

## Cristais líquidos e suas propriedades

## Liquid crystals and their properties

### RESUMO

**Marcelo Teixeira**

[mteixeira@alunos.utfpr.edu.br](mailto:mteixeira@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Apucarana, Paraná,  
Brasil

**Roberta Rarumy Ribeiro de  
Almeida**

[robertararumy@utfpr.edu.br](mailto:robertararumy@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal  
do Paraná, Apucarana, Paraná,  
Brasil

Este estudo consiste em observar os cristais líquidos, por meio de um microscópio óptico, que são compostos orgânicos que se comportam tanto como um sólido cristalino como também um líquido isotrópico. Portanto, cristais líquidos transitam molecularmente ordem de baixa posição e viscosidade, que são aspectos semelhantes aos dos líquidos, como também, ordem de alta orientação e birrefringência que são encontrados em sólidos. Com isso descreve-se a mudança de temperatura associada à transição de fase do material investigado, em que 75 °C à temperatura de transição da fase nemática para a fase isotrópica. Na fase nemática, foi analisado, com base em uma temperatura constante, que as moléculas não apresentavam ordem posicional, mas tinham a tendência de apontar na mesma direção ao longo do vetor diretor. Além disso, em uma fase isotrópica, as moléculas não possuem ordem posicional em altas temperaturas, portanto, encontram-se desordenadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cristal líquido. Fase isotrópica. Fase Nemática.

**Recebido:** 19 ago. 2020.

**Aprovado:** 01 out. 2020.

**Direito autorial:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

### ABSTRACT

This study consists of observing liquid crystals, through an optical microscope which are organic compounds that behave both as a crystalline solid and as an isotropic liquid, therefore, liquid crystals molecularly transition from low position and viscosity, which are aspects similar to those of liquids, as well as , order of high orientation and birefringence that are found in solids. This describes the temperature change associated with the phase transition of the investigated material, with 75 ° C at the transition temperature from the nematic to the isotropic phase. In the nematic phase, it was analyzed, based on a constant temperature, that the molecules did not have a positional order, but tended to point in the same direction along the director. Furthermore, in an isotropic phase, the molecules have no positional order at high temperatures, therefore, they are disordered.

**KEYWORDS:** Isotropic phase. Liquid crystal. Nematic order.

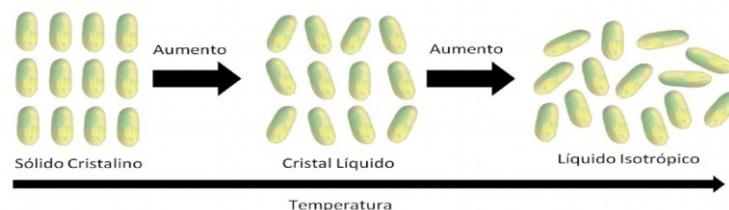


## INTRODUÇÃO

No final do século XIX, ocorreu a grande descoberta dos cristais líquidos. Em 1888, o botânico Friedrich Reinitzer, que inesperadamente, observou dois pontos de fusão para o Benzoato de colesterol. Ao longo de seus experimentos, ele notou que conforme a temperatura aumentava, sua amostra, alterava-se do estado sólido para um líquido opaco. Em seguida, à medida que a temperatura se expandia, observou o cristal transformar-se em um líquido nítido e transparente, isto pode ser observado conforme a Figura 1 (JAKLI, 2006).

Os cristais líquidos apresentam, em sua geometria, o alto grau de anisotropia, logo denota propriedades ópticas distintas em direções diferentes, na maioria dos casos os cristais líquidos possuem ordem orientacional de longo alcance no qual geralmente são longos e estreitos. Um líquido isotrópico não dispõe de uma ordem posicional e orientacional de longo alcance, assim é notável a mesma propriedade óptica em diversas direções, sendo causadas tanto por uma ação térmica como também pela aplicação de um solvente (University of Cambridge, 2007).

Figura 1: Demonstração da mudança de fase de um cristal líquido



Fonte: Eduardo Viana, 2019.

Dentre as diversas fases dos cristais líquidos, o objetivo deste trabalho seria avaliar a fase nemática. Ela possui como atributo moléculas sem ordem posicional, porém apontam para uma direção preferencial denominada de vetor diretor. Portanto, à medida que novas pesquisas sobre o assunto emergem, são descobertas novas aplicações de tais materiais na tecnologia moderna de modo que estudar as fases dos cristais líquidos contribui positivamente para o avanço da sociedade.

## METODOLOGIA

Este trabalho visa apresentar uma breve introdução sobre as bases de definição dos cristais líquidos. Na prática, tratando-se da fase nemática, a combinação de cinco elementos denominados de KA (são compostos por uma interação molecular cuja duas moléculas idênticas de um cristal líquido encontram-se juntas) estas são chamadas de dímeros de um determinado cristal líquido, e por membros independentes que realizam ligações de éter.

A combinação foi caracterizada pelos estudos de ADLEM, K e SALILI, S, no qual foi realizado um plano de fricção unidirecional para assim alinhar o revestimento em um filme de 5  $\mu\text{m}$  e então medir a microscopia óptica de polarização (ADLEM, 2014).

Para se testar materiais e compostos no cristal líquido, é necessário projetar suas células. Estas são geralmente revestidas por uma camada de alinhamento de poliimida que é adequado para altas temperaturas, e camadas condutoras de índio e óxido de estanho, promovendo um alinhamento planar paralelo ao substrato. Para preenchê-las é necessário seguir as seguintes etapas:

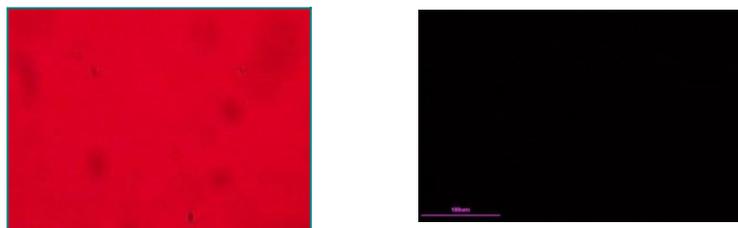
- Verificar o ambiente, porque precisa estar livre de poeiras, pós e qualquer tipo de sujeira;
- Depositar o material em uma das entradas de preenchimento;
- Por último, aguardar o material ocupar a célula por inteiro, por ação capilar ao aquecer a amostra.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O ponto inicial do KA refere-se a fase nemática, a partir dela no momento em que aumenta-se a temperatura, (sendo de 75 °C ou superior, altera-se da fase nemática para a isotrópica fazendo com que o material de cristal líquido altere-se uniformemente. O resultado desse processo é que a unidade muda de um líquido opaco para um líquido transparente.

Para temperaturas inferiores à 75 °C tem-se uma estabilidade da fase nemática. Por outro lado, para temperaturas superiores à 75 °C obtém-se uma estabilidade com a fase isotrópica, conforme representado na Figura 2.

Figura 2 – Representação da transição de fase nemática (a esquerda) – isotrópica (a direita) por meio da técnica de Microscopia Óptica



Fonte: Autor (2020)

O termo textura remete a figura capturada com um microscópio óptico, no qual indica a orientação das moléculas de cristal líquido na superfície e o efeito da profundidade do material. As características da textura contribuem para identificar os cristais líquidos, pois cada mesofase de um cristal líquido apresenta diferentes texturas.

Quando o material mesogênico estiver delimitado por placas espaçadas com a presença de atrito em suas superfícies, isso faz com que fique orientado por direções de fricção paralelas apresentando um alinhamento planar. Também é possível usar uma película de polímero adequada ou alinhar as moléculas perpendicularmente à superfície na presença de um campo elétrico aplicado perpendicular à superfície, que causa um alinhamento vertical.

A textura com cor dentro da faixa de temperatura de 75 °C e 20,5 °C, é uma característica típica do alinhamento uniaxial normal. Acima de 75 °C, surgem texturas escuras e isso indica a desordem molecular e o bloqueio da passagem da luz pelas células por causa dos polarizadores cruzados. A característica do nemático é a simetria do diretor. Na qual, as propriedades fundamentais desta fase são o fato de que as moléculas tendem a ser dispostas paralelamente umas às outras e a capacidade de orientação de longa distância.

## CONCLUSÃO

Com os fatos descritos sobre os cristais líquidos, conclui-se que para tratar da ordem molecular do material que exibe fase líquido cristalina é preciso examinar a transição da fase nemática para isotrópica, bem como o preenchimento da célula. Com o aumento da temperatura, sendo ela em torno de 75 °C, as moléculas, na fase isotrópica, não apresentam ordem posicional e orientacional definidas, logo não são ordenadas e implicam no parâmetro de ordem igual a zero ( $Q = 0$ , sem ordem de orientação). Na fase nemática tem ausência de ordem posicional, mas apresenta ordem orientacional, observando-se um líquido opaco, com a temperatura abaixo da transição das fases, e assim classificando-os conforme seus arranjos e características.

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Fundação Araucária FA – Paraná/Brasil, com auxílio da UTFPR, portanto a estes a nossa gratidão. Também somos gratos a O. Parri da Merck Chemicals Ltd e o Professor Doutor Antal Jakli, que nos forneceram os materiais estudados neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

ADLEM, K. et al. Chemically induced twist-bend nematic liquid crystals, liquid crystal dimers, and negative elastic constants. **Physical Review E**, v. 88, n. 2, p. 022503, 2013.

JAKLI, A.; SAUPE, A. One- and two-dimensional fluids: Properties of smectic, lamellar and columnar liquid crystals. **Condensed Matter Physics**. CRC Press, New York, v. 1, p. 1-20, 2006.

**Líquid Crystals**. University of Cambridge, 2007. Disponível em: [www.doitpoms.ac.uk/tlplib/liquid\\_crystals/index.php](http://www.doitpoms.ac.uk/tlplib/liquid_crystals/index.php). Acesso em: 25/07/2020.

VIANA, Eduardo. Diodos Acusticos a Base de Cristais Líquidos para a aplicação sobre vidro. Scire.net, 2019. Disponível em: [w2.files.scire.net.br/atrio/upeppges\\_upl//THESIS/65/ppges\\_eduardo\\_viana\\_v2\\_2019\\_0416073411861.pdf](http://w2.files.scire.net.br/atrio/upeppges_upl//THESIS/65/ppges_eduardo_viana_v2_2019_0416073411861.pdf). **Telemática**. Acesso em: 27/07/2020.