

## MAPEAMENTO DOS PROCESSOS DE SOLDAGEM EM EMPRESAS DE JACOBINA/BA VISANDO ADEQUAÇÃO DO CURRÍCULO DO CURSO TÉCNICO EM ELETROMECAÂNICA

Leonardo dos Santos Oliveira <sup>1</sup>  
Manoel Juliano de Vasconcellos Neto <sup>2</sup>  
Flánelson Maciel Monteiro <sup>3</sup>  
Tércio Graciano Machado <sup>4</sup>  
Raimison Bezerra de Assis <sup>5</sup>

### INTRODUÇÃO

O processo de soldagem teve seu grande impulso durante a 2ª Guerra Mundial, devido à fabricação de navios e aviões, apesar do arco elétrico ter sido criado no século XIX. Esse processo é utilizado para fabricação de produtos e estruturas metálicas, tais como, veículos espaciais, locomotivas, veículos ferroviários e rodovias, pontes, prédios, gasodutos, plataformas marítimas, reatores nucleares e periféricos, trocadores de calor, utensílios domésticos, componentes eletrônicos entre outros. O desenvolvimento e aperfeiçoamento dos processos de soldagem são alcançados com a interação de três áreas: projeto de equipamentos soldados, desenvolvimento e aperfeiçoamento dos equipamentos de soldagem, bem como dos materiais, visando obter boa soldabilidade. Por isso, os processos de soldagem estão sempre em evolução (WAINER *et al.*, 2013). Segundo a definição da American Welding Society (1998), a soldabilidade é a capacidade que um material apresenta de ser soldado sob as condições impostas pelos códigos e normas de fabricação para uma estrutura específica e de forma aceitável e com desempenho satisfatório nos serviços pretendidos.

A indústria metal-mecânica, que compreende as indústrias metalúrgica, mecânica, materiais elétrico e de comunicações, e de material de transporte, segundo a classificação do IBGE, teve um alto desempenho nos últimos anos na Bahia, devido, principalmente, à encomendas oriundas dos setores petrolíferos e petroquímicos. Dentre todos os demais complexos industriais, o complexo industrial metal-mecânico é usualmente considerado o mais extenso. Os segmentos industriais que o compõem destacam-se pela grande heterogeneidade de seus produtos. Boa parte dos produtos oriundos das indústrias metal-mecânicas são demandados como insumos, que ao se combinarem com outros viabilizam a manufatura de diversos bens intermediários, de capital e de consumo final, muitos destes também produzidos para uso interior, como é o caso dos automóveis (GUERRA, 2014).

Dentro da estrutura curricular do curso técnico em Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia vem sendo discutida as estratégias de adequação e atualização da ementa da disciplina de soldagem, sendo necessário o mapeamento dos processos de fabricação (soldagem)

<sup>1</sup> Estudante do Curso Técnico em Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia – IFBA/ Campus Santo Amaro, [oleo98327@gmail.com](mailto:oleo98327@gmail.com);

<sup>2</sup> Estudante do Curso Técnico em Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia – IFBA/ Campus Santo Amaro, [manoelneto2015@icloud.com](mailto:manoelneto2015@icloud.com);

<sup>3</sup> Professor de Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia – IFBA/ Campus Irecê, [flanelsonmonteiro@yahoo.com.br](mailto:flanelsonmonteiro@yahoo.com.br);

<sup>4</sup> Professor de Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia – IFBA/ Campus Jacobina, [gracianomil@hotmail.com](mailto:gracianomil@hotmail.com);

<sup>5</sup> Professor orientador: Doutor, Professor de Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia – IFBA/ Campus Santo Amaro, [raimison\\_assis@ifba.edu.br](mailto:raimison_assis@ifba.edu.br).

comumente utilizados nas empresas da cidade de Jacobina/BA para adequação da disciplina junto ao projeto político-pedagógico de curso.

A partir da demanda apresentada, este trabalho tem como objetivo mapear os processos de soldagem nas empresas metal-mecânicas da cidade de Jacobina/BA visando à adequação do currículo do curso técnico em Eletromecânica.

## **METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)**

O estudo foi realizado em 12 empresas do setor metal-mecânico de pequeno e médio porte, situadas no município de Jacobina – BA, com o objetivo de mapear os processos de soldagem utilizados nas empresas. Inicialmente foi realizada uma pesquisa de campo, no qual foram selecionadas 12 empresas e aplicadas entrevistas semi-estruturadas com os funcionários/colaboradores. Foram identificados os processos de soldagem utilizados e serviços oferecidos. A partir das entrevistas e aplicação do questionário, pôde-se coletar/ tratar os dados na forma de tabelas e gráficos, facilitando a compreensão da realidade apresentada pelas empresas da região, possibilitar estratégias de adequação e atualização do currículo do curso técnico em Eletromecânica do Instituto Federal da Bahia.

## **DESENVOLVIMENTO**

Os processos de soldagem podem ser classificados por fusão e por pressão (ou por deformação). Existe um grande número de processos por fusão que podem ser separados em sub-grupos, por exemplo, de acordo com o tipo de fonte de energia usada para fundir as peças. Dentre estes, atualmente, os processos de soldagem a arco são os de maior importância industrial. Por conta da tendência de reação do material fundido com os gases da atmosfera, a maioria dos processos de soldagem por fusão utiliza algum meio de proteção para minimizar estas reações (GALEAZZI, 2016). Os processos por pressão incluem os processos de soldagem por ultra-som, por fricção, por forjamento, por resistência elétrica, por difusão, por explosão, entre outros. Muitos destes processos, como por exemplo, os processos de soldagem por resistência, apresentam características intermediárias entre os processos de soldagem por fusão e por deformação (MODENESI; MARQUES, 2006).

O trabalho do soldador é reconhecido como um trabalho que exige esforço e que representa risco ao profissional. O ambiente de trabalho geralmente comporta algum tipo de risco, seja ele químico, físico, biológico, mecânico ou ergonômico. No trabalho relacionado à soldagem o soldador está exposto a uma variedade de tipos de riscos que podem afetar sua saúde e integridade física (FÜHR, 2012).

Os riscos relacionados a soldagem podem afetar a saúde do trabalhador de várias maneiras, pois durante a jornada de trabalho o soldador está exposto a fumos de soldagem, gases, poeiras, partículas, radiações, vibrações, ruídos, calor, entre outros. Além de todos os riscos citados, o soldador está vulnerável a riscos de acidentes que variam desde queimaduras leves até cegueira. Para isso, cada EPI que é especificado para o trabalho de um soldador, não pode deixar de ser utilizado. Os equipamentos de proteção individual foram projetados com o objetivo de eliminar ou reduzir ao máximo toda e qualquer forma de ferimento que possa acontecer com o profissional (FÜHR, 2012).

Por outro lado, aulas práticas são de fundamental importância em cursos técnicos de eletromecânica, por proporcionarem aos estudantes uma visão real da aplicação dos conhecimentos, fato não possível de se alcançar em plenitude somente em aulas teóricas expositivas. A tecnologia da soldagem, quando ensinada através dos seus fundamentos, torna-se uma disciplina na qual se aplica conhecimentos interdisciplinares, passando por eletricidade, condução de calor, física do plasma, metalurgia, etc. Os processos de soldagem podem se tornar

um tópico de difícil assimilação, onde os alunos são exigidos a visualizar as relações entre várias variáveis e áreas de conhecimento para entender e/ou explicar os fenômenos que ocorrem. Torna-se, então, de grande valia e importância a exibição prática dos fenômenos que ocorrem em processos de soldagem, como forma de agregar e consolidar os conhecimentos teóricos (SCOTTI, 2017). Textos didáticos, mesmo em português, sobre os fenômenos que ocorrem, como a característica do arco, características das fontes de alimentação e o efeito dos agentes de controle no processo de soldagem, podem ser encontrados em inúmeras fontes (por exemplo, Wainer et al., 1992; Quites, 2002; Marques et al., 2005; Scotti e Ponomarev, 2014).

Apesar das tentativas de se introduzir melhores aulas práticas em disciplinas de soldagem em várias instituições, inúmeras limitações têm sido apontadas, dentre elas se destacam: a) mapeamento dos processos de soldagem adequados à realidade da indústria; b) demanda por grande número de equipamentos e sistemas de monitoramento; c) insuficiência de espaço físico dedicado a aulas práticas; d) experimentos demorados (preparação e execução), limitando o número de experimentos por aula; entre outros, prejudicando o aprendizado (SCOTTI, 2017).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa aplicada foram obtidos na seguinte ordem: a) análise das empresas estudadas; b) análise dos processos de soldagem; e por fim, c) condições de segurança no trabalho. Os nomes das empresas, assim como, dos funcionários foram mantidos em sigilos. A partir dos resultados obtidos, observa-se que em média as empresas do setor metal-mecânico da cidade de Jacobina - BA têm 10 anos de funcionamento e 4 funcionários. Esse perfil acompanha o cenário regional, conforme os dados de Guerra (2014). Em média, os operadores de soldagem têm 34 anos, majoritariamente do sexo masculino, uma parte significativa (33%) com ensino fundamental incompleto e mais de 10 anos de experiência na função e no serviço com solda. Em relação aos processos de soldagem mapeados nas empresas, 62,5% dos processos utilizados são de soldagem à arco elétrico com eletrodo revestido (ER), 18,75% são de soldagem MIG/MAG e 18,75% são de soldagem oxi-gás, sendo o ER o processo mais utilizado nas indústrias locais.

Além dos processos mapeados, os resultados apresentam o grau de satisfação dos funcionários quanto à temperatura do ambiente de trabalho e outras condições de segurança. Percebe-se que em 12 empresas 11 funcionários fazem o uso da máscara de proteção (92%) e apenas 1 funcionário não faz uso da máscara (8%). Observa-se que 8 funcionários são habilitados e qualificados para exercer a função de soldador (67%), e 4 funcionários não possuem a habilitação e qualificação para a função (33%). Observa-se que em 10 empresas (83%) existe o risco de exposição, e somente em 2 empresas (17%) esse risco não existe. Percebe-se que em 7 empresas (58%) o piso onde são instaladas as máquinas e equipamentos são vistoriados e limpos sempre que apresentam riscos, e em 5 empresas (42%) as vistorias e limpezas não ocorrem quando apresentam riscos. A partir dos resultados obtidos pretende-se implementar propostas de aulas práticas direcionadas ao processo de soldagem à arco elétrico com eletrodo revestido (ER) na disciplina de soldagem do curso técnico em eletromecânica, associada às questões de segurança do trabalho, buscando adequar e atualizar o currículo do curso às necessidades e demandas das empresas locais.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos questionários aplicados, foi possível fazer o mapeamento dos processos de soldagem, assim como avaliar as condições de segurança nas empresas do setor metal-mecânico de Jacobina-BA. Identificando os principais processos utilizados (soldagem à arco elétrico com

eletrodo revestido) nas empresas metalúrgicas, tornearias e oficinas mecânicas, os serviços oferecidos e os problemas que afetam as empresas. Nota-se a gama de serviços oferecidos pelas empresas deste setor para atender as demandas do mercado local, buscando diferenciar-se através dos processos de soldagem utilizados e pela qualidade do produto final. Foi possível identificar os principais problemas que afetam as condições operacionais e de segurança do trabalho das empresas, assim como apontar as expectativas de crescimento. As empresas analisadas têm buscado constantemente maneiras de oferecer produtos e serviços de boa qualidade e de menor custo, buscando uma melhor produtividade, principalmente nos processos de soldagem os quais impactam em boa parte dos custos de manutenção/ fabricação do produto final. Por outro lado, as demandas apresentadas pelo estudo proporcionaram uma discussão da adequação e atualização da ementa da disciplina de soldagem do curso técnico em eletromecânica, tornando o currículo mais atrativo e alinhado ao perfil profissional requerido pelas empresas.

**Palavras-chave:** Mapeamento, Processos de Soldagem, Currículo, Eletromecânica.

## REFERÊNCIAS

AWS, **Welding Handbook, Materials and Applications – Part 2**, American Welding Society, 8ª Edição, Vol. 4, 1998.

FÜHR, Tiago Alexandre. **Reconhecimento e avaliação dos riscos ambientais gerados nos processos de soldagem de uma empresa do segmento metal mecânico**. 2012. 63 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenheiro de Segurança do Trabalho, Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2012. Disponível em: <[http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1259/Monografia\\_Tiago\\_A.\\_Fuehr\\_-\\_Versao\\_Final.pdf?sequence=1](http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/1259/Monografia_Tiago_A._Fuehr_-_Versao_Final.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 01 mar. 2017.

GALEAZZI, Daniel. **Análise de propriedades mecânicas de uma junta soldada de aço inoxidável martensítico AISI 410**. 2016. 65 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panambi, 2016. Disponível em: <[http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3974/Daniel\\_Galeazzi.pdf?sequence=1](http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/3974/Daniel_Galeazzi.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 23 fev. 2017.

GUERRA, Oswaldo F. Rede de Firmas e Governança: A Ford na Bahia. **Revista econômica do Nordeste**, dezembro 2014.

MARQUES P.V., MODENESI P.J., BRACARENSE A.Q. Soldagem: fundamentos e tecnologia. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2005. 363 p.

MODENESI, Paulo J.; MARQUES, Paulo Villani. **Soldagem I: Introdução aos Processo de Soldagem**. 2006. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Metalúrgica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

QUITES, A. **Definição de Soldagem**. Florianópolis, 2011. Disponível em: <<http://www.soldasoft.com.br/portal/generalidades/Definicao%20de%20soldagem.pdf>> Acesso em: 10 jan. 2014.

QUITES, A.M. Introdução à soldagem a arco voltaico. Florianópolis: Ed. Soldasoft; 2002.

SCOTTI A, PONOMAREV V. Soldagem MIG/MAG: melhor entendimento, melhor desempenho. 2. ed. São Paulo: Artliber Editora; 2014. 288 p.

SCOTTI, A. Aumento da Eficácia do Aprendizado de Soldagem por Aulas Práticas Assistidas por Audiovisual de Forma Não Passiva. **Soldagem & Inspeção**. 22(3):300-308, 2017.

WAINER, E.; BRANDI, S. D.; MELLO, F. D. H. **Soldagem**: Processos e Metalurgia. São Paulo: Blucher, 1992 (2013).