

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DE PARÂMETROS DO PROCESSO FCAW-G NA TAXA DE DEPOSIÇÃO E NA MORFOLOGIA DA SOLDA DO AÇO ASTM A-36

Emanuel Rezende Rodrigues, emanuelrez@yahoo.com.br¹
Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho, schiefler@utfpr.edu.br²
Ossimar Maranhão, maranhão@utfpr.edu.br²

¹Universidade do Estado do Amazonas, Av. Martins, 140 - Centro, Manaus-AM, CEP 69020-310

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165- Rebouças, Curitiba-PR, CEP 80230-901

Resumo: O objetivo deste trabalho é analisar a influência de parâmetros do processo de soldagem a arco com arame tubular e gás de proteção (Gas Shielded Flux Cored Arc Welding - FCAW-G) nas características da solda do aço ASTM A-36. Velocidade de alimentação do arame (Valim), tensão do arco (V) e distância bico de contato peça (DBCP) foram alteradas para quantificar suas influências sobre a largura, a penetração, o reforço do cordão de solda e na taxa de deposição do material de adição. As medições geométricas dos cordões de solda foram realizadas em macrografias obtidas da seção transversal da solda. A taxa de deposição em kg/h foi determinada por meio da pesagem dos corpos-de-provas antes e depois da deposição da solda. Os resultados indicam que a velocidade de alimentação, seguida da tensão e da DBCP, foi o parâmetro mais influente na morfologia do cordão e na taxa de deposição.

Palavras-chave: Velocidade de alimentação, tensão, FCAW, soldagem, DBCP

1. INTRODUÇÃO

De acordo com as exigências normativas de qualidade para uma junta soldada, uma descontinuidade dimensional (por exemplo, um perfil incorreto da solda) ou uma descontinuidade estrutural (como falta de fusão, falta de penetração ou mordedura) podem ser consideradas prejudiciais para utilização da solda, Marques et al (2007), exigindo ações preventivas e, no que forem cabível, corretivas, sendo que estas últimas demandam alto custo. Dessa forma, a presença de descontinuidades deve ser evitada.

Essas descontinuidades estão relacionadas, dentre outras causas, à utilização de parâmetros de soldagem inadequados, Marques et al (2007). Em razão disso a variação de parâmetros do processo de soldagem a arco com arame tubular e gás de proteção (FCAW-G), sem um estudo científico dos reflexos dessa variação na morfologia e na taxa de deposição, traz riscos de não-conformidades ao cordão de solda.

Esse trabalho objetiva analisar a influência de variáveis do processo FCAW-G nas características da solda do Aço ASTM A-36 e, de forma secundária, quantificar o comportamento da morfologia e da taxa de deposição, em relação à variação da velocidade de alimentação do arame (Valim), da tensão de soldagem e da distância bico de contato-peça (DBCP), contribuindo assim para a melhoria na seleção de valores dessas variáveis e para o aumento da produtividade na soldagem FCAW-G do Aço ASTM A-36.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Influência dos parâmetros de soldagem na morfologia do cordão

Muitas variáveis interferem nas características do cordão de solda como a tensão, a velocidade de soldagem, a velocidade de alimentação do arame (Valim), a distância bico de contato-peça (DBCP), a inclinação da tocha, assim como o tipo de gás utilizado na proteção da poça de fusão. Os parâmetros de maior influência são: a tensão do arco, Valim e a DBCP, Rodrigues (2005). Sendo a Valim o parâmetro de maior significância em razão de que, quando esta é aumentada para compensar a queda de corrente, resultando num significativo aumento na taxa de deposição do metal de adição. Por outro lado, a velocidade de soldagem é o parâmetro de menor influência no resultado final da soldagem, mesmo que este influencie diretamente na energia de soldagem e na penetração.

2.1.1 Tensão

A tensão de soldagem ou tensão do arco é uma variável significativa quanto à geometria do cordão, pois afeta tanto o modo de transferência metálica como o comprimento do arco. A largura do cordão de solda é uma função da potência do arco (V.I). Para uma corrente de soldagem constante, aumentando-se a tensão há um aumento da largura do cordão, Wainer et al (1992). Tensões muito elevadas também aumentam a tendência à formação de respingos e mordeduras, Marques et al (2007).

A tensão do arco está associada diretamente ao comprimento do arco e à penetração e o formato do cordão de solda, tensão elevada implica em maior largura do cordão e formação de respingos. Uma tensão baixa acarreta em pequeno comprimento do arco, Wainer et al (1992), e maior estabilidade do arco, Marques (2007). Quando a tensão diminui, a penetração é maior e quando a tensão aumenta o comprimento do arco também aumenta, bem como a probabilidade de ocorrência de porosidade e de mordeduras, Rodrigues (2005).

Dependendo do valor da tensão, segundo Wainer et al (1992) podem ocorrer defeitos de soldagem, se for muito baixo causa o aparecimento de porosidade e sobreposição, e se muito elevado resulta em porosidade, excesso de respingos e mordedura. Daí a importância de se escolher uma faixa de tensão e corrente. A tensão deve ser escolhida de acordo com a corrente de soldagem e o gás de proteção, Marques et al (2007), e com o diâmetro de arame tubular, produzindo uma determinada taxa de deposição.

2.1.2 Velocidade de alimentação do arame (Valim)

Para Wainer et al (1992), tanto a Valim como o comprimento do eletrodo influenciam a tensão e a corrente de soldagem. A Valim tem uma relação direta com a corrente de soldagem e, por conseguinte, essa última influência na taxa de deposição do metal de adição.

Na Figura (1) é mostrada a relação direta da velocidade de alimentação do arame com a corrente, que é fornecida pela fonte para fundir o arame e alimentar à poça de fusão, juntamente com uma relação inversa ao comprimento do arco.

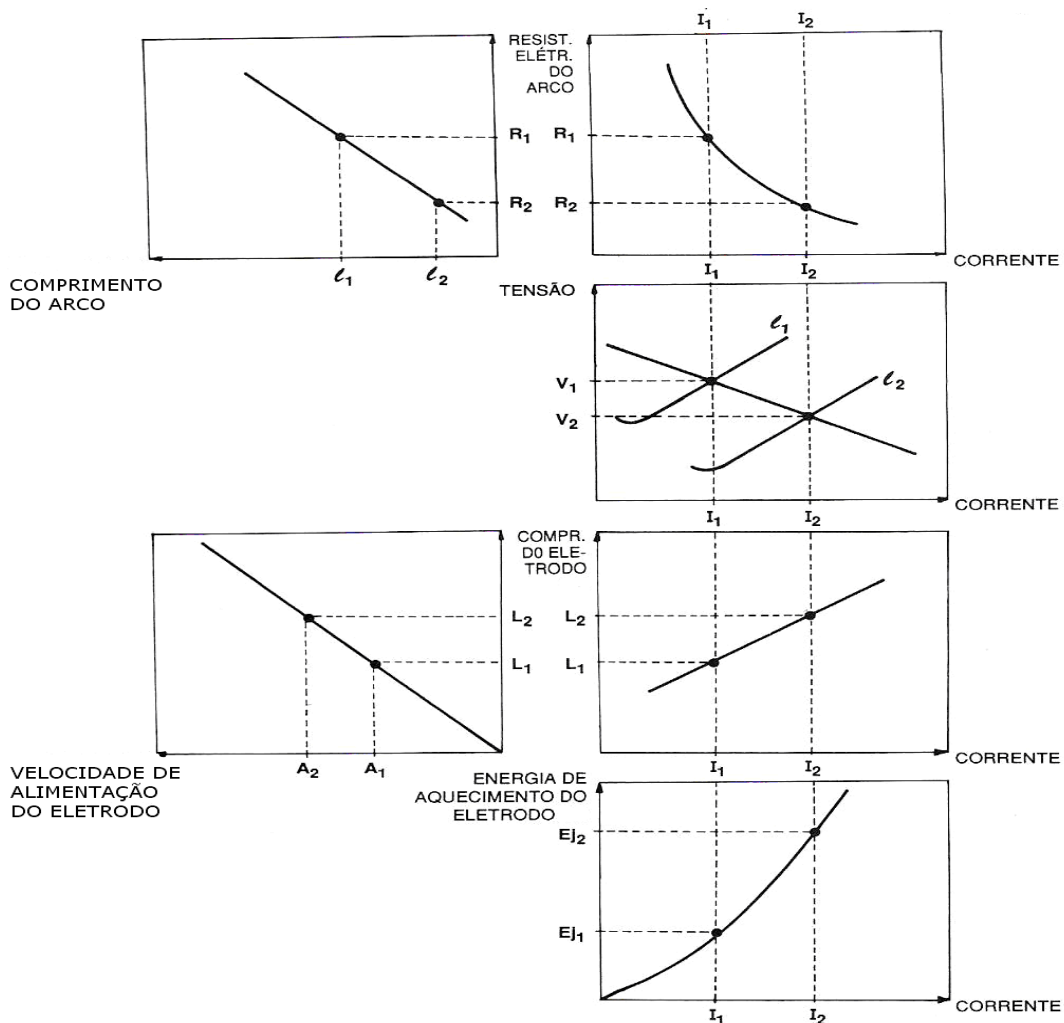


Figura 1. Influência da Valim e do comprimento do arco na tensão e corrente de soldagem. Wainer et al (1992).

2.1.3 Distância bico de contato-peça (DBCP)

A DBCP também é um parâmetro importante na energia de soldagem, Wainer et al (1992), e apresenta efeitos significativos na soldagem com arame tubular, Santos Neto (2005). Essa energia tem dois componentes, um decorrente do arco elétrico dado por $V \cdot I$, e outro que é a energia de aquecimento do arame por efeito Joule, dado por $(R \cdot I^2)$. Na Figura (2) são mostrados no gráfico "a" os valores adequados de tensão, corrente para uma distância bico de contato-peça (DBCP) igual a l_1 , que resulta numa potência disponível para fundir o eletrodo igual a $(V_s I_s + R_1 I_s^2)$. Aumentando-se a distância para l_2 no gráfico "b", aumenta-se a tensão, então, a energia passará para $V' I' + (R_2 \cdot I'^2)$, ou seja, a corrente diminui, e por consequência também diminuem a energia e a velocidade de fusão do eletrodo.

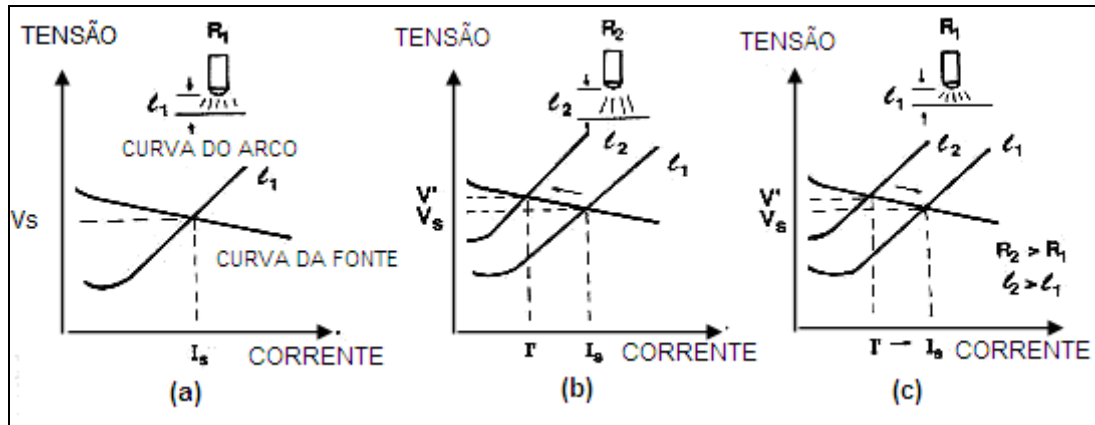


Figura 2. Influência da distância DBCP na tensão e na corrente de soldagem. Wainer et al., (1992).

Segundo a norma ANSI/AWS 5.20, a DBCP pode afetar a quantidade de hidrogênio difusível. Uma maior DBCP implica no aumento da resistência elétrica desse arame, e consequentemente da temperatura por efeito Joule, com um maior aquecimento do arame tubular, removendo parte do hidrogênio contido no arame tubular antes que ele atinja o arco elétrico, Santos Neto (2005).

Segundo Rodrigues (2005), altos valores da velocidade de alimentação do arame geram altas intensidades de correntes, o que pode acarretar em mordeduras. Baixos valores da velocidade de alimentação do arame podem gerar uma solda com falta de penetração, falta de fusão e formato irregular do cordão, alterando com isso a morfologia do cordão de solda.

A tensão, a Valim e a DBCP influenciam na penetração, sendo o primeiro parâmetro o mais influente e a DBCP age de forma inversa, Rodrigues (2005). Fig. (3).

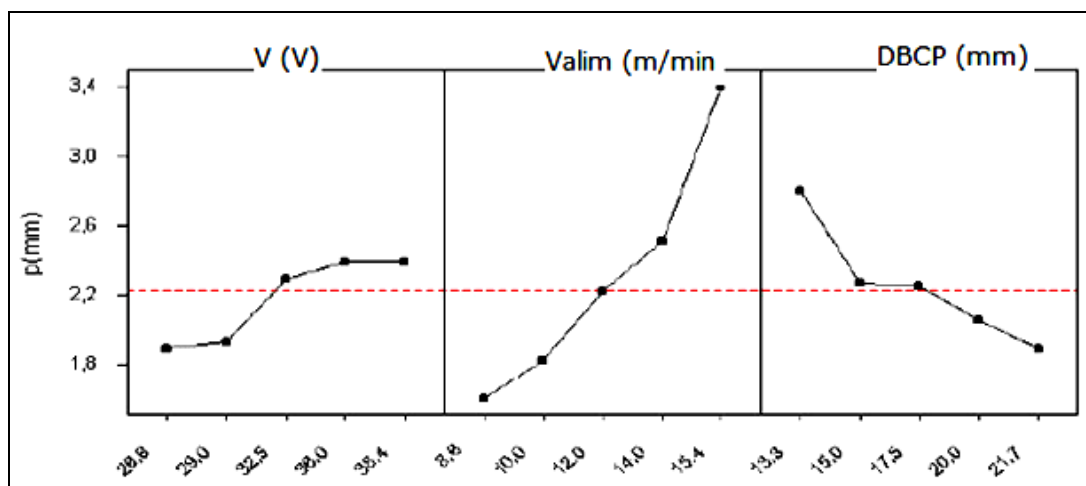


Figura 3. Influência dos parâmetros principais na penetração. Rodrigues (2005).

Objetivando maximizar a penetração, notadamente na soldagem de médias e grandes espessuras, como é o caso desse trabalho que utilizou chapas de 9,5mm de espessura, a melhor combinação desses parâmetros é a utilização de valores de tensão e DBCP médios, e máximos para a Valim, Rodrigues (2005).

2.2. Influência dos parâmetros de soldagem na taxa de deposição

A velocidade de alimentação do arame tubular (V_{alim}), a tensão (V) e a distância bico de contato-peça (DBCP), influenciam na taxa de deposição do FCAW, sendo a primeira com maior intensidade. Quando se tem um aumento da V_{alim} , a taxa de deposição (TD) cresce significativamente. O aumento da tensão não causa variação significativa na taxa de deposição, Rodrigues (2005), Fig. (4).

Para se maximizar a taxa de deposição, deve-se combinar valores médios de V_{alim} e tensão, associados a valores mínimos de DBCP.

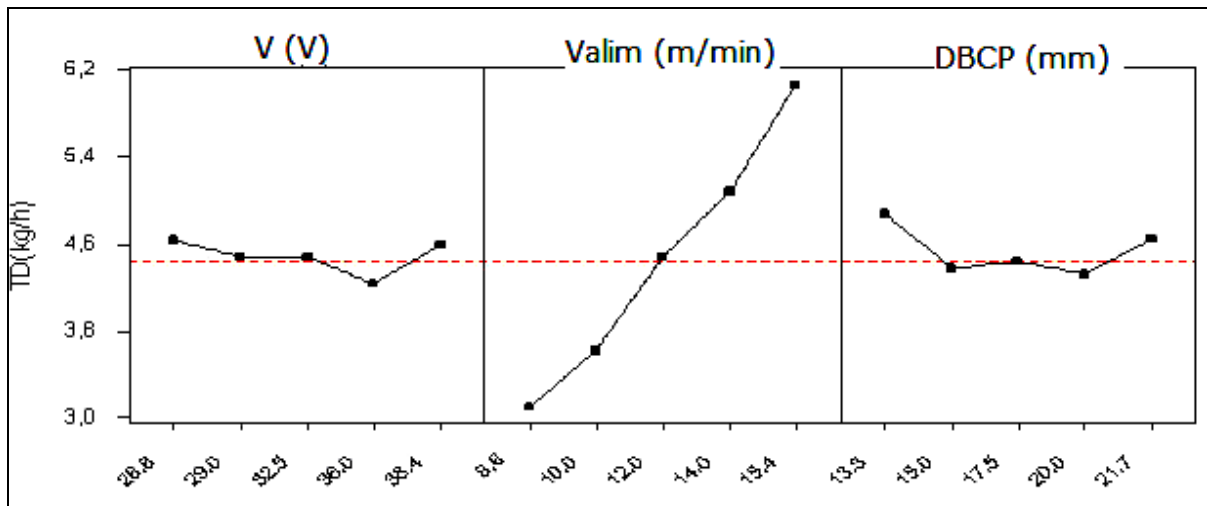


Figura 4 Efeitos da tensão, V_{alim} e DBCP na taxa de deposição, RODRIGUES, (2005).

3. MATERIAIS E METODOS

3.1 Materiais e equipamento

3.1.1 Metal de base

O metal de base é o aço estrutural naval de baixa liga e baixo carbono ASTM A-36, com as seguintes propriedades mecânicas: Limite de Escoamento 250 MPa (para espessura de 5 a 16 mm), resistência à tração de 400 a 500 MPa e alongamento de 20% (em 200 mm). A resistência ao impacto do aço ASTM A-36 no ensaio Charpy é de 34 J (médio) para as temperaturas do corpo-de-prova de 0, -20 e -40°C, fonte: Usiminas.

3.1.2 Arame tubular

Foi utilizado o arame tubular OK Tubrod 71 Ultra da Esab, normatizado pela AWS A 5.29, com a classificação E71 T-1.

3.1.3 Equipamentos utilizados na soldagem

A soldagem foi realizada no Laboratório de Soldagem e Aspersão Térmica da UTFPR, utilizando os seguintes equipamentos:

Uma fonte de energia para soldagem multiprocessado marca IMC MODELO INVERSAL 450 e seus acessórios. Um cabeçote alimentador de arame. Um sistema de deslocamento automatizado da tocha de soldagem TARTÍPOLE V1 com controle remoto, que permitiu controlar pelo painel, a velocidade de soldagem garantindo a repetibilidade do valor desse parâmetro durante os experimentos. Um mecanismo de ajuste vertical, acoplado ao sistema de deslocamento da tocha, que permitiu a regulação manual da DBCP.

3.2 Metodologia

3.2.1 Preparação dos conjuntos soldados

Foram utilizadas chapas de 130 x 250 x 9,5 mm, com chanfros em “V” usinados em ângulo de bisel de 30°, e face da raiz com 2 mm, resultando num ângulo de chanfro de 60°. Em seguida as laterais chanfradas foram dispostas paralelamente à direção de laminação, e ponteadas com a abertura da raiz de 2 mm.

3.2.2 Parâmetros de soldagem

Os parâmetros de soldagem variáveis foram a tensão do arco, a velocidade de alimentação do arame (Valim) e a distância bicos de contato-peça (DCBP), com valores selecionados com base em Rodrigues (2005), sendo que os da corrente foram obtidos durante a soldagem, Tab. (1).

Tabela 1. Valores dos parâmetros de soldagem utilizados e de corrente obtidos.

Experimento	Tensão (V)	Valim (m/min)	DCBP (mm)	Corrente (A)
Pc	30	11,25	18	240
1	26	10	16	225
2	34	10	16	230
3	26	12,5	16	260
4	34	12,5	16	270
5	26	10	20	218
6	34	10	20	220
7	26	12,5	20	245
8	34	12,5	20	250

O Experimento Pc representa o ponto central entre os níveis baixo e alto do fator, cujos valores foram calculados pelas médias da tensão entre 26 e 34 V, da velocidade de alimentação entre 10 e 12,5 m/min e da DCBP entre 16 e 20 mm. Foi mantida fixa em todos os experimentos, a velocidade de soldagem em 30 cm/min, a inclinação da tocha com ângulo de 70° na posição “puxando”, o diâmetro do arame tubular de Ø 1,2mm e o recuo do bico de contato parametrizado em 6 mm.

3.2.3 Procedimentos de soldagem

O gás utilizado foi o CO₂ puro regulado para uma vazão constante de 15 litros/min. A execução da solda dos conjuntos soldados pelo processo FCAW-G. Os cordões de solda foram na posição plana de topo realizados em dois passes na face chanfrada, sendo o primeiro passe de raiz e o segundo de acabamento. Antes da soldagem do segundo passe, foi feito esmerilamento sobre o passe raiz, e após esse, o esmerilamento no verso das chapas pela raiz da solda e realizado o passe reverso, obtendo-se conjuntos soldados de 260 x 250 mm. Fig. (5).

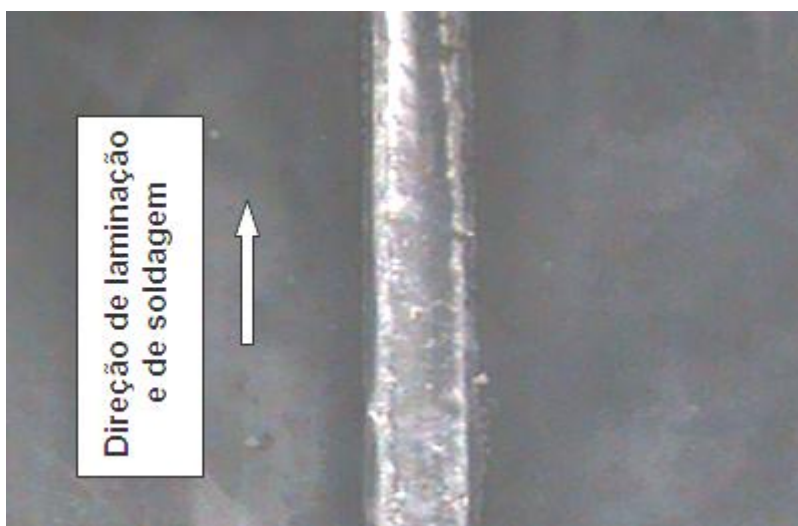


Figura 5. Fotografia das chapas soldadas mostrando a orientação da direção de laminação e do cordão de solda.

3.2.4 Taxa de deposição

Objetivando expressar a taxa de deposição de cada experimento em kg/h, as massas de cada conjunto soldado, foram medidas numa balança eletrônica de precisão marca MART, com capacidade máxima de 20 kg.

A taxa de deposição do metal de adição foi expressa em unidade de massa por unidade de tempo, e calculada pela Eq. (1). Na qual m_{final} representa a massa do conjunto soldado medida depois da soldagem do segundo passe, e antes da soldagem do passe reverso, e m_{inicial} é a massa do conjunto (somente ponteadado) medida antes da realização do primeiro passe de solda.

$$TD = \left(\frac{m_{\text{final}} - m_{\text{inicial}}}{t_s} \right) \text{ em (kg/h)} \quad (1)$$

O tempo de soldagem de cada passe foi calculado segundo a Eq. (2) em função do espaço percorrido pelo arame tubular durante a soldagem, dividido pela velocidade de soldagem " V_s " (cm/min). O espaço foi tomado como sendo o comprimento da chapa igual a $25(\pm 0,2)$ cm, medido na direção de laminação das chapas.

$$t_s = \left(\frac{25}{60 \cdot V_s} \right) \text{ em (h)} \quad (2)$$

3.2.5 Cortes e Retiradas das amostras para corpos-de-prova

A Norma ANSI/AWS D1. 1- 2008 recomenda desprezar o início e o final do cordão de solda, visando obter amostras de uma região do cordão de solda na qual tenha ocorrido a homogeneização da temperatura da junta durante a soldagem, para tanto foi refutada a largura de 30 mm das extremidades de cada conjunto soldado.

3.2.6 Caracterização da morfologia do cordão de solda

A preparação metalográfica iniciou-se com o recorte transversal do cordão de solda em cortadora metalográfica marca AROTEC Modelo COR-40, utilizando disco de corte AA-4 Liso, $\varnothing 230 \times 1,5$ mm, sob refrigeração, sendo então feito o embutimento em baquelite, em seguida o lixamento com granulometrias na sequência de 220, 240, 400, 600, 800 e 1200. Após o lixamento deu-se o polimento utilizando pastas abrasivas de alumina com granulometrias e sequência de $1\mu\text{m}$, $0,3\mu\text{m}$, e $0,05\mu\text{m}$.

O ataque químico foi realizado por imersão com reagente Nital 10% durante 60 segundos. As amostras, assim preparadas, foram então analisadas utilizando o microscópio marca OLIMPUS.

Foram realizadas medições da largura, do reforço e da penetração do cordão de solda. Devido à natureza das irregularidades em cordões de solda, cada medida foi efetuada três vezes, sendo a sua média considerada como dimensão válida.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Morfologia do cordão de solda

Objetivando a caracterização da morfologia foram realizadas várias deposições sobre chapas-teste sem chanfro, para verificar a influência da velocidade de alimentação do arame, da corrente de soldagem, da tensão do arco e da DBCP sobre a morfologia (largura, penetração e reforço) do cordão de solda.

Nessa fase, observou-se claramente a facilidade com que a transferência metálica foi efetuada e a formação da escória foi mínima, necessitando apenas de uma rápida limpeza com uma escova de aço, para prepara o conjunto ao passe seguinte.

4.1.1 Efeito da tensão

A Figura (6) mostra da esquerda para a direita as macrografias obtidas para as tensões do arco de 26 V e 34 V, durante a soldagem FCAW-G, utilizando uma DBCP de 16 mm e velocidade de alimentação de 10 m/min. Verificou-se a redução da penetração e do reforço e o aumento da largura do cordão de solda em decorrência desse aumento da tensão.

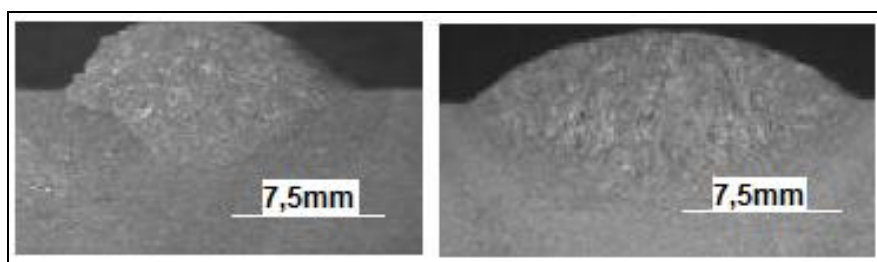


Figura 6. Alterações na morfologia da solda com o aumento de 26 V para 34 V.

A Tabela (2) a seguir, quantifica o comportamento da largura, do reforço do cordão e da penetração da solda em função do aumento dos níveis de tensão de 26 V para 34 V.

Tabela 2. Resultados da determinação da morfologia em relação à tensão.

Morfologia			Tensão (V)	
			26	34
Largura	Unidade	(mm)	12,29	15,17
	Comportamento	Aumento (%)	-	23,43
Reforço	Unidade	(mm)	2,62	2,41
	Comportamento	Redução (%)	-	8,01
Penetração	Unidade	(mm)	7,61	6,96
	Comportamento	Redução (%)	-	8,54

Para a largura, verificou-se que na mudança da tensão de 26 V para 34 V ocorreu aumento de 23,43%, confirmando o comportamento anunciado na literatura, Wainer et al. (1992).

O comportamento do reforço do cordão para o mesmo nível de mudança da tensão apresentou uma redução de 8,01%, Tab. (2), alinhando-se, por analogia, com a afirmativa de Rodrigues (2005), que ao estudar o índice de convexidade (relação do reforço pela largura do cordão), concluiu que, aumentando-se a tensão, tem-se uma diminuição desse índice.

Com relação do efeito da tensão sobre a penetração, é mostrado na Tab. (2), que a penetração apresentou o valor máximo de 7,61 mm para a tensão de 26 V, e redução de 8,54% para a tensão de 34 V. Tal comportamento está de acordo com Wainer et al. (1992).

4.1.2 Efeito da velocidade de alimentação (Valim)

O comportamento da largura do cordão de solda em relação à mudança da velocidade de alimentação de 10 m/min para 12,5 m/min, ocorreu um aumento na largura de 14,26%, Tab. (3).

Tabela 3 – Resultados da determinação da morfologia em relação a Valim.

Morfologia			Velocidade de alimentação (m/min)	
			10	12,5
Largura	Unidade	(mm)	12,53	14,26
	Comportamento	Aumento (%)	-	13,80
Reforço	Unidade	(mm)	2,44	2,65
	Comportamento	Aumento (%)	-	8,60
Penetração	Unidade	(mm)	6,71	7,41
	Comportamento	Aumento (%)	-	10,43

Como é mostrado na Tab. (3), os valores absolutos da largura em relação à velocidade de alimentação não apresentaram alterações significativas frente às velocidades utilizadas.

O comportamento do reforço do cordão para o mesmo nível de mudança da velocidade de alimentação apresentou aumento de 8,60%, Tab. (3). Pode-se verificar com isso, que tal mudança não afetou significativamente os valores absolutos do reforço.

Quanto à penetração ocorreu um aumento de 10,43% com a mudança da velocidade de 10 m/min para 12,5 m/min. Tal comportamento se apresenta alinhado com literatura pesquisada, na qual afirma Rodrigues (2005), que a tensão, a DBCP e a velocidade de alimentação influenciam na penetração, sendo a Valim o parâmetro de maior significância no aumento da penetração.

Resumidamente o comportamento da morfologia do cordão não apresentou alterações significativas nos valores absolutos da largura, reforço e penetração, em relação às mudanças da velocidade de alimentação.

4.1.3 Efeito da distância bico de contato-peça (DBCP)

Verificou-se que na mudança da DBCP de 16 mm para 20 mm, ocorreu aumento na largura do cordão de solda de 12,09%.

Conforme é mostrado na Tab.(4) pode-se inferir que a DBCP não causou alterações significativas nos valores absolutos da largura em relação aos dois níveis de DBCP utilizados.

Tabela 4 - Resultados da determinação da morfologia em relação à DBCP.

Morfologia			Distância bico de contato-peça (mm)	
			16	20
Largura	Unidade	(mm)	13,73	12,07
	Comportamento	Redução	-	12,09%
Reforço	Unidade	(mm)	2,72	2,51
	Comportamento	Redução	-	7,72%
Penetração	Unidade	(mm)	7,72	7,04
	Comportamento	Redução	-	8,80%

Para o reforço do cordão de solda verificou-se na Tab. (4), que para a DBCP de 16 mm, atingiu o valor máximo igual a 2,72 mm, a partir desse nível houve uma redução de 7,72% para a de 20 mm. De acordo com tal comportamento pode-se inferir que, não houve alteração significativa do reforço com o aumento da DBCP.

Com relação à penetração, analisando a Tab. (4), verifica-se que atingiu o valor máximo igual a 7,72 mm, para a DBCP de 16 mm, a partir desse valor apresentou uma redução de 8,80% para 20 mm. Esse comportamento está de acordo com Rodrigues (2005), e os resultados mostram que a DBCP não acarretou alterações significativas nos valores absolutos da penetração em relação às distâncias utilizadas.

De forma geral o comportamento da morfologia do cordão não apresentou alterações significativas nos valores absolutos da largura, reforço e penetração, em relação às mudanças do nível da DBCP 16 mm para 20 mm.

4.2 Taxa de deposição

4.2.1 Efeito da energia de soldagem na taxa de deposição

Observar-se na Tab. (5) que a menor taxa (3,60 kg/h) resultou na energia de 91,10 J/cm, correspondendo ao experimento 5. Disso pode-se inferir que a tensão, não de forma isolada, mas quando associada à baixa velocidade de alimentação (a menor foi de 10 m/min), foi o parâmetro, para os experimentos 1, 3, 5 e 7 soldados com a tensão de 26 V, o de maior contribuição para a redução da energia de soldagem comparativamente à taxa de deposição.

Tabela 5 – Taxa de deposição e energia de soldagem.

Experimento	Tensão (V)	Velim (m/min)	DBCP (mm)	Corrente (A)	Taxa de deposição (kg/h)	Energia de soldagem (J/cm)
PC	30	11,5	18	240	4,14	115,20
1	26	10	16	228	3,69	94,85
2	34	10	16	240	4,14	130,56
3	26	12,5	16	260	4,10	108,16
4	34	12,5	16	268	4,32	145,79
5	26	10	20	219	3,60	91,10
6	34	10	20	235	4,06	127,84
7	26	12,5	20	250	3,63	104,00
8	34	12,5	20	248	4,14	134,91

4.2.2 Efeito da tensão na taxa de deposição

Em relação à tensão, a taxa de deposição o maior valor foi de 4,23 kg/h para 34 V, Tab (6), sem que ocorresse porosidade ou mordedura no cordão de solda.

4.2.3 Efeito da velocidade de alimentação na taxa de deposição

A taxa de deposição em relação à velocidade de alimentação apresentou o melhor resultado de 4,32 kg/h para 12,5 m/min, com um aumento de 14,5% em relação a 10 m/min, conforme mostra a Tab. (6).

Tabela 6 – Resultados da determinação da taxa de deposição em relação à tensão, Valim e DBCP.

Taxa de Deposição		Tensão (V)		V _{alim} (m/min)		DBCP (mm)	
		26	34	10	12,5	16	20
Unidade	(Kg/h)	3,80	4,23	3,78	4,32	4,14	3,79
Comportamento	(%)		+11,3		+14,5		-8,4

(+) Aumento (-) Redução

4.2.4 Efeito da DBCP na taxa de deposição

Com relação ao comportamento da taxa de deposição em relação à DBCP, o valor máximo alcançado foi de 4,14 kg/h obtido para a DBCP de 16 mm. A partir desse valor ocorreu uma redução de 8,4% para o nível de 20 mm, Tab. (6).

5 CONCLUSÃO

Para os níveis de parâmetros utilizados nesse trabalho pode-se concluir que:

- O aumento da tensão de soldagem de 26 V para 34 V resultou numa maior largura do cordão de solda com aumento de 23,43%. Por outro lado reduziu o reforço em 8,01% e a penetração em 8,54%.
- Quando da mudança da velocidade de alimentação do arame (Valim) de 10 para 12,5m/min, resultou um acréscimo de 13,80% na largura, 8,60 % no reforço e 10,43% na penetração.
- Com o aumento da distância bico de contato-peça (DBCP) de 16 para 20 mm, houve reduções nas três dimensões do cordão de solda, sendo de 12,09 % na largura, de 7,72 % no reforço e de 8,80% na penetração.
- A taxa de deposição foi alterada mais intensamente pela variável velocidade de alimentação do arame.
- Obteve-se taxa de deposição da ordem de 4,32 kg/h, valor esse bem superior se comparável às taxas de deposição obtidas pelo processo GMAW, quando utilizado Valim de 12,5m/min, tensão de 34 V e DBCP de 16 mm. Destaca-se a velocidade de alimentação do arame, com 14,5% de aumento, dentre os parâmetros utilizados, como sendo o de maior significância na taxa de deposição.

6 REFERÊNCIAS

- American Welding Society., 2008, Structural Welding Code. Steel. ANSI/AWS D1.1.2008.
- American Welding Society., 2005, Specification for carbon Steel Electrodes for Flux cored Arc Welding. ANSI/AWS A 5.20.
- Belgo Arcelor, “Especificação do Aço de Qualidade Estrutural Naval”, Disponível em: http://www.belgo.com.br/produtos/construcao_civil/produtos_planos/pdf/produtos_planos.pdf. Acesso em: 28 de junho de 2008.
- Esab “Especificações do Arame tubular para soldagem de aços de baixo e médio teor de carbono com gás de proteção externo”, Disponível em <http://www.esab.com.br/por/Produtos/consumiveis/tubulares/PGBaixoCarbono.cfm>. Acesso em 02 de abril de 2009.
- Marques, Paulo Villani., Modenesi, Paulo José., Bracarense, Alexandre Queiroz., 2007 “Soldagem – Fundamentos e Tecnologia”, 2º Edição, Editora UFMG, Belo Horizonte Brasil, 363 p.
- Rodrigues, Lucilene de Oliveira., 2005, Dissertação de Mestrado “Análise e Otimização de Parâmetros na Soldagem com Arame Tubular”, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá (MG), 82 p., Disponível em: <http://200.131.186.194/phl/pdf/0029437.pdf>. Acesso em 10 de março de 2009.
- Santos Neto, Norival Ferreira dos., 2003, Dissertação de Mestrado “Caracterização de soldas em aços API 5L com diferentes arames tubulares e temperaturas de preaquecimento”, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 87 p., Disponível em www.usp.unicamp.br. Acesso em 28 de junho de 2008.
- Usiminas. Especificação do Aço de Qualidade Estrutural Naval. Disponível em: <http://www.usiminas.com.br/irj/servlet/prt/portal/prtroot/docs/guid/e01d0687-d64a-2b10-4bb5-f5b01c36837>. Acesso em 28 de junho de 2008.
- Wainer, Emilio; Brandi, Sérgio Duarte; Mello, Fábio Décourt Homem de., 1992, “Soldagem – Processos e Metalurgia”, 6ª Reimpressão 2008, Editora Blucher, São Paulo, Brasil, 494 p.

7 DIREITOS AUTORAIS

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

ANALYZE OF THE INFLUENCE OF PARAMETERS OF THE FCAW-G PROCESS ON THE DEPOSITION RATE AND MORPHOLOGY OF WELDING STEEL ASTM A-36

Emanuel Rezende Rodrigues, emanuelrez@yahoo.com.br¹
Marcos Flávio de Oliveira Schiefler Filho, schiefler@utfpr.edu.br²
Ossimar Maranhão, maranhão@utfpr.edu.br²

¹Universidade do Estado do Amazonas, Av. Martins, 140 - Centro, Manaus-AM, CEP 69020-310

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Av. Sete de Setembro, 3165- Rebouças, Curitiba-PR, CEP 80230-901

Abstract: *The aim of this study is to analyze the influence of process parameters of arc welding with flux cored wire and shielding gas (Gas Shielded Flux Cored Arc Welding - FCAW-G) on the characteristics of welding steel ASTM A-36. Wire feed speed (Valim), arc voltage (V) and distance from the contact tip-part (DBCP) were changed to quantify their influence on the width, penetration, reinforcement of the weld bead and the deposition rate of addition material. Geometrical measurements of weld beads were obtained in macrographs cross section of the weld. The deposition rate in kg/h was determined by the weight of specimen before and after the deposition of solder. The results indicate that the wire feed speed, followed by voltage and DBCP, was the most influential parameter on the morphology of the cord and the deposition rate.*

Keywords: *feed speed, voltage, FCAW welding, DBCP.*