

EFEITO KERR EM CRISTAIS LÍQUIDOS LIOTRÓPICOS

Mateus Zorzenon de Piza(PIBIC/CNPq/FA/Uem), Arnaldo Arminini Neto, Marcio Anicete dos Santos, Hatsumi Mukai (Coorientadora), Paulo Ricardo Garcia Fernandes (Orientador) – pricardo@dfi.uem.br

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

Física / Ciência Exata e da Terra-Física.

Palavras-chave: efeito Kerr, cristal líquido liotrópico, transformada de Fourier

Resumo:

Neste trabalho, investigamos o Efeito Kerr (EK) que ocorre nas fases isotrópicas da mistura liotrópica (KL/DeOH/H₂O) com diferentes concentrações relativas de seus componentes como também na fase isotrópica do termotrópico MBBA. As temperaturas das transições entre as fases birrefringentes e isotrópicas foram determinadas por meio da técnica de Microscopia Ótica de Luz Polarizada (MOLP). A investigação do EK foi realizada utilizando a técnica experimental de transmitância ótica. Nessa técnica, um laser de excitação (Nd:YVO₄, P=2W, $\lambda=532\text{nm}$) com frequência 2Hz incide sobre a amostra numa direção perpendicular à do laser de prova (He-Ne, $\lambda=633\text{nm}$, P=35mW). A amostra fica entre polarizadores cruzados e inserida num porta amostras com geometria circular. A transmitância ótica da amostra foi investigada em função da temperatura, da potência do laser de excitação e da concentração relativa dos componentes da mistura liotrópica. Os dados experimentais são discutidos à luz da análise via Transformada Discreta de Fourier (TDF).

Introdução

Fluidos anisotrópicos são caracterizados por possuírem tanto a fluidez típica dos fluidos quanto a presença de ordem que ocorre tipicamente em cristais. Entre os fluidos com essas características estão os cristais líquidos [1]. Foram estudados os Cristais Líquidos Liotrópicos (CLLs) que possuem micelas como seus constituintes básicos. Tais estruturas são obtidas quando moléculas anfifílicas são misturadas em um solvente (geralmente a água). A mistura liotrópica utilizada na presente investigação é composta por laurato de potássio (KL), 1-decanol (DeOH) e água.

O efeito de indução de birrefringência em fases isotrópicas de misturas liotrópicas é objeto de investigação, em nosso Grupo de Fluidos Complexos (GF-Cx/Uem) há mais de duas décadas [2-4]. Esse fenômeno sempre foi observado quando amostras isotrópicas, entre polarizadores cruzados, sofrem estímulos externos tanto de natureza mecânica [3] quanto eletromagnética [4].

Objetivamos o aprofundamento das investigações realizadas em nosso grupo de pesquisa abordando a influência da geometria do porta amostras no efeito de indução de ordem induzida por luz pulsada em fases isotrópicas da mistura KL/DeOH/água. Os dados experimentais são analisados via Transformada de Fourier.

Materiais e métodos

As amostras utilizadas estão dispostas na Tabela 1. Todas são misturas de Laurato de Potássio (KL), 1-Decanol (DeOH) e água destilada (H₂O).

Tabela 1 – Amostras confeccionadas com concentração relativa de cada componente (em m%) e suas respectivas transições de fase; $C=[KL]/[DeOH]$ é a concentração molar.

Amostr a	KL (m%)	DeOH (m%)	Água (m%)	$C=[KL]/[DeOH]$	Transição de fase
1	26,52	6,75	66,73	2,61	$L_1 \rightarrow 8,8^\circ C \rightarrow I \rightarrow 49,3^\circ C \rightarrow L_2$
2	26,85	6,79	66,37	2,62	$L_1 \rightarrow 8,3^\circ C \rightarrow I \rightarrow 53,0^\circ C \rightarrow L_2$
3	26,94	6,80	66,26	2,63	$L_1 \rightarrow 9,6^\circ C \rightarrow I \rightarrow 53,5^\circ C \rightarrow L_2$
4	Cristal Líquido Termotrópico – MBBA				$N \rightarrow 30^\circ C \rightarrow Iso$

As misturas foram confeccionadas utilizando-se todos os critérios experimentais da referência [4]. A montagem e os procedimentos experimentais foram os mesmos utilizados nas referências [3,4]. Entretanto utilizamos um porta amostras de quartzo (Hellma) cilíndrico com caminho ótico de 5mm. A temperatura da amostra foi controlada com um banho térmico (precisão 0,1°C).

Resultados e Discussão

A Figura 1 ilustra a transmitância ótica da amostra 1 ($C=2,61$), em temperaturas fixas, quando ela está no interior de recipientes com geometrias e caminhos óticos diferentes. A Figura 2 ilustra a média simples das transmitâncias óticas $\langle OT \rangle$ da amostra 3 ($C=2,63$) em função da temperatura. A tendência de crescimento de $\langle OT \rangle$ nas proximidades das transições isotrópico-L1 e isotrópico-L2, são fortes indicativos das diferentes propriedades de correlação entre as micelas anisométricas na solução. Nas medidas de $\langle OT \rangle$ em função do tempo, se aplicou a Transformada Discreta de Fourier (TDF) e obteve-se, assim, os valores médios das amplitudes de TDF no domínio da frequência. As Figuras 4(a) e 4(b) são típicos gráficos 3D das amplitudes da TDF em função da frequência e da temperatura de amostras liotrópicas e termotrópica (MBBA), respectivamente. Na Figura 4(a), $C=2,61$, observa-se que há picos de intensidade em frequências específicas em todas as temperaturas investigadas. Para misturas com $C=2,63$, também se observou um pico da TDF em $f = 29,5$ Hz. Para a amostra com concentração relativa molar de $C=2,62$, não foi possível observar nenhuma frequência característica. Na Figura 4(b), referente ao MBBA, percebe-se a inexistência de picos de intensidade da TDF.

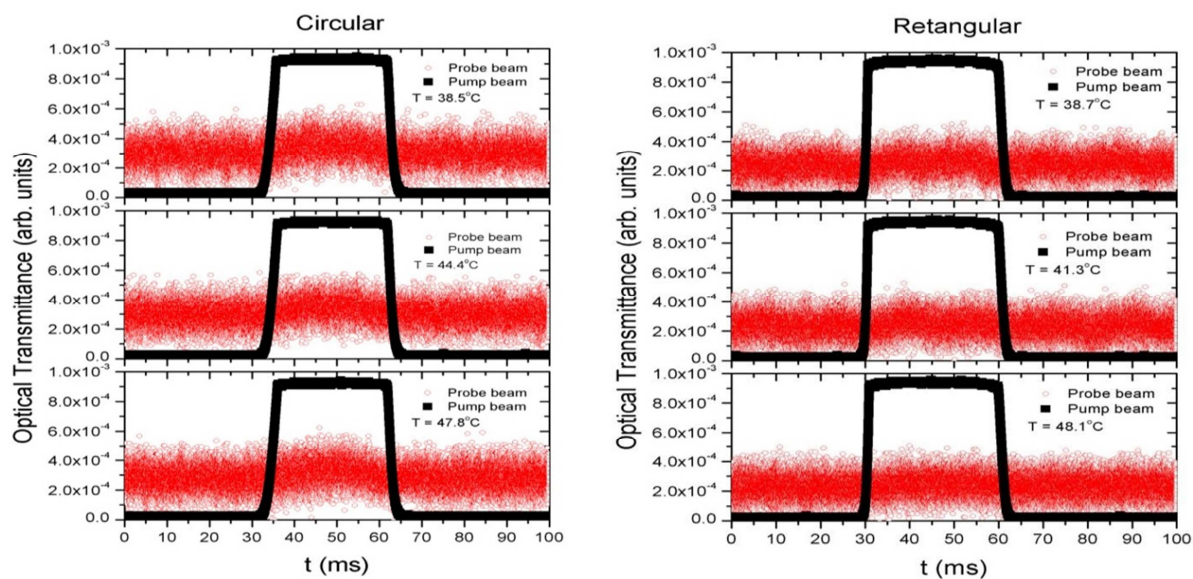


Figura 1 - Transmitância óptica (pontos vermelhos) versus tempo do cristal líquido KL/DeOH/H₂O com concentração relativa $C=[KL]/[DeOH] = 2,61$ (amostra 1); Comparação entre a geometria circular e retangular. A potência do laser de excitação (pontos pretos) é de 1,7 W.

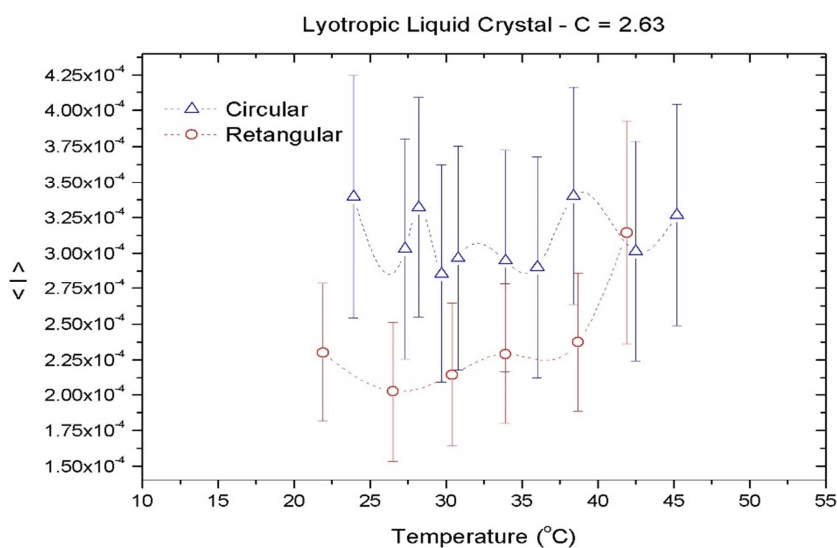


Figura 2 – Média da transmitância óptica $\langle OT \rangle$ em função da temperatura, com concentração relativa molar $C=[KL]/[DeOH]$ de $C=2.63$, comparação com a geometria circular (triângulo azul) e geometria retangular (círculo vermelho).

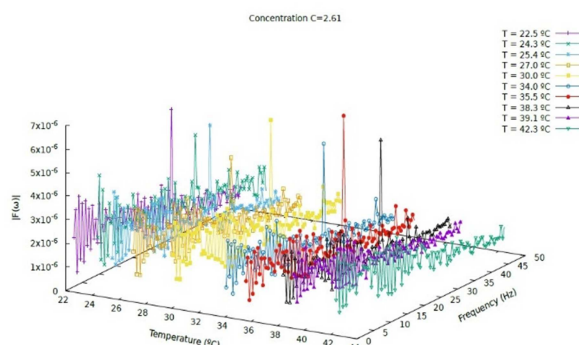


Figura 4(a) - Transformada Discreta de Fourier (TDF) dos dados de transmitância da amostra 1 em função da frequência e da temperatura; $C = [KL]/[DeOH] = 2,61$; geometria circular.

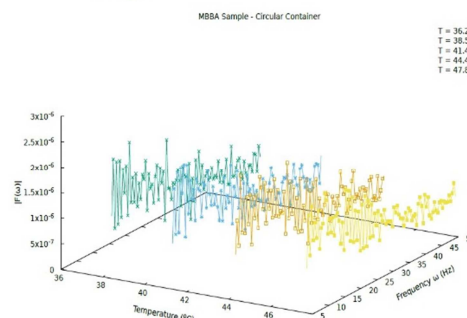


Figura 4(b) – Transformada Discreta de Fourier (TDF) dos dados de transmitância da amostra 4 (MBBA) em função da frequência e da temperatura; geometria circular

Conclusões

Investigamos o efeito Kerr em fases isotrópicas de misturas liotrópicas e do cristal líquido termotrópico MBBA. Assim, exploramos a influência da geometria do porta amostras no efeito da ordem induzida por radiação eletromagnética pulsada (efeito Kerr). Constatamos que, independentemente da geometria do recipiente, a fase isotrópica do cristal líquido liotrópico (KL/DeOH/água) com concentrações molares $C=2,61$ e $C=2,63$, apresentou somente um pico de TDF em $f = 29,5$ Hz. Amostras com concentrações $C = 2,62$, da mesma forma que o MBBA, apresentaram picos de TDF somente em recipientes retangulares.

Agradecimentos

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

Referências

- [1] FIGUEIREDO, A.M.N.; SALINAS, S.R.A. **The Physics of Lyotropic Liquid Crystals: Phase Transitions and Structural Properties**. Oxford University, (2005);
- [2] FERNANDES, P.R.G, FIGUEIREDO NETO, A.M., **Flow-induced birefringence in a lyotropic liquid crystal in the isotropic phase: An order diffusion approach**, Physical Review E, Vol.56, N5 (1997).
- [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, Paulo Ricardo Garcia et al, **Light-induced birefringence in the isotropic phase of a lyotropic liquid crystal**. Journal of Molecular Liquids, v. 292, p. 111364, 2019.