respingos e fagulhas de solda. Contudo, é de extrema importância a utilização de sistemas e equipamentos para assegurar melhores condições de trabalho.

Sob essa perspectiva, o presente estudo aborda os problemas relacionados aos riscos agregados a atividade de soldagem, uma vez que esta é diretamente ligada aos postos de trabalho e ao ambiente no qual o trabalhador exerce sua atividade. Destaca-se a estreita relação existente entre as medidas de controle e proteção usadas para eliminar ou reduzir a intensidade dos riscos e a preservação da saúde e integridade física de todas as pessoas envolvidas direta ou indiretamente na atividade em um laboratório de ensino.

Diante do exposto, este trabalho se propõe a determinar os riscos associados ao desenvolvimento das operações de soldagem, estabelecendo um levantamento de riscos ambientais quanto à exposição a agentes físicos (calor, ruído e radiação) e agentes químicos (fumos e poeiras metálicas) no laboratório de soldagem do SENAI unidade Aracruz – ES.

MATERIAL E MÉTODOS

Os riscos do processo de soldagem acontecem durante a realização das atividades e os trabalhadores estão expostos a vários agentes físicos, químicos, biológicos, ergonômicos e de acidentes.

Para os riscos químicos, as partículas sólidas que são produzidas em consequência da vaporização e derretimento do eletrodo consumível, apresentando tamanhos reduzidos, entre 0,01 e 1,0 µm, compõem os fumos de soldagem (LYTTLE, 1999). Como as partículas geradas são extremamente pequenas, significa que são facilmente inaladas e podem atingir os pulmões. Desta forma a quantidade de fumos gerada e as concentrações de substâncias tóxicas dependem do método de soldagem utilizado.

Os principais agentes físicos presentes nos ambientes de trabalho que apresentam processos de soldagem são as radiações não ionizantes, as emissões eletromagnéticas, o ruído e a vibração. Todos os processos de soldagem por arco elétrico emitem, além de luz visível, radiação infravermelha e ultravioleta – U.V., que é responsável por transformar em ozônio o oxigênio presente na atmosfera ou no gás de proteção. Outros processos que podem produzir radiação são os de corte, como corte oxiacetilênico, plasma e laser, entre outros (GAREIS, 1994). Outro elemento que pode causar danos à saúde dos trabalhadores é a radiação ultravioleta – UV. Ela é gerada pelos processos de soldagem que empregam arco elétrico, como MIG/MAG, TIG, e pode causar danos tanto aos soldadores como aos demais trabalhadores dos postos vizinhos aos de solda.

Operações de soldagem e corte podem produzir ruídos que podem ter origem no processo, na fonte de energia ou outro equipamento. O soldador está exposto a um ambiente ruidoso, seja em consequência do equipamento que utiliza, do emprego de ferramentas de acabamento, como esmerilhadeiras, que muitas vezes compartilham o mesmo posto de trabalho, seja pelo uso de marretas na correção do posicionamento das peças eventualmente deformadas durante a soldagem, seja pelo ruído gerado nos outros postos de trabalho que compartilham o mesmo ambiente (MAGRINI, 1999). A escolha do processo de soldagem empregado é um dos fatores que vão determinar o nível de ruído a que o soldador será exposto.

Para segurança no processo de soldagem, devem ser tomadas medidas de prevenção nas operações e nos locais de soldagem e corte, promovendo a segurança tanto para o soldador como para as pessoas que trabalhem em áreas próximas e para as instalações, evitando-se acidentes e não comprometendo o trabalho em execução. Para o caso de proteção individual, é necessário o uso de EPIs como luvas, avental e perneira de raspa de couro, capuz de brim, dentre outros, visando proteger os membros superiores, membros inferiores, tórax e cabeça. Para atenuar os efeitos dos riscos durante a soldagem, o soldador deve utilizar os EPIs específicos para esse trabalho. Os EPIs oferecem proteção contra calor, respingos e radiação emitida durante o processo de soldagem. É impotente salientar que a instituição de ensino fornece todos os EPIs necessários para a realização das aulas práticas de soldagem.

O presente estudo utilizou-se de duas abordagens: qualitativo, para descrever a realidade encontrada, bem como realizar um diagnóstico e, quantitativo, no tratamento e análise dos dados, visto que estes se valeram de técnicas estatísticas. Os estudos de campo foram conduzidos através de visitas técnicas e entrevistas e envolveram uma população representativa de alunos e mestres não inferior a 50% de todos os períodos (matutino, vespertino e noturno) dos cursos de soldagem ofertados pela instituição avaliada.

Durante os estudos de campo, também foram observados in loco, os aspectos físicos e ambientais do laboratório de soldagem onde os cursos são ministrados. Itens como luminosidade, temperatura, ventilação, ruído, instalações elétricas e condições gerais dos equipamentos de soldagem foram avaliados através de equipamentos apropriados e calibrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Centro Integrado SESI/SENAI, unidade Aracruz, como foco de estudo o Bloco Metalmecânica, especificamente o laboratório de soldagem que é dividido em dois setores: interno e anexo. O laboratório de soldagem interno é destinado à soldagem MIG, MAG e TIG. Este laboratório é composto por 26 cabines de soldagem de 1500 mm de altura x 1800 mm de comprimento x 1300 mm de largura, conforme modelo de cabine visualizada na figura 1.

Figura 1 – Cabine de soldagem.



Fonte: Os autores, 2015.

O laboratório de soldagem anexo ao bloco metalmecânica possui uma área construída total de aproximadamente 350 m² e 30 cabines de soldagem (todas pintadas na cor cinza). As dimensões das cabines são 1050 mm de altura x 2000 mm de comprimento x 950 mm de largura e permitem a presença de apenas uma pessoa (aluno) por vez em seu interior, visto que ao centro de cada cabine há um suporte, conforme figura 2, não padronizado para sustentação das peças (chapas e/ou tubos) em soldagem e que ocupa boa parte da área útil interna.

Figura 2 - Área de circulação e cabines do laboratório de soldagem anexo.



Fonte: os autores, 2015.

O laboratório em questão não possui qualquer sistema de circulação forçada de ar, captação de fumos e/ou gases provenientes da soldagem. A ventilação é natural por meio de uma grade instalada na parte superior das cabines de soldagem.

As máquinas de solda (uma por cabine) são convenientemente alocadas no ambiente do laboratório conforme o processo de soldagem em instrução. Dependendo do processo de soldagem utilizado durante uma dada aula, há a necessidade do uso de gás de proteção adicional (CO₂, Ar ou

misturas destes), estes por sua vez, são armazenados em cilindros entregues pelos fornecedores e dispostos sobre as máquinas de solda, conforme figura 3.

Figura 3 – Cilindros com gás de proteção dispostos junto às máquinas.



Fonte: os autores, 2015.

Após a interpretação de normas citadas neste trabalho, análise da documentação apresentada pelo SENAI, medições em campo, entrevistas e visitas técnicas ao laboratório de soldagem, realizadas durante os três turnos (matutino, vespertino e noturno), foi possível identificar algumas situações, desvios e oportunidades de melhoria.

Todas as 30 cabines de soldagem foram dimensionadas e construídas satisfatoriamente, no entanto, estão pintadas na cor cinza claro no laboratório anexo e de amarelo e preto brilhante no laboratório interno, o que prejudica consideravelmente o conforto e a segurança do soldador/operador de soldagem em treinamento e instrutor. Isso acontece porque grande parte da radiação ultravioleta proveniente do processo de soldagem é refletida pelas “paredes” da cabine, retornando por trás da máscara de proteção. Estas divisórias devem ser pintadas com tinta escura fosca não inflamável. Adicionalmente, utilizam-se cortinas apropriadas para a soldagem e estas devem ser instaladas em cada cabine com o intuito de conter ao máximo a radiação dispersa.

A ausência de circulação de ar, constatada por meio de medições realizadas em diferentes pontos do laboratório em diferentes horários e dias, evidenciou um sério risco à saúde dos alunos e instrutores. Retenções de fumos metálicos são facilmente identificadas no ambiente do laboratório e em especial no interior das cabines. Uma ventilação local exaustora se faz necessária no ambiente, bem como a exaustão individual sobre a peça em soldagem em cada cabine de soldagem, para reduzir a concentração de fumos e particulados, a fim de manter a concentração de contaminantes no ambiente dentro dos limites estabelecidos pelas normas, diminuindo assim a exposição dos alunos e instrutores. Isto se deve também a baixa circulação de ar natural no local. Adicionalmente, máscaras de solda individuais com ar mandado podem ser empregadas com o intuito de garantir o conforto e segurança do soldador mediante a renovação mínima de $57 \text{ m}^3/\text{min}$ de ar filtrado, conforme estabelecido pela FBTS para a soldagem com o processo de eletrodo revestido.

Durante as etapas do processo de soldagem (acoplamento das peças, soldagem, esmerilhamento e escovamento e inspeção) foram feitas medições da exposição ocupacional ao ruído em diversos pontos do laboratório de soldagem. Os valores encontrados foram alcançados através de medições pontuais e leituras instantâneas conforme NHO-01 da FUNDACENTRO. Nos casos em que o aluno estava exposto a diversos níveis de ruído em diferentes tempos de exposição, foi identificado o ciclo de trabalho para cada atividade. Para os dados encontrados, foi calculado o nível de ruído equivalente (LEQ) de 88,9 dB(A) para a jornada referente ao período de aula que é de 3,5 horas/dia. Analisando o EPI fornecido pelo SENAI aos alunos e instrutores, que é um protetor auricular tipo plug, verificou-se que este garante (desde que utilizados corretamente) uma atenuação de 16db segundo NRRsf.

Considerando os valores obtidos na avaliação de exposição ocupacional ao ruído no laboratório de soldagem do SENAI unidade Aracruz-ES, observou-se que o Limite de Tolerância exigido pela NR-15 não foi ultrapassado, para um nível de ruído de 72,9 dB.

A exposição ocupacional ao calor foi avaliada através do "Índice de Bulbo Úmido Termômetro de Globo" – IBUTG. As medições foram efetuadas durante as aulas práticas de soldagem com o processo MIG/MAG (onde as maiores temperaturas foram registradas), à altura da região do corpo mais atingida pelo agente físico, conforme NHO-06 da FUNDACENTRO. Assim, a determinação do IBUTG propiciou a análise da atividade e posterior comparação com o Limite de Tolerância estabelecido pelo

Anexo N°3 da NR-15, Portaria 3.214/78 do MTE. Considerando apenas o ambiente interno do laboratório e sem carga solar, o valor de IBUTG encontrado foi de 27,14°C. Com o valor do índice IBUTG encontrado foi analisado o quadro 1, do anexo 3 da NR 15, consideramos que o regime de trabalho adotado, foi o de 45 min de trabalho por 15 min de descanso e a atividade de soldagem foi classificada como sendo moderada.

CONCLUSÃO

Ao realizar um amplo levantamento dos riscos ambientais e de acidentes no laboratório de soldagem do SENAI unidade Aracruz-ES, verificou-se que há necessidade de intervenção neste local para que melhorias sejam aplicadas.

Há necessidade de adequação das cabines de soldagem, sendo estas pintadas com tinta escura fosca não inflamável e instalação de cortinas apropriadas para a soldagem. As cortinas devem ser instaladas em cada cabine com o intuito de conter ao máximo a radiação dispersa pelo processo de soldagem, os respingos e favorecer a visibilidade do trabalho realizado pelo soldador sem afetar a saúde visual das pessoas próximas, principalmente os instrutores.

Como foi constatada ausência de circulação de ar ou baixa circulação de ar natural no laboratório de soldagem anexo, propõe-se a instalação em todas as cabines de um sistema de ventilação local exaustora – VLE – composto de captosres com dutos flexíveis para serem posicionados o mais próximo possível da bancada de soldagem, um ventilador do tipo exaustor, com redes de dutos interligando-o com os captosres e um coletor de partículas (ciclone ou filtro). Filtros de respiração ou máscaras com suprimento individual de ar para reduzir a exposição dos alunos também são opções adequadas. Portanto, de modo geral, a análise de risco do laboratório de soldagem evidenciou que algumas situações analisadas não atendem aos requisitos de segurança exigidos conforme normas vigentes, prejudicando de forma direta e indireta os alunos e instrutores que estão envolvidos no desenvolvimento das atividades de soldagem.

REFERÊNCIAS

- ACGIH. Tlvs e beis – Limites de Exposição (tlvs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (beis). Tradução: ABHO – Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais, 2010.
- Brandi, S.D., Análise da Transferência Metálica na Soldagem arco Elétrico com Eletrodo Revestido. Tese de Mestrado, USP, 1988.
- Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina Do Trabalho - FUNDACENTRO. NHO 01: Norma de Higiene Ocupacional – procedimento técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído. São Paulo, 2001.
- Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina Do Trabalho - FUNDACENTRO. NHO 06: Norma de Higiene Ocupacional – procedimento técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Calor. São Paulo, 2002.
- Garcia, R. P., Scotti, A. – Análise comparativa da geração de fumos entre arames maciços (GMAW) e tubulares (FCAW). Consolda 2009. Piracicaba-SP, V. 15, No. 2, p. 103-111, Abr/Jun 2010.
- Gareis, B. A soldagem, simples como ela é. Recife: SACTES, 1994. 223p. (Coleção Manuais Técnicos, n. 9).
- 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, I. G. Soldagem & técnicas conexas: processos. Porto Alegre: Machado, 1996. 477p.
- Magrini, R. O. Segurança do trabalho na soldagem oxiacetilênica. 2ª. Ed. São Paulo: Fundacentro, 1999. 72p.
- Ministério Do Trabalho E Emprego – MTE. NR 12: Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 20/03/2014.
- Ministério Do Trabalho E Emprego – MTE. NR 15: Atividades e Operações Insalubres. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 21/03/2014.
- Modenesi, P. J.; Marques, P. V. Soldagem I: Introdução aos processos de soldagem. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 51p.
- Nederman. Seleção de equipamentos para captação de fumos e gases de soldagem. Disponível em: <http://www.nederman.com.br/Downloads/Nederman%20-%20Fumos%20e%20Gases%20de%20Solda2.pdf>. Acesso em: 25/02/2014.
- Okumura, T.; taniguchi, C. Engenharia de Soldagem e Aplicações. São Paulo: LTC, 1982.
- Serviço Nacional De Aprendizagem Industrial (SENAI), Estrutura Organizacional, Disponível em: <<http://www.senai.br/portal/br/home/index.aspx>>. Acesso em: 29/07/2014.