

## SÍNTESE OXIDATIVA DE QUANTUM DOTS DE GRAFENO (GQDS) A PARTIR DE SACAROSE

**Isabela Vicente, Anna Clara Jacomassi Ramos**

**Daniele Cristina Ferreira**

**Paola Corio**

Instituto de Química da Universidade de São Paulo

isabela.vic@usp.br

### Objetivos

O objetivo deste trabalho é estudar a síntese de Quantum Dots de Grafeno (GQDs) através de metodologias envolvendo oxidação química de sacarose desidratada e diferentes espécies oxidantes ( $\text{Cl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{KMnO}_4$  e  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ). Além disso, busca-se a otimização de possíveis aplicações e o controle das propriedades fotoluminescentes. Há também o estudo sistemático da correlação entre as metodologias de síntese e as características morfológicas e de fotoluminescência dos GQDs obtidos para aplicações em sensoriamento químico (por exemplo para metais pesados). GQDs são nanocristais semicondutores, cujas dimensões são da ordem de 100 nm ou menores; dessa forma, são considerados materiais zero-dimensionais<sup>[1]</sup>. Por conta de suas bordas na folha de grafeno ligadas por carbonos  $\text{sp}^2$ , esse material tem propriedades condutoras significativas<sup>[2]</sup> e pode ser facilmente manipulado, visto que o comprimento de onda emitido depende dos defeitos das bordas ou outros átomos ligados aos carbonos.

### Métodos e Procedimentos

No presente trabalho, foi investigada a oxidação de sacarose tratada por  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado (amostra denominada caramelo) por diferentes oxidantes químicos, através de metodologias baseadas no estudo de Liu *et al.*<sup>[3]</sup>, que propõe a oxidação de carvão da indústria de coque com  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Complementando, o efeito de outros

oxidantes foi investigado, especificamente: Ácido nítrico, permanganato de potássio em meio ácido, dicromato de potássio em meio ácido, e cloro. O precursor utilizado (caramelo) se deu do princípio de que, ao desidratar sacarose, é possível obter uma fonte de carbono de grande rendimento (Figura 1), além de ser um método bastante acessível e de baixo custo.

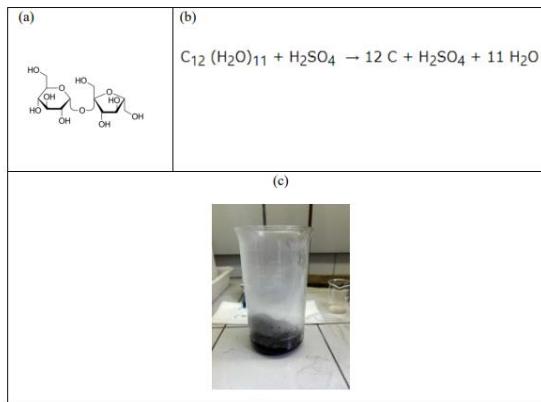


Figura 1: (a) Estrutura da sacarose, (b) reação de desidratação da sacarose com  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , (c) fotografia do material obtido

O material obtido em cada caso foi caracterizado por espectroscopia eletrônica e por técnicas de emissão de fluorescência. Na espectroscopia de fluorescência, um espectro é obtido através da excitação da amostra com radiação de comprimento de onda conhecido.<sup>[4]</sup> A técnica de espectroscopia UV-Vis fornece informações sobre a estrutura eletrônica da amostra por meio

da absorbância em função do comprimento de onda. A absorção de luz ocorre quando o elétron é transferido, a partir do estado eletrônico fundamental, para um estado eletrônico excitado.<sup>[5]</sup>

## Resultados

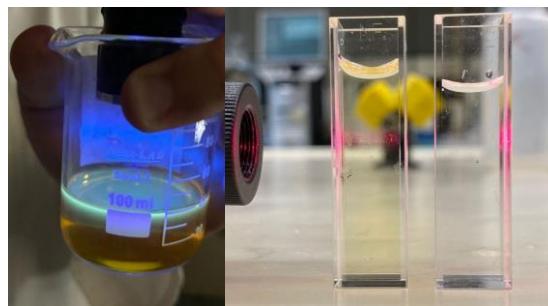


Figura 2: (a) Fluorescência observada em amostra de caramelo oxidada com  $\text{H}_2\text{O}_2$ , (b) Demonstração de efeito Tyndall em amostra de caramelo oxidado com  $\text{HNO}_3$ .

Foi observada fluorescência nas seguintes amostras:  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}_2/\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7$ ; comportamento confirmado pelos espectros obtidos e por ocorrência de efeito Tyndall, podendo ser observado na Figura 2.

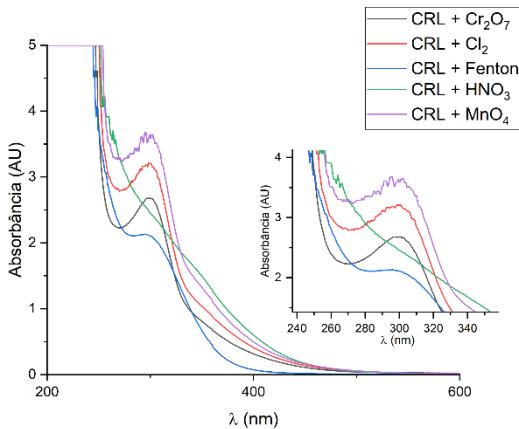


Figura 3: Espectros UV-VIS das amostras de caramelo agrupados

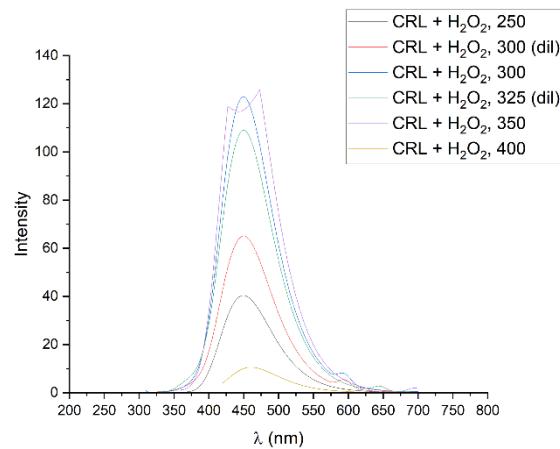


Figura 4: Espectro de fluorescência da amostra de caramelo com  $\text{H}_2\text{O}_2$

## Conclusão

A fluorescência e o efeito Tyndall indicam a presença de partículas GQDs nas suspensões. Pode-se observar a presença de uma forte banda de extinção na região de 340 nm, característica dos GQDs, em todos os espectros de extinção no UV-Vis do caramelo tratado por diferentes agentes oxidantes (Figura 3). Por outro lado, o comportamento dos espectros na região de menor energia difere para cada amostra. A Figura 4 apresenta os espectros de fluorescência obtidos por excitações entre 250 nm e 500 nm para o caramelo tratado com  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Observa-se um máximo de emissão centrado em 450 nm, bem como outros picos menores, deslocados para o vermelho.

## Agradecimentos

Agradecemos à FAPESP e ao CNPq por financiar esse projeto, sendo um grande incentivo para continuarmos em busca de aplicações úteis (ambientalmente e biologicamente) enquanto respeitamos os princípios da Química Verde.

## Referências

- [1] S. H. Lee, D. Y. Kim, J. Lee, S. B. Lee, H. Han, Y. Y. Kim, S. C. Mun, S. H. Im, T. Kim, O. O. Park, Synthesis of Single-Crystalline Hexagonal Graphene Quantum Dots from Solution Chemistry, *Nano Lett.* 19 (2019) 5437–5442.
- [2] NAIK, Jaya Prakash; SUTRADHAR, Prasanta; SAHA, Mitali. Molecular scale rapid synthesis of graphene quantum dots (GQDs). **Journal of Nanostructure in Chemistry**, v. 7, p. 85-89, 2017.
- [3] Y. Cui, L. Liu, M. Shi, Y. Wang, X. Meng, Y. Chen, Q. Huang, C. Liu, A Review of Advances in Graphene Quantum Dots: From Preparation and Modification Methods to Application, *Carbon*, 10 (2024) 7. <https://doi.org/10.3390/c10010007>.
- [4] PAVONI, J. F. et al. Uma montagem experimental para a medida de fluorescência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, p. 4501, 2014.
- [5] PICOLLO, Marcello; ACETO, Maurizio; VITORINO, Tatiana. UV-Vis spectroscopy. **Physical sciences reviews**, v. 4, n. 4, p. 20180008, 2019.