

APLICAÇÃO DO PROCESSO SMAW NA RECUPERAÇÃO DE FLANGE PESCOÇO DE AÇO ASTM A105

Igor Pereira Rodrigues (IFPB, Campus Campina Grande), Enrico Emanuel Batista (IFPB, Campus Campina Grande), Yoseph Paulo da Silva Bezerra (IFPB, Campus Campina Grande), Marcos Mesquita da Silva (IFPB, Campus Campina Grande), Marcello Araújo Dantas (IFPB, Campus Campina Grande), Jomar Meireles Barros (IFPB, Campus Campina Grande).

E-mails: igor-rodrigues.ir@academico.ifpb.edu.br, enrico.emmanuel@academico.ifpb.edu.br, yoseph.paulo@academico.ifpb.edu.br, marcos.silva@ifpb.edu.br, marcello.dantas@ifpb.edu.br, jomar.barros@ifpb.edu.br.

Área de conhecimento (Tabela CNPq): 3.03.03.05-2 Soldagem.

Palavras-chave: Flange de aço; Restauração; Soldagem; Corrosão; Petróleo e gás

1. Introdução

Os flanges são componentes mecânicos essenciais em sistemas de tubulações industriais, responsáveis por garantir a integridade das conexões entre segmentos de tubos, válvulas e equipamentos. Por operarem sob condições severas, esses elementos estão constantemente sujeitos a processos de corrosão, erosão e esforços mecânicos que podem comprometer sua funcionalidade e segurança operacional. A substituição completa de flanges danificados, embora tecnicamente viável, representa uma solução onerosa, e eleva significativamente os custos de manutenção e operação.

Nesse contexto, a soldagem reparadora surge como uma alternativa estratégica, permitindo a recuperação localizada dos danos estruturais, com menor impacto sobre a produção e os recursos financeiros da planta. Dentre os processos disponíveis, o método de soldagem por arco elétrico com eletrodo revestido (SMAW) destaca-se pela sua versatilidade, simplicidade operacional e boa aplicabilidade em intervenções de campo, mesmo em condições de acesso limitado.

Estudos prévios corroboram a eficácia do processo SMAW na recuperação de componentes metálicos. Bezerra (2019), por exemplo, demonstrou que a aplicação de eletrodo E6013 em chapas de aço carbono ASTM A36 resultou em propriedades mecânicas satisfatórias e resistência à corrosão, atestando a viabilidade do processo para fins de reparo. Da mesma forma, Pereira (2016) evidenciou as vantagens operacionais da técnica em ambientes restritos, especialmente no que se refere à sua portabilidade e adaptabilidade a diferentes condições de serviço.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia do processo SMAW com eletrodo revestido E6013 na recuperação estrutural de flange pescoço em aço carbono ASTM A105, utilizando preparação em duplo chanfro do tipo "V", conforme apontado por Marques (2011). A escolha do tema justifica-se pela necessidade de soluções economicamente viáveis para a manutenção corretiva de componentes críticos, com foco na redução de custos.

2. Materiais e métodos

O componente analisado trata-se de um flange do tipo pescoço, confeccionado em aço carbono ASTM A105, com aplicação típica em sistemas de tubulação da indústria petrolífera. As dimensões principais do flange são: diâmetro externo de 154 mm, espessura da face de 20 mm, diâmetro do ressalto de 92 mm, diâmetro do círculo de parafusos de 121 mm e espessura total de 57 mm, possuindo quatro furos de fixação.

A identificação do material foi confirmada por meio de análise microestrutural, realizada no laboratório de materiais do campus, com base em ensaios metalográficos, os quais permitiram observar a morfologia característica do aço ASTM A105, validando sua conformidade com as especificações do projeto.

Para a preparação da junta a ser soldada, foi adotado um chanfro em duplo "V", com ângulo de 60° e profundidade de 20 mm em cada lado, conforme as recomendações técnicas de Lippold (2015) para a soldagem de componentes com espessuras intermediárias. O chanfro foi confeccionado manualmente, utilizando-se ferramentas simples e de baixo custo, como uma esmerilhadeira DWT EAD-860 (220W) e lixas abrasivas, o que reforça a proposta de viabilidade prática da recuperação em campo.

Apesar da presença de pequenas imperfeições nas bordas do chanfro, decorrentes do processo manual de preparação, a metodologia adotada demonstrou-se eficaz, conciliando simplicidade operacional, baixo custo e adequação às exigências da aplicação prática.

2.1 Análise metalográfica

A análise metalográfica foi realizada a partir da preparação de uma amostra extraída do flange, a qual foi examinada utilizando-se um microscópio óptico com ampliação de 200x. A observação da microestrutura revelou uma matriz

composta predominantemente por ferrita e perlita (Figura 1), típica de aços hipoeutetóides, que apresentam teor de carbono inferior a 0,76%, próximo ao ponto eutetóide no diagrama de fases ferro-carbono (Fe-C).

A presença dessa microestrutura confirma as características esperadas do aço carbono ASTM A105, indicando propriedades adequadas para aplicações estruturais e oferece subsídios técnicos fundamentais para a definição de parâmetros de soldagem seguros e eficientes.

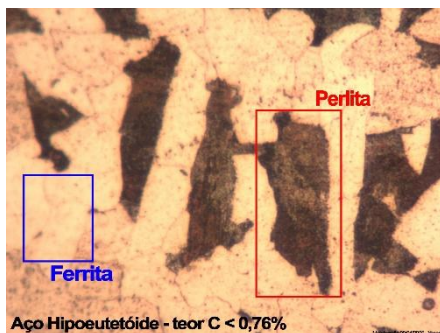
3. Resultados parciais e discussão

Durante o processo de recuperação do flange (Figura 2), foi realizado um ensaio preliminar em chapa de aço carbono com espessura de aproximadamente 20 mm, similar ao material do flange, com o intuito de avaliar a eficácia do chanfro em duplo “V” associado à soldagem com eletrodo revestido E6013 (Figura 3).

A escolha do processo SMAW considerou sua simplicidade, portabilidade e flexibilidade em ambientes de difícil acesso, além do baixo custo operacional, o que o torna ideal para reparos pontuais sem necessidade de equipamentos complexos. O eletrodo E6013 foi selecionado por apresentar boa estabilidade do arco, fácil operação, penetração moderada — que evita danos ao material base — e ampla disponibilidade no mercado. Já o chanfro em duplo “V” foi escolhido por facilitar a execução com ferramentas manuais, reduzir o consumo de material de solda e permitir uma melhor distribuição das tensões, diminuindo o risco de trincas e deformações.

Conforme apontado por Albuquerque (2011), chanfros com ângulo de 60° proporcionam melhor desempenho na operação em comparação com ângulos mais fechados, como o de 30°, que tendem a gerar mais defeitos. Ainda que haja mínimas falhas nas bordas do chanfro, resultado da ausência de equipamentos específicos, o método mostrou-se viável e funcional dentro da proposta de recuperação com baixo custo e execução prática em campo (Figura 4).

Figura 1 – Análise metalográfica.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 2 – Flange de aço carbono ASTM A105.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 3 – Peça utilizada para o ensaio do chanfro.



Fonte: Autoria própria (2025).

Figura 4 – Chanfro preparado na amostra de aço.



Fonte: Autoria própria (2025).

4. Considerações finais

Embora este trabalho ainda esteja em fase de desenvolvimento, os resultados parciais apontam para a viabilidade da recuperação de flanges em aço carbono ASTM A105 por meio da técnica de soldagem SMAW, utilizando eletrodo revestido E6013 e chanfro em duplo “V”. As decisões técnicas adotadas até o momento têm se mostrado adequadas ao propósito de desenvolver um processo simples, eficiente e de baixo custo, com possibilidade real de aplicação em

campo. A análise microestrutural confirmou a compatibilidade do material com a proposta de reparo, e os testes iniciais de soldagem demonstraram boa perspectiva quanto à qualidade das juntas formadas. Espera-se, ao final do estudo, consolidar um procedimento de recuperação que atenda parcialmente às exigências críticas de funcionamento da peça, mesmo após a intervenção, e que represente um excelente custo-benefício em comparação à substituição completa do componente novo.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal da Paraíba (IFPB), pela infraestrutura e suporte oferecidos durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

- ALBUQUERQUE Siderley Fernandes; MACIEL Theophilo Moura; Marco SANTOS Antônio dos; BRACARENSE Alexandre Queiroz. **Avaliação da microestrutura e propriedades mecânicas de metais de solda obtidos por processos de soldagem manual e automatizado utilizado na soldagem de aço API 5L X80**. *Scielo Brasil*, 2011 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/si/a/6WSQdHJSKRpF499x3Xx7VPP/?lang=pt>. Acesso em: 2 jun. 2025.
- BEZERRA, Pedro Henrique de Medeiros. **Estudo comparativo entre os eletrodos E6010 e E6013 utilizando a soldagem a arco elétrico em aço ASTM A36**. 2019. 36 f. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica), Centro Multidisciplinar de Caraúbas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Caraúbas, 2019.
- LIPPOLD, John C. **Welding Metallurgy and Weldability**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015
- MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. **Soldagem: fundamentos e tecnologia**. 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2011. 362 p.
- PEREIRA, Josemairon Prado. **Soldagem MAG com braço robótico de aços ASTM A36 e CSN Civil-300 em perfil estrutural dobrado a frio**. 2016. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2016.