

# CARACTERIZAÇÃO ÓPTICA DE FILMES NANOESTRUTURADOS DE OURO

Ana Priscila Moreira Rabelo (Bolsista PIBIC/CNPq), Francisco Eroni Paz dos Santos (Orientador, Departamento de Física/UFPI),

## Introdução

Materiais nanoestruturados têm sido extensivamente estudados devido às várias propriedades inerentes às suas dimensões nanométricas. Um interesse particular tem sido dado para o desenvolvimento de nanoclusters metálicos, como exemplo, Au, Ag e Cu, embebidos em uma matriz dielétrica, ocasionando altas susceptibilidades de terceira ordem e respostas ultrarápidas que tornam estes materiais candidatos a aplicações como processamento de sinais tais como limitação óptica [1], sensores catálicos [2] e outras aplicações.

No estudo das propriedades ópticas dos metais, um dos fenômenos mais importantes é a excitação de plasmons que corresponde à oscilação coletiva de elétrons [3]. Além da forma e tamanho, a composição das nanopartículas, a função dielétrica do meio no qual elas estão inseridas, a concentração, o solvente, etc., são igualmente relevantes no estudo da absorção de plasmon superficial de nanopartículas metálicas.

Quando a radiação eletromagnética incide na nanoesfera metálica induz a formação de dipolos promovendo a polarização da esfera nanométrica. Portanto, no momento em que o campo elétrico atua na nanopartícula a nuvem de elétrons sofre um deslocamento em relação aos núcleos e as cargas positivas agem simultaneamente como uma força restauradora de origem Coulombiana fazendo com que os elétrons oscilem coerentemente [4]. O comprimento de onda de oscilação na absorção *plasmon* depende de um grande número de fatores, entre eles o tamanho médio, a forma e o meio em que as NPs se encontram. Nas NPs de ouro podemos obter *plasmons* cujo máximo varia de 400 a 670 nm. Sendo assim, a espectroscopia UV-Vis tornou-se uma maneira rápida de se sondar qualitativamente a ocorrência, o tamanho médio e a distribuição de tamanhos das NPs metálicas através dos valores de máximo e de largura à meia altura da banda *plasmon*. Para amostras nanométricas não esféricas, a anisotropia pode promover à ocorrência de mais de uma oscilação *plasmon* (devido às ressonâncias latitudinais e longitudinais em nanobastões, por exemplo).

Enfatizando essas características, nosso estudo foi analisar nanoestruturas de ouro em filmes finos sobre diferentes tratamentos térmicos depositados pela técnica de sputtering, em colaboração com o grupo de Ciências de Materiais e Engenharia Química do Politécnico de Torino da Itália. Portanto seguimos estudos para verificar o comportamento da banda de ressonância de plasmon superficiais sob influência do tratamento térmico. Através da espectroscopia de absorção UV-Vis realizamos as análises e verificamos as propriedades ópticas para essas nanoestruturas.

## Metodologia

Os filmes finos de nanoestrutura de ouro depositados por sputtering foram analisado por espectroscopia UV-VIS analisando o comportamento das bandas de ressonância de plasmon superficial em função do tratamento térmico.

**Espectroscopia de absorção UV-VIS:** Quando a luz incide sobre uma substância uma parte é absorvida seletivamente pela substância conforme a sua estrutura molecular e atômica. Quando uma luz que tem energia igual à diferença entre a energia no estado fundamental e a energia no estado excitado incide sobre a substância, os elétrons no estado fundamental são transferidos para o estado excitado e parte da energia da luz correspondente àquele comprimento de onda é absorvida. Os elétrons excitados perdem energia pelo processo de radiação quente retornando ao estado fundamental inicial.

### Resultados e Discussão

Foram analisados filmes finos de nanopartículas de ouro depositados por *sputtering* para estudar o efeito das bandas de ressonância de plasma que passaram por diferentes tratamentos térmicos. A primeira amostra foi aquecida até 800°C por 60 minutos e obteve uma absorção representada pela cor vermelha no gráfico. A segunda amostra foi aquecida até 950°C por 60 minutos que esta representada pela cor azul no gráfico; e a terceira até 1000°C por 60 minutos, representada pela cor amarela.

Depois de feito o tratamento térmico, as amostras foram colocadas no aparelho de UV-Vis para analisar o espectro de absorção e obtemos o pico característico (na figura 5) para a banda de ressonância de plasmon para uma nanopartícula de ouro localizado ao redor de 524nm além que a banda de absorção a medida que aumentamos a temperatura de tratamento térmico fica mais definido devido a mudança na distribuição de tamanho de grão porque o tratamento térmico provoca a homogeneização da distribuição de tamanho de partículas

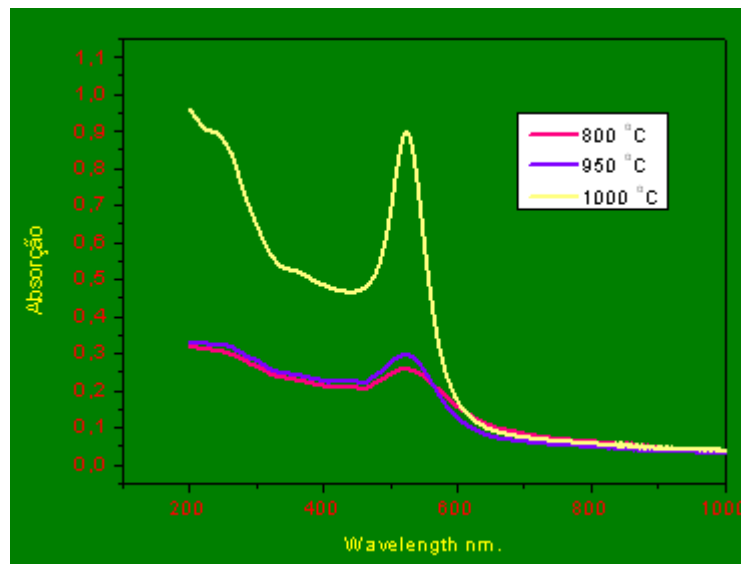


Figura 5: espectro de absorção UV-Vis

### Conclusão

Verificamos que as bandas de ressonância modificam-se em função do tratamento térmico e está localizada ao redor de 524nm característicos da nanopartícula de ouro, isto pode ser observado de acordo com o espectro de absorção do UV-Vis na qual verificamos uma melhor definição da banda

de ressonância com o crescimento da temperatura do tratamento térmico em que os filmes de nanoestruturas de ouro. Essas mudanças podem ser atribuídas a modificação do tamanho de grão devido ao tratamento térmico uma vez que a banda de ressonância de plasmon superficial é altamente dependente da forma, tamanho de grão das nanoestruturas indicando que o tratamento térmico provoca uma homogeneização da distribuição de tamanho de nanopartículas.

**Apoio:** UFPI.

#### **Referências**

[1]H. Hirai; H. Wakabayashi; M. Komiyama; M. Bull. **Preparation of polymer-protected colloidal dispersions of copper.** *Chem. Soc. Jpn.*, 59:367, 1986.

[2]K. Puenc.; W. Blau; A. Grund; C. Bubeck; G. Cardenas. Picosecond degenerate fourwave mixing in colloidal solutions of gold nanoparticles at high repetition rates. *Opt.Lett.*, 20:1613, 1995.

[3]G. C. Papavassiliou. Optical-properties of small inorganic and organic metal particles. *Progressin Solid State Chemistry*, 12:185, 1979.

[4]K. L. Kelly; E. Coronado; L.L. Zhao; G. C. Schatz. The optical properties of metal nanoparticles: The influence of size, shape, and dielectric environment. *J. of Physical Chem. B.*, 107:668, 2003.

[5] D. Chiaretta; D. Milanese; Y. Menke; M. Ferraris; F. Pirri. Structural and optical characterization of rf-sputtered metal cluster doped silica films. *J. Non-Cryst, Solid.*, 352:2548, 2006.

**Palavras-chave:** óptica, nanopartículas de ouro, espectroscopia UV-Vis.