

Introdução

A soldagem a arco elétrico é um processo de união de materiais que envolve diversos fenômenos físicos e por esse motivo sua modelagem matemática como fonte de calor é de difícil execução. Esse tipo de representação possibilita a realização de simulações numéricas, com o intuito de se obter dados a respeito, por exemplo, da temperatura na peça no decorrer do tempo.

Historicamente vários foram os modelos de fonte de calor para o arco elétrico conforme cita [Goldak, 2005]. Um dos modelos mais atuais é o do duplo elipsoide, o qual leva em consideração certos parâmetros da poça de fusão. Uma representação esquemática deste modelo pode ser observado a seguir (fig.1).

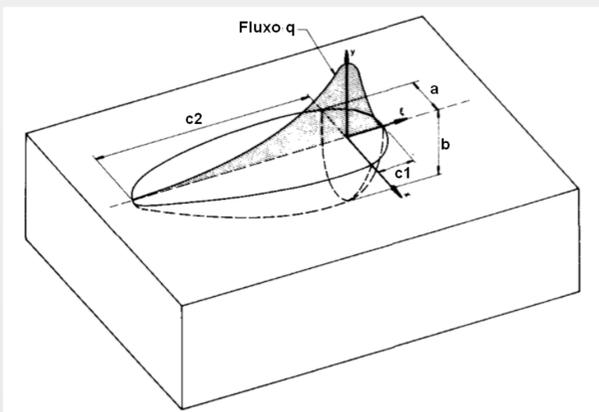


Fig.1 – Representação dos parâmetros geométricos do modelo [Adaptado de Goldak, 2005].

Onde “a” representa metade da largura da poça de fusão, “b” representa a penetração, “c1” o comprimento dianteiro e “c2” o comprimento traseiro. Além destes parâmetros referentes a geometria da poça de fusão o modelo ainda leva em consideração a corrente de soldagem, a tensão, a velocidade de soldagem e o rendimento térmico do processo.

Objetivos

Os principais objetivos do trabalho são realizar a simulação numérica do processo de soldagem em junta de filete utilizando o modelo do duplo elipsoide (o qual é mais comumente utilizado em simulações do tipo cordão sobre chapa), obter o ciclo térmico para três níveis de energia e compará-los com valor obtidos experimentalmente.

Materiais e Métodos

Para realização da simulação foi utilizando um servidor IBM System X3500 M4. O software utilizado foi Comsol Multiphysics versão 5.2.a. O modelo do duplo elipsoide foi aplicado em duas configurações, a) na junta já com a presença do cordão e b) diretamente na raiz da junta (fig.2).

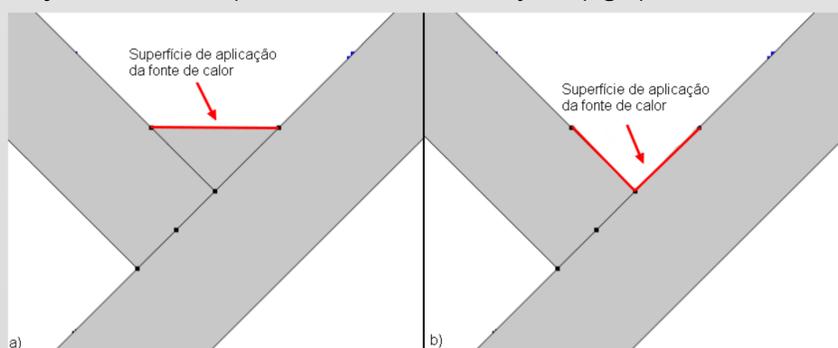


Fig.2 – Posicionamento da Fonte de Calor

Foram utilizadas três combinação de parâmetros a fim de obter-se três energias de soldagem, sendo elas 640, 1050 e 1500 J/mm. Essas energias são denominadas como Baixa, Média e Alta, respectivamente.

Os valores de temperatura na simulação foram avaliados em posições equivalentes à de termopares conectados no experimento. Esse posicionamento pode ser observado na (fig.3). Os dados experimentais foram retirados de [Susin, 2016].

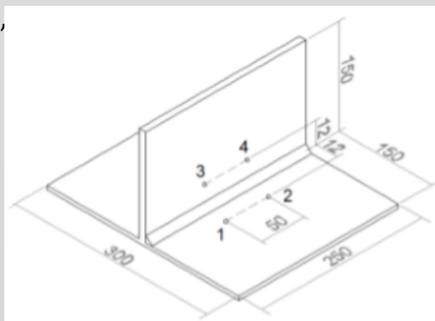


Fig. 3 – Posição das medidas de temperatura. Valores em mm.

Resultados

Os resultados de ciclo térmico obtidos para a configuração de aplicação “a”, na posição 1, para o nível de energia Alta pode ser observado na (fig.4), juntamente com o ciclo obtido experimentalmente.

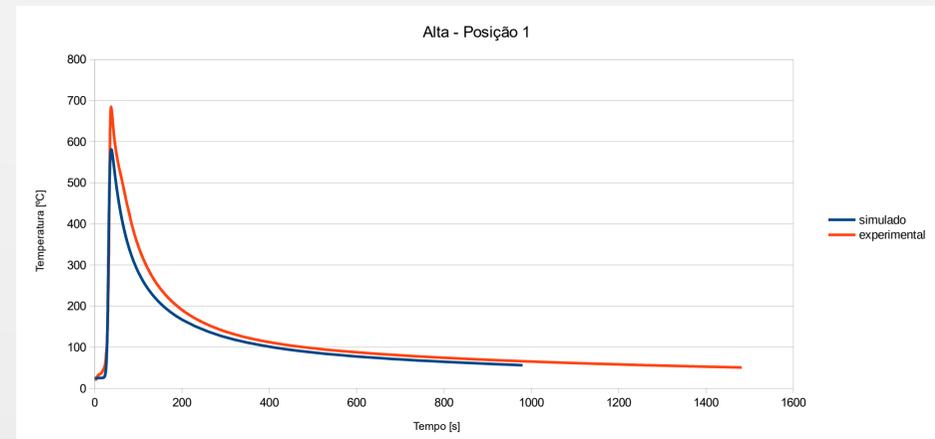


Fig.4 – Ciclo térmico real e simulado para o nível de energia Alta, na configuração “a”, na posição 1.

Os resultados de ciclo térmico obtidos para a configuração de aplicação “b”, na posição 1, para o nível de energia Alta pode ser observado na (fig.5), juntamente com o ciclo obtido experimentalmente.

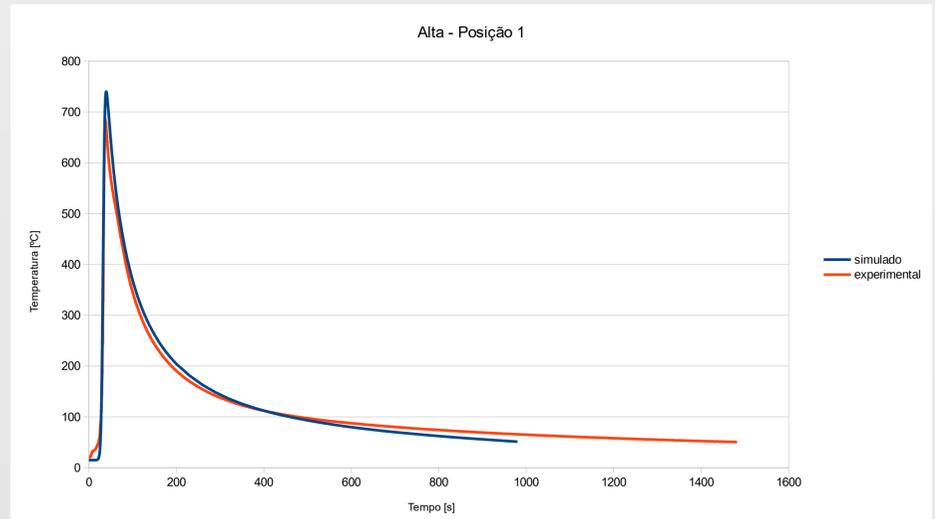


Fig.5 – Ciclo térmico real e simulado para o nível de energia Alta, na configuração “b”, na posição 1.

Como pode ser observado ao compararmos os gráficos anteriores, a configuração na qual o modelo da fonte de calor foi posicionado junto a raiz da junta resultou em valores de temperatura de pico mais próximos as obtidas experimentalmente, para o conjunto de parâmetros escolhido, que no caso foi a configuração de energia Alta. Visualmente a taxa de resfriamento também se apresentou mais adequada aos experimentos.

Esse resultado se mostrou semelhante para os demais pontos neste nível de energia. Todavia, para os demais testes (640 e 1050 J/mm) os resultados, embora consideravelmente melhores na configuração “b”, se apresentaram com maior diferença nas temperaturas de pico entre o simulado e o experimental. As taxas de resfriamento também tiveram maior divergência.

Conclusões

O modelo do duplo elipsoide se mostrou capaz de simular, com relativa precisão, a fonte de calor gerada pelo arco elétrico quando aplicado a uma junta de filete. Com o nível mais alto de energia os valores simulados se apresentaram mais próximo dos valores experimentais.

As diferenças entre as temperaturas de pico e taxas entre a simulação e o experimento pode ter sido causada por variações no posicionamento dos termopares.

Referências Bibliográficas

- Goldak, J.A.; Akhlaghi, M. Computational Welding Mechanics, New York, USA, 2005;
- Goldak, J.A; Chakravarti, A; Bibby, M. A New Finite Element Model for Welding Heat Sources, Metallurgical Transactions, 1984;
- Susin, H.G. Análise da distribuição de calor em juntas soldadas dos tipos Cordão sobre chapa e Ângulo para diferentes níveis de energia de soldagem, Monografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.