

## **SÍNTESE DE CARBETO DE FERRO PARA APLICAÇÃO EM ASPERSÃO TÉRMICA**

**NOREMBERG, Bruno da Silveira<sup>1</sup>; IEPSEN, Tiago Guilherme<sup>1</sup>; CARREÑO, Neftalí Lennin Villareal<sup>2</sup>; CAVA, Sergio da Silva<sup>2</sup>; GONÇALVES, Margarete Regina Freitas<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup>UFPel, Engenharia de Materiais; <sup>2</sup>UFPel, Departamento de Engenharia de Materiais-CDTEC  
bnoreMBERG@gmail.com

### **1 INTRODUÇÃO**

O desgaste de materiais metálicos ocorre devido a vários tipos de solicitações que os mesmos podem estar sujeitos durante o serviço. Dentre os mecanismos de desgaste, a abrasão/erosão é uma solicitação com grande potencial de fragilização e degradação de estruturas metálicas em serviço. Isso pois este desgaste acaba gerando uma perda superficial de material fragilizando sua estrutura e inviabilizando a seu uso. Atualmente uma solução bastante eficiente vem sendo utilizada para melhorar a vida útil de peças expostas a abrasão ou erosão. Para minimizar e até eliminar este processo realiza-se então um tratamento superficial denominado aspensão térmica.

A técnica de aspensão térmica, de forma simplificada, consiste em um grupo de processos por meio dos quais se deposita, sobre uma superfície previamente preparada, camadas de materiais metálicos ou não metálicos (PAREDES, 2009, p. 04).

Nos processos de aplicação de aspensão 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 fase de solidificação (na forma de partículas) é acelerado por gases sob pressão contra o substrato que será revestido. A colisão contra a superfície as partículas deformam-se e aderem ao material base e na seqüência sobre as partículas já depositadas formando camadas. E estas camadas são constituídas por pequenas partículas deformadas na forma de panquecas em direção paralela ao substrato formando lamelas (AWS, 1985)

No caso de degradação por erosão e abrasão é depositada, sobre o material a ser protegido, uma fina camada de ligas metálicas com elevada dureza, como no caso o carboneto de tungstênio. Isto, pois este material concede a superfície do material uma dureza de 1200 a 1350 HV reduzindo e até impedindo este desgaste superficial.

O processo de proteção por aspensão térmica de carboneto de tungstênio mostra se muito eficiente, porém com um valor elevado, assim, o objetivos deste trabalho é obter carbeto de ferro que também apresenta elevada dureza para revestir superfícies por aspensão. O método escolhido para a obtenção é o método de Pechini que gera um pó homogêneo com tamanho de partícula bastante reduzido. Seu custo quando comparado com o carboneto de tungstênio é muito inferior, porém não deve ser aplicado em casos onde as exigências são extremas, pois a dureza que se estima obter é inferior a obtida com carboneto de tungstênio.

Logo o carbetos de ferro surgiria como uma alternativa mais barata para aplicações mais brandas.

## 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

A metodologia envolvida na obtenção do carbetos de ferro foi baseada no método dos precursores poliméricos (Pechini), com algumas alterações na pré-calcinação e na queima. Isto para evitar a formação dos óxidos que na grande maioria dos casos são os produtos obtidos pelo método de Pechini. A metodologia completa pode ser visualizada no fluxograma 1.

### Preparação da resina:

Para a preparação da resina contendo os íons de ferro e a matéria orgânica, dissolveu-se 20 gramas de nitrato de ferro nono hidratado em 20 mL de água destilada. Logo após adicionou-se 28,8 gramas de ácido cítrico. Esta mistura então foi homogeneizada sob agitação em uma chapa de aquecimento com agitação. Após a dissolução total do nitrato e do ácido em água, adicionou-se lentamente 17,5mL de etilenoglicol e elevou-se a temperatura para 80°C mantendo a agitação. Com a evaporação da água e o escurecimento da resina, bem como o aumento da viscosidade se atinge então a consistência de um melado assim a resina passa então para uma etapa de 3 horas de pré-calcinação. Neste caso a temperatura empregada é de apenas 250°C uma vez q não se deseja eliminar a matéria orgânica em sua totalidade, sendo esta a fonte de carbono no tratamento térmico para formação do carbetos.

### Moagem da resina:

Ao término da pré calcinação a resina foi então moída em um almofariz e peneirada em peneiras de 28 e 32 mesh. Assim se obtém um pó com altos níveis de carbono que é então levado a um tratamento térmico (TT). A moagem se faz necessária, pois torna a queima mais homogênea e mais eficiente, facilitando a eliminação do carbono não utilizado na formação dos carbetos.

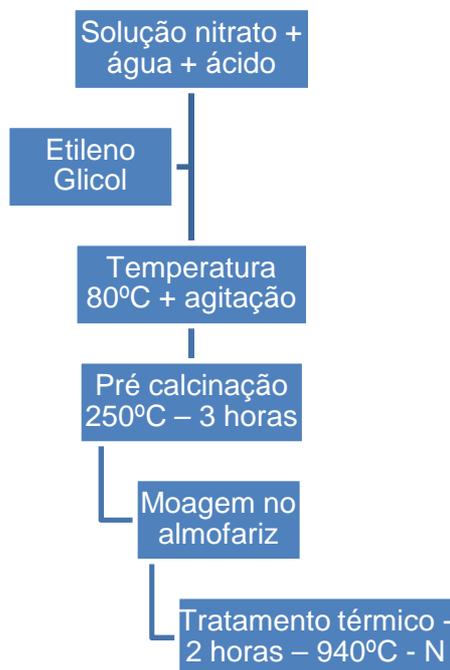
### Tratamento térmico:

O TT consiste na queima do pó em um forno tubular com atmosfera controlada de nitrogênio a fim de evitar a oxidação da matéria orgânica bem como do ferro presente. Esta queima ocorre por 2 horas a uma temperatura de 940°C com fluxo de nitrogênio constante. Após as 2 horas o fluxo de nitrogênio segue continuo até que o material atinja a temperatura de 100°C

### Caracterização:

Após a obtenção do material, algumas técnicas de caracterização de materiais foram empregadas a fim de comprovar a obtenção dos carbetos, a pureza e estimar o tamanho das partículas bem como sua morfologia. Tais caracterizações compreendem difratometria de raios-x(DRX), espectrometria de fluorescência por energia dispersiva (EDX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV).

### Fluxograma 1 : Esquema da metodologia adotada



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do método de Pechini obteve-se então um material que apresenta características físicas bem interessantes. Aparentemente tem-se um pó negro, muito fino e magnético. Quanto ao rendimento do processo este varia entre 17 a 20% devido ao alto nível de matéria orgânica perdido no tratamento térmico. Quanto as caracterizações o material mostra alta pureza, sem presença de contaminantes no processo, como pode se observar pelo ensaio de EDX(Figura 1) que mostra apenas a presença de íons de ferro. A confirmação da presença de carbetos foi feita através da técnica de DRX (Figura 2) onde é possível determinar além da composição do material o tipo de sua estrutura através de fichas cristalográficas já existentes. Sendo esta composta na grande maioria por carbetos com presença de hematita.

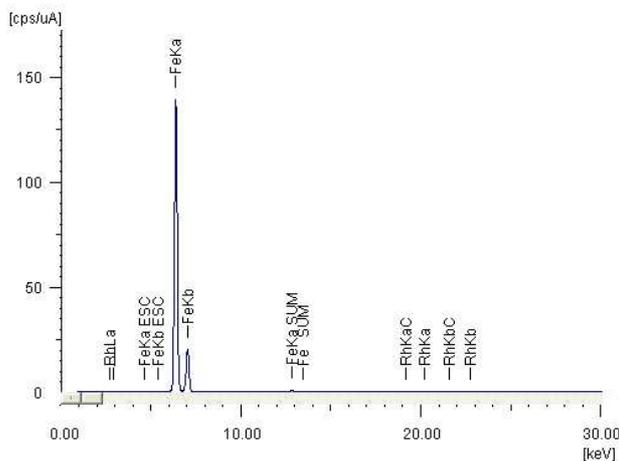


Figura 1: Gráfico de EDX

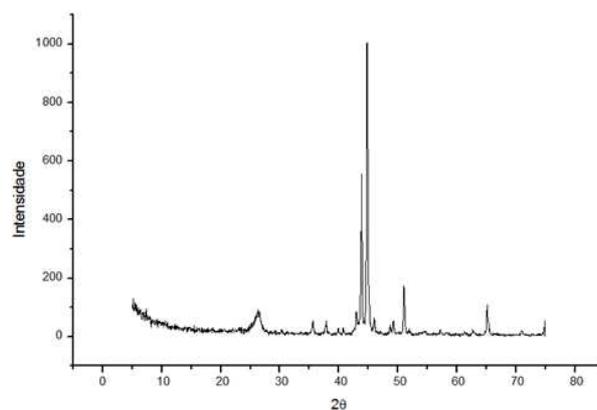
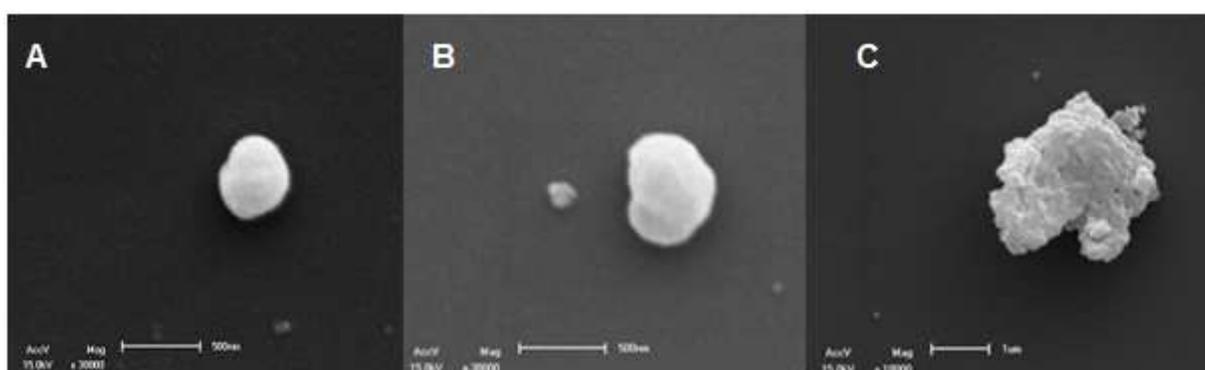


Figura 2: Gráfico de DRX

Com a auxílio da microscopia eletrônica de varredura (MEV) visualizou-se a morfologia da partícula bem como uma aproximação do tamanho das partículas. Como podemos perceber na figura 3-A e 3-B as partículas apresentam-se, na grande maioria, na forma esférica com diâmetros de aproximadamente 500 nm. Através das micrografias foi possível constatar uma boa homogeneidade na distribuição granulométrica das partículas. Inicialmente, através de uma primeira microscopia exploratória, foi observado que a queima do material estaria ocorrendo de maneira desuniforme, gerando partículas irregulares e com altos teores de material orgânico (Figura 3-C). Assim fez-se necessária uma alteração no tempo e quantidade de material a ser queimado em cada batelada do processo para que então seja gerado um material como o da figura 3-A e 3-B.



**Figura 3:** As micrografias A e B mostram partícula esférica com diâmetros aproximados de 500nm, por sua vez a micrografia C mostra uma partícula irregular que demonstra uma queima ineficiente no primeiro tratamento térmico adotado.

#### 4 CONCLUSÃO

Após a obtenção do material e sua posterior caracterização, pode-se concluir que o obtido pode ser empregado nos processos de aspersão térmica para gerar maior dureza superficial, pois este pó apresenta um elevado teor de carbeto de ferro e também algum carbono residual, além de boa morfologia de partícula. Deve-se ressaltar que o processo de obtenção ainda está em andamento, para a obtenção de uma quantidade suficiente de material para então iniciar os testes de aspersão e comprovar a eficiência do pó obtido.

#### 5 REFERÊNCIAS

Paredes, R.S.C. **Aspersão Térmica**. Curitiba-PR: UFPR, 2009

AWS. American Welding Society. **Thermal Spraying-Practice, Theory and Applications**. Miami-FL, USA, 1985.

Lima, C.R.C., Trevisan, R.E. **Aspersão Térmica: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: ArtLiber Ed. Ltda., 2007.

Sajitha, E. P., Prasad, V., Subramanyam S.V, Mishra A.K., Sarkar, S., Bansal C.. Size-dependent magnetic properties of Iron Carbide nanoparticles embedded in a carbon matrix. **Journal of Physics**. Índia Vol.12007.