

## A INFLUÊNCIA DA RADIAÇÃO IONIZANTE DO CS-137 E CO-60 NA CONFIGURAÇÃO ORIENTACIONAL DE CRISTAIS LÍQUIDOS LIOTRÓPICOS DEUTERADOS

Enzo Caliali (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Anderson Reginaldo Sampaio (Orientador), e-mail: [arsampaio@uem.br](mailto:arsampaio@uem.br).

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

**Física da matéria condensada, estrutura de líquidos e sólidos; cristalografia.**

**Palavras-chave:** cristal líquido; radiação ionizante; nemático

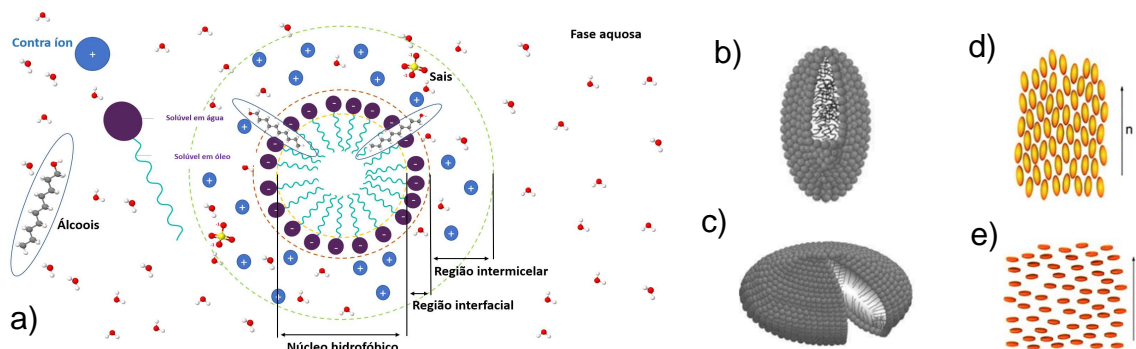
### RESUMO

Neste trabalho a interação da radiação ionizante do tipo gama e beta em cristais líquidos liotrópicos nemáticos foi estudada. O foco deste estudo foram possíveis efeitos de natureza orientacional e estruturais, provocados nos cristais líquidos liotrópicos (CLL) por radiações ionizantes emitidas por fontes de baixa atividade de célio 137 (Cs-137) e cobalto 60 (Co-60).

### INTRODUÇÃO

Os Cristais Líquidos Liotrópicos surgem da mistura de surfactantes em meio a um solvente. Para concentrações próximas a concentração micelar crítica (*CMC*) micelas esféricas (Figura 1.a) são as primeiras estruturas formadas no seio de uma fase aquosa devido ao processo de auto agregação das moléculas do surfactante [1]. Nas micelas três regiões podem ser identificadas: intermicelar (onde estão presentes os contra íons do surfactante), interfacial (formada pela cabeça polar das moléculas dos surfactantes) e núcleo hidrofóbico (constituída pela parte apolar das moléculas do surfactante) [2]. Para concentrações maiores que a *CMC* as mesofases nemáticas liotrópicas são observadas a partir da incorporação de um aditivo, o álcool de cadeia longa decanol (DeOH), em misturas binárias de laurato de potássio (KL) e água deuterada (D<sub>2</sub>O) [3]. Do ponto de vista energético, o DeOH não consegue adentrar completamente no núcleo da micela ficando acomodado na região interfacial com sua hidroxila exposta a região intermicelar. Isto faz com que as micelas adquiram anisometria de forma (Figura 1.b e Figura 1.c) e, conseqüentemente, ordenamento orientacional planar (Figura 1.d) no caso da mesofase nemática calamítica (N<sub>C</sub>) e homeotrópico (Figura 1.e) no caso da mesofase nemática discótica (N<sub>D</sub>) [2]. A estabilidade das mesofases nemáticas liotrópicas depende fortemente do comportamento iônico nas 3 regiões constituintes da micela [4]. Akpinar e colaboradores verificaram experimentalmente que toda substância, ou processo, capaz de modificar o equilíbrio iônico da região intermicelar da micela modifica o domínio das liomesofases nemáticas [1]. Radiações ionizantes emitidas por radioisótopos instáveis podem afetar este equilíbrio iônico, uma vez que possuem

energia suficiente para quebrar moléculas eletricamente neutras presentes na micela. Dentro deste contexto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos da irradiação ionizante oriunda do Cs-137 e Co-60, na mesofase liotrópica nemática  $N_C$ .



**Figura 01:** a) Configuração estrutural de uma micela esférica; b) micela prolata; c) micela oblata; d) mesofase  $N_C$ ; e) mesofase  $N_D$ .

## MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras foram preparadas a partir da mistura de 25,80 % de KL, 6,24% DeOH e 67,96% de  $D_2O$ . Esta concentração em peso foi extraída de uma linha do diagrama de fases proposto por Saupe e colaboradores [3]. Um microscópio Leica modelo DMLP acoplado a um controlador térmico do tipo *hot stage* foi utilizado na caracterização das mesofases e identificação de seus respectivos domínios. As amostras a serem irradiadas e suas respectivas réplicas de controle, foram acondicionadas em tubos capilares de vidro de paredes planas com 200  $\mu m$  de espessura selados em acrílico fotopolimerizável. A irradiação das amostras ocorreu nas instalações do Laboratório de Lasers e Radiações (LLR) do Campus Regional de Goioerê. Para esta finalidade foram utilizadas duas fontes radiativas seladas Cs-137 e Co-60, com atividades de 5,51  $\mu Ci$  e 4,61  $\mu Ci$  em junho de 2023 respectivamente. Neste processo as amostras foram acondicionadas no interior do invólucro de blindagem das fontes, onde permaneceram em contato direto com as fontes radioativas. As duplicatas de controle permaneceram em outro invólucro de blindagem vazio, longe das fontes radiativas. Em todos os casos a temperatura foi mantida constante em 25,0°C. A intervalos de tempos regulares de 3 dias as amostras, irradiada e controle, foram retiradas de seus respectivos invólucros e fotografadas com o auxílio de um microscópio de luz polarizada, por um período total de 20 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Cs-137 emite partículas beta e radiação gama com energias 0,51 MeV e 0,662 MeV respectivamente. Sua constante de taxa de dose é  $\Gamma'_{Cs} = 32,9 Gy.cm^2/Ci.h$ . O Co-60 é emissor de partículas beta e radiação gama

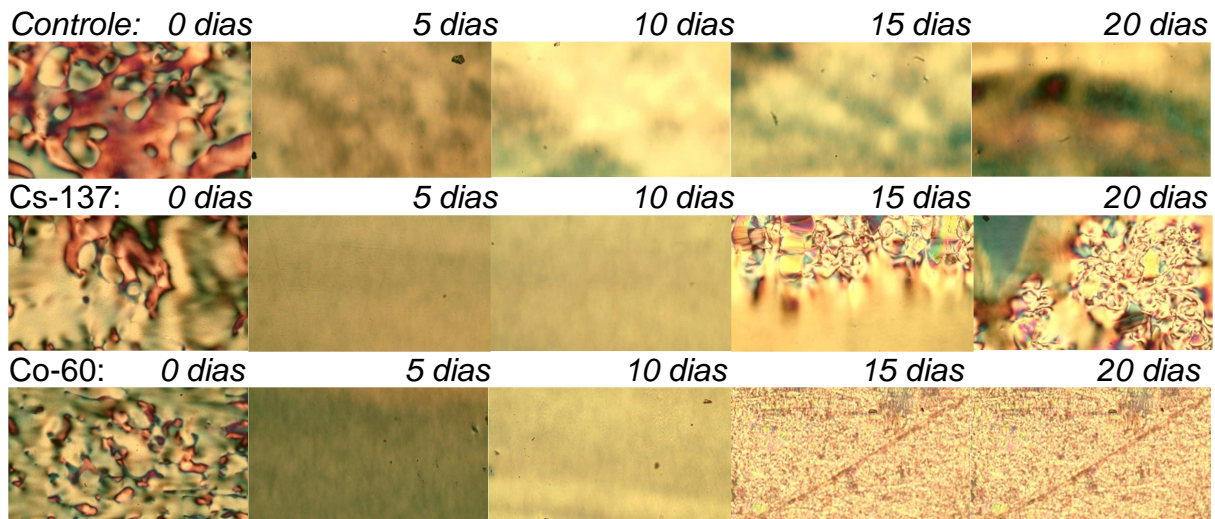
com energias  $1,48 \text{ MeV}$  e  $1,33 \text{ MeV}$  respectivamente. Sua constante de taxa de dose é  $\Gamma'_{Cs} = 124,5 \text{ Gy} \cdot \text{cm}^2 / \text{Ci} \cdot \text{h}$  [5]. Os capilares foram colocados em contato direto com as fontes seladas, logo, para fins de cálculo da taxa de dose absorvida, considerou-se que a amostra líquido cristalina estava distante da fonte selada a uma distância  $r = 0,02 \text{ cm}$  (espessura da parede de vidro do capilar). A partir da equação,  $\dot{D} = \Gamma'A/r^2$ , as taxas de dose absorvida pelas amostras foram estimadas em  $\dot{D}_{Cs-137} \sim 454 \text{ mGy/h}$  e  $\dot{D}_{Co-60} \sim 1447 \text{ mGy/h}$ , quando irradiadas pelo Cs-137 e pelo Co-60 respectivamente. A dose total de energia absorvida ( $D$ ) foi calculada simplesmente multiplicando a taxa de dose pelo tempo de exposição. Na tabela 01 são apresentados os valores das doses absorvidas pelas amostras durante o processo de irradiação.

**Tabela 01**

Tempo	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias
$D_{Cs-137} \text{ (Gy)}$	54,5	108,9	163,4	217,9
$D_{Co-60} \text{ (Gy)}$	173,6	347,3	520,9	694,6

Estimativa da dose absorvida pelas amostras líquido cristalinas.

Na figura 02 são ilustradas as texturas obtidas a partir das amostras irradiadas por Cs-137 e pelo Co-60, bem como pela amostra de controle.



**Figura 02:** Texturas exibidas pelas amostras controle e irradiadas por Cs-137 e Co-60 como função do tempo.

As texturas exibidas pelas amostras, controle e irradiadas, exibiram o comportamento típico de um nemático calamítico. A textura schlieren característica, marcada pela existência de pontos e linhas nas quais a orientação do diretor é descontínua, desaparece ao longo do tempo devido a orientação planar das micelas, influenciada por efeito de parede. Nenhum sinal de modificação da configuração

orientacional do diretor nemático, decorrente do processo de irradiação, foi observado nos primeiros 10 dias de irradiação. Após de 15 dias de exposição a amostra irradiadas pelas partículas beta e fótons gama emitidos pelo Cs-137 exibiu sinais de degradação. A dose total absorvida, até então, foi  $D_{Cs-137} = 163,4 Gy$ . Neste mesmo período a amostra irradiada pelas partículas beta e fótons gama, com muito mais energia, oriundos do Co-60 já apresentava sinais de completa degradação após o recebimento de uma dose  $D_{Co-60} = 520,9 Gy$  (Figura 02).

## CONCLUSÕES

O processo de irradiação das amostras liotrópicas por fontes de baixa atividade não modificou a configuração orientacional do meio nemático, favorecendo, porém o processo de degradação das amostras após 15 dias de irradiação. O processo de degradação foi mais intenso na amostra irradiada pelo Co-60.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e tecnológico (CNPQ), pelo apoio financeiro ao projeto.

## REFERÊNCIAS

- [1] AKPINAR, Erol; GIESSELMANN, Frank; ACIMIS, Mahmut. Contributions of intermicellar distance, micelle volume and screw angle to the temperature dependence of helical pitch in the intrinsic lyotropic cholesteric phases. **Journal of Molecular Liquids**, 2014. v. 191, p. 20-28.
- [2] NETO, Antônio M. Figueiredo; SALINAS, Silvio RA. **The physics of lyotropic liquid crystals: phase transitions and structural properties**. OUP Oxford, 2005.
- [3] YU, L. J.; SAUPE, Alfred. Observation of a biaxial nematic phase in potassium laurate-1-decanol-water mixtures. **Physical Review Letters**, 1980. v. 45, n. 12, p. 1000.
- [4] AKPINAR, Erol; FIGUEIREDO NETO, Antonio Martins. Experimental conditions for the stabilization of the lyotropic biaxial nematic mesophase. **Crystals**, 2019. v. 9, n. 3, p. 158.
- [5] TAUHATA, Luiz et al. Radiation protection and dosimetry: basis; Radioprotecao e dosimetria: fundamentos. 2013.