

SÍNTESE DE NANOPARTÍCULAS DE OURO ENCAPADAS COM BETACICLODEXTRINA

Gabriel Giroto Zanutto (PIBIC/UEM), Andrelson Wellington Rinaldi
(Orientador), e-mail: ggzanutto@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Departamento de Química/Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra / Química

Palavras-chave: Biossensores, Nanopartículas, Materiais Híbridos.

Resumo

Nanopartículas de ouro encapadas com a betaciclodextrina possuem biocompatibilidade melhorada em termos de biossensores e uma alta eficiência em imobilização de biomoléculas e reconhecimento via hospedeiro-convidado. Estes biossensores podem ser usados com outras estruturas para uma detecção precisa de biomoléculas, tendo uma ampla aplicação. O projeto trata de duas etapas, inicialmente sintetizar nanopartículas de ouro seguindo os passos encontrados na literatura e na sequência caracterizar os resultados obtidos nessas sínteses, utilizando diversos métodos, e comparando com os resultados da literatura. A outra consiste em elaborar um novo processo de síntese, também baseado na literatura, para obter AuNPs encapadas com a betaciclodextrina em um único passo e de forma sustentável. As amostras obtidas nesse segundo processo de síntese devem ser caracterizadas de forma semelhante às amostras do primeiro processo e então comparadas aos resultados encontrados na literatura.

Introdução

De acordo com, Alkilany e Murphy (2010), as nanopartículas de ouro (AuNPs) possuem um crescente interesse nas pesquisas mundiais devido à sua síntese fácil, estabilidade química e propriedades ópticas e eletrônicas. Corma e Garcia (2008), salientam que até o momento AuNPs tem demonstrado um desempenho promissor em catálise, Tapio, Leppiniemi, Shen, Hytönen, Fritzsche e Toppari (2016) afirmam que a nanoeletrônica também evidencia um destaque. Mieszawska, Mulder, Fayad e Cormode (2013), explicitam a existência das nanopartículas em um grande número de aplicações biomédicas como diagnóstico e terapia, assim como a entrega de drogas ou ácidos nucleicos, segundo Gamrad, Rehbock, Westendorf, Buer, Barcikowski e Hansen (2016). Por fim, os bioensaios eletroquímicos e ópticos, apresentados por Nie, Liu, Ma e Xiao (2014) e Pingarrón, Yáñez-Sedeño, González-Cortés (2008). Uma das propriedades mais intrigantes

das AuNPs é a Ressonância de Plasmon de Superfície Localizada (LSPR), a qual envolve a participação de elétrons em oscilação coletiva confinados em uma partícula de tamanho similar ao comprimento de onda da radiação que atinge essa partícula. Mayer e Hafner (2011), explicam que a ressonância leva a uma intensificação da onda eletromagnética na superfície das AuNPs, dando origem a uma forte interação luz-matéria, assim como uma banda espectral estreita. Portanto, a LSPR das AuNPs se tornou uma técnica biossensível promissora pois leva a uma alta sensibilidade e a uma detecção não-rotulada (*label-free*) de quantificação, ligações e dissociações biomoleculares. O reconhecimento molecular específico tem importância crucial para o desenvolvimento de biossensores.

De acordo com, Zhao, Huang, Zhu, Zhu e Xia (2016), embora existam tentativas de encapar as AuNPs com supramoléculas em um pós-processamento, essa prática é inviável para a biomedicina. A síntese completamente “verde” foi somente reportada recentemente, na qual a CD age como agente redutor e como agente que encapa (“capping agent”). A β -CD tem se mostrado eficiente no que diz respeito a reconhecimento biomolecular nas AuNPs, as quais podem formar complexos com diferentes biomoléculas e medicamentos.

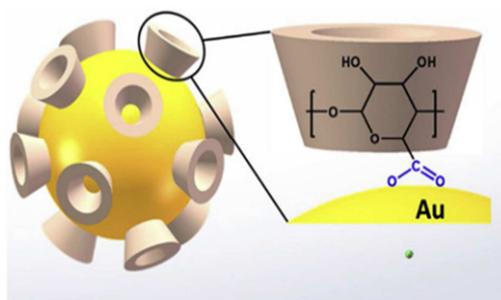


Figura 1: Ilustração de uma nanopartícula de ouro encapada com β -CD.

Materiais e métodos

Para evitar a contaminação durante a síntese, todas as vidrarias utilizadas foram devidamente higienizadas utilizando água e detergente, seguido da imersão em água-régia (ácido clorídrico e ácido nítrico em proporção 3:1) durante 30 minutos, minimizando os pontos de aglomeração das nanopartículas. Para a síntese de AuNPs, 100 mL de uma solução de ácido tetracloreáurico (HAuCl_4 - Sigma Aldrich, 99,99%) 0,01% em água Milli-Q foi aquecida com agitação moderada em um balão de três bocas sob um sistema de refluxo até atingir a temperatura de ebulição. Na sequência foi adicionado ao sistema em refluxo 2,5 mL de solução aquosa de citrato de sódio (agente redutor) ($\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ - Sigma Aldrich, 99%) 1% (m/v), mantendo o aquecimento e agitação por mais 40 minutos. Por fim, a solução foi colocada em um banho de gelo até atingir temperatura ambiente para cessar a reação. Durante o processo da síntese, há mudança coloração da

solução com a adição do agente redutor que se estabiliza ao fim do processo numa coloração vermelha intensa. Após a síntese a solução é armazenada sob refrigeração e pode ser caracterizada. Tratando dos próximos passos do projeto, para encapar as AuNPs com β -ciclodextrina uma nova síntese será realizada. A metodologia irá utilizar sistema de refluxo da mesma maneira que a anterior, no entanto, com a diferença que a solução de β -CD (em tampão fosfato (PBS) com pH=7,0) será o redutor das nanopartículas.

Resultados e Discussão

As AuNPs sintetizadas foram inicialmente caracterizadas por espectroscopia UV-Vis, a qual apresentou uma única banda de absorção com máximo de intensidade em 523 nm conforme apresentado na Figura 2a). De acordo com a literatura tal banda é atribuída ao fenômeno de LSPR e indica que as nanopartículas possuem diâmetros entre 15 nm e 25 nm.

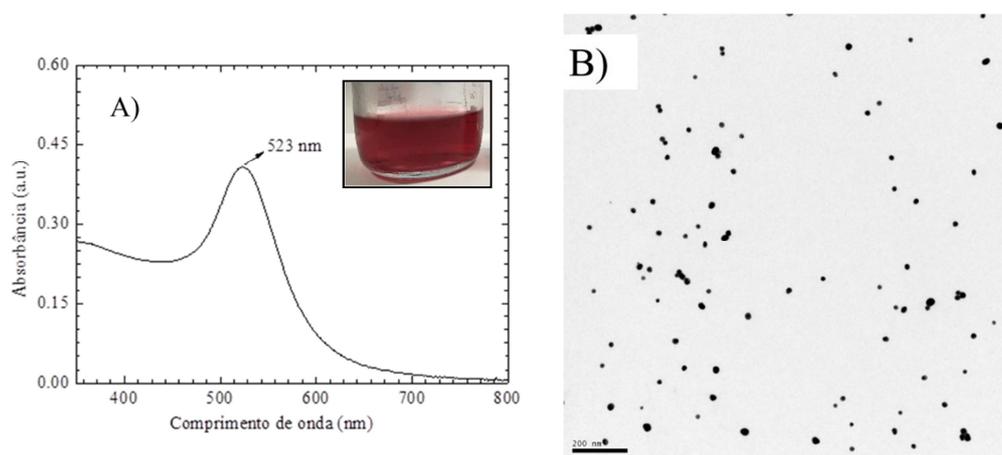


Figura 2: A) Espectro de absorvância das AuNPs sintetizadas e imagem da solução obtida; B) Imagem de microscopia eletrônica de transmissão das AuNPs.

Imagens de Microscopia eletrônica de transmissão (MET) foram geradas a partir de uma alíquota da amostra foi diluída. A imagem apresentada na Figura 2b) sugere que as nanopartículas apresentam tamanho uniforme com geometria esférica e poucos pontos de aglomeração na amostra foram encontrados. A partir das imagens de TEM estimado o diâmetro médio das partículas, correspondendo a $19,48 \pm 6,11$ nm, o qual concorda com o diâmetro encontrado na literatura. Embora haja variação no diâmetro das partículas, o desvio-padrão reportado na literatura é semelhante ao obtido para as AuNPs sintetizadas.

Conclusões

Foi possível sintetizar as AuNPs e a caracterização espectroscópica indicaram nanopartículas esféricas com diâmetro de aproximadamente 23 nm em uma solução homogênea. Tais resultados são condizentes com a literatura e com isso pode-se dar continuidade ao projeto. Como etapas

futuras, a síntese de AuNPs encapadas com a β -ciclodextrina em um único passo será realizada bem como sua caracterização por meio das técnicas de espectroscopia UV-Vis, MET e espectroscopia no infravermelho (FTIR), visando caracterizar as interações entre as nanopartículas de ouro e a β -ciclodextrina.

Agradecimentos

Ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica e a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Estadual de Maringá pela bolsa concedida. Aos professores Dr. Andrelson Wellington Rinaldi e Dr. Emerson Marcelo Giroto pela orientação.

Referências

ALKILANY, A.M., MURPHY, C.J. **Toxicity and cellular uptake of gold nanoparticles: what we have learned so far?** Journal of Nanoparticle Research. v.12, p.2313–33, 2010.

CORMA, A., GARCIA, H. **Supported gold nanoparticles as catalysts for organic reactions**, Chemical Society Reviews. v.37, 2008.

GAMRAD, L., REHBOCK, C., WESTENDORF, A.M., BUER, J., BARCIKOWSKI, S., HANSEN, W. **Efficient nucleic acid delivery to murine regulatory T cells by gold nanoparticle conjugates**, Scientific Reports, v.6, 2016.

MAYER, K.M., HAFNER, J.H. **Localized surface plasmon resonance sensors**, Chemical Reviews. v.111, p.3828–3857, 2011.

MIESZAWSKA, A.J., MULDER, W.J.M., FAYAD, Z.A., CORMODE, D.P. **Multifunctional gold nanoparticles for diagnosis and therapy of disease**, Molecular Pharmaceutics. v.10, p. 831–847, 2013.

NIE, L., LIU, F., MA, P., XIAO, X. **Applications of gold nanoparticles in optical biosensors**, Journal of Biomedical Nanotechnology. v.10, p.2700–721, 2014.

PINGARRÓN, J.M., YÁÑEZ-SEDEÑO, P., GONZÁLEZ-CORTÉS, A. **Gold nanoparticle-based electrochemical biosensors**, Electrochimica Acta. v.53, p.5848–5866, 2008.

TAPIO, K., LEPPINIEMI, J., SHEN, B., HYTÖNEN, V.P., FRITZSCHE, W., TOPPARI, J.J. **Toward single electron nanoelectronics using self-assembled DNA structure**, Nano Letters. v.16, p. 6780–86, 2016.



ZHAO, Y, HUANG, Y., ZHU, H., ZHU, Q., XIA, Y. **Three-in-One: Sensing, Self-assembly, and cascade catalysis of cyclodextrin modified gold nanoparticles**, Journal of the American Chemical Society. v.138, p.16645–16654, 2016.