

Desenvolvimento de materiais compósitos para aplicação em sensores de gás

Development of composite materials for gas sensor application

RESUMO

Ana Paula Turques Petinati
apturques@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Carlos Eduardo Cava
carloscava@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Estruturas tridimensionais de grafeno possuem área de aplicação em eletrônica, dispositivos de catálise e sensores, devido a propriedades como baixa densidade, alta porosidade, área superficial grande e boa condutividade elétrica. Entretanto, ainda é um desafio fabricá-las. Com base nisso, este trabalho visa desenvolver uma estrutura tridimensional de nanotubos de carbono através da queima de um hidrogel polimérico. Foi feito um estudo sobre a decomposição térmica dos materiais em questão, referências bibliográficas apontam uma faixa de decomposição dos nanotubos entre 640 e 780°C, e análises termogravimétricas indicaram para o hidrogel a temperatura média de 435°C. Assim, é possível utilizar o hidrogel como template para obtenção de uma a estrutura tridimensional de nanotubos. Para averiguar a ocorrência da arquitetura desejada, foi feita uma análise de DRX, que apresentou boas evidências de uma possível estrutura tridimensional, no entanto o resultado não é decisivo, visto que são necessárias outras técnicas de análises complementares para que se possa chegar em uma conclusão confiável.

PALAVRAS-CHAVE: Nanotubos de carbono. Nanosensor. Hidrogel.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

Graphene three-dimensional structures have application area in electronics, catalysis devices and sensors, due to properties such as low density, high porosity, large surface area and good electrical conductivity. However, it still is a challenge to manufacture them. Based on this, this work aims to develop a three-dimensional structure of carbon nanotubes by burning a polymer hydrogel. A study was made on the thermal decomposition of the materials in question, bibliographic references point to a decomposition range of nanotubes between 640 and 780 °C, and thermogravimetric analyzes indicated for the hydrogel an average temperature of 435 °C. Thus, it's possible to use the hydrogel as a template to obtain a three-dimensional nanotube structure. To verify the occurrence of the desired architecture, an xrd analysis was performed, which showed good evidence of a possible three-dimensional structure, however, the result is not decisive, as other complementary analysis techniques are required to reach a reliable conclusion.

KEYWORDS: Carbon nantubes. Nanosensor. Hydrogel.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de nanossensores utilizando nanotubos de carbono (NTC) como material matricial se destaca sobre as técnicas tradicionais. Os NTC apresentam grande eficiência na detecção de gases e características como adsorção seletiva de gases, de acordo com seu tamanho de poro controlado e propriedades químicas, e grande capacidade de adsorção devido ao aumento da área superficial.¹ No entanto, a maioria das matrizes projetadas de nanotubos de carbono são do tipo 2D apesar do aumento de estudos para a fabricação de estruturas tridimensionais, visto que uma arquitetura 3D pode trazer um significativo aprimoramento para diversas aplicações devido ao aumento de área ativa.²

Analisando os estudos em questão, nota-se que, em suma, essa arquitetura tridimensional é feita em uma estrutura sanduíche, com algum outro material (comumente polimérico) entre as camadas de nanotubos de carbono de modo a uní-los, ou seja, os carbonos se ligam a esse material e não diretamente entre si. Outro método também comum, é o uso de agentes reticulantes para induzir as ligações entre os nanotubos.² Todavia, as técnicas empregadas afetam as propriedades dos NTC, reduzindo sua eficiência. Desse modo, a pesquisa em andamento visa a elaboração de uma estrutura tridimensional de nanotubos de carbono de múltiplas camadas utilizando hidrogel polimérico como template, a partir da queima de sua mistura com uma dispersão dos nanotubos. Para que seu uso seja viável é necessário que sua temperatura de degradação seja inferior à dos NTC, que está na faixa de 640 a 780°C.³

Assim, o hidrogel serve como um molde ao “congelar” os nanotubos no gel formado em sua mistura com a dispersão. E então ele é retirado, juntamente com a água, ao colocar a amostra em uma mufla com uma temperatura suficiente para sua degradação. Dessa forma, os nanotubos de carbono são induzidos a ligar-se entre si com o auxílio de um polímero, mas sem que ele afete suas propriedades.

MATERIAL E MÉTODOS

Para analisar a viabilidade do uso do hidrogel polimérico como template para a obtenção da tridimensional de nanotubos de carbono, foi feita uma análise termogravimétrica (TGA), a fim de estudar sua temperatura de degradação.

Após o teste realizado no hidrogel, fez-se um dispersão dos nanotubos de carbono. A dispersão foi realizada utilizando nanotubos de carbono de múltiplas camadas com o auxílio do surfactante Triton X-100. A concentração ideal do Triton para a dispersão dos nanotubos é de 0,005 g/L e sua quantidade utilizada é referente a 1,3% da massa do nanotubo.⁴ A massa de nanotubos utilizada foi de 2,2 mg, então, a quantidade de água e Triton necessários é 440 mL e 286 µL, respectivamente. A dispersão foi feita por duas horas em uma lavadora ultrassônica.

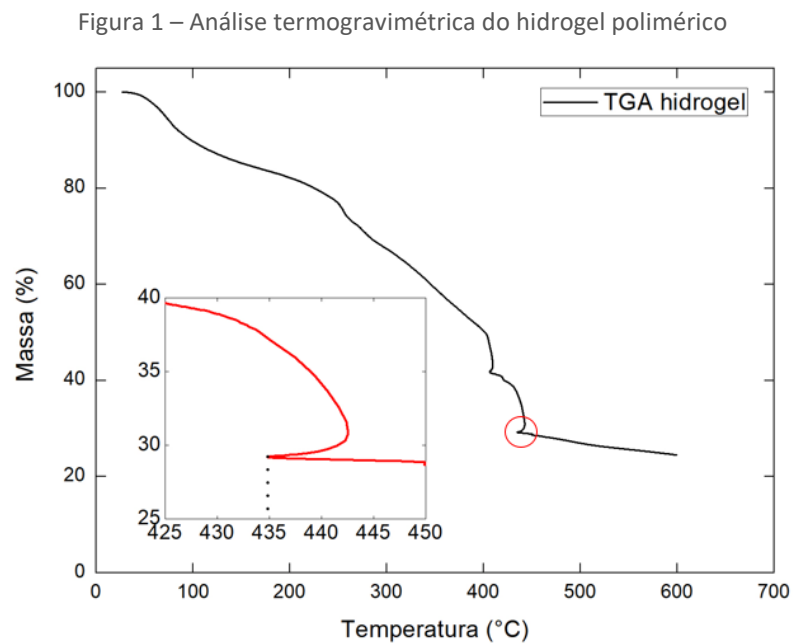
Em um béquer, a dispersão de nanotubos foi colocada em um agitador magnético adicionando-se o hidrogel a ela até que esta se torne um gel. A quantidade de hidrogel adicionada a um béquer contendo 25 mL de dispersão foi de aproximadamente 1 g.

O gel, em um cadinho de alumina, foi colocado na mufla a 450°C por duas horas a fim de se obter uma estrutura de nanotubos de carbono sem o hidrogel.

Após a queima, a amostra foi ensaiada no DRX.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise termogravimétrica realizada no hidrogel polimérico, Figura 1, foi feita sob atmosfera de N₂ com aquecimento até 600°C e taxa de 10°C/min.



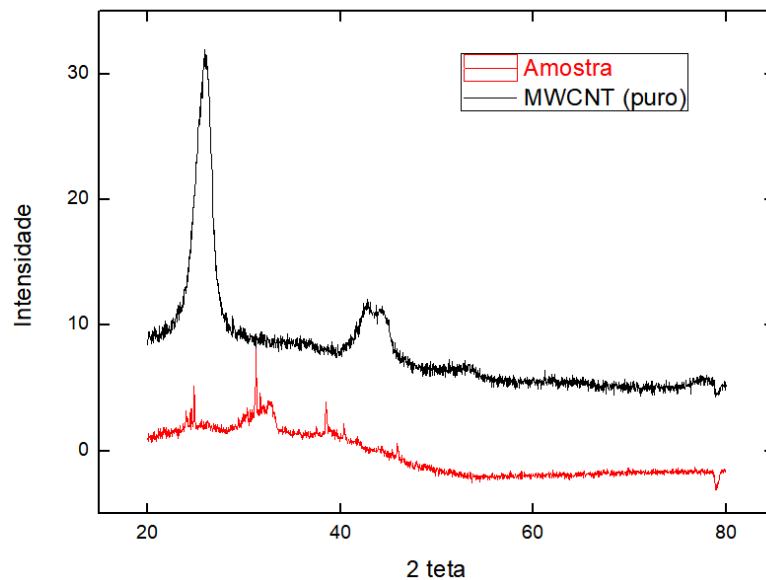
Fonte: Autoria própria (2019)

O gráfico indica um temperatura de degradação do hidrogel de 435°C, validando seu uso como template dos nanotubos.

É válido ressaltar as quedas de temperatura incondizentes com o ensaio, aparentes em 435°C e 400°C, esses picos ocorrem devido a reações muito exotérmicas que alteram a constância do aquecimento, fazendo com que o equipamento reajuste a temperatura. No entanto, esses eventos não interferem no estudo em questão.

A Figura 2 apresenta os resultados obtidos na análise de DRX feita nos nanotubos de carbono puros e na amostra. No ensaio, foi realizada uma varredura rápida com taxa de 0,03°/s, slit 0,02 mm e 2θ de 20 a 80°.

Figura 2 – análise de DRX dos nanotubos de carbono de múltiplas camadas



Fonte: Autoria própria (2019)

O resultado característico para NTC multicamadas pode ser observado na Figura 2 (cor preta). O resultado do difratograma da amostra da mistura hidrogel NTC, após o processo de queima, pode ser observado na Figura 2 (cor vermelha). Nesta amostra não é possível observar os mesmos picos característicos dos nanotubos de carbono, fato que indica a presença de uma fase mais amorfa quando comparada a amostra de NTC puros. Para a identificação da formação de uma estrutura tridimensional é necessário aprofundar os estudos baseados em imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura e também microtomografia. Estes estudos serão realizados na continuação deste estudo.

CONCLUSÃO

O hidrogel polimérico é um material viável a ser utilizado como template para a obtenção da estrutura tridimensional de nanotubos de carbono devido ao gel formado pela sua mistura com a dispersão dos nanotubos e sua baixa temperatura de degradação. A análise de DRX mostra boa evidência de que a arquitetura desejada possa ter se formado, todavia, não há indícios suficientes para sua afirmação, sendo necessárias outras técnicas de análises para alcançar resultados conclusivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Araucária pelo apoio à pesquisa, concessão da bolsa e auxílio financeiro.

À UTFPR pelo apoio à pesquisa, pelos laboratórios e equipamentos disponíveis.

REFERÊNCIAS

- 1 NASA. Carbon Nanotube Sensors for Gas Detection. Disponível em: https://www.nasa.gov/centers/ames/research/technology-onepaggers/gas_detection.html. Acesso em: 10 ago. 2019.
- 2 NARDECCHIA, S. et al. Three dimensional macroporous architectures and aerogels built of carbon nanotubes and/or graphene: synthesis and applications. Royal Society of Chemistry, v. 42, p. 794-830, 2013. Disponível em: <https://pubs-rsc-org.ez48.periodicos.capes.gov.br/en/content/articlehtml/2013/cs/c2cs35353a>. Acesso em: 19 ago. 2019.
- 3 Mahajan, A., Kingon, A., Kukovecz, Á., Konya, Z. & Vilarinho, P. M. Studies on the thermal decomposition of multiwall carbon nanotubes under different atmospheres. Materials Letters, v. 90, p. 165–168, 2013. Disponível em: <https://www-sciencedirect.ez48.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0167577X12012402>. Acesso em: 12 mar. 2019.
- 4 Rastogi, R. et al. Comparative study of carbon nanotube dispersion using surfactants. J. Colloid Interface Sci, v. 328, p. 421–428, 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0021979708010898>. Acesso em: 14 dez. 2018.