

ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS CERÂMICAS VIA PROCESSAMENTO COLOIDAL EM INTERMETÁLICOS NIAL PARA PROCESSAMENTO *IN-SITU* POR PLASMA POR ARCO TRANSFERIDO (PTA)¹

Letícia Maria Neves², Danielle Bond³

¹ Vinculado ao projeto “Estudo do Processamento de Ligas Metálicas com Nanopartículas Utilizando Plasma por Arco Transferido (PTA) para Manufatura Aditiva”

² Acadêmica do Curso de Engenharia Mecânica – CCT – Bolsista PROIP/UDESC

³ Orientadora, Departamento de Engenharia de Produção e Sistema – CCT – danielle.bond@udesc.br

Materiais expostos a altas temperaturas estão sujeitos a processos corrosivos, assim busca-se reduzir a sua deterioração melhorando sua resistência a oxidação e propriedades mecânicas. Um método para o controle de desgaste e corrosão é por meio da aplicação da técnica de *hardfacing* que pode ser realizada pelo processo de soldagem Plasma por Arco Transferido (PTA). No PTA o arco voltaico é utilizado para fundir tanto o substrato como o material de adição na forma de pó, o qual é conduzido até o arco voltaico por meio de um gás de arraste, formando o depósito soldado. Sua principal vantagem está na forma do material de adição em pó, visto que possibilita a mistura de diferentes materiais, como Ni e Al que quando inseridos podem produzir compostos *in situ*, como o intermetálico β -NiAl (BRUNETTI, 2020). Os intermetálicos possuem alto ponto de fusão, baixa densidade, maior módulo de Young e excelente resistência a oxidação. As desvantagens do NiAl incluem baixa tenacidade e resistência à fratura à temperatura ambiente, e resistência mecânica e fluência inadequadas em altas temperaturas (MIRACLE e DAROLIA, 2000). A formação de um material compósito por meio da inserção de partículas de reforço na matriz do intermetálico também podem otimizar as propriedades em altas temperaturas. Quando inseridas nanopartículas formam-se nanocompósitos. A interação com nanopartículas oferece melhora nas propriedades mecânicas, elétricas, ópticas e térmicas que estão relacionadas à redução do tamanho da partícula que acarreta o aumento da razão entre a área da superfície e volume de partículas que altera o comportamento da partícula (YOKOYAMA, 2018). Castillo (2020) adicionou nanopartículas de WC ao NiAl para deposição PTA, contudo, a formação do intermetálico NiAl foi prejudicada, provavelmente devido a impregnação do WC (NPs) na superfície dos pós de Ni, decorrente da forma de inserção do pó nanocerâmico na mistura de pós Ni e Al. Durante a fusão por PTA pode ter ocorrido a formação de um filme líquido de WC ao redor do pó de Ni, prejudicando a formação *in situ* dos intermetálicos. Uma forma de inserção de nanopartículas que evitaria esse comportamento é a inserção das nanopartículas por meio de portadores produzidos por processamento coloidal, que consiste na suspensão de pós cerâmicos em líquido. Portanto, o objetivo desse trabalho é propor uma metodologia para produzir portadores de WC (NPs) em partículas de Ni via processamento coloidal seguido por sua homogeneização em mistura de pós elementares de Ni e Al para posterior deposição por PTA visando a formação *in situ* de intermetálicos NiAl nanoestruturados. O portador metal-nanocerâmica Ni-WC (NPs), será produzido por suspensão coloidal (HERNÁNDEZ, *et al.*, 2005). A quantidade de nanopartículas de WC inseridas resultará em um portador com 98wt% de Ni e 2wt% de WC que será produzido por duas técnicas: (i) colagem de barbotina e (ii) colagem de barbotina + moagem de alta energia

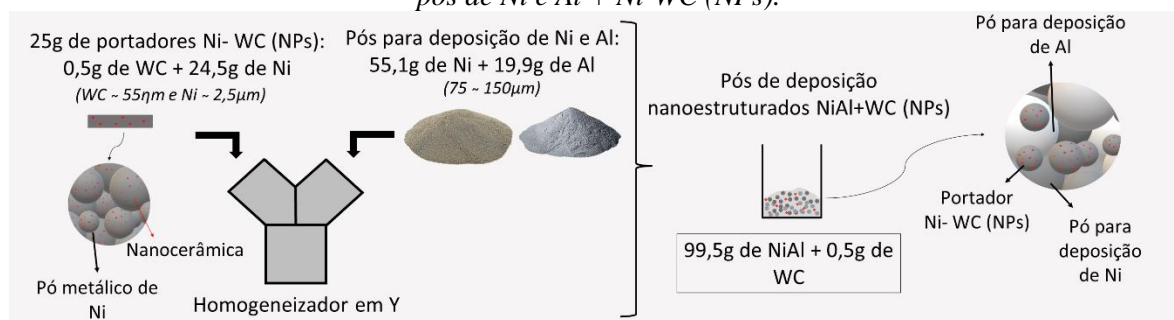
(MAE). Posteriormente esses portadores serão homogeneizados com o pó para deposição PTA de Ni e Al (75~150 μ m) em misturador Y. A composição dessa mistura foi determinada objetivando uma razão Ni/Al de 1,84 (%at) que resulta na formação de intermetálicos *in situ* NiAl em depósitos sem trincas e poros (BRUNETTI, 2012; CASTILLO, 2020). Destaca-se aqui que para manter a esta razão atômica deve-se levar em consideração que o Ni provirá tanto do pó de deposição quanto do portador, uma vez que quantidade de Ni no portador apesar de baixa pode influenciar as fases dos intermetálicos formadas *in situ*. Neste contexto, a metodologia proposta prevê 03 condições de mistura de pós para utilização no PTA: (i) sem nanopartículas; (ii) com 0,5 (wt%) NPs; (iii) 1,0 (wt%) NPs. A Tabela 1 resume as quantidades de nanopartículas, portadores e pós para deposição. Para melhor visualização da metodologia proposta, a Figura 1 evidencia as etapas de produção da Mistura 2, com portadores com 0,5 (wt%) WC (NPs).

Tabela 1. Composição química em peso dos pós para formação *in situ* de β -NiAl por PTA (Ni/Al= 1,84at%).

| Mistura' | | Portadores de Ni + WC (NPs) (g) | | Portador (g) | Portador + Ni (g) | | Ni (g) | Al (g) |
|----------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------|--------|
| M1 | 100% NiAl | Ni (~2,5 μ m) | WC (55 η m) | 0 | Ni (~2,5 μ m) | Ni (75~150 μ m) | 80 | 20 |
| | | 0 | 0 | | 0 | 80 | | |
| M2* | 99,5wt% NiAl + 0,5wt% WC (NPs) | Ni (~2,5 μ m) | WC (55 η m) | 25 | Ni (~2,5 μ m) | Ni (75~150 μ m) | 79,6 | 19,9 |
| | | 24,5 | 0,5 | | 24,5 | 55,1 | | |
| M3* | 99wt% NiAl + 1,0 wt% WC (NPs) | Ni (~2,5 μ m) | WC (55 η m) | 50 | Ni (~2,5 μ m) | Ni (75~150 μ m) | 79,2 | 19,8 |
| | | 49 | 1 | | 49 | 30,2 | | |

* Misturas M2 e M3 serão realizadas com dois tipos de portadores Ni+WC (NPs): (i) metal- nanocerâmica e (ii) metal-nanocerâmica moído.

Figura 1. Esquematisação da Mistura 2 (79,6g de Ni + 19,9g de Al + 0,5g de WC)para deposição de pós de Ni e Al + Ni-WC (NPs).



Palavras-chave: Intermetálicos, Nanopartículas, Processamento Coloidal.

Referências

BRUNETTI, C. Intermetálicos NiAl processados in-situ por plasma arco transferido: efeito da diluição nas propriedades mecânicas e no comportamento tribológico. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná, 2012.
MIRACLE, D. B.; DAROLIA, R. NiAl and its alloys. In: WESTBROOK, J. H.; FLEISCHER, R. L. Intermetallic compounds, structural applications of intermetallic compounds. Inglaterra: John Wiley & Sons, 2000. p. 55-74.
YOKOYAMA, T. Size effect and properties of nanoparticles. In: NAITO, M.; YOKOYAMA, T.; HOSOKAWA, K.; NOGI, K. Nanoparticle technology handbook. 3. ed. Amsterdã: Elsevier, 2018. p. 30-35.

HERNÁNDEZ, N.; HERENCIA-SÁNCHEZ, A. J.; MORENO, R. Forming of nickel compacts by a colloidal filtration route. *Acta Materialia*, v. 53, n. 4, 2005, p. 919-925.

CASTILLO, H. O. A. de. Efeito da adição de (micro e nano) partículas de carbeto de Tungstênio na síntese, oxidação e estabilidade em alta Temperatura de revestimentos NiAl. 2019. 48 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.