

Esfoliação e caracterização eletroquímica de materiais lamelares

Pesquisador responsável: Dr. Murilo Santhiago

Unidade do CNPEM: LNNano

Introdução

Atualmente existe uma busca contínua por novos materiais e pelo entendimento de suas propriedades que potencialmente levarão a aplicações de alta eficiência. Materiais bidimensionais (2D), por exemplo, têm atraído enorme atenção na última década. Esses materiais apresentam uma ou várias camadas com os átomos em cada camada fortemente ligados a átomos vizinhos na mesma camada, que tem uma dimensão a sua espessura, em nanoescala ou menor, e as outras duas dimensões geralmente em escalas maiores. Um exemplo bastante utilizado é o grafite, que é composto por inúmeras folhas de grafeno empacotadas.[1]

Um dos temas de interesse se refere a atividade eletroquímica dos terraços e também das bordas desses materiais. No caso dos materiais de carbono, podemos encontrar informações bem controversas na literatura. Trabalhos reportados podem mostrar desde a inexistência de transferência heterogênea de elétrons no terraço (plano basal)[2] até uma alta eficiência para o mesmo processo.[3] Fatores como contaminação, presença de defeitos e adsorção de compostos orgânicos têm sido reportados como causadores dessa divergência de resultados. Com o recente interesse nas propriedades eletroquímicas de dicalcogenetos de materiais de transição, as perguntas permanecem as mesmas para esse material 2D. Existe alguma anisotropia no processo de transferência heterogênea de elétrons nessa classe de materiais? Estudos recentes têm mostrado que efeitos de oxidação e redução eletroquímicos afetam a resposta do material, no entanto, nenhum controle minucioso para isolar as bordas foi conduzido apropriadamente.[1]

Estado da arte

Materiais 2D derivados de carbono ou de dicalcogenetos possuem um enorme potencial para aplicações em energia e para dispositivos eletroquímicos em geral, principalmente devido às suas propriedades elétricas singulares. Rotas escaláveis e reprodutíveis ainda são um gargalo no preparo desses materiais. Além disso, é

necessário a obtenção de materiais com alta razão de aspecto para ser possível acessar as propriedades eletroquímicas de maneira apropriada. Uma das alternativas se baseia no uso de agentes químicos intercalantes, polímeros e sais, que promovem a separação das folhas. No entanto, os tratamentos utilizados geram materiais com baixa razão de aspecto. Para o melhor entendimento das propriedades eletroquímicas e químicas é necessário o desenvolvimento de rotas escaláveis, simples e reprodutivas que permitam isolar as contribuições das bordas. Uma das alternativas para contornar essas dificuldades consiste em esfoliar esses materiais mecanicamente. Outra questão importante é o estudo das propriedades químicas e eletroquímicas desses materiais sobre substratos condutores. A rota de esfoliação mecânica é bastante promissora e ainda fornece materiais com uma alta razão de aspecto, ideal para separar a contribuição de terraços e bordas. Essa última vantagem é essencial para isolar a área eletroativa e conduzir os experimentos eletroquímicos. Empregando esse tipo de condição pretendemos estudar os efeitos dos terraços e das bordas do material 2D na resposta eletroquímica usando sondas redox padrão e correlacionar a resposta com os demais ensaios de caracterização. Além disso, esse tipo de situação de controle nos permitirá conduzir outros experimentos e investigar minuciosamente a contribuição dos terraços em processos redox.

Objetivos

O objetivo principal deste trabalho consiste na caracterização eletroquímica de nanofilmes de carbono. Nos objetivos específicos temos: (i) obter filmes de carbono de espessura nanométrica via esfoliação mecânica, (ii) realizar a caracterização eletroquímica dos nanofilmes e (iii) caracterizar o material empregando técnicas de caracterização como TEM, XPS, Raman, AFM e medidas elétricas.

Metodologia

Primeiramente, conforme a sequência metodológica das etapas na Figura 1 abaixo, a esfoliação mecânica será conduzida empregando a técnica de Scotch-tape. Uma fita adesiva será aplicada sobre o material lamelar de carbono e em seguida removida da superfície. Parte do filme de carbono ficará retido na fita

adesiva. Em seguida, realizaremos contatos elétricos na superfície de carbono e isolaremos a área de trabalho. Após o preparo do eletrodo conduziremos ensaios eletroquímicos na superfície do eletrodo obtido a partir do processo de esfoliação.

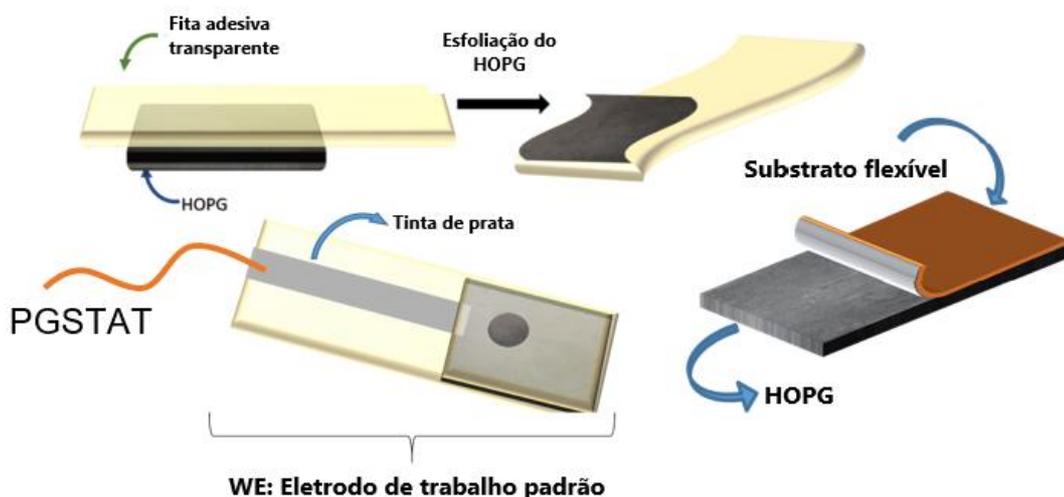


Figura 1. Processo de fabricação dos eletrodos.

Para avaliar a resposta eletroquímica dos nanofilmes de carbono utilizaremos um PGSTAT-204 da AUTOLAB com o sistema de três eletrodos: eletrodo de calomelano saturado (ECS), contra eletrodo de fio de platina e o eletrodo de trabalho fabricado a partir de HOPG esfoliado. Uma sonda redox será utilizada para acompanhar o efeito dos tratamentos eletroquímicos no material.

Referências:

- [1] X. Chia, A. Y. S. Eng, A. Ambrosi, S. M. Tan, M. Pumera, *Chemical Reviews* **2015**, *115*, 11941.
- [2] T. J. Davies, M. E. Hyde, R. G. Compton, *Angewandte Chemie International Edition* **2005**, *44*, 5121.
- [3] R. Chen, N. Nioradze, P. Santhosh, Z. Li, S. P. Surwade, G. J. Shenoy, D. G. Parobek, M. A. Kim, H. Liu, S. Amemiya, *Angewandte Chemie International Edition* **2015**, *54*, 15134.