



EFEITO DA VARIAÇÃO DO GÁS E DO TIPO DE CORRENTE SOBRE O DESEMPENHO DO ARAME TUBULAR AWS E71T-1

Jesualdo Pereira Farias

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. Amarílio Cartaxo, 700 – Dunas, CEP: 60181550, Fortaleza, CE. jpf@truenet-ce.com.br

Juscelino Chaves Sales

Centro Federal de Ensino Tecnológico; R. Socorro Azevedo, 150 Bl – 01 ap 203, Luciano Cavalcante, CEP - 60810400, Fortaleza, CE. sales@dem.ufc.br

Temístocles de Souza Luz

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. Confúcio Pamplona, 339 - Benfica. CEP: 60015400. Fortaleza, CE tsluz@dem.ufc.br

Carlos Eduardo Aguiar Lima Rodrigues

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. 54, 80 – José Walter. CEP 60750-680. Fortaleza – CE. eduardo@dem.ufc.br

Resumo. O arame tubular AWS E71T-1 tem utilizado, na grande maioria das aplicações, o CO₂ puro como gás de proteção. Um estudo recente demonstrou que é possível melhorar as características metalúrgicas do metal de solda deste eletrodo, empregando-se uma mistura de CO₂ e argônio. No entanto, não foram ainda levantadas, de forma suficiente, informações a respeito do desempenho operacional do arame, empregando-se esta mistura de gases. Sabe-se que o tipo de gás afeta também a transferência metálica, o comportamento do arco, a geometria do cordão de solda, a taxa de deposição e a eficiência de fusão do arame, dentre outras características do processo de soldagem. Neste sentido, foram realizadas soldas de simples deposição, na posição plana, em corpos de prova de aço ABNT 1020. A relação entre a velocidade de alimentação do arame e a velocidade de soldagem foi mantida constante para garantir uma área adicionada constante. Analisaram-se os efeitos do tipo de gás de proteção, da “distância bico de contato peça”, dos níveis de corrente e sua natureza sobre o comportamento do arco, geometria da solda e características econômicas do arame. Os resultados indicam que o tipo de gás de proteção e a natureza da corrente afetam significativamente a transferência metálica e a geometria da solda, exercendo pequena influência sobre as características econômicas do arame.

Palavras-chave: Gás de proteção, tipo de corrente, operacionalidade, características econômicas, geometria da solda.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o desenvolvimento e a fabricação de novos materiais proporcionaram à engenharia de soldagem um grande avanço tecnológico. Essa tecnologia tende a acompanhar a crescente modernização industrial como também as exigências impostas pelo mercado, o qual visa maior produtividade e melhor qualidade, obtidas a um menor custo. Com esse intuito, o desenvolvimento e aprimoramento de processos de soldagem contínuos vêm crescendo cada vez

mais, como é o caso da soldagem MIG/MAG, arco submerso e arame tubular (Mota, 1997; Boniszewsky, 1992; Otegui et al, 1985). Este último processo enfrentou algumas dificuldades para alcançar o nível de desenvolvimento exigido no metal de solda nas modernas estruturas, no entanto, o processo a arame tubular com proteção gasosa (FCAW-G) é um processo que vem sendo bastante utilizado nos últimos 40 anos (Welding Handbook, 1991). Nesse processo, o arco voltaico forma-se entre a peça e o arame e sua proteção é efetuada pela ação de um gás externo e pela decomposição de um fluxo alojado no interior do arame (Mota, 1997; Ward, 1985).

Para o processo de soldagem com arame tubular com proteção gasosa, muitos estudos vêm avançando, principalmente na área metalúrgica, como é o caso do estudo da influência do gás de proteção sobre as propriedades metalúrgicas do metal depositado por esse processo (Trevisan et al, 1999). Alguns resultados da influência benéfica da mudança do gás CO₂ (comumente utilizado na proteção gasosa do arame tubular) por uma mistura de Ar + CO₂ são verificados, através da obtenção de melhores propriedades mecânicas (Surian et al, 1999). Surian et al observaram que a mudança de CO₂ puro para uma mistura de argônio e 20% CO₂ proporcionou maiores teores de C, Mn e Si, bem como menores teores de oxigênio e nitrogênio no metal de solda. Além disso, a tensão limite de escoamento, a dureza e a energia absorvida no ensaio de impacto Charpy-V foram maiores para a mistura de gases. Outro fator importante atribuído à mudança do CO₂ puro para a mistura de CO₂ e argônio foi o aumento da quantidade de ferrita acicular nas zonas colunares do metal de solda e um maior refino do grão da zona recristalizada. No entanto, nestes trabalhos, não foram consideradas devidamente as influências destes tipos de gases sobre o desempenho operacional do processo.

Estudos mostram que com o aumento do teor de CO₂ no gás de proteção, tem-se uma maior instabilidade do arco, um maior nível de salpicagem além de uma maior penetração (Stenbacka, 1990). Com isso, é de se esperar que a mudança do tipo de gás (CO₂ + Ar para CO₂) cause uma maior instabilidade do arco e uma maior incidência de salpicagem. Essa instabilidade poderá estar associada a mudanças na frequência e nos tempos de curtos-circuitos com a mudança do tipo de gás de proteção. É necessário, portanto, ampliar esses estudos, abordando além das características metalúrgicas, as características operacionais, verificando a estabilidade do arco, a transferência metálica assim como os aspectos econômicos do arame e a geometria da solda, fatores estes também de grande importância na escolha e definição de um processo (Luz, 2000).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os fatores selecionados para a realização deste trabalho foram o tipo de gás de proteção, o tipo de corrente, a intensidade de corrente e a distância bico de contato peça (DBCP). Cada valor de velocidade de alimentação do arame correspondia um valor de velocidade de soldagem, visando a manutenção da relação v_a/v_s constante. Os gases empregados foram o CO₂ puro e uma mistura de Ar (75%) e CO₂ (25%); utilizou-se a corrente contínua pulsada e a soldagem com fonte convencional com corrente contínua e tensão constante, a corrente variou em 160 A, 180A e 200A (valores da corrente eficaz de soldagem para ambos os processos) e a DBCP variou em 20 mm e 25 mm, mantendo-se a tensão entre 23 - 24 V. Obteve-se assim um total de 24 condições de ensaios para cada tipo de corrente e ainda com 3 repetições para cada condição, totalizando 72 corpos de prova. Com o objetivo de reduzir os efeitos da variação do comprimento do arco, a área adicionada foi mantida constante, através do balanço da relação entre a velocidade de alimentação do arame e a velocidade de soldagem. Foi utilizada uma fonte eletrônica multiprocesso e uma bancada de ensaios a fim de se automatizar o processo. As soldagens, de simples deposição em CC⁺, foram todas realizadas na posição plana, fixando-se o material (aço carbono ABNT 1020), a espessura da chapa em 6 mm, o diâmetro do arame em 1,2 mm e a vazão do gás de proteção em 14 l/min. Foram feitas aquisições de dados em alta frequência (10 kHz) o que permitiu o posterior tratamento dos sinais do arco (tensão x corrente).

2.1. Critérios Para a Avaliação do Desempenho Operacional do Processo.

2.1.1. Critérios Para a Avaliação da Estabilidade do Arco

Os índices empregados para avaliar o comportamento do arco foram a frequência (F_{cc}) e o tempo (t_{cc}) de curto-circuito. Para efeito de tratamento estatístico, foram considerados curtos-circuitos com transferência metálica somente aqueles com duração superior a 2,0 ms (Farias, 1998)

2.1.2. Critérios Para a Avaliação do Desempenho das Características Econômicas

As características econômicas foram avaliadas por meio da Taxa de Fusão (TF), Taxa de Deposição (TD) e Eficiência de Deposição (ED), conforme relações abaixo.

$$TF = 3,6 \cdot \frac{\rho_a \cdot l}{t} \text{ [kg/h]} \quad (01)$$

$$TD = 3,6 \cdot \frac{(M_f - M_i)}{t} \text{ [kg/h]} \quad (02)$$

$$ED = \frac{(M_f - M_i)}{m_a} \cdot 100 \text{ [%]} \quad (03)$$

onde l é comprimento de arame consumido (m); t o tempo de soldagem (s); M_i a massa inicial da chapa (g); M_f a massa final da chapa (g); ρ_a a densidade linear do arame (g/m) e m_a ($\rho_a \cdot l$) a massa de arame consumida (g).

2.1.3. Critérios Para a Avaliação das Características Geométricas do Cordão de Solda

A largura (b), o reforço (r) e a penetração (p) medidos a partir da seção transversal da solda, foram os índices empregados para avaliar as características geométricas do cordão de solda.

2.2. Tratamento Estatístico dos Resultados

Para a avaliação do efeito dos fatores selecionados sobre os diversos índices empregados para a avaliação do desempenho operacional do processo, utilizou-se da ferramenta estatística ANOVA (análise de variância) e um software comercial, adotando-se o nível de significância $\alpha = 5,0\%$. Logo sempre que $\alpha \leq 5,0\%$, considera-se que o fator em questão afeta os índices indicadores da estabilidade do arco, das características econômicas e da geometria da solda.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Primeira Etapa (Soldagem no Modo Tensão Constante)

A Tabela (1) apresenta o resultado da ANOVA para todos os fatores e variáveis estudados. A discussão e a apresentação das principais influências são feitas a seguir.

Tabela 1 - Resultados da ANOVA para o processo convencional. Fator α (%).

Fator	Características							
	Estabilidade		Econômicas			Geométricas		
	F_{cc}	t_{cc}	TF	TD	ED	b	R	p
1 – Gás	36,12	0,00	15,29	19,22	10,79	1,67	0,00	0,05
2 – DBCP	2,64	0,16	0,63	0,48	17,35	0,00	0,52	52,72
3 – I_{ef}	0,00	10,52	0,00	0,00	0,00	5,06	37,67	0,10
Interação – 1 x 2	13,29	9,97	93,86	85,71	94,46	19,81	1,69	45,81
Interação – 1 x 3	15,19	41,99	88,91	96,38	81,64	72,57	54,36	0,11
Interação – 2 x 3	0,36	88,44	48,09	52,09	0,01	38,65	81,51	43,94
Interação – 1 x 2 x 3	2,07	0,09	0,06	0,04	0,39	8,52	12,55	2,24

3.1.1. Estudo da Estabilidade do Arco

A Tabela (2) indica a percentagem de curtos-circuitos com transferência metálica ($t_{cc} > 2,0$ ms) para os ensaios realizados no modo tensão constante. Nota-se nitidamente que a soldagem com o CO_2 puro provoca um aumento considerável na percentagem de curtos-circuitos com transferência metálica.

Tabela 2 - Percentagem de curtos-circuitos com transferência metálica ($t_{cc} > 2,0$ ms).

Gás	DBCP (mm)	Corrente média		
		160 A	180 A	200 A
Ar + CO_2	20	4,0%	15,6%	23,5%
	25	34,8%	49,9%	51,7%
CO_2	20	25,4%	58,8%	64,8%
	25	75,5%	82,5%	72,4%

Esse comportamento pode ser confirmado pela análise estatística dos índices de estabilidade, frequência de curto-circuito (F_{cc}) e tempo de curto-circuito (t_{cc}). Pela Tabela (1) verifica-se que todos os fatores analisados tiveram influência sobre os índices de estabilidade. Analisando as Figuras (1) e (2) pode-se verificar essas influências. A mudança do CO_2 puro para a mistura de CO_2 e argônio reduz o tempo médio de curtos-circuitos (Figura 2) nos dois níveis de DBCP empregados. Estas reduções proporcionam uma melhoria acentuada na estabilidade do arco visto que esse menor tempo de curto-circuito induz a um menor tempo de arco apagado. Considerando que não houve variação relevante no comprimento do arco, para os dois tipos de gases, esta mudança no mecanismo de transferência metálica pode estar associada principalmente ao efeito das forças de ascensão no arco causadas pelo CO_2 . Estas forças retêm a gota em formação sobrepondo-se às forças devido à ação da gravidade e da tensão superficial entre a gota e a ponta do eletrodo. Isto causa o crescimento excessivo da gota que toca a poça de fusão fazendo surgir aí uma força adicional, favorável ao seu destacamento. (Farias, 1993; Miranda, 1998).

Ainda nas Figuras (1) e (2) observa-se que o aumento da DBCP causa um aumento dos índices F_{cc} e t_{cc} , o que é provocado por um maior aquecimento da extremidade do arame, em função do efeito Joule, acarretando um aumento no tamanho da gota. Observa-se ainda que os índices F_{cc} e t_{cc} aumentam com o aumento da corrente média. O aumento da corrente causa um aumento na taxa de deposição do arame, como será visto adiante, que contribui para aumentar o tamanho da gota. Além disso, ocorre também uma redução da viscosidade do metal líquido por efeito do aumento da temperatura. Outro aspecto a considerar, com o aumento da corrente, é o aumento das forças eletromagnéticas que atuam na gota em transferência. Estes três fatores atuando de forma conjunta justificam os resultados apresentados nas Figuras (1) e (2). É possível que, uma variação de apenas 40 A na corrente média não tenha sido suficiente para causar uma redução no tamanho da gota, prevalecendo o seu efeito sobre a taxa de deposição.

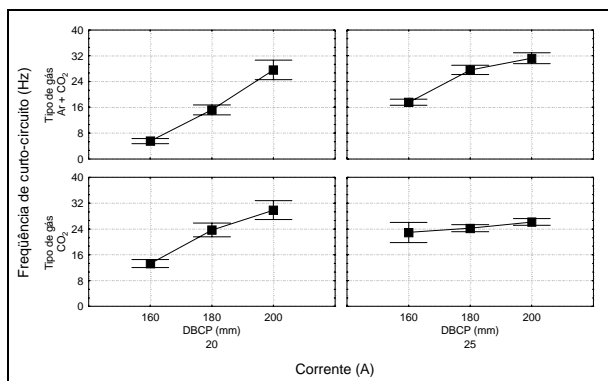


Figura 1 – Efeito dos parâmetros sobre F_{cc} .

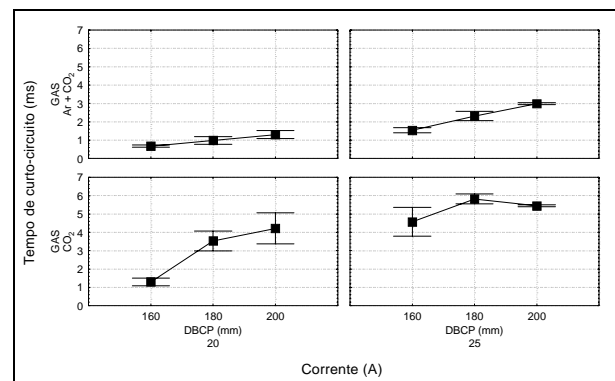


Figura 2 – Efeito dos parâmetros sobre t_{cc} .

3.1.2. Estudo das Características Econômicas

Pela análise dos dados da ANOVA, na Tabela (1), verifica-se que os fatores determinantes das características econômicas (TF, TD e ED) foram a DBCP e a corrente média de soldagem, obtendo-se os valores de α bem abaixo de 5%. Observam-se ainda efeitos significativos das interações entre todos os fatores sobre a TF, TD e ED.

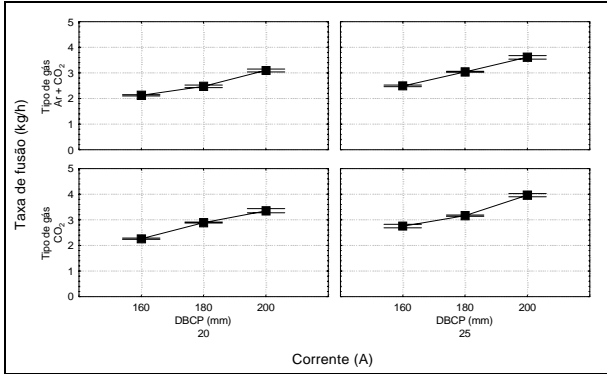


Figura 3 - Efeito dos fatores sobre TF.

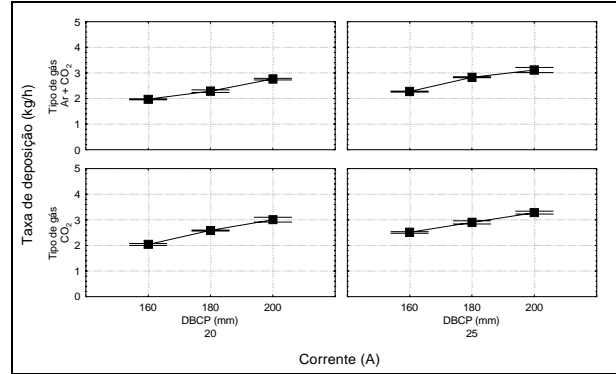


Figura 4 - Efeito dos fatores sobre TD

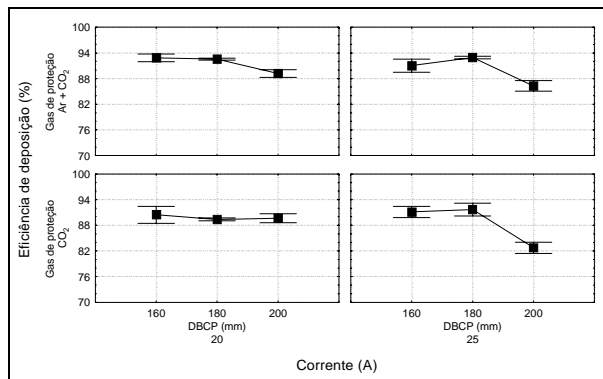


Figura 5 - Efeito dos fatores sobre ED.

Constata-se também que a corrente média foi o fator mais influente, conforme indicam as Figuras (3) a (5). O uso de níveis mais elevados de corrente provoca um aumento relevante na TF, o que era esperado, pois este índice é muito dependente do aquecimento por efeito Joule no eletrodo e da potência gerada na sua conexão com o arco. O efeito da corrente sobre a ED, está indicado na Figura (5). Observa-se que há uma redução deste índice para a corrente de 200 A. Este fato pode estar associado a um aumento da salpicagem neste nível de corrente, causado por maiores frequências e tempos de curtos-circuitos.

O aumento da DBCP intensifica o aquecimento por efeito Joule, aumentando as taxas de fusão e de deposição do arame. O seu efeito sobre ED depende da intensidade de corrente. Em correntes mais elevadas (em torno de 200A) ocorre uma queda de ED com o aumento da DBCP (Figura 5)

Não foram observados efeitos significativos do tipo de gás de proteção sobre as características econômicas (Tabela 1, $\alpha > 5\%$).

3.1.3. Estudo das Características Geométricas

Na Tabela (1) observam-se os resultados da análise de variância para o estudo das características geométricas da solda. Pela análise dessa Tabela verifica-se que todos os fatores tiveram influência na geometria da solda, salientando-se a influência marcante do tipo de gás de proteção sobre os parâmetros em questão.

O resultado esperado para um aumento de corrente média, onde os demais parâmetros mantêm-se constantes, é um aumento da largura do cordão de solda. O mesmo não ocorreu porque a área

adicionada foi mantida constante (Figura 6). Fixando-se este parâmetro, impõe-se uma relação constante entre as velocidades de alimentação e de soldagem, ou seja, aumentando-se a corrente média, para uma área adicionada constante, aumenta-se tanto a velocidade de soldagem quanto a de alimentação do arame. No caso dos experimentos analisados, pode-se afirmar que o aumento da velocidade de soldagem foi mais crítico que o aumento da velocidade de alimentação, para os dois tipos de gás, provocando uma queda na largura do cordão de solda com o aumento da corrente média (Figura 6).

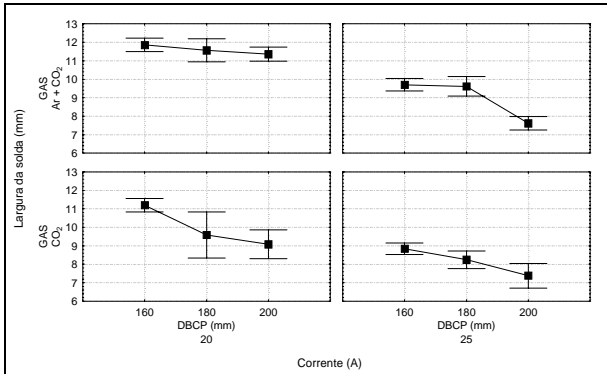


Figura 6 – Efeito dos fatores sobre a largura.

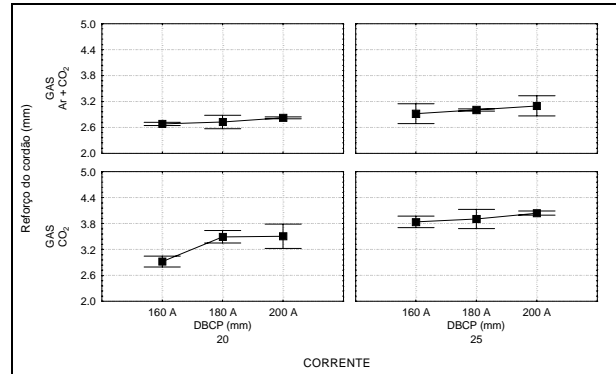


Figura 7 – Efeito dos fatores sobre o reforço.

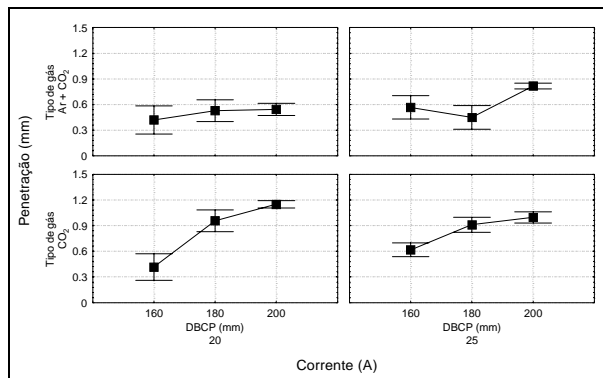


Figura 8 – Efeito dos fatores sobre a penetração.

A mudança do tipo de gás influi na geometria do arco voltaico (Miranda, 1998), gerando mudanças na forma do cordão. O arco gerado com CO₂ puro tende a ser mais constricto, promovendo influência marcante na geometria, diminuindo a largura do cordão e o seu reforço (Figuras 7 e 8). O solda com Ar + CO₂, por sua vez, tende a apresentar uma maior largura e um menor reforço, pois o arco gerado por esse tipo de gás incide numa área maior do metal de base. Verifica-se que as penetrações utilizando o CO₂ na proteção foram maiores que aquelas utilizando a mistura gasosa Ar + CO₂ (Miranda, 1998). A maior constrição do arco, para o CO₂, provoca uma maior pressão do arco sobre a poça de fusão, o que causará uma maior penetração, como pode ser visto na Figura (8). Ainda, nesta Figura, este efeito é muito dependente do valor da corrente. Este fato está associado ao efeito da corrente sobre a força do arco, que é um fator determinante da penetração. Para maiores valores da corrente, observa-se, na Figura (8), um aumento da penetração que é mais marcante para a soldagem com CO₂ puro.

3.2. Segunda Etapa (Soldagem com Corrente Pulsada)

A Tabela (3) apresenta o resultado da ANOVA para todos os fatores e variáveis estudados no processo com corrente pulsada. A discussão e a apresentação das curvas com as principais influências são feitas a seguir.

Tabela 3 – Resultados da ANOVA para o processo com corrente pulsada. Fator α (%).

Fator	Características							
	Estabilidade		Econômicas			Geométricas		
	F_{cc}	t_{cc}	TF	TD	ED	b	R	P
1 – Gás	0,00	38,20	19,42	43,08	0,05	0,42	0,05	10,99
2 – DBCP	13,54	0,25	1,42	1,70	93,18	3,23	0,00	0,00
3 – I_{ef}	61,21	32,34	0,00	0,00	50,27	38,12	96,40	14,74
Interação – 1 x 2	0,05	54,45	61,70	70,29	63,55	35,62	44,35	99,20
Interação – 1 x 3	58,84	99,03	83,03	75,82	41,43	57,63	66,58	52,43
Interação – 2 x 3	45,82	31,45	8,93	15,25	59,76	30,30	60,31	16,80
Interação – 1 x 2 x 3	38,57	26,93	99,88	87,66	83,38	17,31	73,38	46,50

3.2.1. Estudo da Estabilidade do Arco

A Tabela (3) mostra que o tipo de gás de proteção influi significativamente sobre F_{cc} . Tal influência é descrita na Figura (9).

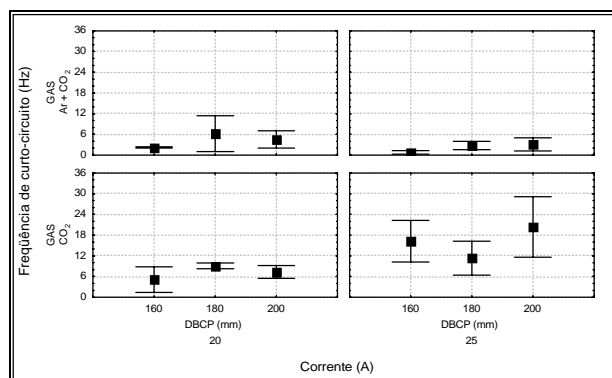


Figura 9 – Efeito dos fatores sobre F_{cc}

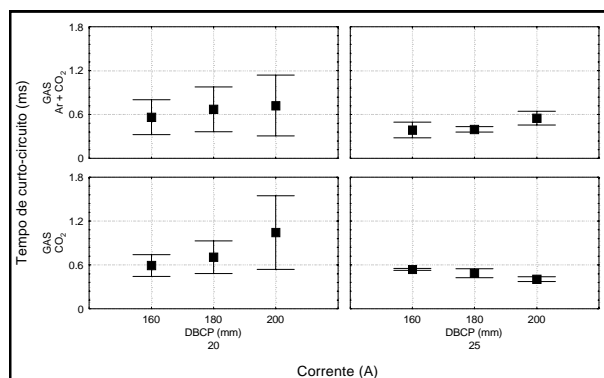


Figura 10 – Efeito dos fatores sobre t_{cc}

Observa-se uma maior frequência de curtos-circuitos com a utilização de CO_2 puro e DBCP de 25 mm. O índice F_{cc} não foi afetado globalmente pela DBCP, como mostra a Tabela (3), mas de uma maneira mais específica, observa-se que este fator influenciou significativamente o modo como o gás de proteção atua sobre F_{cc} , como mostra a Figura (9). Com a utilização de CO_2 puro, a mudança de 20 para 25 mm no valor da DBCP, é bem mais crítica que na análise da utilização da mistura de Ar + CO_2 , o que permite afirmar que o processo utilizando uma mistura de Ar + CO_2 é mais robusto, ou seja, menos sensível à variação da DBCP que o processo com CO_2 puro nas condições adotadas. A imposição de corrente atua de forma mais eficiente do ponto de vista da estabilidade, com a utilização da mistura Ar + CO_2 , uma vez que a mudança da DBCP de 20 para 25 mm nos experimentos que utilizam a mistura Ar + CO_2 provocou uma mudança pouco significativa no índice F_{cc} (Figura 9) em contraste ao comportamento das soldagens com a utilização do CO_2 puro, onde se verifica uma variação muito significativa no fator F_{cc} e também uma maior dispersão nos valores para DBCP de 25 mm, demonstrando maior instabilidade, uma vez que nesse tipo de processo os curtos-circuitos não são desejados.

O argumento acima é complementado pela Figura (10), onde se observa que muito embora o processo que utiliza CO_2 puro tenha uma tendência técnica para a transferência por curto-circuito, o controle da corrente atuou de forma eficiente para evitar que a transferência ocorresse fora dos padrões de pulsação, uma vez que os tempos de curto-circuito não excederam o valor estimado por Farias (1993) de 2 ms.

3.2.2. Estudo das Características Econômicas

Observa-se na Tabela (3) que a corrente de soldagem e a DBCP, de maneira global afetaram

significativamente TF e TD, com era esperado (Figuras 11, 12 e 13), não tendo afetado sobremaneira ED. O aumento de TF com a corrente é mais pronunciado ao nível de DBCP de 25mm. Isso decorre da maior contribuição do efeito Joule nessa condição.

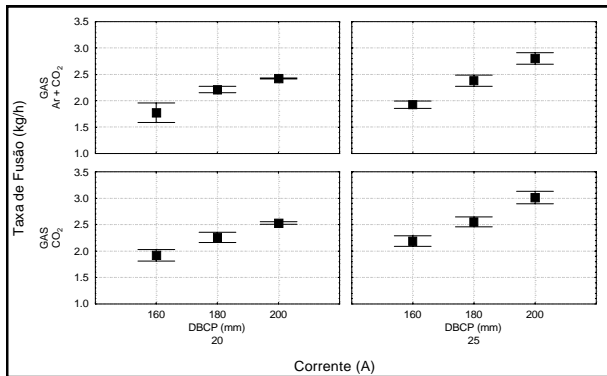


Figura 11 – Efeito dos fatores sobre TF

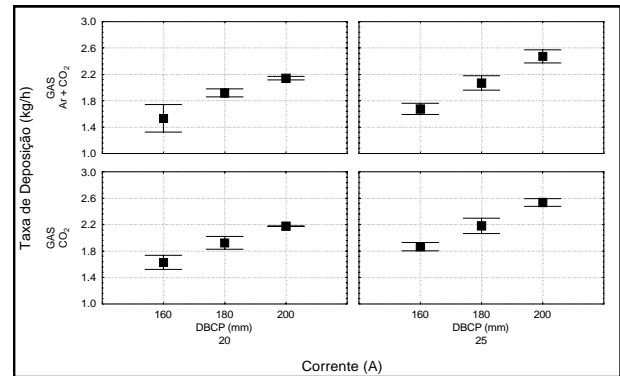


Figura 12 – Efeito dos fatores sobre TD

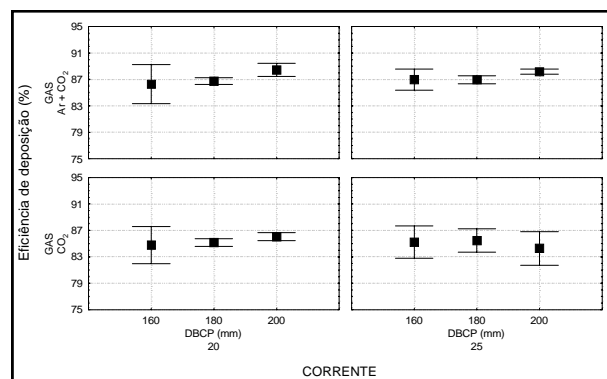


Figura 13 – Efeito dos fatores sobre ED

A Tabela (3) mostra que ED é afetada significativamente pela mudança de Ar + CO₂ para CO₂ puro. Observa-se, pela Figura (13) um decréscimo em ED com a utilização de CO₂ puro. Este resultado é devido o aumento no teor de respingos gerado pela maior incidência de curtos-circuitos com a utilização desse gás.

3.2.3. Estudo das Características Geométricas

A penetração da solda foi afetada apenas pela DBCP. Uma vez que a velocidade de soldagem foi ajustada para manter a área adicionada constante, não foi possível determinar os efeitos da corrente eficaz sobre a geometria da solda. A utilização de uma mistura de gases no lugar do CO₂ puro afetou significativamente o reforço do cordão e a largura do cordão de solda. Observa-se que as soldagens com Ar + CO₂ possuem um menor reforço e uma maior largura, ao contrário da soldagem com CO₂ puro, que possui maior reforço e menor largura (Figuras 14 e 15), demonstrando que as soldagens com a mistura Ar + CO₂ possuem um aspecto mais tênue, com uma melhor conformação do cordão de solda, reduzindo a formação de pontos de concentração de tensão e melhorando o aspecto do cordão de solda. O mesmo comentário é aplicado à variação da DBCP de 20 para 25 mm (Figuras 14 e 15), onde se observa um comportamento mais tênue para a DBCP de 20 mm. Pode-se afirmar, quanto à geometria, que a soldagem com a mistura gasosa e DBCP de 20 mm produz cordões com melhor conformação que os executados com CO₂ puro e DBCP de 25 mm.

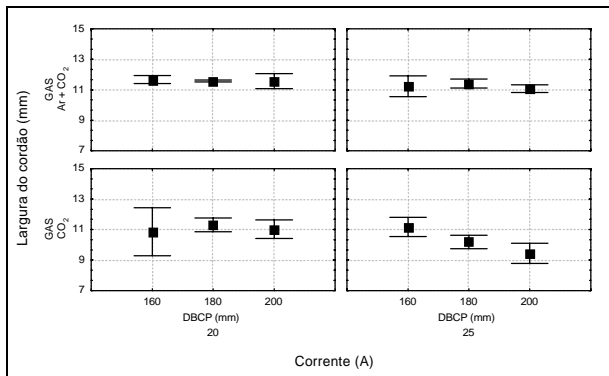


Figura 14 – Efeito dos fatores sobre a largura

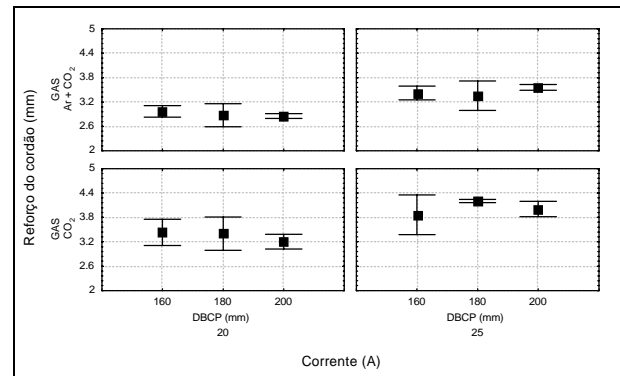


Figura 15 – Efeito dos fatores sobre o reforço

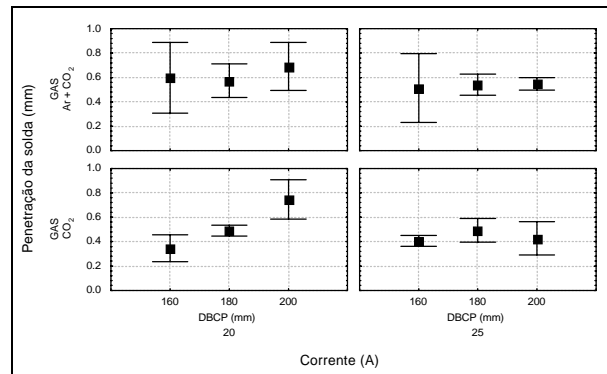


Figura 16 – Efeito dos fatores sobre a penetração

4. CONCLUSÕES

A mudança de CO₂ puro para uma mistura de CO₂ + Ar:

- modifica sensivelmente o modo de transferência metálica na soldagem a arame tubular;
- melhora a Eficiência de Deposição na soldagem em corrente pulsada, mas não exerce efeito sobre as características econômicas no modo tensão constante.
- afeta sensivelmente as características geométricas do cordão de solda.

O aumento da DBCP de 20 mm para 25 mm:

- afeta significativamente o modo de transferência metálica;
- afeta a Taxa de Fusão e a Taxa de Deposição, mas não exerce efeito significativo sobre a Eficiência de Deposição;
- afeta a largura, o reforço e a penetração do cordão de solda, mas não exerce efeito significativo sobre a penetração no modo tensão constante.

O efeito da Intensidade de corrente sobre a operacionalidade do arame tubular E71T-1 depende sensivelmente do tipo de corrente (convencional ou pulsada).

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ANP, ao CNPq pelo suporte financeiro, à Air Liquide pelo fornecimento do arame, e a Estela Surian por sua valiosa contribuição para a realização deste trabalho.

6. BIBLIOGRAFIA

- BONISZEWSKY, T. “Self-shielded arc welding”. Woodhead Publishing Ltd. In Association with the Welding Institute, Cambridge England, 1992
- BRAGA, E. M.: “Soldagem a arame tubular autoprottegido em corrente pulsada”. Dissertação, Universidade Federal do Pará, Belém, dezembro, 1997.

- FARIAS, J. P. “Desempenho da Fonte de Energia na soldagem ao arco elétrico com eletrodos revestidos”. Fortaleza, 1998. Tese (Porf. Titular) Universidade Federal do Ceará.
- FARIAS, J. P. “Magnésio metálico como componente do revestimento na soldagem com eletrodos ao C-Mn-Ni.” Florianópolis, 1993. Tese (Doutorado engenharia mecânica) Universidade Federal de Santa Catarina.
- LUZ, T. S. “Influência do gás de Proteção sobre as características operacionais de soldagem com arame tubular.” Monografia de Bacharelado em Eng. Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, UFC, 2000.
- MIRANDA, H. C.: “Influência da indutância na soldagem MIG/MAG”. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 1998.
- MOTA, C. A. M.: “Níquel e manganês como controladores da tenacidade na soldagem com arames tubulares autoprotetidos”. Tese de Doutorado, UFSC, Dezembro, 1997.
- OTEGUI, J: L. e De VEDIA, L. A. “Soldadura com arambres tubulares sin protección gaseosa”. Boletín Técnico Conarco, n. 81, p. 2-14/27-29, Jan., 1985.
- STENBACKA, N. “The influence of shilding gas on cored wires”. Welding Journal, Nov. 1990.
- SURIAN, E. S., RISSONE, N. M. R.: “Efeito del gas de protección y del procedimiento de soldadura sobre las características del metal depositado por alambre tubular tipo AISI/AWS A5.20-95 E71T1”, CAS, Argentina, 1999.
- TREVISAN, R. E., FALS, H. C.: “Características do trincamento assistido pelo hidrogênio de um aço microligado soldado pelo processo FCAW”. Soldagem e Inspeção, ano 5, nº 7, 1999.
- WARD, R. F. “A study of gas-flux-metal reactions in flux-cored arc welding”. A thesis of doctor of philosophy. Department of Metallurgy and Materials the University Birmingham, 1985.
- WELDING HANDBOOK, Chapter 5, vol. 2, eighth edition, 1991.

EFFECT OF GAS VARIATION AND CURRENT TYPE ON THE PERFORMANCE OF AWS E71T-1 FLUX CORED ARC WELD

Jesualdo Pereira Farias

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. Amarílio Cartaxo, 700 – Dunas, CEP: 60181550, Fortaleza, CE. jpf@truenet-ce.com.br

Juscelino Chaves Sales

Centro Federal de Ensino Tecnológico; R. Socorro Azevedo, 150 Bl – 01 ap 203, Luciano Cavalcante, CEP - 60810400, Fortaleza, CE. sales@dem.ufc.br

Temístocles de Souza Luz

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. Confúcio Pamplona, 339 - Benfica. CEP: 60015400. Fortaleza, CE tsl@dem.ufc.br

Carlos Eduardo Aguiar Lima Rodrigues

Universidade Federal do Ceará – ENGESOLDA; R. 54, 80 – José Walter. CEP 60750-680. Fortaleza – CE. eduardo@dem.ufc.br

Recent works show that metallurgical characteristics of the flux-cored wire AWS E71T-1 are improved using a shielding gas CO₂ + Ar mixture instead of CO₂. The type of gas may affect the welding process characteristics. Due to this, automatic welding was performed in flat position, using flux-cored wire AWS E71T-1 with Ø 1,2 mm. Carbon-steel plates with 6-mm thickness were used. The relation between the wire feed speed and travel speed was kept constant. The influence of shielding gas, the stickout, the welding current, and current type were analyzed on the behavior of arc welding, on the weld geometry and on the economical characteristics of cored wire (fusion rate, deposition rate, and deposition efficiency). The results showed that the type shielding gas and current type affects the metallic transfer and the weld geometry, with a small influence under the economic characteristics of the wire.

Key words: shielding gas, cored wire.