

Design racional de eletrodos de óxido de nióbio para capacitores eletroquímicos e otimização de capacidade

Eduardo Toledo Campos

Marina Moraes Leite e Eduardo Carmine de Melo

Prof. Roberto Manuel Torresi

USP

eduardotcampos@usp.br

Objetivos

O projeto propõe a síntese da morfologia de bastões de Nb_2O_5 , com propriedades eletroquímicas superiores em comparação com o material comercial. Os materiais preparados serão caracterizados estruturalmente e eletroquimicamente. A síntese do material será realizada pelo método hidrotermal e comparado com material comercial.

Os objetivos específicos do presente projeto são a síntese hidrotermal de nano bastões de Nb_2O_5 utilizando autoclave; Teste do comportamento eletroquímico, bem como o efeito da diferente morfologia e determinação da janela de funcionamento da célula, através da aplicação de diferentes potenciais e curvas galvanostática de carga e descarga.

Métodos e Procedimentos

Síntese hidrotermal do Nb_2O_5 na morfologia de bastões: O oxalato amoniacal de nióbio ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4)_x\text{H}_2\text{O}$), foi introduzido em uma autoclave com volume total de água de 50 mL pelo período de 24 horas, a temperatura de 180°C. O material foi lavado com água e etanol, e foi calcinado em atmosfera de

nitrogênio para a criação de defeitos intrínsecos.

Os eletrodos de trabalho foram preparados utilizando Nb_2O_5 como material ativo, carbono supercondutor (C65) e PTFE na proporção de 70/20/10. Os materiais foram misturados em uma solução com etanol até atingir uma consistência de massa que foi enrolada e cortada em discos de 8mm de diâmetros. Os eletrodos foram secos a 80°C em uma estufa a vácuo.

Resultados

A formação do material foi caracterizada por microscopia eletrônica de varredura (MEV), microscopia eletrônica de transmissão (TEM), BET, espectroscopia Raman, difração de raio X (DRX) e carga-descarga galvanostática.

A figura 1 mostra que os bastões apresentam um tamanho nanométrico, enquanto o material comercial apresenta um tamanho maior na região dos micrômetros. Esta diferença de tamanho leva a um aumento da área ativa do material e pode ser, provavelmente, um dos fatores responsáveis pela melhoria do armazenamento de energia desse material.

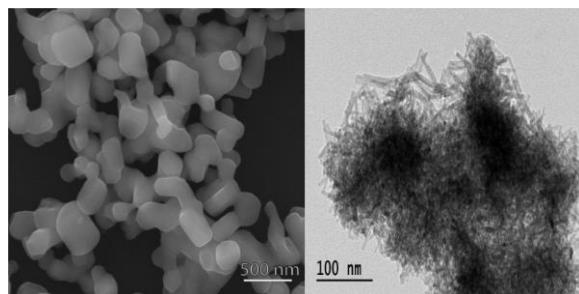


Figura 1: A esquerda: imagem de microscopia eletrônica de varredura do material comercial que foi utilizado afim de comparação e a direita: imagem de microscopia eletrônica de transmissão dos bastões de nióbio sintetizados pelo método hidrotermal.

Os voltamogramas presentes na figura 2 foram feitos com a intenção de descobrir a janela máxima de potencial que seria possível trabalhar com a célula. É possível observar que a partir do potencial de -1,4 V o eletrólito começa a se decompor, e o voltamograma começa a perder o seu formato característico. É importante ressaltar neste caso, que o potencial da célula sempre está do lado negativo, pôr o eletrodo de Nb_2O_5 ser o anodo.

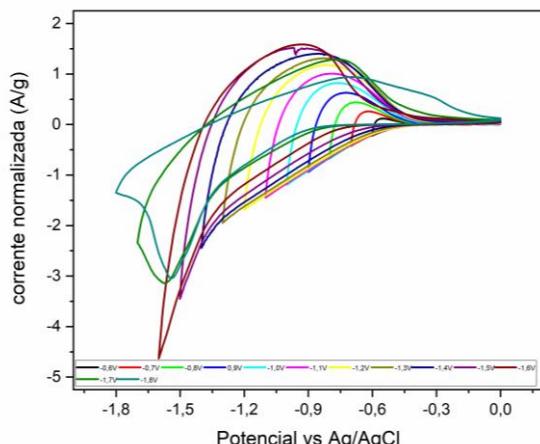


Figura 2: Voltamogramas cíclicos dos bastões de nióbio em diferentes potenciais aplicados.

A figura 3 mostra que uma melhor performance eletroquímica do nióbio com morfologia controlada do que o nióbio comercial, sendo evidenciado pelo voltamograma mais largo.

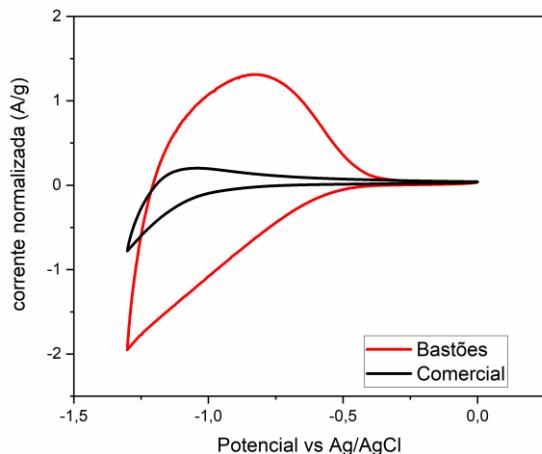


Figura 3: Voltamograma cíclico comparando os nano bastões de nióbio com o nióbio comercial.

Conclusões

A síntese hidrotermal de nanoestruturas de nióbio em forma de bastões também se mostrou eficiente; os eletrodos com esta morfologia apresentaram maior capacidade de armazenar energia, em relação ao nióbio comercial.

Ainda resta a se analisar o comportamento cinético de tal morfologia, para melhor compreender a divisão na contribuição da corrente em processos superficiais e em processos bulk.

Referências Bibliográficas

1. Choi, C. et al. Achieving high energy density and high power density with pseudocapacitive materials. *Nat. Rev. Mater.* **5**, 5–19 (2020).
2. Martins, V. L. et al. An overview on the development of electrochemical capacitors and batteries – part I. *An. Acad. Bras. Cienc.* **92**, 1–28 (2020)
3. Hu, W., Zhang, S., Zhang, W., Wang, M. & Feng, F. Controllable synthesis of gossamer-like Nb_2O_5 -RGO nanocomposite and its application to supercapacitor. *J. Nanoparticle Res.* **22**, (2020)