

# Análise de Filmes de Nanopartículas de Ouro por Microscopia Hiperespectral de Campo Escuro

Jorge da Silva Shinohara<sup>1</sup>(IC), Daniel Grasseschi<sup>1</sup>(PG), Henrique E. Toma<sup>1</sup>(PQ)\*

<sup>1</sup>Instituto de Química, Universidade de São Paulo, Av. Prof. Lineu Prestes 748, CEP 05508-000, São Paulo, SP, Brasil

Palavras Chave: campo escuro, hiperespectral, AuNP

## Introdução

Com o avanço cada vez mais intenso de materiais nanoestruturados, a necessidade de realizar análises da composição dos mesmos precisa de recursos para viabilizar a devida caracterização. A microscopia de campo escuro associada a um detector espectral é uma grande ferramenta para visualização e caracterização das propriedades ópticas desses materiais. Este método é conhecido por microscopia hiperespectral de campo escuro.

Utilizando uma lente condensadora anular e uma lente objetiva com menor abertura numérica é possível ampliar o limite de resolução clássico de  $\lambda/2$  para  $\sim\lambda/5$ ,<sup>1</sup> possibilitando a composição de imagens onde cada pixel contém informações eletrônicas do material analisado

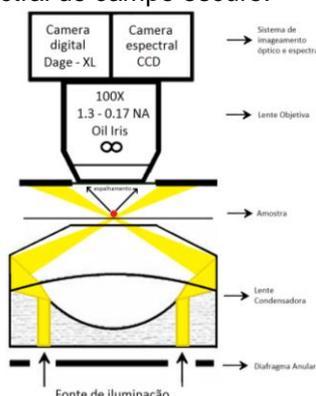


Figura 1. – Diagrama de bloco de um microscópio hiperespectral de campo escuro

A utilização das propriedades ópticas de nanopartículas plasmônicas tem especial atenção pela intensificação do espalhamento da radiação, descritas pelas equações de Mie que descreve a interação da radiação eletromagnética com partículas menores que o comprimento de onda da radiação, aumentando a sensibilidade de análises em várias ordens de grandeza<sup>2</sup>.

## Resultados e Discussão

Para o estudo de formação de filmes de nanopartículas de ouro (AuNP), foram utilizadas AuNP sintetizadas pelo método de Turkevich, modificado por Frens<sup>3</sup>. Foram sintetizadas AuNPs de 30 nm, caracterizadas por Microscopia Eletrônica de Varredura. Estas foram depositadas sobre uma lâmina de vidro ultrapuro (Nexterion® Schott) que teve a superfície modificadas com APTS (aminopropiltriétoxissilano)

Foi utilizado um microscópio Olympus BX51 com sistema CytoViva de imageamento hiperespectral<sup>2</sup>. A figura 2 apresenta uma imagem óptica de campo escuro usando diferentes proporções de diluição da suspensão de AuNP.

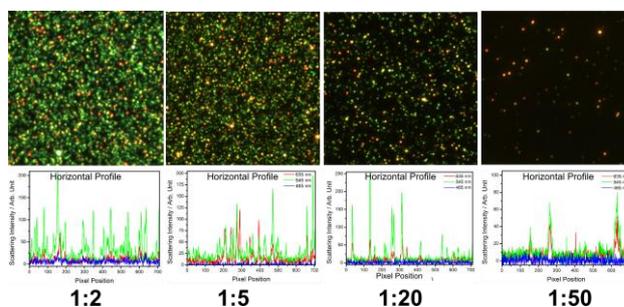
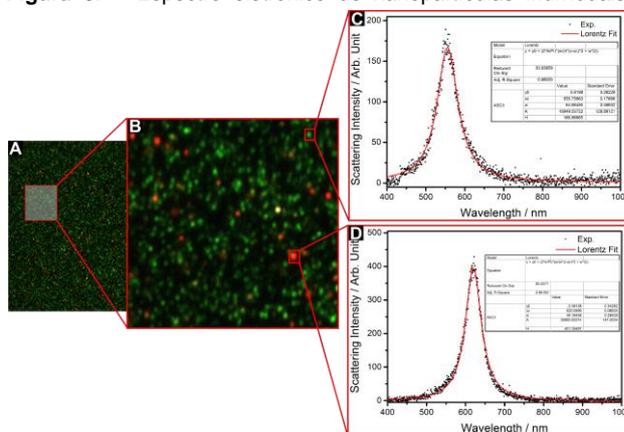


Figura 2. Imagens óticas de AuNP em diferentes diluições e perfil espectral de distribuição. A proporção corresponde a AuNP:Água. Tempo de deposição: 5 minutos. Os perfis na parte inferior correspondem à linha central da imagem ótica, decomposta nos comprimentos de onda 465 nm (azul); 545 nm (verde) e 635 nm (vermelho), em função dos diferentes tamanhos envolvidos

A figura 3 ilustra o espectro de espalhamento de diferentes partículas individuais, em duas faixas de tamanhos (verde e vermelho).

Figura 3. – Espectro eletrônico de nanopartículas individuais.



Em destaque: (C) nanopartícula padrão,  $\lambda_{MAX}$  555nm; (D) nanopartícula de maior tamanho,  $\lambda_{MAX}$  620nm

## Conclusões

A microscopia hiperespectral de campo escuro é uma ferramenta para caracterização de materiais em escala nanométrica possibilitando a identificação de espécies através de imagens óticas de alta resolução e por seus espectros de espalhamento.

## Agradecimentos

CNPq

<sup>1</sup> Vainrub, A.; Pustovsky, O.; e Vodyanoy, V.. *Optics Letters*. **2006**, *31*(19), 2855

<sup>2</sup> Toma H. E.; Shinohara, J. S.; Grasseschi, D. Proc. SPIE BiOS, **2015**; Paper 9337-1, San Francisco, CA

<sup>3</sup> Frens, G., *Nature-Physical Sci.*; **1973** *241*(105), 20–22