

## DESENVOLVIMENTO DE LIGA A BASE DE $Al_2O_3$ -NiO PARA APLICAÇÃO EM PROCESSO DE ASPERSÃO TÉRMICA EM SUPERFÍCIES METÁLICAS.

RAFAEL MAGALHÃES TRIANI<sup>1</sup>; BRUNO SILVEIRA NOREMBERG<sup>1</sup>; MARGARETE REGINA FREITAS GONÇALVES<sup>1</sup>; ANTONIO SHIGUEAKI TAKIMI<sup>1</sup>; CARLOS PÉREZ BERGMANN<sup>2</sup>; SERGIO DA SILVA CAVA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas-rmtriani@gmail.com

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas

<sup>2</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas-sergiocava@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A indústria do petróleo e gás sofre grandes prejuízos financeiros devido ao reparo e perda de equipamentos de origem metálica que estão sujeitos a ação do ambiente de trabalho, como desgaste abrasivo, erosivo e corrosivo. Dessa forma, esse setor investe pesado nos estudos que indiquem novas vias de aumentar a proteção contra essas formas danosas aos equipamentos, aumentando o tempo de vida útil e diminuindo custos com sucessivas manutenções que atrapalhem, por exemplo, a continuidade de um processo de extração do petróleo.

Uma das maneiras é por meio de camadas finas de revestimentos na superfície externa do equipamento, revestimentos que podem ser de origem cerâmica, metálica ou compósita, dependendo da composição dos revestimentos, esses podem proporcionar propriedades de resistência a abrasão, corrosão ou erosão, assim várias composições são estudadas para tentar combinar todas essas propriedades, diminuindo as perdas do setor.

O objetivo desse trabalho foi sintetizar por meio de moagem de alta energia (TAKIMI; ANTONIO, 2004) uma liga de origem cerâmica para revestimento das superfícies metálicas depositadas via aspensão térmica (PAREDES; RAMÓN, 2009). A síntese via moagem de alta energia consiste no atrito constante entre o material de origem e esferas de zircônia em um moinho atritor esquematizado na Figura 1.

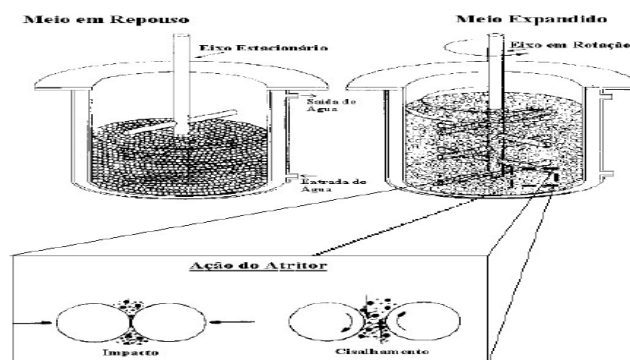


Figura 1: Esquema de um moinho atritor contendo material de partida e esferas.

A técnica de aspersão térmica consiste em um grupo de processos por meio dos quais se deposita, sobre uma superfície previamente preparada, camadas de materiais metálicos ou não metálicos. Nesse processo de aspersão térmica, os materiais depositados são levados a um estado fundido ou semi fundido através de uma fonte de calor gerado no bico de uma pistola apropriada. E logo após a fusão, o material na forma de partículas é acelerado por gases sob pressão contra o substrato que será revestido (PAWLOWSKI; LECH, 2008).

Com a colisão sobre a superfície as partículas deformam-se e aderem ao material base formando camadas. E estas camadas constituídas por pequenas partículas deformadas encontram-se na forma de panquecas em direção paralela ao substrato formando lamelas. A Figura 2 a seguir esquematiza o processo de aspersão térmica.

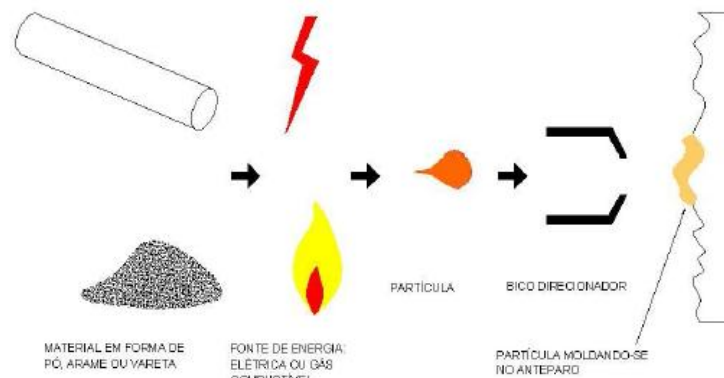


Figura 2: Esquema do processo de aspersão térmica.

## 2. METODOLOGIA

A liga cerâmica foi sintetizada a partir da alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) e nitrato de níquel [ $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ], o material foi dissolvido em uma quantidade determinada de álcool isopropílico e levada ao recipiente do moinho atritor, foram colocadas também, esferas junto ao material numa razão de 3:1. Durante a moagem alguns parâmetros foram estudados e controlados como a velocidade da pá do atritor e o tempo de moagem, porque o material em pó deveria possuir um tamanho de partícula controlado, sendo este de 15 a 45  $\mu\text{m}$  (HVOF) e 75 a 150  $\mu\text{m}$  (Plasma).

Determinado o tamanho exigido para aspersão o material cominuído foi calcinado em diferentes temperaturas (800°, 1000° e 1200°C). Para o estudo das estruturas formadas o material foi caracterizado por meio do DRX e comparadas com o diagrama de fases do composto.

Com o pó moído e calcinado foi feito um teste simples de fluidez, importante para determinar se no momento da aspersão as partículas fluem numa medida em que formam camadas homogêneas e não porosas no substrato. O teste consistiu em colocar o pó num funil e determinar se ele depositava-se e o tempo que isso levava, de acordo com algumas normas.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na etapa de moagem do pó foi determinado os parâmetros de produção do pó, como a razão esferas/material, tempo de moagem e velocidade das pás do moinho. Na Figura 3a abaixo é possível observar o intervalo de tempo que pode ser obtido as partículas com tamanhos entre 15 a 45µm, e que elevados tempos de moagem as variações no tamanho são mínimos e quase constantes. O material foi calcinado e como era de se esperar teve aumento nos seus grãos, ou seja, as partículas aumentaram de tamanho, como mostrado na Figura 3b a seguir:

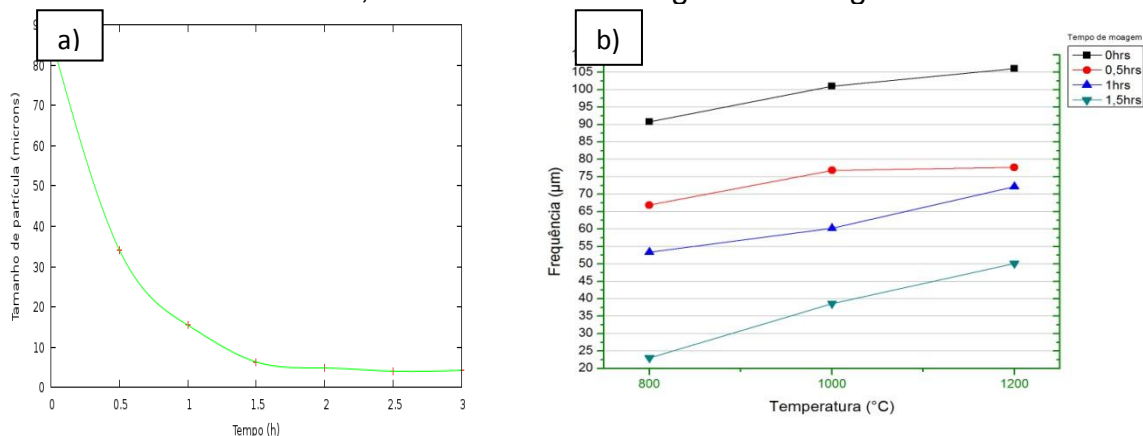


Figura 3: Tamanho de partícula em função do tempo de moagem(a) tamanho de partícula em função da temperatura de calcinação(b)

Os resultados de DRX apontaram as diferentes estruturas encontradas para cada temperatura de calcinação, sendo a estrutura  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-NiO}$  formada a  $1000^\circ\text{C}$  Figura 4, esse composto formado seria aspergido, mas o pó apresentava-se com baixa resistência mecânica. Ou seja, quando passado na peneira suas partículas eram facilmente fragmentadas, esse fato alterava a faixa de tamanho exigida, deixando-as ainda mais menores, aproximadamente  $6\mu\text{m}$ , além da fluidez do pó que não era suficiente. Dessa forma o pó foi sinterizado a  $1600^\circ\text{C}$  adquirindo a resistência e a fluidez desejada, que nessa etapa de sinterização apresentou estrutura  $\text{NiAl}_2\text{O}_4$  como observado no diagrama de fases Figura 5, uma estrutura altamente estável.

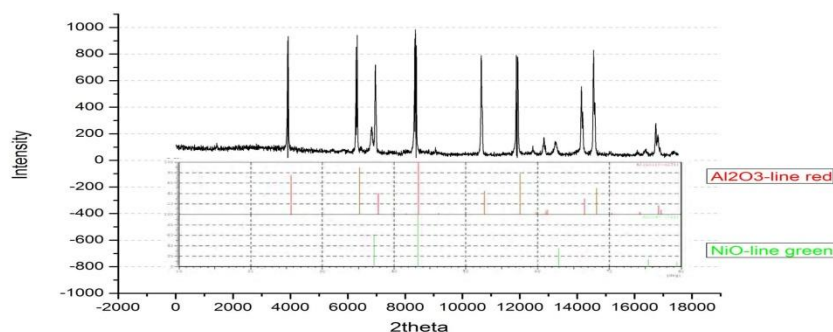


Figura 4: Análise DRX apontando composto  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-NiO}$  formado.

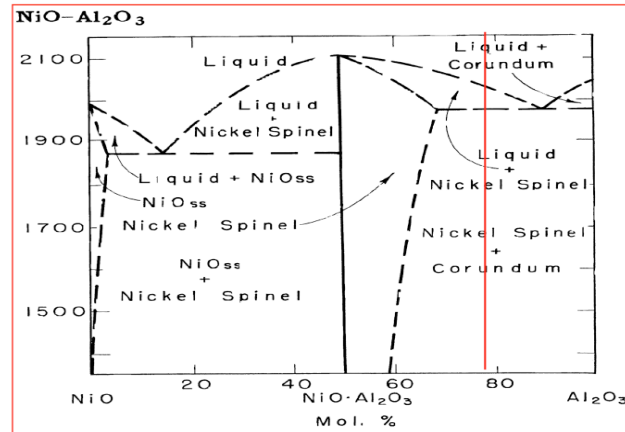


Figura 5: Diagrama de fases Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-NiO %mol.

#### 4.CONCLUSÕES

Nesse estudo conforme observado na bibliografia, diversos parâmetros devem ser controlados durante a moagem de alta energia para se ter o tamanho de partícula desejado, assim como na moagem, parâmetros de calcinação e fluidez do pó devem ser controlados também. Dessa forma é possível sintetizar diferentes ligas cerâmicas de variadas estruturas com a intenção de combinar propriedades de seus componentes para a aspersão térmica em superfícies metálicas.

Outros estudos estão sendo desenvolvidos no grupo para determinar parâmetros ideais para aspergir o material sintetizado, analisando também os corpos de prova para determinar o comportamento do pó depois de aspergido, ou seja, já aderido no substrato. Além de comparar a viabilidade dos processos de aspersão a Plasma e HVOF.

#### 5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

##### Livro

PAWLOWSKI, L. **The science and engineering of Thermal Spray Coatings**. England: John Wiley e Sons, 2008. 2v

##### Dissertação

TAKIMI, A.S. **Obtenção de super ligas NiCrAlY nanoestruturadas por moagem de alta energia e sua aplicação por aspersão térmica hipersônica (HVOF)**. 2004. Dissertação (Mestrado de Materiais)-Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

##### Documento eletrônico

UFPR. **Aspersão Térmica**. Departamento de Engenharia Mecânica, Curitiba-PR, 2009.

Acessado em 10 de Ago. 2012. Online. Disponível em:

<ftp://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TM314/Apresenta%E7%E3o%20Aspers%E3o%20T%E9rmica.pdf>