

INDUÇÃO DE ORDEM POR LUZ PULSADA NA FASE ISOTRÓPICA DE CRISTAIS LÍQUIDOS LIOTRÓPICOS

Ricardo Ornagui de Oliveira (PIBIC-AF-IS) Paulo Ricardo Garcia Fernandes (Orientador), Hatsumi Mukai (Co-Orientadora), prgfernandes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas/Maringá, PR.

Ciências Exatas e da Terra / Física

Palavras-Chave: Fluidos complexos; Ordem induzida por luz; Misturas liotrópicas;

Resumo

Neste trabalho, se investigou, experimentalmente, o efeito da indução de ordem por pulso de luz na fase isotrópica de Cristais Líquidos Liotrópicos (CLL) formado pela mistura de laurato de potássio (KL), decanol (DeOH) e água. As amostras deste tipo de CL foram confeccionadas no Laboratório de Fluidos Complexos (LFCx) do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As temperaturas de transições de fases das misturas utilizadas foram determinadas com a técnica de Microscopia Ótica de Luz Polarizada (MOLP). O objetivo desse projeto foi investigar o comportamento dessas misturas quando elas, com concentração relativa da mistura e temperatura fixas, são submetidas a um pulso de luz com frequência e potências controladas. A amostra fica disposta entre polarizadores cruzados e a transmitância ótica é analisada por meio de um laser de prova (35mW, $\lambda=632\text{nm}$). Os pulsos de luz são produzidos por um laser ($\lambda=532\text{nm}$) com potência regulável com valor máximo de 2.1W incidindo sobre a amostra numa direção perpendicular à direção do laser de prova. A frequência do pulso de excitação foi fixada em 1Hz. Utilizando essa montagem de Transmitância Ótica de Luz Polarizada (TOLP) sobre uma mesa ótica isolada de perturbações externas, observamos que a melhor razão sinal/ruído do fenômeno ocorre quando a potência do laser de excitação é de aproximadamente 1,7W. Os resultados obtidos estão de acordo com aqueles existentes na literatura para a mistura KL/DeOH/água [GONÇALVEZ L.B., 2012].

Introdução

Um cristal líquido é uma substância que possui característica como a fluidez de um líquido e a birrefringência de um sólido cristalino. Os Cristais Líquidos (CLs) representam uma classe de materiais que possuem um estado físico da matéria “intermediário”, ou seja, “entre” sólido cristalino e líquido isotrópico. Esses novos materiais são classificados de acordo com sua

estrutura básica em duas grandes classes de cristais líquidos: os termotrópicos e os liotrópicos [1,2]. Neste trabalho, serão estudados os Cristais Líquidos Liotrópicos (CLLs), que possuem micelas como seus constituintes básicos. A mistura homogênea que utilizaremos será um sistema ternário formado por laurato de potássio(KL), decanol(DeOH) e água. Os CLLs possuem diversas fases caracterizadas pelos arranjos formados pelas suas estruturas micelares. As mais conhecidas e citadas na literatura são: Nemático Discótico (N_D), Nemático Calamítico (N_C), Nemático Biaxial (N_B), Isotrópico (Iso), Lamelar (L), entre outros [FIGUEIREDO N.A.M., 2005]. Além do mais, o próprio CLL apresenta o fenômeno de birrefringência induzida por fluxo quando este é colocado entre polarizadores cruzados e sofre um estímulo mecânico (um “peteleco”, por exemplo) [3,4]. Neste instante, no CLL é induzida uma fase nemática(N) que altera a polarização da luz incidente e, observa-se, assim, a passagem de luz pela amostra. O objetivo deste trabalho é investigar o efeito da ordem induzida por um pulso de luz [FERNANDES P.R.G., 2004] na fase isotrópica da mistura KL/DeOH/água. Os resultados serão comparados com aqueles obtidos na referência [5].

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados foram: Tubos de ensaio, Laurato de potássio (KL), água destilada (H₂O), Decanol (DeOH), espátulas (para manusear o KL), Balança de precisão, cubeta de quartzo, laser pulsado (potência máxima de 2,1 W), laser de prova (de 35mW), chopper, filtros polarizadores, fotodiodos, osciloscópio, banho térmico e controlador de temperatura. Os tubos de ensaio devem ser lavados várias vezes (pelo menos cinco), inicialmente, em água corrente e, depois, em água destilada, na mesma quantidade e colocados para secagem em estufa numa temperatura de aproximadamente 80.0°C; A cubeta de quartzo e espátulas, também devem estar bem limpas com a observação de que elas não vão à estufa para evitar danos a estes instrumentos. A ordem que se adiciona os compostos para fazer a amostra é extremamente importante: Primeiro, adiciona-se o KL; seguido do Decanol e, por fim, a água. Após a inserção dos compostos da mistura no tubo de ensaio se faz a homogeneização da amostra. Inicialmente, com manipulação manual e, posteriormente, utilizando um agitador mecânico por, aproximadamente, 15 minutos. Coloca-se, em seguida, o tubo numa centrífuga por, aproximadamente, 40 minutos. E, por fim, deixamos a amostra em repouso para garantir a sua estabilização por, aproximadamente, 24 horas, antes de sua utilização. As temperaturas de transições de fases das amostras confeccionadas foram verificadas por meio da técnica de Microscopia Ótica de Luz Polarizada (MOLP). O experimento de transmitância ótica consiste em usar um laser de prova e um pulsado. O laser de prova (35mW) deve incidir na amostra perpendicularmente ao pulsado (2,1W, $f = 1\text{Hz}$). O laser de prova é contínuo e o laser pulsado é utilizado para estimular a amostra (variando sua potência de 1,0W à 2,1W). A amostra deve estar entre dois polarizadores cruzados por onde, também,

passa a luz do laser de prova. Medimos a reposta do sinal do laser de prova no momento que a amostra é estimulada pelo laser pulsado. Utilizamos um banho térmico para controlar a temperatura da amostra e, assim, investigar a transmitância ótica da mesma em função da temperatura (como também da potência do laser pulsado).

Resultados e Discussão

A Figura 1 ilustra os resultados da transmitância ótica das amostras de CLL em função do tempo para concentrações de 23% e 20% de KL, respectivamente. Os dados sugerem que a transmitância ótica tem um valor máximo quando o laser pulsado está na potência de 1,7 W (Figura 1(a)). Note que este gráfico foi feito em duas temperaturas onde, para a temperatura de 41°C, temos o valor máximo da transmitância ótica. Para o gráfico da Figura 1(b), sinal azul (de 40°C).

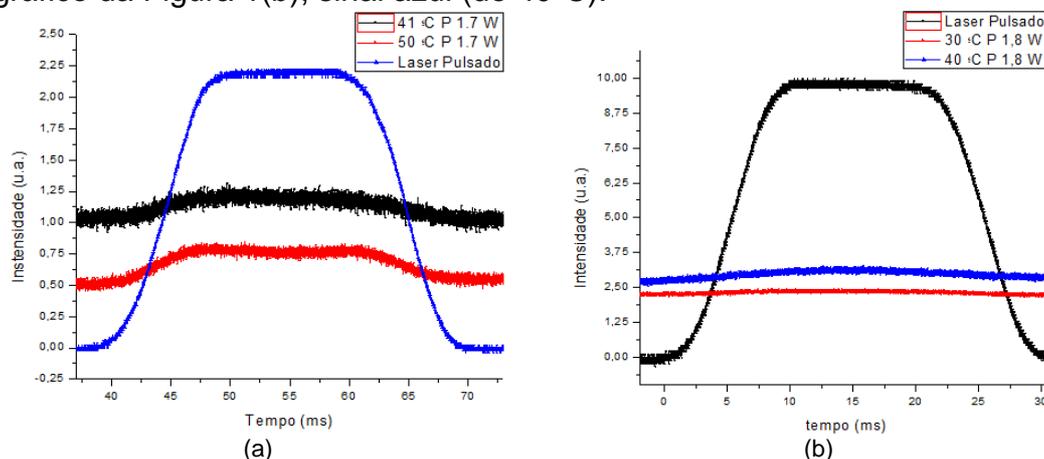


Figura 1: (a) Transmitância ótica em função do tempo da amostra de CL com 23% de KL; O sinal azul se refere ao laser pulsado; o preto à transmitância da amostra à 41 °C e, o vermelho à transmitância da amostra à 50°C (as transmitâncias óticas da amostra foram ampliados aproximadamente 300 vezes); (b) Transmitância ótica de uma amostra de CLL com 20% de KL. Os sinais foram ampliados em 300 vezes; O sinal preto é do laser pulsado, o vermelho da transmitância 30°C e o azul à 40°C.

Esses dados sugerem que a transmitância ótica tem um máximo valor para a potência do laser pulsado em 1,8 W numa temperatura de aproximadamente 40°C. Verificamos, por MOLP, que a temperatura de transição Isotrópico-lamelar da amostra com 23% de KL é de ~47°C e de ~53°C para a de 20% de KL. Verificamos que nas proximidades da fase lamelar, a indução de ordem com pulsos de luz se torna mais difícil em comparação com a mesma indução no meio da fase isotrópica. A fase isotrópica permite, com maior facilidade, a indução da fase nemática. Note que, na figura 1(a), a transmitância na fase lamelar (~50°C) é superior a fase isotrópica (~41°C), porém a amplitude do sinal de resposta é inferior. Na amostra de 20% de KL, não foi possível realizar medidas na fase lamelar (~53°C).

Conclusões

Nesse trabalho, investigamos a indução de ordem por luz na fase isotrópica da mistura KL/DeOH/água. As medidas de transmitância de luz em função do tempo mostraram boa concordância com os resultados da literatura. Verificamos que o aumento da temperatura produziu uma redução na transmitância ótica da amostra com 23% de KL. Esse é um resultado, de certa forma, dentro do esperado; o aumento da temperatura produziu uma redução da transmitância ótica da amostra. No entanto, um resultado inesperado foi obtido utilizando a amostra com 20% de KL. Por se tratar de um fato inusitado, investigaremos a sua reprodutibilidade no futuro projeto PIBIC.

Agradecimentos

Agradecemos ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fluidos Complexos (INCT-FCx) e à Fundação Araucária e CNPq pelo apoio financeiro.

Referências

GENNES de, P.G., **The Physics of Liquid Crystals**, 2º ed., Clarendon, Oxford, 1993.

FIGUEIREDO A.M.N. & SALINAS, S.R.A. in **The Physics of Lyotropic Liquid Crystals: Phase Transitions and Structural Properties**. Oxford University, 2005.

GONÇALVES L. B., **Indução de ordem em Fase isotrópica de Cristal Líquido Liotrópico: um Estudo Experimental**, Dissertação (Mestrado, Programa de Pós Graduação em física), Universidade estadual de Maringá (2012).

FERNANDES P.R.G., KIMURA N.M., MAKI J.N., Mechano-optical effect in isotropic phase of a lyotropic liquid crystal, **Mol. Cryst. Liq. Cryst.**, v. 421, p. 243–252, 2004.

FERNANDES P.R.G., et al, **Induction of Order in the Isotropic Phase of a Lyotropic Liquid Crystal by pulsed laser**, *Liquid Crystals*, v. 33, n. 3, p. 367-371, 2006.