

XIX Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica - 13 a 17/08/2012 – São Carlos-SP  
Artigo CREEM2012

## CONTRIBUIÇÃO DO FENÔMENO DE ESCALADA DE ARCO SOBRE A TAXA DE FUSÃO EM SOLDAGEM COM POLARIDADE NEGATIVA

André Barros<sup>1</sup>, Lara Viana<sup>1</sup>, Louriel Vilarinho<sup>2</sup> e Alexandre Nascimento<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFPA, Universidade Federal do Pará, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Belém - Bairro Guamá - CEP 66075-110 – Belém – Pará

<sup>2</sup>UFU, Universidade Federal de Uberlândia, Curso de Engenharia Mecânica  
Campus Santa Mônica - Bairro Santa Mônica - CEP 38400-902 – Uberlândia – Minas Gerais  
E-mail para correspondência: andre.barros13@hotmail.com

### Introdução

O processo de soldagem MIG/MAG, também conhecido como GMAW (Gas Metal Arc Welding), consiste em um processo de soldagem a arco que usa um arco entre um arame-eletrodo de alimentação contínua e uma poça de fusão. Este processo vem sofrendo um constante aumento em popularidade em virtude das vantagens e de elevada produtividade e facilidade de automatização. A soldagem pelo processo MIG/MAG convencional é, comumente, utilizada em CCEP (com o eletrodo ligado ao pólo positivo e a peça ao pólo negativo, também conhecido como polaridade inversa) por garantir maior estabilidade de arco. Por outro lado, o uso com resultados satisfatórios em polaridade negativa para controlar o aporte térmico sobre o metal base e a penetração em processos que utilizam fluxo, como Eletrodo Revestido e Arame Tubular, geraram interesse similar para MIG. Convém salientar, que o processo de soldagem com o eletrodo ligado ao pólo negativo (CCEN) é conhecido como polaridade direta.

No entanto, um obstáculo que tem limitado o uso de CCEN e polaridade variável, ou CA, em MIG é o problema de instabilidade do arco que acompanha o uso de polaridade negativa. Conforme defendido por Souza *et al.*, (2007) a maior taxa de fusão experimentada pelo eletrodo, no processo MIG/MAG, operando em polaridade negativa comparada à polaridade positiva seria justificada pelo fenômeno chamado “escalada de arco”, considerado pelos autores como o fator governante para esta maior taxa de fusão. A escalada de arco em CCEN é responsável pela maior eficiência térmica que é conseguida em consequência do arco atingir uma maior área da ponta do eletrodo em procura de óxidos para emissão por campo.

### Objetivo

Tendo em vista a importância do assunto, este trabalho tem por objetivo apresentar uma análise capaz de contribuir no entendimento do fenômeno de escalada de arco sobre a taxa de fusão em soldagem CCEN.

### Metodologia

Sendo o fenômeno da escalada de arco, indicado na Fig. 1, o principal responsável pelas maiores taxas de consumo de material de adição em relação à soldagem em CCEP, foi realizada uma avaliação do efeito da intensidade de corrente e do tipo de gás de proteção sobre a escalada de arco. A Tabela 1 mostra os fatores e níveis estudados. Além disso, foram realizados cordões em simples deposição utilizando o arame AWS ER70S-6 de  $1,2 \times 10^{-3}$  m de diâmetro em chapas de aço carbono e para a análise da escalada de arco e do modo de transferência, foi utilizada a técnica de filmagem em alta velocidade (Shadowgrafia).

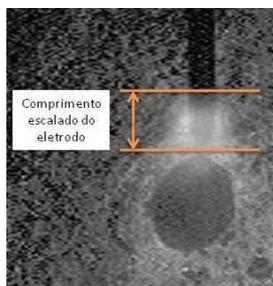


Figura 1 – Comprimento escalado do eletrodo.

Tabela 1 – Fatores e níveis estudados.

Fatores		Níveis		
Corrente (A)	70	150	250	
Gás	Ar-2%O <sub>2</sub>	Ar-5%O <sub>2</sub>	Ar-8%CO <sub>2</sub>	Ar-18%CO <sub>2</sub>

## Resultados

Foi utilizada a propriedade Potencial de Oxigênio (PO) para fins de comparação entre esses gases e seus respectivos teores. Stenbacka e Persson (1989) definem o Potencial de oxigênio como o efeito oxidante do gás de proteção e/ou a significância do conteúdo de oxigênio no metal de solda. Além disso, apresentam a Eq. 1 para estimar essa propriedade para teores de CO<sub>2</sub> de 25% ou menores.

$$PO = O_2 + \frac{1}{2} CO_2 \quad (1)$$

Fazendo comparação somente entre os gases de mesma natureza, embora em teores diferentes, fica perceptível que em todas as situações o que possui menor teor de oxigênio obriga o arco saltar mais para a parte sólida do eletrodo em busca de mais óxidos (pontos catódicos para emissão por campo). Pode-se citar como exemplo, para 250A de corrente o arco escalou  $5,26 \times 10^{-3}m$  para o gás Ar-2%O<sub>2</sub> contra  $3,38 \times 10^{-3}m$  para o gás Ar-5%O<sub>2</sub> como está indicado na Fig. 2.

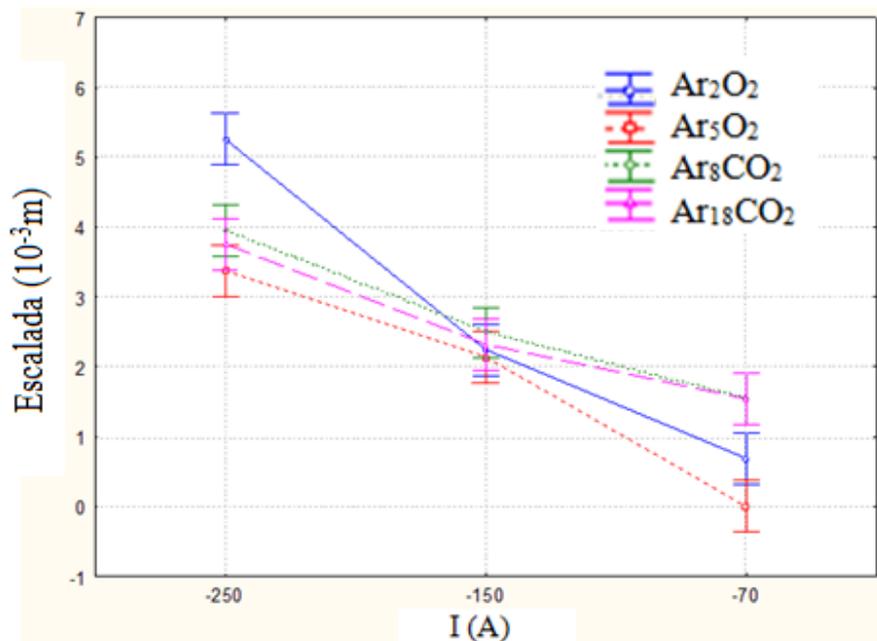


Figura 2 – Valores de Escalada de arco.

Por outro lado, se for utilizada a Eq. 1 para o cálculo do potencial de oxigênio, para permitir a comparação entre O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, os resultados de maior escalada deveriam ser obtidos para o gás de proteção que possui 2% O<sub>2</sub>, fato que só foi constatado para corrente de 250 A. Este fato pode ser atribuído ao crescimento demasiado do diâmetro da gota, característico do modo de transferência globular, que aconteceu em baixas correntes (70 e 150A) pode dificultar o salto do arco, que algumas vezes se localiza no mais baixo hemisfério da gota, para a parte sólida do eletrodo, ou o arco fica girando em torno da gota, tal fato fica evidenciado na Fig. 3, fazendo com que ela fique em balanço, sem conseguir envolvê-la totalmente.

Conforme Stenbacka e Persson (1989), o aumento da corrente reduz o conteúdo de oxigênio, esse fato contribuiria então para a maior escalada em gases com menor potencial de oxigênio. Fato que não foi observado em baixas correntes onde se acredita que haja uma inibição da escalada de arco nessas condições.

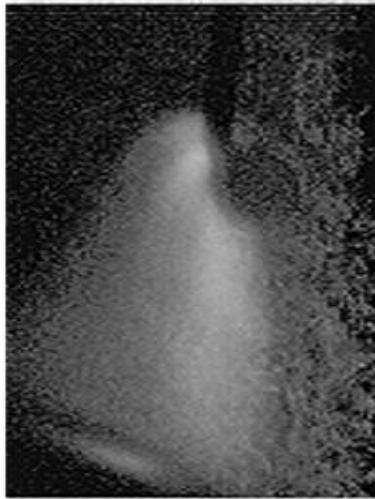


Figura 3 – Arco girando ao redor da gota, Gás Ar-18% CO<sub>2</sub> I= 70A.

### **Conclusões**

Foi observado que há uma tendência de maiores velocidades de alimentação de arame, conseqüentemente maior taxa de fusão, para as condições onde se obteve maior escalada de arco o que confirma que este efeito também é responsável pelo maior aquecimento do eletrodo e desta forma, pelo aumento da taxa de fusão. Além disso, a constatação de que valores altos de correntes (acima do valor de transição) são mais eficazes para o proveito dos efeitos do fenômeno da escalada de arco. Isto indica que contrariamente ao que muitos pesquisadores utilizam em CA, correntes elevadas, mas com pequenos valores de tempo em polaridade negativa, devem ser preferidas na determinação de parâmetros em CA para garantir melhores resultados da taxa de fusão e estabilidade de arco.

### **Referências bibliográficas**

- Santos, T. F., Oliveira, M. A., Dutra, J.C., “Estudo da Taxa de Fusão de Arames de Aço Carbono no Processo MIG/MAG”; XXVIII Congresso Nacional de Soldagem, São Paulo, SP, 2002.
- Scotti, A.; Ponomarev, V., “Soldagem MIG/MAG: Melhor Entendimento, Melhor Desempenho”, Artliber Editora Ltda, São Paulo, SP, 2008.
- Souza, D., Resende, A. A., Scotti, A., “Um Modelo Qualitativo para Explicar a Influência da Polaridade na Taxa de Fusão no Processo MIG/MAG”, Soldagem & Inspeção, Vol. 3, SP, p. 192-198, 2009.
- Stenbacka, N; Persson, K. A., “Shielding Gases for Gas Metal Arc Welding”, Welding Journal, Vol. 68, p. 41-47, 1989.
- Starling, C. M. D., Modenesi, P. J., “Avaliação da Velocidade de Fusão do Arame na Soldagem FCAW com Eletrodo Negativo”, Soldagem & Inspeção, Vol. 10, p.31-37, 2005.
- Starling, C. M. D., Modenesi, P. J., “Efeito da Polaridade do Eletrodo na Velocidade de Fusão de Arames Tubulares”, Soldagem & Inspeção, Vol. 10, p.101-108, 2005.