



20° POSMEC

SIMPÓSIO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA MECÂNICA
UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Estudo de Deformações Plásticas em Chapas Soldadas

Autor(es)

Rames ABRAHÃO BASÍLIO NETO

Orientador:

Sônia A. GOULART OLIVEIRA

Valtair FERRARESI

A necessidade de se entender o comportamento de chapas soldadas submetidas a processos de conformação, como o caso dos Taylor Welded Blanks (TWB's), é o que impulsiona o estudo de deformações plásticas nas regiões da junta soldada e metal de base. Os TWB's consistem na união, por solda, de chapas de diferentes materiais e/ou espessuras e/ou propriedades mecânicas formando um blank para conformação, de grande aplicabilidade na indústria automobilística (CALDIN, 2006; RENCK, 2005; MEINDERS, *et.al.*, 2000).

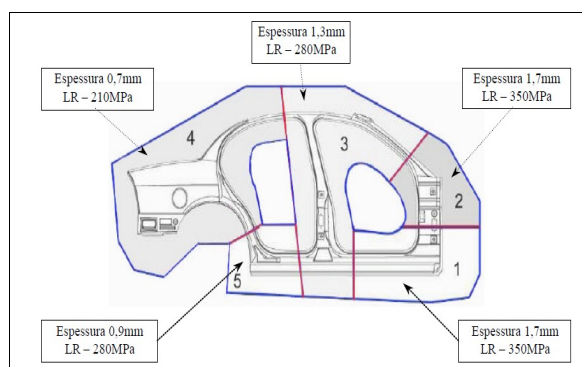


Figura 1: Linhas em vermelho representando a união por solda em uma lateral de carroceria formada por TWB - Estudo do projeto ULSAB (CALDIN, 2006)

Sabe-se que em chapas soldadas, as propriedades da zona fundida e da zona afetada pelo calor são significativamente menos desejáveis no ponto de vista de conformabilidade, pelas alterações microestruturais decorrentes do rigoroso ciclo térmico a quais estas regiões são submetidas (MODENESI *et. al.*, 2006).

Focando nesta característica da junta soldada, diversos estudos foram realizados com o objetivo de verificar o comportamento e possíveis defeitos em chapas soldadas sobre processos que exijam plasticidade. Isto é possível através de uma análise aprofundada das alterações da microestrutura e, consequentemente, das propriedades mecânicas do material, além do estudo da distribuição de tensões e deformações plásticas nas distintas regiões (junta e metal de base) da chapa soldada.

É comum que estas análises sejam processadas a partir de testes mecânicos, aliados muitas vezes ao método de elementos finitos, utilizado como ferramenta simplificadora. Ensaio como os de tração, dobramento, Nakazima, Marciniak, Erichsen, Olsen e Swift, por exemplo, são bastante utilizados, verificando desde propriedades mecânicas e qualidade da junta até o grau de estampabilidade da chapa soldada (MADEIRA, 2007).

Este trabalho tem por propósito, apresentar uma metodologia capaz de fornecer diretrizes para a análise de distribuição de deformação plástica em corpos soldados. Para tanto, ensaios de tração serão realizados sobre corpos de prova (Fig.2) de aço inoxidável ferrítico AISI 439 soldados com material de adição do aço inoxidável ferrítico ER430Nb, através do processo MIG/MAG. Paralelamente, será processada análise numérica a partir do módulo estiramento (“stretchforming”) de chapas do software explícito de elementos finitos Stampack®.

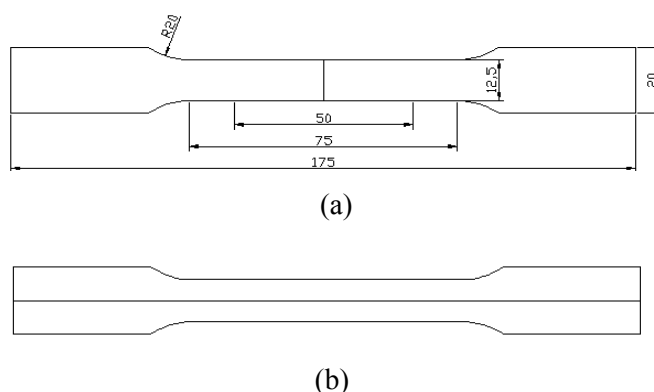


Figura 2: (a) Corpo de prova com cordão de solda na transversal (b) Corpo de prova com cordão de solda na longitudinal (dimensões em mm – NBR 6152)

O uso do aço inoxidável ferrítico AISI 439 nesta aplicação se dá pelas boas propriedades em termos de estampagem, soldagem e resistência a corrosão, além do baixo custo quando comparado com o aço inoxidável austenítico, comumente utilizado em operações que exijam plasticidade. O arame eletrodo ER 430Nb, será utilizado pela ótima qualidade e ductilidade da solda obtida, sendo comparada à de arames eletrodos de aço inoxidável austenítico, e por minimizar descontinuidades e promover melhor compatibilidade metalúrgica (MADEIRA, 2007; FERREIRA FILHO e FERRARESI, 2007).

A disposição do cordão de solda transversal e longitudinalmente, como mostrado na Fig.2 é importante para que se avalie a influência da orientação do cordão de solda sobre as propriedades do corpo de prova soldado (PANDA e KUMAR, 2009). Além disso, o posicionamento do cordão de solda nas duas direções permite que se submeta a solda a solicitações perpendicular e paralela à mesma, ocorrentes em um caso real de estampagem (MEINDERS *et. al.*, 2000).

O intuito dos ensaios experimentais é quantificar a distribuição de deformação plástica na junta soldada e metal de base (por uso de extensômetros devidamente fixados em cada uma destas regiões), além de verificar outros parâmetros como a influência do cordão de solda sobre propriedades como limite de resistência (S_{ut}), limite de escoamento (S_y), deformação máxima admissível e também, verificar a região da chapa soldada mais susceptível à ruptura. Os dados coletados nesta análise servirão de base na validação do software explícito de elementos finitos Stampack®, para esta aplicação.

As propriedades necessárias para realização das simulações serão obtidas através de ensaios de tração em corpos de prova com propriedades idênticas às do metal de base, zona afetada pelo calor (Fig.3) e zona fundida (Fig.3). Os resultados obtidos por análise numérica serão interpretados e comparados com os resultados encontrados nos ensaios experimentais, realizando-se os ajustes necessários para a validação do uso do software nesta aplicação. A habilitação do software para este caso mais simples representa a possibilidade de se obter resultados satisfatórios em casos mais complexos, como por exemplo, a simulação de ensaios de estampabilidade (ensaio Erichsen, ensaio Olsen), o que simplificará análises posteriores.

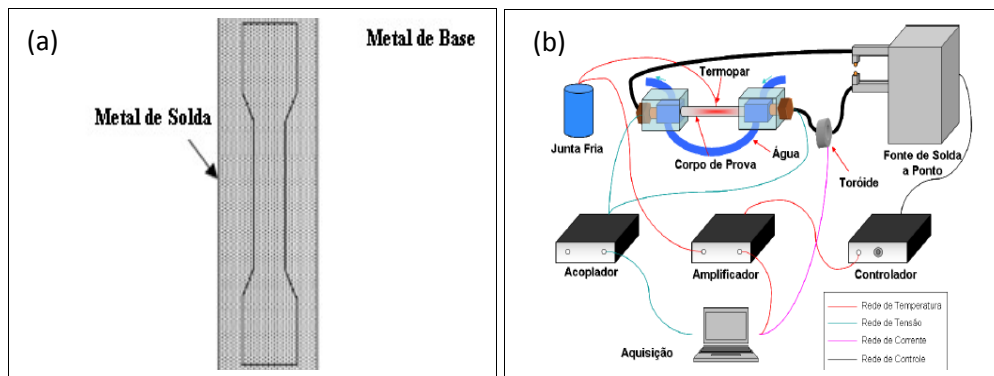


Figura 3: (a) Corpos de prova retirados da zona fundida (dimensões - ASTM E-8M) (b) Simulador térmico utilizado para obtenção de corpos de prova com propriedades da ZAC (dimensões - NBR 6152) (CUI *et.al.*, 2006; ARAÚJO *et. al.*, 2007)

Recentemente, na sala FEMEC-CIMNE realizou-se pré-testes a partir da simulação de conformação em chapas soldadas, através do software Stampack®, a fim de verificar a precisão do programa. Alguns dados utilizados foram aproximações, não condizendo integralmente com a realidade, porém demonstraram que a simulação por elementos finitos é capaz de produzir resultados satisfatórios quando comparados aos resultados experimentais encontrados na literatura.

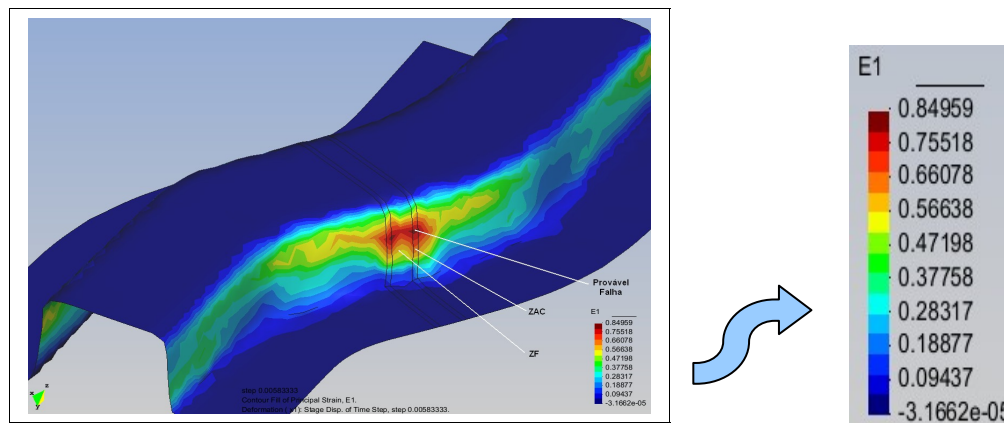


Figura 4: Geometria utilizada em pré-testes

Ao término do trabalho pretende-se oferecer uma metodologia prática e eficiente que sirva de auxílio para futuras pesquisas nesta área, fornecendo dados experimentais relevantes e habilitando o software para simulação do caso em estudo.

Referências

- ARAÚJO, D. B.; VILARINHO, L.O.; SCOTTI, A.; **“Desenvolvimento de corpos de prova que operam em níveis otimizados para aplicação em simulador do ciclo térmico da soldagem através de elementos finitos”**. 8º Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica, Cuzco - Peru, 2007;
- CALDIN, Renato; **“Estudo da Conformabilidade na Hidroconformação de Recortes de Chapas de Aço Soldadas a Laser”**. 121p. Dissertação de Mestrado (Engenharia Mecânica), Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2006.
- CUI, Y.; LUNDIN, C.D.; HARIHARAN, V.; **“Mechanical behavior of austenitic stainless steel weld metals with microfissures”**. Journal of Materials Processing Technology 171 (2006) 150–155;

FERREIRA FILHO, D., FERRARESI, V.A.; **“Influência do Gás de Proteção na Microestrutura do Metal de Solda do Aço Inoxidável Ferrítico”**. 17º Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2007;

MADEIRA, R.P.; **“Influência do Uso de Arames Inoxidáveis Ferríticos nas Características da Zona Fundida de um Aço Inoxidável Ferrítico com 17% de Cromo Biestabilizado”**. Dissertação de Mestrado (Engenharia Metalúrgica e de Minas), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte – MG, 2007;

MEINDERS, T.; VAN DEN BERG, A.; HUÉTINK, J.; **“Deep drawing simulations of Tailored Blanks and experimental verification”**. Journal of Materials Processing Technology 103 (2000) 65-73.

MODENESI, P.J.; MARQUES, P.V.; SANTOS, D.B.; **“Introdução à Metalurgia da Soldagem”**. Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Belo Horizonte - MG, 2006;

PANDA, Sushanta Kumar; KUMAR, D. Ravi; **“Study of formability of tailor welded blanks in plane strain stretch forming”**, Int J Adv Manuf Technol (2009) 44:675-685;

RENCK, Tiago Samuel; **“Estudo das Propriedades Mecânicas de Juntas Soldadas em Alta Velocidade pelo Processo de Fricção e Mistura Mecânica”**. 100p. Dissertação de Mestrado (Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2005.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Faculdade de Engenharia Mecânica
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica
www.posgrad.mecanica.ufu.br