

## MODIFICAÇÃO DA MORFOLOGIA DE PARTÍCULAS DE UMA LIGA DE NÍOBIO PARA A UTILIZAÇÃO EM PROCESSOS PTA-P

FRANTCHESCOLE BORGES CARDOSO; EDILSON NUNES POLLNOW; ALICE  
GONÇALVES OSORIO; MARGARETE REGINA FREITAS GONÇALVES

*Universidade Federal de Pelotas – frantchescole.cardoso@gmail.com*

*Universidade Federal de Pelotas – edilson.pollnow@hotmail.com*

*Universidade Federal de Pelotas – osorio.alice@gmail.com*

*Universidade Federal de Pelotas – margareterfg@gmail.com*

### 1. INTRODUÇÃO

O processo denominado pela sigla PTA que significa “Plasma Transferred Arc” ou em português, PTA-P (Plasma de Arco Transferido Alimentado com Pó), consiste na deposição de um determinado pó no metal de base sendo transportado por um gás até a região do plasma.

Esse processo é relativamente novo sendo que as primeiras máquinas de soldagem foram reportadas em 1961, e este é mais utilizado para revestimento de superfícies em função da vantagem de poder conseguir uma diluição da ordem de 5%, muito inferior aos valores típicos de 20–25% obtidos com processos MIG, TIG e PTAA. Uma vez que a diluição quantifica o grau de mistura entre o metal de base, de baixa resistência a abrasão ou desgaste, e o metal de adição, este de alta resistência. Assim, quanto menor a diluição, maior será a eficiência do revestimento aplicado na proteção ao desgaste erosivo e corrosivo, e que em um único passe é possível conseguir depósitos com reforço de até 6 mm e largura de até 10 mm, de acordo com DIAZ (2005).

Alguns problemas são comumente identificados no processo de alimentação do pó, entre eles a granulometria, que para materiais ferrosos deve ficar na faixa entre 60  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ , pois geram poucos vapores metálicos (WAHL e KRAUSKOPF, 1993). Marconi (2002) sugere que se evitem tanto partículas muito grandes (acima de 150  $\mu\text{m}$ ), que não fundiriam por completo, como muito pequenas (abaixo de 63  $\mu\text{m}$ ), que são superaquecidas e, em decorrência, fortemente oxidadas.

Partículas esféricas apresentam uma maior eficiência na alimentação sobre partículas de forma irregular (PLASMA TEAM, 2004). Porém, o custo de produção de partículas esféricas é alto, já que são fabricadas por um processo de atomização que envolve a fusão do material, e o uso de gases como nitrogênio e argônio (Deuis et al, 1997).

Pós de carbonetos e cerâmicos, objetivo deste trabalho, são geralmente produzidos através de fragmentação mecânica, pelo qual apresentam uma morfologia angular e resultam numa baixa fluidez.

Visto isso, uma solução seria alterar o tipo de morfologia do pó, sabendo que grãos mais esféricos trariam um melhor desempenho na alimentação do pó.

Sendo assim o trabalho visa avaliar a granulometria e a morfologia de um pó a base de Nb, bem como tentar obter partículas arredondadas ou esféricas com o intuito de melhorar a eficiência do processo PTA-P.

## 2. METODOLOGIA

Foi obtido o pó metálico de uma liga de ferro-nióbio-carbono através de uma doação da Empresa CBMM (Companhia Brasileira de Metalurgia e Mineração).

O pó obtido apresenta uma granulometria inferior a 1mm porém não se sabia exatamente a morfologia das partículas. Para avaliar a morfologia das partículas foi necessário utilizar o microscópio eletrônico de varredura (MEV).

Conforme descrito por WAHL e KRAUSKOPF (1993) as partículas devem apresentar uma granulometria em uma faixa de 60  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ , e como o pó encontrava-se com uma grande variação de tamanho de partículas fez-se necessário a realização do processo de peneiramento para estratificar o tamanho de partículas, utilizando peneiras com abertura entre 75  $\mu\text{m}$  e 180  $\mu\text{m}$  (*vide* Fig 1).

O processo foi feito manualmente separando a granulometria na faixa desejada.

**Figura 1: Conjunto de peneiras com granulometria entre 75  $\mu\text{m}$  e 180  $\mu\text{m}$**



Fonte: Autor

Depois do processo de peneiramento o pó passou por um processo de pelletização que consiste em aglomerar as partículas para obter pós com morfologias arredondadas ou esféricas. O processo foi realizado em um pelletizador (*vide* Fig. 2), cedido pelo Laboratório de Pesquisa em Engenharia da Soldagem da Universidade Federal do Rio Grande.

**Figura 2: Pelotizador**



Fonte: autor

No pelletizador foi adicionado o pó com granulometria < 75  $\mu\text{m}$ , para que uma vez pelletizada, as partículas apresentassem um tamanho de partícula entre 75  $\mu\text{m}$  e 200  $\mu\text{m}$ . O processo foi feito adicionando água com auxílio de um borrifador, com tempo de pelletização de uma e duas horas.

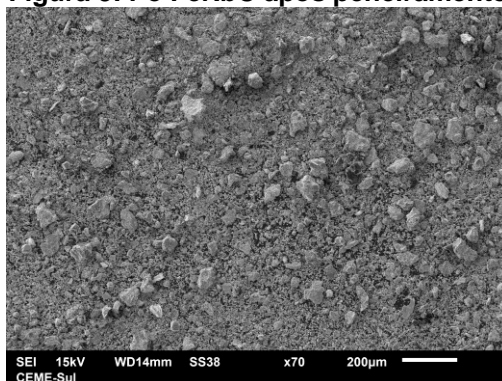
Após pelletizadas, as partículas de pó foram dispersas em acetona e colocadas em banho de ultrassom, técnica esta utilizada para melhor visualização das partículas na microscopia eletrônica de varredura.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira análise realizada foi a respeito do tamanho de partículas e morfologias após a separação por peneiramento. Na Fig. 3, podemos observar uma variação do tamanho de partículas desde os poucos micrometros até cerca de 200  $\mu\text{m}$ .

Esta distribuição de partículas se enquadra no que foi descrito na literatura, mostrando-se aceitáveis para a utilização no processo PTA-P. Porém a morfologia das partículas mostram resultados insatisfatórios, por apresentarem partículas pequenas com morfologia irregular. Observa-se também que as partículas maiores apresentam morfologia mais arredondada, próximo do que é exigido para a aplicação no PTA-P.

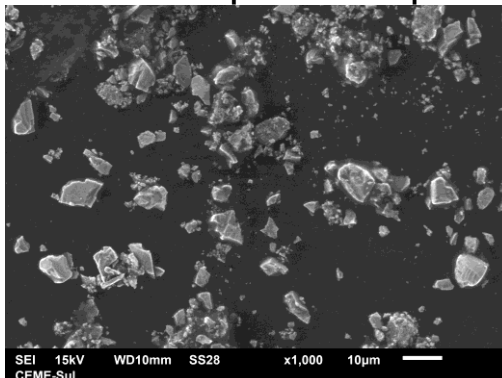
**Figura 3: Pó FeNbC após peneiramento**



Fonte: Autor

A Fig. 4 mostra a morfologia de partículas após a pelletização por 1 hora. É possível verificar um pequeno número de partículas com formato mais arredondado. No entanto existe um grande número de partículas abaixo dos 60  $\mu\text{m}$  exigidos, mostrando que o tempo de pelletização utilizado foi inadequado para alcançar as condições esperadas.

**Figura 4: Partículas após 1 hora de pelletização**

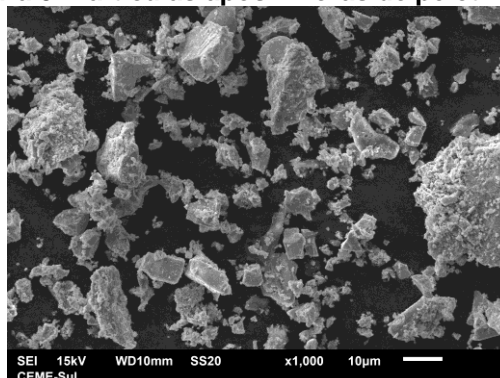


Fonte: Autor

Na Fig. 5 que representa as partículas pelletizadas por 2 horas, pode-se perceber algumas alterações mais significativas. De imediato verificamos uma tendência de aglomeração entre as partículas de tamanho mais reduzido. Observa-se também que houve uma redução significativa na quantidade de partículas menores que 60  $\mu\text{m}$ . Porém, a morfologia das partículas ainda

apresenta forma bem irregular, com algumas partículas apresentando uma tendência ao arredondamento.

**Figura 5: Partículas após 2 horas de pelletização**



Fonte: Autor

#### 4. CONCLUSÕES

Verificou-se que as partículas conforme enviadas pela empresa não apresentavam as características necessárias para aplicação no PTA-P, em função da sua distribuição granulométrica muito grande e sua morfologia angular.

O processo de pelletização com uma hora de duração resultou em partículas com granulometria próxima da aceitável, porém com morfologia ainda bastante irregular.

O processo com duas horas demonstrou uma ligeira melhora da morfologia da partícula com uma maior aglomeração das partículas pequenas.

Observou-se uma ligeira tendência de arredondamento das partículas, e estima-se que com tempos maiores de pelletização possa-se chegar a uma morfologia ligeiramente arredondada ou até mesmo esférica.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DIAZ, V.M.V. **Inovação do equipamento e avaliação do processo plasma de arco transferido alimentado com pó (PTAP) para soldagem fora de posição**. 2005. 198f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina.

WAHL, W.; KRAUSKOPF, F. **Plasma-arc Powder Surfacing of Ferrous Materials. Welding and Cutting**, n. 2, p. 15-16. Düsseldorf, fev. 1993

MARCONI, M. **I Riporti duri con polveri saldate con il processo P.T.A. (Plasma ad Arco Trasferito)**. Livro Online ([www.plasmateam.com](http://www.plasmateam.com)), 320 p. 2002.

PLASMA TEAM: **Powder Plasma Arc Weldings e Equipments. Località LE VAIE I-15061 ARQUATA SCRIVIA (AL) -ITALY**. 2002.

DEUIS, R. L. et al. **Metal Matriz composite coatings by PTA surfacing, University of South Australia**, p.299-309,1997. (ELSEVIER).