Obtenção e caracterização de Pontos Quânticos de Carbono obtidos de diferentes matrizes

Palavras-Chave: Pontos Quânticos de Carbono, Nanotecnologia, Biomassa

Autores(as):

João Paulo Guimarães Amorim, FEQ - Unicamp

Profª. Drª. Telma Teixeira Franco (Orientadora), FEQ - Unicamp

PhD. Lilian Pereira F. Torres (Coorientadora), FEQ - Unicamp

INTRODUÇÃO:

Os Pontos Quânticos de Carbono (C-Dots) são uma classe de nanomateriais carbônicos fluorescentes, descobertos em 2004 por Xu *et al*. **[1]**. Esses nanomateriais têm se destacado por apresentarem baixa citotoxicidade, além de boa fotoestabilidade e excelente biocompatibilidade em comparação com pontos quânticos semicondutores e agentes fluorescentes orgânicos **[2]**.

As possíveis aplicações dos C-Dots abrangem diversas áreas tecnológicas, como no *bioimaging*, *drug delivery* e *sensing*, além de se mostrarem candidatos ecológicos muito promissores para uso em LEDs multicoloridos **[3]**.

O objetivo desta pesquisa foi compreender melhor os mecanismos de formação dos C-Dots por meio do método bottom-up com biomassa como precursor carbônico, diante da falta de detalhes metodológicos nos artigos recentes.

METODOLOGIA:

Reproduziram-se em reator de aço inox **(Figura 1)** os experimentos com quitosana, de acordo com *Synthesizing Green Carbon Dots with Exceptionally High Yield from Biomass Hydrothermal Carbon* **[4]**, e com suco de limão, seguindo *Green Synthesis of Highly Luminescent Carbon Quantum Dots from Lemon Juice* **[5]**.

Após centrifugar e deixar as amostras repousarem a 4 °C por um longo período, observou-se que sua coloração se aproximava daquela descrita na literatura para C-Dots **(Figura 2)** e a análise qualitativa com luz UV na capela de fluxo laminar apresentou baixa fluorescência.

Surgiram então hipóteses de que, por meio de uma análise energética quantitativa baseada em balanços de energia, seria possível padronizar a síntese de C-Dots a partir do cálculo da energia fornecida ao reator. Esse tipo de abordagem ainda não foi descrito na literatura, que em sua maioria discute o rendimento quântico dos C-Dots apenas em função da temperatura e tempo de síntese,

frequentemente sem elucidar informações como a existência de rampas de aquecimento e resfriamento no início e no fim do processo.

Iniciou-se então a proposta de uma metodologia experimental e a modelagem de um processo que viabilizasse a realização desses cálculos, considerando a condução da síntese em reator de aço inox por método hidrotermal em banho de óleo **(Figura 3)**, além da adoção de suposições que simplificam os cálculos envolvidos.

Figura 1 - Reator de aço inox utilizado no processo de síntese.

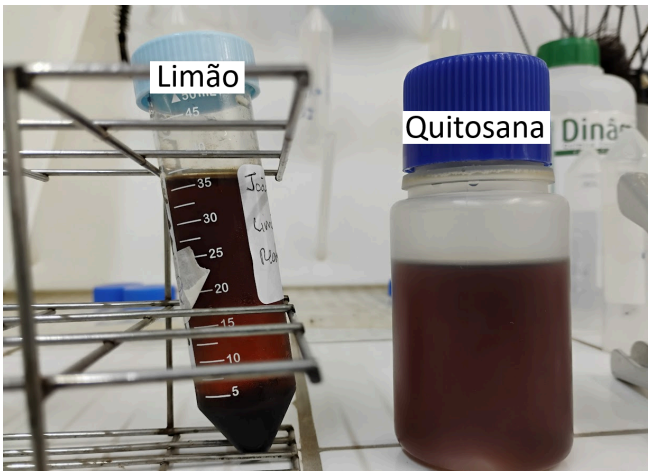

Figura 2 - Amostras obtidas: síntese com suco de limão à esquerda e com quitosana à direita.

Figura 3 - Sistema de aquecimento proposto para síntese de C-Dots.

DISCUSSÃO:

Pretende-se utilizar sensores térmicos para o monitoramento e a realização dos balanços de energia no reator, aproveitando aqueles já integrados ao equipamento de aquecimento, como o banho de óleo ou sistemas similares. Além disso, será feita a utilização de sistemas embarcados, visando

garantir que a metodologia proposta seja acessível tanto em termos de complexidade quanto de custo.

A análise relacionada à caracterização foi realizada apenas qualitativamente, mas pretende-se realizar análises quantitativas por absorbância e espectroscopia para possibilitar uma testagem mais rigorosa e aumentar a reprodutibilidade.

CONCLUSÕES:

Durante o andamento da pesquisa, alguns objetivos precisaram ser ajustados, o que levou à substituição do método original com autoclave por um reator de aço inox. Além disso, fatores como a aplicação de rampas de temperatura no início e no fim da síntese passaram a ser investigados. No entanto, com o surgimento da hipótese de um procedimento quantitativo para a síntese de C-Dots, esse novo enfoque se mostrou mais promissor para o entendimento dos mecanismos envolvidos na obtenção deste nanomaterial.

BIBLIOGRAFIA

[1] XU, X. *et al*. Electrophoretic analysis and purification of fluorescent single-walled carbon nanotube fragments. **Journal of the American Chemical Society**, v. 126, n. 40, p. 12736–12737, 13 out. 2004. DOI: http://dx.doi.org/10.1021/ja040082h

[2] LIU, H. *et al*. A review of carbon dots in synthesis strategy. **Coordination Chemistry Reviews**, v. 498, p. 215468, 1 jan. 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ccr.2023.215468

[3] YUAN, F. *et al*. Engineering triangular carbon quantum dots with unprecedented narrow bandwidth emission for multicolored LEDs. **Nature Communications**, v. 9, n. 1, 8 jun. 2018. DOI: https://doi.org/10.1038/s41467-018-04635-5

[4] ZHAO, Y. *et al*. Synthesizing green carbon dots with exceptionally high yield from biomass hydrothermal carbon. **Cellulose**, v. 27, n. 1, p. 415–428, 28 out. 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s10570-019-02807-0

[5] HOAN, B. T.; TAM, P. D.; PHAM, V.-H. Green Synthesis of Highly Luminescent Carbon Quantum Dots from Lemon Juice. **Journal of Nanotechnology**, v. 2019, p. 1–9, 2 maio 2019. DOI: https://doi.org/10.1155/2019/2852816