

DESENVOLVIMENTO DE TOCHA PARA A SOLDAGEM SAW E GMAW CAPAZES DE REALIZAR O PRÉ-AQUECIMENTO DO ARAME-ELETRODO POR INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Samra Amir Bahmad

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Tecnológico de Joinville, Rua Dona Francisca, 8300 – Bloco U (L427)
CEP: 89.219-600 – Joinville/SC

Anna Louise Voigt

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Universitário, Trindade - Florianópolis - SC - CEP: 88040-900

Tiago Vieira da Cunha

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Tecnológico de Joinville, Rua Dona Francisca, 8300 – Bloco U (L427)
CEP: 89.219-600 – Joinville/SC

samrabahmad6@gmail.com

alouisevoigt@gmail.com

t.cunha@ufsc.br

Resumo: Os processos de soldagem arco submerso (SAW) e Gas Metal Arc Welding (GMAW) são amplamente empregados em diversas aplicações industriais, sobretudo, devido às suas elevadas capacidades de deposição/produzitividade. No entanto, estes processos de soldagem encontram limitações visto que variáveis como corrente de soldagem, comprimento livre do eletrodo (stickout) e velocidade de alimentação de arame estão intrinsecamente correlacionadas, fazendo com que a janela operacional do processo seja limitada para uma dada condição de soldagem. Neste contexto, diversos trabalhos disponíveis na literatura exploram diferentes técnicas operacionais visando romper essas relações, dentre elas, o emprego do pré-aquecimento do arame-eletrodo. Este aquecimento adicional do arame-eletrodo resulta em uma diminuição da corrente de soldagem e, conseqüentemente, redução do índice de diluição dos cordões de solda. Deste modo, considerando uma mesma corrente de soldagem, é possível aumentar a velocidade de alimentação de arame, permitindo maior taxa de deposição. No entanto, alguns obstáculos como o superaquecimento do bico de contato e problemas de alimentação do arame impedem a concretização do emprego da técnica, visto que o pré-aquecimento proposto é realizado anteriormente ao bico de contato. Dessa forma, o presente trabalho propõe o desenvolvimento de tochas de soldagem para os processos de soldagem GMAW e SAW capazes de promover o pré-aquecimento do arame-eletrodo por indução eletromagnética ao longo do stickout (após o bico de contato). Para tanto, foi realizado inicialmente uma análise de benchmarking com o intuito de extrair as informações necessárias acerca de tochas comerciais que pudessem ser incorporadas no projeto dos novos protótipos. A partir disso, elaborou-se o projeto conceitual que englobou os conhecimentos adquiridos para idealização das tochas incluindo os componentes responsáveis pelo aquecimento do arame-eletrodo proporcionando uma primeira visão acerca do desenvolvimento. Na sequência foi realizado o detalhamento do projeto e modelagem 3D das peças que compõem as tochas bem como a definição dos seus materiais, configurações e processos de fabricação. Definido os detalhes dos protótipos, foi possível a construção das tochas, validando os conceitos abordados e garantindo a funcionalidade das mesmas.

Palavras-chave: SAW; MIG/MAG; Aquecimento indutivo; Tochas de soldagem.

1. INTRODUÇÃO

Os processos de soldagem a SAW e GMAW possuem grande aplicabilidade em diversos setores industriais, visto que, são caracterizados pelas altas taxas de deposição/produzitividade que possibilitam uma ampla gama de aplicações. Entretanto, a janela operacional destes processos encontra grandes limitações uma vez que variáveis como corrente de soldagem, comprimento livre do eletrodo (stickout) e velocidade de alimentação de arame estão intrinsecamente correlacionadas. Como forma de contornar este problema, é possível encontrar na literatura diversos trabalhos que buscam desacoplar a velocidade de alimentação do arame e a corrente de soldagem a partir do pré-aquecimento do arame-eletrodo. Este aquecimento adicional do arame resulta em uma diminuição da corrente de soldagem e, conseqüentemente, redução no índice de diluição dos cordões de solda. Dessa forma, considerando uma mesma corrente de soldagem, é possível aumentar a velocidade de alimentação de arame, permitindo, assim, maiores taxas de deposição.

Dentre as formas exploradas na literatura para o pré-aquecimento do arame, predomina-se a aplicação do aquecimento por efeito Joule no pré-aquecimento do arame-eletrodo dos processos GMAW e SAW. Neste contexto, Stol (1989) aplicou a técnica de aquecimento por efeito Joule no processo GMAW realizando a adição de uma fonte de energia com a função de pré-aquecer o arame anterior à sua saída da tocha, no entanto, o estudo demonstra que ao aplicar uma corrente alternada elevada, o campo magnético gerado causava deflexões no arco voltaico. A técnica de pré-aquecimento do arame-eletrodo por efeito Joule também foi explorada por Om e Pandey (2014) no processo SAW, entretanto constata-se um aquecimento excessivo ao bico de contato, tornando o processo limitado a um curto período de atuação. Como forma de contornar o problema de super aquecimento do bico de contato, Choudhary (2018) propõe a utilização de um bico de contato refrigerado a água, uma alternativa que por sua vez, demanda uma tocha mais complexa e especial, além disso, embora o bico de contato refrigerado apresente uma vida útil maior, ele ainda é um consumível que precisará com uma frequência, ainda que menor, ser substituído com custo maior. É possível encontrar ainda na literatura trabalhos que fazem uso de um arco GTAW para o aquecimento do arame-eletrodo anterior ao bico de contato no processo GMAW (NI e GAO, 2013). De forma semelhante, ALI et. al, 2015 propõem a aplicação de um feixe de laser posteriormente ao bico de contato, no comprimento livre do eletrodo (stickout) no processo GMAW. Contudo, ambas técnicas envolvem a aquisição de equipamentos de elevado custo, somado a isso, devido a presença do fluxo de soldagem presente no processo SAW, a aplicação desta técnica se restringe ao processo GMAW.

Com base no exposto, verifica-se que as técnicas propostas na literatura enfrentam obstáculos tecnológicos e operacionais, tais como o alto custo de equipamentos envolvidos e, principalmente, o aquecimento e desgaste excessivo do bico de contato. Além de problemas de alimentação do arame, limitando o emprego dessas técnicas. Estes problemas devem-se, sobretudo, à aplicação do aquecimento do arame-eletrodo ocorrer anteriormente ao bico de contato. Neste contexto, vislumbra-se potencial para a aplicação do aquecimento por indução eletromagnética (IHW) do arame-eletrodo nos processos de soldagem GMAW e SAW. Em ambos os processos, inclusive, este aquecimento pode ser empregado anteriormente e posteriormente ao bico de contato. Cabe ressaltar que a aplicação de aquecimento posterior ao bico de contato no processo SAW é uma abordagem ainda não explorada na literatura. Neste cenário, foram encontrados na literatura somente três trabalhos acerca da aplicação da indução eletromagnética no aquecimento do arame visando união por soldagem e soldabrasagem, sendo estes aplicados ao processo GTAW, sendo um destes decorrente de um trabalho realizado pelo grupo de pesquisa dos presentes autores. Neste, Voigt et al. (2019) avaliaram o emprego de bobinas de indução de uma e duas camadas com diferentes frequências de operação, sendo estas de aproximadamente 20 e 40 kHz. Os autores obtiveram um aumento de 220% na velocidade de alimentação de arame em relação ao processo TIG *cold wire* nas condições estudadas. Ademais, os autores identificaram o efeito do cancelamento das correntes induzidas nas condições em que a profundidade de campo estimada ultrapassou o valor da metade do raio do arame empregada. Além deste trabalho, a técnica é empregada no aquecimento do arame de materiais não ferrosos visando a união por soldabrasagem GTAW (TIG-brazing) de alumínio e aço inoxidável (HE et al, 2013) e na soldagem GTAW de ligas de alumínio (FAN et al., 2006). Destes, apenas o de He et al. (2013) foi encontrado em sua versão completa, contudo, o mesmo não descreve os parâmetros de indução utilizados.

Ainda que o pré-aquecimento indutivo do arame-eletrodo tenha sido explorado no processo TIG, não se encontrou trabalhos relacionados ao emprego da técnica para os processos GMAW e SAW. Dessa forma o objetivo do trabalho consiste em viabilizar o emprego do aquecimento por indução eletromagnética do arame-eletrodo ao longo do comprimento livre do eletrodo após o bico de contato, portanto, concomitante ao aquecimento característico em ambos processos de soldagem. Para tanto, é necessário conceber protótipos funcionais de tochas SAW e GMAW, que devem abarcar os componentes necessários para acoplar o dispositivo de indução eletromagnética (bobina e acessórios) ao longo do stickout da tocha. Sendo assim, no presente trabalho é realizada a análise de benchmarking acerca de tochas comerciais e, como ponto de partida as premissas e necessidades da aplicação, desenvolveu-se o conceito das tochas protótipo. A partir disso, foi realizado o projeto detalhado CAD para cada protótipo tendo como pressuposto a viabilidade de fabricação e os custos envolvidos. A construção das tochas foi realizada a partir de uma escolha minuciosa dos processos de fabricação e dos materiais em que as peças são constituídas, incorporando os conceitos atribuídos no projeto. Com isso, espera-se conceber a infraestrutura tecnológica para o estudo da aplicação da técnica de aquecimento indutivo no processo SAW e GMAW, denominadas IHW-SAW e IHW-GMAW.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Análise de Benchmarking

Como método escolhido para o início do desenvolvimento das tochas protótipo, a análise de benchmarking foi adotada em função da capacidade de proporcionar uma lógica comparativa que resulta em características úteis para o desenvolvimento de um produto. O procedimento julga características de diversas tochas comerciais que facilitarão a construção do protótipo de ambos processos de soldagem, incluindo a função de pré-aquecimento do arame. Portanto, a análise de benchmarking se destina nesse projeto a encontrar as melhores especificidades para uma tocha SAW e GMAW adaptada. Para a análise comparativa, os parâmetros foram definidos a partir do propósito de definir os

requisitos que possibilitam a construção da tocha com pré-aquecimento do arame eletrodo, um processo que exige a presença de uma bobina de indução e peças que possibilitem sua fixação na tocha, sendo ainda necessário considerar as implicações que a construção de um produto demanda.

2.1.2. Análise de Benchmarking de Tochas de Soldagem Arco Submerso

O objeto de estudo para a análise de benchmarking consiste em modelos de tochas comerciais de soldagem a arco submerso de diferentes fabricantes disponíveis no mercado. A partir da pesquisa, foram selecionados quatro modelos, apresentados na Figura 1, capazes de fornecer uma discussão a partir dos requisitos definidos para comparação e extração de informações, auxiliando no desenvolvimento do protótipo da tocha de soldagem. Dessa forma, estabeleceu-se as métricas para comparação entre os modelos, que foram pontuadas de um a cinco conforme a importância para a aplicação do desenvolvimento da tocha adaptada ao pré-aquecimento do arame. Da mesma maneira, os modelos foram pontuados conforme cada parâmetro, sendo 5 a pontuação máxima para as classificações atribuídas.

Quanto às métricas definidas, as dimensões dos modelos foram avaliadas conforme mínima quantidade de peças, sendo essa a melhor condição para o estudo. Os modelos também foram avaliados com base no seu custo, por meio de uma análise visual sobre a complexidade das peças e os materiais utilizados. Um ponto considerado para análise de benchmarking da tocha SAW foi a disposição da alimentação do fluxo, parâmetro que avaliou a melhor disposição para a alimentação de fluxo em função da presença da bobina posicionada após o bico de contato. A configuração para isolamento e fixação ao cabeçote consiste em qualificar os modelos conforme a fabricação acessível da configuração e acessibilidade da disposição dos componentes. A complexidade de fabricação avalia os modelos que possuem peças de maior facilidade de fabricação ou peças já existentes acessíveis no mercado com pontuação máxima. Por fim, a configuração da conexão elétrica consiste em verificar modelos em que a conexão dos cabos à fonte de energia ocorre pela utilização de peças que realizam o contato elétrico de maneira lateral na tocha, posto que se torna mais adequada para a configuração já existente do cabeçote que se encontra no Laboratório de Tecnologia da Soldagem – LTS do Centro Tecnológico de Joinville/UFSC.

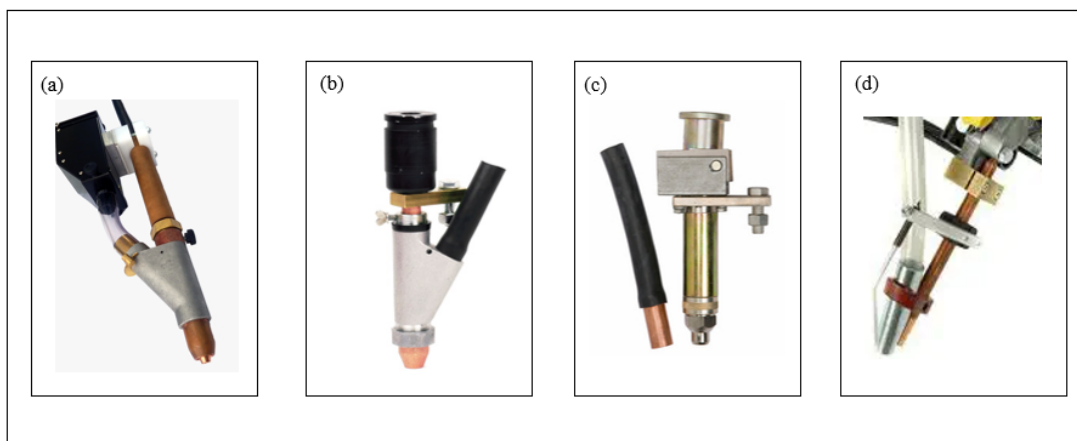


Figura 1. Tochas comerciais de Soldagem a Arco Submerso. (a) Fornecedor A (2021), (b) Fornecedor B (2021), (c) Fornecedor C (2021); (d) Fornecedor D (2021).

Tabela 1. Tabela comparativa entre tochas comerciais SAW

Métricas	Importância	Modelo			
		(a)	(b)	(c)	(d)
Dimensões	2	5	3	3	4
Custos	5	5	3	2	5
Disposição da alimentação do fluxo	5	1	1	4	5
Configuração para isolamento e fixação ao cabeçote	4	5	3	2	3
Inteligibilidade de fabricação	4	4	2	2	5

Configuração da conexão elétrica	3	2	4	4	3
Total	Importância X Pontuação	82	58	64	99

Os resultados obtidos pela Tabela 1, apresentaram o modelo (d) como tocha de maior aproximação com os requisitos da tocha a ser construída, com soluções mais adequadas para as questões que serão enfrentadas. A partir da Tabela 1 é possível, ainda, obter resultados individuais de cada tocha que obtiveram melhores resultados para aplicação futura no protótipo da tocha de soldagem a arco submerso com o pré-aquecimento do arame-eletrodo. Dentre os resultados gerados a partir da tabela, é possível concluir que alimentação do fluxo demanda a existência de um tubo que pode ser fixado na tocha de forma concêntrica à alimentação do arame ou de forma lateral. Uma disposição concêntrica do alimentador de fluxo impede a anexação de outras peças exigidas pelo pré-aquecimento do arame, portanto, a avaliação se deu de maneira que a melhor tocha para a situação exigida contém alimentação lateral do fluxo.

2.1.3. Análise de Benchmarking de Tochas de Soldagem GMAW

Baseado na mesma lógica comparativa, foi realizada a busca entre as tochas comerciais GMAW. No entanto, concluiu-se que existia pouca variação entre as peças que compõem as tochas comerciais, sendo todas elas compostas pelas unidades básicas existentes em uma tocha GMAW. As diferenças encontradas estão somente relacionadas ao formato do punho ou das dimensões do bocal de gás e sua forma de fixação no corpo. Tais diferenças são mínimas e não proporcionam característica diferenciada útil para a construção de uma tocha com adição da bobina de indução posicionada junto ao stickout. Sendo assim, não foi necessário estabelecer uma tabela comparativa com a finalidade de adquirir as melhores características de cada tocha visto que as mesmas apresentam variações insuficientes para construção de uma tabela similar à Tabela 1. No entanto, pode-se concluir que para construção do novo protótipo, as unidades básicas são imprescindíveis, sendo necessário apenas uma possível modificação junto ao bocal de gás da tocha.

2.2. Projeto Conceitual

2.2.1. Projeto conceitual de tocha IHW-SAW

De posse dos resultados da análise de benchmarking, foram reunidas as informações e a realização de um fluxograma com a função de organizar os dados obtidos a partir de uma hierarquização dos processos necessários para a concretização do protótipo. Partindo do dispositivo de indução que inclui a bobina como ponto central do desenvolvimento do protótipo, foi necessário definir as peças fundamentais de uma tocha de soldagem arco submerso e a partir da configuração estabelecida desenvolver o protótipo. Dessa forma, a primeira etapa (Etapa 1) trata da definição das peças básicas que seriam utilizadas para construção da tocha, enquanto a segunda etapa (Etapa 2) consiste em adicionar a peça principal do aquecimento indutivo (bobina) e definir as peças adjacentes que garantem seu isolamento elétrico e fixação no conjunto de peças que constituem a Etapa 1. Por fim, a Etapa 3 trata do conceito da tocha após a evolução das ideias consideradas ao longo do processo e a solução encontrada para o posicionamento do tubo de alimentação do fluxo no corpo da tocha.

Durante a execução da Etapa 1, a construção se desenvolveu a partir do bico de contato e tubo de contato que foram considerados como peças básicas de uma tocha de arco submerso. A concepção de fixação dessas partes ao cabeçote de soldagem foi realizada conforme a configuração existente no Laboratório de Tecnologia da Soldagem por intermédio de tubos concêntricos e um terminal elétrico cuja função é respectivamente isolar eletricamente a tocha ao cabeçote e acomodar os cabos de corrente provindos da fonte de soldagem, demonstrado na Figura 2 pelos componentes denominados tubo de latão, terminal para conexão e tubo isolante. A ideia para a fixação da bobina no conjunto da tocha, foi definida pela construção de um tubo central fixo ao tubo de contato integrando algumas barras roscadas que conectam uma peça de isolamento ao final da bobina. Para estabilização da bobina foi considerada a realização de uma cavidade para acomodação da mesma.

Partindo da premissa de que não seria possível posicionar o tubo de alimentação do fluxo centralizado ao bico de contato em vista do acoplamento da bobina, a Etapa 3 fundamentou-se a partir dos dados colhidos da análise de benchmarking. Dessa forma, verificou-se que, assim como em alguns modelos obtidos na análise, a alimentação ideal do fluxo seria realizada lateralmente à tocha. Optou-se, portanto, pela construção de uma placa fixada ao tubo central, cuja função é acomodar o tubo de alimentação do fluxo a partir de um furo permitindo a movimentação do tubo ao longo da direção y. Para finalização da terceira e última etapa, uniu-se todos os elementos para a concepção final da tocha de arco submerso com aquecimento do arame por indução eletromagnética.

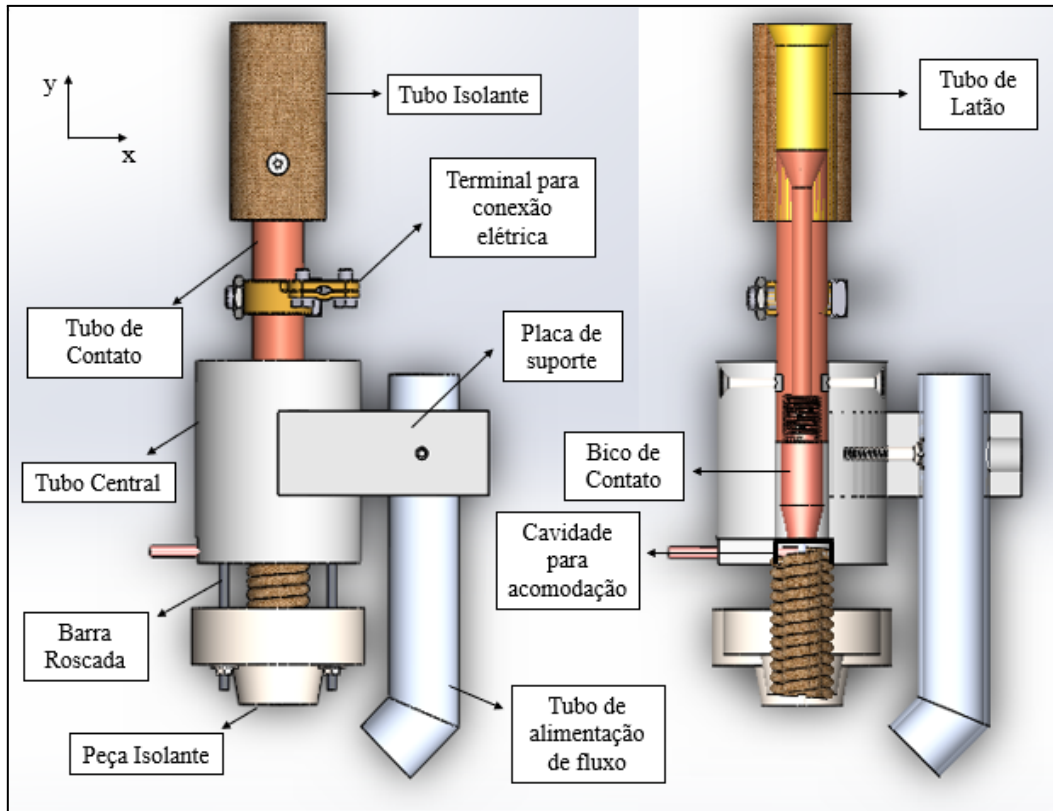


Figura 2. Projeto conceitual da tocha SAW-IHW.

2.2.2. Projeto conceitual de tocha IHW-GMAW

Utilizando as informações obtidas a partir do benchmarking de tochas comerciais, optou-se por utilizar a tocha de soldagem GMAW existente no Laboratório de Tecnologia da Soldagem e adaptá-la conforme a necessidade para disposição da bobina de aquecimento por indução eletromagnética. A primeira etapa de idealização do protótipo foi destinada a discutir formas de acoplar a bobina à tocha de soldagem de forma que a mesma permanecesse posicionada concentricamente ao longo do stickout de forma que seja possível a passagem de gás de proteção dentro do bocal de gás. No entanto, questões como o superaquecimento do bocal de gás, possível contato elétrico indesejado e problemas de fixação da bobina, motivaram o primeiro conceito do protótipo. Sendo assim, a concepção foi definida por uma bobina capaz de realizar as mesmas funções exercidas pelo bocal de gás, ou seja, permitir a passagem do gás, impedindo seu escape para o exterior e de forma complementar realizar o aquecimento indutivo do arame-eletrodo ao longo do stickout.

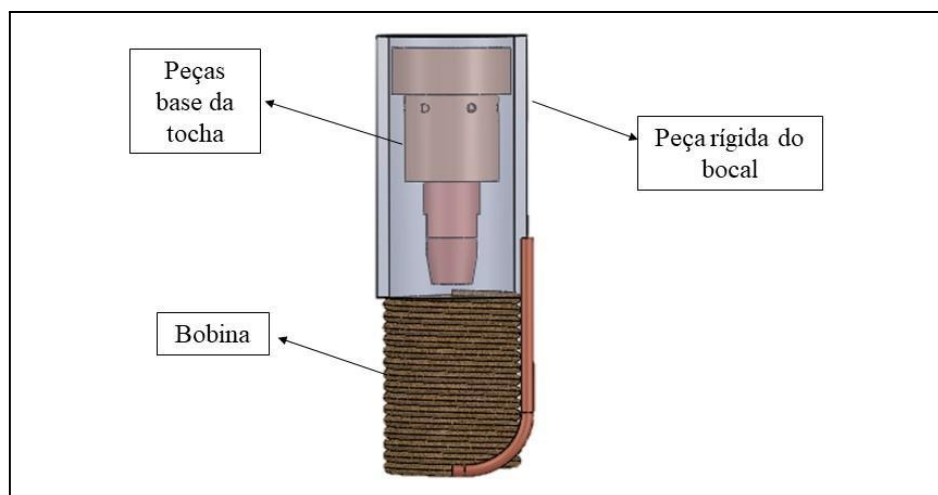


Figura 3. Esquemática do conceito inicial da tocha protótipo GMAW-IHW.

2.3. Projeto Detalhado

2.3.1. Projeto Detalhado da tocha SAW

A partir do processo de conceitualização da tocha de arco submerso conforme a análise de benchmarking e adição da bobina de indução eletromagnética ao longo do stickout, foram obtidos os projetos CAD referentes às peças, tal como a definição das medidas e materiais utilizados no processo de construção. Sendo assim, obteve-se a definição dos materiais referente às peças escolhidas para o projeto em vista das funções referentes a cada um. As medidas e materiais utilizados para confecção das peças foram em sua maioria definidas a partir da tocha de soldagem a arco submerso existente no Laboratório de Tecnologia da Soldagem. Sendo assim, para a primeira etapa foram realizados os desenhos CAD respectivos ao tubo de contato (3) e bico de contato (4) com as medidas retiradas das peças existentes no LTS (Figura 4a). Da mesma maneira, a fixação da tocha ao cabeçote de soldagem foi definida com base na utilização de um tubo de papelão (1) responsável pelo isolamento elétrico, também conectado a uma peça de latão (2) conectada ao tubo de contato (3). A definição do material do tubo central (5) envolveu considerar as consequências sofridas pela peça em relação ao aumento de temperatura em função do aquecimento indutivo do arame-eletrodo próximo. Por conseguinte, através de pesquisas acerca de materiais eletricamente isolantes e capazes de suportar altas temperaturas, considerou-se a utilização do politetrafluoretileno (PTFE), comercialmente conhecido como teflon. O PTFE apresenta ponto médio de fusão entre 325 °C e 334 °C de acordo com Joshi e Dhanumalayan (2018), mostrando-se uma alternativa para a fabricação da peça.

A bobina de indução considerada para ser empregada no protótipo da tocha de soldagem parte dos mesmos parâmetros utilizados por Voigt (2019). Sendo assim, a bobina é constituída de um tubo de cobre com diâmetro interno de 2mm (0,080”) e espessura de parede de aproximadamente 0,8mm. Para garantir o isolamento elétrico entre as espiras da bobina, foi adotado uma fita de PTFE adesiva, capaz de resistir a altas temperaturas e de fácil modelagem. Levando em consideração a proximidade da bobina de indução à base isolante (9), peça localizada na extremidade da tocha, e seu consequente aquecimento, optou-se por utilizar a cerâmica para sua confecção. Por fim, para a seção de alimentação do fluxo, definida por um tubo de alimentação do fluxo (8) e seu suporte (7), os materiais definidos foram respectivamente o alumínio e o poliacetal. As justificativas utilizadas para escolher o alumínio para o tubo e o teflon no suporte partem do princípio de facilidade de fabricação, tanto da curvatura ao final do tubo quanto para realização dos furos e fixação do suporte na estrutura da tocha.

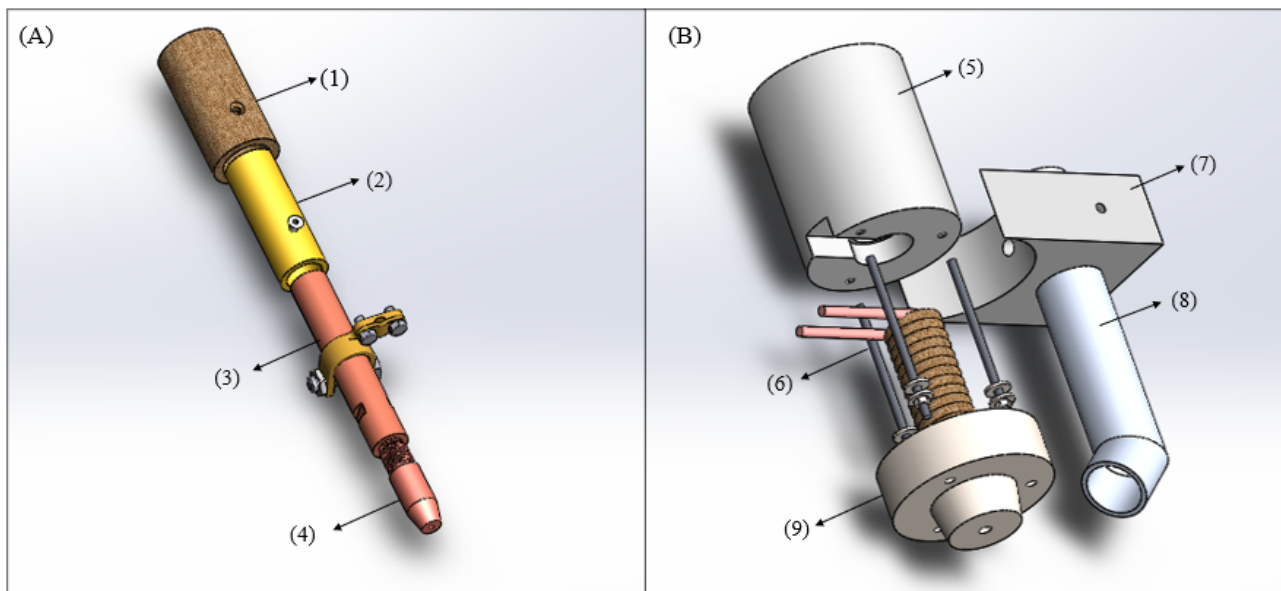


Figura 3. Esquematização da tocha IHW-SAW. (a) Peças básicas da tocha SAW; (a) Componentes adjacentes ao dispositivo de aquecimento indutivo.

2.3.3. Projeto detalhado da tocha GMAW

Partindo dos principais desafios e necessidades citados no projeto conceitual da tocha de soldagem GMAW, foi possível realizar o projeto CAD. O projeto detalhado compreendeu as medidas que as peças deveriam obter, tal qual o material utilizado. A definição dos materiais em que são constituídas as peças rígidas e o anel foram realizadas através das considerações sobre o aquecimento da bobina de indução e isolamento elétrico.

Para o desenho CAD da bobina foi estabelecido um comprimento em que o stickout não afetasse significativamente a estabilidade do processo e uma vazão insuficiente de gás de proteção. Para garantir que a bobina de indução (3) (Figura 4) fosse bem centralizada e fixada na tocha, a peça rígida (1), foi modificada a fim de acomodar a extremidade da bobina a partir de uma abertura interna. As medidas estabelecidas para o conjunto tiveram como base um bocal de tocha GMAW convencional para que o tamanho não extrapole os limites impostos pelo equipamento que seria utilizado.

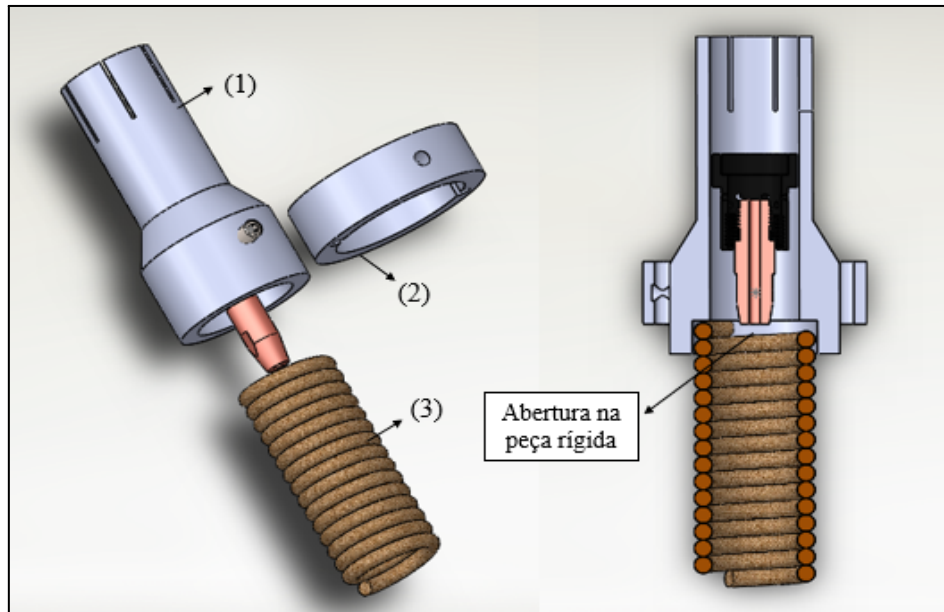


Figura 4. Projeto CAD do protótipo de tocha IHW-GMAW.

2.4.1. Processo de construção da tocha SAW-IHW

O processo de construção da tocha se deu pela aquisição das peças incluídas no projeto e com o auxílio dos equipamentos e infraestrutura oferecida pelo Laboratório de Tecnologia da Soldagem, onde foram realizados os processos de construção das peças e a fixação entre as mesmas para a obtenção do protótipo final. Os processos de fabricação incluíram o torneamento de peça, confecção da base isolante, modelagem da bobina de indução e fixação de todos os componentes evitando qualquer contato elétrico entre a bobina e o restante da tocha. O resultado dos processos submetidos é apresentado na Figura 5.

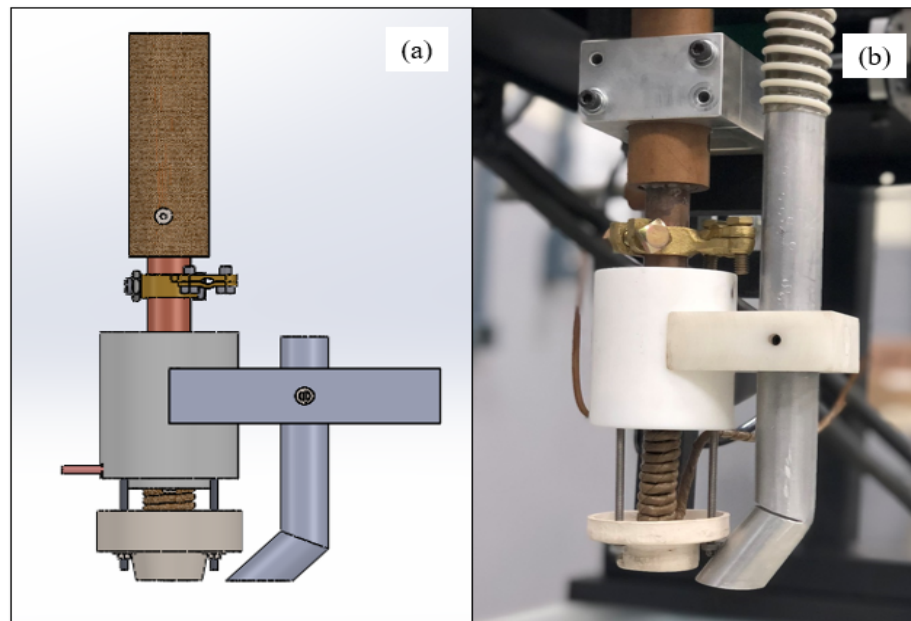


Figura 5. (a) Projeto CAD da tocha SAW-IHW. (b) Protótipo da tocha SAW-IHW.

2.4.2. Processo de construção da tocha IHW-GMAW

O bocal da tocha de soldagem do processo GMAW desenvolvido foi composto por três peças: peça rígida, anel de fixação e bobina de indução, sendo PTFE o material escolhido para a confecção das duas primeiras, as quais foram submetidas a processos de usinagem e torneamento para se obter a geometria necessária. A bobina de indução foi fabricada a partir dos mesmos processos utilizados por Voigt (2019) salvo o isolamento entre as espiras, realizado através de um tubo de fibra de vidro. A conexão entre a peça rígida e o anel foi projetada para um encaixe com interferência, enquanto a bobina teve seus cabos devidamente embutidos nos furos realizados no anel de fixação e peça rígida.

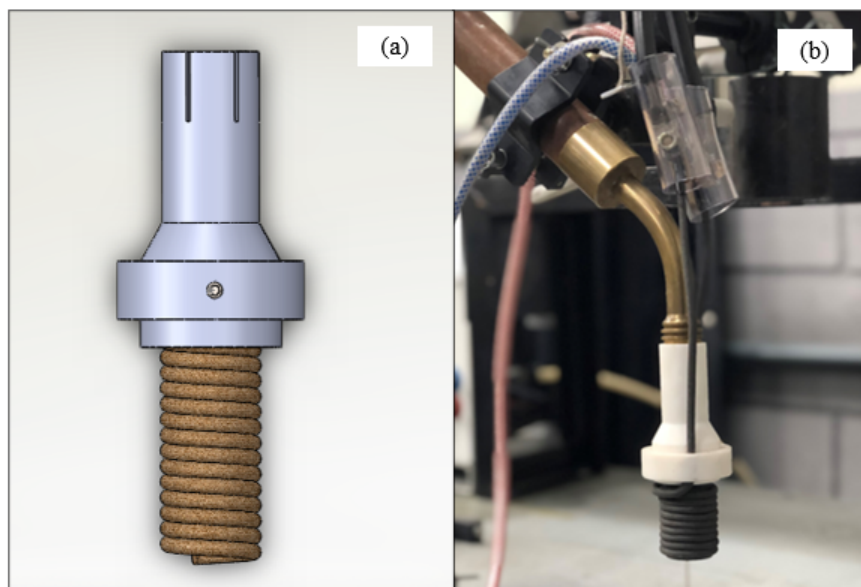


Figura 6. (a) Projeto CAD do bocal da tocha IHW-GMAW; (b) Protótipo do bocal da tocha IHW-GMAW.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto das tochas GMAW e SAW se mostraram capazes de atender os desafios apresentados de forma a minimizar o aquecimento do bocal e problemas de alimentação do arame e fluxo. A construção dos protótipos atendeu de forma satisfatória as adversidades contempladas quanto aos processos de fabricação das peças solicitadas nos projetos CAD. Alguns testes estão em andamento quanto a funcionalidade das tochas. Para o protótipo de tocha GMAW, é necessário a verificação da estanqueidade da bobina, visto que, conforme atua como bocal, é necessário garantir o direcionamento da passagem do gás de proteção e impedir seu escape para a atmosfera. Outro ponto importante, sujeito a testes, é a adequação do comprimento da bobina, logo, stickout do arame-eletrodo que deve garantir a estabilidade do processo e a produção de um cordão de solda de qualidade. A tocha IHW-SAW igualmente visa a necessidade de testes, no entanto, para avaliação da deposição do fluxo durante o ensaio de soldagem e da integridade do copo de cerâmica em contato direto com o arco voltaico quando submetido a altas temperaturas. Dessa forma, os protótipos ainda seguem passíveis de testes de validação quanto ao comportamento em ensaios de soldagem, ainda que já representam grande avanço para aplicação da técnica de aquecimento indutivo no stickout do arame-eletrodo.

4. REFERÊNCIAS

- Ali, Y. et al., 2015. *Laser-assisted GMAW hardfacing*. Welding Journal, v. 94, n. 12, p. 367s, 373s.
- Choudhary, A.; Kumar, M.; Unune, D. R. Investigating effects of resistance wire heating on AISI 1023 weldment characteristics during ASAW. *Materials and Manufacturing Processes*, v. 33, n. 7, p. 759 769, 2018.
- Dhanumalayan. E; Joshi, G.M. (2018). “Performance properties and application of polytetrafluoroethylene (PTFE) – a review”, *Advanced Composites and Hybrid Material* 1, pp. 247-268
- ESAB. *Submerged arc welding head A2S Mini Master*. Disponível em: <https://www.directindustry.com/prod/esab/product-18224-981863.html>. Acesso em 15 de novembro de 2021.
- Fan, C. et al. High frequency induction hot wire TIG welding of aluminum alloy. *Transactions of the China Welding Institution*, Julho 2006. (Resumo).
- He, H. et al. TIG welding-brazing joint of aluminum to stainless steel with hot wire. *China Welding*, v. 22, n. 3, p. 25-30, Setembro 2013
- IMC Soldagem. *Reservatório para Arco Submerso*. Disponível em: <https://www.imc-soldagem.com.br/pt-br/acessorios/reservatorio-para-arco-submerso>. Acesso em: 18 de novembro de 2021.
- LINCOLN. *Submerged Arc Torches*. Disponível em: <https://www.lincolnelectric.com/en/Products/k148a>. Acesso em: 15 de novembro de 2021.
- Ni, J.; Gao, H., 2013. *Effect of the wire temperature on the weld formation in GMAW*. *Advanced Materials Research*, v. 652–654, p. 2289–2292.
- SUMIG. *Tocha Arco Submerso SU 1220*. Disponível em: <https://www.sumig.com/pt/produto/categoria/tochas-para-arco-submerso>. Acesso em 15 de novembro de 2021.
- Shahi, A. S.; Pandey, S. Effect of auxiliary preheating of the filler wire on quality of gas metal arc stainless steel claddings. *Journal of Materials Engineering and Performance*, v. 17, n. 1, p. 30 36, 2008.
- Stol, I. Development of an advanced gas metal arc welding process. *Welding Journal* (Miami, Fla), v. 68, n. 8, 1989.
- Om, H.; Pandey, S. Modelling and Optimization of Advanced Submerged Arc Welding Process Parameters for Stainless Steel Cladding. *Int. J. Mech. Eng. Robotics* 2014, 2, 2.
- Voigt, Anna Louise., 2019. *Desenvolvimento e avaliação de método de aquecimento por indução do arame para o processo de soldagem TIG “hot wire”*. Orientador: Carlos Henrique Niño Bohórquez. 2019. Dissertação – Programa de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

5. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

O(s) autor(es) é (são) o(s) único(s) responsável(is) pelas informações incluídas neste trabalho.

DEVELOPMENT OF SAW AND GMAW TORCHES CAPABLE OF PRE-HEATING WIRE-ELECTRODE BY ELECTROMAGNETIC INDUCTION

Samra Amir Bahmad

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Tecnológico de Joinville, Rua Dona Francisca, 8300 – Bloco U (L427)
CEP: 89.219-600 – Joinville/SC

Anna Louise Voigt

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Universitário, Trindade - Florianópolis - SC - CEP: 88040-900

Tiago Vieira da Cunha

Universidade Federal de Santa Catarina - Campus Tecnológico de Joinville, Rua Dona Francisca, 8300 – Bloco U (L427)
CEP: 89.219-600 – Joinville/SC

samrabahmad6@gmail.com

alouisevoigt@gmail.com

t.cunha@ufsc.br

Abstract. *Submerged Arc Welding (SAW) and Gas Metal Arc Welding (GMAW) are widely used in several industrial applications, mainly due to their high deposition/productivity capabilities. However, these control processes encounter restrictions since variables such as control current, electrode free length (stickout) and wire feed speed are intrinsically correlated, making the operational window of the process limited for a given control condition. In this context, several works available in the literature explore different operational techniques aiming to break these relationships, among them, the use of preheating the wire-electrode. This additional heating of the electrode wire results in a decrease in the flux current and, consequently, a reduction in the dilution index of the weld beads. So forth, considering the same welding current, it is possible to increase the wire feed speed, allowing a higher deposition rate. However, some obstacles such as overheating of the contact tip and wire feeding problems prevent the technique from being used, since the standard preheating is performed before the contact tip. Thus, the present work proposes the development of welding torches for the GMAW and SAW processes capable of promoting the preheating of the electrode wire by electromagnetic induction along the stickout (after the contact tip). To this end, a benchmarking analysis was initially carried out in order to extract the necessary information about commercial torches that could be created in the design of new prototypes. From this, the conceptual project was elaborated, which included the knowledge acquired for the idealization of the torches, including the components responsible for heating the electrode wire, providing a first vision about the development. Next, the detailed design and 3D modeling of the parts that make up the torches were carried out, as well as the definition of their materials, configurations and manufacturing processes. After defining the details of the prototypes, it was possible to build the torches, validating the studied concepts and guaranteeing their functionality.*

Keywords: SAW; MIG/MAG; Induction Heating; Welding torches.

RESPONSIBILITY NOTICE

The author(s) is (are) the only responsible for the printed material included in this paper.