

Síntese e caracterização de nanopartículas de Cobre para sensoriamento a fibra óptica baseado em LSPR.

Marcelo V. C. do Amaral¹ (IC), Renan Tostes Couto¹ (PG), Zeila V. T. Santos² (PQ), Juliana F. Lima¹ (PQ) e Alexandre de R. Camara^{3*} (PQ)

¹ Departamento de Química Geral e Inorgânica - Instituto de Química, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

² CIICS – Universidad de Ciencias y Humanidades, Lima, Peru.

³ Departamento de Eletrônica Quântica, Instituto de Física Armando Dias Tavares, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ, Brasil.

*professoralexandrecamara@gmail.com

Palavras Chave: NPs Metálicas, LSPR, Fibra Óptica

Introdução

Nanopartículas(NPs)metálicasapresentamdiversos fenômenos de interesse, um deles é o fenômeno LSPR (Ressonância de Plasmon de Superfície Localizado). Que ocorre quando a frequêncianatural de oscilação dos elétrons de superfície das NPs é igual a frequência da luz incidente, resultando numa resposta óptica que é detectável no espectro visível. Uma das áreas onde são empregadas é a de sensores a fibras ópticas, com diversas finalidades, como, por exemplo, para detecção de microrganismos¹, substâncias poluentes ou até mesmo prevenção de deslizamentos de encostas. Nestetrabalho, estudamosasíntesee a estabilidade de NPs de cobre à fim de utilizá-las futuramente como biossensores.

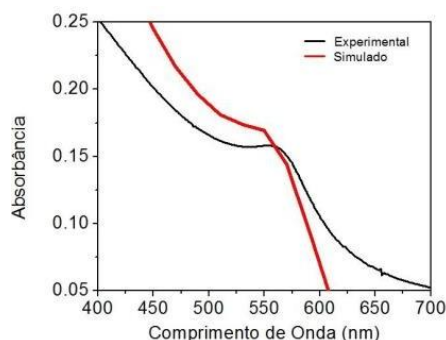
Resultados e Discussão

Para a obtenção das nanopartículas, foi realizada a mistura da solução do precursor do metal (CuSO₄) com o estabilizante, em seguida o redutor (NaBH₄) foi adicionado sob agitação. Os estabilizantes utilizados foram o polietilenoglicol (PEG) e o ácido poliacrílico (PAA). Os parâmetros modificados a cada teste podem ser observado na tabela 1.

As nanopartículas produzidas foram caracterizadas utilizando a espectroscopia de absorção no ultravioleta e visível para detecção da banda de absorção característica ao Fenômeno LSPR. O resultado obtido foi corroborado por simulação teórica realizada com o software COMSOL Multiphysics.

A simulação, que resolve a Equação de Onda através do Método dos Elementos Finitos, foi realizada para calcular o campo de extinção da luz quando esta interage com uma nanopartícula de cobre com diâmetro igual à 25 nm, circundada por ar baseando-se na Teoria de Mie [1,2].

Figura 1. UV-Vis obtidos para as NP's sintetizadas.



Por ser um metal, o índice de refração \tilde{n} do cobre é um número complexo, do tipo $\tilde{n}(\lambda) = n(\lambda) + ik(\lambda)$, onde n e k são, respectivamente as partes real e imaginária do índice de refração, ambas dependentes do comprimento da luz incidente, cujos valores podem ser obtidos em [3]. Como a fonte de luz utilizada é policromática, a simulação foi feita variando-se o comprimento de onda na faixa compreendida entre 400 nm e 700 nm e, como esperado, observa-se a ressonância na região de 550 nm.

Tabela 1. Parâmetros modificados por síntese

Teste	Concentração de Redutor NaBH ₄ (mol.L ⁻¹)	Concentração de Cobre (mol.L ⁻¹)
CuNP 1	0,10	0,01
CuNP 2	0,050	0,01
CuNP 3	0,050	0,01
CuNP 4	0,025	0,01
CuNP 5*	0,050	0,01
CuNP 6**	0,050	0,01
CuNP 7***#	0,050	0,01
CuNP 8#	0,10	0,1
CuNP 9	0,050	0,1
CuNP10****	0,10	0,01
CuNP11****	0,050	0,01

* CuNP 5 foi realizada em atmosfera inerte de Argônio

**CuNP 6 e 7 utilizaram o PAA como estabilizante

***CuNP 10 tem Etanol como solvente. Todas as outras ocorreram em água.

**** CuNP11 utilizou PEG com massa molar menor que as outras

CuNP 7 e 8 também utilizaram ácido ascórbico como antioxidante

Conclusões

Os resultados das caracterizações feitas em UV-Vis indicam que o protocolo adotado para a síntese das nanopartículas decobre funciona, pois a região onde ocorre a absorção referente ao LSPR para NPs de cobre está de acordo com a literatura[4] e o resultado que obtivemos foi corroborado pela simulação. Entretanto, pensando na aplicação dessas NPs como elementos sensores, é preciso maior estudo sobre a estabilidade das soluções de NPs produzidas, pois ocorre degradação das mesmas após 1h.

Agradecimentos

FAPERJ, CNPq, CAPES e UERJ

1 – A. R. Camara. "Dengue immunoassay with an LSPR fiber optic sensor," Opt. Express 21, 27023-27031(2013)

2 - Bohren, C. F., & Huffman, D. R. (1983). *Absorption and scattering of light by small particles*. New York: Wiley.

3 – www.refractiveindex.info.

4 - T. M. D. Dang, "Synthesis and optical properties of copper nanoparticles prepared by a chemical reduction method" 2011. Adv. Nat. Sci