

1 Introdução

A pesquisa e o desenvolvimento em Soldagem Subaquática Molhada (SSM) tendem a crescer com o aumento da exploração de petróleo no mar, visando atender às necessidades de reparo de elementos estruturais de plataformas marítimas danificadas em serviço devido a fadiga e corrosão, além de estragos acidentais ocorridos durante e após as instalações. Com isso, a SSM torna-se uma técnica importante e aplicável para a manutenção destas instalações submersas.

Atualmente, o uso de plataformas fixas tornou-se inviável devido às dificuldades de instalação em grandes profundidades e, por este motivo, foram substituídas por plataformas flutuantes. Perante esta mudança, a técnica de soldagem subaquática molhada ganha importância, já que os elementos estruturais destas unidades flutuantes estão situados em profundidades de até 20 metros.

A soldagem molhada é um processo bastante complexo, pois é realizada diretamente em contato com o meio aquoso. Devido a este fato surgem problemas que afetam as propriedades mecânicas do metal de solda, tais como, a elevada taxa de resfriamento e a dissociação da água (em H^+ e O^-) devido ao calor gerado pelo arco elétrico. A elevada taxa de resfriamento leva a formação de trincas na zona termicamente afetada (ZTA) e no metal de solda, e o oxigênio gerado leva à perda dos elementos de liga (Mn, Si, C) que são responsáveis pelo ganho de resistência mecânica. Por isso, tornou-se necessário o desenvolvimento de novos tipos de eletrodos que minimizem problemas de soldabilidade metalúrgica. Uma solução para estes problemas é o desenvolvimento de um novo tipo de eletrodo revestido oxi-rutílico em que são otimizadas as características dos eletrodos rútilicos e oxidantes. Com isso, elementos de liga que sejam termodinamicamente mais estáveis, perante as condições de soldagem, são adicionados em seus revestimentos com o objetivo de melhorar as propriedades mecânicas do metal de solda, possibilitando assim alcançar a qualificação adequada, conforme norma da American Welding Society (AWS).

A qualificação do procedimento de soldagem e de soldadores é usualmente regida pela norma D3.6M:1990 da AWS, onde a solda é classificada em duas categorias. Soldas do tipo A exigem parâmetros (resistência, tenacidade, ductilidade, dobramento e dureza), e procedimentos equivalentes aos de soldagem atmosférica. Já nas soldas do tipo B, as exigências são limitadas, sendo estes critérios menos rigorosos que na qualificação do tipo A.

Vários reparos realizados por soldagem molhada obtiveram ótimos resultados. Como exemplos podem-se citar o reparo da Monobóia de Marimba realizado no ano de 1995 e o reparo da P-27 realizado em 2005, que foram qualificados na classe B da norma da AWS.

No presente trabalho foram investigados cinco eletrodos oxi-rutilicos, contendo teores de molibdênio (de 0 a 0.4%) adicionados em seus revestimentos. A influência da adição deste elemento de liga foi acompanhada pela caracterização microestrutural, por microscopia ótica e eletrônica e foram também avaliadas algumas propriedades, por ensaios mecânicos, além da análise química do metal de solda.

Na caracterização microestrutural por microscopia ótica foi feita a análise das microestruturas, onde foi possível observar e quantificar os microconstituintes presentes no metal de solda. O tamanho médio de grão e a caracterização das regiões presentes no metal de solda também foram analisados e quantificados. Os ensaios mecânicos realizados foram os de microdureza (HV1), dureza (HV5), Charpy V (0°C) e tração. Dos resultados obtidos foram calculadas médias e desvios padrão, que possibilitaram avaliar as propriedades mecânicas do metal de solda.

A motivação desta pesquisa foi baseada na busca de uma faixa ótima de teores de molibdênio que permitissem obter bons resultados sobre as propriedades mecânicas do metal de solda, adquiridos por ensaios mecânicos e caracterização microestrutural, possibilitando almejar a qualificação da classe A da norma D3.6M:1999 da AWS. Assim, este trabalho seguiu a esta norma em termos de números de amostras e ensaios, sendo sua justificativa mais profissional do que acadêmica.