

ESTUDO DA INFLUENCIA DA VELOCIDADE E DA CORRENTE DE SOLDAGEM NA GEOMETRIA DA POÇA DE FUSÃO E APARECIMENTO DO “HUMPING” NO PROCESSO TIG.

Ana María Guzmán Palacios, amguzmanp@un.br¹
Sadek Crisóstomo Absi Alfaro, sadek@unb.br¹

¹ Universidade de Brasília, Departamento de Mecânica/ Faculdade de Tecnologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro - 70.910-900 - Brasília - DF - BRASIL

***Resumo:** A produtividade no processo de soldagem TIG pode-se incrementar ao aumentar velocidade e a corrente de soldagem. Embora, esta estratégia esteja limitada pela presença de descontinuidades no cordão de solda, o chamado “Humping”. A proposta do presente trabalho é o estudo da influencia da velocidade e da corrente de soldagem na geometria da poça de fusão e o aparecimento do “Humping”, mediante imagens de infravermelho. O pós-processamento das imagens permitiu obter a geometria das isotermas da poça de fusão, as quais se vêm modificadas junto com a mudança dos parâmetros de soldagem. Com o incremento da velocidade e da corrente de soldagem, a geometria das isotermas inicialmente elípticas tende a se alongar, até assumir um formato de gota relacionado com o aparecimento de descontinuidades no cordão de solda. Além disto, com as imagens da poça de fusão obtidas foram determinados perfis de linha para serem correlacionados com medidas da penetração e largura dos cordões obtidos. Resultados indicam que o sistema de visão de infravermelho poder ser utilizado para desenvolver um controle adaptivo visando a automação dos processos de soldagem e conseqüentemente contribuindo a aumentar a produtividade do setor industrial brasileiro.*

***Palavras-chaves:** Humping; Isotermas; Termografia Infravermelho; TIG; Poça de Fusão;*

1. INTRODUÇÃO

A soldagem por fusão é realizada pela aplicação de energia concentrada em uma parte da junta (região da(s) peça(s) onde a solda será realizada) de forma a conseguir a sua fusão localizada, de preferência afetando termicamente ao mínimo o restante da(s) peça(s) (Modenesi, 2009; Machado, 2000).

Durante o processo de aquecimento, a ligação entre as partes se dá através da poça de fusão, a qual contém o material de base e normalmente material de adição. Imediatamente após a formação da poça de fusão inicia se a solidificação e conseqüentemente a contração da região aquecida (Felizardo, et al, 2006). Contudo, em vista da elevada condutividade térmica dos metais e da grande diferença de temperatura entre as regiões próximas e afastadas da região de contato, o calor tende a se difundir rapidamente para restante da peça, resfriando e dificultando a fusão da região de contato e afetando termicamente regiões mais afastadas desta (Modenesi, 2009).

O calor suprido pela soldagem produz complexos ciclos térmicos causando vários problemas, incluindo mudanças macroestruturais, tensões térmicas que podem resultar em deformações plásticas e tensões residuais e/ou distorções (Figueiredo, 2005). Atualmente, a inspeção de cordões de solda resume-se a ensaios não-destrutivos (tais como visual, líquido penetrante, partículas magnéticas, radiografia e ultra-som) e ensaios destrutivos (tais como ensaios de tração, impacto, dobramento, fadiga e dureza) que são empregados no desenvolvimento da engenharia e no procedimento de soldagem, nos testes de qualificação da solda e do soldador.

Durante um processo de soldagem, as elevadas temperaturas produzidas pelo arco e as propriedades termodinâmicas, como a difusividade térmica, causam enormes gradientes de temperatura que acontecem na vizinhança da poça de fusão. Convecções na poça de fusão, a forma da poça e a transferência de calor no metal sólido e líquido determinam a distribuição de temperatura na chapa e na superfície (Franco, 2008). Entre as diversas soluções propostas para descrever esta distribuição de calor, decorrente do processo de soldagem, destaca-se o trabalho do Rosenthal por ser considerado um dos precursores no modelamento do processo e utilizada como base de vários estudos até hoje.

Em torno da poça de fusão obtém-se num dado instante um campo de temperaturas-isotermas. Acompanhando-se o deslocamento da fonte, as formas destas isotermas permanecem constantes e este fato também indica quando foi

alcançado o estado quase-estacionário da transferência de calor, ou seja, aquele no qual $dT/dt=0$, sendo este conceito de grande importância num dado instante de tempo permite que sejam inferidas diversas informações relevantes para a tecnologia da soldagem (Vedia, 2004). O estudo da modificação das diferentes variáveis presentes no processo e das propriedades térmicas do tipo de material da constituem uma efetiva técnica para se reduzir a distorção da estrutura soldada (Vieira, et al, 2005). É assim como a termografia de infravermelho constitui-se uma potente ferramenta no sentido que descreve a transferência de calor na zona de fusão. Sendo de particular importância o conhecimento da geometria da poça de fusão como a posição de certas isothermas (Al-Karaw, 2004). Esta geometria encontra-se determinada pela velocidade e pelo balanço térmico entre energia de soldagem e as condições de transferência de calor no metal de base (Limma, 2005).

Com base no exposto acima, no presente trabalho mediante aquisição e pós-processamento de imagens de infravermelho se analisam as mudanças geométricas nas isothermas da poça de fusão dos cordões feitos em aço 1020 empregando o processo TIG, quando se modificam parâmetros como a corrente ou a velocidade de soldagem para identificar as formações irregulares no cordão de solda.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na figura 1 se mostra a montagem experimental construído. O sistema consiste essencialmente da fonte de soldagem Multiprocesso IMC Inversal 450, ligada a uma tocha que contém um eletrodo de tungstênio com 2% de tório de 1,6 mm de diâmetro, empregando como gás de proteção o argônio.

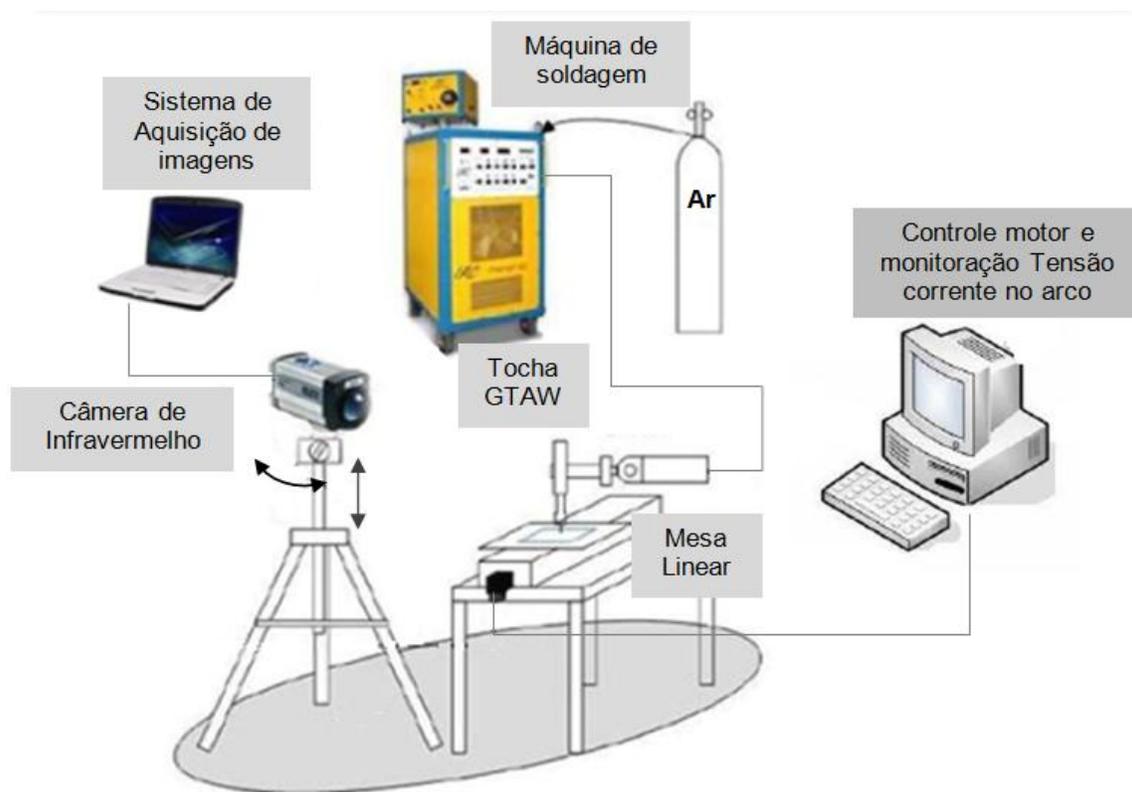


Figura 1. Esquema da montagem experimental

Os corpos de prova em aço 1020 foram deslocados por uma mesa posicionadora e seu movimento foi estabelecido por meio de um motor de passo Berger Lahr IDS91. Para a aquisição de sinais e controle da placa que controla o motor passo foi utilizado um computador. A aquisição da corrente foi feita por meio de um grampo Fluke, modelo i1010. Os valores de tensão foram coletados por um voltímetro fabricado pelo próprio laboratório. O condicionamento desses dois últimos sinais e o comando da máquina de solda foi estabelecido por uma placa de aquisição da Eagle Technologies modelo 703S.

A parte da aquisição de imagens ficou a cargo de uma câmera FLIR A 40 com uma resolução de 320x240 pixels, que trabalha numa faixa espectral de 8-9 μ m, uma frequência de aquisição de 60 Hz, uma sensibilidade térmica de 0.02K a 30°C. A câmera está equipada com uma configuração óptica de 20X.

A câmera de infravermelho foi fixada a uma distância de 1 m da mesa, focalizando a formação do cordão completamente durante o processo de soldagem. A localização da câmera faz possível observar a distribuição da

temperatura na poça de fusão e sua vizinhança. As imagens inicialmente foram gravadas no disco duro do computador auxiliar que controla a câmera.

Posteriormente mediante algoritmo implementado no Matlab foram processadas e analisadas as imagens, para abstrair características geométricas da poça de fusão por médio da caracterização de duas isotermas particularmente a 1400 e 800°C correspondentes à temperatura de fusão do aço e a temperatura da ZTA, respectivamente. O software implementado calcula a área e as dimensões para cada uma das isotermas escolhidas. De esta forma se conseguem visualizar anomalias e variações na poça de fusão.

As condições experimentais foram cuidadosamente mantidas para minimizar erros. Na tabela 1 se apresenta o resumo dos parâmetros usados para a manufatura dos cordões de solda.

Tabela 1. Parâmetros de soldagem processo TIG.

Parâmetros Fixos		Parâmetros Variáveis	
Material e espessura	Aço 1020 - 6 mm	Velocidade soldagem (mm/s)	6 e 10
Tipo de gás	100% Ar		
Vazão de gás (L/mm)	13		
Eletrodo	Negativo EWTh-2; 1,6mm		
Velocidade da câmera (fps)	60	Corrente de soldagem (A)	210 e 250
Comprimento eletrodo peça (mm)	3		

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pesquisas feitas anteriormente (Bzymek A., 2008;Huang, 2007; Venkatraman, 2006; Al-Karaw, 2004; Camilleri, 2004; Plotnikov, 2004;Farson, 2001; Chin, 1992; Nagarajan, 1992 Sicard, 1988; Wikle, 1998), mostram como os sensores de infravermelho permitem a detecção de mudanças localizadas da radiação na superfície sem ter que ser correlacionadas com a temperatura do metal. Existe uma diferencia entre a emissividade do metal liquido e solido o qual se vê manifestado na imagem por descontinuidades na intensidade. Sendo esta a principal diferencia de outros sistemas ópticos de visão.

Na figura 2 se mostra uma imagem típica de infravermelho de um cordão de solda feito com uma corrente e uma velocidade de soldagem de 250 A e 10 mm/s respectivamente. Em esta alem de se visualizar o material base **C** e a solda feita **B**, se apresenta descontinuidades na intensidade ao longo do cordão **A**. Essas descontinuidades, produto de altas correntes e altas velocidade de soldagem, são caracterizadas pela presenciam regiões de crateras **A**, e regiões de protuberâncias **B**, de maneira alternada (Cho, 2006), chamado por alguns autores brasileiros de defeito em forma de “costas de dragão”, ou denominado “Humping” nos trabalhos publicados internacionalmente.

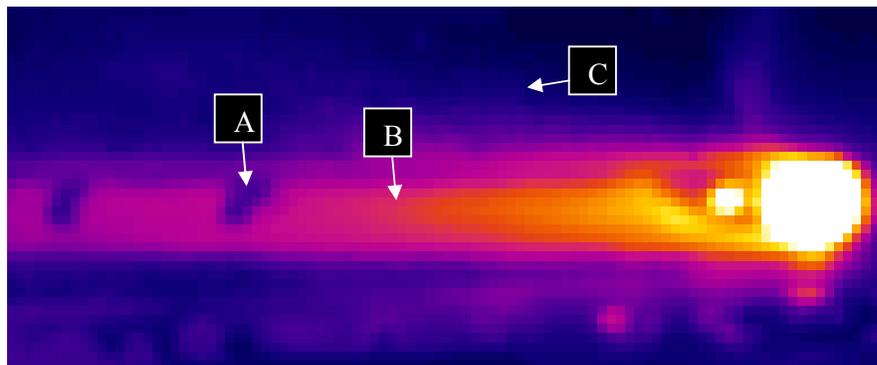


Figure 2. Imagem de infravermelho de um cordão manufaturado sendo: A) Defeito-“Humping”, B) Cordão de solda e C) Material Base.

A partir das imagens obtidas foi feito um pós-processamento que permitiu abstrair o formato das isotermas que contornam a poça de fusão. A Figura 3 mostra as isotermas obtidas depois de um processamento. Segundo Gimenez (2004) a extração de calor da poça é facilitada nos pontos (A) e (B), onde pela proximidade ao arco, o gradiente térmico é mais elevado e sendo mínimo no ponto (C), pela distancia maior à fonte de calor. Alem do mais, no ponto (C) a taxa de dissipação de calor é mais lenta, este ponto apresenta uma máxima velocidade de solidificação. Desta forma a geometria da poça de fusão é ditada pela relação entre a velocidade de soldagem e a velocidade de solidificação.

A forma como ocorre a solidificação da zona fundida após o resfriamento da região tem grande influência na qualidade final da junta soldada. Um dos principais aspectos a serem considerados é a morfologia dos grãos metálicos resultantes, esta vai ter influência direta na susceptibilidade a defeitos, assim como no comportamento mecânico da junta soldada (Dong, 2009).

Na Figura 4 se apresentam os perfis isotérmicos da poça de fusão no processo TIG para quatro diferentes cordões. Dependendo dos parâmetros de soldagem para o presente estudo, velocidade e corrente de soldagem, os formatos se vêm modificados. A poça produzida com as condições de soldagem no nível baixo, Figura 4(A), apresentou um formato elíptico com elongação no eixo vertical. Já poça de fusão, formado com parâmetros de soldagem com uma corrente de 250 A e uma velocidade 2 mm/s, mostrada pela figura 4(B), apresenta uma largura excessiva. Como o incremento da velocidade a geometria da poça (Figura 4(C)) apresenta um formato elíptico com elongação no eixo horizontal, sendo este cordão estreito. No caso de alta corrente (Figura 4(D)) o formato se vê modificado apresentando uma forma de gota condição que favorece o aparecimento de defeitos tipo “Humping”.

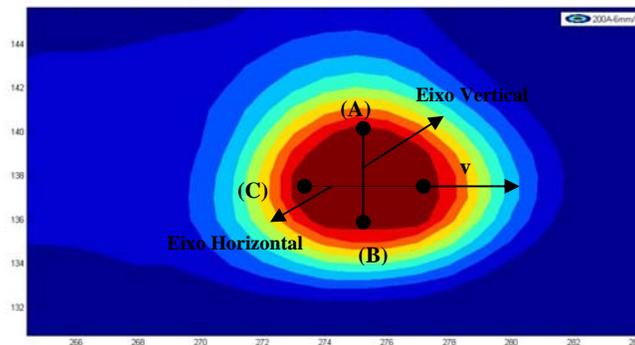


Figura 3. Isotermas que contornam a poça de fusão para um cordão feito com uma corrente de 200A e uma velocidade de 6 mm/s.

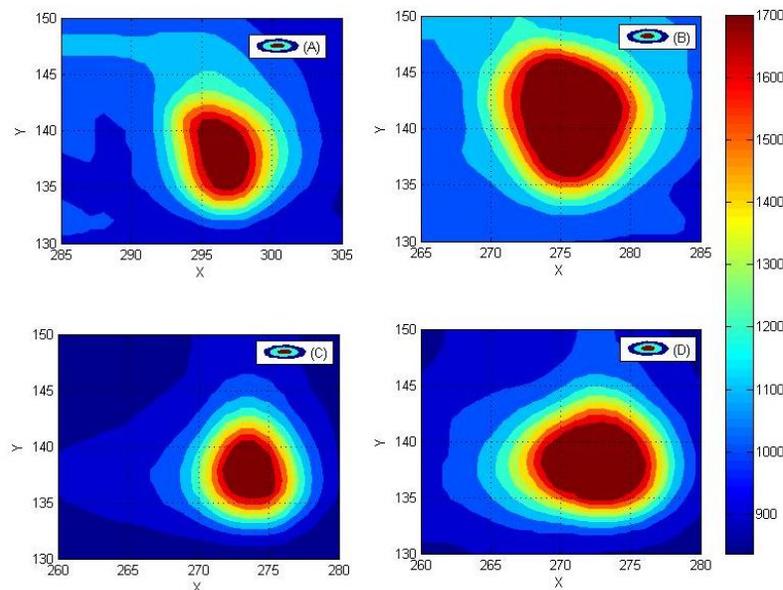


Figura 4. Isotermas da poça de fusão para os cordões feitos com: (A) 150 A – 2 mm/s, (B) 250 A – 2 mm/s, (D) 150 A – 10 mm/s, (E) 250 A – 10 mm/s.

Estudos anteriores (Jorge, 2008; Vedia, 2004; Gimenez, 2004) afirmam que a poça com o formato elíptico é característica da utilização de uma velocidade de soldagem igual à de solidificação. Da mesma forma, a poça em formato de gota é decorrente da utilização de uma velocidade de soldagem maior que a velocidade de solidificação.

Na Figura 5 e Figura 6 se mostra a evolução das isotermas para duas temperaturas de interesse, a temperatura de fusão para o aço a 1400°C e a temperatura da zona termicamente afetada (ZTA) a 727°C (Komanduri et al, 2000). As

análises dos formatos das isothermas em diferentes pontos do processo de soldagem (10, 45, 50, 55 e 90%) indicam uma distribuição de temperatura não-uniforme e transiente, relacionado com o forte aquecimento de certas regiões da chapa que esta sendo soldada, enquanto que o restante desta permanece a temperaturas bem inferiores, sendo mais evidente no cordão com maior aporte térmico (250 A e 2 mm/s) (Figura 5(B) e Figura 6(B)), que apresenta um resfriamento mais lento. Na presença de defeitos tipo Humping, além do alongamento da poça de fusão no eixo horizontal, o sistema no meio do processo detecta dois formatos, que permanecem até o final do processo (Figura 6(D)).

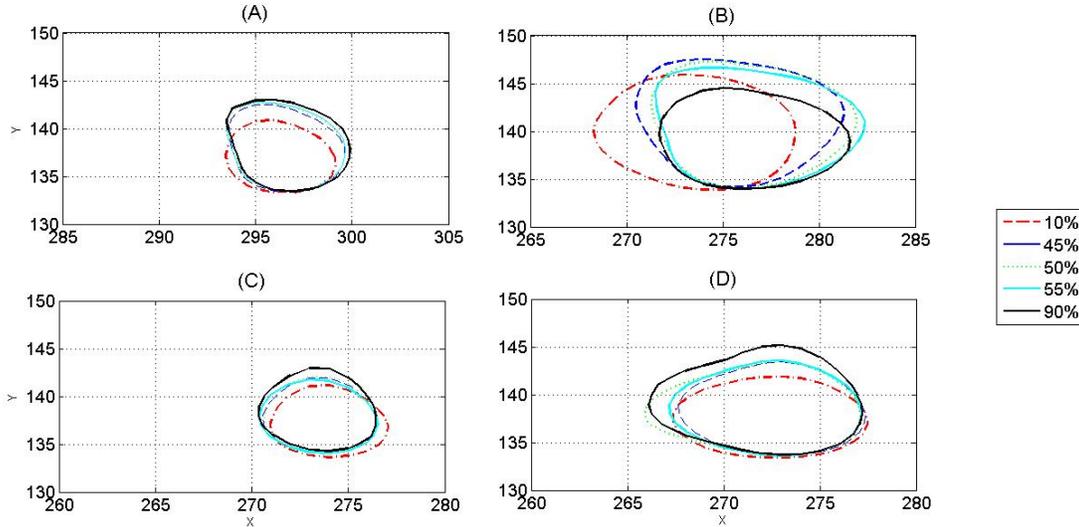


Figura 5. Isotherma de 1470°C para a poça de fusão de cordão: (A) 150 A – 2 mm/s, (B) 250 A – 2 mm/s, (D) 150 A – 10 mm/s, (E) 250 A – 10 mm/s.

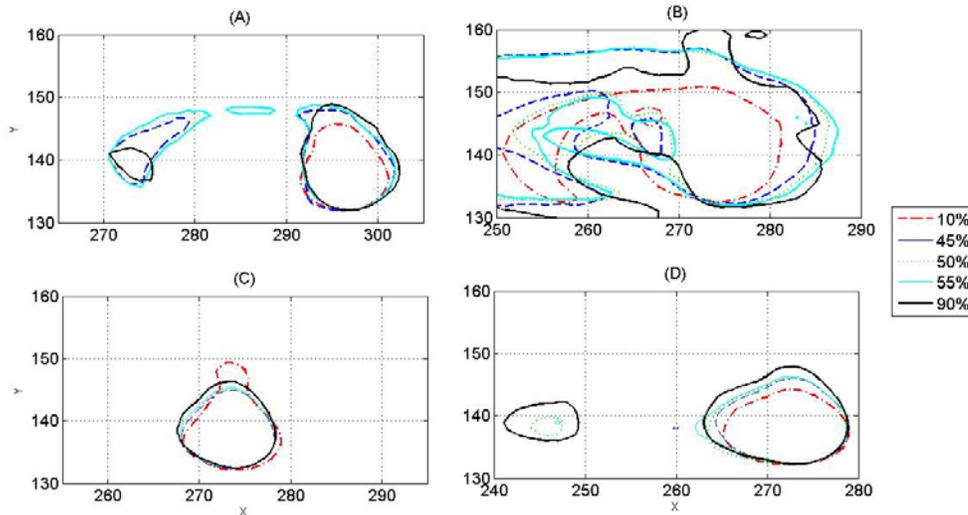


Figura 6. Isotherma de 727°C para a poça de fusão de cordão: (A) 150 A – 2 mm/s, (B) 250 A – 2 mm/s, (D) 150 A – 10 mm/s, (E) 250 A – 10 mm/s.

Com a finalidade de quantificar as variações no formato das isothermas ao longo do comprimento do cordão, foi feito um algoritmo de processamento de imagens no Matlab que permite quantificar a área e as dimensões das isothermas escolhidas para cada um dos cordões feitos no transcurso do processo. Esta informação foi tabulada para posteriormente ser graficada (ver Figura 7).

Na figura 7 pode se observar o efeito dos parâmetros de entrada (velocidade – corrente de soldagem) no formato da poça de fusão, tendo a velocidade uma influencia significativa na largura. Uma poça de fusão com baixa corrente apresenta menor comprimento dos eixos vertical e horizontal comparado com a poça de maior corrente apresentado padrões repetíveis e regulares. Na Figura 7 (A), Figura (B) e Figura (C) o eixo vertical é maior em comprimento em comparação com o eixo horizontal indicio de uma geometria elíptica. No caso de um cordão que apresenta Humping (Figura 5(D)), se observa unos sobressaltos na dimensão do eixo horizontal associado com as discontinuidades no

cordão. Estes resultados concordam com o trabalho original feito pelo Rosenthal onde conclui que (i) um incremento na densidade de corrente afeta a zona termicamente afetada sem mudanças na forma das isoterma, (ii) a velocidade de soldagem afeta a forma das isoterma, (iii) uma alta velocidade de soldagem alonga as isoterma e (iv) a difusão de calor do material é maior quando a forma das isoterma é circular, caso que não se apresenta para os testes feitos (Komanduri R. et al, 2000).

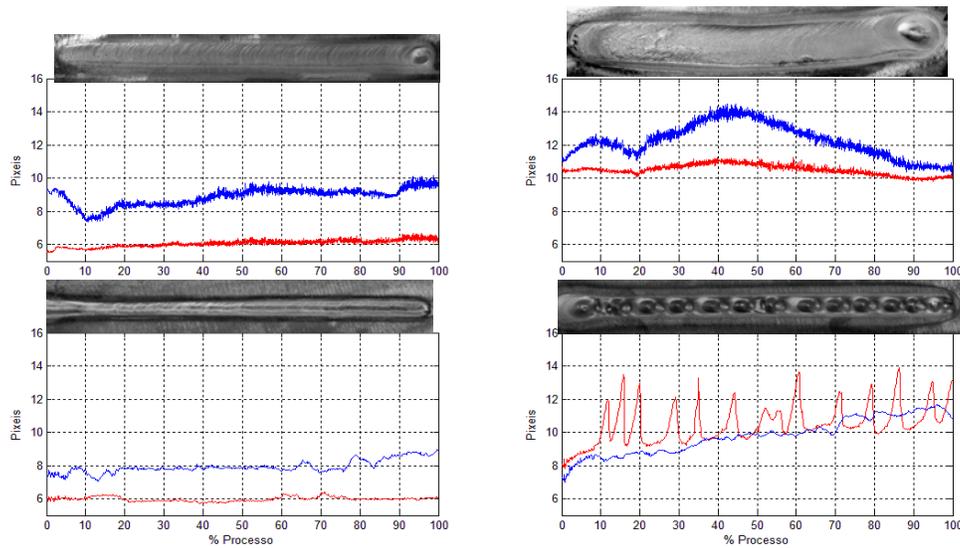


Figura 7. Variações no comprimento dos eixos vertical (linha azul) e horizontal (linha vermelha) para os cordões feitos com: (A) 150 A – 2 mm/s, (B) 250 A – 2 mm/s, (D) 150 A – 10 mm/s, (E) 250 A – 10 mm/s.

Considerando o arco como um eficiente transdutor de energia onde a energia elétrica é convertida quase que totalmente em calor, foi feita uma análise das variações dinâmicas dos sinais elétricos (corrente e tensão no arco). Estas variações se mostram na Figura 8, para cada uma das soldas obtidas. Deve-se considerar que as variáveis não agem especificamente de forma independente, havendo forte interação entre elas.

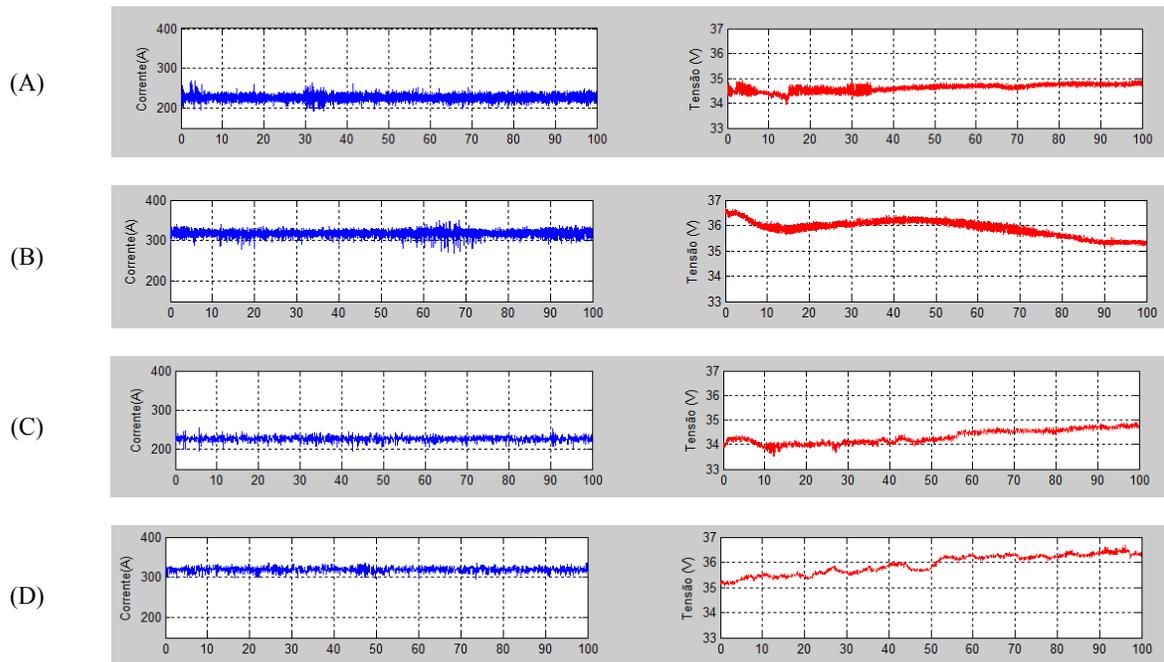


Figura 8. Os sinais de corrente e tensão no arco para os cordões feitos com: (A) 150 A – 2 mm/s, (B) 250 A – 2 mm/s, (D) 150 A – 10 mm/s, (E) 250 A – 10 mm/s.

Segundo Modenesi (2009), a corrente de soldagem (I) tem uma relação direta com a quantidade de calor transferido para a peça, sendo, portanto uma variável fundamental para determinar a quantidade de fusão no metal de base e a penetração da solda. Por outro lado, a tensão tem um menor efeito na penetração, pois variações desta causam maiores efeitos na coluna do arco cujo calor gerado é transmitido principalmente na direção radial. Em este sentido podem ser correlacionados os formatos obtidos da poça de fusão com as variações na tensão.

Pela análise metalográfica (macrografia) estudaram-se os perfis dos cordões de solda medindo a penetração, a largura e largura da ZTA das soldas obtidas (Tabela 2). Uma maior profundidade de penetração do cordão de solda foi verificada com o aumento do aporte térmico, associado ao emprego de valores crescentes de amperagem, o arco torna-se mais quente, penetrando mais profundamente e fundido mais metal de base. A corrente afeta também a tensão do arco, sendo que para um mesmo comprimento de arco, um aumento na corrente causará um aumento na tensão do arco que afeta diretamente a largura da poça.

A velocidade de avanço afeta a penetração e a largura no processo, sendo esta última, porém, muito mais afetada. Este parâmetro é importante em termos do custo do processo. Entretanto, muitas vezes, a velocidade torna-se apenas uma consequência a partir da definição de padrões de qualidade e uniformidade (Bracarense, 2000). Os resultados indicam que a largura do cordão de solda diminuiu quando houve o aumento da velocidade de soldagem.

Tabela 2. Medições de penetração e largura obtidas para os testes feitos.

Corrente (A)	Velocidade (mm/s)	Penetração [P] (mm)	Largura [L] (mm)	Zona termicamente afetada [ZTA]	Fator de forma [P/L]
150	2	2.09	6.33	2.82	0.33
250	2	3.11	11.88	2.99	0.26
150	10	0.87	5.32	0.85	0.16
250	10	“Humping”.			

4. CONCLUSOES

As características observáveis dos perfis térmicos da poça de fusão obtidos no presente estudo descrevem a dinâmica dos fenômenos de fusão e solidificação que acontecem no processo de soldagem GTAW, permitindo ter indicações das alterações na distribuição de temperatura durante a soldagem associadas às formações irregulares tipo “Humping”, e que representam um dos maiores problemas em termos de produtividade. No caso de soldas com condições estáveis, o formato das isotermas na poça de fusão apresenta padrões repetíveis e regulares tanto em área como em comprimento dos eixos vertical e horizontal.

O monitoramento de variáveis elétricas ao longo do tempo, não esta aportando informação suficiente na determinação em tempo real de defeitos tipo Humping, razão pela qual o sistema de infravermelho constitui-se uma potente técnica das análises não destrutivas de processos de soldagem por fusão.

Resultados indicam que variáveis como a corrente e a velocidade de soldagem são parâmetros que permitem fazer um estudo de otimização do processo GTAW, na procura de um nível de qualidade ao menor custo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao CAPES pelo apoio financeiro,

6. REFERÊNCIAS

- Al-Karaw, J., 2004, "Application of Infrared Thermography to the Analysis of Welding Processes" - Magdeburg, Germany: Institute of Fluid Dynamic and Thermodynamis Otto-Von Guericke University.
- Bracarense, A. Q., 2000, " Processo de Soldagem TIG-GTAW" - Belo Horizonte : Universidade Federal de Minas Gerais- Escola de Engenharia. Pós-Graduação Engenharia Mecânica.
- Bzymek A., Czuprynk A., Fidali M., Jamrozik W. and Timofiejczuk A., 2008. "Analysis of images recorded during welding processes" . In 9th International Conference on Quantitative InfraRede Thermography. - Krakow, Poland: [s.n.], 2-5 de July.
- Camilleri, D., Gray T., Comlekci T., 2004, "Use of Thermography to Calibrate Fusion Welding procedures in Virtual Fabrication Applications". In: Infra Mation 2004 Proceedings.

- Chin, B. A., 1992, "Weld Penetration and Defect Control." - Auburn : Department of Mechanical Engineering.
- Cho, M. H. 2006, "Numerical Simulation of Arc Welding Process and Its Application" - Ohio : The Ohio State University.
- Dong, T. L., 2009, "Solidificação no Metal de solda". - <http://www.ebah.com.br/solidificacao-em-metais-de-solda-relatorio-pdf-a15889.html> Acesso 10 nov 2009.
- Farson, D. and Richardson, R., 2001, "Weld Penetration Control System Design and Testin". In: Journal of Manufacturing Systems. Vol. 19, No.6.
- Felizardo, I., Bracarense A. Q., 2010. "Estudo da viabilidade da automação de processos de soldagem." - 17 de março de 2010. - <http://www.infosolda.com.br/download/15dbp.pdf>.
- Figueiredo, K. M., 2005, "Tecnologia da soldagem" - São Luiz : Centro Federal de Educação Tecnológica do Maranhão, Departamento de Mecânica e Materiais.
- Franco, F. D., 2008, "Monitorização e Localização de Defeitos na Soldagem Tig através do Sensoriamento Infravermelho" - Brasília. : Universidade de Brasília Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Mecânica.
- Gimenes, L., 2004, "Influência dos Parâmetros de Soldagem no Formato da Poça de Fusão, com Relação a Formação da Macro e Microestrutura". - Trabalho apresentado na disciplina Tecnologia de Soldagem do Curso de Pós-graduação, do Depto de Fabricação da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP..
- Huang, R. S., Liu, L. M. and Song G., 2007, "Infrared temperature measurement and interference analysis of magnesium alloys in hybrid laser - TIG welding process". In: Materials Science and Engineering A.- pp. 239-243.
- Jorge, G. D. O., 2008, "Estudo da resistência mecânica e da microestrutura em solda de alumínio depositadas pelo processo MIG com arames ER4043 e ER1100". - Belém : Universidade Federal do Pará Instituto de Tecnologia Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica.
- Komanduri, R. and Hou, Z. B., 2000, "Thermal Analysis of the Arc Welding Process: Part I. General Solutions". In: Metallurgical and Materials Transaction B. December . - Vol. 31B. - pp. 1352-1370.
- Lima, E. J., Castro C. A. C., Bracarense A. Q., Campo M. F. M., 2005, "Determinação da Relação entre Parâmetros de Soldagem, Largura da Poça e Aspecto do Cordão de Solda Utilizando Câmera de Alta Velocidade". In: soldagem Inspection- Out/Dez . - pp. 182-189.
- Machado, I. G., 2000, "Condução do Calor na Soldagem: Fundamentos & Aplicações" - Porto Alegre : Imprensa Livre.
- Modenesi, P. J., 2009, "Introdução à Física do Arco Elétrico e sua Aplicação na Soldagem dos Metais."- Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais - Dpt. de Engenharia Metalúrgica e de Materiais.
- Nagarajan, S., Banerjee P., Chen, W. and Chin, B. A., 1992, "Control of the Welding Process Using Infrared Sensors." In: IEEE transactions on Robotics and Automation. - february - Vol. 8.
- Plotnikov, Y. A., Winfree, W. P., 2004, "Advanced Image Processing for Defect Visualization in Infrared Thermography." NASA Langley Research.
- Richetti, A., Silva, H. R. da, Grotelaars, P. J., Oliveira, O. M., 2003, "Soldagem A-TIG: Efeito da Composição do Fluxo e Desenvolvimento de uma Nova Metodologia para a Aplicação da Camada de Fluxo Ativo." 13 POSMEC - Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica-UFU.
- Sicard, P. and Levine, M. D., 1988, "An Approach to an Expert Robot Welding System" In: IEEE Transaction on Systems, man and Cybernetics. - March/April . - 2 : Vol. 18.
- Vedia, L. A. D., 2004, "Introducción a la Metalurgia de la Soldadura.", Metalurgia Activa Universidad de Santiago de Chile. - 2004. - 9 de Fevereiro de 2010. - <http://metalurgiaactiva.blogspot.com/2009/10/introduccion-la-metalurgia-de-la.html>.
- Venkatraman, B., Menaka, M., Vasudevan, M. and Raj, B. 2006, "Thermography for Online Detection of incomplete Penetration and Penetration Depth Estimation." 12 th A- PCNDT 2006 - Asia Pacific Conference on NDT. - Auckland, New Zealand
- Vieira, L.C., Bezerra, A. C., Rade, D. A., 2005, "Modelagem Térmica do Processo de Soldagem TIG Via Elementos Finitos. XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica. - Ilha Solteira : [s.n.], 22-26 de agosto.
- Wikle, H. C., Chen, F., Nagarajan, S. and Chin, B. A., 1998, "Survey of Infrared Sensing Techniques for Welding Process Monitoring and Control". In: Journal of the Chinese Institute of Engineers. - 6 : Vol. 21. - pp. 645-657.

7. DIREITOS AUTORAIS

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

STUDY OF INFLUENCE OF SPEED AND WELDING CURRENT IN GEOMETRY WELD POOL AND EMERGENCE OF "HUMPING" TIG PROCESS

Ana María Guzmán Palacios, amguzmanp@un.br¹
Sadek Crisóstomo Absi Alfaro, sadek@unb.br¹

¹ Universidade de Brasília, Departamento de Mecânica/ Faculdade de Tecnologia, Campus Universitário Darcy Ribeiro
- 70.910-900 - Brasília - DF - BRASIL

Abstract. *Productivity in the process of TIG welding can increase by increasing speed and welding current. This strategy is limited by the presence of discontinuities in the weld bead. The purpose of this paper is to study the influence of speed and welding current on the geometry of the weld pool and the appearance of "Humping" by infrared images. The post-processing of images allowed obtaining the geometry of the isotherms of the weld pool, which they have changed along with the change of welding parameters. With the increase of speed and welding current, the geometry of initially elliptical isotherms tends to stretch, take up to a teardrop shape associated with the appearance of discontinuities in the weld bead. Besides this, with images of weld pool profiles obtained were determined in line to be correlated with measures of penetration and width of the strings obtained. Results indicate that the infrared vision system can be used to develop a control law for the automation of welding processes and therefore helping to increase the productivity of Brazilian industry.*

Keywords: *Humping; Infrared Thermography; isotherms; TIG; Weld Pool.*