

ESTUDO DAS FRANJAS DE INTERFERÊNCIA OBTIDAS PELA TÉCNICA DE CONOSCOPIA A LASER UTILIZANDO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DIGITAIS

João Gabriel Dareli Belato (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Danilo Degan Luders (Coorientador), Newller Marcelo Kimura (Orientador). E-mail: newller@dfi.uem.br

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

Área e subárea do conhecimento: 10500006 – Física / 10507000 – Física da Matéria Condensada.

Palavras-chave:

Processamento digital de Imagens, Cristais Líquidos, Birrefringência.

RESUMO

O objetivo principal deste projeto é criar um software em linguagem Delphi que utilize processamento digital de imagens para analisar franjas de interferência obtidas por técnicas conoscópicas a laser. Usamos imagens de franjas de interferência para calcular a birrefringência de meios anisotrópicos de maneira automática e mais precisa do que as medições tradicionais.

INTRODUÇÃO

A técnica de conosopia a laser possibilita a identificação das fases presentes em cristais líquidos. Isso é alcançado ao medir a birrefringência, que é a diferença entre os índices de refração ordinário (n_o) e extraordinário (n_e) em amostras líquido-cristalinas. Na metodologia da conosopia a laser, um feixe de laser (*HeNe*, com $\lambda = 632,8$ nm) incide em uma lente objetiva que direciona a luz para a amostra. A amostra é colocada em um suporte para a amostras de cerca de 1 mm de espessura, que define o caminho óptico. O laser percorre um trajeto que inclui um polarizador, uma lente convergente, a amostra e um analisador. O laser que passa por esses elementos incide em um anteparo, onde formam franjas de interferência. A forma desse padrão é característica de cada fase. Um campo magnético é necessário para manter a orientação das amostras. Os cristais líquidos têm propriedades dos estados sendo de características de cristais e do estado líquido. Eles se dividem em dois grupos sendo eles, os cristais líquidos termotrópicos (CLT) e os cristais líquidos liotrópicos (CLL). Os CLT são compostos por moléculas e suas transições de fase ocorrem de acordo com a temperatura e a pressão. Entre as fases termotrópicas estão a nemática, a isotrópica, a colestérica e a esméctica. Os CL, por outro lado, são constituídos por micelas, que são agregados de moléculas

anfifílicas. Suas mudanças de fase dependem da concentração, pressão e temperatura. Algumas fases liotrópicas incluem a nemática discótica (N_D), a nemática calamítica (N_C), a nemática biaxial (N_B), a isotrópica, a lamelar e a hexagonal. A técnica de reologia é empregada para medir a viscosidade de materiais, incluindo os cristais líquidos. A **Figura 1** apresenta resultados específicos para cristais líquidos liotrópicos.

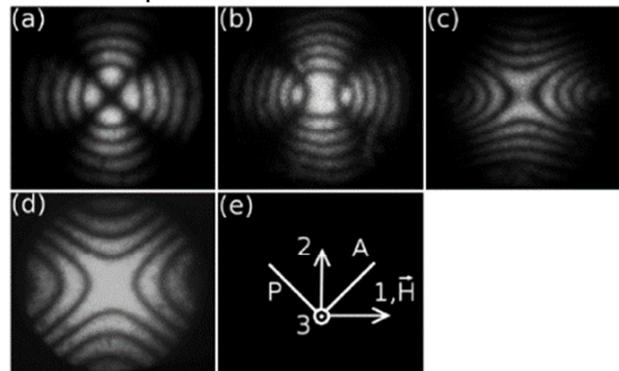


Figura 1 – Franjas de interferência observadas no experimento de conosopia. (a) fase nemática discótica N_D , (b) fase nemática biaxial N_B nas proximidades da fase N_D , (c) fase N_B , (d) fase nemática calamítica N_C , (e) Configuração do experimento explicitando as direções do polarizador P, analisador A e o campo magnético H [1].

O método se baseia na interação de duas ondas que atravessam um meio anisotrópico em direção ao infinito. Quando o meio é birrefringente, uma onda incidente gera duas ondas refratadas com polarizações ortogonais (a onda ordinária que segue a lei de Snell e a onda extraordinária). A diferença no percurso óptico causada pela passagem da luz pela amostra é o que resulta na birrefringência ($\Delta n = n_e - n_o$, para os casos uniaxiais, $\Delta n = n_2 - n_1$ e $\delta n = n_3 - n_2$ para os casos biaxiais, onde n_e , n_o , n_1 , n_2 e n_3 são os índices de refração). O cálculo da birrefringência é baseado em padrões de interferência gerados no experimento. Para calcular a birrefringência, são utilizadas imagens digitalizadas dos padrões de interferência e é aplicado processamento digital de imagens para obter as distâncias entre os mínimos. Em nosso laboratório, não dispomos dessa técnica, com isso dependemos da colaboração com outras instituições para conseguir as figuras das franjas [1].

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais:

- Imagem digital em formato *JPG* ou *BMP* da interferência;
- Para a utilização correta do programa será necessário um computador que esteja com os sistemas operacionais entre *Windows Vista* e *Windows 10*.

Métodos:

De acordo com o objetivo deste projeto, foi desenvolvido um *software* em linguagem *Delphi* para analisar as imagens das franjas de interferência, sendo

utilizado os formatos JPG e BMP (pois são os formatos mais comumente utilizados). A interface do *software* pode ser visualizada na **Figura 2** abaixo.

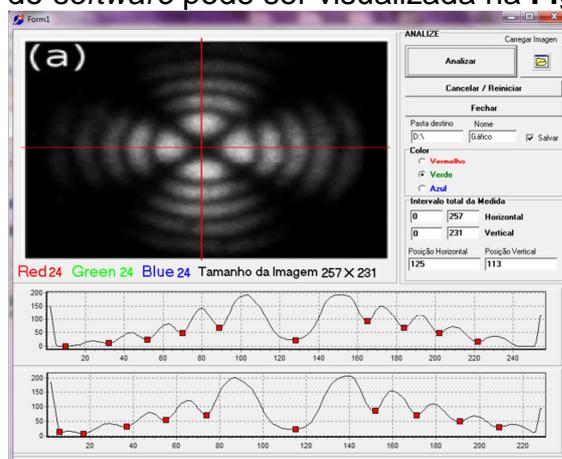


Figura 2 – Interface do programa utilizado para a análise das franjas de interferência obtidas pela técnica de conoscopia a laser.

Dentro do programa, é possível carregar uma imagem das franjas de interferência e realizar a seleção de um ponto, para um melhor resultado escolhemos na posição central da imagem. Nesse ponto, duas linhas vermelhas, uma horizontal e outra vertical, são traçadas, a análise é realizada medindo a intensidade em cada pixel ao longo dessas linhas, separando os componentes RGB de cor (vermelho, verde e azul) [2,3]. Dado que a birrefringência está associada à separação entre as franjas, o software foi programado a identificar o centro dos vales com pontos no gráfico de intensidade em função da posição, marcados em vermelho. Ao longo do projeto algumas versões foram feitas cada qual com um filtro que melhor nos fornecia resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Utilizando a metodologia apresentada, realizamos medidas nas diferentes franjas da **Figura 1**, e destacamos apenas os resultados para a fase nemática discótica sendo ela a imagem (a).

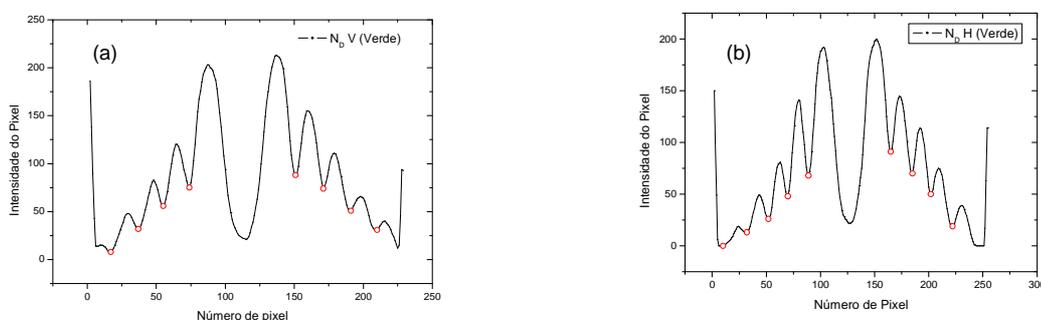


Figura 3 – intensidade do pixel em função da posição para fase nemática discótica, (a) medida na vertical e (b) medida na horizontal.

Como podemos observar nos gráficos de intensidade como função da posição na **Figura 3**, sendo a imagem (a) representando os dados obtidos pela linha vertical do ponto selecionado e a imagem (b) a linha horizontal, o programa realiza a marcação dos pontos de mínimos, a distância entre mínimos simétricos partindo do centro em direções opostas, pode ser utilizado no cálculo da birrefringência. Não realizamos o cálculo da birrefringência devido o fato que as imagens da **Figura 1** não possuem referencia de escala de distâncias. Nesse sentido estamos dependentes da colaboração de outras instituições que possuem a referida técnica de conoscopia a laser para o fornecimento de imagens com escala de distancias. Vale ressaltar que estamos procurando essa colaboração durante toda a execução do projeto, mas infelizmente sem sucesso.

CONCLUSÕES

Podemos observar em nossos resultados que nosso *software* está identificando os mínimos de intensidade dos pixels nas figuras de interferência de forma precisa. Isso devido o fato que aprimoramos a ultima versão do programa acrescentando alguns filtros que melhoraram a identificação dos pontos de interesse. Além disso, pretendemos obter imagens com melhor resolução e com escala de distância, em parceria com outras instituições que possuem a referida técnica que nos permitam realizar o cálculo da birrefringência para que possamos comparar com resultados contidos na literatura.

AGRADECIMENTOS

Ao Orientador Professor Dr. Newller Marcelo Kimura pela oportunidade, ao Coorientador Professor Dr. Danilo Degan Luders, a Fundação Araucária e ao CNPq por financiar o projeto, à Universidade Estadual de Maringá por proporcionar essa experiência.

REFERÊNCIAS

- [1] Oliveira Filho, A.G. Estudos estruturais de cristais líquidos liotrópicos por métodos de espalhamento. Tese de doutorado - IFUSP, 2021;
- [2] A. R. Sampaio, A. J. Palangana, R. C. Viscovini, Molecular Crystal and Liquid Crystal 408 (2004) 45;
- [3] G.M. Arcolezi, D.D. Luders, A.R. Sampaio, M. Simões, W.S. Braga, O.R. Santos, A.J. Palangana, N.M. Kimura, Computational method to determine the pitch length in cholesteric liquid crystals, Journal of Molecular Liquids 298 (2020) 111752.