

INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA DA FERRAMENTA E DAS PROPRIEDADES DE LIGAS DE ALUMÍNIO NA QUALIDADE DAS SOLDADURAS POR *FRICITION STIR WELDING*

Neves Manuel ^{1,2}, Daniel Beltrão¹, Rui Leal^{1, 3}, Ivan Galvão^{1, 4}, José Domingos ¹ & Altino Loureiro¹

¹ Universidade de Coimbra, CEMMPRE, Departamento de Engenharia Mecânica, Portugal, rui.leal@dem.uc.pt, ivan.galvao@dem.uc.pt, jose.domingos@dem.uc.pt; altino.loureiro@dem.uc.pt

² Escola Superior Politécnica do Namibe, Universidade Mandume Ya Ndemofaio, Angola, uc2013112368@student.uc.pt

³ LIDA-ESAD.CR, Instituto Politécnico de Leiria, Portugal

⁴ ISEL, Área Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Politécnico de Lisboa, Portugal

RESUMO

O estabelecimento de juntas T entre ligas de alumínio de séries diferentes tem grande importância no caso de estruturas com elevada rigidez, mas com peso reduzido. O processo de soldadura Friction Stir Welding (FSW) apresenta elevado potencial para esta tarefa. O objetivo deste trabalho é investigar a influência da geometria da ferramenta, das propriedades dos materiais e de parâmetros do processo na qualidade de soldaduras FSW dissimilares. A qualidade das soldaduras foi investigada com base na análise da evolução da força axial, binário e ciclo térmico gerado durante a soldadura, bem como na resistência mecânica e sanidade das mesmas. A utilização de ferramentas com pino progressivo, independentemente da posição relativa dos materiais base (placa ou reforço), requer maior força axial da ferramenta, maior rácio velocidade de rotação sobre velocidade de avanço da mesma e maior binário, mas proporciona soldaduras sem defeitos, ao contrário das ferramentas de pino simples.

Palavras-chave: *Friction Stir Welding* / Ligas de alumínio / Juntas em T / Morfologia/ binário/ propriedades mecânicas

1. INTRODUÇÃO

As ligas de alumínio são soldadas geralmente pelos métodos de fusão, como o TIG, MIG ou laser, mas apresentam defeitos e alterações indesejáveis na microestrutura e propriedades mecânicas. O processo FSW tem potencial para resolver a maior parte destes problemas (Thomas et al., 1991). Recentemente, os parâmetros força axial e binário têm sido usados no controlo de qualidade das soldaduras produzidas por FSW, pois estão associados ao calor gerado no processo (Lambiase et al., 2018). O objetivo deste trabalho é investigar a influência da geometria da ferramenta e das propriedades dos metais base na qualidade das soldaduras, através da análise dos valores médio do binário e temperaturas desenvolvidas durante o processo.

2. DESCRIÇÃO

As propriedades mecânicas das ligas analisadas estão resumidas na Tabela 1. Foram realizadas duas séries de soldaduras, na configuração em T, uma usando a AA6082 como placa e a AA5083 como reforço, designada 65, e o contrário, designada 56. Foram usadas ferramentas com pino cónico roscado (CR), piramidal (P), cónico roscado progressivo (CRP)

e piramidal progressivo (PP), com velocidades de avanço de 60 e 120 mm/min, enquanto a velocidade de rotação de 500 rpm foi mantida constante. Todas soldaduras foram produzidas em controlo de posição. Após a realização das soldaduras, procedeu-se à sua caracterização através de análise metalográfica e ensaios de microdureza, tração e fadiga. Os resultados foram relacionados com binário e ciclos térmicos desenvolvidos durante a soldadura.

Tabela 1 – Propriedades mecânicas das ligas de alumínio

Ligas	Tensão limite de elasticidade (MPa)	Resistência à tração (MPa)	Alongamento (%)	Dureza Vickers (HV _{0,2})
AA5083-H111	158	276	10,4	83,5
AA6082-T6	288	321	8,6	116

Foi possível obter soldaduras sem defeitos na série 56, usando a ferramenta cônica roscada progressiva, independente da velocidade de avanço, conforme mostra a Fig.1(a). Para as outras condições de soldadura ocorreu a formação de defeitos. A Fig.1(b) mostra a influência da geometria da ferramenta no binário, para velocidades de 60 e 120 mm/min. Observa-se um aumento do valor médio do binário com aumento da velocidade de avanço, independentemente da geometria da ferramenta usada. Além disso, os maiores binários e temperaturas são obtidos para ferramentas de pino progressivo. O posicionamento relativo das ligas não influenciou significativamente a evolução dos binários. Os perfis de microdureza foram influenciados principalmente pela série de liga posicionada na placa, conforme Fig.1(c).

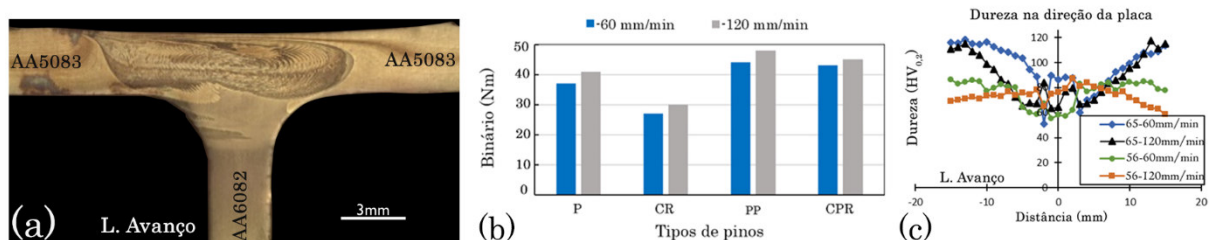


Fig. 1 – Caracterização das soldaduras: (a) macrografia da série 56CRP; (b) influência da geometria da ferramenta no binário; (c) perfil de microdureza das séries 65CR e 56CR

3. CONCLUSÕES

Uma análise conjugada entre o efeito da geometria do pino e a posição relativa do material foi feita com base na observação do comportamento do binário e da temperatura. Foi possível concluir que o binário e a temperatura atingida são influenciados pela geometria da ferramenta, mas relativamente independentes do posicionamento relativo dos materiais base. Binário e temperatura mais elevada foram obtidas para ferramentas de pino progressivo (roscado ou piramidal), independentemente da série 65 ou 56.

REFERÊNCIAS

- Lambiase, F., Paoletti, A., & Di Ilio, A. (2018). Forces and temperature variation during friction stir welding of aluminum alloy AA6082-T6. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 99(1–4), 337–346. <https://doi.org/10.1007/s00170-018-2524-6>
- Thomas, W. M., Nicholas, E. D., Needham, J. C., Murch, M. G., P., T., & Dawes, C. J. (1991). *International Patent Application No. PCT/GB92/02203 and GB Patent Application No. 9125978.8.*