

# Produção e Caracterização de Microesferas de Vidros contendo Íons de Ferro para Aplicações Terapêuticas

Cristiane Naomi Kamikawachi e José Roberto Martinelli  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

Já está comprovado que microesferas de vidro cujas composições contendo radionuclídeos com atividade específica e meia-vida adequadas podem ser utilizadas com efeitos terapêuticos significativos para o tratamento radioterápico de cânceres como no fígado, estômago, pâncreas e colo uterino[1]. Outra possibilidade para a destruição do tecido canceroso é por meio do uso de hipertermia, na qual, um material com propriedades ferromagnéticas é injetado no tumor e temporariamente aquecido por meio da aplicação de um campo eletromagnético externo. Uma alternativa para tais técnicas é o uso de microesferas de vidros contendo íons de ferro, que não envolve o uso de radiações ionizantes. As propriedades magnéticas podem ser garantidas pela presença do íon  $Fe^{3+}$  em grupos estruturais.

## OBJETIVO

O presente projeto tem como objetivos:

- Sintetizar microesferas de vidros a partir de partículas com formato irregular utilizando dois sistemas diferenciados.
- Demonstrar o potencial e a viabilidade desse material como alternativa para o tratamento de cânceres, através da avaliação das propriedades magnéticas para promover o aquecimento e conseqüente destruição do tecido celular canceroso.

Não estão previstos testes in vivo durante a execução deste projeto. Os resultados obtidos permitirão a proposição de um trabalho no futuro,

envolvendo o estudo dos efeitos biológicos das microesferas implantadas in vivo.

## METODOLOGIA

Vidros com composição nominal  $25SiO_2$   $32Fe_2O_3$   $25Al_2O_3$   $4TiO_2$   $6CaO$   $7Na_2O$   $0,5MnO$   $0,5P_2O_5$  (% em massa), foram produzidos por meio da fusão em forno elétrico de uma mistura homogênea dos compostos precursores, utilizando-se cadinhos de alta alumina. O material resultante foi moído e selecionado através de peneiras para se obter partículas com tamanho entre  $38\mu m$  e  $63\mu m$ . Em todas as etapas o material apresentou propriedades ferromagnéticas observadas pela ação de um ímã externo.

Estas partículas, com formatos irregulares, foram transformadas em microesferas utilizando-se um processo que permite obter partículas esféricas na faixa entre  $20\mu m$  e  $150\mu m$  e consiste em refundir as partículas na região mais quente da chama produzida em um queimador de acetileno-oxigênio. Esta técnica para esferolização de pós de vidros já é conhecida e foi descrita em trabalhos anteriores [2].

Para a determinação da durabilidade química do vidro, foram realizados ensaios de lixiviação a  $90^\circ C$  em água deionizada.

## RESULTADOS

Utilizando-se um chama branda e pós previamente armazenados em estufa a  $100^\circ C$ , e com rápido pré-aquecimento das partículas, observou-se que quase todas as partículas eram esféricas. Todas as partículas (com formatos

irregulares e microesferas) respondiam a ação de um campo magnético externo.

Por meio dos difratogramas das partículas com formato irregular (material moído) e após esferolização, pode-se observar que tanto o pó como as microesferas apresentam fases amorfas, porém são observados picos de difração correspondentes a fases cristalinas. Por meio do catálogo das fases cristalinas (ISDD-PDF), os picos foram correlacionados à fase magnetita, que deve ser a fase ferromagnética responsável pela resposta ao campo magnético externo, mesmo após a moagem e o aquecimento para a formação das microesferas.

Tanto o material particulado como as microesferas foram observadas em um microscópio eletrônico de varredura (MEV), como pode ser visto na Figura 1.

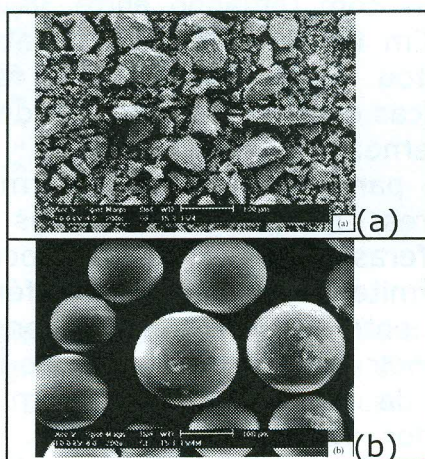


Figura 1 – (a) Imagem de Microscópio Eletrônico do Pó e (b) das Microesferas

Na tabela 1 é apresentada a variação de massa em função do tempo de imersão em água destilada à 90°C, a taxa de dissolução correspondente e o pH do meio.

Tabela 1 - Massa e pH da Amostra Durante Teste de Lixiviação

Dias	pH	Massa (g)	$D_R$ (g/(cm <sup>2</sup> .min))
0	6,4	0,34913	-
1	7,07	0,34903	$2,8 \cdot 10^{-8}$
3	7,32	0,34863	$4,6 \cdot 10^{-8}$
7	7,81	0,34804	$4,3 \cdot 10^{-8}$
14	-	0,34729	$3,7 \cdot 10^{-8}$

## CONCLUSÕES

Foram obtidas microesferas com fase vítrea a partir da esferolização de partículas com formato irregular, e que apresentam uma fase cristalina correspondente à magnetita. Testes preliminares indicam que este material é ferromagnético e apresenta taxa de dissolução em água à 90°C de cerca de  $3 \times 10^{-8} \text{ g.cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ .

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G.J. Ehrhardt, D.E. Day, Nucl. Med. Bio. 14 (1987) 233.
- [2] Huang W. et al: The Preparation and application of the micro-spheres containing Yttrium-90, J. Shanghai Inst. of Bldg. Mat. 4 (1992) 347.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq-Projeto Universal 475212/2007-0  
 CNPq-Bolsa PIBIC  
 CNPq-Bolsa de apoio técnico