

INFLUÊNCIA DO GÁS DE PROTEÇÃO NA MOLHABILIDADE E NA DILUIÇÃO DE CORDÕES DE SOLDA DE AÇO INOXIDÁVEL E LIGA DE NÍQUEL DEPOSITADOS SOBRE UM SUBSTRATO DE AÇO AO CARBONO UTILIZANDO O PROCESSO MIG/MAG

GABRIEL BOTELHO ZILIO¹; AUGUSTO GUTIERRES²; DANIEL SOUZA³

¹Universidade Federal do Rio Grande - FURG – gabriel_zilio@yahoo.com.br

²Universidade Federal do Rio Grande - FURG – augustogutierrez@hotmail.com.br

³Universidade Federal do Rio Grande - FURG – danielsouza@furg.br

1. INTRODUÇÃO

Com o crescimento da matriz energética nacional em torno do petróleo, e a utilização de dutos para transporte de gás e óleo, a busca por técnicas que venham a propiciar uma economia na construção, ou uma elevação no tempo de vida útil dos equipamentos, é cada vez mais difundida. A técnica de revestimento por soldagem é uma opção que vem sendo utilizada com esta finalidade. A utilização de metais nobres, tais como aço inoxidável e superliga de níquel (Inconel), são aplicados sobre metais cujas propriedades não permitem uma grande durabilidade. A escolha destas ligas metálicas consiste em sua grande resistência à corrosão-fadiga. O processo mais utilizado para este fim é o processo TIG (GTAW), pois apesar de sua baixa taxa de deposição, o revestimento através deste processo tem-se mostrado muito eficaz (BAIXO, 2009).

Além do processo TIG, a viabilidade do processo MIG/MAG (GMAW) vem sendo estudada e bastante difundida no âmbito da indústria. Já é comprovado que o processo MIG/MAG traz vantagens tais como maior taxa de deposição, assim como mais acessibilidade no processo de produção (KEJELIN, 2012).

O objetivo do presente trabalho foi investigar a influência do gás de proteção na molhabilidade e diluição de cordões de solda depositados com arames de aço inoxidável e superliga de níquel (Inconel), sobre um corpo de prova cujo metal de base é composto de aço comum ao carbono, utilizando o processo MIG/MAG.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi de se manter aproximadamente a mesma corrente de soldagem e visualmente o mesmo comprimento de arco e variar a composição do gás de proteção utilizado. Após a soldagem, foram realizadas medições nos cordões de solda a fim de obter-se a relação R/L (relação do reforço sobre a largura), que indiretamente indica a molhabilidade do cordão de solda. A medição da diluição foi obtida através do processo de macrografia. Para este processo foram feitos cortes perpendiculares ao cordão de solda, o corpo de prova foi lixado e atacado (Nital 10%) a fim de revelar o perfil cordão de solda.

O processo de soldagem foi realizado de forma automática, com a tocha acoplada a um trator. Para a medição dos valores médios dos parâmetros de soldagem, foi utilizado um equipamento eletrônico comercial para monitoramento dos sinais (sistema de aquisição). O sistema de aquisição possibilita medir os valores da corrente, tensão e velocidade de alimentação com taxa de aquisição dos sinais de 5 kHz por canal.

Para as soldagens, foi utilizado o arame-eletrodo da classe AWS ER NiCrMo-3 de 0,8mm de diâmetro (liga de níquel – Inconel 625) e o arame-eletrodo da classe AWS E316LSi de 1,0mm de diâmetro (aço inoxidável), com os gases de proteção 100%CO₂, 25%CO₂, 8%CO₂, e 25%He. Todas as misturas contrabalanceadas com o gás Argônio. As soldagens foram realizadas como cordões sobre chapa. Para confecção das placas de teste foi utilizada uma chapa de aço comum ao carbono com espessura de 9,5 mm. As dimensões das placas foram 175 x 50 mm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros utilizados para soldagens das placas de teste são mostrados na Tabela 1. A Tabela 2 apresenta os valores médios dos parâmetros monitorados.

Tabela 1 - Parâmetros utilizados para soldagem

Teste	Ur (V)	Valim regulada (m/min)	Vsold (cm/min)	DBCP (mm)	Vazão gás* (l/min)	Arame Utilizado	Gás de Proteção
A	Alta/7	5,5	25	17	16	E 316LSi	25%CO ₂
B	Alta/6	6	25	17	16	E 316LSi	8%CO ₂
C	Alta/5	6	25	17	16	E 316LSi	25%He
D	Alta/1	16	25	17	16	ER NiCrMo - 3	25%He
E	Alta/4	12	25	17	16	ER NiCrMo - 3	8%CO ₂
F	Alta/5	12,5	25	17	16	ER NiCrMo - 3	25%CO ₂

Ur = tensão de regulada na fonte; Valim = velocidade de alimentação; Vsold = velocidade de soldagem; DBCP = distância bico de contato-peça.*vazão de gás medida no bocal da tocha com um fluxômetro.

Tabela 2 – Valores médios monitorados

Teste	Um (V)	Im (A)	Valim (m/min)
A	29,2	142	5,5
B	27,8	136	5,6
C	26,5	129	5,5
D	18,9	140	14,4
E	23,8	138	14,5
F	26,5	144	14,6

Um = Tensão média monitorada; Im = Corrente média monitorada

A Figura 1 mostra o perfil dos cordões de solda enquanto a Figura 2 mostra a relação R/L (reforço sobre largura) em função do gás de proteção utilizado. Quanto menor o valor da relação R/L maior é a molhabilidade do cordão de solda sobre o material de base.

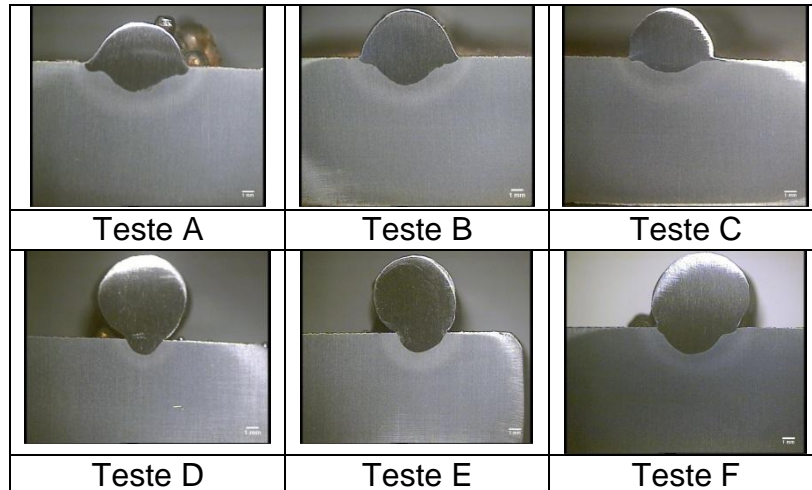


Figura 1- Macrografia das Secções Transversais dos Cordões de Solda

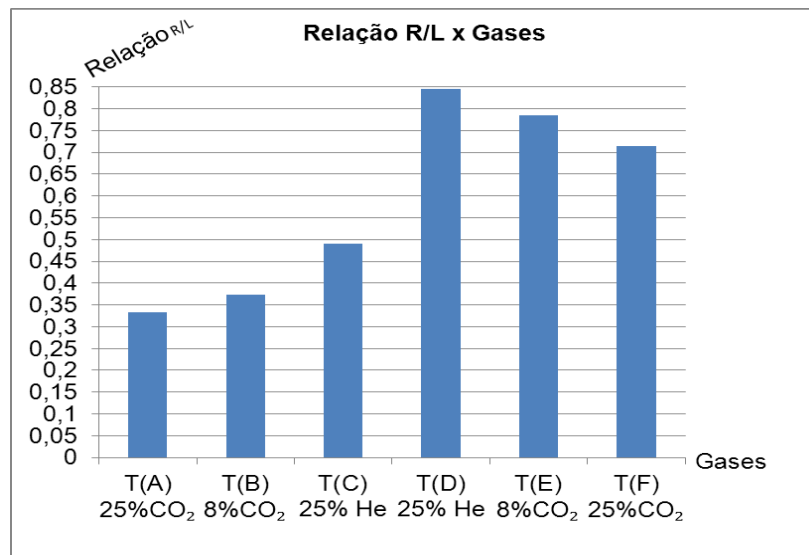


Figura 2 - Relação entre Gases e Relação R/L

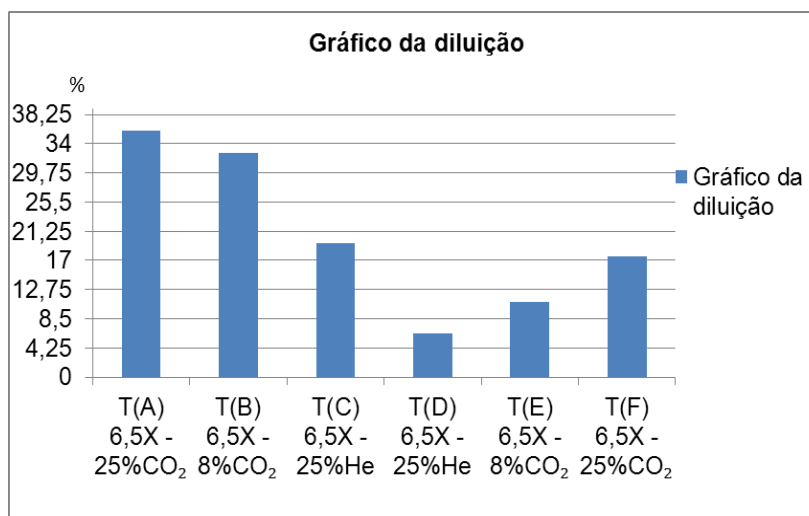


Figura 3 - Diluição do metal de adição no metal de base

Através da análise das Figuras 1 e 2, que mostram respectivamente as macrografias e a relação R/L em função dos gases de proteção utilizados, pode-se observar que nos testes A, B e C, testes realizados com o arame-eletrodo E 316LSI, a molhabilidade dos cordões de solda é muito superior aos testes D, E e F, testes realizados com o arame-eletrodo ER NiCrMo-3 (Inconel 625). O gráfico da Figura 2 mostra ainda que a melhor molhabilidade está presente nos cordões de solda que tiveram como gás de proteção a mistura de 25% CO₂, seguido da mistura de 8% CO₂, sendo a pior molhabilidade presente nos cordões de solda com gás de proteção com mistura de 25% He. A Figura 3 apresenta a diluição dos cordões de solda. Pode-se observar que o menor valor de diluição foi para o teste onde se utilizou 25% He como gás de proteção, independente do arame utilizado. A maior diluição ocorreu para os testes com gases com maiores teores de CO₂, mostrando, para este caso, que o CO₂ proporcionou maior poder calorífico do que o He, mesmo em porcentagens menores.

É sabido que no caso de revestimentos busca-se a menor diluição possível com a maior molhabilidade. Porém, os resultados mostram que apenas com a variação dos gases de proteção, quando um aumenta o outro diminui.

4. CONCLUSÕES

Para as condições e parâmetros utilizados no presente trabalho, pode-se concluir que:

- Os testes com o arame-eletrodo E 316LSi (aço Inoxidável) apresentaram uma maior molhabilidade nos cordões de solda quando comparados aos testes com o arame-eletrodo ER NiCrMo-3 (Inconel);
- Quanto maior o teor de CO₂ no gás de proteção, maior a molhabilidade e maior a diluição do cordão de solda;

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAIXO, C. E. I, DUTRA, J. C. Efeito do Gás de Proteção e do Modo de Transferência na Aplicação da Liga 625 em Aço Carbono. **Soldagem Insp.** São Paulo, v.14, n.4, p.313-319, Out/Dez 2009.

KEJELIN, N. Z. **Soldagem de revestimento de aços comuns C-Mn com superliga a base de Niquel Inconel 625.** 2012. 219f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.