

**Análise Numérica da Transferência de Calor no Processo de Soldagem MIG
Multipasse em Chapas de Aço Inoxidável AISI 304L**

FARIAS, Rodrigo Martins
TEIXEIRA, Paulo Roberto de Freitas
rodrigofarias.mec@gmail.com

Evento: Encontro da Pós Graduação
Área do conhecimento: Processos de Fabricação

Palavras-chave: Soldagem MIG; Simulação Numérica; Transferência de Calor.

1 INTRODUÇÃO

As soldas são partes essenciais das estruturas de engenharia [1]. Devido aos fenômenos complexos que envolvem os processos de soldagem, estes são difíceis de serem modelados numericamente. Para essa modelagem, primeiramente uma análise térmica é efetuada, na qual é determinado o campo de temperaturas para cada passe da soldagem. O campo de temperaturas então é lido como uma carga térmica para calcular deslocamentos e as tensões em uma análise estrutural. Logo, o estudo do campo térmico da soldagem tem grande influência no que está relacionado à previsão de distorções e tensões residuais em peças soldadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante o processo de soldagem, o campo de temperaturas é governado pela equação da condução de calor, dada por:

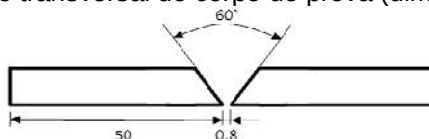
$$\frac{\partial}{\partial x} \left(k(T) \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(k(T) \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(k(T) \frac{\partial T}{\partial z} \right) + Q_v = \rho(T) C_p(T) \frac{\partial T}{\partial t}$$

Nas simulações, as condições de contorno para convecção e radiação na superfície das chapas são contempladas. O calor devido ao arco da soldagem foi modelado como uma fonte de calor com distribuição Gaussiana [2].

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O caso consiste na soldagem de topo de duas chapas, cujos experimentos foram realizados no Laboratório de Pesquisa em Engenharia da Soldagem da FURG. As chapas têm dimensões de 200mm x 50mm e espessura de 9,6mm. A junta é do tipo V necessitando de um passe de raiz e dois de preenchimento (Figura 1).

Figura 1 – Seção transversal do corpo de prova (dimensões em mm).



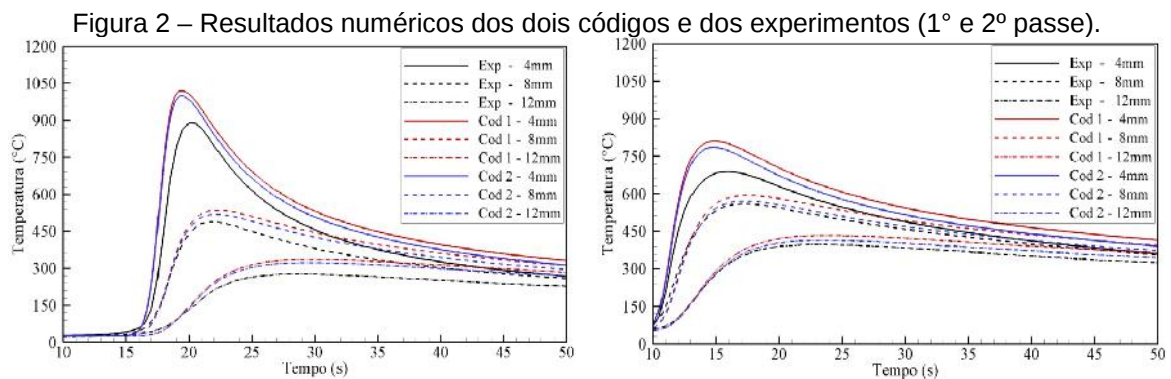
O material das chapas é o aço inoxidável AISI 304L, soldado pelo processo MIG. Todas as propriedades térmicas variam com a temperatura nas simulações [3].

As análises numéricas foram realizadas com o software ANSYS Multiphysics®. Os códigos foram elaborados adotando elementos de superfície para contemplar as

trocas de calor devido à radiação. O código 1 foi construído na forma convencional, com a malha possuindo os três passes. Dessa forma, os elementos do 1º e 2º passes têm suas faces superiores bloqueadas pelos elementos do passe seguinte, impedindo a existência dos efeitos de radiação nesta região. O código 2, proposto neste trabalho, é elaborado de forma a evitar este inconveniente. Assim, a malha foi gerada sequencialmente, resolvendo um passe por vez, permitindo que as faces superiores desses elementos contemplassem os efeitos da radiação.

4 RESULTADOS e DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os ciclos térmicos para 4mm, 8mm e 12mm durante o 1º e 2º passe de cada código, e estes são comparados com os valores obtidos experimentalmente. Verifica-se que, pelo fato do código 1 não contemplar os efeitos da radiação entre cada passe da soldagem, os ciclos térmicos apresentam temperaturas maiores em relação aos do código 2, o qual contempla este fenômeno. Por essa razão, o código 2 proporciona resultados mais próximos aos experimentais.



As diferenças encontradas em relação ao experimental devem ter forte influência do tipo de fonte usada, que é a gaussiana de área. Sabe-se que a aplicação de fontes volumétricas apresentam distribuições mais próximas às reais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foram avaliadas duas metodologias para a simulação numérica da soldagem realizada com o processo MIG, que diferem na transferência de calor por radiação das superfícies externas dos passes intermediários. O código 2, proposto neste trabalho, consegue reproduzir com mais acurácia as distribuições de temperatura durante e após a soldagem. É importante enfatizar que os campos de temperatura influenciam fortemente os campos de distorções e tensões residuais em uma posterior análise mecânica do processo, justificando a necessidade de um modelo térmico que proporcione resultados mais próximos possíveis da realidade.

REFERÊNCIAS

- [1] YAGHI, A., BECKER, A., 2004, State of the art review – weld simulation using finite element methods, Relatório Técnico, University of Nottingham, UK.
- [2] GOLDAK, J. A., AKHLAGHI, M., 2005, Computational Welding Mechanics, Springer.
- [3] DENG, D. E MURAKAWA, H., 2006, Numerical simulation of temperature field and residual stress in multi-pass welds in stainless steel pipe and comparison with experimental measurements, Computational Materials Science, Vol. 37, pp. 269–277.