



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXVII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – 2023

ESTUDO DA INTERAÇÃO ENTRE ALBUMINA DO SORO BOVINO E NANOPARTÍCULAS METÁLICAS POR ESPECTROSCOPIA DE FLUORESCÊNCIA

Kaio Amorim Ferreira de Oliveira; Ernando Silva Fedrreira²

1. , Graduando em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: kaioamorim10@gmail.com
2. Orientador, Departamento de nome, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ernando@uefs.br

PALAVRAS-CHAVE: Nanopartículas metálicas; Banda plasmônica; Fluorescência; Eletrólise; UV-Vis.

INTRODUÇÃO

A interface formada por materiais biológicos e materiais sintéticos tem grande importância em aplicações biomédicas, tais como o desenvolvimento de biomateriais para implantes médicos, que tem como processo essencial a deposição de proteínas na superfície dos biomateriais, mas que ainda precisa de muitos estudos para ser bem compreendido no nível molecular. Entretanto, é bem conhecido que algumas proteínas sofrem mudanças conformacionais após a adsorção na interface sólido-líquido, afetando suas funções ou propriedades. No caso de proteínas que apresentam fluorescência intrínseca, como albumina do soro bovino (BSA), que estão diretamente relacionadas com mudanças conformacionais sofridas por elas ao interagirem com interfaces líquidas ou sólidas, as quais podem ser monitoradas por técnica experimental tais como espectroscopia de fluorescência. Com esta técnica é possível se estudar experimentalmente as propriedades ópticas da fluorescência intrínseca de proteínas, tais como posição do máximo na faixa espectral da fluorescência, a eficiência quântica e o tempo de vida de fluorescência, as quais são indicadores de mudanças no ambiente local de grupos de moléculas fluorescentes presentes em proteínas. Diante disso, tem-se buscado substratos sintéticos que possam interagir com biomoléculas. Neste sentido, nanopartículas metálicas como ouro e prata têm atraído muita atenção pela sua afinidade com materiais biológicos, bem como suas propriedades ópticas peculiares que surgem como consequência da redução do tamanho de um material à escala nanométrica. Estas propriedades tornam possível a aplicação de nanopartículas em diversas áreas. Entretanto, a preparação de NpAu monodispersas com propriedades eletrônica, óptica e química otimizadas é uma tarefa formidável ainda a ser desenvolvida. Vários métodos têm sido desenvolvidos visando alcançar alguns objetivos, tais como: (i) preparação de NpAu com tamanho e forma controlados [1] ; (ii) modificação da estrutura da superfície da nanopartícula com moléculas orgânicas e/ou biomoléculas [2] ; (iii) formação de compósitos nanoestruturados, isto é, estrutura núcleo-casca [3] e (iv) automontagem ou organização de nanopartículas em arquiteturas 2D ou 3D [4- 5] . Para tal, nas últimas décadas tem havido um crescimento exponencial na preparação de nanopartículas metálicas por métodos físicos, químicos e eletroquímicos, com propriedades óptica e eletrônica melhoradas. Neste contexto, este Plano de Trabalho tem como objetivo principal fabricar e caracterizar nanopartículas metálicas (ouro e prata), produzidas por eletrólise aquosa, para o estudo do mecanismo de interação entre biomoléculas fluorescente e nanopartículas em meio aquoso.

MATERIAL E MÉTODOS

A execução deste Plano de Trabalho de IC previa a realização das seguintes atividades: um estudo teórico detalhado sobre os métodos de síntese e caracterização de nanopartículas de ouro coloidais em soluções aquosas por meio de artigos científicos obtidos eletronicamente em revistas oferecidas gratuitamente no portal de Periódicos da CAPES; obtenção de conhecimentos sobre o funcionamento dos equipamentos de caracterização óptica por meio da leitura de tutorias disponíveis no Grupo de Pesquisa do orientador. Como biomoléculas fluorescentes, seria utilizada a proteína BSA (sigla inglesa para Albumina do Soro Bovino). Entretanto, apenas parte destes objetivos foram alcançados devido ao cancelamento precoce da bolsa solicitado pelo estudante. Assim, as etapas experimentais como a fabricação e caracterização óptica das nanopartículas de ouro e prata produzidas por técnicas de redução química; a caracterização das propriedades de absorção e emissão de fluorescência da BSA; o estudo da interação da BSA com as nanopartículas de prata; estudo da supressão da fluorescência das mesmas em função da concentração de nanopartículas não foram realizados.

ANÁLISE E/OU DISCUSSÃO

A seguir, faremos um breve resumo dos termos estudados durante o período de atuação, relativos às primeiras etapas do Plano de Trabalho.

Interação entre biomoléculas e nanopartículas metálicas

As interações entre biomoléculas e nanopartículas metálicas têm sido alvo de muitos estudos, devido à sua importância em diversas áreas, como a medicina, biotecnologia e ciência dos materiais. A compreensão dessas interações é crucial para a aplicação segura e eficiente das nanopartículas em aplicações biológicas [1].

As interações entre biomoléculas e nanopartículas metálicas ocorrem por meio de mecanismos como adsorção, eletrostática, hidrofóbica e ligação covalente. As proteínas, em particular, têm a capacidade de interagir com as nanopartículas metálicas devido à sua natureza polar e hidrofóbica, o que lhes permite se ligar à superfície das nanopartículas[2].

A interação entre proteínas e nanopartículas metálicas pode ter várias consequências, como a alteração das propriedades biológicas das proteínas, a modificação da estrutura e da atividade enzimática, bem como a indução de estresse oxidativo e inflamação. Por outro lado, a interação pode ser benéfica, permitindo a utilização das nanopartículas em aplicações como a liberação controlada de fármacos, terapias de imagem e diagnóstico médico[3].

Diversas técnicas têm sido utilizadas para estudar a interação entre biomoléculas e nanopartículas metálicas, incluindo espectroscopia de absorção, espectroscopia de fluorescência, microscopia eletrônica eletroquímica e técnicas de biologia molecular. A espectroscopia de fluorescência, em particular, tem sido amplamente utilizada para o estudo da interação proteína-nanopartícula devido à sua alta sensibilidade e seletividade.

Um exemplo de interação proteína-nanopartícula metálica é a interação entre a albumina do soro bovino (BSA) e as nanopartículas de prata. Estudos têm mostrado que a BSA pode adsorver-se à superfície das nanopartículas de prata, alterando suas propriedades físicas e químicas[4]. A espectroscopia de fluorescência tem sido utilizada para estudar essa interação, mostrando que a fluorescência da BSA pode sofrer quenching (ou seja, diminuída) na presença de nanopartículas de prata, indicando uma interação direta entre a proteína e as nanopartículas[4].

Em conclusão, as interações entre biomoléculas e nanopartículas metálicas são complexas e podem ter diversas implicações biológicas. A compreensão dessas interações é crucial para a

utilização segura e eficiente das nanopartículas em aplicações biológicas. A espectroscopia de fluorescência e outras técnicas de análise têm sido utilizadas para estudar essas interações, permitindo uma melhor compreensão das propriedades e dos efeitos biológicos das nanopartículas metálicas[5].

Síntese de nanopartículas metálicas

A síntese de nanopartículas de prata e ouro tem sido extensivamente estudada devido às suas propriedades físicas e químicas únicas, que as tornam úteis em diversas aplicações, como a nanomedicina, a catalise e a eletrônica. Dentre as técnicas utilizadas para a síntese dessas nanopartículas, destacam-se a síntese química e a síntese eletroquímica [6-7].

A síntese química é realizada por meio da redução química de um sal metálico na presença de um agente redutor e um estabilizante. Por sua vez, a síntese eletroquímica é realizada por meio da aplicação de um potencial elétrico que induz a redução do sal metálico.

Além disso, outras técnicas têm sido desenvolvidas para controlar o tamanho e a forma das nanopartículas produzidas, incluindo a utilização de surfactantes, temperatura, pH e luz. O controle do tamanho e da forma das nanopartículas é importante porque essas propriedades influenciam diretamente suas propriedades físicas e químicas.

Entre as diversas aplicações das nanopartículas de prata[8-9] e ouro[10-11], destacam-se a sua utilização em sistemas de diagnóstico por imagem[12], terapias de câncer e doenças infecciosas, dispositivos eletrônicos e sensores.

Algumas referências importantes sobre a síntese de nanopartículas de prata e ouro incluem: Entretanto, a preparação de NpAu monodispersas com propriedades eletrônica, óptica e química otimizadas é uma tarefa formidável ainda a ser desenvolvida. Vários métodos têm sido desenvolvidos visando alcançar alguns objetivos, tais como: (i) preparação de NpAu com tamanho e forma controlados [13] ; (ii) modificação da estrutura da superfície da nanopartícula com moléculas orgânicas e/ou biomoléculas [14] ; (iii) formação de compósitos nanoestruturados, isto é, estrutura núcleo-casca e (iv) automontagem ou organização de nanopartículas em arquiteturas 2D ou 3D . Para tal, nas últimas décadas tem havido um crescimento exponencial na preparação de nanopartículas metálicas por métodos físicos, químicos e eletroquímicos, com propriedades óptica e eletrônica melhoradas. Nesse sentido, a síntese eletroquímica de nanopartículas metálicas é uma técnica que utiliza reações eletroquímicas para produzir nanopartículas metálicas com alta pureza e uniformidade em tamanho e forma. Algumas das vantagens dessa técnica incluem:

1-Controle preciso do tamanho e forma das nanopartículas: a síntese eletroquímica permite o controle preciso do tamanho e forma das nanopartículas metálicas produzidas, o que é essencial para aplicações específicas, como a nanomedicina.

2-Alta pureza: a síntese eletroquímica produz nanopartículas metálicas com alta pureza, uma vez que a técnica elimina a necessidade de agentes redutores ou estabilizantes que podem contaminar as nanopartículas.

3-Rapidez e eficiência: a síntese eletroquímica é uma técnica rápida e eficiente, que pode produzir grandes quantidades de nanopartículas em pouco tempo.

4-Baixo custo: a síntese eletroquímica é uma técnica relativamente simples e de baixo custo, que pode ser realizada utilizando equipamentos simples e facilmente disponíveis.

5-Versatilidade: a síntese eletroquímica pode ser utilizada para produzir uma ampla variedade de nanopartículas metálicas, permitindo a produção de materiais com diferentes propriedades e aplicações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

Durante o período de vigência no qual houve a atuação do bolsista foram feitos estudos de artigos sobre síntese nanopartículas, bem como sobre a interação entre biomoléculas e

nanopartículas metálicas. Portanto, uma das principais dificuldades na realização do experimento de síntese de nano partículas de ouro é a obtenção de suspensões coloidais estáveis, já que nano partículas metálicas possuem uma alta energia superficial, favorecendo termodinamicamente a imediata agregação destas para a formação de ligações metal-metal. Para evitar a agregação das nano partículas, a preparação de sistemas coloidais geralmente é efetuada em presença de espécies denominadas estabilizadores, que se adsorvem sobre as superfícies das nano partículas, formando uma camada auto-organizada que impede a coalescência. A estabilidade das suspensões resultantes é de extrema importância para a observação de fenômenos físicos relacionados à presença de partículas, em escala nano, de ouro e prata no meio. Os espectros eletrônicos obtidos pela técnica UV-vis e a literatura, que é muito vasta nesse assunto, serão suficientes para sustentar o entendimento e garantir o sucesso do experimento. Neste trabalho não houve resultados experimentais porque o bolsista pediu o cancelamento da sua matrícula do curso no qual estava matriculado, atuando efetivamente por 5 meses.

REFERÊNCIAS

- [1] Link, S. and M.A. El-Sayed, Spectral properties and relaxation dynamics of surface plasmon electronic oscillations in gold and silver nanodots and nanorods. *Journal of Physical Chemistry B*, 1999. 103(40): p. 8410-8426.
- [2]. Mann, S., et al., Biologically programmed nanoparticle assembly. *Advanced Materials*, 2000. 12(2): p. 147-150.
- [3]. Nath, N. and A. Chilkoti, A colorimetric gold nanoparticle sensor to interrogate biomolecular interactions in real time on a surface. *Analytical Chemistry*, 2002. 74(3): p. 504-509.
- [4]. Mirkin, C.A., et al., A DNA-based method for rationally assembling nanoparticles into macroscopic materials. *Nature*, 1996. 382(6592): p. 607-609.
- [5]. Kiely, C.J., et al., Spontaneous ordering of bimodal ensembles of nanoscopic gold clusters. *Nature*, 1998. 396(6710): p. 444-446.
- [6] Cedervall, T., Lynch, I., Lindman, S., Berggård, T., Thulin, E., Nilsson, H., Dawson, K. A., & Linse, S. (2007). Understanding the nanoparticle-protein corona using methods to quantify exchange rates and affinities of proteins for nanoparticles. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(7), 2050-2055.
- [7] Mahmoudi, M., Bertrand, N., & Zope, H. (2011). Interactions of nanoparticles with plasma proteins: implication on clearance and toxicity of drug delivery systems. *Expert Opinion on Drug Delivery*, 8(3), 343-357.
- [8] Pan, Y., Neuss, S., Leifert, A., Fischler, M., Wen, F., Simon, U., Schmid, G., Brandau, W., & Jahnke-Dechent, W. (2007). Size-dependent cytotoxicity of gold nanoparticles. *Small*, 3(11), 1941-1949.
- [9] Topală T, Bodoki A, Oprean L, Oprean R. Bovine Serum Albumin Interactions with Metal Complexes. *Clujul Med*. 2014;87(4):215-9. doi: 10.15386/cjmed-357. Epub 2014 Nov 12. PMID: 26528027; PMCID: PMC4620676
- [10] Albanese, A., Chan, W. C. W. (2011). Effect of gold nanoparticle aggregation on cell uptake and toxicity. *ACS Nano*, 5(7), 5478-5489.
- [11] Vilela, C., Silva, R., Vaz, F., & Fonseca, L. P. (2018). The electrochemical synthesis of metal nanoparticles: a review on the nucleation and growth mechanisms. *Journal of Nanoparticle Research*, 20(2), 47
- [12] Zhang, Y., & Yang, M. (2019). Facile electrochemical synthesis of metal nanoparticles and their applications in catalysis, sensing, and energy. *Nanoscale*, 11(8), 3502-3521.
- [13] Li, H., & Li, L. (2017). Synthesis of silver nanoparticles: chemical, physical and biological methods. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 16(3), 1057-1074.
- [14] Singh, R., Nalwa, H. S., & Webster, T. J. (Eds.). (2019). *Silver Nanoparticles: Synthesis*,