

# **Design racional de eletrodos de óxido de nióbio para capacitores eletroquímicos e otimização de capacitância**

**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  $\text{Nb}_2\text{O}_5$ , 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  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  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  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  na morfologia de bastões: O oxalato amoniacal de nióbio ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{NbO}(\text{C}_2\text{O}_4) \cdot x\text{H}_2\text{O}$ ), foi introduzido em uma autoclave com volume total de água de 50 mL pelo período de 24 horas, a temperatura de  $180^\circ\text{C}$ . 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  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  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  $80^\circ\text{C}$  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.

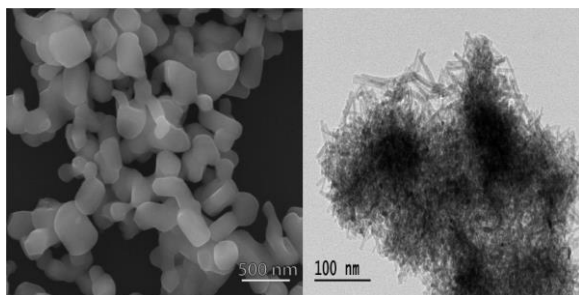


Figura 1: A esquerda: imagem de microscopia eletrônica de varredura do material comercial que foi utilizado afim de comparação e a direita: imagem de microscopia eletrônica de transmissão dos bastões de nióbio sintetizados pelo método hidrotermal.

Os voltamogramas presentes na figura 2 foram feitos com a intenção de descobrir a janela máxima de potencial que seria possível trabalhar como 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ser o anodo.

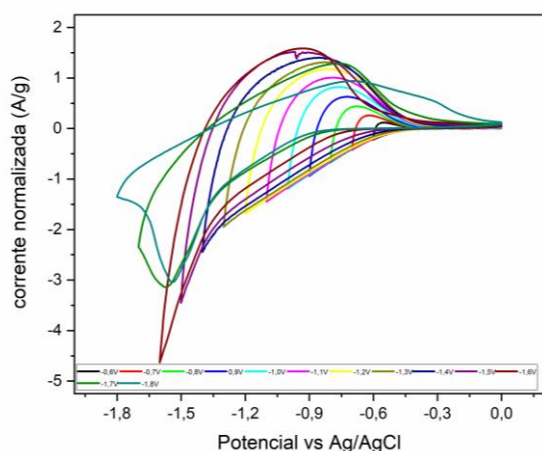


Figura 2: Voltamogramas cíclicos dos bastões de nióbio em diferentes potenciais aplicados.

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.

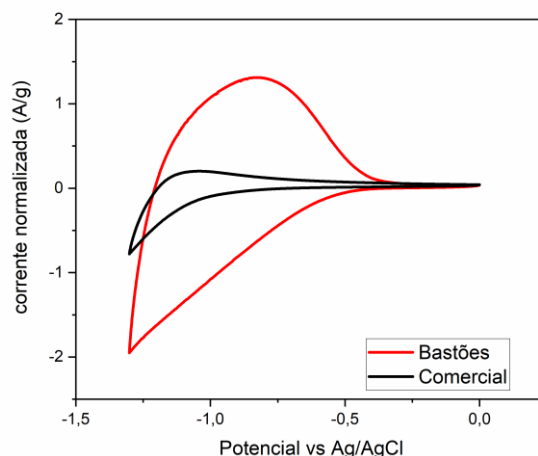


Figura 3: Voltamograma cíclico comparando os nano bastões de nióbio com o nióbio comercial.

## 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<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-RGO nanocomposite and its application to supercapacitor. *J. Nanoparticle Res.* **22**, (2020)