

ESTUDO DA TÉCNICA DE MICROSCOPIA REO-ÓPTICA APLICADA A MESOFASES LIOTRÓPICAS

Jonathas Caetano de Lima (PIBIC/CNPq/FA/Uem), Anderson Reginaldo Sampaio (Orientador), e-mail: arsampaio@uem.br.

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

Física - Física da Matéria Condensada.

Palavras-chave: Nemático Calamítico, Reoptologia, Vetor Diretor.

Resumo

Neste trabalho foi avaliado o comportamento do diretor da mesofase liotrópica nemática calamítica (N_C), quando este encontra-se submetido a ação de forças de cisalhamento e magnéticas em um sistema para medição em escoamento entre placas paralelas, com a facilidade de registro de imagens - microscopia reo-óptica.

Introdução

Encontramos na mesofase liotrópica N_C o exemplo de um fluido quase newtoniano. A morfologia prolata de suas micelas conferem, ao meio, anisotropia ótica, e consequentemente birrefringência; característica fundamental nos estudos que envolvem microscopia ótica de luz polarizada. Ela colabora para que forças de cisalhamento modifiquem sua configuração orientacional. O mesmo ocorre na presença de campo magnético, graças a sua susceptibilidade diamagnética. A combinação das técnicas de reologia, microscopia ótica de luz polarizada e processamento de imagem digital permite que tais mudanças orientacionais sejam analisadas de modo quantitativo. Este é o objetivo deste trabalho.

Materiais e métodos

As amostras foram preparadas seguindo a proporção de: 25,8% de KL/ 6,24% de DeOH / 67,96% de D₂O; estas concentrações percentuais foram obtidas através de diagrama de fases (Figueiredo, 1985). Para a caracterização das mesofases foi utilizados as técnicas de microscopia de luz polarizada (MOLP) (Chandrasekhar, 1994), processamento de imagem digital (PID) (Sampaio, 2004) e conoscopy.

Os ensaios relativos a mudança de configuração orientacional do meio nemático durante o escoamento foram avaliadas utilizando-se um aparato projetado para esta finalidade. Neste aparato duas placas planas e paralelas de vidro, separadas por uma distância 100 µm, são utilizadas. A placa

inferior permanece em repouso enquanto a placa superior é movimentada com velocidade constante, impelida pela ação de um motor de passo Astrosyn LM-K005-25. O motor de passo é controlado por uma unidade controladora Arduino UNO acoplada a uma ponte L293D programada para esta finalidade.

Antes de cada ensaio as amostras foram pré-orientadas pela ação de campo magnético. Isso foi feito para fazer com que o diretor nemático assumisse uma configuração orientacional inicial, perpendicular a direção do movimento da placa superior (eixo y do laboratório). Nesta configuração o cristal líquido comporta-se como um mineral uniaxial, com o diretor paralelo ao eixo óptico (Wahlstrom, 1969); a textura exibida é uniforme e livre de defeitos. Para garantir seu brilho máximo, a amostra foi posicionada segundo um ângulo de 45° em relação ao polarizador.

O campo magnético é então removido e a amostra é cisalhada. A placa superior é reconduzida a posição inicial, a amostra é mais uma vez orientada e o cisalhamento é novamente realizado, porém sem a remoção do campo magnético. Durante o cisalhamento as texturas são capturadas por uma câmera CCD Leica DFC 295.

Resultados e Discussão

As amostras foram cisalhadas utilizando-se de 3 taxas de cisalhamentos distintas, $0,026\text{ s}^{-1}$, $0,312\text{ s}^{-1}$ e $2,083\text{ s}^{-1}$. O valor médio das tonalidades de cor das texturas (RGB, canal vermelho), obtidas como função do deslocamento da placa superior, é ilustrado na FIGURA 01. Nesta figura também são ilustradas as texturas exibidas durante o cisalhamento em ambas as configurações.

Um nemático em uma configuração orientacional planar exibe uma textura uniforme, livre de defeitos. Do ponto de vista do processamento de imagem digital, uma imagem uniforme e clara está associada a valores médios de cor elevado (próximos a 255 na escala RGB). Analogamente, uma imagem uniforme e escura está associada a valores médios de cor baixo (próximo a 0 na escala RGB). Note na FIGURA 01(a), 01(b) e 01(c) que, na ausência de campo magnético aplicado, o cisalhamento promoveu uma forte modificação na distribuição de cores da textura. Logo nos primeiros milímetros de deslocamento da placa superior a textura clara e uniforme é transformada abruptamente, dando lugar a uma textura escura. Este resultado é evidenciado a partir da média de cores, que foi diminuindo significativamente até alcançar um mínimo em torno de $x = 1,8\text{ mm}$, $x = 2,1\text{ mm}$ e $0,8\text{ mm}$ respectivamente.

A diminuição de brilho aqui observada evidencia que os raios ordinário e extraordinário emergentes da amostra não estão mais em fase, devido à reconfiguração do eixo óptico nemático para uma nova direção, paralela ao eixo do polarizador. Uma vez que é a orientação do diretor nemático a

responsável pela existência do eixo óptico (Chandrasekhar, 1994), é correto inferir que o papel da tensão de cisalhamento neste processo foi o de promover sua reorientação. Perceba que após alcançado o mínimo valor da média das cores volta a crescer. A textura escura é transformada novamente para uma textura clara e uniforme a medida que o diretor nemático adquire uma nova configuração de alinhamento, agora a paralela a direção do cisalhamento, isto é, ao longo do eixo x .

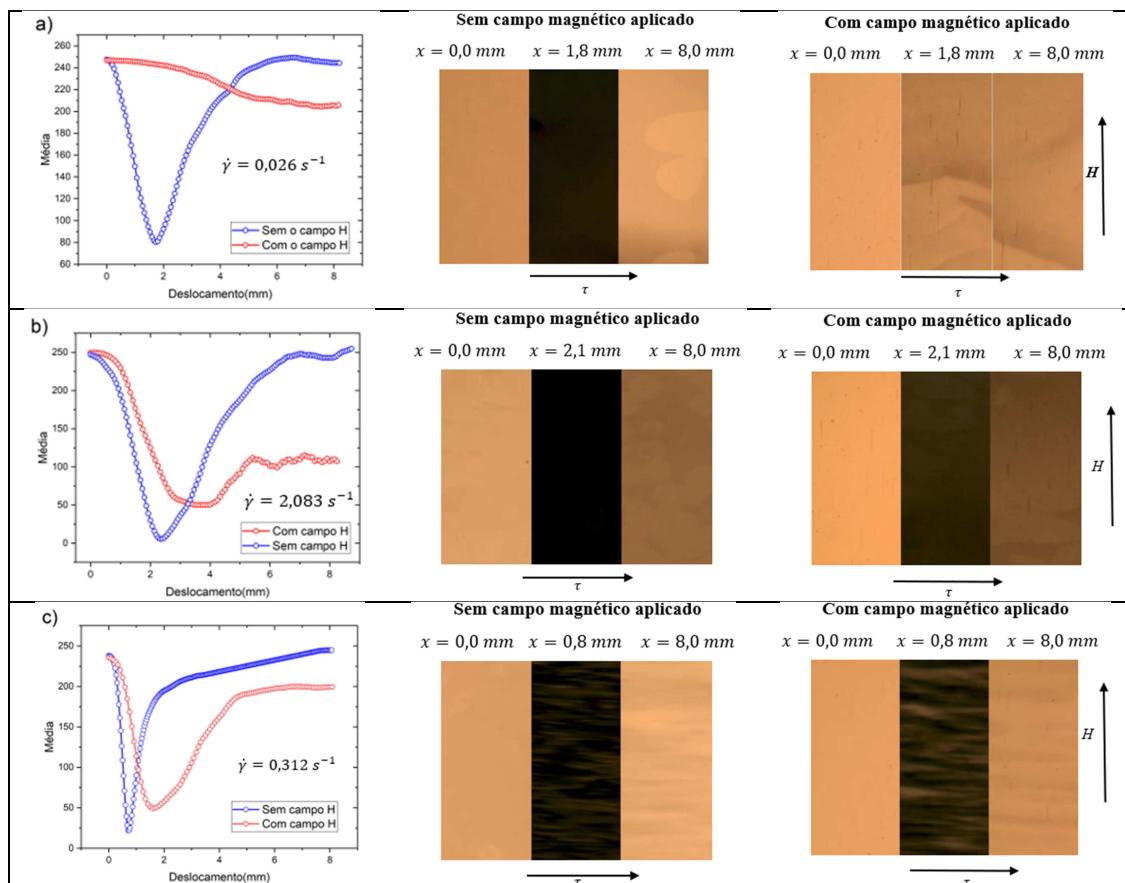


FIGURA 01: O valor médio das diferentes tonalidades de cor das texturas (RGB, canal vermelho) obtidas com a técnica de microscopia reo-óptica como função do deslocamento da placa superior para uma taxa de cisalhamento de (a) $0,026 \text{ s}^{-1}$, (b) $0,312 \text{ s}^{-1}$ e (c) $2,083 \text{ s}^{-1}$ respectivamente. A direita são apresentadas algumas das texturas observadas ao longo do deslocamento.

Neste processo, é conveniente definirmos θ como sendo o ângulo entre o diretor nemático em relação ao referencial do laboratório (eixo x). Deste modo, $\theta = 0^\circ$ denota que o diretor está alinhado paralelamente a direção da tensão de cisalhamento e $\theta = 90^\circ$ indica que o diretor se encontra alinhado paralelamente ao campo magnético aplicado. Dentro deste contexto, as mudanças de coloração da textura, associadas ao comportamento nos valores da média de cores ao longo do deslocamento da placa, são um indicativo de que a configuração de alinhamento das micelas foi modificada, experimentando um giro de 90° . Além disso, é importante ressaltar que em ambas as direções de alinhamento (perpendicular e paralela à direção do cisalhamento) as imagens observadas semelhantes.

Fato inusitado é observado quando o cisalhamento acontece na presença de campo magnético (FIGURA 01). A interação mutua dos dois agentes externos, um de natureza magnética e outro de natureza mecânica fez com que a mudança na coloração das texturas diminuísse. Este resultado indica a existência de uma competição entre as forças magnéticas e de cisalhamento.

Conclusão

As forças de cisalhamento modificaram a configuração de alinhamento planar das micelas, tanto na ausência quanto na presença de campo magnético. Esta mudança foi verificada a partir do processamento de imagem digital. Os resultados indicaram que o aumento da taxa de cisalhamento torna o processo de reorientação das micelas mais efetiva. Na presença de campo os dados do valor médio de cor sugerem que esta mudança no alinhamento foi menor devido a uma possível competição entre as forças de natureza magnética e de cisalhamento.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Fundação Araucária (PR) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Fluidos Complexos (INCT-FCx) pelo suporte financeiro.

Referências

CHANDRASEKHAR, S. Liquid Crystals; **Cambridge University Press** Vol. 49, No. 7, Pp. 587–588, 1994.

FIGUEIREDO N., A. M.; Liebért, L.; Galerne, Y.; **J. Phys. Chem.**; 89; 3737 (1985).

SAMPAIO A. R., A. J. Palangana, and R. C. Viscovini, “Investigation of uniaxial and biaxial lyotropic nematicphase transitions by means of digital image processing” **Mol. Cryst. Liq. Cryst.**, vol. 408, no. 1, pp. 45–51, 2004.

WAHLSTROM E. E., Cristalografia Optica. **Ao Livro Técnico S. A.**, Rio de Janeiro, 1969.