

Soldagem por fricção convencional entre aços similares ABNT 1020

Anderson Júnior Dos Santos, ndersonsantos@hotmail.com¹

Diogo Azevedo De Oliveira, diogoazev@yahoo.com.br¹

Klaus Higor Dos Santos Silva, Klaushigor@yahoo.com.br²

Natanael Geraldo E Silva Almeida, natanaelgsa@gmail.com¹

Gilmar Cordeiro Da Silva, gilmarcord@gmail.com²

Sinval Pedroso da Silva, sinvalpedroso@yahoo.com.br¹

¹ Universidade Federal De Minas Gerais, Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, CEP 31270-901 Belo Horizonte/ MG

² Pontifícia Universidade Católica De Minas Gerais, Rua Rio Comprido, 4.580, CEP 32010- 025 Contagem/MG

Resumo: A soldagem por fricção é um processo de união dos materiais no estado sólido e vem evoluindo aos longos dos últimos anos e tornando-se muito atrativo em diversas aplicações devido a sua característica de unir materiais similares e dissimilares em temperaturas abaixo da temperatura de fusão dos materiais envolvidos. O presente trabalho teve como propósito avaliar a resistência mecânica na soldagem de topo por fricção convencional entre os aços similares de baixo teor de carbono ABNT 1020. Para o desenvolvimento do trabalho, foi projetado e construída uma máquina de solda por fricção convencional didática capaz de unir materiais similares e dissimilares. Os parâmetros utilizados para unir os materiais foram carga de 15N de força de compressão, 400 rotações por minuto, tempo de 25 segundos de contato entre as interfaces a serem unidas e corpos de prova de tração com 5 milímetros de diâmetro. A caracterização da região de solda foi realizada por microscópio óptico e a resistência mecânica da solda foi avaliada pelos ensaios de microdureza Vickers, tração e arrancamento. A análise pela microscopia óptica e pela microdureza apresentaram como resultados o refinamento dos grãos e o aumento de dureza na região de união dos materiais. Para o ensaio de tração a ruptura dos corpos de prova ocorreram fora da região de união dos materiais comprovando a eficácia da solda.

Palavras-chave: Soldagem por fricção, aço ABNT 1020, resistência mecânica

1. INTRODUÇÃO

A soldagem por fricção é um processo de união no estado sólido, no qual a coalescência entre peças metálicas é obtida por aquecimento por meio do atrito entre as peças e pela aplicação de pressão. Sendo que existem duas variações do processo: a soldagem por fricção convencional e por inércia Marques *et al.* (2009). Sendo que a principal diferença entre a soldagem por fricção convencional e por inércia está relacionada com o modo de transmissão de movimento para a garra onde está fixada o material a ser soldado. Sendo assim na soldagem por fricção convencional uma das garras é movimentada por um motor elétrico ou hidráulico e já a soldagem por inércia uma das garras está ligada a um volante de inércia.

A principal vantagem da soldagem por fricção em relação aos outros processos de soldagem é que durante a soldagem os materiais a serem unidos não atingem a temperatura de fusão e todo o processo acontece no estado sólido e os materiais são unidos por difusão eliminando problemas associados com a fusão e solidificação do material. Outras vantagens são a não utilização de fluxos, metais de adição, não geração de gases e centelhas e ser considerado um processo de soldagem a frio adequado para aplicações em atmosferas explosivas. As principais aplicações segundo Alves *et al.* (2016) são para os setores de petróleo, automotivo, aeroespacial, bélico e mineração.

O principal objetivo foi avaliar a resistência mecânica da junção entre aços similares ABNT 1020 pelo processo de soldagem por fricção com uma máquina didática de solda por fricção convencional construída pelos autores. Para avaliar a microestrutura do material foi utilizado um microscópio óptico e para a resistência mecânica dos materiais unidos foram realizados ensaio de tração, microdureza e arrancamento com martelo, apesar de ser um ensaio impreciso pois não temos o controle da carga aplicada e nem da velocidade de deslocamento do martelo foi útil para avaliar se o material soldado sofre fratura na região de solda após o impacto do martelo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A metodologia adotada consistiu em realizar a solda por fricção convencional com uma máquina didática projetada e construída pelos autores apresentada na Figura 1. Sendo unido aços similares ABNT 1020 usinados com diâmetro de 6 mm. A caracterização metalográfica do aço ABNT 1020 foi realizada antes da soldagem por fricção e após a soldagem por fricção convencional. Sendo retirada amostras da região de solda e embutidas, lixadas e atacadas com Nital 2% para revelar a microestrutura do aço ABNT 1020.



Figura 1. Máquina didática por solda por fricção convencional.

A composição química do aço ABNT 1020 é mostrada na TAB.1.

Tabela 1. Composição química do aço ABNT 1020.

Composição química do aço ABNT 1020				
ABNT	%C	%Mn	%P máx.	%S máx.
1020	0,18-0,23	0,30-0,60	0,040	0,050

Todas as soldas foram produzidas na máquina didática por solda por fricção a temperatura ambiente. O corpo de prova de aço ABNT 1020 foi acoplado na pinça fixa e pinça móvel da máquina. Os parâmetros de soldagem utilizados estão apresentados na TAB 2.

Tabela 2. Parâmetros utilizados durante os ensaios.

Parâmetros utilizados durante os ensaios		
Rotação (RPM)	Tempo de atrito (s)	Carga de atrito (N)
400	25	15

Para avaliar a resistência mecânica dos corpos de prova foram utilizadas a máquina de ensaio de tração INSTRON modelo 5582 com capacidade de 100 kN, microdurômetro Mitutoyo MUK- H1 com carga de 1 k, microscópio óptico Zeiss modelo Axio Scope A1 e um martelo para realizar o ensaio de arrancamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As microestruturas do aço ABNT 1020 são apresentadas na Figura 2. A Figura 2.b representa a região de solda por fricção e pela imagem é possível verificar que nesta região houve refinamento dos grãos devido a carga aplicada durante o ensaio. Nesta região acontece também segundo AWS (1991) a difusão e a mistura mecânica entre os materiais que exercem a função de aumentar a resistência mecânica da região soldada.

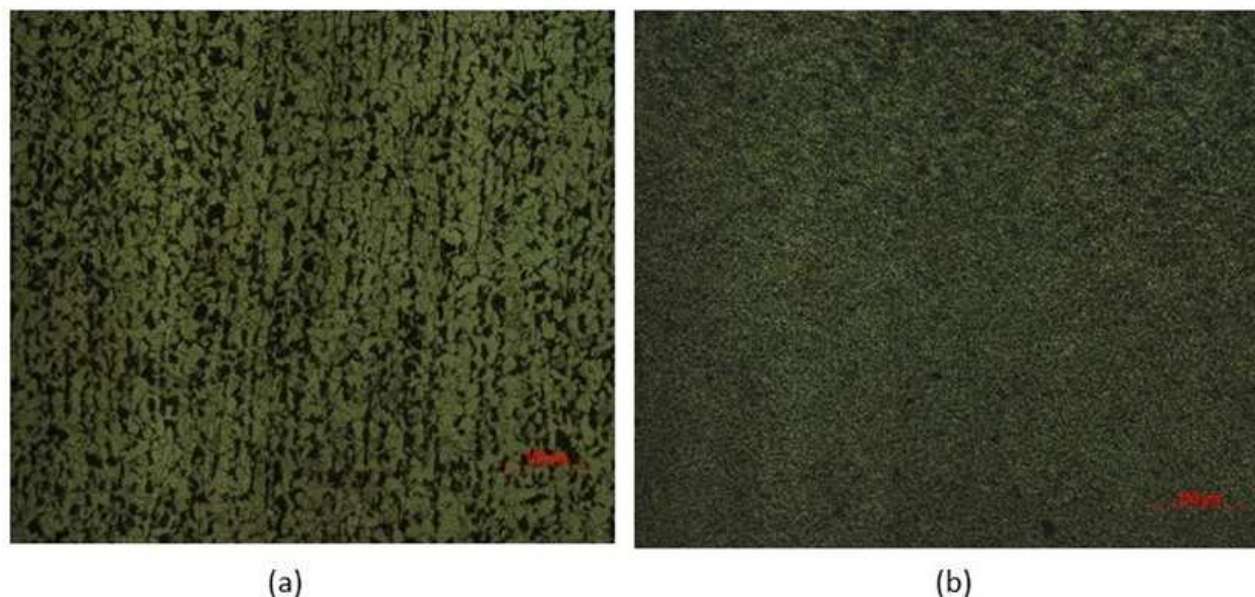


Figura 2. Microestrutura do aço ABNT 1020 com ampliação de 20x. (a) microestrutura antes da soldagem por fricção. (b) microestrutura após a soldagem por fricção.

3.1. Ensaio microdureza

Foi realizado também o ensaio de microdureza da região de união entre os materiais. Para avaliar a região de solda foi necessário seccionar um corpo de prova do ensaio de soldagem por fricção e embutir, polir e atacar a amostra com Nital 2% para realizar o ensaio de microdureza. O ensaio foi realizado para o material no estado recebido e obtendo resultado de dureza de 133 Vickers (HV). Na amostra do ensaio de fricção foram realizadas 5 medições em pontos específicos conforme a Figura 3 com espaçamento de 2 mm entre as endentações

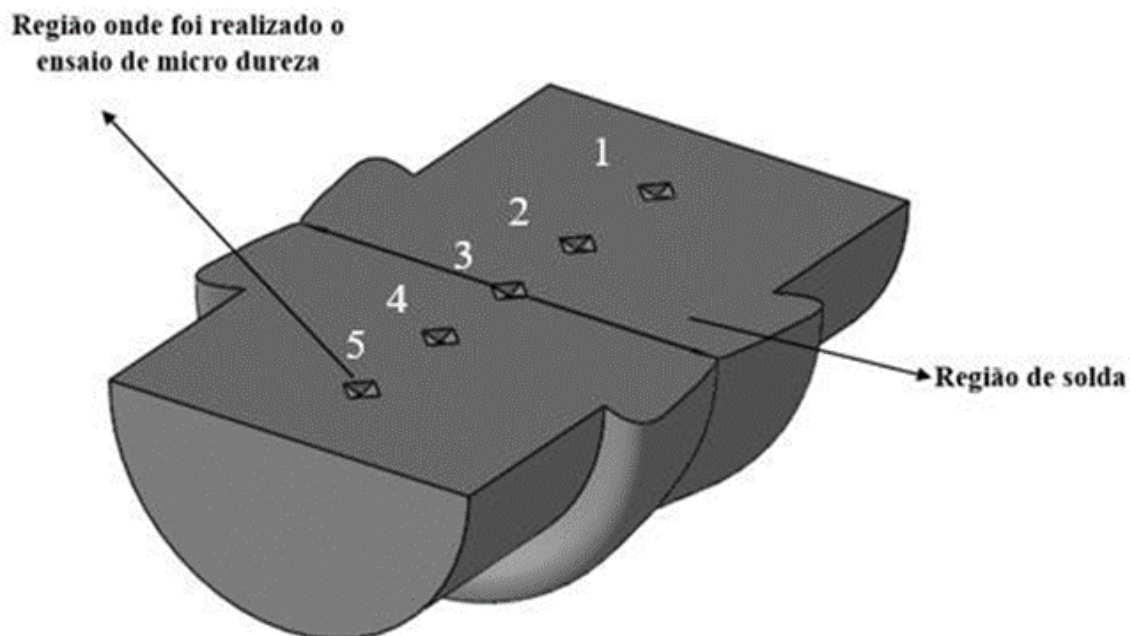


Figura 3. Desenho da seção transversal da região de solda por fricção onde foram realizados os ensaios de microdureza.

Tabela 3. Resultados do ensaio de microdureza da região de solda.

Ensaio de microdureza da região de solda.	
Sequência de medição do ensaio de microdureza conforme a Figura 3	Dureza Vickers (HV)
1	198.10
2	205.6
3	206.6
4	206.0
5	197.5

Os resultados referentes a tabela 3 revelam que a junta soldada houve um aumento de dureza em relação ao material sem solda. O endurecimento do material na zona de solda é justificável pelo encruamento do material e a pequena diferença nos valores de dureza podem ser explicados pela diferente distribuição de temperatura na região de solda.

3.2. Ensaio de tração

Para o ensaio de tração foi necessário usinar o corpo de prova do ensaio de soldagem por fricção conforme a Figura 4. Os resultados do ensaio de tração são apresentados na Figura 5 e mostram que o comportamento mecânico do corpo de prova do ensaio de soldagem por fricção fica próximo do corpo de prova sem solda.

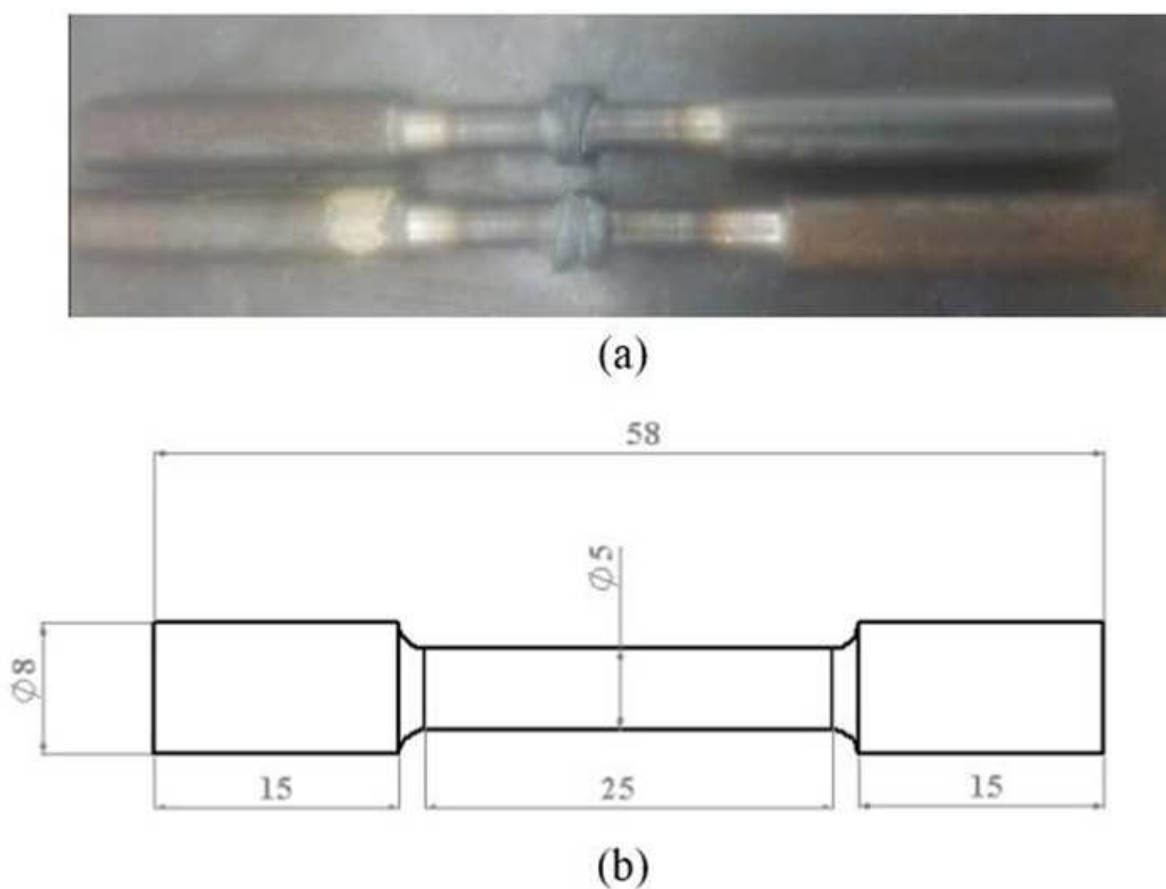


Figura 4. Corpos de prova para o ensaio de tração. (a) corpos de prova do ensaio de solda por fricção. (b) desenho do corpo de prova do ensaio de tração com dimensões em milímetros.

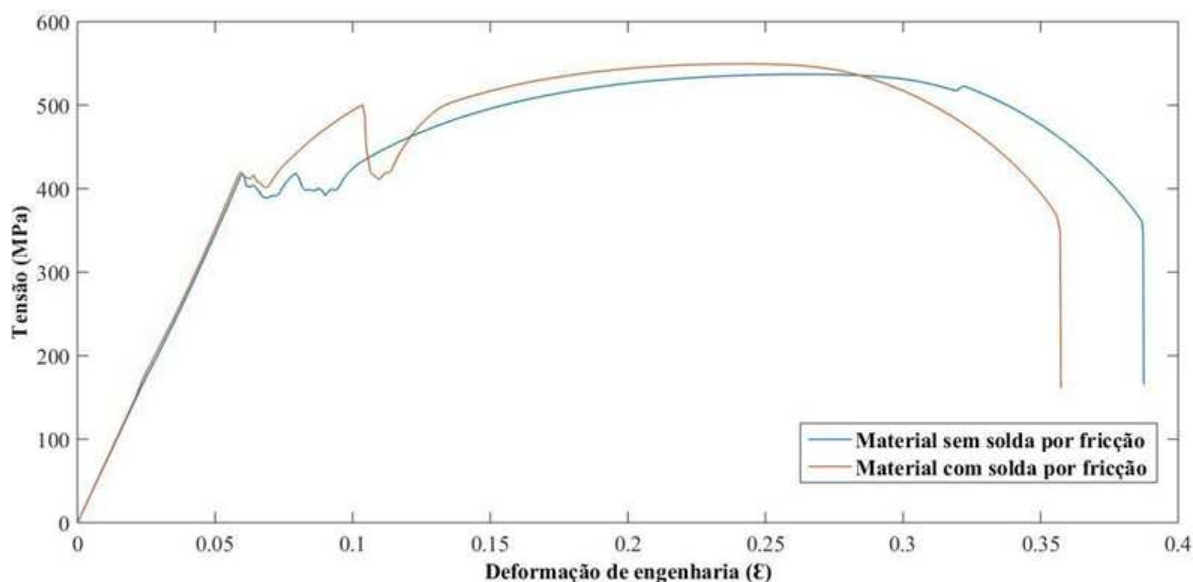


Figura 5. Ensaio de tração do material sem solda e com solda.

3.3 Ensaio de arrancamento

Para o ensaio de arrancamento foi utilizado uma morsa de bancada e um martelo para aplicar uma carga de impacto no corpo de prova. Apesar de ser um ensaio onde não há o controle da carga de impacto aplicada e nem o controle da velocidade de deslocamento do martelo é útil para avaliar se o corpo de prova rompe na junta soldada. A Figura 6 mostra os corpos de prova após o ensaio de arrancamento e não houve a fratura do material na região de solda.



Figura 6. Corpo de prova do ensaio de soldagem por fricção após o ensaio de arrancamento.

4. CONCLUSÃO

A soldagem por fricção entre aços similares ABNT 1020 foi eficaz em função que a ruptura do corpo de prova ocorreu fora da região de solda para o ensaio de tração. Para o ensaio de arrancamento os corpos de prova não romperam na região de solda indicando que na interface entre os aços similares houve uma ligação química forte o suficiente para suportar os esforços mecânicos. Em relação a outros trabalhos da literatura podemos inferir que houve a difusão e a mistura entre os materiais. Os resultados de metalografia indicam o refinamento de grão da região de solda e os resultados de microdureza apresentam que houve um aumento da dureza na região de solda em relação ao aço ABNT 1020 no estado recebido.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores dessa pesquisa agradecem a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Instituto Politécnico da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG). Ao CNPq, Fapemig e Capes que financiaram esta pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

- Alves, E. P., 2016, “Junções de Materiais Dissimilares Utilizando o Processo de Soldagem por Fricção Rotativa”. Tese, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil.
- Marques, P.V., Modenesi, P. J., Bracarense, A. Q., 2005, “Soldagem: fundamentos e tecnologia”, Ed. UFMG, Minas Gerais, Brasil, 363 p.
- American welding society., 1991, “Welding Handbook”, Vol 2, Miami, American, 891 p.

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

CONVENTIONAL FRICTION WELDING BETWEEN SIMILAR STEELS ABNT 1020

Anderson Júnior Dos Santos, ndersonsantos@hotmail.com¹
Diogo Azevedo De Oliveira, diogoazev@yahoo.com.br¹
Klaus Higor Dos Santos Silva, Klaushigor@yahoo.com.br²
Natanael Geraldo E Silva Almeida, natanaelgsa@gmail.com¹
Gilmar Cordeiro Da Silva, gilmarcord@gmail.com²
Sinval Pedroso da Silva, sinvalpedroso@yahoo.com.br¹

¹University Federal of Minas Gerais, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901, Brasil

²Pontifical Catholic University of Minas Gerais, R. Rio Comprido, 4.580 - Contagem - MG - CEP 32010-025, Brasil

Abstract. Friction welding is a process of bonding the materials in the solid state and has been evolving over the years and becoming very attractive in several applications due to its characteristic of joining similar and dissimilar materials at temperatures below the melting temperature of the materials involved. The purpose of the present work was to evaluate the mechanical resistance to conventional friction top-welding between similar low-carbon ABNT 1020 steels. For the development of the work, a conventional didactic friction welding machine was designed and built capable of joining similar and dissimilar materials. The parameters used to join the materials were 15N load of compression force, 400 revolutions per minute, 25 seconds of contact time between the interfaces to be joined and tensile test bodies with 5 millimeters of diameter. The characterization of the weld region was performed by optical microscope and the mechanical resistance of the weld was evaluated by the Vickers microhardness tests, traction and pullout. Optical microscopy and microhardness analyzes showed grain refinement and hardness increase in the region of bonding of the materials. For the tensile test the rupture of the specimens occurred outside the region of union of the materials proving the effectiveness of the weld.

Keywords: Friction welding, steel ABNT 1020, mechanical resistance