

SOLDAGEM TIG AUTOMATIZADA EM ALTA CORRENTE PARA UNIÃO DE CHAPAS FINAS SOBREPOSTAS

Vinicius Lemes Jorge, viniciuslemesj@hotmail.com¹
Américo Scotti, ascotti@ufu.br²

¹Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H - Laprosolda

²Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H - Laprosolda

Resumo: A necessidade de se produzir mais, com segurança, garantindo qualidade, menores impactos socioambientais e menores custos fazem com que novos estudos sejam conduzidos na intenção de contribuir para melhoria dos processos de soldagem. Além disso, a falta de mão de obra qualificada e os altos índices de falhas ocorrentes nas obras que envolvem operações de soldagem tornam-se motivadores para aumentar a procura por recursos que minimizem problemas. A soldagem TIG de alta corrente sem material de adição se apresenta como uma técnica em potencial nesse contexto. Entretanto, essa técnica ainda não se popularizou no meio industrial. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as potencialidades e dificuldades dessa técnica para ser aplicada em uniões de chapas sobrepostas. Portanto, este artigo propõe um estudo para soldagem TIG em alta corrente em soldagem de filete horizontal de chapas finas (2 e 3 mm) sobrepostas, procurando-se avaliar condições paramétricas para atender bons aspectos do cordão de solda. Foi realizado um exploratório acerca do posicionamento da tocha (ângulo de ataque, ângulo de posição, distância eletrodo peça), assim como corrente e velocidade de soldagem para se verificar os limites do processo, investigando dificuldades deste tipo de soldagem frente a alguns resistores de robustez, como por exemplo, a presença da folga entre as chapas. Foi avaliado o desempenho da soldagem com o acréscimo do hidrogênio ao gás de proteção (nos teores 5%, 10% e 15%), na tentativa de se aumentar a velocidade de soldagem. Foram estabelecidas faixas operacionais para se soldar com corrente de 300 A, para chapas de 2 mm, com argônio puro e misturas de Ar + H₂. De forma similar foi feito para chapas de 3 mm, em níveis de corrente de 300 e 400 A. O posicionamento da tocha (ângulo de ataque, ângulo de posição, distância eletrodo peça) respectivamente 30°, 1 mm e 4 mm se mostrou efetivo, garantindo bons cordões de solda, sendo que, alguma variação pequena de tais parâmetros é tolerável, não representando insucesso na operação. Por fim, resultados mostram o potencial para se aumentar a faixa operacional de velocidade (em cerca 70%) ao se trabalhar com misturas Ar + H₂ no lugar da proteção com Argônio puro, mantendo-se a mesma geometria da união, com velocidades de soldagem de até 60 cm/min, para soldagem de juntas sobrepostas de (2+2mm) e (3+3mm).

Palavras-chave: Alta Corrente, Hidrogênio, Soldagem de Alta Velocidade, Chapas Finas

1. INTRODUÇÃO

Em um cenário global, em que a fabricação soldada tem extrema importância no processo produtivo industrial, a soldagem a arco TIG merece destaque pela larga amplitude em que é utilizada. A competitividade na indústria é guiada pelo aumento de produção, redução de custos e garantia de qualidade, sejam eles relacionados à matéria-prima, logística, mão de obra, equipamentos e, não menos importante, a questão ambiental. A cada dia, novos estudos são conduzidos com o intuito de contribuir para melhoria dos processos, permitindo comparar de forma mais sustentável os processos para determinadas situações.

Neste contexto, muito se tem questionado o processo de soldagem TIG, já que existem paradigmas que às vezes são pouco discutidos ou estudados. Por exemplo, o processo TIG é apontado como um processo de soldagem lento (baixas velocidades de soldagem), apropriado para soldagens manuais e pouco produtivo. No entanto, como alternativa para otimizar o uso de matéria-prima, o emprego da soldagem TIG autógena e sem material de adição mostra-se promissor. O aumento da capacidade de produção do processo é possível ao se trabalhar com altas correntes, mesmo à custa do impedimento da soldagem manual, que empresta ao processo TIG um fator de qualidade (formação controlada do cordão).

O fato de não se empregar material de adição no processo TIG autógeno traz consequências positivas. Por exemplo, além de representar por si só redução de custo, a questão da logística (compra, armazenamento e manipulação) dos consumíveis é outro fator mensurável. Por outro lado, demanda preocupação quanto às condições para armazenamento e devidos cuidados para evitar danificação dos carretéis de arame, medidas de prevenção contra oxidação dos mesmos, pessoal dedicado à negociação com fornecedores, entre outros. Não menos importante, a questão do peso das bobinas é relevante, pelas dificuldades de manipulação e preocupação quanto à capacidade do alimentador de arame, roletes e guias. A questão ambiental também merece destaque, já que seria possível produzir um mesmo produto, gastando-se menos matéria-prima e, conseqüentemente, agredindo menos o meio ambiente. O processo de soldagem TIG também emite menor quantidade de fumos ao ambiente de trabalho e não tem respingos (resíduos sólidos). Além disto, um

aumento da capacidade de produção do processo TIG é possível ao se trabalhar com altas correntes, mesmo à custa do impedimento da soldagem manual, que empresta ao processo um fator de qualidade (formação controlada do cordão).

No entanto, sabe-se da problemática envolvida no processo TIG, quando utilizado em altas correntes. Por exemplo, Savage; Nippes; Agusa (1979) mostram em seu trabalho uma relação entre a corrente de soldagem TIG sobre o limite de velocidade para a ocorrência de discontinuidades, mostrando diminuir drasticamente com o aumento da corrente. Tal resultado representa a dificuldade de obtenção de soldas com elevada produtividade utilizando o TIG, supondo aplicações em que se deseje aumentar a velocidade de soldagem, já que, para garantir uma boa eficiência na fusão, é necessário se trabalhar com correntes de soldagem mais altas, suficiente para fundir o material e formar a junta, dificultando assim, melhorar o desempenho do processo.

Tokar (2011) considera que para corrente até 150 A, a ação da pressão do arco é insignificante e a profundidade da poça é obtida principalmente devido ao calor do arco e da convecção do metal fundido. Por outro lado, para níveis de corrente entre a faixa 250 a 600 A, a ação mecânica do arco passa a exercer um papel significativo na formação da poça e principalmente na sua profundidade. Savage; Nippes; Agusa (1979) mostram uma curva para o comportamento da pressão do arco, proporcional ao aumento da corrente (Fig. 1(B)).

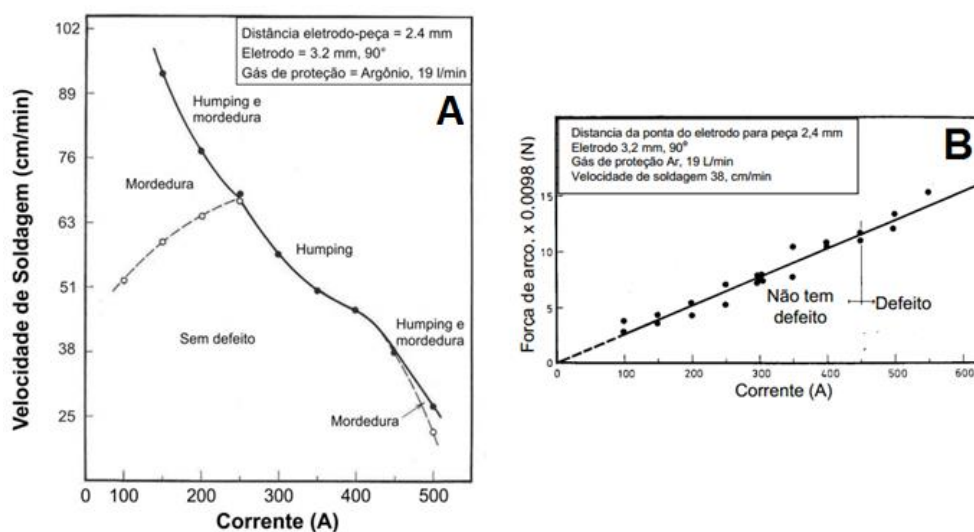


Figura 1. Influência da corrente sobre: (A) Velocidade de Soldagem, (B) Força do arco. Adaptado de Savage; Nippes; Agusa (1979)

Juntamente ao incremento de corrente, o aumento da velocidade de soldagem traz consequências para o comportamento da poça de fusão, que na maioria das vezes resulta em um cordão descontínuo. Essa descontinuidade, normalmente composta por regiões de cratera e regiões de protuberâncias, de forma alternada (Fig. 2), é denominada de *Humping*, ou também conhecida como “costas de dragão”. Segundo Savage; Nippes; Agusa (1979) este defeito é resultado de uma instabilidade da formação do cordão, na qual a ação tensão superficial tem maior influência quando a poça de fusão tem tamanho pequeno (pouco material sendo fundido). As condições peculiares são velocidades de soldagem elevadas e correntes baixas. A pressão do arco é outro fator que auxilia o aparecimento deste problema, sendo atuante sobre o metal fundido na frente da poça, empurrando o metal líquido para a região posterior da poça, formando uma cratera sob o arco, deixando um espaço não preenchido pelo metal quando o arco se desloca com velocidade de soldagem elevada.

Segundo Mendez e Eagar (2003) o surgimento da cratera e sucessiva formação do humping é resultado de um balanço de forças que agem na poça de fusão, dentre elas, a pressão do arco produzida pela ação do plasma contra a superfície metálica, a pressão hidrostática originada pela coluna de metal líquido e forças capilares devido ao ângulo de curvatura de metal líquido. Quando a primeira torna-se mais expressiva que as duas outras (a pressão do plasma é maior à medida que a corrente aumenta), favorece ao aparecimento da cratera.

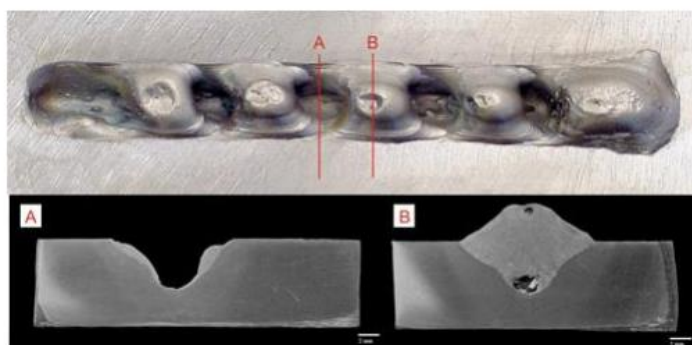


Figura 2. Cordão soldado pelo processo TIG mostrando a formação de defeitos denominados *humping*. A e B são seções transversais dos locais indicados na imagem do cordão. Adaptado de Soderstrom e Mendez (2006)

Por outro lado, alguns parâmetros podem ser modificados no processo TIG na tentativa de amenizar a susceptibilidade para formação instabilidades que levam a má formação do cordão de solda. Dentre eles, a proteção gasosa modifica de maneira acentuada as características do arco, influenciando também a velocidade limite para aparecimento dos defeitos, como mostra Savage; Nippes; Agusa (1979) para o caso do argônio puro e do hélio puro. Observa-se no trabalho destes autores que em uma determinada faixa de corrente, com hélio é possível se soldar em velocidades cerca de três vezes mais elevadas do que argônio puro para a mesma corrente média.

A aplicação do hidrogênio ou de misturas gasosas que contenham frações de hidrogênio nos processos de soldagem a arco tem sido bastante restrita. No contexto científico da soldagem, ele é apontado como um elemento que aumenta a susceptibilidade para a formação de trincas e poros, especialmente no caso da soldagem dos aços. O destaque para a trinca induzida pelo hidrogênio é sua ocorrência por meio de quatro aspectos simultâneos: microestrutura susceptível (dura e frágil); presença de hidrogênio; tensões na solda e temperaturas relativamente baixas (menores que 200°C). Hooijmans (1994) cita que a formação de porosidade devido ao hidrogênio se dá pelo alto teor de H_2 durante a soldagem, dependendo também da microestrutura do material, impurezas e elementos de ligas (os quais formas sítios de nucleação e aprisionamento de H_2) e da taxa de solidificação. Contudo, ainda segundo este autor, a presença de hidrogênio no gás de proteção para o processo TIG aumenta a quantidade de material fundido para a mesma corrente média (aumentando a eficiência de fusão), como mostra a Fig. 3. Tal efeito pode ser explicado pela contração da coluna de arco e do aumento da condutividade térmica do gás de proteção com a adição de H_2 .

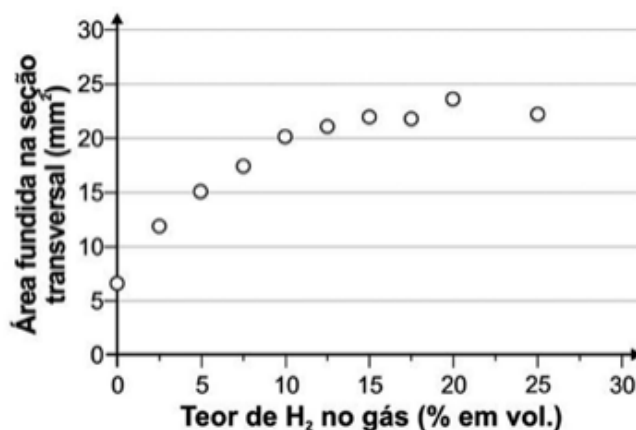


Figura 3. Área da seção transversal em função da porcentagem de H_2 no gás de proteção. Adaptado de Hooijmans (1994)

Portanto, diante da problemática mostrada pela literatura aliada a outras limitações encontradas no processo, a técnica TIG de alta corrente ainda não se popularizou no meio industrial. Em contrapartida, é tomado como motivação para este trabalho, no qual se visa identificar as potencialidades e dificuldades dessa técnica para se aplicar na união de chapas finas sobrepostas (2 e 3 mm).

2. EQUIPAMENTOS, MATERIAIS E METODOLOGIA

Para execução do trabalho foram realizadas soldagens de filete horizontal sem material de adição sobre placas de teste de aço comum ao carbono, confeccionadas a partir de barras chatas com dimensões de 250 x 70 x 2 mm e 250 x 70 x 3 mm. Foram usados eletrodos de Tungstênio do tipo EWTh-2 (ponta vermelha), com 4 mm de diâmetro e ângulo de afiação de 30°. A vazão do gás de proteção foi regulada em 14 l/min (bocal número 12). A abertura do arco se dava por contato, com tempos de abertura e fechamento do arco de 1,1 segundos. O resfriamento da tocha foi realizado com o Chiller Mecalor UMAG MSA-9, regulado para temperatura de 21°C. Os sinais de tensão e corrente foram adquiridos pela placa do fabricante National Instruments, modelo NI USB-6009 a uma frequência de 2 kHz.

A mecanização do processo foi realizada pelo uso de uma mesa de coordenadas XY, com regulagem da inclinação da tocha para possibilitar a soldagem filete horizontal. O sistema montado permite imposição de dois ângulos que serão citados ao longo deste trabalho, denominados ângulo de ataque e ângulo de posicionamento. O ângulo de ataque é referente à inclinação da tocha no sentido longitudinal da junta a ser soldada e foi mantido fixo em 15° para todos os testes realizados (condição que já havia se mostrado eficiente em outras soldagens similares no laboratório). O ângulo de posicionamento é formado entre a tocha de soldagem e o sentido transversal da junta, sendo variado ao decorrer dos testes e sempre conferido com o auxílio de um goniômetro. A Figura 4 esquematiza as condições experimentais para os testes. O esquemático representado em (A) é referente à montagem quando não se utiliza espaçamento entre as chapas. Já na representação (B), é possível identificar a montagem quando há folga entre as chapas. A bancada montada para realização dos testes é mostrada na Fig. 5.

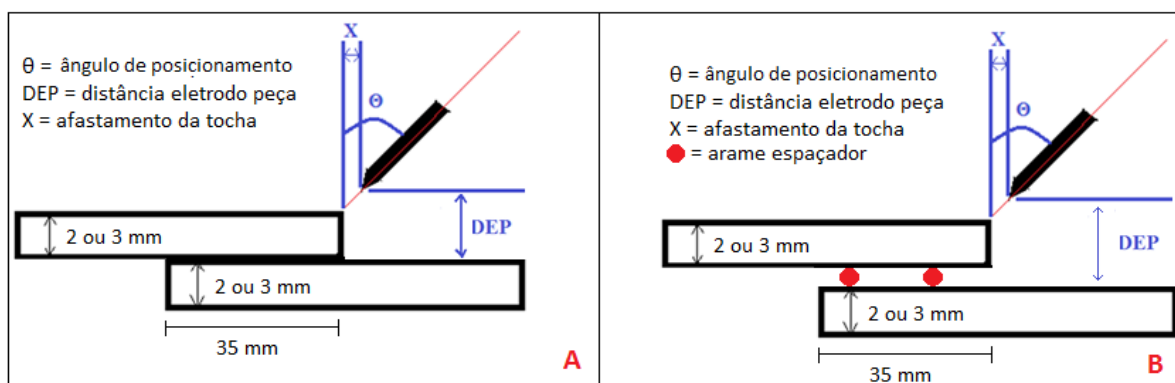


Figura 4. Esquemático ilustrativo da montagem experimental, (A) sem folga e (B) com folga entre as chapas

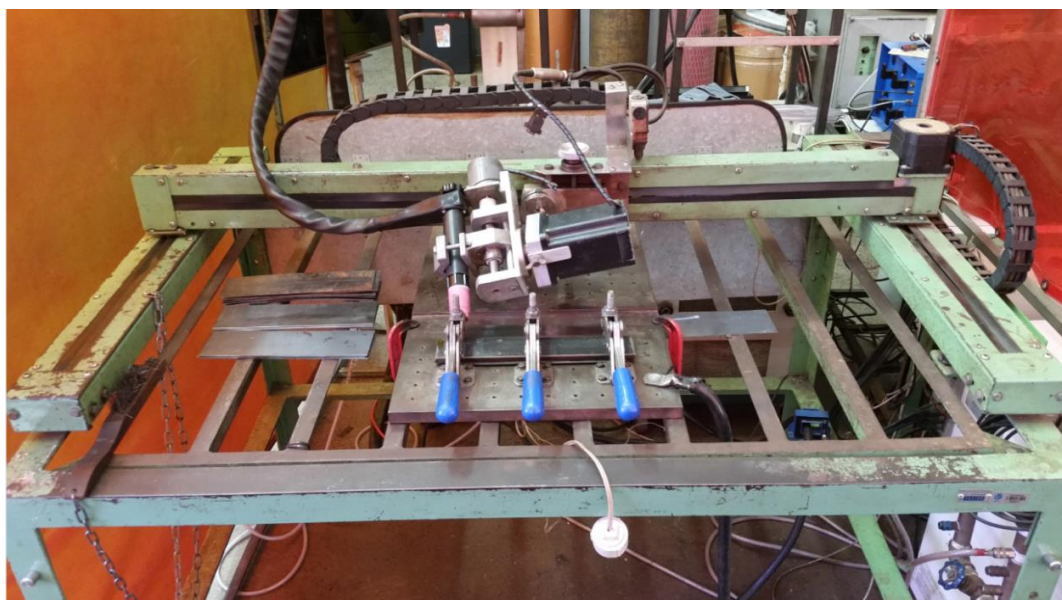


Figura 5. Banca Experimental.

A sequência experimental foi dividida em duas abordagens. A primeira contemplou a soldagem de chapas sobrepostas, ambas com espessura de dois milímetros. Foi realizado um estudo da união com solda de filete, no qual fatores como gás de proteção, posicionamento da tocha, velocidade de soldagem e corrente foram variados, observando-se o aspecto superficial do cordão de solda. Tais fatores são possíveis de serem regulados mantidos sob controle. Porém,

considerando aplicações industriais para soldagem de chapas sobrepostas, algumas variáveis não ficam sob completo controle e precisam ser estudadas as suas faixas de tolerâncias em que se admitem variações sem comprometer o desempenho da soldagem (por isto denominadas restritores), como por exemplo:

- Folga entre as chapas: é difícil ou de alto custo manter um valor de folga fixo entre as chapas sobrepostas, mesmo uma folga zero.
- A distância eletrodo peça (DEP): apesar de inicialmente ser regulada, existem variações devido às descontinuidades superficiais de chapas.

Sendo assim, tais restritores de robustez foram também contemplados no estudo.

Na segunda abordagem foram realizadas soldagens de chapas sobrepostas com espessura 3 mm, também utilizando solda de filete. O estudo sobre posicionamento da tocha feito na primeira abordagem foi aplicado na segunda. Corrente e velocidade de soldagem foram variados, observando os limites do processo até uma condição mínima aceitável para aspecto do cordão de solda. Posteriormente, os melhores resultados foram submetidos a ensaio macrográfico, para análise da zona fundida, penetração e largura do cordão.

Sendo assim, objetivando-se avaliar o caráter competitivo do TIG em relação ao MIG/MAG, a proposta metodológica foi aplicar os seguintes itens listados na sequência, para cada abordagem:

- Avaliar o posicionamento da tocha para soldagem de filete horizontal em chapas sobrepostas, variando-se sistematicamente a combinação de parâmetros, a saber, afastamento da tocha (“X”), ângulo de posicionamento (“ θ ”), distância eletrodo peça (“DEP”), para uma boa formação de cordão de solda;
- Variar os valores de corrente e velocidade de soldagem para se conseguir uma boa formação de cordão de solda;
- Variar corrente e velocidade de soldagem para encontrar os limites do processo;
- Verificar a influência do acréscimo de hidrogênio (teores de 5%, 10% e 15%) no gás de proteção, buscando-se aumentar a velocidade de soldagem;
- Levantar as faixas operacionais para a soldagem nas condições propostas, para diferentes composições do gás de proteção, a saber, Argônio Puro, Ar + 5% H₂ e Ar + 10% de H₂.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa exploratória sobre posicionamento da tocha, os parâmetros “X”, “ θ ” e “DEP” foram variados e combinados de forma a atender uma condição de mínima de aspecto superficial do cordão de solda. Os valores ou faixas utilizadas para cada grandeza são mostrados na Tab. 1.

Tabela 1. Valores assumidos para os parâmetros durante os testes para posicionamento da tocha

Grandeza	Valores ou Faixa
* X [mm]	-2 a 3
θ [°]	25, 30, 35, 40, 45
DEP [mm]	2 a 6

*Os valores de X são considerados negativos quando a ponta do eletrodo está à esquerda da borda da chapa superior (Fig. 4).

A variação dos parâmetros da Tab. 1 ocorreu de forma aleatória, avaliando o comportamento do arco e o resultado final do cordão de solda. Uma posição intermediária (“X” assumindo valor de 1 mm) mostrou-se mais satisfatória, onde o arco é capaz de contemplar as duas chapas, distribuindo de forma mais homogênea a energia entre elas, resultando em cordões de solda mais uniformes. A “DEP” mostra-se como um parâmetro importante, pois também influencia no aporte de térmico transferido para as chapas, percebendo-se a importância de se utilizar comprimentos de arco maiores, em torno de 4 ou 5 mm. O ângulo de posicionamento também é um parâmetro de grande responsabilidade na formação do cordão de solda na soldagem de filete. Quando maiores, na ordem de 40° a 45°, implicam em grande inclinação da tocha, logo a pressão do arco tende a escavar a chapa inferior, causando mordeduras ao longo de toda a solda. Desta forma, torna-se interessante trabalhar com ângulos intermediários, entre 30° a 35°, amenizando a formação da mordedura e garantindo uma boa distribuição do arco sobre as duas chapas.

Para soldagem de chapas de dois milímetros foi perceptível que, em níveis de corrente superiores à 300 A, há uma grande instabilidade da poça de fusão e má formação do cordão de solda, mas não pelo excesso de energia (considerando que a velocidade de soldagem não tenha sido tão alta, de 30 a 40 cm/min), que levaria à perfuração das chapas. A pressão do arco parece dificultar a estabilização da poça, já que se tem pouco material sendo fundido, resultando em uma poça de fusão rasa susceptível a perturbações, atrapalhando uma condição de soldagem robusta. Para a folga (1 mm) entre as chapas imposta em alguns testes, foi possível concluir que, para as condições de parametrização apresentadas neste artigo, ela não alterou os aspectos da solda, não se apresentando como um restritor de robustez.

Para a soldagem de chapas de três milímetros tornou-se possível soldar com correntes maiores (até 400 A), garantindo-se a repetitividade das condições. Devido à maior espessura das chapas, tem-se mais material sendo fundido, resultando em uma poça de fusão de maior volume, diminuindo assim, a vulnerabilidade à desestabilização pela pressão do arco em correntes elevadas. Os resultados também confirmaram a boa parametrização de posicionamento da tocha.

Quanto à adição de H₂ no gás de proteção, é capaz de aumentar o desempenho do processo TIG quando comparado ao argônio puro, ajudando a evitar as instabilidades do cordão. Por ser um gás redutor, libera grande quantidade de calor na sua reação de combustão atômica, sendo considerado um gás “quente”. Sendo assim, o hidrogênio consegue fundir mais metal (para uma mesma corrente e velocidade de soldagem), fazendo um resfriamento mais lento, dando tempo para o líquido da poça solidificar-se mais homogeneamente. Segundo Scotti e Ponomarev (2008) a formação do cordão de solda se deve a dois efeitos, a saber, efeito térmico e efeito mecânico. Uma das fontes de calor responsável pelo efeito térmico é a entalpia dos gases de proteção, cujo calor se transfere para a peça a soldar por convecção forçada e radiação. Sendo assim, para os três teores de hidrogênio usados na composição do gás de proteção (5%, 10% e 15%), aumentou-se de forma significativa a velocidade de soldagem sem que houvesse ocorrência de defeitos e, ao mesmo tempo, repetitividade dos testes para uma mesma parametrização.

Contudo, os testes utilizando a mistura Ar+15% H₂ mostraram não ser possível aumentar ainda mais a velocidade de soldagem, ao passo do aparecimento de instabilidades ao longo do cordão. Além disto, observou-se que o aparecimento de poros ao longo do cordão de solda, que em alguns casos, afloravam na sua superfície. Segundo Hooijmans (1994) a formação de porosidade devido ao hidrogênio pode ocorrer primeiramente devido à elevada quantidade de H₂ presente durante a soldagem, dependendo da microestrutura do material e da presença de impurezas e elementos de liga, os quais formam sítios de nucleação e aprisionamento de H₂. Não obstante, depende também das condições de soldagem, em particular, a taxa de solidificação. De fato, é esperado que um aumento na taxa de solidificação (como um aumento na velocidade de soldagem para a mesma corrente média, por exemplo), facilitando o aprisionamento e a formação dos poros no cordão solidificado. Desta forma, acredita-se que utilizar teores de hidrogênio superiores a 10% passa a não ser tão interessante, pois além de aumentar a susceptibilidade ao aparecimento dos problemas citados, não garante alcançar velocidades de soldagem maiores, para as condições de soldagem apresentadas neste artigo.

Através dos procedimentos executados foi possível se estabelecer faixas operacionais possíveis para se soldar chapas sobrepostas 2+2 mm com corrente de 300 A e os 3 tipos de gases de proteção (Fig. 6). De forma análoga, são ilustradas também na Figura 6 as faixas correspondentes para se soldar chapas 3+3 mm com correntes de 300 e 400 A. Verifica-se em ambas figuras a possibilidade de se aumentar a faixa operacional de corrente (em cerca 70%) ao se trabalhar com misturas Ar com H₂ no lugar da proteção com Ar puro, mantendo-se a mesma geometria da união. Esta característica sugere que o TIG pode ser bastante competitivo ao processo MIG/MAG.

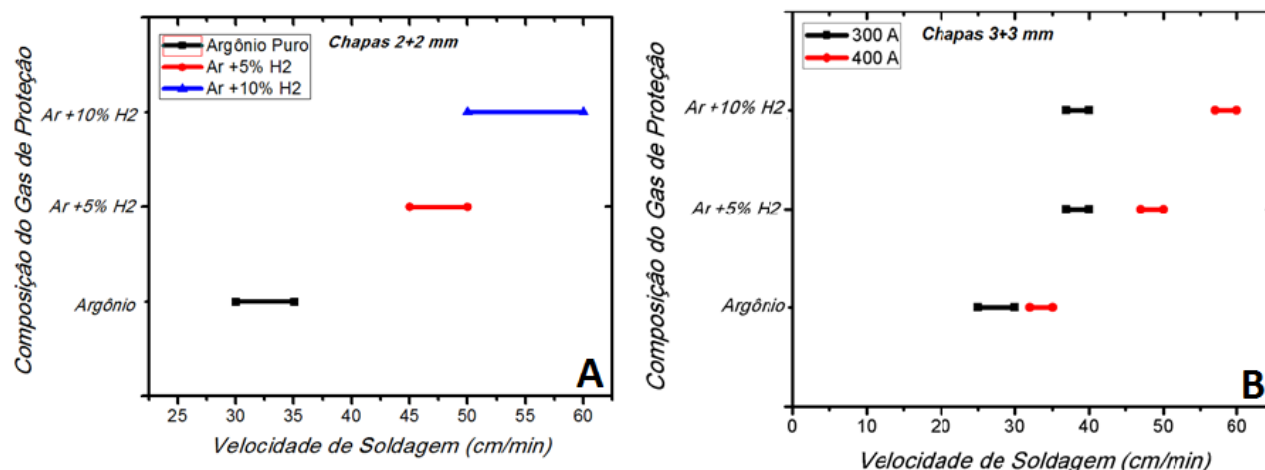


Figura 6. Faixas operacionais para soldagem TIG. (A) Nível de corrente em 300 A para solda de filete horizontal em juntas sobrepostas de chapas 2+2 mm; (B) Nível de corrente 300 e 400 A para solda de filete horizontal em juntas sobreposta de chapas 3+3 mm

Após estabelecidas as faixas operacionais para esta soldagem, foi realizado um teste representativo dentro de cada faixa operacional. Em seguida as amostras foram preparadas para ensaio macrográfico por meio de suas respectivas seções transversais (ataque em Nital 6%). A Figura 7 apresenta os aspectos geométricos para cada cordão de solda. Observa-se principalmente um acréscimo significativo da penetração quando a mistura Ar + H₂ é aplicada. Chama-se atenção que essa maior penetração se deu mesmo com velocidades de soldagens maiores, ou seja, potencialmente menor calor imposto (já que a energia de soldagem torna-se menor) e, conseqüentemente, menor distorção.

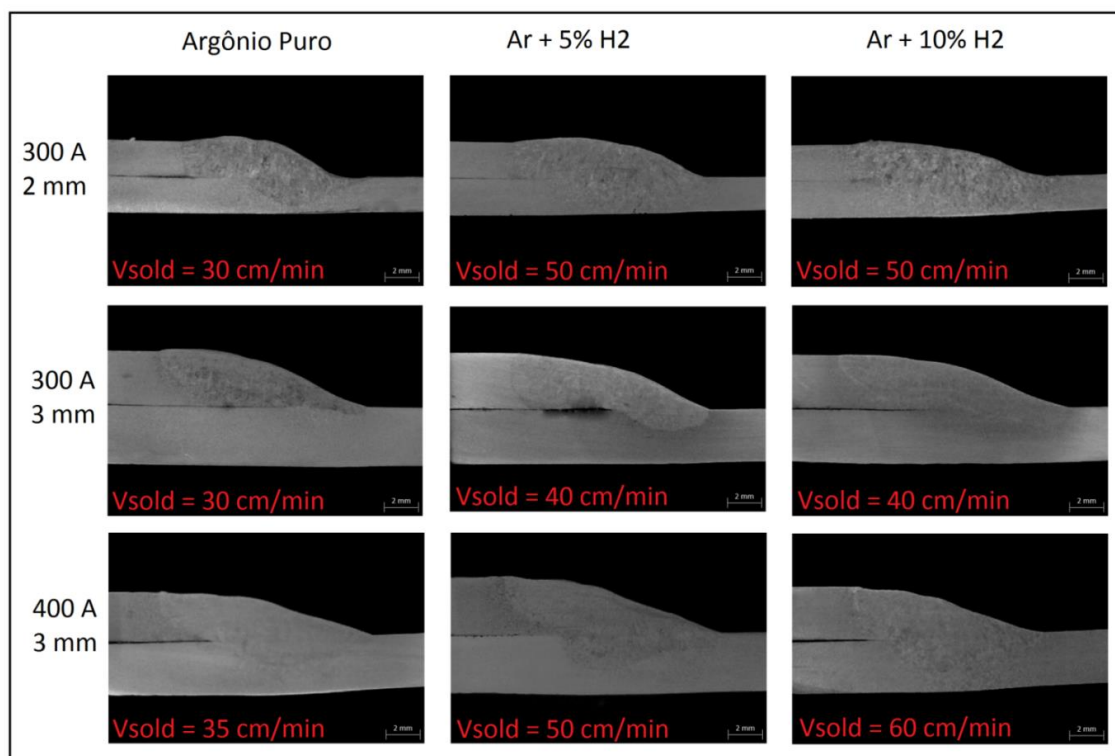


Figura 7. Seções transversais de soldas representativas em cada faixa de corrente apresentada no gráfico da Fig. 6

Diante dos resultados dos testes representativos, se observou que o posicionamento de tocha sugerido (“X”, “θ” e “DEP” respectivamente, 1 mm, 30° e 4 mm) se mostra efetivo, garantindo cordões de solda com bom aspecto superficial, livre da presença de mordeduras e bom aspecto geométrico da zona fundida. Alguma variação do ângulo de posicionamento ($\pm 5^\circ$) é tolerável e não representa em insucesso da soldagem, entretanto seu aumento influencia na susceptibilidade à ocorrência de mordeduras. Os parâmetros de posicionamento da tocha e DEP possuem baixa tolerância à variações, principalmente tratando-se de altas velocidades de soldagem, portanto é recomendado o uso de um AVC (Arc Voltage Control).

Savage; Nippes; Agusa (1979) sugerem um mapeamento quanto à vulnerabilidade para a ocorrência de defeito em alta corrente. Analisando os níveis de correntes alcançados neste trabalho (400 A) e velocidade de 35 cm/min estaria dentro de uma faixa livre da ocorrência de defeitos, segundo o autor. No entanto a espessura do material deve ser considerada. Foi possível notar que quando na junta há pouco material sendo fundido (chapas de 2+2 mm), a faixa para ocorrência de defeitos ganharia bastante espaço. Uma grande dificuldade para se trabalhar com chapas finas é achar uma faixa de operação na qual a energia de soldagem envolvida não fure a chapa e ao mesmo tempo não desestabilize a poça de fusão, causando desestabilidades no cordão.

Analisando os aspectos geométricos dos cordões, comparativamente entre Ar puro e Ar+H₂, principalmente a zona fundida, reforçam a ideia de que a quantidade de material na poça tem importante função na velocidade limite para o surgimento de defeito na soldagem TIG de alta corrente. É possível notar a maior quantidade de material fundido para misturas com hidrogênio, mesmo em casos de maior velocidade de soldagem, sugerindo um aumento da faixa operacional sem ocorrência de defeitos. Portanto, é visível a influência do hidrogênio no acréscimo da eficiência de fusão, mostrando-se como uma boa alternativa para se obter maiores velocidades de soldagem. No entanto, é necessário avaliar as condições para que ele não gere problemas, como por exemplo, a formação de poros identificados em alguns testes desse capítulo. Assim sendo, deve ser levado em consideração a composição química do material e a garantia de uma boa limpeza superficial da região de formação do cordão. Por fim, é interessante destacar que o hidrogênio é um gás muito inflamável e, portanto, explosivo. Sua utilização em misturas deve ser realizada com devidas precauções de segurança.

4. CONCLUSÃO

- Verificou-se a potencialidade do uso da soldagem TIG com alta corrente sem material de adição para união de chapas sobrepostas com junta (2+2 mm) e (3+3 mm);
- Essa potencialidade é acrescida pelo uso de mistura Ar + H₂ como gás de proteção em substituição ao Ar puro, proporcionando maior eficiência de fusão;

- A utilização das misturas com H₂ diminuiu de forma notória a tendência de formação de descontinuidades de soldagem, como humping ou instabilidades na poça de fusão;
- Foi possível soldar em faixas operacionais de até 60 cm/min utilizando-se Ar + 10% H₂ como gás de proteção em juntas de (2+2 mm) e (3+3 mm).

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq, aos membros e colaboradores Laprosolda/UFU (Grupo Centro para Pesquisa e Desenvolvimento de Processos de Soldagem), à FEMEC/UFU.

6. REFERÊNCIAS

- SAVAGE, W. F.; NIPPES, E. F.; AGUSA, 1979, K. Effect of Arc Force on Defect Formation in GTA Welding. Welding Journal, Jul. 212s-224s
- TOKAR, A., 2011, Efeito dos parâmetros de pulsação no processo TIG sobre a formação da poça de fusão. 85 p. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, Minas Gerais, Brasil.
- MENDEZ, P. F.; EAGAR, T. W., 2003, Penetration and defect formation in high-current arc welding. Welding Journal, p. 296-306.
- SODERSTROM, E.; MENDEZ, P. F., 2006, Humping mechanisms present in high speed welding. Science and Technology of Welding and Joining, p. 572-579, 11(5).
- HOOIJMANS, J., 1994, Hydrogen Absorption in Iron and Steel During Gas Tungsten Arc Welding.
- SCOTTI, A., PONOMAREV, V., 2008, Soldagem MIG/MAG - Melhor entendimento, Melhor desempenho, Ed. Artliber Editora, 1ª. Edição, 284 p., ISBN: 85-88098-42-8

7. RESPONSABILIDADE AUTORAL

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

HIGH CURRENT AUTOMATED TIG WELDING FOR OVERLAPPING THE UNION OF THIN PLATES

Vinicius Lemes Jorge, viniciuslemesj@hotmail.com¹
Américo Scotti, ascotti@ufu.br²

¹Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H – Laprosolda, Brazil

²Federal University of Uberlândia, Av. João Naves de Ávila 2121, Uberlândia-MG, Bloco 5H – Laprosolda, Brazil

Abstract: The necessity of enhancing productivity safely, ensuring quality, lower environmental impacts and costs creates the need towards new studies to be conducted and contributes to improving processes of welding. The crescent lack of qualified labor is an important factor to justify the development of automation. The TIG welding of high current without additional materials is presented as a technique of high potential to meet these requirements. However, it hasn't been totally spread over the industrial sector. Therefore, the aim of this research is to evaluate potentials and limitations of this technique in order to join overlapping plates. To that extent, this article proposes a study of high current TIG welding for overlapping thin plates union (2 and 3 mm), in order to evaluate parametric conditions to meet appropriate aspects of the weld bead. It was conducted an exploratory research about the position of the torch (angle of attack, angle position, distance of electrode plate), as well as current and welding speed, to check the limits of the process and investigate problems of this welding type regarding some robustness resistors, for instance, the presence of gap between the plates. The performance of hydrogen addition in shielding gas was evaluated (in the contents 5%, 10% and 15%) attempting to increase welding speed. Operating ranges were established to weld at a current of 300 A to 2 mm plate, with pure argon and mixtures of Ar + H₂. Similarly, it was made 3 mm plates at current levels of 300 and 400 A. The position of the torch at 30°, 1 mm and 4 mm (angle of attack, angle position, distance of piece electrode, respectively), proved to be effective, ensuring good weld beads. For that extent, some small variations of these parameters are tolerable and do not represent failure in the operation. Finally, the results showed a potential to increase the operational's speed range (about 70%) when working with Ar + H₂ mixtures in substitution of pure argon, maintaining the same union geometry, with welding speed up to 60 cm / min for (2+2 mm) and (3+3 mm) overlapped joints welding.

Keywords: High Current, Hydrogen, High speed welding, Thin Plates