

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

Augusto Gomes da Silva

Fatec São Paulo - augustogomesdasilva1@hotmail.com

Davinson Mariano da Silva

Fatec São Paulo - davinson@fatecsp.br

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].

Existem diversos métodos na literatura para a síntese dos PQCs. O escolhido para a pesquisa foi a ablação a laser, já que este método é relativamente simples e ainda não foi muito explorado. A ablação a laser consiste em um feixe de laser que irradia uma suspensão contendo o material carbonáceo [4]. O laser excita energeticamente a rede do material, fornecendo energia para a quebra de ligações e possibilitando, desta maneira a síntese de partículas nanométricas de carbono, as quais podem se rearranjar na forma de grafeno, formando assim os PQCs [4].

O objetivo deste trabalho, portanto, 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 e materiais

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 filtragem 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 Figura 1 mostra um desenho esquemático do processo de irradiação por laser.

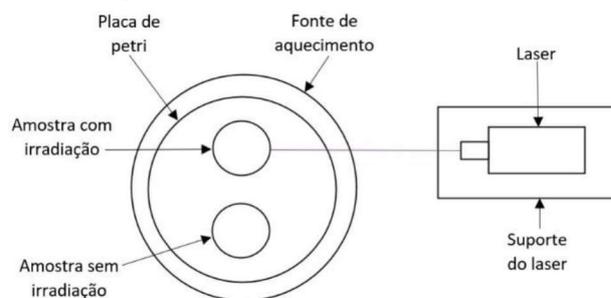


Figura 1 – Desenho esquemático do sistema para realização do experimento

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 *ependorf* 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

A Figura 2 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.

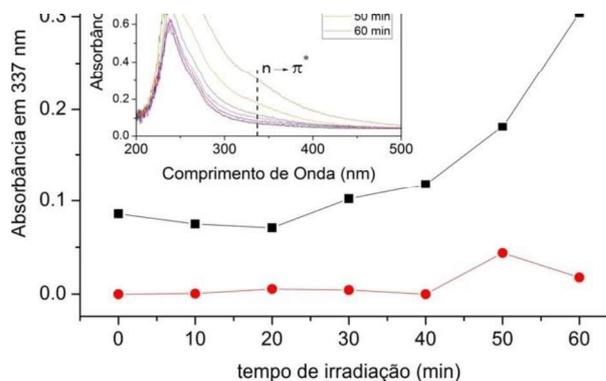


Figura 2 – Absorbância das amostras em 337nm com e sem a incidência do laser. O inset mostra os espectros de absorção para as amostras irradiadas.

A Figura 2 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.

A figura 3 apresenta os diagramas de energia característicos de transições eletrônicas do material contido nas amostras. A transição $\pi \rightarrow \pi^*$ que ocorre na faixa de 230 nm se refere aos núcleos dos pontos quânticos, ou seja, nanopartículas que tem a estrutura mais semelhante a do grafeno. Já a transição $n \rightarrow \pi^*$ que ocorre na faixa de 337 nm se refere à presença de heteroátomos que podem estar presentes em diferentes grupos funcionais presentes nos PQC's, como ácidos carboxílicos, hidroxilas e cetonas, por exemplo.

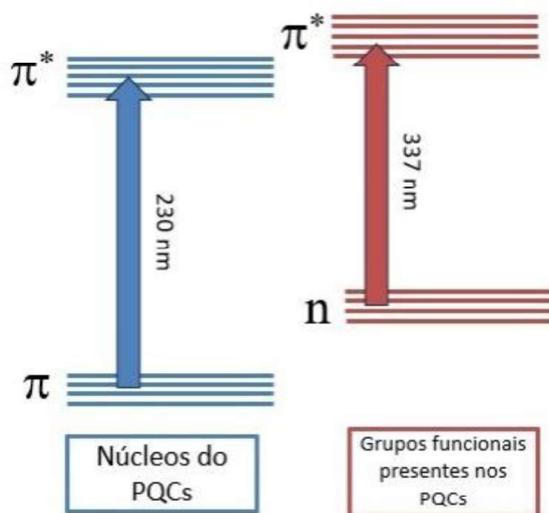


Figura 3 – Diagramas de energia característicos dos PQC's.

4. Conclusões

Foi constatado que a síntese de PQC's a partir de materiais carbonáceos pelo método de ablação a laser é possível. Com a utilização de um espectrofotômetro foi possível detectar as bandas de absorção de luz visível características deste tipo de nanopartícula. Também foi possível concluir que os diversos parâmetros de síntese podem influenciar nas características do material; dentre eles o mais significativo até o momento foi o tempo. Os espectros de absorção obtidos indicaram que quanto maior o tempo de exposição ao feixe de laser, maior a quantidade de pontos quânticos presentes na suspensão.

5. Referências

- [1] A. P. de M. Rocha, M. I. Alayo, and D. M. da Silva, Synthesis of Nitrogen-Doped Graphene Quantum Dots from Sucrose Carbonization, Applied Sciences 12, 8686 (2022).
- [2] Z. Zhu, Y. Zhai, Z. Li, P. Zhu, S. Mao, C. Zhu, D. Du, L. A. Belfiore, J. Tang, and Y. Lin, Red Carbon Dots: Optical Property Regulations and Applications, Materials Today 30, 52 (2019).
- [3] S. Tajik, Z. Dourandish, K. Zhang, H. Beitollahi,

Q. van Le, H. W. Jang, and M. Shokouhimehr, Carbon and Graphene Quantum Dots: A Review on Syntheses, Characterization, Biological and Sensing Applications for Neurotransmitter Determination, RSC Advances.

- [4] Anugop Balachandran, Sithara P. Sreenilayam, Kailasnath Madanan, Sabu Thomas, Dermot Brabazon, Nanoparticle production via laser ablation synthesis in solution method and printed electronic application - A brief review, Results in Engineering, 16, 100646 (2022).

Agradecimentos

Ao Laboratório de Tecnologia em Materiais Fotônicos e Optoeletrônicos (LTMFO) e ao Laboratório de Síntese de Materiais (LSM) pela infraestrutura disponibilizada.

¹ Aluno de IC do CNPq.