

MICROESTRUTURA E RESISTÊNCIA À CORROSÃO DE JUNTA SOLDADA INCONEL 625

Tobias Bertoldi Agostini*
Célia de Fraga Malfatti**

INTRODUÇÃO

As superligas de níquel apresentam boa combinação de resistência à corrosão e à oxidação, resistência mecânica, resistência à fadiga e à fluência, além de conseguirem operar em temperaturas elevadas, mantendo tais prioridades. A liga Inconel 625 vem sendo estudada como revestimento, obtido por cladeamento ou aspersão térmica, para tubos de aço ao carbono utilizados nas indústrias de petróleo e gás. Uma junta soldada da liga Inconel 625 foi obtida empregando-se o processo de soldagem a arco utilizando um eletrodo de Ni-Cr-Mo3. O Cordão de solda obtido foi caracterizado quanto à microestrutura, à dureza e à corrosão. A microestrutura foi avaliada por microscopia óptica, após o ataque químico por imersão do reativo Adler; Foi obtido o perfil de microdureza Vickers ao longo da junta soldada (metal base, zona afetada pelo calor (ZAC) e zona fundida); quanto à corrosão foram realizadas curvas potenciodinâmicas em três diferentes soluções.

METODOLOGIA

Preparação da amostra

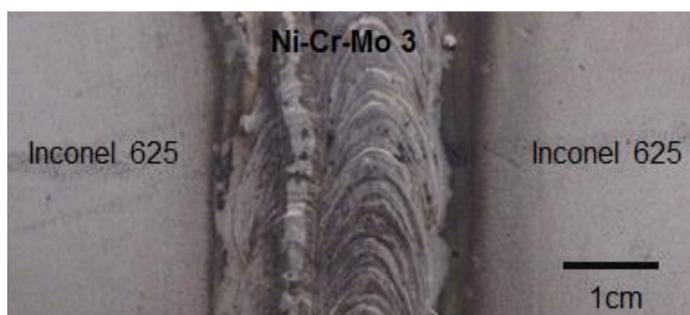
Duas chapas da liga Inconel 625 foram soldadas por um eletrodo revestido de Ni-Cr-Mo3. Foi realizada a solda a arco elétrico de topo e com 60° de chanfro sem nariz e amperagem entre 65–90 A por polaridade direta. Após obter a junta soldada foram extraídas amostra de 3x7,5 cm por meio de corte por jato d'água. A placa foi embutida em resina acrílica e lixada com lixas de carbetto de silício da granulometria 80 até a 2500 e, por fim, a mesa foi polida com pasta de diamante 1µm.

Preparação das das soluções

Sintetizou-se três diferentes soluções: 3,5% NaCl; 3,5% NaCl + 0,01M Na₂S₂O₃; 3,5% NaCl + 1N H₂SO₄.

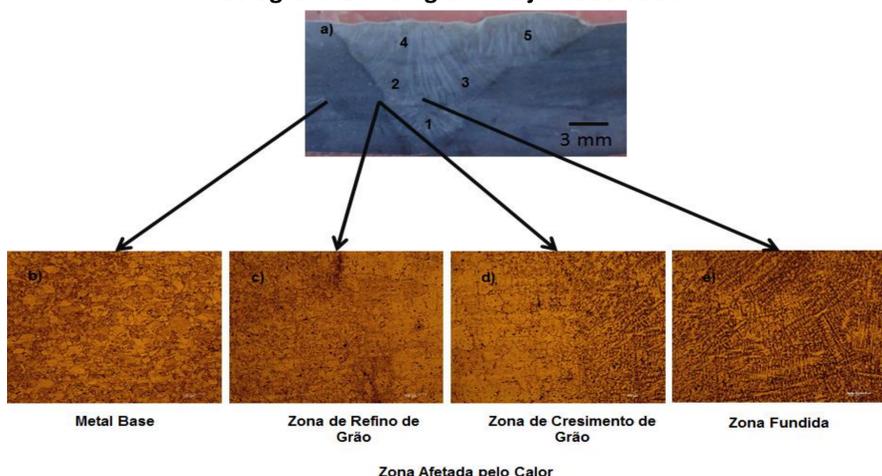
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Solda Inconel-Inconel soldada por um eletrodo revestido (Ni-Cr-Mo3)



A solda Inconel-Inconel foi obtida com sucesso. Logo após foram obtidas amostras na secção transversal à solda e foram realizadas caracterizações quanto sua microestrutura, sua dureza e sua resistência a corrosão.

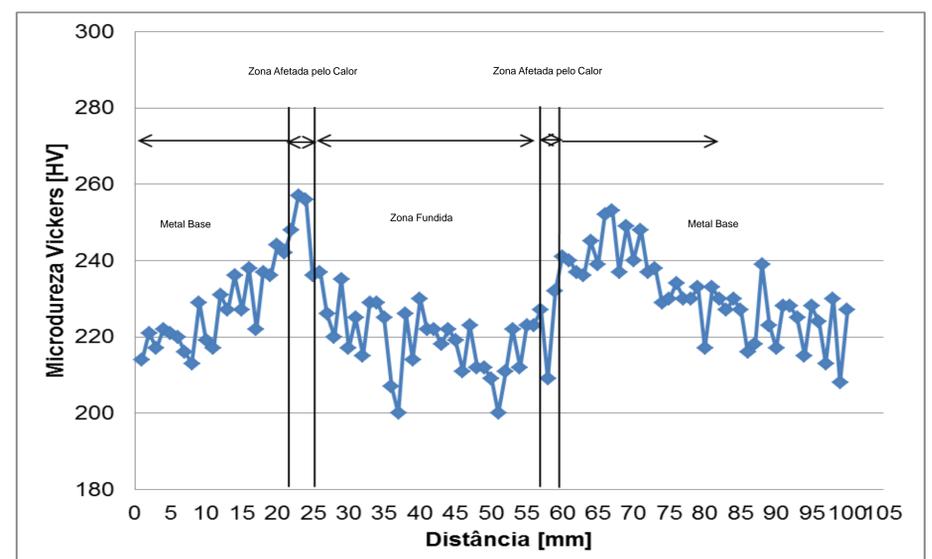
Macrografia e Micrografia da junta soldada



Podemos verificar (em a)) que foram realizados cinco passes para o preenchimento do chanfro de 60°, sendo o de número 1 o passe de raiz. Também é possível identificar as dendritas, já que há fusão e posterior solidificação tanto do eletrodo como da liga Inconel, devido a diluição típica do processo de soldagem a arco. A imagem e) confirma que são dendritas de solidificação.

O mapeamento micrográfico é mostrado pelas figuras b), c), d) e e). Na figura d) pode-se observar a primeira região da zona afetada pelo calor (ZAC) enquanto a figura c) mostra a segunda região da ZAC. A figura b) mostra grãos não grandes nem refinados, além de grãos facetados com algumas maclas, características da fase austenita e do processo de resfriamento sofrido.

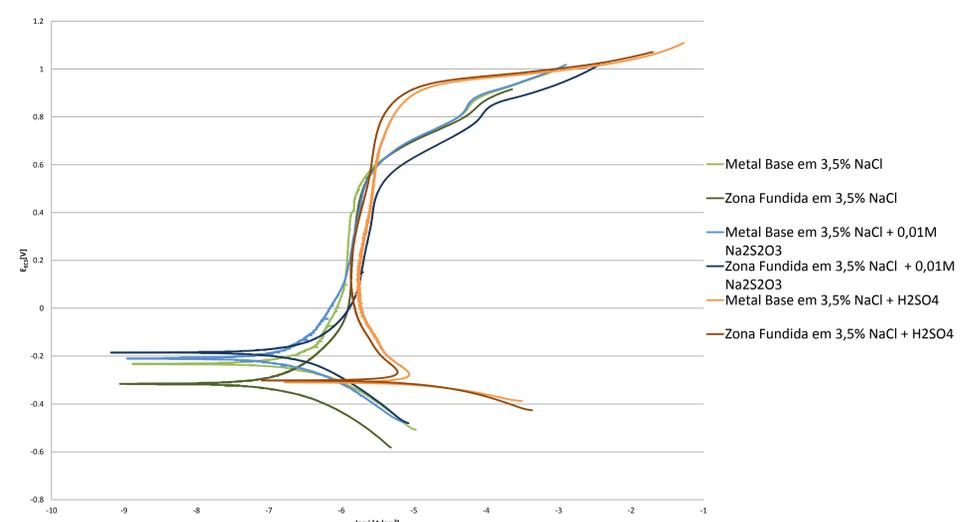
Dureza



O perfil de dureza apresentou um formato de "U" caracterizando que a solda a arco eletrodo revestido interfere na propriedade de dureza do Inconel 625, porém essa interferência não se torna expressiva em termos de valores.

O metal base apresenta uma dureza típica de uma chapa Inconel 625 que sofreu tratamento térmico de recozimento pleno, obtendo valores próximos aos fornecidos pelo fabricante. A zona fundida apresenta os menores valores de dureza já que ela apresenta uma estrutura dendrítica. Enquanto a ZAC apresentou uma maior dureza, tendo em vista que é uma região na qual ocorrem modificações estruturais devido ao calor gerado na solda, ocasionando crescimento e refino de grão e formação de precipitados, sendo a região de refino de grão, juntamente com a presença de precipitados intermetálicos, a provável responsável por essa maior dureza.

Corrosão



As curvas potenciodinâmicas acima foram obtidas em duas regiões da amostra: metal base (MB) e zona fundida (ZF) para os três meios diferentes propostos no trabalho. A partir das curvas não foi possível identificar corrosão por pite. No potencial de 940mV, em meio ácido (3,5% NaCl + 1N H₂SO₄), houve crescimento da corrente caracterizado pela evolução do oxigênio. Esse aumento brusco de corrente devido a evolução de oxigênio também foi observado nas demais soluções, porém no potencial de 590mV, tendo em vista a diferença de pH das soluções.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a soldagem do Inconel pelo eletrodo revestido Ni-Cr-Mo3 é satisfatória tendo em vista que a resistência à corrosão não foi afetada e as propriedades mecânicas tiveram alterações pouco significativas. A zona fundida apresentou microestrutura dendrítica de solidificação e a ZAC apresentou pequena extensão (1,2mm) mostrando uma região de crescimento e de refino de grãos devido a alta temperatura da solda. O metal base apresentou dureza de 230HV, enquanto a zona fundida e a ZAC obtiveram 219HV e 240HV, respectivamente. O metal fundido depositado a partir do eletrodo Ni-Cr-Mo3 apresentou resistência à corrosão próxima a liga Inconel 625 em todos os meios estudados, possibilitando uma solda Inconel-Inconel de excelente resistência à corrosão.