



21 - 25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

AVALIAÇÃO DA PRESENÇA DE DEFEITOS EM SOLDAS REALIZADAS PELO PROCESSO DE SOLDAGEM FCAW NA POSIÇÃO PLANA.

Gilcimar Pereira¹

Valtair Antonio Ferraresi¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2121, CEP 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil, e-mail: pereiragilcimar@hotmail.com, e-mail: valtair@ufu.br.

Resumo: Regularmente encontra-se estudos enfocados em determinar os parâmetros de soldagem mais adequados para fabricação de soldas com o mínimo de defeitos possíveis. A presença de defeito podem afetar as propriedades mecânicas da solda dependendo da quantidade e da forma que se encontram no cordão de solda. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a presença de defeitos em soldas realizadas pelo processo FCAW na posição plana utilizando dois fabricantes de arame tubular AWS E71T-1, em três diferentes aberturas de chanfros. Os experimentos foram realizados em uma fonte eletrônica universal no modo de tensão constante, com proteção gasosa de 100%CO₂, com a tocha na posição reta e, o arame com diâmetro de 1,2mm. Para manter a mesma quantidade de metal depositado utilizou-se o cálculo da taxa de deposição para cada ângulo de abertura dos chanfros, mantendo a mesma velocidade de alimentação do arame e diferentes velocidades de soldagem. Os experimentos foram realizados variando a tensão de soldagem e velocidade de alimentação em dois níveis (18 e 24V) e (3,6 e 5,6m/min) respectivamente. A presença de defeito foi verificada em todos os chanfros (60°, 90° e 120°) para as soldas realizadas com o valor de tensão de 18V e, para a tensão de 24V somente o chanfro com abertura de 60° apresentou defeito, em quanto que nesse valor de tensão os demais chanfros (90° e 120°) não ocorreram a presença de defeito. Com isso, percebe-se que a tensão, abertura dos chanfros e energia de soldagem estão influenciando na presença de defeito ou não para as condições de soldagem utilizada neste trabalho.

Palavras-Chaves: Arame Tubular, Chanfro, Defeito, Tensão.

1. INTRODUÇÃO

A soldagem a arco com arame tubular, também conhecido como FCAW (Flux Cored Arc Welding), é um processo bastante versátil, pois combina as características dos processos convencionais de soldagem a arco, eletrodo revestido (SMAW) e arame maciço com proteção gasosa (GMAW). Isto por que o arame tubular é composto por uma lamina metálica que envolve o fluxo interno, que pode ser ajustado para melhorar as propriedades mecânicas da solda. Também é alimentada continuamente a poça de fusão. Conferindo a esse processo de soldagem altas taxas de fusão, bom rendimento, boa produtividade e qualidade da solda (Marque et al. 2006 e AWS, 1991).

Encontram-se na literatura estudos comparativos entre o processo de soldagem arame tubular rutílico (AWS E71T-1) e arame maciço (ER70S-6) avaliando a capacidade produtiva e econômica, embasados na taxa de fusão, deposição e rendimento de deposição. O arame tubular possui taxa de fusão e deposição maior que o arame maciço nas mesmas condições de soldagem e diâmetro do arame eletrodo, isto ocorre porque o arame tubular é composto por uma lamina metálica que envolve o fluxo, que geralmente possui maior densidade de corrente proporcionando maiores taxas de fusão e de deposição. Estes dois fatores variam com as condições de soldagem como tensão e corrente de soldagem, distância bico de contato peça, regularidade da transferência metálica, etc. Já o arame tubular possui menor rendimento de deposição que o arame maciço, por que ele forma escória proveniente do fluxo interno (Junior, 2015; Souza e Ferraresi, 2013; e Santos 2010).

Para garantir essas características é necessário que as soldas produzidas apresentem o mínimo possível de defeitos, por que a presença de defeito em solda gera perdas de forma para as indústrias do ramo, com parada para remoção dos defeitos, tempo na execução do projeto, aumento dos custos por perda de material e também da mão de obra, etc. Regularmente encontra-se estudos enfocados em determinar os parâmetros de soldagem, mais adequados para fabricação de soldas com o mínimo de defeitos possíveis presente no cordão de solda tanto da parte interna como externa.

Verificam-se na literatura corrente relatos da existência de defeitos (falta de fusão e inclusões de escória) em soldas realizadas em chanfro com arame tubular AWS E71T-1, independentemente da posição, parâmetros de soldagem e da configuração do chanfro (Souza, 2010; Carvalho, 2010; Ling et al. 2015). Neste contexto, torna-se importante o

entendimento das características operacionais do processo em questão com o intuito de proporcionar a sua correta utilização em função dos parâmetros e posição de soldagem, levando em conta vários fabricantes de arames tubulares.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a presença de defeitos em soldas realizadas pelo processo FCAW na posição plana utilizando dois fabricantes de arame tubular AWS E71T-1, em três diferentes aberturas de chanfros.

2. METODOLOGIA E PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os experimentos foram realizados na posição de soldagem plana, variando-se a tensão de soldagem e a velocidade de alimentação em dois níveis, de forma a se obter a melhor condição para minimizar e/ou eliminar a presença de defeitos em soldas com arame tubular rutilico com especificação AWS E71T-1, em três aberturas de chanfros (60°, 90° e 120°) utilizando dois fabricantes de arame tubular.

Os testes foram executados em uma fonte de soldagem eletrônica multiprocesso no modo de tensão constante, processo FCAW. A soldagem dos corpos de provas foi feita em uma mesa de coordenada (SOLDAMATIC XY-T) com movimentação em três eixos sendo que para este trabalho utilizou a movimentação no eixo Y. A aquisição dos sinais elétricos durante a soldagem foi realizada com um sistema com taxa de aquisição da tensão e corrente de soldagem regulada para 5kHz e tempo de aquisição de 10s. As aquisições desses dados auxiliam a determinar o modo de transferência metálica que ocorreu nos experimentos e relaciona-los com a presença de defeitos nas soldas.

Para a realização dos experimentos utilizou-se o gás de proteção 100%CO₂ e manteve-se constante a vazão do gás em 14l/mim, a distância bico de contato peça em 14mm e a tocha de soldagem na posição reta. O metal de base utilizado para confeccionar os corpos de provas foram chapas de aço baixo carbono ABNT 1020, com dimensões de 6 x 50 x 200mm. A Figura 1 mostra as dimensões e o formato dos chanfros utilizados na soldagem, nela observa-se que entre os bisel dos chanfros possui um “rasgo” de 2mm feito com o intuito de simular um segundo passe de soldagem. O metal de solda empregado foi o arame tubular rutilico com especificação AWS E71T-1 de dois fabricantes distintos, com diâmetro de 1,2mm.

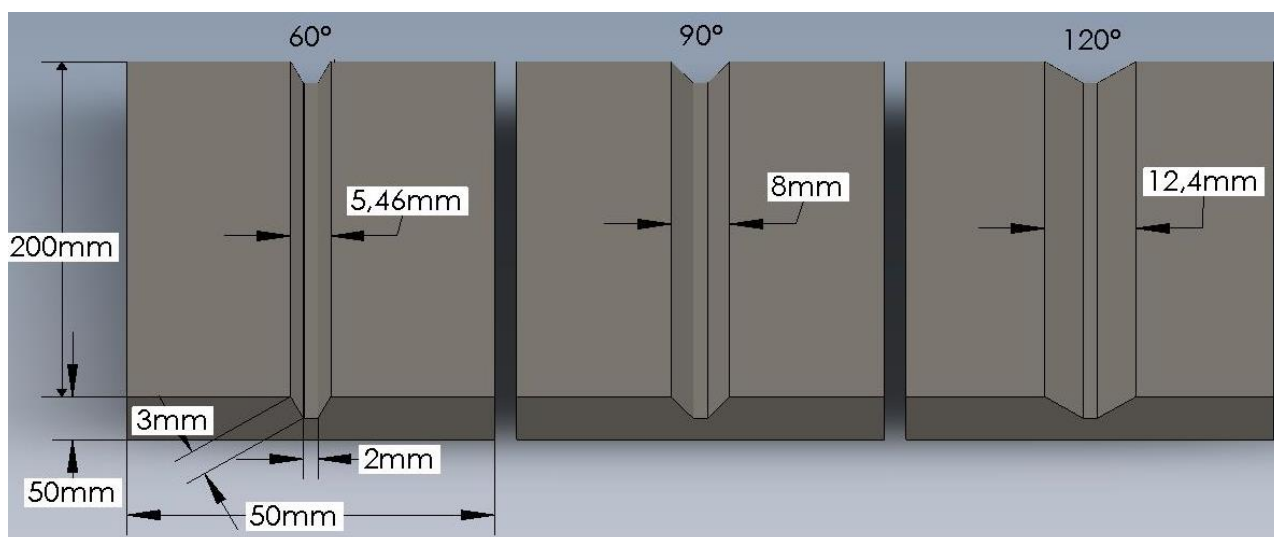


Figura 1: Desenho esquemático dos chanfros utilizados e suas dimensões.

O volume da poça de fusão foi mantido constante para cada abertura do chanfro, de acordo com a Fig. 1 observa-se que o volume da poça é diretamente proporcional ao ângulo do chanfro. Para determinar o volume da poça, calculou-se a taxa de fusão (relação entre velocidade de alimentação sobre a velocidade de soldagem) referente a cada chanfro em função da velocidade de soldagem, visto que manteve-se a velocidade de alimentação do arame fixa em dois níveis. A Tab. 1 mostra as condições de soldagem utilizadas nos experimentos como os valores calculados das taxas de deposição, velocidade de soldagem referente à cada velocidade de alimentação do arame, abertura do chanfro e tensão.

Para verificar a presença de defeitos nas soldas fez-se três cortes na seção transversal dos cordões no início, meio e fim com distância de 30mm do início e final da solda. Após os cortes prepararam-se as amostras por técnica metalográfica e atacada com nital 5% por imersão durante 10s, e então capturou-se as imagens das partes analisadas. Para demonstrar a presença ou não de defeitos nas soldas será utilizada somente uma imagem representativa. Também se fez uma caracterização metalúrgica básica das seções transversais dos arames por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e sistema de energia dispersiva (EDS). As amostras foram embutidas e preparadas por técnicas metalográfica e analisadas por MEV/EDS. O EDS foi utilizado para verificar a composição semiquantitativa dos elementos que compõem o fluxo de cada arame tubular dos fabricantes, a análise foi realizada na seção transversal do arame (região do fluxo), repetindo três vezes a análise de cada região.

Tabela 1: Valores das velocidades de alimentação (V_a), velocidade de soldagem (V_s) e taxa de deposição (K_d).

Tensão de 18V			
Chanfro	V_a (m/mim)	V_s (mm/mim)	K_d
60°	3,6	194	18,5
90	3,6	149	24
120°	3,6	113	31
Tensão de 21V			
Chanfro	V_a (mm/mim)	V_s (mm/mim)	K_d
60°	6,5	349	18,6
90	6,5	260	25
120°	6,5	195	33
Tensão de 24V			
Chanfro	V_a (mm/mim)	V_s (mm/mim)	K_d
60°	5,6	301	18,5
90	5,6	235	24
120°	5,6	180	31

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na Fig. 2 (a e b) estão as seções transversais dos arames tubulares dos fabricantes A e B utilizados na soldagem dos experimentos e a Fig. 2 (c e d) mostra o detalhe do fluxo. Como pode ser visto pela Fig. 2 os arames tubulares apresentam semelhanças em relação as características do fluxo principalmente em relação as tonalidades das partículas e aglomerados, no entanto, com quantidades e distribuição diferente nas seções transversais analisadas.

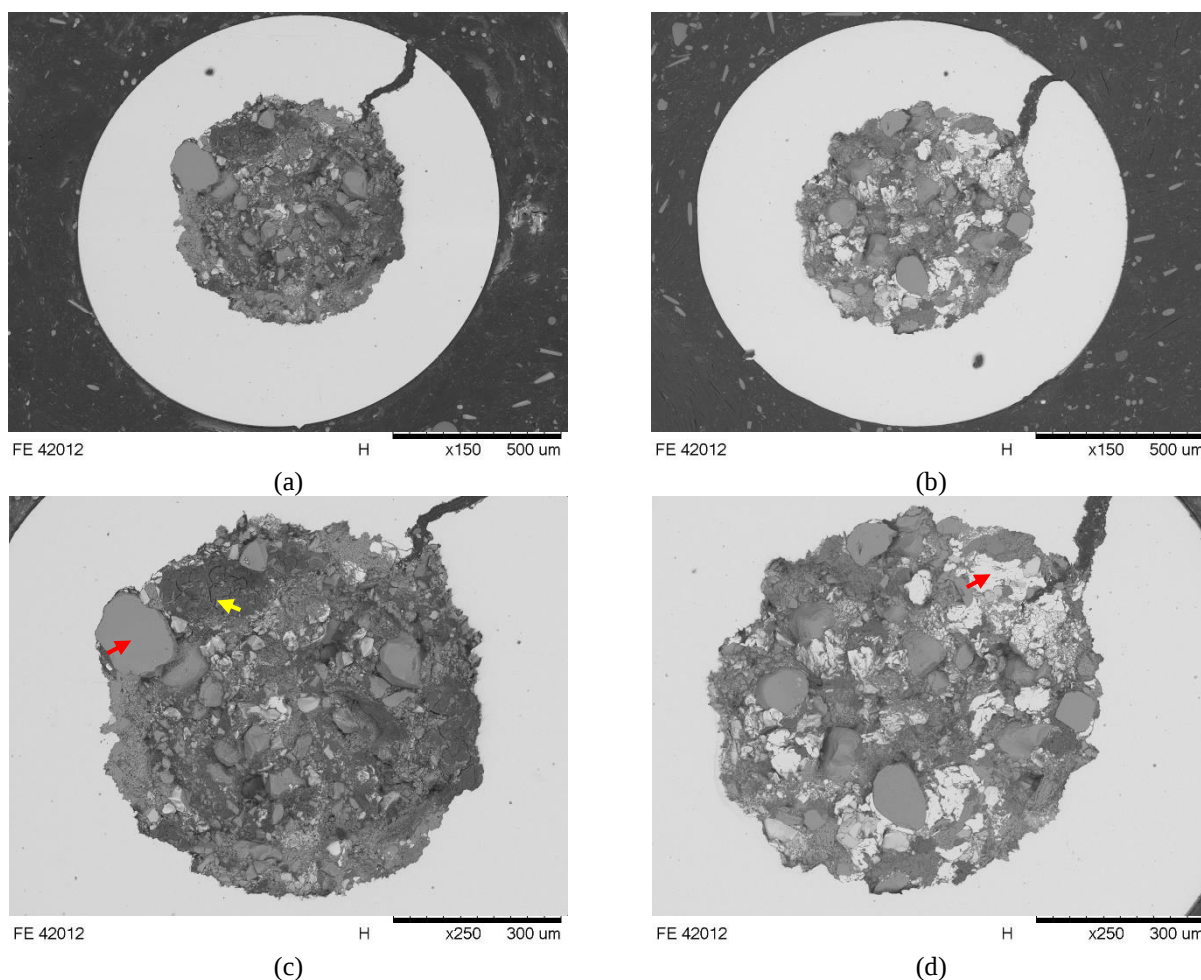


Figura 2: Seções transversais (a e b) e o detalhe do fluxo (c e d) dos arames tubulares fabricantes A e B respectivamente.

Para determinar os elementos que compõem essas partículas e aglomerados fez-se microanálises semiquantitativas localizada por sistema de energia dispersiva. As partículas em tonalidades cinza e embraquecida conforme demonstrado

pelas setas vermelhas da Fig.2 (c e d) são compostas por 32,4% e 93% em peso de titânio e ferro respectivamente e o restante composto por oxigênio. Também observa-se que a seção transversal do arame tubular do fabricante A contém distribuído aglomerado com tonalidade escura, e para determinar os elementos presente nesse aglomerado fez-se análise semiquantitativa na região demonstrada pela seta amarela da Fig. 2(c) essa aglomerado é composto por vários elementos e o mais representativos foram: oxigênio (42,5%), magnésio (16,1%), ferro (13,8%), flúor (11,1%), titânio (5,1%), Alumínio (4,0%), silício (3,2%) e os menos representativos manganês (2,1%), sódio (1,3%).

A Tab. 2 mostra os principais elementos identificados nas análises semiquantitativas realizadas por área, verifica-se que os arames tubulares são constituídos predominantemente por: oxigênio, titânio, ferro, manganês, magnésio, flúor, silício, alumínio, sódio e pequenas quantidades de potássio e cálcio. Na mesma tabela encontra-se a média e o desvio padrão das porcentagens em peso desses elementos, ao examinar o desvio padrão dos elementos em relação as repetições das análises por área, têm-se que eles apresentam-se de forma regular, pois o desvio padrão ficou abaixo de 1,5% para todos os elementos. Verifica-se que o titânio é o elemento com maior proporção em peso. Dessa forma, o fluxo certamente, é composto óxidos desses elementos, pó de ferro, fluorita, silicato de sódio e dolomita, etc. Esses compostos são formadores de escória, fundentes, estabilizadores de arco, desoxidante.

Tabela 2: **Análise semiquantitativa dos elementos presentes nos arames tubulares dos quatro fabricantes.**

Elementos	Fabricante A (%Peso)		Fabricante B (%Peso)	
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Oxigênio	34,829	0,6277	35,363	1,290
Titânio	17,060	0,1558	23,764	0,365
Ferro	10,509	0,327	18,294	0,240
Manganês	9,016	0,241	5,27	0,454
Magnésio	7,215	0,114	4,188	0,229
Flúor	7,341	0,213	4,142	1,098
Silício	5,599	0,172	2,637	0,138
Alumínio	4,298	0,131	3,023	0,06
Sódio	3,171	0,116	2,809	0,169
Potássio	0,627	0,018	0,206	0,016
Cálcio	0,165	0,109	0,140	0,124

O fabricante A informa que o fluxo é composto por silicato de alumínio (<1%), criolita (<1%), magnésio (<1%), manganês (2-5%), silício (<1%), óxido de titânio (5-10%) e ferro (80%). E o fabricante B informa que o fluxo é composto por dióxido de titânio (4-10%), dióxido de silício (1-3%), manganês (1-3%) silício metálico (1-3%) e óxido de alumínio (1-2). Verifica-se que os fabricantes não mencionam na composição do fluxo a presença de cálcio e potássio, no entanto esses elementos foram identificados pelas análises semiquantitativas em pequenas concentrações. Também observa-se que o fabricante B apresenta maiores quantidades de titânio e ferro em relação ao fabricante A. O fabricante A não menciona o flúor ou componente que o contenha, no entanto ele foi identificado nas análises e pela quantidade presente esse elemento compõem o fluxo dos fabricantes.

Linert (1994) cita os compostos presentes nos arames tubulares com proteção gasosa e dentre eles o AWS EXXT-1 que é o utilizado neste trabalho, os quais contêm na formulação do fluxo: Rutilo (30%), Fluorita (10%), Feldspato (7%), Criolita (5%), Dolomita (15%), Magnetita (3%), Silicato e Sódio (5%), Ferrosilício (5%), Ferromanganês (10%) e Pó de Ferro (10%). Os elementos que compõem esses compostos são os mesmos identificados nas análises semiquantitativas da Tab 2. Diante disso, certamente o fluxo dos fabricantes englobam em suas composições esses compostos, exceto liga. Starling e Modenesi (2007) realizaram caracterização do arame tubular rutílico de um fabricante nacional e verificaram que o arame era predominante composto por Ti, Mn, Si, Fe e Al, elementos estes que também identificados no fluxo dos arames tubulares dos fabricantes, assim como F e Mg os quais não foram citados nos estudos dos autores. Dentre os elementos identificados pelos autores o Ti e Mn chamam a atenção pelas suas porcentagens que foram de 43,2% e 20,0% respectivamente, ficando bem acima dos identificados no arame dos fabricantes utilizados nos experimentos. No entanto, essa porcentagem maior deve estar relacionada pela não identificação do oxigênio no estudo dos autores.

A Tab. 3 apresenta os sinais elétricos (corrente e tensão) obtidos durante a soldagem, as velocidades de soldagem e alimentação e energia de soldagem. Observa-se que os valores médios de tensão permaneceram constante mesmo com o aumento do ângulo do chanfro para o fabricante A, isto está relacionado com a concentração mais elevada de elementos estabilizadores do arco elétrico presente na composição do fluxo desse fabricante. Bauné et al (2001) comentam que a presença de elementos que são facilmente ionizáveis com sódio, potássio, lítio e magnésio melhoraram a estabilidade do

arco. Ao observar a Tab. 2 pode se confirmar este fato, pois o fabricante A apresenta quantidades superior de sódio, potássio e magnésio em relação ao fabricante B.

É verificado na Tab. 3 uma variação das correntes médias para o arame do fabricante B em relação ao fabricante A. E como os parâmetros foram os mesmo para os dois fabricantes, a variável que pode ter proporcionado o aumento da corrente para o fabricante B, está relacionado com a variação no diâmetro da seção transversal dos arames. E para verificar esse caso realizou-se 30 medidas com um micrômetro nos arames distanciadas a 300mm entre cada medida, e verificou-se as médias dos diâmetros foram de 1,14mm e 1,18mm para os fabricantes A e B na devida ordem, com isso, é possível justificar a diferença dos valores de corrente entre os fabricantes, pois os ensaios foram realizados com uma fonte de característica estática de tensão constante.

Tabela 3: Valores dos parâmetros regulados e adquiridos nos experimentos.

Fabricante A						
Chanfro	Ur (V)	Ua (V)	I (A)	Va (m/mim)	Vs(mm/mim)	E (KJ/mm)
60°	18	18,9	100,7	3,6	194	0,60
90°	18	18,9	99,8	3,6	149	0,76
120°	18	18,9	100,4	3,6	113	1,00
Fabricante B						
Chanfro	Ur (V)	Ua (V)	I (A)	Va (m/mim)	Vs(mm/mim)	E (KJ/mm)
60°	18	18,7	110,8	3,6	194	0,64
90°	18	18,7	112	3,6	149	0,84
120°	18	18,6	120	3,6	113	1,18
Fabricante A						
Chanfro	Ur (V)	Ua (V)	I (A)	Va (m/mim)	Vs(mm/mim)	E (KJ/mm)
60°	24	24	165	5,6	301	0,79
90°	24	24	159	5,6	235	0,97
120°	24	24	163,6	5,6	180	1,30
Fabricante B						
Chanfro	Ur (V)	Ua (V)	I (A)	Va (m/mim)	Vs(mm/mim)	E (KJ/mm)
60°	24	23,7	180,4	5,6	301	0,85
90°	24	23,8	174,7	5,6	235	1,06
120°	24	23,9	175,3	5,6	180	1,39

A Fig. 3 apresenta os modos de transferência metálica que ocorreram nos experimentos por meio dos oscilogramas dos sinais elétricos que foram adquiridos durante a soldagem. A transferência metálica para a tensão de 18V e velocidade de alimentação de 3,6m/mim foi curto-circuito e para tensão para 24V e velocidade de alimentação do arame 5,6m/mim, o modo de transferência metálica foi globular, conforme pode ser observado na Fig. 3. E como a transferência metálica foram as mesmas para os valores de tensão, velocidade de alimentação do arame, abertura dos chanfros e fabricantes, utilizou-se somente os oscilogramas dos ensaios com o chanfro de 60° para mostrar a alteração da transferência metálica.

A Fig. 4 mostra as seções transversais das soldas realizadas com os valores de tensão de 18V para os fabricantes A e B. Nota-se presença de defeitos em todas as soldas realizadas com esse valor de tensão, independente da velocidade de alimentação e soldagem, entretanto apresentam-se mais expressivos no chanfro mais estreito neste caso o 60°. Ao verificar-se as imagens das seções transversais dos chanfros de 60° dos dois fabricantes, percebe-se que o defeito tem característica de inclusão de escória. A energia de soldagem pode ter contribuído para a inclusão de escória no fundo do chanfro, que para os experimentos realizados com tensão de 18V apresentaram os menores valores conforme pode se visualizar na Tab.3. A taxa de resfriamento da poça de fusão aumenta com a diminuição da energia de soldagem, o que pode estar causando o aprisionamento de escória no fundo do chanfro, em razão do aumento da velocidade de solidificação da poça não proporcionar tempo suficiente à escória líquida flutuar para a superfície da poça de fusão. Nos chanfros mais abertos (90° e 120°) a energia de soldagem foi maior e os defeitos ficaram menos expressivos em relação ao chanfro de 60°.

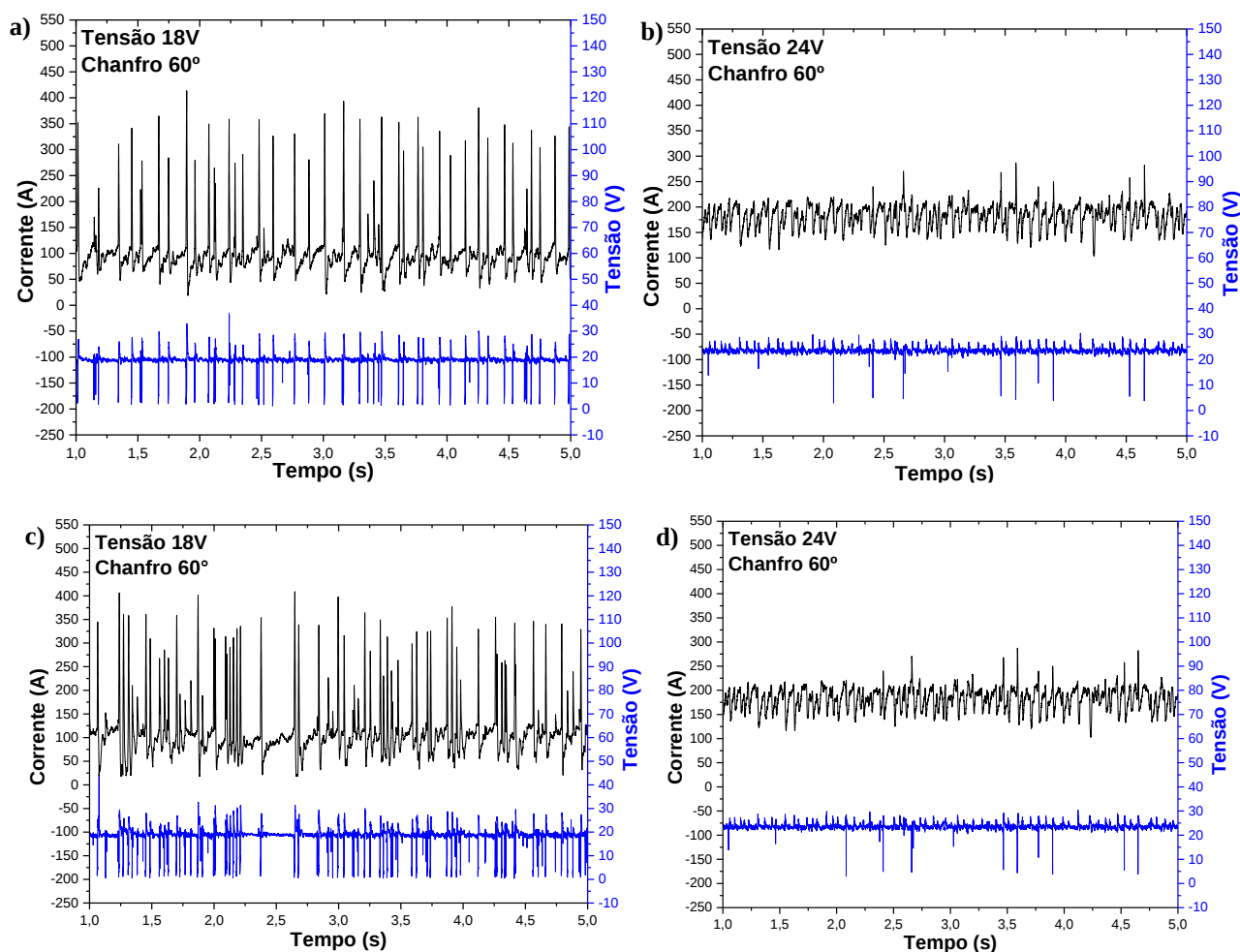


Figura 3: Oscilogramas de corrente e tensão, a e b) fabricante A e c e d) fabricante B.

Os cordões de soldas para os chanfros de 90° e 120° apresentaram-se com um formato convexo, que está relacionado com os valores de tensão e corrente (sendo neste caso a corrente consequência da velocidade de alimentação do arame) que proporciona arco elétrico mais “rígido” com baixa molhabilidade. Hobart Institute of Welding Technology (2012) também verificou que para baixos valores de corrente e tensão o cordão de solda se apresenta convexo e com presença de defeito, semelhante ao dos experimentos realizados com tensão de 18V nos chanfros de (90° e 120°) em soldas realizadas com arame tubular. Além da convexidade dos cordões esses dois chanfros apresentaram desvio do arco para uma das laterais dos chanfros, devido a maior abertura, haja vista que o chanfro de 60° não apresentou tal fato, conforme pode ser visto na da Fig 4.

A energia de soldagem para os experimentos realizados com tensão de 24V e velocidade de alimentação de 5,6m/mim aumentou, e também, alterou o modo de transferência metálica, conforme mostra a Fig 3 de curto-circuito para globular. Certamente a alteração desses dois fatores contribuiu para a não ocorrência de defeitos das soldas em chanfros mais aberto (90 e 120°), isto por que proporcionou maior molhabilidade da poça de fusão durante a soldagem das amostras. O aumento da energia de soldagem diminui a taxa de resfriamento, consequentemente aumenta o tempo de solidificação da poça favorecendo a flutuação da escória líquida para a superfície da poça de fusão. Pereira e Ferraresi (1999) comentam que a molhabilidade da poça de fusão aumenta quanto maior for calor gerado durante a soldagem, facilitando o escoamento do metal líquido para o fundo chanfro que também reduz a instabilidade do arco em soldas realizadas com corrente pulsada e chanfro estreito.

A Fig. 5 representa as seções transversais dos experimentos realizados com a tensão de 24V e verifica-se a ocorrência de defeitos somente para o chanfro de 60°, sendo menos representativo em comparação com a tensão de 18V principalmente para o fabricante B e, nos demais chanfros não ocorreu a presença de defeito.

De acordo com Kurtulmus et al. (2015), o aumento da tensão e da corrente de soldagem aumentou a largura e a penetração do cordão de solda realizados com arame tubular básico. Starling et al. (2009) observaram que o aumento da velocidade de soldagem para um mesmo tipo de gás e polaridade do eletrodo também proporciona aumento da penetração, largura e área fundida de cordão de solda com arame tubular rutílico. Apesar de não ter analisado a geometria do cordão de solda percebe-se através das Fig. 4 e 5 que a largura do cordão aumentou para a tensão de 24V em relação a tensão de 18V, o que também deve ter aumentado a penetração do cordão e consequentemente ter auxiliado para não presença de defeito nas soldas em chanfros mais abertos.

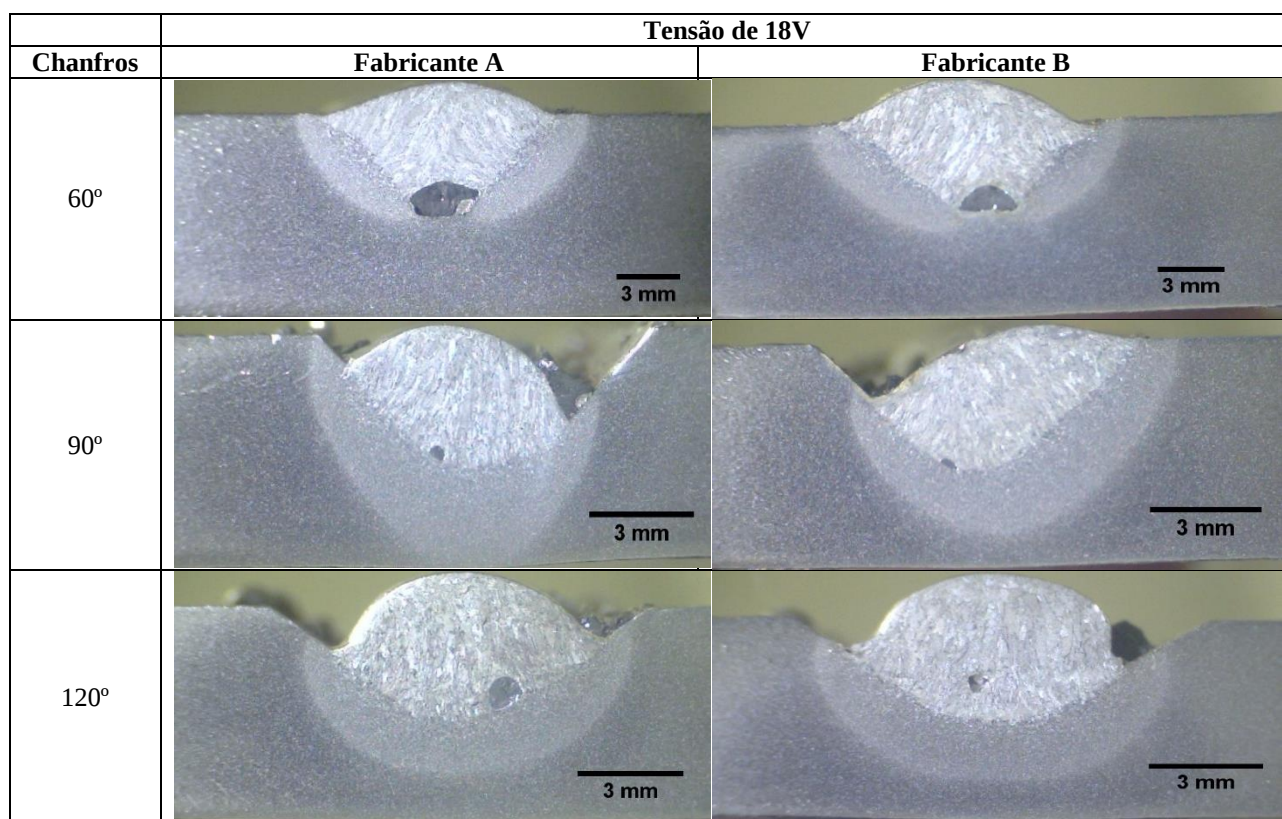


Figura 4: Seção transversal dos cordões de solda com tensão de 18V dos fabricantes A e B.

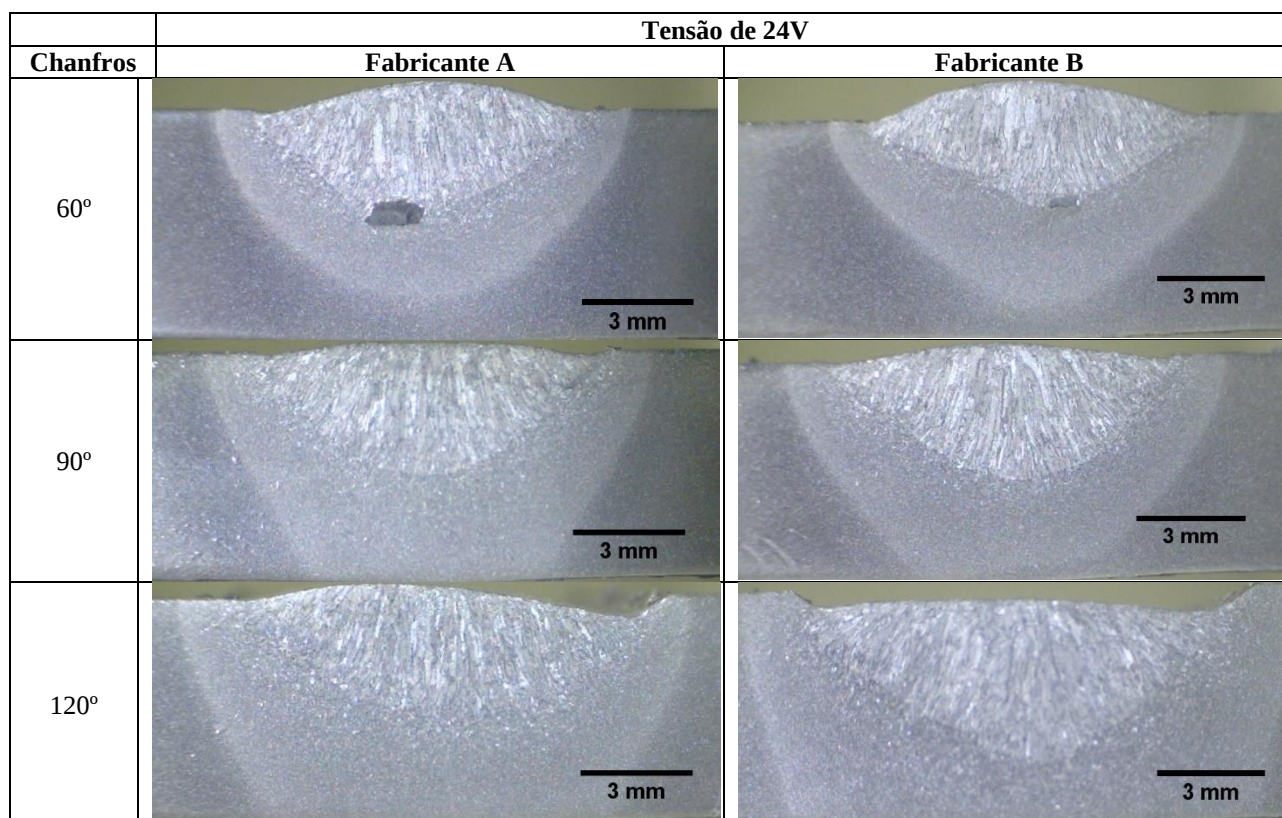


Figura 5: Seção transversal dos cordões de solda com tensão de 24V dos fabricantes A e B.

Observa-se que a presença de defeito ocorreu nos arames tubulares dos dois fabricantes para a tensão de 18V, velocidade de soldagem de 3,6m/mim e em todos os chanfros utilizados, enquanto que, na tensão de 24V, velocidade de alimentação de 5,6m/mim só ocorreu defeito no chanfro estreito. Com isso, certamente o modo de transferência metálica, energia de soldagem, tensão e abertura do chanfro estão influenciando na presença de defeito para os arames utilizados

nos experimentos. A composição do fluxo dos arames pode atuar na presença de defeito, mais isso precisa de uma análise mais aprofundada do fluxo como avaliar a viscosidade da escória densidade e, etc.

A presença de defeito em soldas com arame tubular com classificação AWS E71T-1 é corriqueiramente mostrado na literatura. Ling et al. (2015) realizou experimentos em junta de topo com chanfros em K e meio V com ângulo do bisel de 35° e independente dos parâmetros de soldagem identificou a presença de defeito. Carvalho (2010) também identificou a ocorrência de defeitos em soldas realizadas na posição vertical ascendente, com valor de tensão de 21V e velocidade de alimentação 7m/mim em chanfro em V com ângulo de 60°. Souza (2010) fez um estudo na posição horizontal com diferentes valores de tensão e com correntes de soldagem de 120 e 160A e percebeu a presença de defeito no modo de transferência metálica por curto-circuito em chanfros de 60°. De acordo com a literatura, a presença de defeito em chanfro estreito é frequentemente identificado em soldas realizadas com arame tubular rutilico de forma semelhante ocorreu nos experimentos realizados nestes estudos. Isto mostra que é necessário a realização de mais ensaios com o objetivo de buscar condições de soldagem e técnica de soldagem que proporcionem a não presença de defeitos em soldas com chanfro estreito e em tensão de soldagem mas baixa.

4. CONCLUSÕES

O fluxo dos arames tubulares dos fabricantes A e B são compostos em maiores quantidades de titânio, ferro, manganês, magnésio, flúor, silício, alumínio e sódio, em e pequenas quantidades de potássio e cálcio. Esses elementos atuam na poça de fusão como agente de proteção, desoxidantes, estabilizadores de arco e também alguns são adicionados como elemento de liga no metal de solda.

Os experimentos realizados com tensão de 18V e velocidade de alimentação de 3,6m/mim apresentaram defeito nos três ângulos de chanfros utilizados, e para a tensão de 24V e velocidade de alimentação de 5,6m/mim somente o chanfro de 60° ocorreu a presença de defeito. Diante disso, tem se que a tensão e a abertura do chanfro e a energia de soldagem estão influenciando na presença ou não de defeito nas soldas dos dois fabricantes de arame tubular utilizados na realização deste trabalho.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam o seu agradecimento às instituições que apoiaram para realização deste trabalho, CAPES, FAPEMIG, CNPq e UFU/FEMEC.

6. REFERÊNCIAS

- AWS.2004. Welding Handbook. Welding Processes, Part 1. American Welding Society, Miami-USA. 788p.
- Bauné, E., Bonnet, C., Liu, S. 2001. Assessing metal transfer stability and spatter severity in flux cored arc welding. Science and Technology of Welding and Joining, vol. 6, pp. 139-148.
- Carvalho, R. S. 2010. Desenvolvimento de sistema robótico integrado para automatização da soldagem na indústria naval. Relatório Técnico Parcial 1, Floriannópolis, SC. 21p.
- Hobart Institute of Welding Technology. 2012. Flux Cored Arc Welding. Technical Guide. USA.012. 106p.
- Júnior, J. C. S., Luz, M. A., Brandi, S. D. 2015. Comparação da taxa e eficiência de deposição entre os consumíveis ER70S-6 e E71T-1C. Soldagem e Inspeção, vol. 20, pp. 1-14.
- Kurtulmus, M., Yukler, A. İ., Bilici, M. K., Catalgol, Z. 2015. Effects of welding current and arc voltage on FCAW weld bead geometry. International Journal of Research in Engineering and Technology, vol. 4, pp. 23-28.
- Linnert, G. E. 1994. "Welding Metallurgy – Carbon and Alloy Steels". American Welding Society, Miami, USA. 940 p.
- Ling, Kuo-Hsia; Fuh, Yiin-Kuen; Wu, Kun-Ling; Kuo, Tin-Chun; Huang, Chung-Yu. 2015. Groove configurations of a flux-cored arc welding process used in critical structures of precision mechanical presses-mechanical and metallurgical studies. International Journal Advance Manufacturing Technology, vol. 78, pp. 1905-1916.
- Marque, P. V.; Modenesi, P. J.; Bracarense, A. Q. 2011. Soldagem: Fundamentos e Tecnologias. Ed. UFMG, Bel Horizonte, Brasil. 362p.
- Pereira, W. A., Ferraresi, V. A. 1991. Estudo da instabilidade do cordão em soldagem MIG pulsada. "In XV Congresso Brasileiro de Engenharia Mecânica, Águas Lindas, São Paulo.
- Santos, R. P. G. 2010. Uma avaliação dos processos MIG/MAG e Eletrodo Tubular em termos de capacidade produtiva, geração de fumos e de respingos, usando consumível para aço estrutural. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 133p.
- Souza, C. I. Análise comparativa dos processos de soldagem GMAW e FCAW cm transferência metálica por curto-circuito na posição horizontal. 2011. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Uberlândia. 121p.
- Souza, C. I., Ferraresi, V. A. 2013. Análise comparativa dos processos de soldagem GMAW e FCAW com transferência metálica por curto-circuito na posição horizontal. Soldagem e Inspeção, vol. 18, pp.268-280.
- Starling, C. M. D., Modenesi, P. J. 2007. Proposição de modelo para a fusão de arames tubulares. Soldagem e Inspeção, vol. 12 pp. 168-178.
- Starlin1, C. M. D., Modenesi, P. J., Borba, T. M. D. 2009. Caracterização do cordão na soldagem FCAW com um arame tubular rutilico. Soldagem e Inspeção, vol. 14, pp.298-312.

7. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluídos neste trabalho.

ASSESSMENT OF DEFECTS IN WELDS MADE BY FCAW WELDING PROCESS IN THE FLAT POSITION.

Gilcimar Pereira¹

Valtair Antonio Ferraresi¹

¹Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Mecânica, Av. João Naves de Ávila, 2121, CEP 38400-902, Uberlândia, MG, Brasil, e-mail: pereiragilcimar@hotmail.com, e-mail: valtair@ufu.br.

Abstract: Regularly to meet focused studies to determine the welding parameter, most suitable for manufacture welds with a minimum of possible defects. The presence of defect may affect the mechanical properties of the weld depending on the amount and form that are in the weld bead. Therefore this study aims to evaluate the presence of defects in welds performed by FCAW process in the flat position using two cored wire manufacturers AWS E71T-1, in three different gap openings bevel. The experiments were performed in a universal electronic source in constant voltage mode, with shielding gas 100% CO₂, with the torch in a straight position and the wire diameter of 1.2mm. To maintain the same amount of metal deposited was used to calculate the deposition rate for each opening angle of the bevel, maintaining the same wire feed speed and welding speed different. The experiments were performed varying the welding voltage and wire feed speed in two levels (18 and 24V) and (3.6 and 5.6m/min) respectively. The presence of defect was observed in all bevels (60°, 90° and 120°) to welds performed with the 18V voltage value, and the 24V voltage only the bevel of 60° presented defect, while that this voltage value other bevels (90° and 120°) there were not presence of defect. Thereby, it perceives that voltage, gap bevels and heat input are influencing the presence of defect or not for the welding conditions used in this study.

Key Words: Tubular Wire, Bevel, Defect, Voltage.