

6 Conclusão

Três tipos diferentes de nanopartículas de prata foram sintetizadas por processo químico, cada tipo contendo um estabilizante diferente: citrato de sódio (Citrato), polivinilpirrolidona (PVP) e brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB). Estas nanopartículas foram então depositadas na ponta de fibras ópticas, por meio da utilização de três silanos diferentes: 3-aminopropil-trietoxissilano (APTES), 3-mercaptopropil-trimetoxissilano (MPTMS) e 3-glicidoxipropil-trimetoxissilano (GPTMS).

Este processo de modificação da fibra por meio da deposição de nanopartículas em sua ponta, foi feito no intuito de se desenvolver um sensor de índice de refração. O espectro de reflexão desta camada de nanopartículas apresenta um vale, para comprimentos de onda na faixa de 400 a 500 nm, que pode ser associado ao efeito LSPR das nanopartículas, cuja posição espectral varia com o índice de refração do meio no qual as nanopartículas se encontram.

No Capítulo 4, medidas experimentais do espectro refletido, realizadas no ar, nas fibras com três diferentes nanopartículas de prata em sua ponta, depositadas usando diferentes silanos, foram apresentadas. A partir destas medidas, observamos que, das nove possíveis combinações de estabilizante (da nanopartícula) + silano (da deposição), quatro apresentaram fibras com espectros consistentes entre si e com um vale associado à absorção LSPR: Citrato + MPTMS, PVP + APTES, PVP + GPTMS e CTAB + MPTMS. Os mesmos quatro grupos de fibras foram então submetidos a experimentos nos quais suas pontas com nanopartículas foram submersas em líquidos com diferentes índices de refração calibrados, com o objetivo de investigar a capacidade de cada um dos grupos de serem utilizados como sensor de índice de refração.

As medidas realizadas nos índices de refração apresentaram dois resultados inesperados: uma das fibras da combinação CTAB + MPTMS apresentou comportamento contrário às outras da mesma combinação (três fibras com um deslocamento positivo e uma com deslocamento negativo do comprimento de

onda do vale do sinal refletido com o índice de refração) e uma das fibras da combinação PVP + GPTMS apresentou em seu espectro refletido, além do vale, um pico que também se desloca com o índice de refração¹. As fibras das combinações Citrato + MPTMS e PVP + APTES apresentaram pouca reprodutibilidade no comportamento do sinal refletido para os diferentes índices de refração. Além do mais, as fibras da combinação PVP + APTES não apresentaram deslocamento do comprimento de onda do vale com o índice de refração. Desta maneira, a combinação mais promissora para ser utilizada na fabricação de futuros sensores de índice de refração foi PVP + GPTMS, uma vez que 4 das 5 fibras apresentaram um vale no sinal refletido, com deslocamento do comprimento de onda do vale variando de forma linear decrescente com o índice de refração.

Especula-se que a razão dos diferentes comportamentos do sinal refletido para as diversas combinações de estabilizante + silano seja devido a uma interação entre as cargas livres dos silanos e dos estabilizantes das nanopartículas. A superfície das nanopartículas estabilizadas com Citrato e com CTAB, bem como a região dos compostos APTES e GPTMS que se ligam às nanopartículas, teriam cargas de mesmo sinal, que seria contrário ao sinal da carga efetiva das nanopartículas estabilizadas com PVP e da região que se liga às nanopartículas do composto MPTMS. Sendo assim, as combinações PVP + APTES, PVP + GPTMS, Citrato + MPTMS e CTAB + MPTMS seriam as favorecidas, pois os estabilizantes e os silanos apresentariam cargas opostas.

O sentido do deslocamento do comprimento de onda do vale do sinal refletido poderia estar também vinculado a este modelo de cargas, já que o deslocamento do vale é em direção ao vermelho para as combinações Citrato + MPTMS e CTAB + MPTMS e em direção ao azul para as combinações PVP + APTES e PVP + GPTMS, que corresponderiam a ligações com polaridades opostas entre si.

As divergências de comportamento entre as fibras dentro de um mesmo grupo (restringindo aos quatro grupos analisados nos diferentes índices de refração), em particular para a combinação CTAB + MPTMS, podem estar

¹ Um pico sensível ao índice de refração [1] poderia surgir em todas as medidas das fibras de determinadas combinações, mas não somente para uma única fibra como foi observado.

relacionadas a problemas no momento da deposição, como esbarrões não intencionais na fibra ou a fibra encostar-se às paredes do tubo de ensaio utilizado.

O surgimento do pico no espectro refletido por uma das fibras da combinação PVP + GPTMS, acredita-se que sejam devido ao tempo passado entre a deposição das nanopartículas nas fibras e a medida das fibras nos diferentes índices de refração (aproximadamente 2 meses), uma vez que a fibra desta combinação que apresentou o pico foi medida 15 dias após a deposição.

Para investigar os comportamentos inesperados e as respostas das fibras da combinação Citrato + GPTMS, novas sínteses e deposições já foram programadas para serem feitas na PUC-Rio.

No Capítulo 5, outro assunto foi abordado. Foi desenvolvido um método para simular a deformação de cavidades no interior de materiais homogêneos submetidos a uma tração. Este método foi aplicado a cavidades de ar elipsoides no interior de fibras ópticas. O objetivo de se aplicar esta simulação para cavidades elipsoides de ar no interior de fibras ópticas está vinculado ao trabalho de Fávero et al. [3], que usou cavidades em fibras como sensores de deformação. O resultado obtido experimentalmente em [3] mostra que cavidades menores apresentam uma sensibilidade maior às deformações externas do que cavidades maiores. Já a simulação mostra que cavidades menores apresentam uma deformação interna maior que cavidades maiores. Chegamos assim à conclusão que a sensibilidade de interferômetros Fabry-Pérot (quanto à deformação) não depende somente do comprimento da cavidade, mas também de sua forma.

Um trabalho futuro que complementar este trabalho é a simulação das ondas eletromagnéticas no interior da cavidade, levando a uma relação entre o espectro refletido pela cavidade e a forma da cavidade.