

MONITORIA NA DISCIPLINA DE NORMAS TÉCNICAS APLICADAS À SOLDAGEM

NUNES, Fernando Palácio Furtado
DUTRA, Edgar de Souza
Fatec Itaquera

Resumo: A união permanente de materiais dissimilares, ou seja, materiais que apresentam composições químicas e propriedades mecânicas diferentes, é utilizada em diversas empresas dos ramos de geração de energia, óleo e gás, construção, equipamentos de processos químicos e nucleares, máquinas e equipamentos pesados. A soldagem é o principal processo de união permanente existente e para que se atendam os requisitos de qualidade e confiabilidade, nota-se a necessidade de dimensionar os processos de acordo com normas técnicas. Esta monitoria teve por objetivo, orientar os alunos da disciplina de Normas Técnicas Aplicáveis à Soldagem na elaboração de um projeto de qualificação de procedimento de soldagem, culminando na execução dos documentos técnicos pertinentes à validação do processo conforme normas pertinentes e requisitos do cliente.

Palavras-chave: Monitoria na disciplina. Projeto. Qualificação de procedimento de soldagem. Especificação de procedimento de soldagem.

INTRODUÇÃO

A soldagem consiste na união permanente de dois ou mais materiais metálicos ou não-metálicos, utilizando a pressão ou fusão, garantindo as mesmas características iniciais através das forças de ligações químicas ou combinações de esforços. Para se realizar a soldagem, a utilização de normas técnicas são de extremamente relevantes, onde se fazem necessárias suas interpretações, que devem ser claras para que as duas partes (fabricante e cliente), sendo possível analisar se o fabricante alcançou as especificações exigidas pelas mesmas.

Em determinados projetos mecânicos se faz necessário a utilização de materiais específicos, visando atender determinadas condições de operações, desgastes (por intemperes, abrasão ou exposição a substâncias reativas) ou resistência mecânica. Neste contexto é necessário a verificação dos materiais a serem empregados que atendam aos requisitos do projeto em conformidade as normas/códigos pertinentes. No Brasil o órgão que regulamenta os procedimentos, os processos e os ensaios são a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), no entanto, normas internacionais destinadas à soldagem são muito utilizadas em nosso país, como por exemplo os códigos ASME (*American Society of Mechanical Engineers*), dentre eles o ASME II – Materiais - Parte A (Ferrous Material Specifications), ASME II – Materiais - Parte A (Nonferrous Material Specifications) e ASME II – Consumíveis - Parte C (Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals) e o ASME IX – Qualificações de Soldagem, Brasagem e Fusão de Materiais Poliméricos (*Welding, Brazing, and Fusing Qualifications*).

O objetivo deste trabalho foi orientar os alunos da disciplina de Normas Técnicas Aplicadas à Soldagem, quanto aos seguintes tópicos:

- Estudo do processo bem como o conhecimento da composição química e propriedades mecânicas dos materiais a serem soldados;
- Verificação das normas pertinentes, materiais, corpos de prova e ensaios;
- Avaliação dos resultados dos ensaios;
- Elaboração do Registro de Qualificação de Procedimento de Soldagem (RQPS) e Especificação do Procedimento de Soldagem (EPS)

METODOLOGIA

A monitoria da disciplina de Normas Técnicas Aplicadas à Soldagem foi realizada auxiliando os alunos quanto à elaboração do projeto de documentação técnica de soldagem, buscando orientar os alunos no que diz respeito ao conhecimento básico das qualificações de procedimentos de soldagem e de soldadores e/ou operadores de soldagem, bem como a aplicação dos documentos técnicos de soldagem utilizados em campo.

O projeto iniciou com o reforço aos alunos sobre o conhecimento do ramo de atuação e quais seriam as solicitações do cliente. No presente projeto, foi utilizada a simulação da qualificação do procedimento de soldagem de componentes destinados à indústria de máquinas e equipamentos pesados conforme Figura 1.

Figura 1 – Ramo de atuação e a necessidade de soldas qualificadas



Fonte: autor (2022).

Após definidas as equipes, cada uma delas ficou responsável por qualificar uma das soldas da Estrutura Esteira do trator *Bulldozer* de uma empresa fictícia (Figura 2).

Figura 2 – Dados do projeto de qualificação de uma solda de um componente pesado

Equipe 1: Qualificação da soldagem dos Suportes Frontal (Roda Guia)

Material do suporte fundido: ASTM A27-95 Gr65-35
Material da capa laminada: ASTM A36
Espessura do suporte: 18mm
Espessura da capa: 9,5mm
Junta: Topo
Modo de operação: Semiautomático
Posição de soldagem: Plana
Tipo de solda: Chanfro em “J” com profundidade de 9,5mm
Processo: GMAW (MAG)

Fonte: autor (2022).

Após definições das equipes, os alunos foram orientados a identificarem os materiais de base quanto as composições químicas e propriedades mecânicas, utilizando a norma ASTM (*American Society for Testing and Materials*) nas especificações ASTM A27-95 (1995) e ASTM A36 (1995), ambos metais ferrosos.

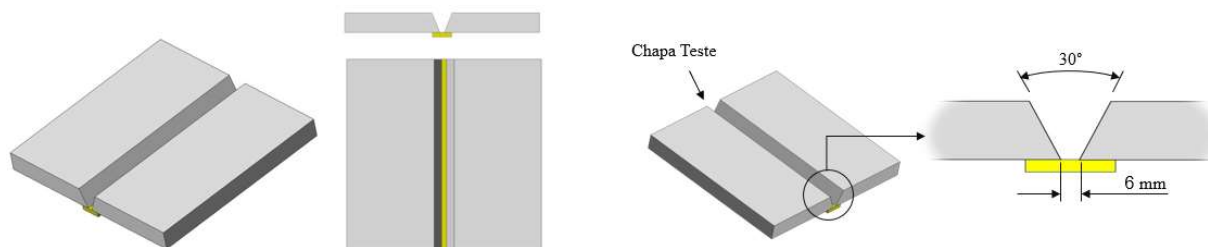
Figura 3 – Análise das normas ASTM A36 e ASTM A27-95

Fonte: adaptado do ASTM (1995).

Após definições dos materiais de base, verificou-se a necessidade de dimensionar a chapa teste, visando planejar a simulação da junta soldada.

Os alunos foram orientados a desenharem a chapa teste e dimensionarem os entalhes necessários para o preenchimento da junta através de solda (Figura 4).

Figura 4 – Chapa teste para a qualificação do procedimento de soldagem



Fonte: autor (2022).

De acordo com a espessura, os alunos foram instruídos a verificarem o código pertinente à qualificação de procedimentos de soldagem, brasagem e fusão de materiais poliméricos ASME IX (2019), visando identificar quais seriam suas qualificações, ensaios e quantidades de corpos de prova pertinentes conforme Figura 5, demonstrando a utilização do código ASME IX e a tabela para os limites de espessuras.

Figura 4 – Código ASME IX e tabela de ensaios e limites de espessuras

QW-450 SPECIMENS
QW-451 PROCEDURE QUALIFICATION THICKNESS LIMITS AND TEST SPECIMENS

Thickness T of Test Coupon, Welded, in. (mm)	Range of Thickness T of Base Metal, Qualified, in. (mm)		Maximum Thickness t of Deposited Weld Metal, Qualified, in. (mm) [Note (1)] and [Note (2)]	Type and Number of Tests Required (Tension and Guided Bend Tests) [Note (3)]			
	Min.	Max.		Tension, QW-150	Side Bend, QW-160	Face Bend, QW-168	Root Bend, QW-169
Less than 1/8 (3.18)	7	27	2t	2	—	2	2
1/8 to 1/4 (3.18 to 6.35), incl.	7/16 (11.3)	27	2t	2	[Note (5)]	2	2
Over 1/4 (19), but less than 1/2 (19)	7/16 (11.3)	27	2t	2	[Note (5)]	2	2
1/2 (19) to less than 3/4 (19)	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
3/4 (19) to less than 1 (19)	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
1 (19) to < 1 1/2 (19), incl.	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
1 1/2 (19) to < 2 (19), incl.	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
Over 2 (19) to < 4 (19), incl.	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
Over 4 (19) to < 8 (19), incl.	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—
Over 8 (19) to < 16 (19), incl.	7/16 (11.3)	27	2t when t < 1/2 (19)	2 [Note (4)]	4	—	—

NOTES:
(1) The following variables further restrict the limits shown in this table when they are referenced in QW-250 for the process under consideration: QW-403.9, QW-403.10, QW-404.32, and QW-407.4. Also, QW-202.2, QW-202.5, and QW-202.4 provide exemptions that supersede the limits of this table.
(2) For combination of welding processes, see QW-200.4.
(3) For the SMAW, SAW, GMAW, PAW, and GTAW welding processes only; otherwise per Note (1) or 2T, or 2t, whichever is applicable.
(4) See QW-151.1, QW-151.2, and QW-151.3 for details on multiple specimens when coupon thicknesses are over 1 in. (25 mm).
(5) Four side-bend tests may be substituted for the required face- and root-bend tests, when thickness T is 1/2 in. (12.7 mm) and over.
(6) For test coupons over 6 in. (152 mm) thick, the full thickness of the test coupon shall be welded.

Figure QW-469.1
Butt Joint

30 deg max.
7/2 max.
Suggested size of ring or strip (7/3) x 1 1/4 T

TABELA QW 450

Fonte: adaptado do código ASME IX (2019).

Após definidos os ensaios, a monitoria acompanhou o desempenho dos alunos quanto às identificações dos critérios de aceitação para cada ensaio, visando a obtenção do RQPS e EPS.

Com as equipes evoluindo na elaboração do projeto de qualificação, as mesmas foram encaminhadas para o código ASME II Parte C (2019), visando interpretar os itens pertinentes e dimensionar os consumíveis adequados

para a construção soldada, lendo-se em consideração as preocupações metalúrgicas como o cálculo de carbono equivalente e nível de resistência mecânica do consumível. Logo, no exemplo demonstrado, foi definido o arame maciço (Figura 6) conforme especificação ASME II Parte C – SFA 5.18 (2019) para o processo de soldagem GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) com classificação ER70S-6, compatível com os materiais dissimilares e o gás de proteção conforme ASME II Parte C 5.32 (2019), utilizando o CO₂ puro.

Figura 6 – Arame maciço ER70S-6 para a soldagem GMAW



Fonte: adaptado da ESAB (2022).

De posse das informações sobre o processo, foi realizada uma simulação de soldagem no Laboratório de Soldagem da FATEC Itaquera, utilizando os conceitos utilizados pelas equipes em seus projetos, incluindo toda a documentação técnica, normas, definições dos consumíveis, parâmetros de soldagem, controle de temperaturas de pré-aquecimento, interpasses e pós-aquecimento, além do acompanhamento da soldagem e todos os trâmites necessários para a realização das análises metalográficas, onde a monitoria esteve presente no auxílio de todas as atividades (Figura 7).

Figura 7 – Acompanhamento de soldagem



Fonte: autor (2022).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como a finalização do projeto, os alunos foram acompanhados na elaboração dois documentos técnicos de extrema importância na soldagem, o RQPS e a EPS, efetuando a validação da soldagem em sinergia com os ensaios do procedimento (Figura 8), onde foram apresentados e passaram por questionamentos pertinentes, simulando a realidade na indústria quanto à necessidade de dimensionar um procedimento de soldagem.

Figura 8 – RQPS e EPS

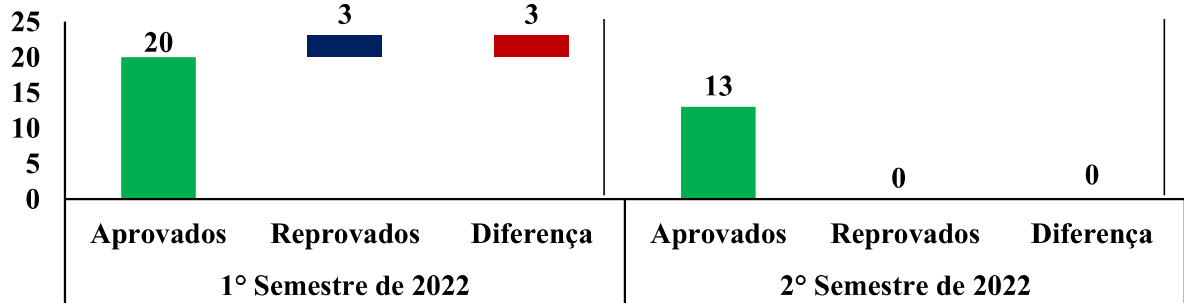
FATEC REGISTRO DE QUALIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (WELDING PROCEDURE QUALIFICATION RECORD)

FATEC ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM (WELDING PROCEDURE SPECIFICATION)

Fonte: autor (2022).

A taxa de aprovação dos alunos ativos de Norma Técnicas Aplicadas à Soldagem subiu de 87% no 1º Semestre de 2022 para 100% no 2º Semestre de 2022 (Figura 9).

Figura 9 – Comparativo de taxa de aprovação na disciplina de NTAS



Fonte: autor (2022).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A monitoria de disciplina (MD) refletiu no acompanhamento do projeto de qualificação de procedimento de soldagem, proporcionando a sinergia entre os alunos dos semestres iniciais e finais, permitindo o valor agregado em termos de entendimento adicional referente à disciplina de Normas Técnicas Aplicáveis à Soldagem, redução

das dificuldades de interpretações das normas, principalmente por estas serem escritas principalmente na língua inglesa. A procura dos alunos por monitores para tirar dúvidas sobre projetos, mostrou-se relevante para a pesquisa relacionada ao dimensionamento da soldagem, para o desenvolvimento do procedimento para a qualificação dos processos, para a simulação do ambiente empresarial da área metalmeccânica e gerenciamento das atividades correlacionadas ao emprego das normas técnicas, como saber proceder diante de problemas, etc. Finalizando como aspecto extremamente positivo da atuação da monitoria, efetuando o apoio aos demais alunos, o exercício do aprendizado por ambas as partes foi maior devido ao fato de estar ensinando e colaborando com tais projetos, despertando o interesse de seguir a área acadêmica após a graduação.

REFERÊNCIAS

ASME – The American Society of Mechanical Engineers. Boiler and Pressure Vessel Code. Section II – C - Materials, Edition 2019.

ASME – The American Society of Mechanical Engineers. Boiler and Pressure Vessel Code. Section IX - Welding, Brazing, and Fusing Qualifications - Edition 2019.

ASTM A27 - Standard Specification for Steel Castings, Carbon, for General Application – Edition 1995.

ASTM A36 - Standard Specification for Carbon Structural Steel – Edition 1995.

ESAB; Consumíveis: Arame de solda MIG OK Autorod 12.51 0,8 mm, 2022. Disponível em: https://www.lojaesab.com.br/arama-de-solda-ok-autrod?utm_term=&utm_campaign=2022+-+Performance+Max+-+SA+-+Brasil+-+Ecommerce&utm_source=adwords&utm_medium=ppc&hsa_acc=2819243235&hsa_cam=19297748805&hsa_grp=&hsa_ad=&hsa_src=x&hsa_tgt=&hsa_kw=&hsa_mt=&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjwrDmhBhBBEiwA4Hx5gzJriT_hPkUQpMtfSqmdg56X-vnrYIY_qbo1r7uKD-VJDao1DXf2NRoCC74QAvD_BwE. Acesso em: 20 out. 2022.