

# Obtenção da liga M2 + 6% NbC via moagem de alta energia

Leonardo Fernandes Muniz de Souza, Francisco Ambrozio Filho e  
Rejane Aparecida Nogueira  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN

## INTRODUÇÃO

A moagem de alta energia (Mechanical alloying) é um processamento de pós em moinhos de bolas de alta energia, como os moinhos vibratórios, planetários e atritores. Nestes equipamentos, ocorre a transferência de energia cinética das esferas que estão se movendo em altas velocidades, da ordem de 7 m/s, para as partículas de pós através do cisalhamento ou impacto. Esta técnica permite conseguir uma ligação, a nível atômico, dos elementos químicos que constituem os pós de partida, formando uma liga por um processamento realizado totalmente no estado sólido.

## OBJETIVO

O objetivo do presente trabalho é a obtenção da liga M2 + 6% de NbC via moagem de alta energia.

## METODOLOGIA

A composição química do aço AISI M2 apresentada pela tabela 1, foi fornecida pelo fabricante do material.

Tabela 1: Composição Química do Aço (% em peso).

	Mo	W	Mn	Cr	Si	V	Fe	C
M2	4,8	6,2	0,25	4,1	0,27	1,97	Bal	0,83

A mistura do pó de M2 + 6% NbC foi colocada num moinho Zoz CM-01 do tipo attritor horizontal, para a realização da moagem de alta energia. As condições para a moagem foram: relação bola pó 10:1; atmosfera de nitrogênio; rotação do moinho de 1500 rpm; esferas de aço cromo 3/16"; tempo de moagem de 1 hora. O pó foi caracterizado por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

## RESULTADOS

Nas Fig. 1, 2, 3 e 4 podem-se observar as micrografias da mistura do pó de M2 + 6% de NbC após moagem por um período de uma hora com rotação do moinho igual a 1500 rpm obtidas por microscopia eletrônica de varredura (elétrons secundários).

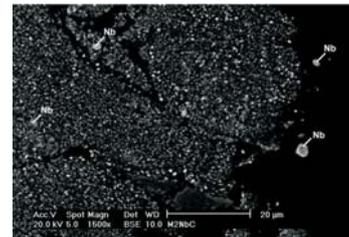


Figura 1: Micrografia da mistura do pó de M2 + 6% NbC após moagem

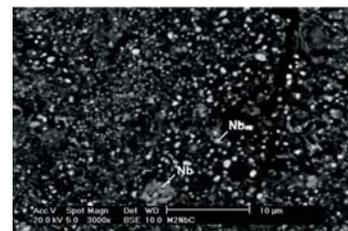


Figura 2: Micrografia da mistura do pó de M2 + 6% NbC após moagem



Figura 3: Micrografia da mistura do pó de M2 + 6% NbC após moagem com dispersão

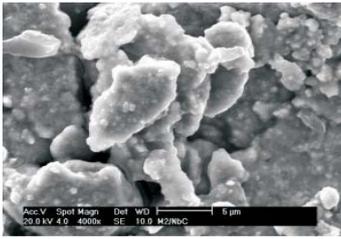


Figura 4. Micrografia da mistura do pó de M2 + 6% NbC após moagem com dispersão

Na figura 5 observa-se o resultado da microanálise por energia dispersiva – EDS.

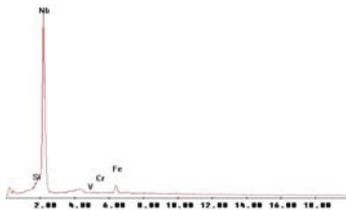


Figura 5. Microanálise de EDS da mistura do pó de M2 + 6%NbC após moagem

Para uma melhor análise, realizamos o ensaio de determinação dos teores de carbono e oxigênio. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 2.

TABELA 2: Quantificação dos Teores de Carbono e Oxigênio

Carbono (%C)	Oxigênio (%O)
1,34 ± 0,01	0,89
	0,87
	0,87

O valor teórico de carbono calculado para a mistura de pó de M2 + 6% de NbC é igual a 1,4% que está próximo ao encontrado no ensaio.

## CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos permitiram verificar o sucesso do processo utilizado, uma vez que partículas de nióbio foram incrustadas nas partículas do aço M2.
- As partículas resultantes do processo de moagem, M2+ NbC, apresentam-se, na maior parte, arredondadas, o que facilitará o posterior processo de compactação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ishii, H.A. Elaboração de ligas Ag-Sn-Cu para amálgama dentário por moagem de alta energia. 2003. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- [2] Araujo, E.G. Efeito das adições de portadores de fósforo e da alumina na sinterização do aço rápido M2. 2000. Tese (Doutorado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- [3] Araujo, E.G. Influência das adições de NbC e ligas à base de fósforo na sinterização de aço rápido M2. 1993. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo.
- [4] Suryanarayana, C. Mechanical alloying and milling. Progress in Materials Science, v.46, p. 1-184, 2001.

## APOIO FINANCEIRO

CNPq/PIBIC