

INVESTIGAÇÃO DA SÍNTESE DE PONTOS QUÂNTICOS DE CARBONO POR MEIO DE IRRADIAÇÃO COM LASER

Augusto Gomes da Silva¹

AugustoGomesdaSilva1@hotmail.com
Faculdade de Tecnologia de São Paulo

Davinson Mariano da Silva

davinson@fatecsp.br
Faculdade de Tecnologia de São Paulo

1. Introdução

Os pontos quânticos de carbono (PQCs) são partículas que possuem tamanho geralmente menor do que 10 nm e que apresentam fotoluminescência, que é dependente do tamanho e da estrutura da partícula [1]. Diferentemente dos pontos quânticos convencionais, os PQCs não são tóxicos e, portanto, podem ser utilizados em aplicações biológicas [1,2]. São diversos os métodos de síntese apresentados na literatura para os PQCs, que podem ser obtidos a partir de precursores naturais, como carboidratos e celulose, por exemplo [1,2].

O objetivo deste trabalho é investigar um novo método de síntese para os PQCs, utilizando a irradiação laser para obter partículas de carbono nanométricas. É importante ressaltar que não há trabalhos na literatura que investigaram a síntese de PQCs utilizando a irradiação com laser.

2. Metodologia

Os PQCs foram sintetizados a partir da carbonização da sacarose. Em um béquer foi preparada uma solução de água e açúcar na proporção mássica de 1:1. A solução foi aquecida sob agitação durante 10 min à 80 °C. Em seguida, o aquecimento foi desligado e foi acrescentado ácido sulfúrico (H₂SO₄) à solução de água e açúcar na proporção volumétrica de 1:2, respectivamente. A nova solução foi mantida sob agitação por cerca de 20 min. Durante esse período ocorreu a carbonização da sacarose. O material carbonáceo resultante foi submetido à filtração a vácuo duas vezes.

Neste trabalho foi utilizada a fração retida no filtro, que contém partículas micrométricas de carbono amorfo. Este material foi misturado com o agitador magnético em álcool etílico absoluto PA na proporção mássica de 1:10, respectivamente por 20 min. A suspensão

resultante foi dividida igualmente em dois béqueres. Uma das soluções foi submetida à irradiação com um laser de diodo CW de 405 nm, operando a 500 mW. O feixe do laser foi focalizado no interior do béquer contendo a suspensão, que foi mantida em agitação e sob aquecimento a 60°C, em banho maria. O outro béquer foi aquecido sob agitação nas mesmas condições, mas não foi submetido à irradiação com laser.

A cada 10 min, no período de 1 h, foram coletadas amostras de 20 µL de cada recipiente. As amostras coletadas foram transferidas para tubos eppendorf contendo 1,6 mL de álcool etílico PA.

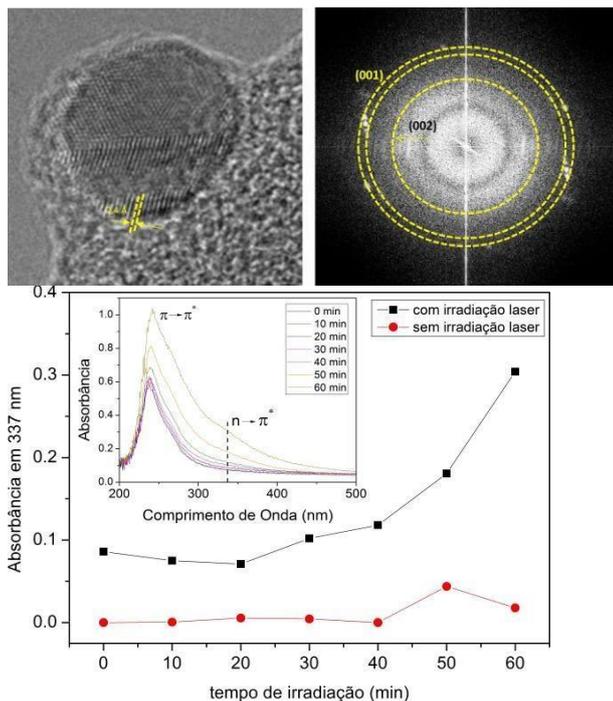
O espectro de absorção das amostras coletadas foi obtido com auxílio de um espectrofotômetro. Os PQCs apresentam bandas de absorção associadas às transições

$\pi \rightarrow \pi^*$ e $n \rightarrow \pi^*$ que estão centradas em 230 e 337 nm, respectivamente. A intensidade banda $n \rightarrow \pi^*$ foi utilizada para avaliar a concentração de PQCs nas suspensões.

3. Resultados e Discussões

A Figura 1 apresenta a absorbância em 337 nm em função do tempo de processamento, para uma suspensão de partículas de carbono que foi irradiada com o laser e outra que não foi irradiada. A inserção mostra os espectros de absorção para os PQCs que foram submetidos à irradiação com o laser.

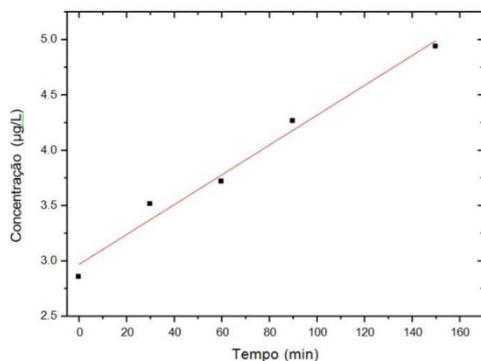
Figura 1 – Absorbância das amostras em 337nm com e sem a incidência do laser. O inset mostra os espectros de absorbância para as amostras irradiadas.



Fonte: Própria autoria

A Figura 1 mostra que a absorvância em 337 nm, referente à transição $n \rightarrow \pi^*$ dos PQC's aumenta à medida que a suspensão é irradiada com o laser de 405 nm. Por outro lado, na suspensão que não foi irradiada, o valor da absorvância em 337 nm se mantém constante ao longo de todo tempo de processamento, o que indica que apenas o aquecimento à 60°C não foi capaz de gerar novos PQC's na suspensão.

Figura 2 – Curva da cinética de nucleação dos pontos



quânticos de grafeno em função do tempo de irradiação.

Fonte: Própria autoria

A curva da Figura 2 mostra a cinética da nucleação das partículas de grafeno na suspensão em função do tempo de irradiação com o laser. É notável que a concentração de pontos quânticos na suspensão tende a aumentar com o tempo de irradiação da suspensão.

O processo de ablação a laser transfere energia vibracional para a rede das partículas em suspensão, essas partículas fundem e evaporam se reorganizando em microestruturas nanométricas, ou seja, quanto mais tempo de irradiação, mais partículas de carbono nucleiam na suspensão formando os pontos quânticos de grafeno.

Figura 3 – imagem de microscopia eletrônica de transmissão de alta resolução de um ponto quântico de grafeno (à esq.) e imagem FFT indicando os planos cristalográficos (à dir.).

Fonte: Própria autoria.

A Figura 3 apresenta uma imagem de microscopia eletrônica de transmissão de um ponto quântico de grafeno. Na Figura 3 da direita a imagem de FFT foram identificados os planos interatômicos (002) e (001) associados as distâncias de 0,33 nm e 0,21 nm, do grafeno respectivamente.

4. Conclusões

A nova metodologia proposta neste trabalho foi promissora para a síntese de PQC's a partir de materiais carbonáceos. Em estudos futuros a possibilidade de se testar as propriedades elétricas e químicas do material seriam de grande interesse para o melhor entendimento das diferenças entre os pontos quânticos de grafeno sintetizados por métodos convencionais e os sintetizados por ablação a laser.

O método da ablação a laser pode trazer diversas vantagens para a indústria na fabricação dos pontos quânticos de grafeno, tais como: melhor controle da cinética de reação e da transferência de energia para a reação dos precursores utilizados na sintetização do material.

Referências

- Rocha, A. P. M., Alayo, M. I., da Silva, D. M., Appl. Sci. (2022) 12(17), 8686.
 Jin, Z.; Owour, P.; Lei, S.; Ge, L. Curr. Opin. Colloid Interface Sci. (2015), 20, 439–453.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Tecnologia em Materiais Fotônicos e Optoeletrônicos (LTMFO), ao Laboratório

¹ Aluno (a) de IC com bolsa CNPq de Síntese de Materiais (LSM) pela infraestrutura disponibilizada e à FAPESP (Processo 2023/08033-7)