

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

Efeitos de Superfície e de Confinamento na Ordem Orientacional de Cristais Líquidos

Ivan Helmuth Bechtold

Orientadora: Profa. Dra. Elisabeth Andreoli de Oliveira

Tese de Doutorado
apresentada ao Instituto
de Física da Universidade
de São Paulo.

SÃO PAULO

2004

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

Data da defesa da dissertação: 28 de junho de 2004.

Membros da banca examinadora:

Profa. Dra. Elisabeth Andreoli de Oliveira (Orientadora) - IFUSP

Profa. Dra. Rosângela Itri - IFUSP

Prof. Dr. Antônio Domingues dos Santos - IFUSP

Prof. Dr. José Alberto Giacometti - UNESP

Prof. Dr. Wagner Figueiredo - UFSC

SÃO PAULO

À minha esposa
Ise, por tudo que
representa para mim.

Conteúdo

Agradecimentos	ii
Resumo	iii
Abstract	iv
1 Introdução	1
1.1 Cristais líquidos (CLs)	1
1.1.1 Cristais líquidos termotrópicos (CLTs)	3
1.1.2 Cristais líquidos liotrópicos (CLLs)	5
1.2 Classificação de mesofases	7
1.2.1 Fase nemática	7
1.3 Objetivos	9
2 Estudos com CLTs	14
2.1 Efeito de cargas superficiais	17
2.1.1 Técnica experimental (EFM)	18
2.1.2 Preparação dos substratos	19
2.1.3 Resultados experimentais	20
2.1.4 Considerações finais sobre o estudo do efeito de cargas superficiais	29
2.2 Estudo com polímeros fotosensíveis	31
2.2.1 Grades de relevo X fotoalinhamento	34
2.2.2 Resultados experimentais	40

2.2.3	Microtexturas de fotoalinhamento	48
2.2.4	Resultados experimentais	50
2.2.5	Considerações ...nais sobre os estudos com polímeros fotosensíveis	52
2.3	Estudo com OTE	54
2.3.1	Previsões teóricas	54
2.3.2	Processo de deposição	57
2.3.3	Processo de irradiação	58
2.3.4	Resultados experimentais	61
2.3.5	Considerações ...nais sobre os estudos com OTE	69
3	Estudos com CLLs	75
3.1	Caracterização da amostra	77
3.2	Processos dinâmicos de reorientação induzidos por campo magnético externo	80
3.2.1	Estados de equilíbrio	84
3.2.2	Técnica experimental	87
3.2.3	Resultados experimentais	90
3.3	Efeitos das superfícies de contorno e dimensões do sistema	95
3.3.1	Técnica de SHG	96
3.3.2	Técnica de Varredura Z	105
3.3.3	Resultados experimentais	109
3.4	Considerações ...nais sobre o estudo com CLLs	122
4	Conclusões gerais e perspectivas	130

Agradecimentos

Agradeço à Deus por ser um alicerce em minha vida, que me transmite segurança e conforto.

À minha família; com imenso carinho e respeito agradeço pelo apoio e compreensão nessa etapa da minha vida.

À Profa. Dra. Elisabeth Andreoli de Oliveira pela sua orientação e acima de tudo pela amizade construída nestes anos de convívio.

Aos colegas do Grupo de Fluidos Complexos: professores, estudantes, técnicos e funcionários que sempre estiveram dispostos a me ajudar.

Às colaborações com outros grupos de pesquisa: Prof. Dr. Jean-Jacques Bonvent do NPT / Universidade de Mogí das Cruzes - São Paulo; Dr. Valtencir Zucolotto, Dr. Débora T. Balogh e Prof. Dr. Osvaldo N. Oliveira Jr. do Grupo de Polímeros do Instituto de Física da USP - São Carlos; Jeroen Schoenmaker e Prof. Dr. Antônio Domingues dos Santos do Grupo de Materiais Magnéticos do Instituto de Física da USP - São Paulo.

Ao Prof. Dr. Theo Rasing "Research Institute for Materials - University of Nijmegen - Holanda" e ao Prof. Dr. Ludwig Brehmer "Institute of Physics - University of Potsdam - Alemanha" pela aceitação de estágio em seus grupos de pesquisa, resultando em colaborações científicas.

Ao projeto Instituto Multidisciplinar de Materiais Poliméricos (IMMP), Institutos do Milênio / MCT.

E é claro aos muitos amigos que tive a oportunidade de conhecer aqui.

À FAPESP pelo auxílio financeiro.

Resumo

Neste trabalho investigamos os efeitos de superfícies de contorno e de confinamento na ordem orientacional de cristais líquidos, onde utilizamos cristais líquidos termotrópicos e liotrópicos. A importância deste estudo deve-se à aspectos tanto de interesse tecnológico (formas de alinhamento) como de pesquisa básica. Com relação aos cristais líquidos termotrópicos, determinamos que cargas eletrostáticas superficiais induzidas por esfregamento influenciam as propriedades orientacionais do cristal líquido, essas cargas foram medidas com a técnica de microscopia de força eletrostática (EFM). Estudamos novas formas de alinhamento ao tratar a superfície com polímeros fotosensíveis, onde foi possível introduzir uma competição entre dois potenciais superficiais de alinhamento (grades de relevo e fotoalinhamento) e geramos padrões microtexturizados com diferentes direções de alinhamento, o que pode ser aplicado na elaboração de dispositivos biestáveis. Em ambos os casos, uma forma de alinhamento local pode ser obtida com o uso de um microscópio óptico de campo próximo (SNOM). Com o uso de um surfactante (OTE) produzimos um período periódico de alinhamento homeotrópico e planar para tentar observar estados orientacionais esperados teoricamente, além de propor novos tratamentos superficiais. As análises topográficas foram feitas com medidas de microscopia de força atômica (AFM) e as análises de textura do cristal líquido com um microscópio óptico de luz polarizada. O efeito do confinamento de uma amostra de cristal líquido liotrópico foi investigado através do comportamento dinâmico induzido por campos magnéticos externos, dando evidências de uma transição de fase induzida apenas pelo confinamento da amostra. A ocorrência desta transição de fase foi confirmada através de medidas diretas com o uso de técnicas ópticas não-lineares, como a geração de segundo harmônico e Varredura-Z.

Abstract

In this work we investigated the boundary surface and confinement effects on the orientational order of liquid crystals, where we used thermotropic and lyotropic liquid crystals. The importance of these studies refers to technological and fundamental research aspects. Regarding to the thermotropic liquid crystals, we determined that the electrostatic charges induced by rubbing of polymeric surfaces influence the liquid crystal orientational properties, these charges were measured with the electrostatic force microscopy technique (EFM). We studied new liquid crystal aligning forms with photosensitive polymers, where it was possible to impose a competition between two surface aligning potentials (surface relief gratings and photoalignment) and we created microtextured patterns of different alignment directions, which favors the use in bistable devices. In both cases, a local treatment can be achieved with a scanning near-field optical microscope (SNOM). With a surfactant (OTE) we produced periodic patterns of homeotropic and planar states to investigate the possibility of new orientational states induced to the liquid crystal, which are expected theoretically. The topographic analysis were done by atomic force microscopy (AFM) measurements and the liquid crystal texture was investigated with a polarized microscope. The confinement effect on a lyotropic liquid crystal was investigated according to theoretical approaches of the dynamical behavior induced by external magnetic fields, giving evidences of a phase transition induced only due to the sample confinement. This phase transition was confirmed with direct measurements of the transition by using nonlinear optical techniques, as second harmonic generation and Z-scan.

Capítulo 1

Introdução

A motivação para o estudo dos cristais líquidos deve-se ao fato que desde as primeiras observações experimentais, até hoje, eles constituem-se num sistema extremamente interessante devido às possibilidades de aplicações tecnológicas (mostradores digitais, sensores de temperatura, etc..) e devido ao grande interesse na pesquisa básica em físico-química e áreas multidisciplinares.

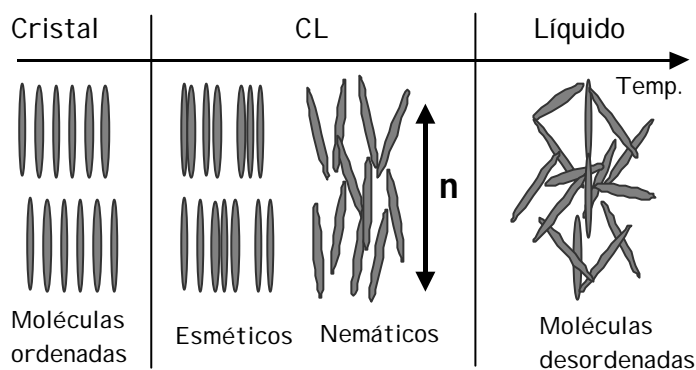
Um dos aspectos mais importantes destes materiais é a possibilidade de alinhamento devido a tratamentos de superfícies, favorecendo aplicações tecnológicas. Vários métodos de tratamento têm sido empregados, no entanto, os mecanismos responsáveis pelo alinhamento ainda não são bem conhecidos. Além disso, a busca contínua de novas formas de tratamento, resultante das possibilidades tecnológicas de suprir necessidades de alinhamento local, maior ângulo de visada de telas feitas com cristal líquido, etc... tem direcionado as pesquisas de diversos grupos no mundo inteiro. Portanto, observa-se que este tópico de pesquisa é bastante atual, sendo o assunto deste trabalho de doutorado. Estes aspectos ...carão mais claros no decorrer do desenvolvimento.

1.1 Cristais Líquidos (CLs)

A descoberta dos CLs é atribuída ao botânico austríaco Friedrich Reinitzer (1888); ele observou que um material conhecido como benzoato de colesterila tinha dois pontos distintos de fusão [1]. Em seus experimentos, Reinitzer primeiramente aumentou a tem-

peratura de uma amostra sólida, e observou que esta amostra transitou para um líquido turvo, e aumentando mais a temperatura o material transitou novamente para um líquido transparente. Na mesma época, Otto Lehmann (1889) observou que substâncias como oleato de amônio e p-azoxi-fenetol fundiam, passando por um estado intermediário no qual o líquido era birrefringente [2]. Coube a Lehmann a designação cristal líquido por pensar que a única diferença entre os cristais líquidos e os cristais sólidos se resumia ao grau de fluidez.

Os CLs, na verdade, são caracterizados por possuírem um grau de ordem molecular intermediário, entre a ordem orientacional e a posicional de longo alcance dos sólidos cristalinos, e a desordem de longo alcance dos líquidos isotrópicos e gases [3]. Veja esquema abaixo:



Portanto, os CLs apresentam anisotropias em suas propriedades ópticas, elétricas e magnéticas, semelhantes às de um sólido cristalino anisotrópico, e propriedades mecânicas semelhantes aos líquidos, o que caracteriza sua fluidez. São classificados em mesofases essencialmente por sua simetria e grau de ordenamento. Dessa forma, as mesofases líquido-cristalinas são caracterizadas pelos graus de liberdade que as moléculas de CL apresentam, através das simetrias de translação e rotação. Nesse sentido, as transições de fase ocorrem pela quebra na ordem posicional e/ou orientacional das moléculas, aumentando ou diminuindo seus graus de liberdade.

Os materiais que apresentam mesofases líquido-cristalinas se dividem em duas grandes

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

