

Resumo

Ciência e tecnologia em nanoescala, frequentemente chamadas de "nanociência" ou "nanotecnologia", são ciência e engenharia habilitadas por nossa capacidade, relativamente nova, de manipular e caracterizar a matéria no nível de átomos individuais ou pequenos grupos de átomos. Essa capacidade é o resultado de muitos desenvolvimentos nas últimas duas décadas do século 20, incluindo invenções de instrumentos científicos como o microscópio de varredura por tunelamento. É esperado que a nanotecnologia permitirá o desenvolvimento de materiais e sistemas com novas propriedades, relevantes para praticamente todos os setores da economia, como, por exemplo, engenharia em geral, medicina, telecomunicações e eletrônica. O desafio mais imediato da nanotecnologia é a necessidade de aprender mais sobre os materiais e suas propriedades em nanoescala, enquanto um dos maiores problemas que surgem com o uso da nanotecnologia é o impacto no meio ambiente e a toxicidade para os humanos. O mais importante desafio de caracterização é a detecção e caracterização de nanopartículas em meios complexos (por exemplo, meios biológicos ou ambientais), o que ainda é uma tarefa formidável.

As duas metas que serão elaboradas a seguir, pertencem a colaborações distintas, porém, tem como desafio comum a necessidade de desenvolver metodologias para detectar e caracterizar nanopartículas (NPs). Ambas são de alto impacto em termos de importância e de interesse para a sociedade e ambas são executadas, em parte, no equipamento SNOM (Scanning Near field Optical Microscope) do Centro de Lasers e Aplicações, compartilhando, portanto, muitos dos insumos previstos.

A primeira meta, que é de cunho de pesquisa básica e com possíveis aplicações em sensores de alta sensibilidade e baixíssimo limiar de detecção, trata do estudo da interação luz-matéria por meio do espalhamento Raman em suspensões coloidais compostas por NPs núcleo@casca (NC: TiO₂@Silica). Em um trabalho recentemente publicado com destaque na capa da revista *Nanoscale* (Ermakov et al), demonstramos um aumento significativo médio (volumétrico) do sinal Raman por NPs de 25 vezes neste sistema (TiO₂@Silica). Esta forte intensificação do sinal Raman foi atribuída ao confinamento da luz ("*localization of light*") induzida pela forte correlação na posição ou distância entre as NPs espalhadoras, o que, por sua vez, é uma consequência da interação de Coulomb de longo alcance entre estas NPs. A casca de sílica sobre o núcleo de rutila, além de passivar quimicamente a superfície da NPs e favorecer o acoplamento da luz com o núcleo espalhador de rutila, produz um potencial eletroestático que pode induzir uma forte interação entre as NPs quando a concentração destas é aumentada. A nossa meta é atingir uma intensificação do sinal Raman de centenas de vezes, o que deixará nosso sistema comparável, em termos e aumento de sinal Raman, com as melhores amostras SERS que podem ser adquiridas comercialmente, sem apresentar as grandes desvantagens da técnica SERS.

A segunda meta, que é de pesquisa aplicada e com grande apelo social, trata da validação de uma metodologia para caracterização físico-química de Nanoplásticos (NPLs). O acúmulo ambiental de micro e nanopartículas formadas por material de origem antrópica vem produzindo dúvidas em relação à sua segurança, principalmente em células do corpo humano. É sabido que nanoplásticos (NPLs) com tamanho menor que 200 nm podem penetrar nas membranas celulares e atingir diferentes órgãos. Mas muito pouco é conhecido sobre quais efeitos, citotóxicos ou não, estes NPLs causam nos

diferentes órgãos. Estudos iniciais mostraram que, por exemplo, NPLs de poliestireno provenientes do meio ambiente carregam uma alta carga de toxinas capazes de comprometer células do cérebro humano. Enquanto existe uma grande quantidade de pesquisas sobre os efeitos de microplásticos ($d > 3\mu\text{m}$) no ambiente, quase nada é conhecido sobre plásticos menores, devido à falta de técnicas adequadas. Portanto, novas técnicas analíticas que possam abordar a funcionalidade química e fornecer informações estruturais ao mesmo tempo com alta resolução espacial são necessárias.