

## Capítulo 7 – Conclusões e Perspectivas

Devido ao fato de que cristais líquidos responderem a estímulos externos, é possível utilizá-los como elemento sensor. Por exemplo, as propriedades ópticas dos cristais líquidos são sensivelmente dependentes de parâmetros como a temperatura, campos elétricos e magnéticos e concentração de impurezas; podendo por essa razão serem usado como sonda para essas quantidades.

Nesta tese estudamos um dispositivo baseado em um laser de cristal líquido colestérico acoplado a fibra óptica. A emissão laser estável foi obtida com o laser cristal líquido acoplado diretamente em fibras ópticas, quando as extremidades das fibras ópticas foram submetidas a um tratamento de modo a se obter um ancoramento das moléculas do cristal líquido.

A emissão laser do cristal líquido colestérico foi caracterizada para diferentes frequências do laser de bombeio. Os estudos realizados mostraram que as melhores condições de bombeio para se obter emissão laser estável e monomodo é para baixas taxas de repetição (2Hz, 5Hz , 10Hz e 15Hz) e baixas potências do feixe de bombeio (da ordem de nJ).

Diversos procedimentos para obter o ancoramento do cristal líquido nas extremidades das fibras foram realizados. Todos os procedimentos mostraram-se eficientes para obter a emissão laser. No entanto, apenas em um caso foi possível obter uma emissão estável do laser de cristal líquido colestérico. O procedimento desenvolvido constituiu de uma deposição de poliamida na ponta da fibra óptica seguido de um processo de fricção unidirecional. Este procedimento é o mesmo utilizado em vidros em muitas referências, porém devido a fragilidade das fibras ópticas, foi necessário utilizar conector de fibras para proteger a fibra durante o processo de fricção.

A dependência da temperatura do comprimento de onda da emissão laser do CLC foi discutido em termos da banda de reflexão. A borda da banda de reflexão onde ocorre emissão laser é a de menor energia e está relacionada com o índice de refração extraordinária ( $n_e$ ) e com o passo ( $p$ ) da estrutura periódica presente em cristais líquidos colestéricos.

Inicialmente, uma mistura de cristais líquidos BL061 (colestérico) e E7 (nemático) dopado com 1.5% em peso de corante DCM foi estudada. A dependência no comprimento de onda da emissão laser do CLC acoplado em fibra óptica com a temperatura apresentou um comportamento decrescente até um mínimo em aproximadamente 32°C. Com a finalidade de compreender este comportamento da emissão laser foram realizadas medidas da dependência do passo da hélice com a temperatura para misturas com corante e sem corante. O método utilizado para realizar medidas do passo da hélice foi o método do Cano-wedge. O passo da hélice de uma amostra dopada era constante até 32°C e em seguida crescia monotonicamente até 68°C. Pode-se concluir que para temperaturas até 32°C, o índice de refração extraordinário predomina no comportamento da emissão laser. Acima deste valor, a emissão laser é dominada pela dependência do passo com a temperatura. Além disso, pode-se afirmar que a presença do corante nas misturas influencia a dependência da temperatura no passo da estrutura periódica.

Um outro material foi analisado com a finalidade de se encontrar a mistura que apresentasse uma resposta da emissão laser com a temperatura mais apropriada para ser utilizada futuramente como um elemento sensor de temperatura. A dependência da temperatura na emissão laser de misturas de BL087 e BL088 dopadas com corante DCM foram estudadas, no entanto, células de vidros foram usadas nestas medidas.

O comportamento apresentado pela emissão laser do CLC quando células de vidros são utilizadas na medida não era esperado. Foi observada a presença de saltos discretos na dependência da temperatura para a emissão laser do CLC. Medida da dependência do passo em função da temperatura foi realizada e esta medida mostrou uma variação no número de linhas de disclinações na amostra.

Uma simulação numérica foi também realizada mostrando uma concordância qualitativa entre os resultados experimentais e teóricos obtidos. Desta forma, os saltos

presentes na dependência da emissão laser do CLC com a temperatura podem ser explicados devido a mudança da orientação do director na superfície da célula. Esta mudança na orientação do director pode ser descrita através da competição entre o torque do material, originado da dependência do passo com a temperatura, e o torque da superfície de ancoramento.

Os saltos apresentados no comprimento de onda da emissão laser do CLC quando células de vidro são utilizadas não inviabiliza a aplicação do laser de CLC como um dispositivo sensor de temperatura. Isso porque os saltos no comprimento de onda da emissão laser não terem sido observados quando fibras ópticas foram utilizadas.

Os estudos realizados em laser de cristal líquido colestérico acoplado as fibras ópticas indicam que trabalhos futuros devem ser realizados de forma a se otimizar o desempenho do dispositivo a ser utilizado como um elemento sensor de temperatura. Este estudo deverá envolver a procura de materiais com melhor resposta para a dependência da emissão laser com a temperatura e uma melhor forma de encapsulamento do dispositivo fibra-CLC-fibra. Entretanto, os estudos realizados mostram a viabilidade de se obter um sensor de temperatura baseado em cristais líquidos acoplado em fibras ópticas.

Medidas da dependência dos índices de refração com a temperatura também devem ser realizadas de forma a levar a melhor compreensão do comportamento da emissão laser de CLC em função da temperatura.

Outros tipos de fibras, como por exemplo fibras com buracos, podem ser utilizadas de forma a otimizar o acoplamento do laser de cristal líquido colestérico na fibra. Entretanto, essa proposta envolve o estudo de técnicas de ancoramento do cristal líquido na superfície do vidro para que se obtenha uma emissão laser estável.

Ainda como trabalhos futuros, propõe-se o estudo da dependência da emissão laser do CLC acoplado a fibra óptica com relação a outros parâmetros externos, como campos elétricos e magnéticos e pressão.