



## Estudo de metodologias para deposição de ouro em eletrodos de carbono para aplicação em baterias Li-Ar

Ariane Baylon Dias\*, Gustavo Doubek, André Navarro de Miranda.

### Resumo

O objetivo desse trabalho é o estudo das diferentes metodologias de eletrodeposição de ouro em tecidos de carbono P a fim de sua utilização como catalisadores em células de baterias de Li-Ar. As metodologias avaliadas são com utilização de agentes redutores e via tratamento térmico, de modo que foram estudadas as características de cada uma e suas utilizações prévias a fim de garantir a incorporação homogênea da partícula de ouro à estrutura.

### Palavras-chave:

Baterias Li-Ar, Eletroquímica, materiais eletrônicos.

### Introdução

A diminuição do uso de combustíveis fósseis introduz os desafios do desenvolvimento de veículos elétricos. As baterias de lítio são apostas que ainda não são sustentáveis por não disponibilizarem a densidade energética necessária para as demandas da indústria<sup>1</sup>.

O uso de baterias do tipo Metal-Ar, como Zn-Ar e Li-Ar mostra-se como uma possibilidade tecnológica pelo potencial de fornecer uma densidade energética maior a estes modelos convencionais de lítio. Nesse caso, há outras dificuldades como a escolha de um catalisador adequado, que é objeto de estudo do presente trabalho.

A proposta é o estudo do uso de catalisadores de tecido de carbono P com partículas de ouro segundo duas metodologias: com utilização de agentes redutores ou por tratamento térmico.

### Resultados e Discussão

A atuação do catalisador é principalmente no processo de descarga, segundo a sequência de reações de oxirredução entre o lítio e o oxigênio.

Os dois estudos se amparam no gotejamento das soluções alcoólicas 50% etanol PA com 2 a 20 mmol/L de  $\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  sobre o tecido de carbono e posterior secagem na estufa a 80 °C, basicamente.

Dentro da primeira metodologia de agentes redutores, estudou-se a proposta do  $\text{NaBH}_4$  e do  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ . No primeiro caso, ele é recomendável pela alta estabilidade não só em valores de temperatura e pressão normais, mas também na água e no ar – o que sugere boa aplicação a nível industrial<sup>2</sup>. Seu uso foi satisfatório no preparo de eletrodos na redução<sup>3</sup> de  $\text{Co}_3\text{O}_4$  e na formação de colóides Ag-Pt. As reduções eram completadas em poucos minutos, além de que o controle de pH influencia nessas reações de redução.

A alternativa, citrato trissódico  $\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ , veio de um estudo na produção de eletrodos modificados com nanopartículas de ouro para sensores eletroquímicos<sup>4</sup>. Nota-se que a presença de íons citrato gera repulsão eletrostática entre as nanopartículas que estão adsorvidas nas superfícies. Assim, há uma formação de suspensão de ouro coloidal estável, com o ancoramento do citrato ocorrendo por conta dos grupos carboxilas presentes em sua fórmula estrutural.

A segunda metodologia<sup>5</sup> consiste em utilizar, pós secagem, um fluxo de  $\text{H}_2/\text{N}_2$  (4% v/v) por três horas a 120 °C. Neste caso, a redução dos íons de ouro é direta

no suporte de carbono como um método de impregnação. O fluxo da mistura se deve a calcinação do material e o fluxo de hidrogênio remove os íons cloreto na forma de ácido clorídrico. Isso é interessante porque evita a contaminação da superfície do catalisador e promove maior segurança na análise das atividades catalíticas a ser feita em um segundo momento. Isso porque este trabalho complementa um projeto maior com aplicação dos eletrodos em protocolos de testes de ciclagem e caracterização.

Pelas características físico-químicas dos processos, deve ser utilizado gotejamento até encharcamento em ambos os casos, com adição em excesso dos agentes redutores na primeira.

Para observação da alteração efetiva nas propriedades eletrocatalíticas, além da distribuição e morfologia das partículas de ouro nos eletrodos, propõe-se o uso de microscópio eletrônico de varredura com espectroscopia por dispersão de energia de raio X (MEV/EDS). Finalmente, para caracterização das fases ( $\text{Au}^+$ ), sugere-se a Difratomia de raios X (DRX).

### Conclusão

A partir dos estudos dessas metodologias pode-se concluir que ambas podem ser utilizadas para os testes idealizados, mas a redução por tratamento térmico é preferível em um primeiro momento pelo apelo de não contar com agentes químicos redutores e por isso ser mais simples de ser reproduzida, considerando os bons resultados da literatura.

### Agradecimentos

A autora agradece a iniciativa do CNPq e da Pró Reitoria de Pesquisa da Unicamp e todo o suporte dado pelo SAE/Unicamp e pelo PIBIC.

<sup>1</sup> Bruce, P., Freunberger, S., Hardwick, L., Tarascon, J. Li-O<sub>2</sub> and Li-S batteries with high energy storage. *Nature materials*. 11, 19-29 (2012).

<sup>2</sup> Shujie L. *et al.* Increasing surface active Co<sup>2+</sup> sites of MOF-derived Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> for enhanced supercapacitive performance via NaBH<sub>4</sub> reduction. *Electrochimica Acta*, Volume 289, pp 319-323 (2018).

<sup>3</sup> Shengxin Z. *et al.* Enhanced Cr(VI) removal based on reduction-coagulation-precipitation by NaBH<sub>4</sub> combined with fly ash leachate as a catalyst. *Chemical Engineering Journal*, Volume 322, pp 646-656 (2017).

<sup>4</sup> Najib B. M. *et al.* Electrochemical sensor based on multiwalled carbon nanotube and goldnanoparticle modified electrode for the sensitive detection of bisphenol. *Sensors and Actuators B*, v. 253, pp 513-522 (2017).

<sup>5</sup> Oliveira R. L. Nanocatalisadores de ouro: Preparação, Caracterização e Desempenho Catalítico. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo (2009).