



## **CARACTERIZAÇÃO DE FLUIDOS COMPLEXOS POR MEIO DE TÉCNICAS EXPERIMENTAIS DO LABORATÓRIO DE FLUIDOS COMPLEXOS (LFCx)**

Eduardo José Barroso (PIBIC/CNPq-FA/Uem), Paulo Ricardo Garcia Fernandes (Co-Orientador), Hatsumi Mukai (Orientador), e-mail: hmukai@dfi.uem.br.

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

**Ciências Exatas e da Terra, Física.**

**Palavras-chave:** Cristais Líquidos, Texturas ópticas, Transição de Fase.

### **Resumo:**

Neste trabalho será apresentado a caracterização quanto a temperatura de transição Nemático-Isotrópico (N-ISO) de dois tipos de Cristais Líquidos: os termotrópicos (MBBA, K15, E7) e um liotrópico (a mistura ternária composta de KL, DeOH e Água). A análise é feita via texturas ópticas obtidas por meio da técnica de Microscopia Óptica de Luz Polarizada (MOLP). O tipo de transição analisado é o de primeira ordem. Obtidas a temperatura de transição, apresenta-se a influência do porta amostra na formação das texturas ópticas.

### **Introdução**

Os Cristais Líquidos são fluidos complexos de grande interesse em pesquisa, por abrangerem um amplo espectro, com aplicabilidade biológica, tecnológica, dentre outros. Estes materiais possuem propriedades físicas tanto de uma fase líquida (fluidez) quanto de uma fase sólido cristalina (birrefringência). São classificados em Cristais Líquidos Termotrópicos (CLT), Liotrópicos (CLL), e os Poliméricos (CLP) (ITAMI, 2010). Neste trabalho o foco é nos CLTs, e CLL. Os CLTs são constituídos por moléculas orgânicas rígidas e nos CLLs as moléculas formam a partir de uma concentração crítica, as micelas. Ambos os CIs, podem apresentar diversos ordenamentos entre suas moléculas/micelas, a fim de se organizarem em diferentes mesofases apresentando texturas diferentes. Os CLTs possuem





somente um ponto de transição N-I, já os CLLs apresentam dois pontos de transição de fase N-I (GUIMARÃES, 2012). Essas mesofases presentes nos cristais líquidos possuem diferentes graus de ordenamento. Este ordenamento é avaliado em relação ao vetor diretor  $\vec{n}$  que determina a orientação média da molécula na amostra (de OLIVEIRA, 2012). Nossa atenção está voltada à mesofase nemática (maior ordenamento entre as moléculas/micelas), e à mesofase isotrópica (maior desordem entre as moléculas/micelas). O uso da técnica experimental de Microscopia óptica de Luz Polarizada (MOLP) permite obter a temperatura onde ocorre a transição entre as mesofases analisando as diferentes texturas obtidas. O tipo de transição é a de primeira ordem.

## Materiais e métodos

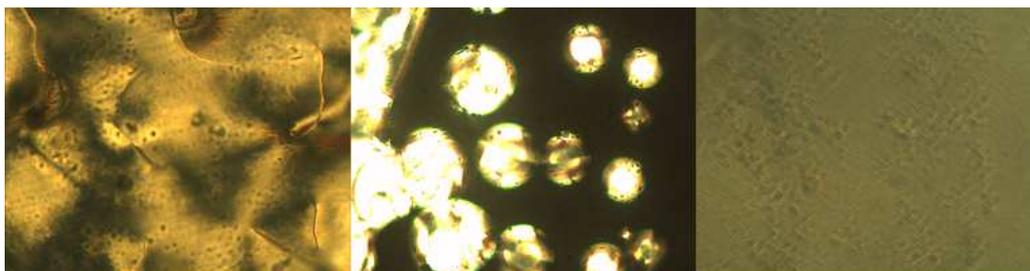
As amostras analisadas de cristais líquidos, foram os Cristais Líquidos Termotrópicos: MBBA (Sigma Aldrich), o E7 e K15 (Jiangsu Hecheng Chemical Materials Co. Ltda), e o Cristal Líquido Liotrópico: a mistura ternária com a seguinte composição em porcentagem em massa: 66,17 wt% (KL); 6,23 wt% (água); 6,23 wt% (DeOH). Para a aferição da massa no preparo da amostra de CLL utilizou-se uma Balança analítica (Mettler Toledo, modelo AT201) de precisão de  $10^{-5}$  g. As amostras foram encapsuladas em capilares de 100 a 400  $\mu\text{m}$ , de caminho óptico, vedadas com parafilme, e/ou depositadas em lâminas de vidro. A análise é feita por meio de um microscópio óptico de luz polarizada (Leica DM 2500 P) que possui sua temperatura controlada com um *hotstage* (HSC502-INSTEC) precisão 0,1 °C. Para análise da temperatura de transição N-I, eleva-se a temperatura e depois diminui-se gradativamente até se observar a transição entre as fases. Esta transição é observada pela mudança da textura óptica, e as imagens registradas por meio de uma câmera Digital (Leica DFC290) acoplada ao microscópio conectado a um computador.

## Resultados e Discussão

Nas transições de fase em CLL, com controle da temperatura, pôde-se observar a transição de fase para os diferentes Cristais Líquidos. Para o K-15, obteve-se uma temperatura de transição (N-I) de 38,9 °C. As duas últimas fotos da direita para a esquerda (Figura 1).

Analogamente, foram obtidas as temperaturas de transições de fase N-I de 39,0 °C para o MBBA e de 70,0 °C para o E7.





**Figura 1** – Fotos da textura do cristal líquido K-15 analisado no capilar de 200 $\mu$ m, com um aumento de 50x, em sua transição de fase a 38,9 °C.

Os CLTs foram testados tanto no capilar quanto na lamínula, a fim de se observar a influência do porta amostra na formação de uma textura óptica bem definida. Foi observado que os CLTs apresentam uma textura nemática mais nítida quando analisados em uma lamínula devido à menor influência das superfícies do porta amostra na orientação das moléculas. Ressaltando que na lamínula foi colocada uma gota de tamanho controlado tal que fosse possível realizar esta análise.

Posteriormente, focou-se nos CLL. Foi observado que a transição de fase para a amostra confeccionada foi em torno de 45,0 °C.

Após a transição de fase, foi observado o comportamento da fase nemática em função do tempo em capilares com diferentes espessuras. Mantendo a temperatura constante, a amostra tende a se orientar com o passar do tempo com o vetor diretor paralelo às paredes do capilar (Figura 2). Como o eixo maior do capilar encontra-se alinhado paralelamente a um dos polarizadores, a textura tende a ficar mais escura. Este efeito é maior para capilares de pequenas espessuras, e maior para capilares com espessuras maiores.





**Figura 2** – Fotos da textura do cristal líquidos liotrópico em um capilar de  $100\mu\text{m}$ , aumentadas de  $50\times$ , exemplificando o efeito das paredes do porta amostra na textura da mesma, com o tempo inicial (foto à esquerda) após 1h e 20 m (foto à direita).

## Conclusões

Pode-se obter as temperaturas de transição de fase para os cristais líquidos analisados:  $39,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (MBBA),  $38,9\text{ }^{\circ}\text{C}$  (K15),  $70,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  (K15) condizentes com as informações dos fabricantes, no caso dos CLTs, e a temperatura de  $45,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  de acordo com diagrama de fases do CLL. Na análise da influência do porta amostra foi possível observar que os CLTs formam texturas ópticas mais nítidas e definidas quando as amostras são analisadas em laminulas em relação a aquelas obtidas via capilares. E, no caso do CLL, concluiu-se que a espessura do porta amostra influencia na organização da textura obtida, sendo que quanto maior a espessura do capilar, menor será sua influência na formação da textura, visto que a amostra demorou mais tempo para se orientar no capilar de maior espessura ( $400\mu\text{m}$ ).

## Agradecimentos

Aos meus orientadores, Profa. Hatsumi e o Prof. Paulo Ricardo pela orientação. Ao CNPq-FA pelo auxílio financeiro. E ao INCT-FCx/CNPq.

## Referências

de OLIVEIRA, B. F **Estudos numéricos da formação e dinâmica de defeitos topológicos em cristais líquidos nemáticos**. 2012. 126f. Tese de Doutorado - Programa de Pós Graduação em Física, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

ITAMI, A. S. **Estudo de um fluido complexo visando uma aplicação cosmológica**. 2010. 154f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

GUIMARÃES, R. R. **Investigação da dinâmica de defeitos topológicos em sistema líquidos cristalino**. 2012 . 119f. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós Graduação em Física, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2012.

