

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

Arnaldo Arminini Neto (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Ricardo Ornagui de Oliveira, Hatsumi Mukai (Coorientadora) – hatmukai@dfi.uem.br
Paulo Ricardo Garcia Fernandes (Orientador) – pricardo@dfi.uem.br, ra106401@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas e da Terra/
Maringá, PR.

Física/ Física da matéria condensada

Palavras-chave: cristal líquido liotrópico, indução de ordem, fluidos complexos

Resumo:

Neste trabalho, investigamos, experimentalmente, o efeito da indução de ordem por luz pulsada nas fases isotrópicas de um cristal líquido liotrópico (KL/DeOH/H₂O). As amostras de cristal líquido foram confeccionadas no Laboratório de Fluidos Complexos (LFCx) do Departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá (UEM). As temperaturas de transições de fases foram determinadas por meio da técnica de Microscopia Óptica de Luz Polarizada (MOLP). A transmitância ótica da amostra foi obtida com um laser de prova (He-Ne, $\lambda=632\text{nm}$, 35mW) incidindo sobre a amostra quando ela fica entre polarizadores cruzados. Um feixe de luz laser (2W, $\lambda=532\text{nm}$), com frequência $f < 2\text{Hz}$, incide na amostra perpendicularmente ao laser de prova. A transmitância ótica da amostra é detectada por um fotodiodo conectado a um osciloscópio. Toda a montagem é feita sobre uma mesa ótica dotada de um sistema pneumático para evitar perturbações mecânicas espúrias. Com base nos resultados obtidos, pode-se constatar que os maiores valores absolutos de transmitância ótica são obtidos com uma potência de excitação de 1,7W incidindo na fase isotrópica da mistura liotrópica na temperatura de $T = 47,5^\circ\text{C}$.

Introdução

Cristais líquidos são estados intermediários da matéria compreendido entre sólido cristalino e líquido isotrópico, apresentando características como a fluidez de um líquido e a birrefringência de um sólido [1]. Os cristais líquidos podem ser divididos em duas grandes classes, os termotrópicos e os liotrópicos, podendo ser distinguidos pelo seu constituinte básico. Neste trabalho, foram estudados os Cristais Líquidos Liotrópicos (CLLs) que possuem micelas como seus constituintes básicos, podendo ser obtidos quando moléculas anfífilas são misturadas em um solvente (geralmente a

água) [2]. A mistura utilizada é composta por laurato de potássio (KL), 1-decanol (DeOH) e água. Os CLLs possuem diversas fases caracterizadas pelos arranjos formados pelas suas estruturas micelares, sendo as mais citadas na literatura a fase Nemático Discótico (N_D), Nemático Calamítico (NC), Nemático Biaxial (N_B), Isotrópico (Iso), Lamelar (L), entre outros [1,2]. As fases isotrópicas de cristais líquidos liotrópicos apresentam o fenômeno de birrefringência induzida por fluxo podendo ser observado quando a amostra, entre polarizadores cruzados, sofre um estímulo externo mecânico [3,4,5] ou por luz [5]. A indução de ordem é a mudança momentânea de fase do cristal líquido, passando da fase isotrópica para uma fase nemática (N) que altera a polarização da luz incidente e, observa-se, assim, a passagem de luz pela amostra [5]. O objetivo deste trabalho é investigar o efeito da ordem induzida por um pulso de luz na fase isotrópica da mistura KL/DeOH/água.

Materiais e métodos

A amostra utilizada foi uma mistura de Laurato de Potássio (KL), 1-Decanol (DeOH) e água destilada (H_2O) com concentrações relativas (em massa) de: KL 26,7%, DeOH 6,78% e água 66,52%. A razão da concentração molar $[KL]/[DeOH]$ dessa amostra é de 2,61. A mistura foi confeccionada utilizando-se todos os critérios necessários já utilizados para evitar contaminação por impurezas. Os componentes da mistura são adicionados em tubo de ensaio com aferição das massas em balança analítica de precisão $10^{-4}g$. Após a inserção dos compostos da mistura no tubo de ensaio é necessário realizar a homogeneização da amostra. Inicialmente, utiliza-se um agitador mecânico por 10 minutos, e em seguida é posto numa centrífuga, por aproximadamente, 40 minutos. Esse processo é repetido até que a amostra tenha um aspecto visual transparente e homogêneo. Com a amostra bem homogeneizada, a amostra é posta em repouso por, aproximadamente, 24 horas para garantir sua estabilização antes de ser utilizada. As temperaturas de transições de fases foram determinadas por meio da técnica de Microscopia Óptica de Luz Polarizada (MOLP). O experimento de transmitância ótica consiste em usar um laser de prova (He-Ne, $\lambda = 632.8nm$, 35mW) e um pulsado (Nd: YVO4, $\lambda = 532 nm$), com potência variável (máximo 2,0W). A amostra deve estar entre dois polarizadores cruzados por onde, também, passa a luz do laser de prova que se encontra perpendicular ao laser de excitação. Mede-se a resposta do sinal do laser de prova no momento em que a amostra é estimulada pelo laser pulsado. Um banho térmico (precisão $0,1^\circ C$) é usado para controlar a temperatura da amostra e, assim, investigar a transmitância ótica em função da temperatura (como também da potência do laser pulsado).

Resultados e Discussão

A Figura 1 ilustra a transmitância ótica típica da amostra (cor laranja) em função do tempo para a temperatura de $47,5^\circ C$ quando a mesma é

excitada com um pulso de luz laser (cor preta) com uma potência de 1,7W. Por meio da análise da Figura 1, é possível perceber que ocorre indução de ordem na amostra isotrópica somente na presença do pulso de excitação.

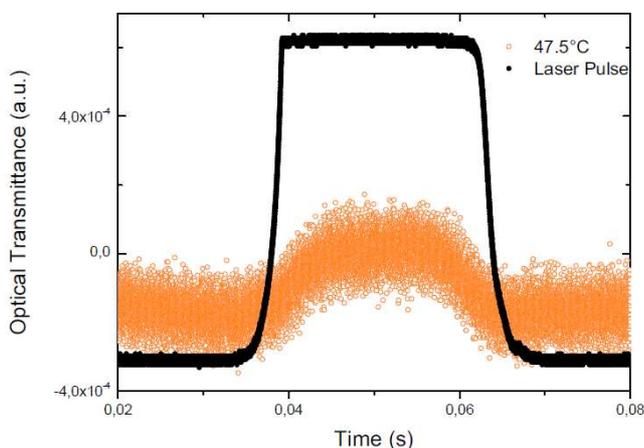


Figura 1 – Transmittância óptica em função do tempo da amostra de KL/DeOH/H₂O, o sinal em preto corresponde ao laser de excitação (com potência de 1,7W) e o laranja a transmittância da amostra na temperatura de 47,5°C.

A Figura 2 mostra a média da transmittância óptica da amostra em função da temperatura com as típicas texturas óticas de cada uma das fases e suas respectivas temperaturas de transições de fase (verificadas pela técnica de MOLP). A análise da Figura 2 sugere que próximo às transições para as fases mais ordenadas, a transmittância ótica da amostra aumenta.

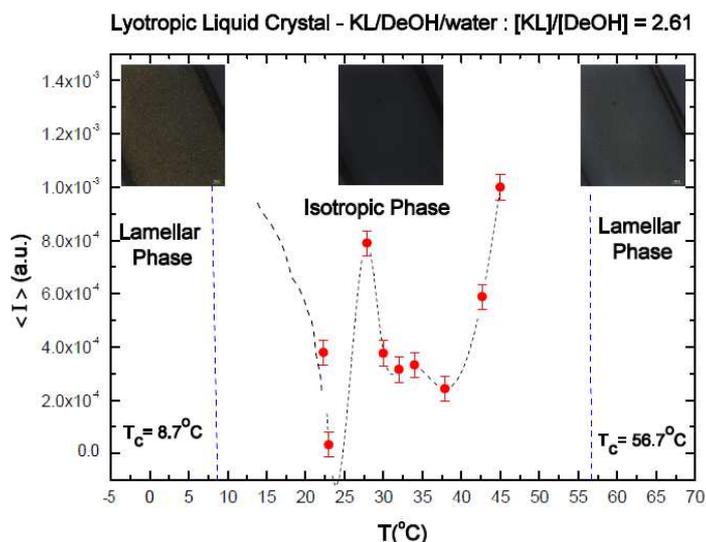


Figura 2 – Média da transmittância óptica em função da temperatura da amostra de KL/DeOH/H₂O, as linhas azuis delimitam a transição de fase. A potência do laser de excitação é de 1,7W.

Conclusões

Neste trabalho, reproduzimos o efeito da indução de ordem por luz pulsada na fase isotrópica de uma mistura de KL/DeOH/água. As medidas de transmitância de luz em função do tempo forneceram concordância com os resultados da literatura. Verificamos que o efeito ocorre de forma mais acentuada quando a potência do laser de excitação é de 1,7W. Além disso, observamos que a maior transmitância ótica é mais acentuada nas amostras com concentração molar $[KL]/[DeOH] = 2,61$ à $T = 47,5^{\circ}C$. Posteriormente, os resultados experimentais serão analisados à luz de modelos matemáticos.

Agradecimentos

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

Referências

- [1] GENNES de, P.G., **The Physics of Liquid Crystals**, 2º ed., Clarendon, Oxford, 1993.
- [2] FIGUEIREDO A.M.N. & SALINAS, S.R.A. **The Physics of Lyotropic Liquid Crystals: Phase Transitions and Structural Properties**. Oxford University, 2005.
- [3] FERNANDES P.R.G., et al, **Stress-induced birefringence in the isotropic phases of lyotropic mixtures**, Physical Review E, v. 97, p. 022705, 2018.
- [4] 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.
- [5] 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.