

## **INCORPORAÇÃO DE NANOPARTÍCULAS CERÂMICAS EM PÓS-METÁLICOS PARA SOLDAGEM PTA**

Bruna Cristina dos Santos<sup>1</sup>, Danielle Bond<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Engenharia de Produção e Sistemas – CCT – bolsista PIPES/UDESC

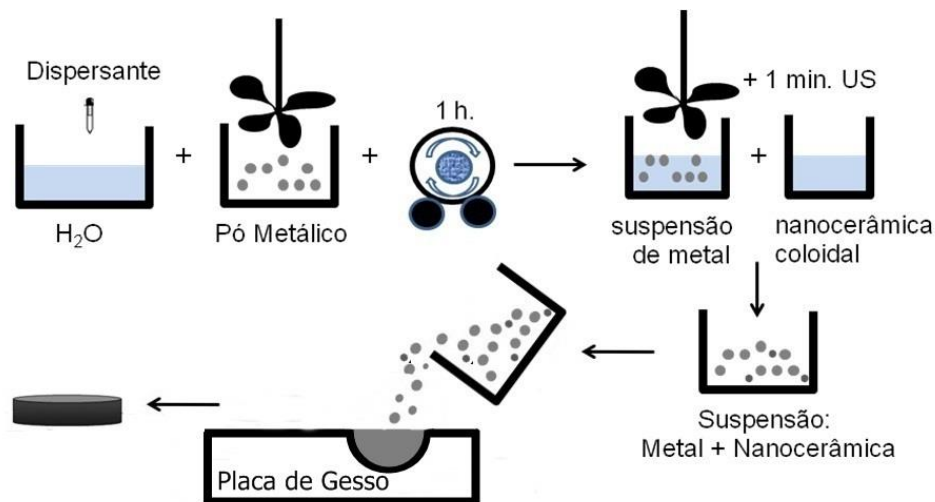
<sup>2</sup> Orientadora, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas – CCT – danielle.bond@udesc.br

Palavras-chave: Plasma por Arco Transferido (PTA). Manufatura Aditiva (MA). Nanopartículas cerâmicas.

Uma técnica para fabricação de componentes é a manufatura aditiva (MA), a qual consiste na deposição de um material metálico, cerâmico ou polimérico, camada por camada utilizando dados de modelos computacionais tridimensionais (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2012; FRAZIER, 2014; SHIRAZI et al., 2015). Essa abordagem evita o desperdício de material associado aos processos convencionais de manufatura, geralmente baseados na remoção de material a partir de um produto semiacabado, considerando que se apresenta com baixa razão *buy-to-fly* (proporção entre a quantidade de matéria-prima inicial e a quantidade desta que ainda está presente no componente acabado), além de dispensar o uso de moldes, ferramentas e periféricos. Outro fator que a diferencia dos demais processos de fabricação é a possibilidade de combinação de diferentes materiais nas camadas, de forma a obter as propriedades desejadas por meio da arquitetura microestrutural, o que é denominado Manufatura Aditiva com Múltiplos Materiais (MAMM) (ALBERTI; SILVA; D'OLIVEIRA, 2014; COTTELEER, 2014; TURICHIN et al., 2015). Convencionalmente, para realizar a deposição, se utilizam processos a laser ou feixe de elétrons porém, esses possuem baixas taxas de deposição e de eficiência energética, assim, para aumentar a produtividade de deposição e suprir a necessidade de processos com maior eficiência energética, uma alternativa é a utilização de processos de soldagem a arco como o plasma por arco transferido (PTA). No PTA o calor é provido por um arco elétrico estabelecido entre a peça a ser soldada e um eletrodo de tungstênio não consumível, seu material de adição é em forma de pó, geralmente dois gases estão presentes, sendo um de plasma e um de proteção, e se apresenta com um arco elétrico estável e de alta intensidade se comparado a processos semelhantes, uma vez que esse é restringido por um bocal constritor. Este processo de soldagem já se mostrou promissor no universo da MA e destaca-se pela grande flexibilidade de materiais que podem ser misturados e depositados, permitindo até mesmo a utilização de nanotecnologia, o que favorece a obtenção de microestruturas e conseqüentemente propriedades diferenciadas que atendem as necessidades requeridas pelos componentes (ALBERTI; SILVA; D'OLIVEIRA, 2014; ALBERTI; BUENO; D'OLIVEIRA, 2015). A mistura de materiais dissimilares, como no caso de matrizes metálicas reforçadas com diferentes tipos de partículas (compósitos), pode resultar em componentes de baixa densidade, alta resistência, baixo coeficiente de expansão térmica e excelente resistência à abrasão, características ideais para atender as necessidades dos ramos aeroespacial, automotivo e microeletrônico, por exemplo. Convencionalmente, como reforço para essas matrizes, utilizam-se partículas cerâmicas, tais como SiC, TiB, WC, na faixa de algumas dezenas a centenas de micrômetros. Por outro lado, apesar de reforçar propriedades importantes do material, o molhamento interfacial entre a cerâmica e a matriz metálica é limitado, fazendo com que a

utilização de partículas maiores gerem fissuração no material, resultando em baixa ductilidade e falhas prematuras dos compósitos. Esse problema pode ser evitado utilizando-se partículas de reforço a níveis nanométricos, formando os materiais conhecidos como nanocompósitos. Os pós metálicos, quando reforçados com nanopartículas, podem apresentar aumento de microdureza média, ductilidade e resistência ao desgaste, além da redução do coeficiente de fricção. Entretanto, essas nanopartículas, devido às forças atrativas de Van der Waals, tendem a se aglomerar, resultando em microestruturas e, conseqüentemente, propriedades irregulares, logo, é necessário encontrar um método de incorporação dessas à matriz que supere esse obstáculo (GU et al., 2014; LAN; YANG; LI, 2004). Neste contexto este PROJETO DE PESQUISA tem como objetivo o estudo da incorporação de nanopartículas cerâmicas em pós-metálicos para deposição com o processo de soldagem PTA, o qual será utilizado para desenvolver técnicas de manufatura aditiva. Nesta etapa do trabalho foram produzidos portadores de nanopartículas de  $ZrO_2$  (1%, 2,5% e 7,5% em volume) em pó de Fe com granulometria entre 2 a 3  $\mu m$  utilizando a rota de processamento coloidal aquosa, Fig. 1. Estes portadores foram incorporados no pó da superliga à base de Co (Stellite 6) com granulometria na faixa de 60 a 120 $\mu m$  utilizado na soldagem PTA, por meio de misturador (formato Y) visando a sua homogeneização. Os pós foram caracterizados por meio fluorescência de raios X e microscopias óptica e eletrônica de varredura de alta resolução (FEG). Pode-se concluir que é possível obter pós com nanopartículas cerâmicas dispersas, para utilização como material de adição no processo de soldagem PTA.

**Fig. 1** Desenho esquemático da preparação de portadores



ALBERTI, E. A.; BUENO, B. M. P.; D'OLIVEIRA, A. S. C. M. Processamento de Ligas de Níquel com Técnica de Manufatura Aditiva Utilizando Plasma por Arco Transferido. *Soldagem & Inspeção*, v. 20, n. 2, p. 137-147, 2015.

ALBERTI, E. A.; SILVA, L. J.; D'OLIVEIRA, A. S. C. M. Manufatura aditiva: o papel da soldagem nesta janela de oportunidade. *Soldagem & Inspeção*, v. 19, n. 2, p. 190-198, 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM F2792 - 12a**: Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies. West Conshohocken, 2012.

COTTELEER, M. J. 3D opportunity for production: Additive manufacturing makes its (business) case. *Deloitte Review*, n.15, 2014.

FRAZIER, W. E. Metal additive manufacturing: a review. *Journal of Materials Engineering and Performance*, v. 23, n. 6, p.

GU, D. et al. Selective laser melting additive manufacturing of TiC/AlSi10Mg bulk-form nanocomposites with tailored microstructures and properties. *Physics Procedia*, v. 56, p. 108-116, 2014.

LAN, J.; YANG, Y.; LI, X. Microstructure and microhardness of SiC nanoparticles reinforced magnesium composites fabricated by ultrasonic method. *Materials Science and Engineering: A*, v. 386, n. 1, p. 284-290, 2004.

SHIRAZI, S. F. S. et al. A review on powder-based additive manufacturing for tissue engineering: selective laser sintering and inkjet 3D printing. *Science and Technology of Advanced Materials*, v. 16, n. 3, 2015.

TURICHIN, G. A. et al. Technological aspects of high speed direct laser deposition based on heterophase powder



1917-1928, 2014.



Seminário de Iniciação Científica  
Universidade do Estado de Santa Catarina

**26° SIC UDESC**

metallurgy. **Physics Procedia**, v. 78, p. 397-406, 2015.

Referências: