

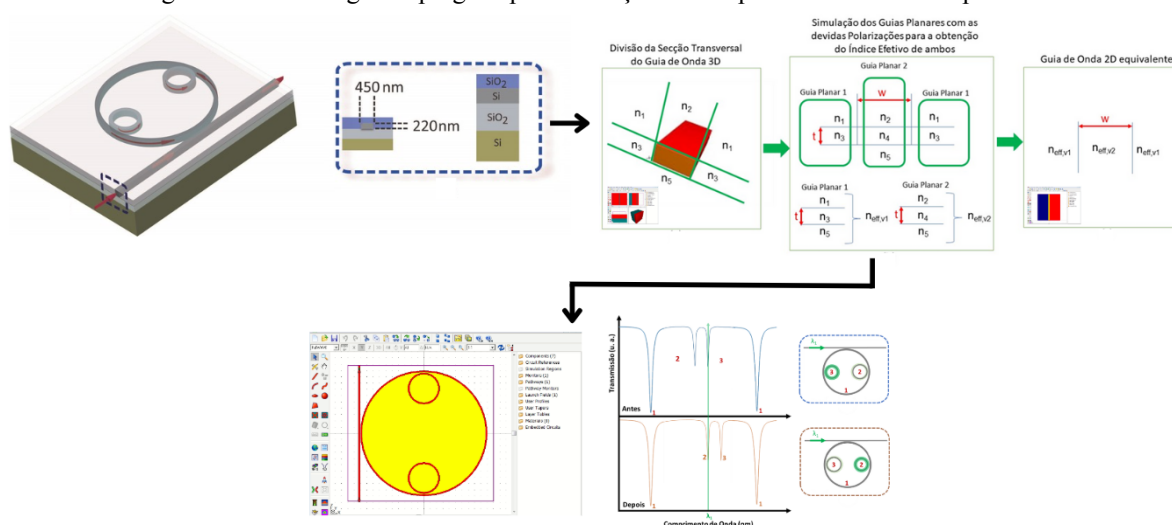
Estudo de medidas no domínio espacial em sensores óticos baseados em moléculas fotônicas

André Camilo Terra Costa
andre.terra@estudante.ufscar.br
Luis Alberto Mijam Barêa
luisbarea@ufscar.br

INTRODUÇÃO: A pesquisa sobre sensores óticos baseados em microcavidades integradas tem experimentado enormes avanços nos últimos anos, fomentando o crescente interesse da comunidade científica nesses sensores. Nesse trabalho, propõe-se o estudo e projeto de Moléculas Fotônicas (*Photonic Molecules* - PMs) compactas, que garantam uma resposta espectral suficiente para gerar luz espalhada quando bombeadas em um determinado comprimento de onda fixo. As PMs deverão permitir a detecção pela análise da correlação das distribuições de intensidade de campo dos modos “pixelados”, distribuídos nas cavidades que compõem as PMs (WANG; YAO; LEI, 2014; WANG; POON, 2015). Esse novo método de detecção deverá garantir uma redução na complexidade dos aparatos de medidas exigidos junto com os sensores óticos baseados em microcavidades, tais como laser sintonizável e fotodetector de alta resolução.

MATERIAIS E MÉTODOS: Partiu-se de uma PM com 3 cavidades, como apresentada na Figura 1. Foi utilizado o software *Rsoft Photonic Device Tools*, em colaboração com a UNICAMP, para a realização das simulações computacionais. Devido ao tempo necessário para a realização de simulações 3D da PM, foi utilizado o Método do Índice Efetivo (MIE) para simplificar a estrutura para um modelo 2D, onde as respostas espectrais poderiam ser obtidas com baixo esforço computacional e maior rapidez (BARÊA, 2010). Este método garante uma aproximação do valor de índice de refração efetivo do guia de onda 3D, reduzindo-o para um guia planar 2D. Esse guia planar é utilizado para construir a PM e simular sua resposta espectral.. Um esquema da metodologia empregada e das estruturas 2D e 3D pode ser visto na Figura 1.

Figura 1: Metodologia empregada para obtenção das respostas no domínio espacial

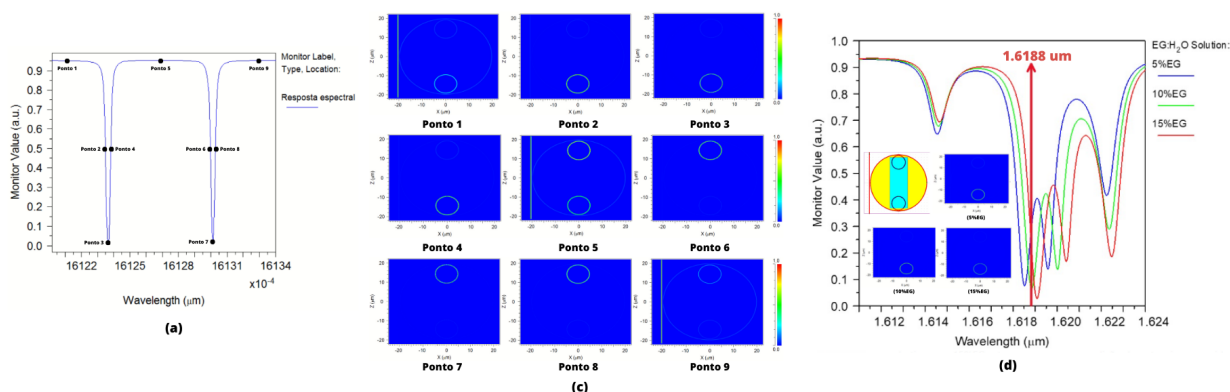


Fonte: Autor (2024)

A PM proposta garante uma resposta espectral suficiente para gerar luz espalhada quando bombeada em um comprimento de onda fixo, obtendo resultados distintos para bombeios em diferentes comprimentos de onda da região de interesse, que no caso explorado, se trata do duplete de ressonâncias. Como apresentado na Figura 1, espera-se que a luz se concentre em diferentes cavidades a depender da posição de bombeio em que a PM está submetida.

RESULTADOS: O estudo da luz espalhada foi feito utilizando bombeios em diferentes comprimentos de onda do duplete de ressonâncias, apresentados na Figura 2(a). Na Figura 2(b) são apresentados os espalhamentos de luz obtidos. Nota-se que o dispositivo funcionou como esperado, permitindo correlacionar a posição da ressonância com a luz espalhada em determinada cavidade.

Figura 1: (a) Nove posições espectrais do duplete de ressonâncias. (b) Espalhamentos de luz obtidos em bombeios realizados em cada posição espectral. (c) Resposta espectral para o sensor contendo janelas integradas com soluções de EG em água. As imagens representam o CAD e os espalhamentos de luz para as concentrações investigadas



Fonte: Autor (2024)

Para simular o desvio das ressonâncias na presença de analitos alvos, foi integrado na simulação uma janela de detecção sobre as cavidades internas, onde amostras de diferentes concentrações de etilenoglicol (EG) em água foram utilizadas como analito. A Figura 2(c) apresenta o desvio espectral simulado para três concentrações de EG. É notável o “red shift” das ressonâncias quando a concentração de EG em água é aumentada. Nesse arranjo, o bombeio fixo gera diferentes espalhamentos de luz, permitindo correlacioná-los com as concentrações.

CONSIDERAÇÕES FINAIS. Foi demonstrado um sensor óptico baseado em uma PM, sobre uma plataforma de SOI, para realizar detecções simples no domínio espacial, garantindo o monitoramento de desvios nas ressonâncias apenas com o uso de um laser fixo e processamento de imagens da luz espalhada nas cavidades da PM.

PALAVRAS-CHAVE: Moléculas fotônicas, sensores óticos, luz espalhada, microcavidades.

AGRADECIMENTOS: Agradecemos às instituições FAPESP e CNPQ pelo apoio no desenvolvimento dessa pesquisa.



REFERÊNCIAS:

BARÊA, L. A. M.. **Desenvolvimento de estruturas monolíticas de guias de ondas acoplados a micro-cavidades**, 2010. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, 2010.

WANG, J.; YAO, Z.; LEI, T. et al. **Silicon coupled-resonator optical-waveguide-based biosensors using light-scattering pattern recognition with pixelized mode-field-intensity distributions**. 2014. Sci Rep 4, 7528. Disponível em <https://doi.org/10.1038/srep07528>

WANG, J.; POON, A. W. **Silicon nitride coupled-resonator optical-waveguide-based biosensors using visible-light-scattering pattern recognition**. 2015. Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO), San Jose, CA, USA, 2015, pp. 1-2.