

# 1 Introdução

Desde que a tecnologia começou a se desenvolver, na época da revolução industrial, sistemas de medida precisos se tornaram de grande importância tanto no meio acadêmico quanto no meio industrial.

Mas nas últimas décadas, o principal interesse tem sido por sistemas de medidas remotos, de forma a ser possível fazer medições em ambientes hostis ou de difícil acesso.

O uso de fibras ópticas tem se destacado quando se trata de sensoriamento remoto, uma vez que as fibras ópticas são baratas, flexíveis e, dependendo do seu revestimento, também podem ser muito resistentes, além de serem capazes de transportar a informação desejada por quilômetros com perdas mínimas na intensidade do sinal.

No entanto, o uso tradicional das fibras ópticas para o transporte da informação desejada possui dois grandes problemas: a necessidade de se converter o sinal gerado no elemento sensor (geralmente elétrico) em um sinal luminoso e a necessidade de se acoplar o sinal luminoso na fibra. O maior problema da conversão do sinal em luminoso é a sua baixa eficiência, enquanto que o sistema que acopla a luz na fibra pode desalinhar, impedindo o acoplamento do sinal luminoso na fibra óptica. Com o objetivo de eliminar as perdas devido à conversão e ao alinhamento, os cientistas passaram a estudar sistemas de medida totalmente a fibra. Nestes sistemas o elemento sensor é um pedaço da fibra que foi modificado de forma a ser sensível à grandeza que se deseja medir. Desta maneira, uma luz que viaja pela fibra, ao atravessar a região sensível, sofre uma variação na sua intensidade ou no seu espectro, variação esta que depende da grandeza a ser medida.

Esta dissertação apresenta dois estudos de sistemas para serem utilizados como sensores totalmente a fibra.

O primeiro trabalho desenvolvido nesta dissertação foi um estudo de um sistema totalmente a fibra capaz de detectar mudanças no índice de

refração do meio no qual se encontra. Ele baseia-se no mesmo princípio utilizado em outro sensor de índice de refração desenvolvido anteriormente no Laboratório de Optoeletrônica (LOpEL) do departamento de física da PUC-Rio [1], o efeito LSPR.

O efeito LSPR acontece em nanopartículas metálicas e está associado a uma ressonância da luz com o movimento dos elétrons das nanopartículas. Ele é caracterizado por um pico de absorção em uma região muito estreita do espectro.

O sistema de [1] foi construído por meio da deposição de nanopartículas de ouro na ponta de uma fibra óptica. A luz que seguia pela fibra, ao atingir a camada de nanopartículas era refletida de volta para a fibra. Devido à elevada absorção na posição espectral do LSPR, a luz refletida apresentava um vale em seu espectro. Como a posição espectral do pico de absorção LSPR depende do índice de refração do material ao redor da nanopartícula, a posição espectral do vale observado no espectro do sinal refletido também dependia do índice de refração do meio no qual as nanopartículas se encontram.

Contudo, o método usado em [1] para a criação das nanopartículas apresenta uma dispersão muito grande no tamanho das nanopartículas. Neste trabalho, nanopartículas de prata foram sintetizadas por métodos químicos, que possuem um melhor controle no tamanho das nanopartículas [2], e depositadas na ponta de fibras ópticas.

Este estudo foi focado não somente em se o sistema era ou não capaz de detectar mudanças no índice de refração externo, mas também em como diferenças no processo de síntese das nanopartículas e deposição na fibra pode alterar a sensibilidade do sistema.

O estudo deste sistema encontra-se desenvolvido em três capítulos. No Capítulo 2 é apresentada uma introdução à teoria do efeito LSPR e também o arranjo escolhido para o aproveitamento de tal efeito em nosso sistema. O Capítulo 3 mostra o processo de síntese das nanopartículas de prata e da sua deposição nas fibras ópticas utilizadas no estudo. Todo o trabalho que é apresentado neste capítulo se deu no LNLS em Campinas, em uma colaboração com o grupo liderado pelo pesquisador Dr. Mateus Cardoso. Por fim, no Capítulo 4, encontram-se as medidas experimentais das fibras com nanopartículas em diferentes índices de refração e as conclusões quanto à sensibilidade do sistema.

O outro estudo realizado foi uma simulação da deformação de cavidades de ar elípticas no interior de fibras ópticas, usadas como elemento sensor de deformação e tração. Estes sensores com cavidades elípticas de ar foram criados e analisados pelo Dr. Fernando Fávero e colaboradores [3], o qual identificou que sua sensibilidade era devido a uma deformação da cavidade quando a fibra se deformava. Esta simulação da deformação da cavidade no interior da fibra óptica está apresentada no Capítulo 5 e rendeu uma publicação na revista Optics Express [4], que se encontra anexado.