XXV Congresso de Iniciação Científica da Unicamp

18 a 20 Outubro Campinas | Brasil

Fibras Ópticas Anti-ressonantes

Kaleb Roncatti de Souza*, Jonas H. Osório, Cristiano M. B. Cordeiro

Resumo

No trabalho vigente apresentamos um estudo inicial da propagação da luz em diferentes meios (ar e água) numa fibra óptica anti-ressonante. Fibras anti-ressonantes se enquadram na classe de HCF's (Hollow Core Fibers) e nas geometrias atuais podem possuir perdas menores do que 1dB/km. Possuem um núcleo oco com índice de refração mais baixo do que o índice das camadas que o cercam. O fato de o modo óptico ser guiado através do núcleo oco motiva a utilização das mesmas em aplicações como transmissão de altas potências ópticas e sensoriamento.

Palavras-chave:

Fibras Ópticas, Fibras Ópticas Anti-Ressonantes, Silica.

Introdução

Fibras Ópticas são elementos que objetivam a condução de luz de maneira eficiente visando uma baixa perda, podendo ser produzidas em inúmeros formatos e em vários materiais. Usualmente, o método de propagação em fibras comuns ocorre no material, ou seja, a luz é conduzida na própria sílica ou polímero pelo método da reflexão total. Porém, quando estamos tratando de fontes luminosas de alta potência, como em lasers cirúrgicos, o fato de a luz estar sendo conduzida no material pode não ser desejável, visto que o meio pode não ser capaz de transportar o nível de potência requerido sem a geração de efeitos não lineares, por exemplo.

Nas fibras anti-ressonantes o mecanismo de propagação luminosa permite o guiamento de luz em um núcleo oco, o que torna possível o guiamento de maiores potências ópticas e abre novas oportunidades no âmbito de medidas de sensoriamento. A **Figura 1** apresenta alguns exemplos de fibras anti-ressonantes reportadas na literatura.

Para o modelo de anti-ressonância, consegue-se saber para quais valores de comprimento de onda a potência transmitida é mínima através da expressão $\lambda_m = (2n_1d/m)\sqrt{(n_2/n_1)^2 - 1}$ sendo n_1 o índice de refração do núcleo, n_2 o índice de refração dos capilares, d a espessura dos capilares e m um natural maior ou igual a 1.

Figura 1. Exemplos de Fibras anti-ressonantes¹.

Resultados e Discussão

Utilizando-se uma fibra anti-ressonante com $d=2450\text{nm}$ feita em sílica, realizamos experimentalmente as medidas da potência transmitida com diferentes componentes em seu núcleo (ar e água). Fixando-se $n_{\text{ar}}=1$ e $n_{\text{água}}=1,33$ e $n_{\text{sílica}}=1,45$, calculamos com o modelo teórico apenas os comprimentos de onda que estavam presentes no espectro avaliado (escolhendo-se valores de m de maneira adequada). No caso do ar foram calculados os valores de 4 mínimos de propagação ($m=6,7,8,9$) e no caso da água apenas 2 ($m=4,5$), os quais foram os únicos modos encontrados no espectro medido. É importante observar que as

medidas foram limitadas pela inserção de água no núcleo da fibra, visto que acima de 900nm a absorção luminosa da água aumenta consideravelmente. Os dados experimentais da transmitância da fibra estão mostrados na **figura 2a**, assim como os valores esperados teoricamente. Nota-se também que os vales se deslocam ao mudarmos do ar para a água, podemos exemplificar o vale com $m=3$ possui $\Delta\lambda=-773\text{nm}$ e conforme aumentamos os valores de m a diferença entre os comprimentos de onda diminui em módulo. Ademais, realizamos o cálculo da sensibilidade da posição espectral de cada mínimo de transmissão com a alteração do índice de refração do núcleo, $d\lambda/n_1$. Podemos, assim, checar que mínimos de mais baixa ordem possuem maior sensibilidade - maior valor de $|d\lambda/n_1|$. Observa-se que as sensibilidades para quando o líquido é a água ($n_1=1,33$) em diferentes mínimos ($m=3$, $m=4$ e $m=5$) são, respectivamente, 3770nm/RIU, 2887nm/RIU e 2263 nm/RIU, constatando a diminuição da sensibilidade com o aumento na ordem do mínimo.

Figura 2. a) Gráfico de Potência vs Comprimento de Onda com as retas verticais representando os valores teóricos para cada material presente no núcleo. b) Gráfico de $d\lambda/n_1$ vs n_1 para diferentes mínimos de propagação.

Conclusões

Apresentamos medidas do espectro de transmissão de uma fibra anti-ressonante e concluímos que as posições espectrais dos mínimos são bem descritas pela expressão teórica correspondente. Ademais, constatou-se que tais fibras possuem um interessante potencial para a realização de medidas de sensoriamento.

Agradecimentos

O bolsista agradece ao Dr. Walter Belardi e à FAPESP (Processo 2017/06411-3) pelo apoio financeiro para a realização do projeto.

¹ Yu, F.; Knight, J. C.; Negative Curvature Hollow Core Optical Fiber. DOI: 10.19146/pibic-2017-78644