

# MOAGEM DE ALTA ENERGIA PARA OBTENÇÃO DE LIGAS DE NÍQUEL COM APLICAÇÃO ODONTOLÓGICA

Mario Henrique Leonardo Sartorelli, Luis Carlos Elias da Silva e Francisco Ambrózio Filho  
*Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares / Centro de Ciência e Tecnologia dos Materiais*

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa insere-se numa linha de pesquisa do Centro de Ciência e Tecnologia de Materiais (CCTM) do Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares (IPEN), que visa à utilização de moinhos de alta energia para preparação de ligas metálicas.

As ligas de níquel para uso dentário são obtidas por fusão e lingotamento sendo fornecidas em formatos para serem refundidos por protéticos. A obtenção da liga por técnicas de metalurgia do pó, seja atomização ou moagem dos pós elementares, pode ser uma forma de obtenção da liga e pode ser fornecida na forma de pó aglomerada para ser utilizada pelo protético. Assim, este trabalho visa à obtenção e caracterização de uma liga Ni-Cr-Mo-Nb-Al-Si-Ti por moagem em moinho de alta energia do tipo atritor (Zoz), com eixo horizontal, em atmosfera de argônio, esse processo conhecido como processo de moagem de alta energia (PMAE) se dá pela ação repetitiva de deformação plástica, fratura e "soldagem" de uma mistura de pós exposta a uma carga de esferas, dentro de um recipiente, com elevada quantidade de movimento [1]. Posteriormente verificaremos a possibilidade de sua utilização em próteses dentárias.

## OBJETIVO

Este trabalho visa à preparação da liga Ni-Cr-Mo-Nb-Al-Si-Ti, de composição nominal em massa descrita na TAB.1, em moinho atritor horizontal (Zoz), no PMAE a transformação ocorre completamente no estado sólido [2]. Utilizaremos como matéria-prima os pós elementares dos elementos que compõem a liga. Vários tempos de moagem serão utilizados para verificação da evolução de formação da liga e das fases presentes em função do tempo de moagem para determinadas condições de operação do

moinho. Após a obtenção do pó da liga, ela será caracterizada microestruturalmente por difratograma de raios-x, metalograficamente e determinar a distribuição granulométrica.

TABELA 1 – Composição nominal da liga.

Ni	77.05 % (Máx)
Cr	12.05%
Mo	4.25%
Nb	4.00%
Al	2.25%
Si	0.50%
Ti	0.45%

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no laboratório de Metalurgia do Pó do IPEN. A matéria-prima utilizada foram os pós elementares de Ni-Cr-Mo-Nb-Al-Si-Ti com porcentagem em massa já citada (TAB.1).

A moagem foi realizada em moinho atritor horizontal (Zoz) existente no laboratório de Metalurgia do Pó do IPEN com atmosfera de argônio para tempos de 2, 4, 8 e 16 horas. Quando o equipamento entra em funcionamento ocorre o movimento promovendo impactos entre as partículas de pó os meios de moagem e o recipiente [3]. Foram utilizadas esferas de aço cromo de diâmetro 4,9 mm como meio de moagem. A carga total foi igual a 900g, para relação entre pó e esferas igual a 1/8. A caracterização dos pós obtidos foi feita no CCTM do IPEN com a distribuição de tamanho de partículas e difratograma de raios-x para verificação das fases presentes.

## RESULTADOS

Os resultados obtidos são mostrados na TAB.2 e nas FIG. 1, 2 e 3.

TABELA 2 – Análise granulométrica

Tempo de moagem (horas)	Diâmetro médio ( $\mu\text{m}$ )	Diâmetro a 50% ( $\mu\text{m}$ )
0	15,90	15,27
2	126,56	94,72
4	165,04	140,44
8	107,50	94,73
16	80,86	76,36

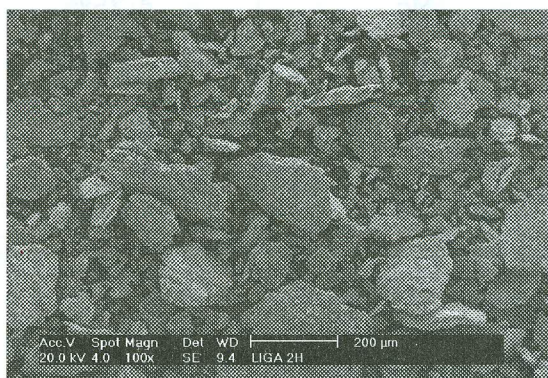


FIGURA 1 - Microscopia eletrônica de varredura da liga Ni-Cr-Mo-Nb-Al-Si-Ti moída por 2 horas.

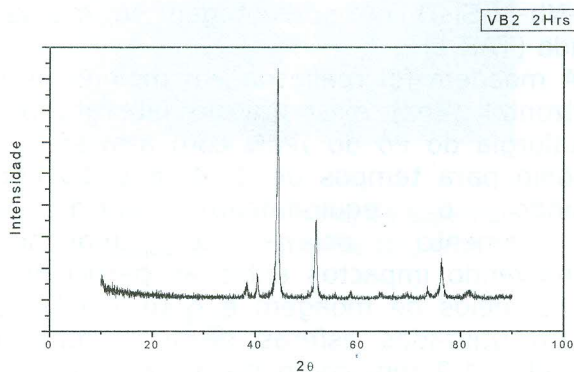


FIGURA 2 - Difratograma de raios-X da liga moída por 2 horas.

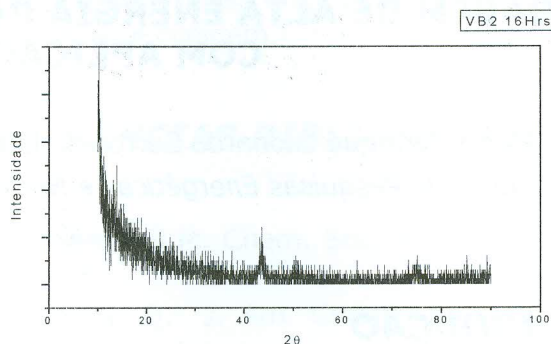


FIGURA 3 - Difratograma de raios-x da liga moída por 16 horas.

## CONCLUSÕES

1. Podemos concluir que o tamanho de partícula aumentou até 8 horas, pois inicialmente foi obtida a predominância da taxa de soldagem sobre a taxa de fratura e, depois desse tempo, houve a diminuição do tamanho de partícula, pois aconteceu o inverso.

2. Quando foram atingidas 16 horas podemos concluir que a maior parte dessa liga ficou amorfa, pois a taxa de deformação foi muito grande a ponto de deformar enormemente o reticulado.

3. Após obtenção dos pós, será verificada a possibilidade de sua utilização para obtenção de prótese dentária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]Coelho, R. E. Obtenção das ligas Al-Fe-X-Si (X=V ou Nb) Por moagem de alta energia e extrusão a quente. Tese de doutorado-IPEN São Paulo, 2001.
- [2]Suryanarayana,C.; Chen, G-H.; Froes f.H. Milling maos for phase indentifications during mechanical alloying. Scr. Metall. v. 26, p.1727-32, 1992.
- [3](Calka, A., Radkinsk, A. Nikolov, J.I., Wantenaar, G.H.J.) Low temperature synthesis of Al-AlN composites from a nonoestructure made by controlled magneto-ball milling of al in ammonia. J. appl. Phys. V.75, n.10, p. 49 53- 5, 1994.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

IPEN/CNEN