

## DESENVOLVIMENTO DE LIGA CERÂMICA DE SiC e Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> PARA UTILIZAÇÃO NA TÉCNICA DE ASPERSÃO TÉRMICA

TIAGO GUILHERME IEPSSEN<sup>1</sup>; GIAN FRANCESCO DOS REIS PAGANOTTO<sup>2</sup>; BRUNO NOREMBERG<sup>2</sup>; EDILSON NUNES POLLNOW<sup>2</sup>; RAFAEL TRIANI<sup>2</sup>; MARIA LUYSA KNAPP LABONDE<sup>2</sup>; SÉRGIO CAVA<sup>2</sup>; MARGARETE GONÇALVES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Curso de Engenharia de Materiais – tiagoiepsen@gmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Curso de Engenharia de Materiais

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Curso de Engenharia de Materiais – margaretefg@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

A corrosão e o desgaste podem ser definidos como uns dos principais problemas em peças metálicas e não metálicas sujeitas à fricção, a umidade e diferentes tipos de tensões mecânicas. A oxidação pode ser benéfica em alguns casos, caso ela seja capaz de gerar uma camada passiva, como é o caso do aço inoxidável, onde o óxido de cromo gera um filme protetor.

O desgaste de componentes mecânicos altera a geometria da peça, podendo modificar as suas características mecânicas, a sua capacidade de absorver impactos, e a longo prazo; a corrosão e o desgaste unidos podem inutilizar componentes mecânicos e causar uma falha de máquina por exemplo.

Para resolver estes problemas podemos utilizar o processo de aspersion térmica, que é a deposição de uma camada protetora e com características diferentes que as do substrato. O processo de aspersion térmica consiste na aplicação de um revestimento, metálico ou não-metálico, usando-se uma pistola de aspersion.

Basicamente, o material sob a forma de pó ou fio é aquecido até o ponto de fusão e suas partículas são projetadas, por meio de ar comprimido, contra a superfície do substrato e aderem por impacto e resfriam, transformando-se no revestimento.

Existem atualmente no mercado diferentes ligas utilizadas no processo de aspersion térmica, alguns dos mais conhecidos são o carboneto de cromo, carboneto de tungstênio e óxido de alumínio. Com base nestes princípios e levando em conta a elevada dureza do SiC, este material torna-se excelente para revestir peças metálicas sujeitas ao atrito.

## **2. METODOLOGIA**

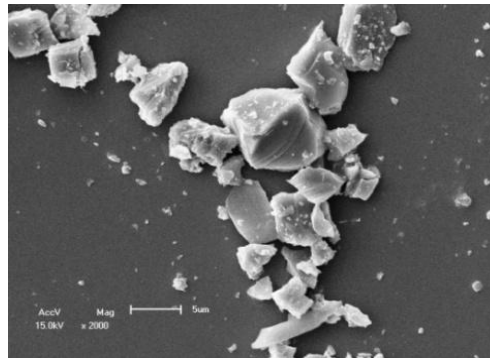
Na primeira fase do trabalho, foi feita a proposta de uma liga tendo a seguinte composição 80% de carbeto de Silício e 20% de Alumina (porcentagem em massa), sendo observadas as características de cada material. Os pós, misturados foram sujeitos a moagem de alta energia utilizando esferas de zircônica com cerca de 1mm de diâmetro. O poder de moagem utilizado foi de 4:1, com 30 RPM, utilizando o tempo de seis horas, utilizando como dispersante isopropanol.

Inicialmente o processo de aspersão térmica utilizado seria o processo HVOF, onde as partículas devem estar na faixa de 15 a 45 microns. Para padronizar o tamanho de grãos, de acordo com as exigências do processo anteriormente citado, o pó cerâmico, depois de retirado do moinho foi submetido ao peneiramento, utilizando a sequência de malhas MESH # 35, 100 e 200. As análises feitas para a caracterização e controle do pó cerâmico foram a energia dispersiva de raios-X, análise granulométrica e microscopia eletrônica de varredura.

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O pequeno tamanho das partículas gerou um grande problema para o avanço do trabalho, pois para a liga cerâmica ser testada no processo de aspersão térmica HVOF, deve apresentar uma determinada fluidez, o que não aconteceu. O teste de fluidez constatou que o pó não fluía através do funil ASTM B213, o que certamente danificaria a pistola do equipamento de aspersão térmica, gerando possivelmente um entupimento.

Na análise de microscopia eletrônica de varredura (MEV), deduziu-se que a alumina tinha um diâmetro de grão menor que o carbeto de silício, e preenchia o espaço vazio entre os grãos do mesmo, o que era desejado já na proposta da liga. O carbeto de silício é extremamente duro, porém os grãos em formato irregular e maior que os grãos da alumina criam um espaço vazio entre eles, o que depois de feita a aspersão térmica poderia gerar falha na cobertura do substrato (peça de ferro). A análise de MEV é apresentada abaixo na figura 1.



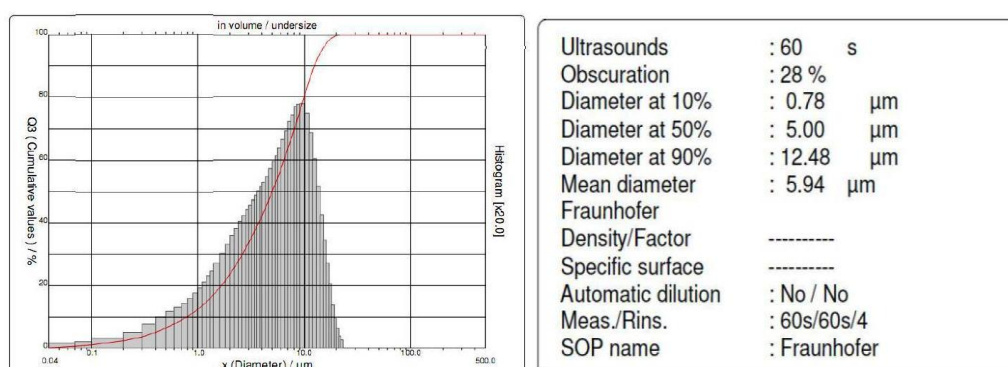
**Figura 1- Análise de MEV, mostrando o formato irregular dos grãos da liga de SiC e Al2O3**

Outra etapa da caracterização da liga cerâmica foi a análise de energia dispersiva de raios-x, onde verificou-se qualitativamente os componentes presentes. Verificou-se uma pequena contaminação de zircônia, provavelmente proveniente do moinho de alta energia utilizado para a moagem e homogeneização do pó. Os componentes presentes verificados pela análise estão demonstrados na tabela a (figura 2).

Quantitative Result					
Analyte	Result	Std. Dev.	Proc.-Calc.	Line	Int.(cps/uA)
Si	77.417 %	(0.236)	Quan-FP	SiKa	1.1309
Al	10.744 %	(0.294)	Quan-FP	AlKa	0.0251
Zr	6.882 %	(0.007)	Quan-FP	ZrKa	204.6031
P	2.827 %	(0.052)	Quan-FP	P Ka	0.0475
Fe	0.762 %	(0.006)	Quan-FP	FeKa	3.9391
Ce	0.746 %	(0.016)	Quan-FP	CeLa	0.7401

**Figura 2-Análise de EDX, demonstrando os componentes presentes na amostra.**

Outra análise realizada foi a de granulometria, determinando o tamanho dos grãos do pó, onde verificou-se que eles apresentavam-se num diâmetro médio considerado pequeno para testes de aspersão térmica. O pequeno diâmetro dos grãos, como foi comentado anteriormente certamente dificultou a fluidez do pó. A análise granulométrica está apresentada na figura 3 abaixo:



**Figura 3 – Análise granulométrica da liga contendo 80% de SiC e 20% de Al2O3**

#### 4. CONCLUSÕES

O alto ponto de fusão do carbeto de silício, sua elevada dureza e o pequeno tamanho dos seus grãos tornaram o componente inadequado para testes de arpersão térmica pelo processo HVOF. O pó apresentou praticamente nenhuma fluidez nos testes de funil ASTM B123, além disso, o ponto de fusão do carbeto de silício (componente principal da liga), é elevado demais para testes no processo HVOF, onde a chama opera em temperaturas próximas de 1500°C, enquanto a temperatura de fusão do SiC, beira 2000°C. As próximas etapas do desenvolvimento desta liga seriam adicionar outros componentes na liga, diminuindo o seu ponto de fusão. Outro desenvolvimento posterior deste projeto seria a adequação desta liga para aplicação no processo de aspensão térmica por plasma, que tem uma temperatura mais elevada, para isso seria necessário aumentar o tamanho das partículas do pó.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1-E.R.da Silva, R.F.dos Santos, L.B.F.de Souza, **Comparação de desempenho entre os pós abrasivos de carbeto de silício (SiC) e alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) no processo híbrido AJEDM**, 20o POSMEC, Universidade Federal de Uberlândia.
- 2- C.R.C.Lima, F.Camargo, **Estudo e caracterização de revestimentos para desgaste aplicados por aspensão térmica a chama oxicombustível de alta velocidade-HVOF**, Curitiba, 2001.
- 3-TAKIMI, Antonio Shigueaki. **Obtenção de super ligas NiCrAlY nanoestruturadas por moagem de alta energia e sua aplicação por aspensão térmica hipersônica (HOVF). 2004**. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia dos materiais)- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, março de 2004.