

Caracterização microestrutural de superligas de Co para a Produção de Ferramentas para Soldagem por Atrito com Pino Não Consumível

Pesquisador responsável: André Paulo Tschiptschin

Unidade: Grupo de Caracterização e Processamento de Metais – CPM
LNNano - Laboratório Nacional de Nanotecnologia – CNPEM

1 INTRODUÇÃO

A soldagem por Atrito com Pino Não Consumível (SAPNC), conhecido em inglês como *Friction Stir Welding (FSW)*, é um processo de união de materiais no estado sólido usado basicamente para materiais como alumínio, cobre, magnésio e suas ligas. Este processo evita vários problemas observados na soldagem por fusão, tais como trincas a frio, porosidade e perda de material por volatilização. Sua viabilidade comercial para ligas com temperatura *liquidus* mais alta, como aços e ligas de titânio ainda necessita de desenvolvimento de ferramentas mais duráveis e com custos de produção menores. A seleção do material e a geometria da ferramenta são critérios fundamentais que afetam dramaticamente o desempenho e a qualidade da junta soldada (RAI et al., 2011).

As ligas à base de cobalto constituídas pelas fases γ/γ' tem suas resistências aumentadas pela precipitação da fase ordenada $Co_3(Al,W)$, que apresenta estrutura $L1_2$ (SATO et al., 2006), ver Figura 1. Park e colaboradores fizeram a soldagem para vários tipos de aço, além de Ti puro e algumas ligas de Ti e de Zr usando ferramentas de superliga à base de Co (Co-Al10-W7,5-Ni40-Cr10-Ta3,0-Co,6-B0,06 % at.) e de NCBP. As ferramentas de nitreto de boro cúbico policristalino (NBCP) fraturaram em todas as amostras quando usadas repetidamente, enquanto que as ferramentas à base de Co resistiram a esses mesmos materiais sem fraturar (HITACHI; MITO; SENDAI, 2011). Observa-se então que as ligas à base de Co com microestrutura γ/γ' são fortes candidatas para serem escolhidas como materiais para produção de ferramentas para FSW, atendem os requisitos necessários para a soldagem de aços, Ti e suas ligas e ligas de Zr e tem custo de produção inferior comparado aos materiais tradicionais (NBCP e W-25%Re).

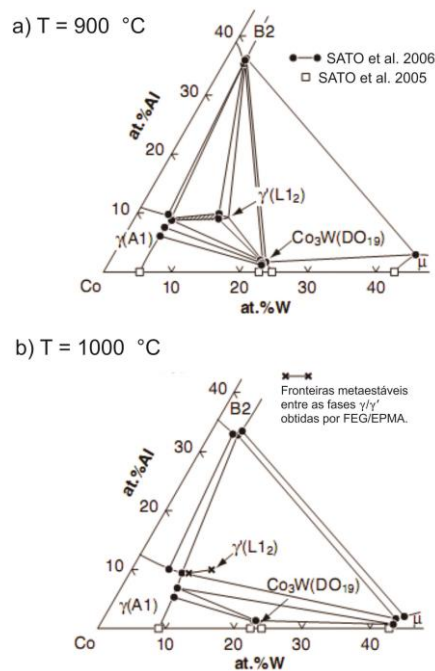


Figura 1 – Seções isotérmicas a 900 e 1000 °C do sistema Co-Al-W. Figura retirada de (SATO et al., 2006).

2 OBJETIVO

A proposta deste trabalho é a caracterização microestrutural e mecânica de ligas de cobalto com potencial de aplicação na produção de ferramentas para equipamentos de soldagem por atrito (FSW). Assim faz-se necessário a determinação correta das temperaturas *solvus* de γ' e de outras fases minoritárias, bem com a avaliação de sua resistência mecânica em temperaturas elevadas. As ligas são baseadas nos resultados apresentados por (PARK et al., 2012) que produziu e testou uma ferramenta para FSW à base de Co com composição de Co-Al₁₀-W_{7,5}-Ni₄₀-Cr₁₀-Ta_{3,0}-C_{0,6}-B_{0,06} (%at.).

3 METODOLOGIA

As ligas estudadas neste projeto são baseadas nos resultados apresentados na patente publicada por (HITACHI; MITO; SENDAI, 2011). As composições das ligas a serem avaliadas são mostradas na Tabela 1. No presente trabalho foram variadas as quantidades de Ni (30 – 50 %at.) e foi realizada a substituição total de Ta pelo Nb com o objetivo de avaliar a variação da temperatura γ' - *solvus* e da dureza das ligas projetadas.

A temperatura *solvus* das ligas será estudada por técnica de calorimetria diferencial (DSC) da Netsch e a dureza avaliada em equipamento LECO com possibilidade de realizar mapeamento de valores de dureza ao longo da microestrutura.

Tabela 1 – Composição química (% at.) das ligas que serão estudadas no presente projeto

Ligas	Composição química (% at.)								
	Co	Ni	Al	W	Ta	Cr	Nb	B	C
(HITACHI; MITO; SENDAI, 2011)	Bal.	30 - 50	10	7,5	3	10	-	0,06	0,6
1	Bal.	30	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6
2	Bal.	40	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6
3	Bal.	50	10	7,5	-	10	3,0	0,06	0,6

3.1 Caracterização microestrutural das ligas à base de Co

O estudo microestrutural que será realizado neste trabalho terá como objetivos principais:

- (1) Medir a fração volumétrica da fase γ' e de outras fases minoritárias, bem como, estimar as composições químicas destas fases;
- (2) Medir as variações das composições dos elementos entre a matriz γ , γ' e as fases minoritárias (carbonetos/boretos);

Para tanto, será necessário a utilização de microscópios eletrônicos de varredura e de transmissão. A estrutura do LNNano (Laboratório Nacional de Nanotecnologia) conta com equipamentos de última geração no que diz respeito a técnicas de microscopia. Desta forma toda a caracterização microestrutural será conduzida no LME (Laboratório de Microscopia Eletrônica).

3.2 Medidas de dureza das ligas de Co

Medidas de dureza das ligas serão realizadas nas ligas no estado bruto de fusão e na condição de tratamento térmico. Resultados preliminares indicam que as ligas com de maior dureza foram as ligas com 40 % at. de Ni tratada termicamente e a de 50 %at.Ni. Entretanto, a condição de tratamento estudada na dissertação de (SALGADO, 2013) 1150 °C por 168 h foi definida empiricamente. Neste trabalho as condições de tratamento térmico serão discutidas a partir dos experimentos de DSC e da observação minuciosa das microestruturas das amostras após os tratamentos.

REFERÊNCIAS

HITACHI; MITO; SENDAI – (Japan). Seunghwan Park, Satoshi Hirano, Shinya Imano, Jun Sato, Hiroyuki Kokawa, Yutaka Sato, Kiyohito Ishida, Toshihiro Omori. **Friction stir tool**. Patent Number (US 2011/0062214 A1), 17 Mar. 2011

PARK, S. H. C. et al. Friction-Stir Welding of High-Softening-Temperature Materials using Cobalt-Based Alloy Tool. **Materials Science Forum**. v. 706-709, p. 996-1001, 2012.

RAI, R. et al. Review: friction stir welding tools. **Science and Technology of Welding and Joining**, v. 16, n. 4, p. 325-342, 2011.

SALGADO, M. V. S. **Processamento e caracterização de ligas do sistema Co-Al-W-Ni-Cr-(Nb,Ta)-C-B visando aplicação como material de ferramenta para soldagem por atrito**. 2013. 49 f. Exame de qualificação – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais (DEMAR - Departamento de Engenharia de Materiais), Escola de Engenharia de Lorena, Universidade de São Paulo, 2013.

SATO, J. et al. Cobalt-Base High-Temperature Alloys. **Science**, v. 312, p. 90-91, 2006.