

MCoCa11-001

Caracterização físico-química de catalisador formado por nanotubos de carbono dopados com nitrogênio, enxofre e boro para uso em baterias de zinco-ar

Dias, G.S.(1); Costa, J.M.(1); Almeida Neto, A.F.(2); Silva, N.S.(3);

(1) ; (2) UNICAMP; (3) Unicamp;

A intensificação do uso de energias renováveis e de veículos elétricos impulsiona o desenvolvimento de dispositivos de armazenamento e conversão de energia capazes de suprir as limitações das atuais baterias de lítio-íon. Nesse contexto, destaca-se a bateria recarregável de zinco-ar (ZAB) por sua elevada densidade energética teórica (1086 Wh kg⁻¹), operação segura (eletrólito alcalino) e custo relativamente baixo. Na ZAB, o oxigênio do ar participa das reações de oxirredução, demandando catalisadores eficientes devido à sua cinética lenta. Atualmente, os catalisadores, majoritariamente compostos por metais nobres, apresentam desafios como instabilidade e alto custo, além de ligantes que podem comprometer o desempenho da bateria por sua inatividade, resistência elétrica e bloqueio de sítios ativos. Esse trabalho visou desenvolver e caracterizar um catalisador livre de metais e ligantes para as reações de oxirredução, empregando nanotubos de carbono (CNT) dopados com heteroátomos de nitrogênio (N), de enxofre (S) e de boro (B) e utilizando a técnica de eletroforese para sua aderência ao eletrodo. Para dopar heteroátomos em CNT, foi adicionado sulfeto de amônio e ácido bórico, em diferentes razões molares (4:1, 2:1 e 1:1), à suspensão aquosa de CNT (1,4 mg mL⁻¹). Após 20 min de sonicação, a solução foi transferida para uma autoclave de aço inoxidável para tratamento hidrotérmico por 12 h a 180 °C. Os CNT foram então coletados por filtração a vácuo e caracterizados por espectroscopia de fotoelétrons excitados por raios X (XPS). Os ensaios de deposição eletroforética ocorreram por 7 min a 30 V após a imersão dos eletrodos (carbono e platina) na dispersão aquosa de CNT (0,43 mg mL⁻¹). Em seguida, o eletrodo de carbono foi recozido por 30 min a 200 °C. O pH da dispersão foi ajustado para 11 com NaOH 0,1 mol L⁻¹, para conferir carga superficial negativa às partículas de catalisador, como indicado por titulação potenciométrica prévia. O eletrodo de carbono foi caracterizado pela técnica de microscopia eletrônica de alta resolução (FEG). A análise de XPS não detectou a presença de N, S ou B para as razões molares avaliadas. Nessas amostras, além do carbono proveniente do CNT, o oxigênio atmosférico estava presente. A titulação potenciométrica indicou o ponto de carga zero em pH 6,1 com carga superficial positiva para valores inferiores de pH, e negativa para valores superiores a 6,1. As análises de FEG mostraram a presença de CNT aderidos à superfície do eletrodo. Adicionalmente, foi possível observar CNT alongados com estrutura intacta. Com isso, conclui-se que a técnica de deposição eletroforética foi capaz de evitar o uso de ligantes. Porém, modificações no ensaio de dopamento devem ser realizadas, alterando, por exemplo, a concentração dos heteroátomos em solução, o composto precursor, as condições experimentais do tratamento hidrotérmico ou até mesmo o tipo de tratamento.