

# Processamento de ligas Al-Si empregadas como matriz de combustíveis nucleares à base de dispersão

Milena das Graças Meneses Maia e Ricardo Mendes Leal Neto  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

O presente projeto se insere no desenvolvimento de combustíveis para reatores nucleares de pesquisa, particularmente na implantação do processo de produção de combustíveis nucleares à base da dispersão U(Mo)-AlSi no IPEN. Atualmente, a desvantagem do emprego de ligas U(Mo) é a sua reatividade com o alumínio da matriz. A adição de silício na matriz causa uma sensível diminuição dessa reação [1]. O sucesso da adição do silício é fortemente dependente do seu grau de dispersão e de homogeneidade [2]. A partir disso, esse projeto visa estudar a incorporação do silício na matriz através de moagem de alta energia e entender como a matriz de Al-Si se comporta no processo.

## OBJETIVO

Estudar a incorporação de silício na matriz de alumínio através de moagem de alta energia, avaliar o grau de dispersão obtido e sua influência no controle da reação do U(Mo) com a matriz de Al-Si, para então, encontrar a melhor proporção de silício na matriz, a fim de alcançar um equilíbrio que favoreça suas propriedades mecânicas e químicas.

## METODOLOGIA

Neste momento, irá ser apresentado um dos focos deste estudo, que é a matriz de Al-Si e para esse fim, os materiais de partida foram: pó de alumínio (pureza comercial), empregado regularmente na

fabricação da matriz de placas combustíveis, e o pó de silício (99% de pureza) também empregado na preparação do, fabricado atualmente. Na *Tabela 1* estão apresentadas as propriedades dos pós utilizados.

MATERIAL	DENSIDADE (g/cm <sup>3</sup> )	GRANULOMETRIA (µm)	PROPORÇÃO (% em massa)
Si	2,33	<45	2% e 8%
Al	2,7	<45	98% e 92%

Tabela 1: Propriedades dos materiais utilizados.

A execução do trabalho obedeceu às seguintes etapas:

***Etapa 1 - Preparação das misturas de pós de alumínio com silício e moagem de alta energia***

Foram utilizadas duas proporções de silício na matriz: 2 e 8% em peso de alumínio; foi efetuada a moagem conjunta das misturas (comoagem) em moinho planetário, sob atmosfera controlada (Argônio).

***Etapa 2 - Caracterização microestrutural dos pós moídos:***

Preparação metalográfica dos pós embutidos em resina; onde foi feita a análise microestrutural por Microscopia

Óptica. Está sendo concluída a caracterização por análise de imagem do grau da dispersão de silício no alumínio, bem como a análise do tamanho e forma das partículas por microscopia eletrônica de varredura.

### **Etapa 3 – Testes de compressibilidade dos pós**

Nesse momento, foram feitos testes sobre a densidade aparente dos pós analisados, os quais foram compactados com 5 t/cm<sup>2</sup> de pressão em matriz cilíndrica para avaliação da compressibilidade. A densidade das pastilhas compactadas foi medida mediante a determinação da massa e das dimensões geométricas das pastilhas, assim como retratado na *Tabela 2*.

Material	Densidade teórica (g/cm <sup>3</sup> )	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Tempo de moagem (h)	% de poros
Al	2,56	2,44		8,22
Al <sub>2</sub> Si	2,31	2,66	2	13,16
Al <sub>8</sub> Si	2,66	2,16	8	18,83

Tabela 2: teste de compressibilidade dos pós

### **Etapa 4 – Tratamentos térmicos dos pós moídos isoladamente e misturados:**

Avaliar o provável efeito de tratamentos térmicos (recozimento) na alteração microestrutural das dispersões e alguns dos efeitos do tratamento térmico na compactação dos pós moídos.

## **RESULTADOS**

Até então, foram realizados testes de tratamentos térmicos, os quais deram resultados diferentes dos esperados, o objetivo deles era melhorar as propriedades mecânicas da liga Al-Si, o que não aconteceu como esperado. A partir disso, estão seguindo testes com as matrizes sem tratamento térmico e com proporções de 2% e 8% de Silício na liga e sendo analisada a distribuição das partículas em ambos os casos, em diferentes tempos de moagem (2h e 8h).

## **CONCLUSÕES**

A influência dos tratamentos térmicos não interferiu de forma relevante nas propriedades mecânicas dos pós. Além disso, o pó de silício moído previamente apresentou aglomeração nas suas partículas, diferentemente do pó sem moagem prévia. Como esperado, o aumento no teor de silício prejudicou a compressibilidade da mistura.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] VAN DEN BERGHE, S.; LEMOINE, P. Review of 15 years of high-density lowenriched UMo dispersion fuel development for research reactors in Europe. Nuclear Engineering and Technology, v. 46, n. 2, p. 125–146, 2014.

[2] LEENAERS, A.; VAN DEN BERGHE, S.; DETAVERNIER, C. AlSi matrices for U(Mo) dispersion fuel plates. Journal of Nuclear Materials, v. 439, p 7-18, 2013

## **APOIO FINANCEIRO AO PROJETO**

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)