

Produção de Nanopartículas de Prata a Partir de Joias para Aplicações em Sensoriamento via Espalhamento Raman Intensificado por Superfície

Luís Victor Muller Fabris^b, Hypolito José Kalinowski^a, Marcia Muller^a, José Luís Fabris^{a*}

^aUniversidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR

^bUniversidade Federal do Paraná - UFPR

Curitiba, Brasil

*fabris@utfpr.edu.br

Resumo— Descrevemos resultados preliminares da obtenção de nanopartículas de prata pela técnica de ablação a laser. As nanopartículas foram produzidas a partir de joias de prata usando um laser de Nd:YAG operando em 532 nm. A possibilidade de uso das nanopartículas em experimentos de espalhamento Raman intensificado por superfície foi verificada usando os colóides produzidos e rodamina 6G como analito. A magnitude da amplificação foi avaliada ao longo do tempo, mostrando que tanto o processo de intensificação eletromagnética quanto o de transferência de carga são responsáveis pela intensificação do espalhamento Raman.

Palavras chave— SERS; nanopartículas de prata; espalhamento Raman intensificado por superfície.

I. INTRODUÇÃO

A espectroscopia ocupa um papel importante na ciência, destacando-se pela sua capacidade em fornecer respostas a algumas das mais intrincadas questões relacionadas à constituição da matéria [1]. Utilizando a absorção, emissão ou espalhamento da radiação eletromagnética por átomos e moléculas de materiais em todos os estados físicos, modelos atômicos podem ser formulados e testados, com aplicações em áreas como física, química, biologia, engenharia, astronomia, indústria, meio-ambiente, controle de qualidade não destrutivo, além de um vasto número de outros campos que crescem dia-a-dia.

A espectroscopia recebe diferentes denominações e utiliza equipamentos experimentais específicos dependendo da faixa do espectro eletromagnético. As faixas espectrais podem se estender desde a região dos fótons de baixa energia (peV) das radiofrequências, até as regiões de altas energias (MeV) dos fótons de raios- γ [2].

A espectroscopia realizada na faixa de energias da ordem de 1 eV, começando no ultravioleta em torno de comprimentos de onda de 200 nm, passando pela luz visível entre 390 nm e 780 nm, e estendendo-se até a região do infravermelho próximo em torno de 3000 nm, recebe o nome de espectroscopia ótica. Dentro desta, uma técnica particularmente

útil no estudo de compostos moleculares é a espectroscopia Raman, que de forma complementar à absorção no infravermelho, utiliza o espalhamento da radiação ao invés da absorção para a determinação da assinatura vibracional de compostos químicos [3].

A intensidade dos espectros Raman é comparativamente mais fraca do que a intensidade dos espectros de emissão por um fator em torno de 10^{-5} a 10^{-7} , porém técnicas de intensificação podem contornar as dificuldades experimentais decorrentes. Uma das técnicas de amplificação mais amplamente utilizada é o espalhamento Raman intensificado por superfície (*Surface-Enhanced Raman Scattering*, SERS) [4], que pode fornecer intensificações da ordem de 10^4 até 10^{15} . Dois mecanismos são normalmente associados à intensificação: o eletromagnético e o de transferência de carga.

No mecanismo eletromagnético, luz de frequência adequada induz oscilações coerentes de elétrons em uma superfície metálica, produzindo uma onda progressiva chamada de plasmon de superfície (*Surface Plasmon*, SP) em um fenômeno chamado de ressonância de plasmon de superfície (*Surface Plasmon Resonance*, SPR). Em superfícies metálicas nanoestruturadas, as oscilações de plasmons são localizadas em torno das nanoestruturas na frequência da ressonância do plasmon de superfície localizado (*Localized Surface Plasmon Resonance*, LSPR). Neste panorama, os campos eletromagnéticos intensos associados com a LSPR são responsáveis pelo SERS, quando um analito se encontra nas proximidades da nanoestrutura que confina espacialmente o SP.

Já na intensificação por transferência de carga, um analito adsorvido na superfície metálica da nanoestrutura experimenta uma transferência de carga com a superfície metálica, de modo que as vibrações moleculares envolvidas no processo de transferência de carga e espalhamento Raman são amplificadas.

Uma vez que a excitação efetiva do plasmon normalmente resulta da ressonância entre a energia dos fótons da fonte luminosa (e.g. um laser) e a banda de absorção do plasmon, métodos de sintonização da LSPR são extensivamente estudados. Esta ressonância por sua vez é fortemente