



ESTUDOS DE FASES LÍQUIDO CRISTALINAS LIOTRÓPICAS COLESTÉRICAS ATRAVÉS DA TÉCNICA DE PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

Eduardo Azzolini Volnistem (PIBIC/CNPq-UEM), Newller Marcelo Kimura (Orientador), e-mail: newller@dfi.uem.br, Antônio José Palangana (Co-orientador).

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

Ciências exatas, Física.

Palavras-chave: Processamento digital de imagens, cristais líquidos, diagrama de fases.

Resumo

O processamento digital de imagens é uma técnica simples e muito eficiente quando utilizada no processo de caracterização de cristais líquidos. Nesse trabalho investigamos, através da referida técnica, os cristais líquidos liotrópicos colestéricos uniaxiais e biaxiais. As fases uniaxiais e biaxiais liotrópicas podem ser obtidas através de um diagrama bem conhecido na literatura YU, L.J. e SAUPE, A, Observation of a Biaxial Nematic Phase in Potassium Laurate-1-Decanol-Water Mixtures, **Physical Review Letters**, Vol. 45, p. 1000-1003, 1980.

Salientando que estamos interessados em particular na sequência ND – NB - ND apesar de ser uma sequência de fase extremamente difícil de ser conseguida. Adicionando a essas fases uma molécula quiral (sulfato de brucina) obtivemos as fases liquido cristalinas colestéricas liotrópicas. Fazendo uso de uma câmera digital acoplada a um microscópio óptico de luz polarizada obtivemos as imagens das referidas fases colestéricas. Tais imagens foram estudadas do ponto de vista de análise de intensidade de pixels, visto que, as fases colestéricas sob ação de campo magnético possuem texturas (imagens obtidas no microscópio) periódicas devido a sua estrutura periódica. A periodicidade dentre outros parâmetros é comparada e discutida nesse trabalho.

Introdução

A ocorrência de uma fase biaxial termotrópica foi verificada na década de 70 em um cristal líquido esmétrico TAYLOR, T.R., FERGAISON, J.L., e



ARORA, S.L., Biaxial Liquid Crystals, **Physical Review Letters**, Vol. 24, p. 359-362, 1970.

Mais tarde, a existência de uma fase nemática biaxial liotrópica situada entre fases nemáticas uniaxiais foi reportada no início da década de 80 em um diagrama de fases marcante da literatura líquido cristalina (YU, 1980). Estas fases nemáticas biaxiais são ainda as únicas bem aceitas na literatura líquido cristalina, apesar do interesse crescente de pesquisadores sobre o meio biaxial e suas peculiaridades TSCHERSKE, C. e PHOTINOS, D.J, Biaxial Nematic Phases, **Journal of Materials Chemistry**, Vol. 20, p. 4263-4294, 2010.

No caso liotrópico, além da fase nemática biaxial (NB), o diagrama do Saupe prevê as seguintes transições: (a) isotrópica reentrante (IRE) – nemática discótica (ND) – isotrópica (I), (b) IRE – ND – NB – ND – I e (c) IRE – ND – NB – nemática calamitica (NC) – I. É oportuno salientar a presença da fase isotrópica reentrante (IRE), não é observada nos cristais líquidos termotrópicos. Medidas de índice de refração da fase NB evidenciaram a existência, de duas fases nemáticas biaxiais (positiva e negativa) (SOUZA, 2010). Nesse sentido pretendemos estudar tais



fases biaxiais além das fases uniaxiais dopadas com um composto quiral (sulfato de brucina), que deve nos fornecer fases nemáticas biaxiais e uniaxiais colestéricas positivas e negativas. Lembrando que nossos estudos englobam a técnica de conosopia óptica junto a técnica de processamento digital de imagens

SAMPAIO, A.R., PALANGANA, A.J. e VISCOVINI, R.C., Investigation of Uniaxial and Biaxial Lyotropic Nematic Phase Transitions by Means of Digital Image Processing, **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, Vol. 408, p. 45-51, 2004.

Materiais e métodos

As amostras foram obtidas através da mistura de laurato de potássio (KL), decanol (DeOH) e água pesada (D_2O) em concentrações de interesse (Saupe, 2010). Para a colesteração usamos um agente quiral (sulfato de brucina heptahidratado) que é comercialmente adquirido. Sabe-se que a colesteração pode ser realizada nas fases nemática calamítica, nemática discótica bem como na fase nemática biaxial. Para as análises de texturas das amostras foi utilizado a técnica de microscopia óptica de luz polarizada. Essa técnica é fundamental no processo de investigação das fases dos cristais líquidos e de suas respectivas transições. A microscopia óptica de luz polarizada consiste em observar a amostra entre polarizadores cruzados. No presente trabalho, foi utilizado um microscópio óptico de luz polarizada da marca Leica, modelo DM LP. Para a captura das imagens (texturas), foi acoplada ao microscópio uma câmera CCD da marca SONY, modelo CM D2. A textura da amostra de cristal líquido retrata a simetria macroscópica da molécula e singularidades topológicas, influenciadas pela superfície do porta amostras e/ou por campos externos.



As texturas foram obtidas em uma faixa de temperatura de 23°C à 7°C a uma taxa de 0,133°C por minuto. A cada 30 segundos uma imagem foi capturada. Para o processamento digital das imagens obtidas através do microscópio, foi desenvolvido um programa utilizando a linguagem Delphi e outro em Matlab. O programa tem a função de extrair a intensidade de cada pixel em cada cor de uma imagem no sistema RGB (Red, Green e Blue) e calcular o valor médio e desvio padrão desses valores. Para a análise das texturas do cristal líquido, utilizamos os valores dos pixels de uma linha das imagens de tamanho (706 x 656). Para cada imagem foi gerado um gráfico do número do pixel por sua respectiva intensidade, um valor médio e um desvio padrão. Os gráficos foram obtidos através da cor verde, a mais sensível para esse caso. Por meio desses gráficos foi possível verificar que há certos padrões que mudam de acordo com a evolução das imagens. Os padrões nos gráficos foram classificados em 4 grupos característicos que representam as fases do cristal líquido estudado.

Resultados e Discussão

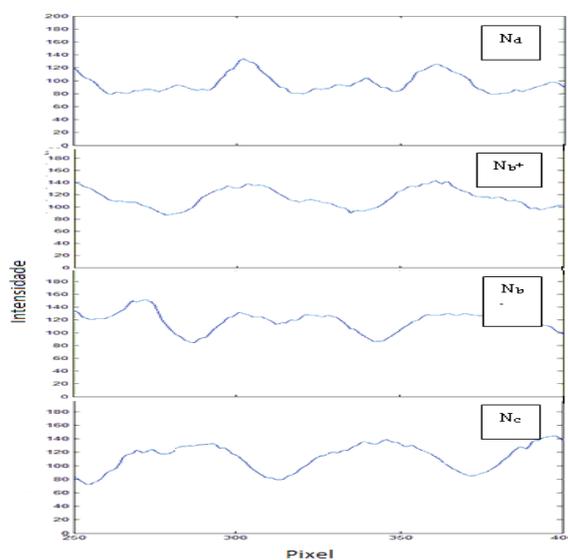


Figura 1 – Comparação entre os gráficos característicos das fases N_d , N_b^+ , N_b^- e N_c .

Para cada imagem foram calculados os valores médios e os desvios padrões e foi feito um gráfico desses valores pela imagem analisada onde é possível identificar as transições de fase.

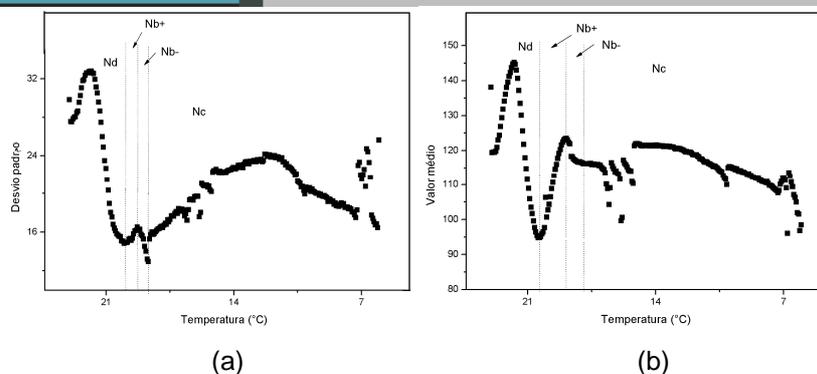


Figura 2– (a) Desvios padrões e (b) Valores médios

Conclusões

Podemos observar em nossos resultados que a técnica de processamento digital de imagens são razoavelmente satisfatórias e nos permitiram identificar padrões nas texturas periódicas que caracterizam as fases e suas respectivas transições.

Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq e Fundação Araucária pelo apoio financeiro e ao departamento de Física da Universidade Estadual de Maringá pela disponibilidade dos laboratórios.

Referências

YU, L.J. e SAUPE, A, Observation of a Biaxial Nematic Phase in Potassium Laurate-1-Decanol-Water Mixtures, **Physical Review Letters**, Vol. 45, p. 1000-1003, 1980.

TAYLOR, T.R., FERGASSON, J.L., e ARORA, S.L., Biaxial Liquid Crystals, **Physical Review Letters**, Vol. 24, p. 359-362, 1970.

TSCHIRSKE, C. e PHOTINOS, D.J, Biaxial Nematic Phases, **Journal of Materials Chemistry**, Vol. 20, p. 4263-4294, 2010.

SOUZA, G.P., OLIVEIRA, D.A., LUDERS, D.D., KIMURA, N.M, SIMOES e A.J.Palangana, An analogy between biaxial crystal and biaxial nematic lyotropic Phase, **Journal of Molecular Liquids**, Vol. 156, p. 184-186, 2010.

SAMPAIO, A.R., PALANGANA, A.J. e VISCOVINI, R.C., Investigation of Uniaxial and Biaxial Lyotropic Nematic Phase Transitions by Means of



Digital Image Processing, **Molecular Crystals and Liquid Crystals**, Vol. 408, p. 45-51, 2004.