

SOLDAGEM MIG/MAG COM CORRENTE PULSADA PARA APLICAÇÃO EM PASSE DE RAIZ

Régis Henrique Gonçalves e Silva, regis.silva@ufsc.br¹
Cassiano Godinho, cassiano.godinho@posgrad.ufsc.br¹
Kaue Correa Riffel, kaue.riffel@posgrad.ufsc.br¹
Larissa Colares Maia, larissa.colares@posgrad.ufsc.br¹
Mateus Offemann Skowronski, mateus.offemann@posgrad.ufsc.br¹
Rafael Albino Bernardi, rafael.a.b@posgrad.ufsc.br¹

¹LABSOLDA – Instituto de Soldagem e Mecatrônica - Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, Trindade – Florianópolis - SC

Resumo: Nas obras de construção de dutos e tubulações, as etapas de soldagem são críticas, principalmente, a do passe de raiz. Nesta etapa, é necessário um controle da poça de fusão a fim de obter a penetração desejada, sem escorrimento da poça, além da necessidade de garantir que, mesmo com irregularidades apresentadas na junta como gaps irregulares e alinhamentos não uniformes, a qualidade esperada seja obtida. Considerando as características necessárias ao passe de raiz, algumas variantes de processos de soldagem não são recomendadas para este fim, como é o caso do MIG/MAG com corrente pulsada. A fim de contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre as limitações presentes na versão pulsada convencional e desenvolvimento de parametrizações alternativas, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de parâmetros do processo MIG/MAG com corrente pulsada que permitiriam avaliar seu comportamento para o passe de raiz. Para isso, foram realizados ensaios com o processo MIG/MAG com corrente pulsada estabelecendo o diâmetro da gota e calculando as variáveis do processo e, adicionalmente, com MIG/MAG pulsado sinérgico e MIG/MAG convencional com transferência por curto-circuito para comparação. Foram mantidos constantes velocidade de soldagem em 0,3 m/min e corrente média em 180 A. Foram utilizados corpos de prova em chapas de aço carbono SAE 1020 com espessura 12,7 mm, junta com chanfro em V com 60°, nariz de 2 mm e espaçamento entre as chapas variando de 1 a 5 mm. Com o MIG/MAG pulsado sinérgico não se obteve um cordão satisfatório, apresentando falta de fusão em diferentes espaçamentos da junta. Em contrapartida, o cordão realizado com os parâmetros de pulsação calculados apresentou aspecto satisfatório, mostrando a possibilidade de realizar a soldagem do passe de raiz nas condições testadas.

Palavras-chave: GMAW, pipelines, forma de onda, passe de raiz.

1. INTRODUÇÃO

Para a construção de *pipelines*, a execução do passe de raiz é a etapa mais crítica e suscetível a falhas, pois realiza a união dos tubos para os posteriores passes de preenchimento. Tipicamente, o passe de raiz na soldagem de dutos é realizado com processo TIG (*Tungsten Inert Gas*) na forma manual (Emmerson, 1999).

Processos como TIG são bem aceitos aplicados de forma manual em razão da controlabilidade da poça de fusão, beneficiando o soldador na correção de possíveis desalinhamentos e imperfeições na montagem das juntas. Porém, a grande desvantagem desses processos manuais está atrelada à capacidade de produção. Neste cenário, o processo MIG/MAG torna-se cada vez mais atrativo, visto seu maior potencial produtivo, elevado fator de trabalho, altas taxas de deposição, flexibilidade e facilidade na mecanização e automação, mantendo-se assim a qualidade requerida em diversas aplicações (Silva, 2005).

No entanto, o processo MIG/MAG convencional apresenta algumas dificuldades na soldagem fora de posição e, para a soldagem de tubulações, isso se torna um grande desafio. A mudança de posição afeta a dinâmica da poça de fusão e pode acarretar em diversos problemas. Na posição plana, a força gravitacional e eletromagnética possuem a mesma direção e sentido, fato que favorece a penetração. No entanto, as posições vertical (ascendente e descendente) e sobre cabeça apresentam dificuldades relacionadas à penetração, uma vez que a força gravitacional atua em sentido contrário à força eletromagnética (Shirali e Mills, 1993).

Atualmente, existem versões do processo MIG/MAG com transferência por curto-circuito que foram concebidos para evitar as dificuldades encontradas no processo convencional. Pode-se citar as versões STT (*Surface Tension Transfer*) da empresa Lincoln Electric e CCC (Curto-Circuito Controlado) da IMC Soldagem que utilizam fontes de corrente com um formato de onda específico. O sistema atua com o intuito de manter a estabilidade a partir da monitoração e realimentação de sinais que traduzem sua situação momentânea (Silva et al., 2008).

Inserir-se, no contexto dos processos com controle do formato de onda, o processo pulsado em que a corrente oscila entre dois níveis: a corrente de base que mantém o arco aberto e a corrente de pulso que possui amplitude acima da corrente de transição para a transferência em voo livre, e que é responsável pela formação e destacamento da gota

(Amin, 1983).

Geralmente, o processo MIG/MAG com corrente pulsada não é recomendado para a realização do passe de raiz. Um dos motivos é que com diferentes níveis de corrente o comprimento do arco é alterado e, conseqüentemente, o *stick-out*, influenciando nos parâmetros ajustados para a soldagem (Cuhel, 2008). A instabilidade do arco no chanfro é outro motivo que dificulta a soldagem. Ela ocorre quando o arco ancora nas paredes do chanfro devido à proximidade das paredes em relação ao eletrodo. De acordo com Perereira e Ferraresi (2001), devido à pressão do arco contra a parede do chanfro, ocorre repulsão da gota na direção contrária à parede onde o arco estava ancorado, transferindo a gota para a parede oposta ou para o fundo do chanfro.

Neste trabalho busca-se verificar a viabilidade do emprego do MIG/MAG pulsado para aplicações no passe de raiz na posição plana, parametrizando os parâmetros de pulsação para futura avaliação fora de posição e a avaliação se o mesmo possui vantagens em relação ao MIG/MAG convencional para esta aplicação.

2. APARATO EXPERIMENTAL

A bancada de ensaios foi montada constituindo-se de uma fonte de soldagem, um cabeçote alimentador de arame, uma tocha de soldagem MIG/MAG, um equipamento para movimentação da tocha, um sistema de aquisição de dados e uma câmera de filmagem em alta velocidade. A Figura (1) mostra a bancada de ensaios com os equipamentos.

A fonte de soldagem utilizada foi a Digiplus A7, fabricada pela empresa IMC Soldagem, operável na faixa de corrente entre 5 e 450 A. O cabeçote alimentador de arame utilizado foi o STA do mesmo fabricante que permite regulagens de velocidade de alimentação na faixa entre 0,2 e 21,0 m/min. O cabeçote possui total integração com a fonte e é comandado pela mesma. Para a movimentação da tocha foi utilizado o sistema de deslocamento automático Tartilope V2F, fabricado pela empresa SPS – Soluções para Soldagem. Possui controle eletrônico microprocessado e interface homem máquina com display para seleção dos parâmetros.

Para efetuar a filmagem em alta velocidade dos passes de raiz, utilizou-se a câmera IDT MotionPro Y4-S2 com frequência de 1000 quadros por segundo, tempo de exposição de 7 μ s e resolução de 1016x1016 pixels.

Para todos os ensaios realizados foi utilizado como gás de proteção 8%CO₂-92%Ar, que está dentro da faixa para obtenção de transferência *spray* com o eletrodo AWS ER70S-6 com diâmetro de 1,2 mm.

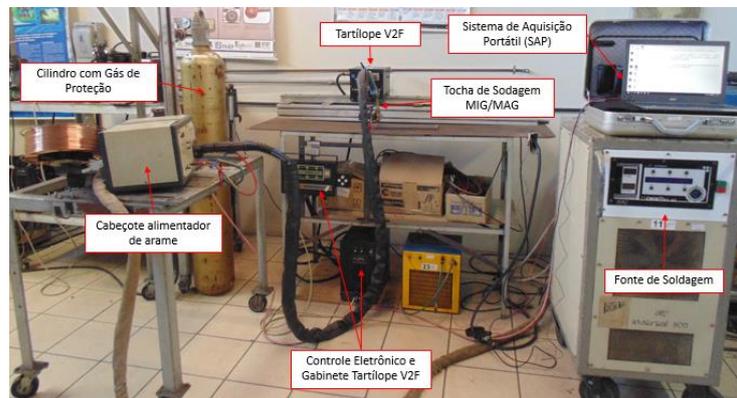


Figura 1. Bancada de ensaios.

3. METODOLOGIA

3.1. Parâmetros do MIG/MAG Pulsado

Seguindo a metodologia de Amin (1983) para a determinação de parâmetros para o MIG Pulsado que garantem o destacamento de uma gota por pulso (UGPP), deve-se determinar a constante de destacamento (D). Para isto, filmagens em alta velocidade permitiram a obtenção da frequência de destacamento e diâmetro de gota para diferentes velocidades de alimentação e transferência por *spray*. Tendo selecionado um diâmetro de gota desejado, dentre um dos ensaios, aplicou-se o valor da corrente de soldagem correspondente e o período médio entre destacamentos na Eq. (1).

$$D = I_p^{2,3} t_p \quad (1)$$

Com a Equação (2) determina-se o período de destacamento para o volume escolhido (neste trabalho 0,58 mm³, equivalente a aproximadamente ao diâmetro de gota de 1 mm) e velocidade de alimentação de material desejada.

$$T = \frac{240V}{\pi d^2 V_a} \quad (2)$$

Onde T é o período (ms), V é o volume da gota (mm³), d é o diâmetro do arame (mm) e V_a é a velocidade de alimentação (m/min).

Estabeleceu-se o tempo de pulso da corrente sendo 43% do período de pulsação obtido na Eq. (2). Após a obtenção da constante de destacamento (D) e o tempo de pulso (t_p) é possível, a partir da Eq. (3), determinar o valor da corrente de pulso mínima que satisfará o critério da transferência metálica.

$$I_p = 2,3 \sqrt{\frac{D}{t_p}} \quad (3)$$

Segundo Amin (1983), a corrente de base deve exceder um limite mínimo de forma a garantir que o arco não se extinguirá, além de manter a poça de fusão no estado líquido, gerando assim maior estabilidade. A corrente mínima que permite a manutenção do arco varia entre material do arame e diâmetro. Amin (1983) apresenta tais valores em função do material e diâmetro do eletrodo. Para este trabalho, estipulou-se uma corrente de base mínima igual a 20 A.

Baseando-se em tais considerações e possuindo os valores de corrente de pulso, tempo de pulso e base, pode-se determinar a corrente de base para um valor médio desejado, respeitando-se a Eq. (4).

$$I_m = \frac{I_p \cdot t_p + I_b \cdot t_b}{t_p + t_b} \quad (4)$$

3.2. Ensaios Preliminares

Foram realizados ensaios preliminares em juntas com chanfro em V com 60° no chanfro, com nariz e abertura de 2 mm, com o intuito de analisar, por meio de filmagens em alta velocidade, a estabilidade da transferência metálica para diferentes casos. Assim, mantendo-se a mesma corrente média e, quando possível, a mesma velocidade de alimentação de arame, realizou-se quatro ensaios: o primeiro com a amplitude da onda quadrada menor; o segundo com a amplitude da onda quadrada maior; o terceiro utilizando o programa sinérgico da fonte e o quarto com o modo de transferência por curto-circuito. Durante as soldagens, foram aquisitados os valores de tensão média, corrente média, corrente eficaz, velocidade de arame e demais variáveis.

3.3. Passe de Raiz

A partir da execução e posterior análise dos ensaios preliminares, foram selecionados três testes para serem avaliados quanto à capacidade em executar passe de raiz. Os ensaios selecionados foram: MIG Pulsado com amplitude de onda ($I_p - I_b$) quadrada elevada; MIG Pulsado sinérgico; e o MIG Convencional com transferência por curto-circuito.

Os passes de raiz foram realizados em chapas de 12,7 mm de espessura, 60 mm de largura, 250 mm de comprimento, junta com chanfro em V com 60° no bisel, com nariz de 2 mm e espaçamento entre as chapas variando de 1 mm no início do corpo de prova até 5 mm no final. Para os três ensaios foram mantidos o ângulo da tocha em 90°, a DBCP de 17 mm e a vazão do gás em 15 L/min. Os corpos de prova foram usinados com uma fresa de topo a fim de alcançar precisão da geometria da junta. O intuito foi avaliar o desempenho de cada processo em manter-se estável e gerar penetração total enquanto o espaçamento de raiz é variado. Analisou-se a distância percorrida por cada processo, molhabilidade, estabilidade do arco, geometria do cordão e raiz, dentre outros.



Figura 2. Corpo de prova utilizado nos ensaios.

Mais uma vez, foram aquiridos os valores de tensão e corrente médios, corrente eficaz e demais variáveis de soldagem para posterior análise. Foi realizado corte transversal dos cordões obtidos para posterior lixamento e ataque químico, visando a obtenção de macrografias para comparação das características geométricas do cordão entre os três procedimentos realizados.

4. RESULTADOS

4.1. Parâmetros do MIG Pulsado

Seguindo a metodologia proposta por Amin (1983) para uma gota de volume igual a 0,58 mm³, calculou-se a constante de destacamento. Para uma velocidade de alimentação 5,3 m/min, calculou-se por meio da Eq. (2) o período necessário para que tal gota seja destacada, obtendo-se 6,2 ms.

Foi estabelecido que o tempo de pulso da corrente seria igual a 43% do período de pulsação, dessa forma define-se os parâmetros de tempo de pulso e tempo de base que são apresentados na Tab. (1). Essa porcentagem foi definida levando em consideração o tempo de resposta da fonte de soldagem em fornecer uma alta corrente de pulso em um intervalo de tempo de poucos milissegundos.

Baseando-se na faixa de valores recomendáveis para a corrente média, estabeleceu-se o valor de 180 A para a mesma, buscando manter esse valor, ou valores próximos, de corrente média em todos os ensaios a fim de analisar as características físicas de cada processo no resultado da soldagem. Ueguri et al. (1985) recomenda o uso de corrente de pulso igual ou maior a 380 A, para condições de soldagem semelhantes às utilizadas nesse trabalho. Para valores menores de 380 A de corrente de pulso, Ueguri et al. (1985) afirma que a condição de uma gota por pulso pode não ser cumprida devido à instabilidade do arco. Deste modo, foram determinadas as variáveis do processo para dois casos: com uma corrente de pulso mínima que satisfaça a Eq. (3), neste caso igual a 325 A; e com uma corrente de pulso mais elevada, neste caso 380 A. Com o valor estabelecido da corrente média e os demais parâmetros já conhecidos, foi possível determinar o valor para a corrente de base pela Eq. (4), que também é mostrado na Tab. (1). Após ensaios preliminares, verificou-se melhores resultados para os parâmetros com maior amplitude entre corrente de pulso e de base. Desta forma, para os ensaios posteriores foi utilizado os parâmetros de pulso que conferiram maior estabilidade (Pulsado 2, na Tabela 1).

Tabela 1. Parâmetros do pulsado.

	Período (ms)	Tempo de pulso (ms)	Tempo de base (ms)	Corrente média (A)	Corrente de pulso (A)	Corrente de base (A)
Pulsado 1	6,2	2,7	3,5	180	325	71
Pulsado 2	6,2	2,7	3,5	180	380	33

4.2. Análise oscilográfica

A Figura (3) apresenta os oscilogramas aquiridos na soldagem com as três condições de soldagem avaliadas neste trabalho. Para facilitar a compreensão na leitura deste trabalho, a condição com maior amplitude entre a corrente de pulso e de base foi chamado de P1, a condição sinérgica disponível em uma fonte comercial foi chamada de P2 e o curto circuito chamado de C1.

Para fins de comparação, nos processos com corrente pulsada optou-se por manter a mesma corrente média para ambos os processos P1 e P2. Contudo, no curto circuito não foi possível estabilizar o arco com corrente média de 180 A e velocidade de arame de 5,3 m/min, assim, a tensão foi aumentada até uma condição satisfatória equilíbrio entre a alimentação de arame e a taxa de fusão, o que resultou em uma corrente média de 193 A. É possível afirmar que o processo pulsado P1 apresentou maior taxa de fusão por corrente média em comparação ao modo de transferência por curto-circuito, uma vez que este necessitou de uma corrente média menor para fundir a mesma quantidade de arame. O maior nível da corrente eficaz no modo pulsado (P1 e P2) possui maior contribuição para a fusão do arame do que no modo curto-circuito devido ao aquecimento por efeito Joule.

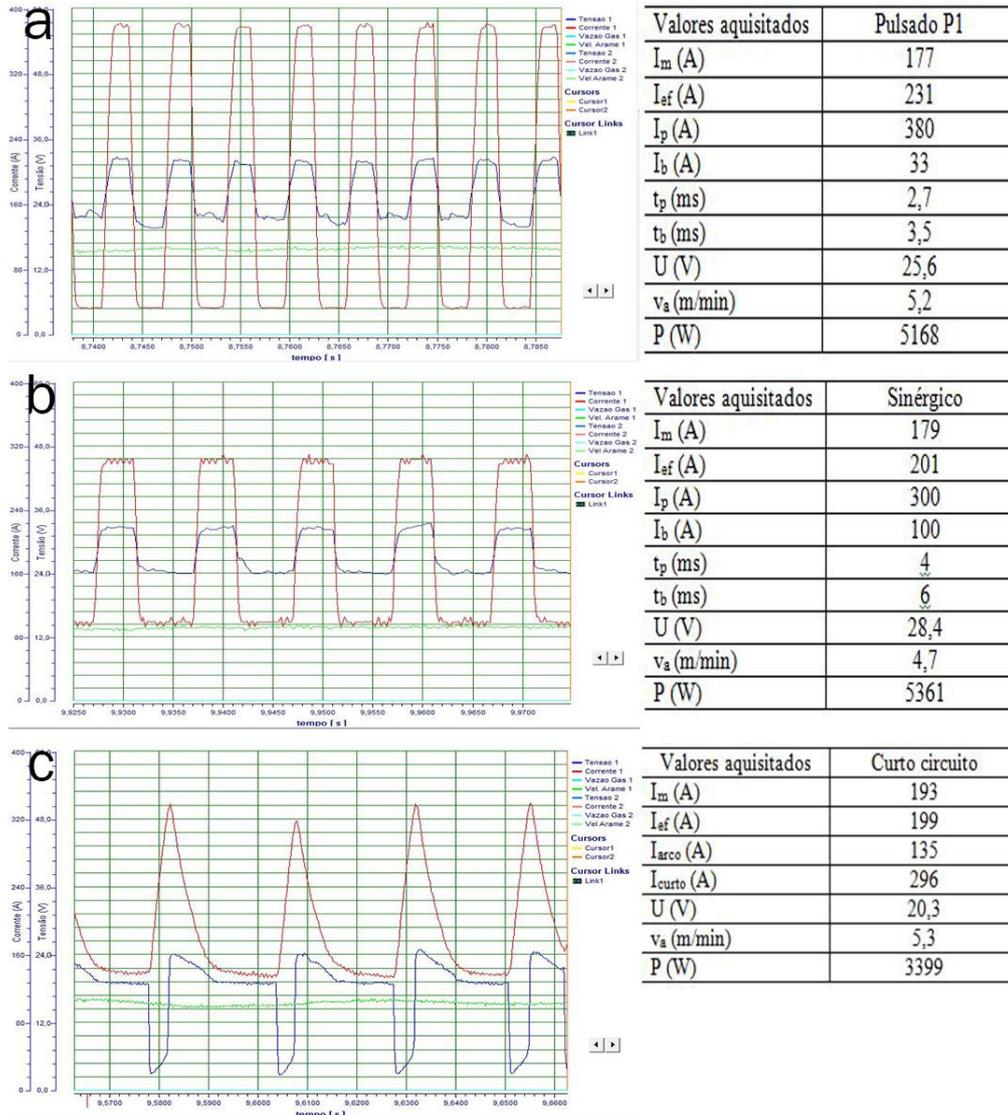


Figura 3. Aquisições dos parâmetros utilizados. a) Corrente pulsada (P1). b) Corrente pulsada com comando sinérgico (P2). C) Curto circuito.

4.3. Análise do arco elétrico

Durante ensaios prévios com as três condições de soldagem levantou-se a possibilidade de que a rigidez do arco seja menor na soldagem com os parâmetros oferecidos pelo sistema sinérgico da fonte, hipótese que foi confirmada com a análise das imagens da Fig. (4). Na imagem é possível observar as características do ancoramento e o perfil geométrico do arco elétrico formado em cada condição de soldagem no chanfro V.

Na Figura (4a) é mostrado o arco elétrico na soldagem com corrente pulsada na configuração P1, que se mostra mais estável e centrado no chanfro, onde a transferência metálica observada apresentou o destacamento de uma gota por pulso. O fato para o ancoramento do arco na primeira condição ter sido mais rígido é o fato de que a amplitude da onda quadrada ($I_p - I_b$) foi superior (da ordem de 347 A) quando comparado com P2 (cuja a amplitude foi da ordem de 200 A). Segundo Rajasekaran et al. (1998), combinações de corrente de pulso mais elevada e tempo de pulso mais baixo apresentaram comprimento do arco mais estável e destacamento de gota mais uniforme para velocidades de alimentação mais baixas (em torno de 6 m/min ou menores).

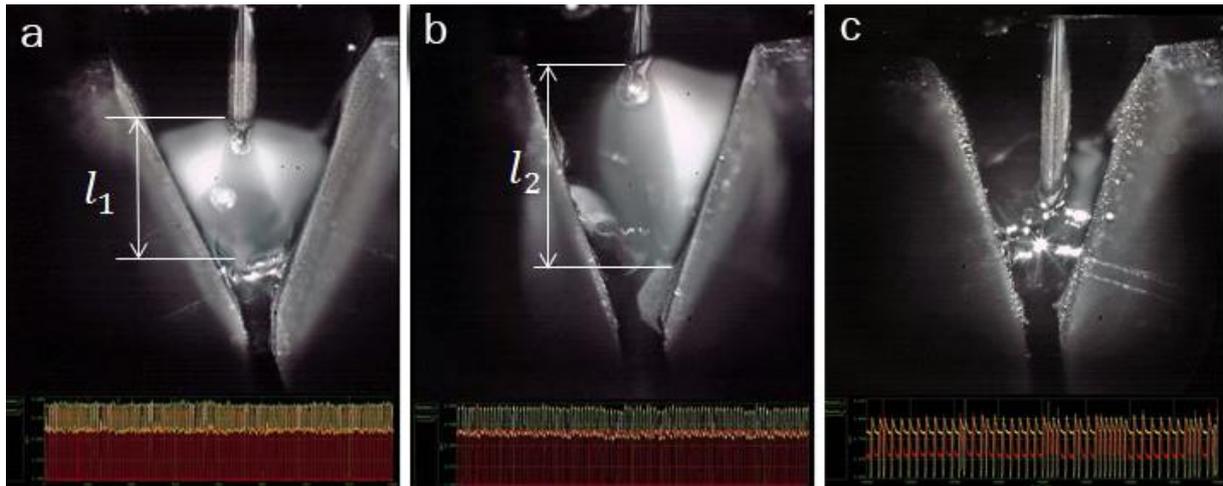


Figura 4. Aspecto do arco elétrico em chanfro V. a) Condição P1. b) Condição P2. c) Condição C1.

Na Figura (4b) é possível observar o arco projetado em uma das faces do chanfro, sendo importante ressaltar também que durante a soldagem este ancoramento trocou de chapa constantemente e aleatoriamente, aumentando muito a instabilidade do processo e acarretando no lançamento das gotas em direção a face adjacente. O comprimento máximo do arco (l_1) na condição de P1 foi menor em comparação com o comprimento máximo (l_2) em P2, fato que pode ser atribuído à maior velocidade de alimentação resultante em P1 para a mesma corrente média de 180 A em ambas as condições. Quanto à transferência metálica, no sinérgico foi em geral necessários dois ciclos para efetuar o destacamento de uma gota.

4.4. Corpos de prova soldados

A Figura (5) mostra a face do passe de raiz obtido na aplicação das três configurações de soldagem explicitadas no trabalho. O cordão obtido com a configuração do pulsado sinérgico da fonte mostrado na Fig. (5b) apresenta diversos pontos com falta de fusão, mesmo para os menores espaçamentos do chanfro. Tal comportamento não é observado no cordão obtido com P1 na Fig. (5a), sendo notada a perda de homogeneidade da solda quando o espaçamento do chanfro apresentou um valor de 4,5 mm. Já o cordão obtido com MIG/MAG com transferência por curto circuito mostrado na Figura (5c), notou-se que com o espaçamento do chanfro a partir de 3 mm, o processo não foi capaz de se manter. A transferência metálica por curto-circuito requer o constante toque da gota com a poça, assim, em situações onde a poça não consegue se sustentar, neste caso após 3 mm de espaçamento, o arame atravessa a junta, impossibilitando a continuação do processo..

Comparando a face dos passes de raiz da Fig. (5), observa-se que o cordão resultante com P1 possui menor convexidade e maior molhabilidade na face em relação ao cordão resultante quando utilizado C1, apresentando assim geometria mais favorável para um posterior preenchimento da junta.



Figura 5. Face do passe de raiz. a) Condição P1. b) Condição sinérgica P2. c) Curto circuito.

A Figura (6) mostra o reforço no passe de raiz para as três condições analisadas, nas Fig. (6a) e (6b) mostra-se a soldagem com corrente pulsada utilizando os parâmetros de P1 e P2. É possível notar que em (6a) a penetração da raiz

ocorreu com um espaçamento menor que na soldagem por curto-circuito mostrada na Fig. (6c), fato que se justifica devido à maior potência na soldagem com corrente pulsada.

Na Figura (6b), é mostrada a raiz com a configuração do pulsado sinérgico da fonte, onde houve muitos defeitos de falta de penetração. Ainda que a potência no sinérgico 6b tenha sido maior que no pulsado 6a, a rigidez e altura do arco foi menor, levando ao ancoramento deste em uma das faces da junta, acarretando na projeção da gota na lateral do chanfro, e não no centro, dificultando assim a penetração. É possível observar na Fig. (6b), indicado por setas, que a partir de uma determinada abertura houve a penetração total da junta, porém com falta de fusão.

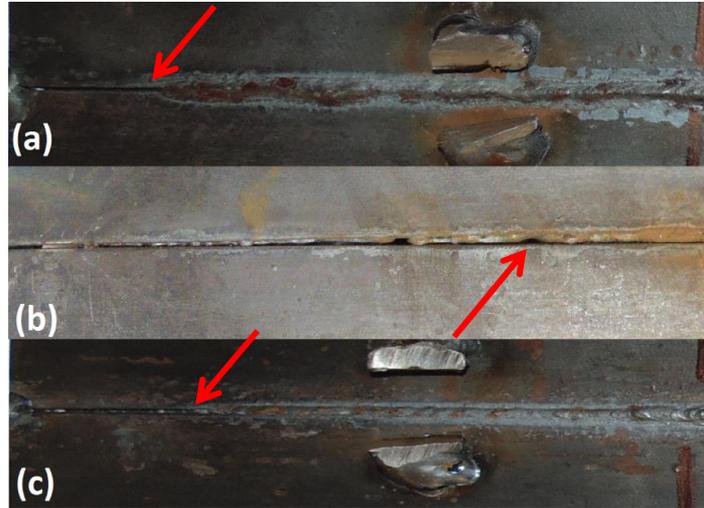


Figura 6. Reforço da raiz. a) Condição P1. b) Condição sinérgica P2. c) Curto circuito

4.5. Macrografias

Com o objetivo de avaliar os perfis geométricos e penetração dos passes de raiz para cada caso, foram realizadas macrografias mostradas na Fig. (7). Nota-se um bom perfil geométrico para a raiz na Fig. (7a). Na Figura (7b), observa-se falta de fusão deixando evidente que o passe de raiz não foi satisfatório com o uso da configuração sinérgica da fonte. Com o corte na seção transversal também ficou evidente a maior convexidade do cordão de solda ao utilizar-se o modo de transferência por curto-circuito na Fig. (7c), podendo gerar problemas como falta de fusão em passes de preenchimento.

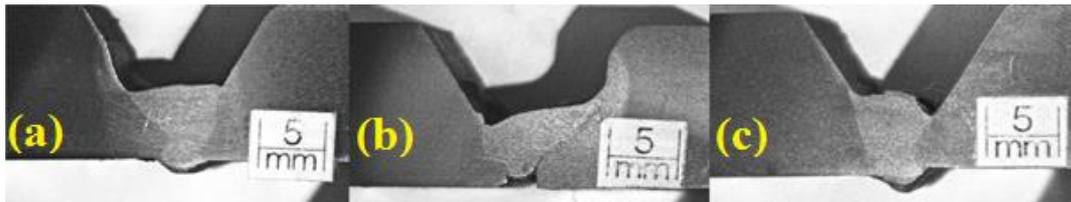


Figura 7. Macrografias. a) Condição P1. b) Condição P2. c) Curto circuito.

Realizou-se também uma medição da zona fundida para cada configuração de soldagem mostrada na Tab. (2). Os dados obtidos da área da zona fundida em cada cordão, mostrados na Tab. (2), apresentam considerável diferença entre P1 e P2, que mesmo com valores iguais de corrente média, a configuração sinérgica da fonte não foi capaz de gerar um cordão que fundisse consideravelmente o material de base de forma a obter um bom passe de raiz. O modo pulsado P1 apresentou uma zona fundida de aproximadamente 12,1% maior que no curto-circuito, mesmo utilizando corrente média menor, fato justificado pela maior potência gerada no processo.

Tabela 2. Valores da área da zona fundida.

	Condição P1	Condição P2	Curto circuito
Área da zona fundida (mm ²)	30,428	24,995	27,148

5. CONCLUSÕES

A soldagem com corrente pulsada é um processo no qual há muitas variáveis envolvidas, trazendo assim certa dificuldade no levantamento dos parâmetros elétricos e no controle sobre eles, portanto a realização de pesquisas se faz sempre necessária para o aprimoramento desta técnica. Avaliando os resultados obtidos neste trabalho é possível obter as seguintes conclusões:

- É possível realizar passe de raiz com corrente pulsada na posição plana, com ótimo controle do arco elétrico e direcionamento da gota, porém é necessário que as variáveis que compõem a onda (I_p , t_p , I_b , t_b) possuam características tais que gerem uma boa rigidez no arco elétrico, de forma a garantir com que as gotas sejam projetadas no centro da junta.
- Apesar de a soldagem na posição plana não englobar todas as dificuldades da soldagem fora de posição, representa uma série de resultados e argumentos para a realização de ensaios em tubos ou, simplesmente, em chapas com as mesmas configurações de chanfro fora de posição.
- Com corrente pulsada o cordão depositado teve uma sustentação superior ao processo convencional, justamente por não precisar tocar a poça para transferir a gota, conseguindo transferir material até 4,5 mm de abertura na junta.
- Mantendo-se a mesma velocidade de alimentação de arame, embora a corrente média tenha sido menor na soldagem com corrente pulsada, houve maior molhabilidade em relação ao curto circuito, fato que pode ser atribuído à maior potência gerada na soldagem pulsada. Com isso, é possível evitar possível falta de fusão em passes posteriores.
- O processo MIG/MAG Pulsado possui maior taxa de fusão por corrente média se comparado ao processo convencional com transferência por curto-circuito. O maior nível de corrente eficaz no modo pulsado contribui para tal efeito.
- A corrente pulsada calculada neste trabalho apresentou maior estabilidade e rigidez do arco quando comparado ao parâmetro sinérgico, devido a maior frequência de pulsação e maior amplitude da onda quadrada.
- A soldagem com a condição P1 (maior amplitude de onda) apresentou a maior área da zona fundida, além do cordão de solda possuir melhor aspecto. A maior potência e rigidez do arco contribuíram para tal efeito.

6. REFERÊNCIAS

- Amin, M., 1983, "Pulse current parameters for arc stability and controlled metal transfer in arc welding". Metal Construction, Vol. 15, No. 5, pp. 272-278.
- Cuhel, J., 2008, "GMAW Options Offer Increased Productivity for Pipe Fab Shops". Welding Journal, v. 87, n. 6, pp. 66 - 68.
- Emmerson, J. G., 1999, "FcaW Orbital Pipe Welding Technology Improves Fab Shop Productivity". Welding Journal, v. 78, n. 11, pp. 57-59.
- Pereira, W. A., Ferraresi, V. A., 2001, "Comportamento do cordão na soldagem GMAW pulsada em chanfros estreitos". Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação - COBEF, Curitiba – PR, 02 a 04 de abril de 2001.
- Rajasekaran, S. et al., 1998. "Droplet detachment and plate fusion characteristics in pulsed current gas metal arc welding". Welding Research Supplement, pp. 254s–269s.
- Shirali, A. A.; Mills, C., 1993, "The effect of welding parameters on penetration in GTA welds". Welding Research Supplement. pp. 347-353.
- Silva, R. H. G. E., 2005, "Soldagem MIG/MAG em Transferência Metálica por Curto-Circuito Controlado Aplicado ao Passe de Raiz". Florianópolis SC: Dissertação de Mestrado - UFSC.
- Silva, R. H. G. et al., 2008, "Fundamentos Científicos e Tecnológicos para o Desenvolvimento do Processo MIG/MAG por Curto-Circuito Controlado (CCC) – Uma Revisão da Literatura. Parte 3 de 3: Princípios dos Sistemas MIG/MAG em Curto-Circuito com Controle de Corrente". Soldagem & Inspeção. v. 13, pp. 70-81.
- Ueguri, S. et al., 1985, "Study of Metal Transfer in Pulsed GMA Welding". Welding Journal, Vol. 64, No. 8, pp. 242-250.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

MIG/MAG PULSED WELDING FOR ROOT PASS APPLICATION

Régis Henrique Gonçalves e Silva, regis.silva@ufsc.br¹
Cassiano Godinho, cassiano.godinho@posgrad.ufsc.br¹
Kaue Correa Riffel, kaue.riffel@posgrad.ufsc.br¹
Larissa Colares Maia, larissa.colares@posgrad.ufsc.br¹
Mateus Offemann Skowronski, mateus.offemann@posgrad.ufsc.br¹
Rafael Albino Bernardi, rafael.a.b@posgrad.ufsc.br¹

¹LABSOLDA – Welding and Mechatronics Institute – Federal University of Santa Catarina - UFSC, Mechanical Engineering Dept., Florianópolis, SC, Brazil.

Abstract: *In the construction of pipelines the welding steps are critical, especially the root pass. It is necessary to control the weld pool in order to obtain the desired penetration, without draining the weld pool, besides the need to ensure the penetration, even with irregularities presented in the joint as irregular gaps and uneven alignments, the expected quality is obtained. Considering the characteristics required for the root pass, some welding processes are not recommended for this purpose, which is the case of MIG/MAG pulsed. So on, the present work contribute with the development of root pass welding techniques, where the main objective is to develop a MIG/MAG pulsed parameters allowing to evaluate its behavior. The tests were carried out with the MIG/MAG pulsed, establishing the droplet diameter and calculating the process variables, additionally, with MIG/MAG synergic pulsed and MIG/MAG short-circuit transfer to comparison. The welding speed and average current were kept constant with 0.3 m/min and 180 A, respectively. Tests were made in SAE 1020 carbon steel plates with 12.7 mm thickness, 60° V-groove, 2 mm nose and gap ranging from 1 to 5 mm. With the MIG/MAG synergic pulsed, a satisfactory result was not obtained, presenting lack of fusion in different points of the joint. On the other hand, the weld obtained with the calculated pulsation parameters presented a satisfactory appearance, showing the possibility of realize the root pass at the test conditions.*

Keywords: GMAW, pipelines, waveform, root pass