

METODOLOGIA PARA SIMULAÇÃO DE PONTOS DE SOLDA PELO MÉTODO DE ELEMENTOS FINITOS (MEF).

Renan Padovani^{1,2}, padovani@ita.br
Maiara Rodrigues^{3,2}, maiarar@ita.br
Anderson Vicente Borille¹, borille@ita.br

¹ Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA. Praça Marechal Eduardo Gomes, 50, Vila das Acácias. São José dos Campos – SP.

² Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Rua Talim, 330, São José dos Campos – SP.

³ Faculdade de Tecnologia de São José dos Campos-FATEC, Avenida Cesare Mansure Giulio Lattes, s/n, São José dos Campos – SP.

RESUMO: O processo de soldagem a ponto por resistência envolve a combinação complexa de parâmetros para atingir seu objetivo, que é a união de conjuntos sem a adição de material, apenas usando-se do efeito Joule para gerar calor e assim por fusão da zona submetida ao aquecimento unir as chapas, tem-se, portanto dificuldade em prever esse fenômeno, com isso o método de elementos finitos tem sido usado para simular o processo.

PALAVRAS-CHAVE: Soldagem, Ponto de Solda, Método de Elementos Finitos

ABSTRACT: *The process of resistance spot welding involves a complex combination of parameters to achieve your goal, which is the union of sets without the addition of material, just using the effect Joule to generate heat and so fusion zone subjected to heat joining sheets, has therefore difficult to predict this phenomenon, thus the finite element method has been used to predict the process.*

KEYWORDS: *Welding, Spot Weld, Finit Elements Metod*

INTRODUÇÃO

Soldagem a ponto por resistência (RSW) é um processo usado para unir chapas finas não exigindo a adição de metais, amplamente usado na indústria automobilística devido a sua facilidade na aplicação, deste modo, o comportamento do processo RSW é extremamente importante para a qualidade da estrutura inteira.

Constantemente, são desenvolvidos e aplicados métodos e ferramentas virtuais cada vez mais eficazes, permitindo otimizar e prever o processo de soldagem, contribuindo para a melhoria do mesmo.

Testes experimentais para analisar o comportamento de uma amostra soldada demandam tempo e custos adicionais. O Método de Elementos Finito é muito utilizado para prever e analisar a reação gerada após a soldagem.

Zhang (2004) mostra um modelo com elementos de casca simplificado capaz de fornecer tensões locais confiáveis que podem ser utilizados para as previsões de fadiga. P.-C. Lin e D.-A. Wang (2010) desenvolve modelos de elementos finitos tridimensionais para amostras em forma de U para se obter soluções de fator de intensidade de tensão precisos. Hong Tae Kang *et al.* (2007) mostram que as propriedades do material em torno das juntas soldadas podem ter variações significativas após soldagem e a geometria local das mesmas também pode ter variações, devido à quantidade de calor e capacidades de soldagem. Zhigang Hou *et al.* (2007) dizem que características mecânicas como tensão residual e deformações geradas devido a força do eletrodo e efeito Joule, se

manterão na estrutura e terão grande influência sobre as propriedades da junta soldada, incluindo resistência a falha, resistência a fadiga, entre outros.

Neste estudo, duas metodologias de modelagem do ponto de solda são simuladas variando a quantidade de nós envolvidos e sua distribuição, a fim de analisar e comparar o deslocamento.

METODOLOGIA

Para a criação de malha, modelagem do ponto de solda e simulação numérica dos conjuntos soldados foram utilizados os softwares Visual Environment 9 e Weld Planner V2013.0 ambos da ESI Group.

O Modelo de ponto de solda tipo 1, ilustrado na Fig. 1, consiste na colocação de um elemento do tipo *spot weld* no centro do ponto de solda.

No segundo tipo de modelagem são utilizados 11 elementos do tipo *spot weld* distribuídos de forma homogênea pelo perímetro e centro do ponto conforme traz a Fig. 2.

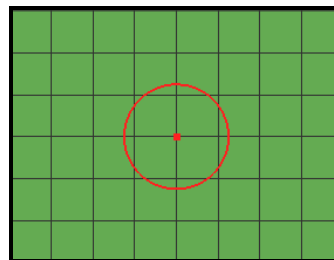


Figura 1. Ponto de solda tipo 1, elemento do tipo *spot weld* concêntrico

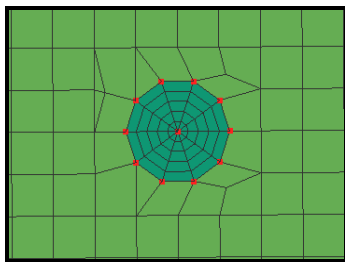


Figura 2. Metodologia 2, elementos tipo *spot weld* distribuídos uniformemente pelo diâmetro do ponto

Ambos os modelos são constituídos de elemento quadrático de tamanho dois milímetros, tendo pontos de fixação e *clamps* com mesma distribuição na malha. O material usado foi o STAHL52 que é similar a um aço baixo carbono, comumente usado em estampagem de carrocerias automobilísticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 3 mostra os resultados de deslocamento em um perfil central no eixo X do modelo 1, passando exatamente no centro dos pontos de solda.

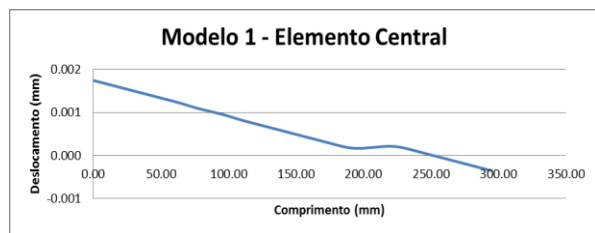


Figura 3. Resultados de deslocamento de perfil central no eixo x do modelo 1

A figura 4 que se refere ao modelo 2 traz valores de deslocamento do perfil central no eixo X passando pelo centro dos pontos de solda.

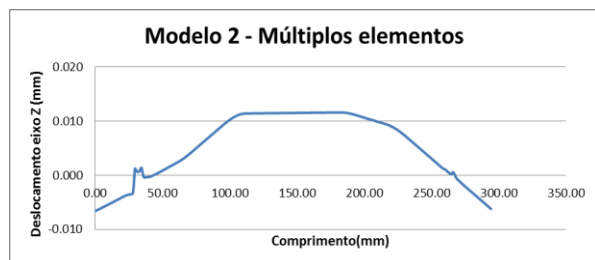


Figura 4. Resultados de deslocamento do modelo 2

Ambos os modelos foram submetidos à mesma sequência de soldagem, onde foram feitos um ponto por etapa, como a peça superior não se encontrava presa a peça inferior por nenhuma força mecânica e sim ação da gravidade é explicável a inclinação no gráfico onde aparecem deslocamentos negativos. Os deslocamentos são calculados sem levar em consideração a referência global e sim tornando cada

elemento como ponto zero e calculando posição final descontada a inicial.

No primeiro modelo somente um elemento de ponto de solda não se mostrou eficaz na tentativa de manter o primeiro que já havia sido soldado, fazendo com que o conjunto se deslocasse.

No segundo modelo a metodologia que distribui vários elementos de ponto de solda parece eficaz pois traz um deslocamento quase que uniforme, seguindo a forma da peça, outra questão que pode ser evidenciada é a possível sensibilidade a prever o efeito da endentação no ponto de solda, onde por conta da força exercida pelo eletrodo o deslocamento no ponto é diferente.

CONCLUSÃO

O segundo modelo apresentou melhor representação do fenômeno quando comparado com alguns modelos presentes na literatura, quando relacionado com o modelo 1 apresenta disparidades de processo inclusive evitando deslocamentos por fonte diferente da soldagem.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro de Competência em Manufatura-CCM do Instituto Tecnológico de Aeronáutica-ITA pelo apoio e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPQ.

REFERÊNCIAS

- Hong Tae Kang, Pingsha Dong, J.K. Hong, Fatigue analysis of spot welds using a mesh-insensitive structural stress approach, *International Journal of Fatigue*, Volume 29, Issue 8, August 2007, Pages 1546-1553.
- P.-C. Lin, D.-A. Wang, Geometric functions of stress intensity factor solutions for spot welds in U-shape specimens, *International Journal of Solids and Structures*, Volume 47, Issue 5, 1 March 2010, Pages 691-704.
- Zhang, S., "A Simplified Spot Weld Model for Finite Element Analysis," SAE Technical Paper 2004-01-0818, 2004.
- Zhigang Hou, Ill-Soo Kim, Yuanxun Wang, Chunzhi Li, Chuanyao Chen, Finite element analysis for the mechanical features of resistance spot welding process, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 185, Issues 1-3, 30 April 2007, Pages 160-165.

DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE

Os autores são os únicos responsáveis pelo presente trabalho.