

ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE JUNTAS SOLDADAS DAS SOLDAS MIG E ELETRODO REVESTIDO 6013 EM CHAPAS DE AÇO A36 UTILIZANDO O ENSAIO DE DOBRAMENTO

João Pedro Thurler Zanelli (Sociedade Universitária Redentor) E-mail: joapedronat@hotmail.com

Patryck da Silva Ferreira (Sociedade Universitária Redentor)

Matheus da Silva Roem (Sociedade Universitária Redentor)

Jarbas Tavares Netto (Sociedade Universitária Redentor)

Sarah dos Santos Rabelo (Professora na Sociedade Universitária Redentor)

Resumo: Devido à grande utilização dos aços como materiais empregados na engenharia e na indústria sob condições que requerem média resistência, é necessário que haja conexões em partes de tais materiais, seja em montagem de peças de máquinas e equipamentos ou até mesmo em componentes estruturais. Contudo, com o avanço da tecnologia, é possível conseguir estas conexões com a utilização de soldas de alta qualidade. Entretanto, o material pode vir a apresentar falhas de forma inesperada nas juntas soldadas, sofrendo esforços e gerando deformações locais, podendo, ainda, apresentar trincas sob certos defeitos em tais juntas e comprometendo a estrutura ou componente no qual se encontra. Em virtude destas situações, este presente trabalho visa detectar e verificar tais problemas utilizando o método de ensaio de dobramento, relacionando propriedades como ductilidade das soldas MIG (Metal Inert Gas) e eletrodo revestido de classificação 6013, aplicadas às chapas de aço A36.

Palavras-chave: aço, dobramento, MIG, 6013.

ANALYSIS OF PROPERTIES OF WELDED JOINTS OF WELDING MIG AND STICK 6013 STEEL PLATES A36 USING FOLDING TEST

Abstract: Due to extensive use of steel as the materials used in engineering and industry under conditions requiring medium resistance, it is necessary to have connections on parts of such materials, either on mounting machines and equipment parts or even structural components. However, with the advancement of technology, you can get these connections with the use of high quality welds. However, the material is likely to fail unexpectedly in welded joints, suffering efforts and generating local deformations, and may also submit cracks under certain defects in those gaskets and compromising the structure or component in which it is. Because of these situations, the present work aims to detect and verify such problems using the bending test method, relating properties such as ductility of MIG welding (Metal Inert Gas) and coated electrode classification 6013, applied to the A36 steel plates.

Keywords: steel, folding, MIG, 6013.

1. INTRODUÇÃO

Seguindo as gamas de classificações e aplicabilidades dos materiais no decorrer da evolução da tecnologia, é verificado que muitos destes são utilizados com o propósito na montagem de equipamentos e estruturas. No entanto, buscando uma garantia de segurança no desempenho de materiais se fazem necessários processos para a união destes metais. Dentre estes processos está a soldagem que compete à união entre duas partes metálicas, utilizando-se uma fonte de calor, com ou sem a aplicação de pressão (OKUMURA, 1982).

Os processos de soldagem apresentam como utilidades a fabricação de produtos em estruturas metálicas, aviões e veículos espaciais, navios, locomotivas, veículos ferroviários e rodoviários, inclusive em reatores nucleares, trocadores de calor, além de utilidades domésticas. No entanto, a soldagem apresenta objetivos como gerar energia suficiente para

unir dois metais, remoção de agentes contaminantes, propiciar o controle da transformação de fase (OKUMURA, 1982).

Existem várias formas e tipos de soldagem como a solda por eletrodo revestido e solda MIG. Sendo definida como soldagem a arco, o processo com eletrodo revestido produz uma coalescência entre metais e forma um arco elétrico entre um eletrodo metálico revestido e a peça a ser soldada. Entretanto a solda MIG (Metal Inert Gas) utiliza um gás ou mistura de gases para a proteção do arco e da região da solda, os quais podem ser inertes ou ativos (MARQUES, 2009).

A soldagem com eletrodos revestidos é normalmente usada tanto na oficina como no campo, inclusive em montagem de diferentes equipamentos e estruturas, sendo basicamente um processo com operação manual. É um processo muito utilizado industrialmente onde se tem a soldagem como processo de fabricação. Além disso, tem sido intensamente usada na manutenção de estruturas submersas, em soldagem subaquática, devido à grande versatilidade do processo em termos de ligas soldáveis (MARQUES, 2009).

Contudo, o processo da solda MIG é adequado para a soldagem de aços-carbono, aços inoxidáveis, aços de baixa, média e alta liga, e em ligas de alumínio, magnésio e cobre (BRANDI, 1992).

Dentre os aços carbono existentes atualmente, o mais utilizado e conhecido é o ASTM A36, que é classificado como um aço de média resistência mecânica. Entretanto, de acordo com a tendência moderna no sentido de se utilizar estruturas cada vez maiores e complexas, tem levado engenheiros, projetistas e construtores a utilizar aços de maior resistência, os chamados aços de alta resistência e baixa liga, de modo a evitar estruturas cada vez mais pesadas. Este aço possui boas propriedades como soldabilidade e trabalhabilidade em operações tais como corte, furação e dobramento (CARDOSO, 2007).

Durante o desempenho dos materiais em serviço, são submetidos à esforços, os quais trazem defeitos como dobramentos por flexão, trincas que são prejudiciais ao cordão da solda e para a qualidade da junta soldada (TANIGUCHI, 1992).

Para o comprometimento relacionado à qualidade das juntas soldadas, emprega-se o uso do ensaio de dobramento que caracteriza através de um esforço de flexão, de certa maneira a qualidade de algumas propriedades do material, evidenciando a presença de defeitos de soldagens (BOTTESINI, 2014). Neste contexto, insere-se este trabalho que tem como objetivo obter informações sobre propriedades como ductilidade do aço A36 em ensaios de dobramento na presença das juntas soldadas, a fim de relacionar os resultados obtidos nos ensaios em função das diferentes soldas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Com base nos critérios apresentados na norma ASME IX, os corpos de prova para os testes de dobramento, devem ser preparados cortando-se chapas para testes de maneira que sejam obtidas amostras com seções transversais aproximadamente retangulares. Contudo, para tal finalidade, as dimensões dos corpos de prova estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

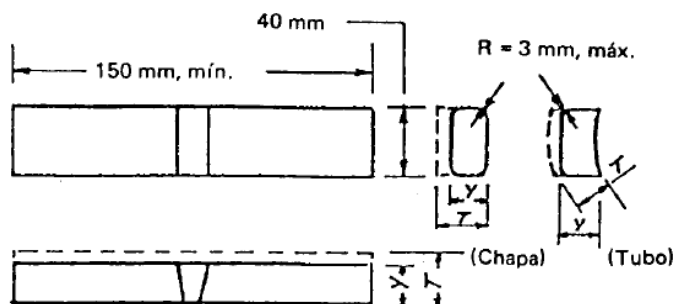


Figura 1: Corpo de prova para dobramento de raiz – Chapa e Tubo.

Fonte: Norma ASME IX, ART IV, QW- 462 Corpos de Prova.

T, mm	y, mm	
	P-Nº 23, F-Nº 23 ou P-Nº 35	Todos os outros metais
1,5 < 3	T	T
3 - 10	3	T
> 10	3	10

Figura 2: Especificação das dimensões do corpo de prova.

Fonte: Norma ASME IX, ART IV, QW- 462 Corpos de Prova.

A Figura 1 apresenta as dimensões do corpo de prova, com 150mm de comprimento, 40mm de largura, com raios de 3mm nas bordas e 7mm de espessura. A Figura 2 mostra apenas uma relação das espessuras das chapas com a solda após acabadas.

Dessa forma, cortou-se seis chapas do aço A36 com dimensões especificadas acima, soldando-se as chapas manualmente, utilizando para 3 corpos de prova a solda MIG (Metal Inert Gas), e os outros 3 corpos de prova a solda por eletrodo revestido de classificação 6013. Na parte soldada, removeu-se o excesso de material sobressalente na extremidade da chapa, para alívio de tensões na parte interna onde será dobrado.

Assim, as chapas foram submetidas a um ensaio de dobramento transversal de raiz, na qual a solda é transversal ao eixo longitudinal do corpo de prova, de forma que a superfície da raiz da solda venha a ser a superfície convexa do corpo de prova dobrado. Para tanto, utilizou-se cutelos com dimensões especificadas mantendo-os a uma distância estabelecida de acordo com o tipo de material. O ensaio foi realizado em uma máquina de ensaio Kratos. Utilizou-se um transferidor para posteriores verificações. As Figuras a seguir apresentam os corpos de prova com soldas MIG e eletrodo revestido 6013.

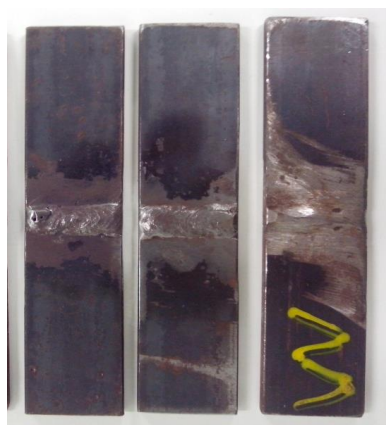


Figura 3: Corpos de prova com solda MIG.



Figura 4: Corpos de prova com solda de eletrodo revestido 6013.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a utilização deste ensaio, foi possível obter informações relacionadas ao carregamento suportado pelas amostras, não sendo o fator mais importante, mas relevante como referência para propriedades mecânicas (Figura 5).

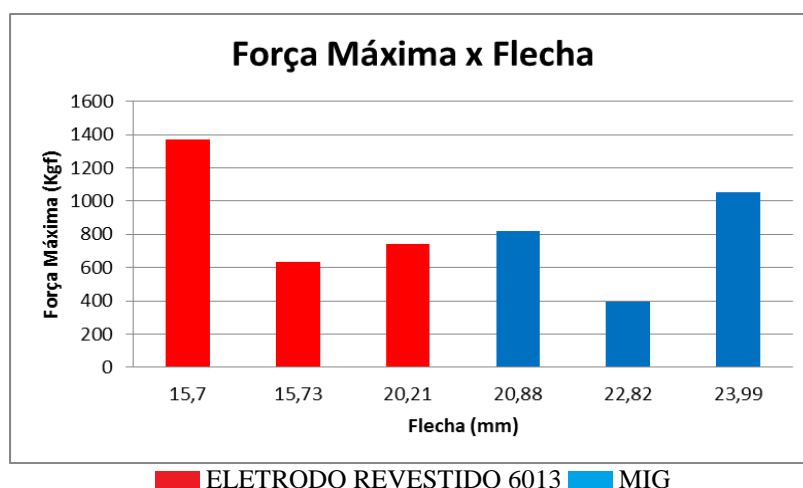


Figura 5: Carregamento suportado pelas amostras de aço A36 em função de suas respectivas deflexões.

A Figura 5 aborda uma esquematização gráfica do carregamento suportado por cada amostra, diferenciando-se pelas cores vermelhas e azuis para cada tipo de solda aplicada. Essa relação foi dada a partir da flecha ou deflexão das chapas, caracterizado por uma deformação transversal em um ponto.

Embora as amostras com solda de eletrodo revestido tiverem apresentado menores valores de deflexão, seus carregamentos foram elevados caracterizando maior resistência à deformação transversal. As amostras com solda MIG apresentaram maiores valores de deflexão, porém menores valores de carregamento, conferindo de certa forma, ductilidade.

Após o ensaio de dobramento, as chapas de aço A36 precisam ser aprovadas pelo ensaio. No entanto, o resultado do teste é novamente feito pela observação da existência ou não de fissuras e fendas na região tracionada do corpo de prova. Defeitos com dimensões acima de 3 mm de comprimento são causa para rejeição. Fissuras que ocorram nas arestas não são consideradas para rejeitar a peça, exceto se provenientes de inclusões ou outros defeitos

internos. No entanto, para este ensaio, é importante verificar o ângulo final do corpo de prova o qual determina a severidade do ensaio e a característica final da face tracionada.

Das amostras ensaiadas, foram detectados defeitos provenientes da solda. Contudo, amostras foram aprovadas. As Figuras a seguir apresentam as amostras submetidas ao ensaio de dobramento, a observação da existência de defeitos como fendas e trincas na superfície tracionada das amostras reprovadas, e a respectiva superfície das amostras aprovadas.

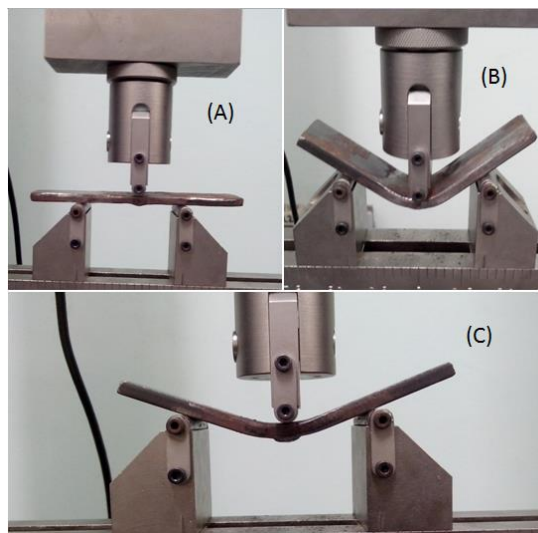


Figura 6: Corpos de prova com solda de eletrodo revestido 6013 sendo submetidos ao ensaio de dobramento.

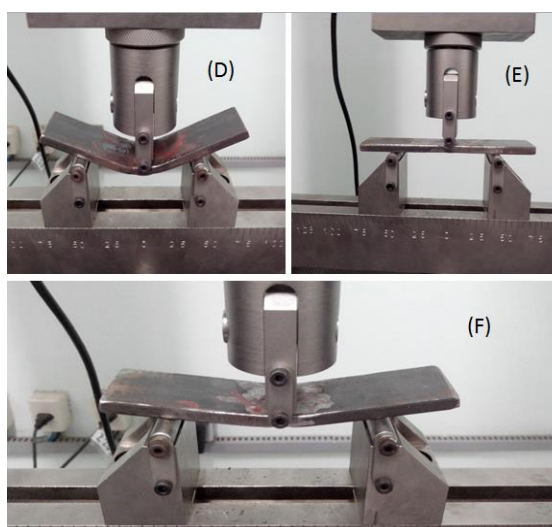


Figura 7: Corpos de prova com solda MIG sendo submetidos ao ensaio de dobramento.

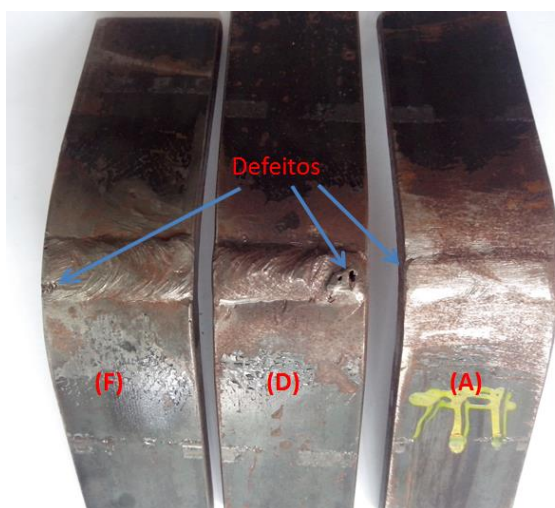


Figura 8: Superfície tracionada das amostras reprovadas.

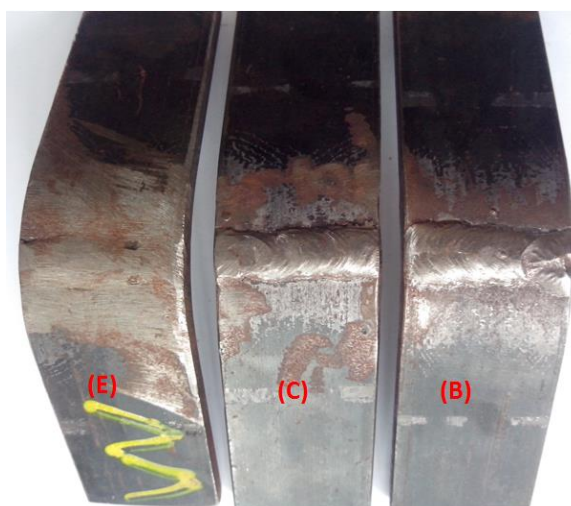


Figura 9: Superfície tracionada das amostras aprovadas.

A partir da análise das imagens 8 e 9 é possível observar os defeitos provenientes da solda que ocasionaram seu rompimento após o ensaio. Nas amostras aprovadas não apresentam esse tipo de defeito, exceto na amostra (E) que apresentou fissura na aresta, mas não sendo causa para rejeição dado que esta não é proveniente de inclusões. As letras descritas em cada corpo de prova nas Figuras 8 e 9 correspondem às letras nas Figuras 6 e 7, evidenciando as que foram aprovadas e reprovadas.

Partindo da observação das amostras aprovadas, mediu-se o ângulo de dobramento com um transferidor, colocando a peça sobre uma bancada lisa e plana. Tomando como base uma das faces e medindo o ângulo formado entre o traçado da simetria desta face com a outra (Figuras 10 e 11).

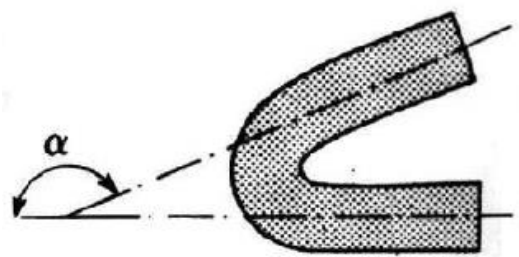


Figura 10: Representação esquemática do ângulo de dobramento.

Fonte: Departamento de Mecânica e Energia: Processos de Dobramento e Calandragem, UERJ, 2005.

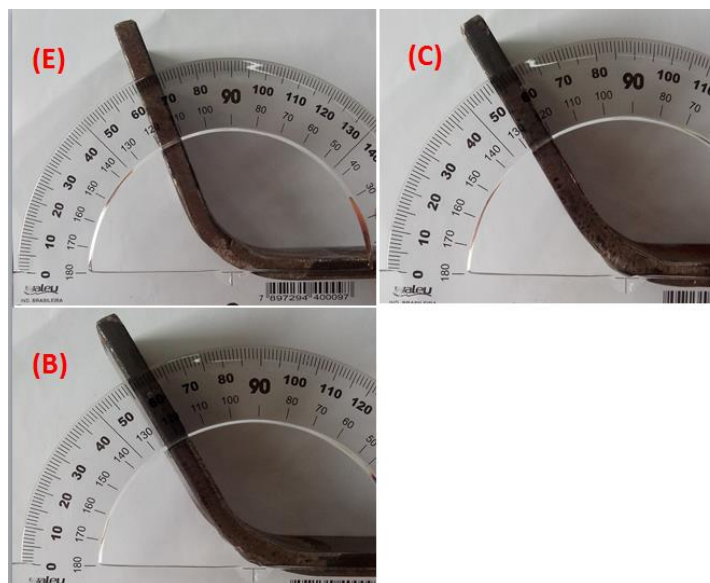


Figura 11: Ângulo de dobramento das amostras aprovadas.

As amostras (E), (C) e (B) obtiveram ângulos de dobramento de 66°, 56° e 60° respectivamente.

4. CONCLUSÕES

Após a observação das superfícies dos corpos de prova de aço A36 e da identificação de seus respectivos ângulos de dobramento, procede à conclusão de que as chapas com solda MIG obtiveram maior ductilidade em função da face sem rompê-la em consequência do maior ângulo de dobramento. Já as amostras com solda de eletrodo revestido 6013 apresentaram menor ductilidade, porém obtiveram maior resistência ao carregamento aplicado com ângulos relativamente próximos, mas menores se comparados com a solda MIG, podendo obter melhores resultados em detrimento das aplicações e solicitações de esforços de dobramento.

É importante lembrar que deve ser levado em consideração o processo da operação de soldagem, pois se realizado de maneira errônea poderá provocar defeitos visíveis na solda, como inclusões, acúmulo de gases, dupla camada alterando a microestrutura do material; neste caso afetando o desempenho do aço A36 em estruturas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Instituição Sociedade Universitária Redentor pela concessão dos equipamentos necessários para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

OKUMURA, T.; TANIGUCHI, C. *Engenharia de Soldagem e Aplicações; Livros Técnicos e Científicas Editora*, Rio de Janeiro, 1982.

MARQUES, P. V. *Soldagem: Fundamentos e Tecnologia*, UFMG, Belo Horizonte, 2009.

BRANDI, S. D. *Soldagem: Processos e metalurgia*, Edgard Blucher Ltda, 1992.

TANIGUCHI, C. *Soldagem: Processos e Metalurgia*, Edgard Blucher Ltda, 1992.

BOTTESINI, A. *Ensaio de Dobramento*, UPF, 2010. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/221585354/Ensaio-de-Dobramento2-capa-docx>. Acesso em 12 de setembro de 2014.

CARDOSO, M. G. *Avaliação da integridade estrutural de pontes metálicas da ferrovia turística Ouro Preto/Mariana (MG) por meio de modelagem numérica e técnicas laboratoriais*. 2007. 198f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2007. Disponível em: <http://livros01.livrosgratis.com.br/cp107398.pdf>. Acesso em 01/10/2014.