



## REPARO POR SOLDA EM DUTOS DE AÇO X-60. ANÁLISE DAS TENSÕES RESIDUAIS

Tetyana Gurova<sup>1</sup>, [gurova@lts.coppe.ufrj.br](mailto:gurova@lts.coppe.ufrj.br)

Segen F. Estefen<sup>2</sup>, [segen@lts.coppe.ufrj.br](mailto:segen@lts.coppe.ufrj.br)

Anatoli Leontiev<sup>3</sup>, [anatoli@im.ufrj.br](mailto:anatoli@im.ufrj.br)

Heitor Werner da Silva<sup>4</sup>, [heitor.werner.s@oceanica.ufrj.br](mailto:heitor.werner.s@oceanica.ufrj.br)

Lincoln S. Gomes<sup>1</sup>, [lsgomes@firjan.com.br](mailto:lsgomes@firjan.com.br)

Suzana B. Peripolli<sup>5</sup>, [speripolli@firjan.com.br](mailto:speripolli@firjan.com.br)

<sup>1</sup> Tecnologia em Construção Naval, UERJ, Rio de Janeiro

<sup>2</sup> LTS – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro

<sup>3</sup> IM – UFRJ, Rio de Janeiro

<sup>4</sup> PEnO – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro

<sup>5</sup> Instituto SENAI de Inovação, Inspeção e Integridade, Rio de Janeiro

**Palavras-chave:** Aço Naval. Difração de Raio X. Tensão Residual

### Resumo:

Reparo por solda é um procedimento utilizado amplamente tanto durante a fabricação das peças novas como em trabalhos de manutenção nos diferentes setores da indústria (petroquímica, química, nuclear, hidroelétrica, naval). Este procedimento altera o estado das tensões da peça, o que consequentemente influi na sua capacidade de carga, vida útil, resistência à fadiga, corrosão sob tensão e outros parâmetros críticos. Reparo em dutos e vasos de pressão são regulados basicamente por duas normas, ASME B31.1-2016 e ASME PCC-2-2018. Observa-se que a deposição de solda é indicada segundo estas normas para reparo da superfície do duto danificado pela corrosão externa e/ou interna, arrancamento mecânico de material, erosão, trincas externas rasas e/ou profundas (porém, não vazadas). Enquanto o procedimento da solda de junção está amplamente estudado através dos métodos experimentais, numéricos e teóricos, a solda de reparo começou a ser assunto das pesquisas recentemente. Assim, além da solda circunferencial (utilizada na substituição dos trechos de dutos), depósito de metal por solda (remediação da superfície do duto) e solda sobreposta (reparo por luva e reforço), apresentam também interesse nos estudos de maneiras alternativas de reparo, especificamente, reparo dos entalhes e/ou furos, vazados e/ou cegos realizado por deposição direto de metal por solda. Os corpos de prova foram preparados usando tubo de 7 polegadas de aço X-60. Duas primeiras partes foram soldadas com solda circunferencial, formando o corpo de prova 1. O corpo de prova 2 contém reparo de entalhe vazado na direção circunferencial. O corpo de prova 3 contém reparo de entalhe vazado na direção longitudinal. A solda de topo foi realizada utilizando processo de soldagem a arco com arame tubular. Os valores das tensões residuais foram medidos utilizando método de difração de raios-X com equipamento portátil RAYSTRESS. Mapeamento do estado das tensões residuais foi realizado utilizando método de magnético com equipamento portátil STRESSVISION. As medições e o mapeamento das tensões residuais foram realizados para todos os três corpos de prova no dia da soldagem, após uma semana e após duas semanas de realização do procedimento de solda. Foi observado o fenômeno de redistribuição com tempo dos valores das tensões residuais após término da soldagem. Foi observado que as direções longitudinais e circunferências não são necessariamente as direções principais para tensões residuais de soldagem. Foi observada a diferença em comportamento com tempo das tensões no metal depositado e metal base próximo ao cordão de solda dependendo da direção em que foi realizado o preenchimento do entalhe. Foram obtidos dados experimentais que permitem análise completa dos reparos estudados do ponto de vista de caracterização das tensões residuais induzidas pelo procedimento de soldagem.