

# PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FILMES FINOS PARA SENSORES OPTO-MAGNÉTICOS

**Aluno: Beatriz Sauer de Paiva Rio**  
**Orientador: Marco Cremona**

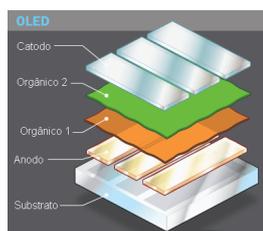
## Introdução

Nos últimos anos, o estudo das propriedades elétricas e ópticas em materiais orgânicos têm se intensificado consideravelmente, como consequência, diversos tipos de dispositivos orgânicos podem ser fabricados atualmente. Alguns dos exemplos destes dispositivos são os transistores orgânicos, os dispositivos de válvula de spin e os diodos orgânicos emissores de luz – OLEDs [1] (*Organic Light Emitting Diodes*).

Estes dispositivos são formados basicamente por duas ou mais camadas de materiais orgânicos crescidas entre dois eletrodos (figura 1a) e podem ser desenvolvidos sobre uma vasta gama de substratos, desde vidro a plásticos flexíveis. Outra inovação tecnológica obtida é a fabricação de OLEDs transparentes, que permite a emissão de luz para ambas as faces da tela (figura 1b). Do ponto de vista econômico, os OLEDs apresentam grandes vantagens comerciais porque o custo de fabricação é baixo quando comparado com a tecnologia de telas e displays atual.

O Laboratório de Optoeletrônica Molecular (LOEM) da PUC-Rio vem desenvolvendo uma série de pesquisas a respeito da optoeletrônica molecular. Podemos destacar os estudos realizados na produção e caracterização de OLEDs, produção e caracterização de OLEDs invertidos e transparentes, além da produção e caracterização de filmes finos utilizando novos materiais para a produção de OLEDs com propriedades óptico-magnéticas.

Recentemente foi descoberto em semicondutores orgânicos (SO), utilizando pequenas moléculas e polímeros, um fenômeno conhecido como magnetoresistência (MR) [2]. Esta descoberta levantou uma discussão científica sobre a origem deste fenômeno, visto que os SO são materiais não magnéticos. Desde então diversos modelos foram propostos e a discussão permanece [3].



**Fig. 1a:** Estrutura típica de um OLED.



**Fig. 1b:** Exemplo de Tela em OLED Transparente (Samsung)

## Objetivos

- Produzir e caracterizar filmes finos para produção de sensores ópticos sensíveis a campos magnéticos, utilizando OLEDs.

## Metodologia

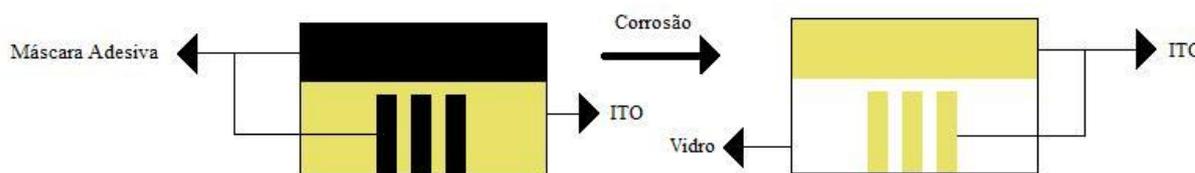
Para realizar a investigação da MR em semicondutores orgânicos foram produzidos dispositivos com a seguinte arquitetura: Anodo / Camada orgânica / Catodo. Onde utilizamos como Anodo- ITO (Óxido de Índio dopado com Estanho) e como Catodo – Alumínio. A camada orgânica é geralmente composta por dois tipos de filmes finos: um transportador de buracos e um emissor de luz.

Para dar início a produção dos dispositivos são necessárias duas etapas: (i) preparação dos substratos; (ii) crescimento dos filmes finos.

A preparação dos substratos é realizada através do seguinte procedimento:

1) Em um substrato de vidro com um filme de ITO depositado em uma de suas faces é colocado uma máscara adesiva para formar o padrão de desenho desejado.

2) Depois de colada a máscara adesiva, passamos sobre o substrato uma solução de água destilada e zinco em pó. Esperamos a solução aplicada sobre os substratos secar e, logo em seguida, mergulhamos os substratos em uma solução 7:3 de água destilada em ácido clorídrico para que todo o ITO da região sem máscara seja removido. Esse procedimento é chamado de litografia (figura 2)



*Fig. 2: Processo de litografia utilizando corrosão ácida.*

3) Após a corrosão, os substratos são transferidos para um Becker com água destilada, em seguida a máscara adesiva é retirada e a limpeza dos resíduos da é feita com acetona PA.

4) Em seguida os substratos são transferidos para um Becker com acetona PA e levados ao ultra-som por 15 minutos, e finalmente são colocados em um Becker com álcool iso-propílico e levados ao ultra-som por mais 15 minutos.

O crescimento dos filmes finos é realizado através do seguinte procedimento:

### *-Evaporação térmica resistiva*

Esta técnica consiste em aquecer por efeito Joule, em alto vácuo, o material a ser depositado através da passagem de corrente no recipiente (cadinho) que o contém. Com esse aquecimento, o material evapora ou sublima chegando até o porta-substrato de maneira controlada. A espessura de material orgânico depositado sobre o substrato é controlada por um sensor de deposição, composto por um cristal de quartzo localizado no interior da câmara (figura 3), o monitoramento leva em consideração certos parâmetros que cada composto orgânico possui e os mesmos são inseridos em um controlador externo

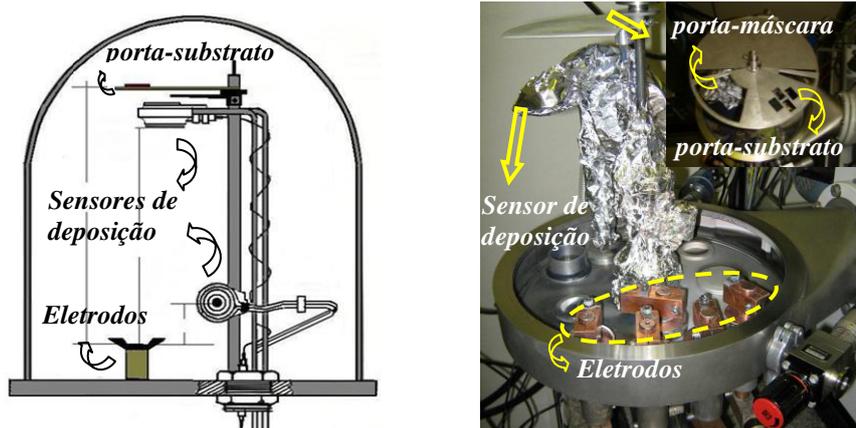


Fig. 3: Câmara de deposição de filmes finos por evaporação

Com o objetivo de obter o domínio da técnica de deposição, foi elaborado um estudo sobre o comportamento dos dispositivos OLEDs como função das espessuras das diferentes camadas que os compõem. Foram produzidos quatro tipos de dispositivos com a seguinte arquitetura: ITO(150nm)/NPB( $X$ nm)/Alq<sub>3</sub>( $Y$ nm)/LiF(1nm)/Al(120nm). Nestes dispositivos, o par de espessuras ( $X,Y$ ), em nm, das camadas orgânicas dos materiais NPB (N,N'-difenil-N,N'- bis(1-napftil)-1,1'-bifenil-4,4'-diamina) e Alq<sub>3</sub> (tris(8-hidroxiquinolato) de alumínio) foram variadas de acordo com a tabela 1.

Dispositivo	NPB	Alq <sub>3</sub>	LiF	Al
1	35nm	65nm	1nm	120nm
2	45nm	55nm	1nm	120nm
3	55nm	45nm	1nm	120nm
4	65nm	45nm	1nm	120nm

Tabela 1

De posse dos dispositivos produzidos o estudo avança para uma nova etapa. Tal etapa consiste em caracterizar os dispositivos que foram produzidos. Primeiramente são feitos os espectros de luz utilizando o fluorímetro. Aos dispositivos é aplicada uma diferença de potencial que faça com que o dispositivo ligue e o espectro de luz é então captado. Na figura 4 podemos ver que os dispositivos têm picos perto de 525nm, logo emitem na cor verde.

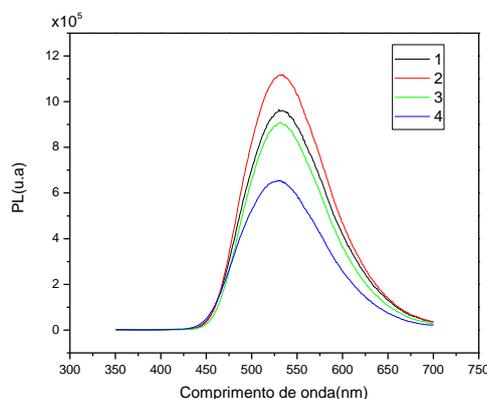
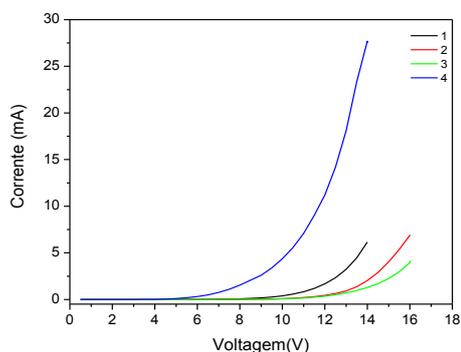
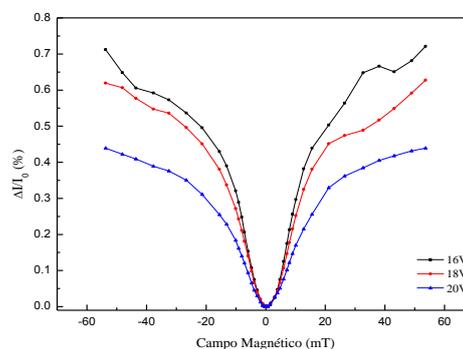


Fig. 4: Gráfico da luminescência dos dispositivos com tensão aplicada de 14V.

Posteriormente é analisado o comportamento elétrico de cada dispositivo, para tal, são feitas as curvas  $I \times V$ , como apresentado na Figura 5a.



**Fig. 5a:** Corrente do dispositivo em função da tensão



**Fig. 5b:** Medição do efeito de MR em um dispositivo com par NPB/Alq<sub>3</sub> igual a [(45,50)nm]

A figura 5a mostra que a tensão de funcionamento dos dispositivos 2 e 3 é de cerca de 12V, enquanto que para o dispositivo 1 é de cerca de 9V. Já para o dispositivo 4, a tensão de funcionamento é de cerca de 6V, o que mostra que este dispositivo é o mais eficiente dos quatro. A figura 5b mostra a variação percentual da corrente em função do campo magnético para um dispositivo com par NPB/Alq<sub>3</sub> [(45,50) nm].

Para o conjunto de dados obtidos, não é possível estabelecer uma relação entre a eficiência do dispositivo OLED e a intensidade do efeito de MR, todavia novos estudos estão em andamento com o objetivo de compreender melhor a magnetoresistência nos SO.

## Conclusões

Esse período inicial foi fundamental para adquirir a experiência necessária para dar continuidade aos trabalhos da iniciação científica. A partir dos resultados obtidos, a pesquisa encontra-se no estágio de desenvolvimento de novos dispositivos a fim de aprimorar o conhecimento do efeito de MR para estabelecer uma dependência entre eficiência do OLED e o efeito de MR nos SO.

O período passado no Laboratório de Optoeletrônica Molecular (LOEM), sob a coordenação do professor Marco Cremona foi essencial para aprender sobre o funcionamento e as necessidades de um laboratório, além do fato de ter tido a possibilidade de aprender sobre o funcionamento de cada equipamento existente no LOEM. Todas as situações as quais estou sujeita me permitem chegar ao fim da graduação com uma experiência excepcional, que não é adquirida em nenhum período da graduação em si.

Além disso, os benefícios trazidos pela bolsa de iniciação científica são muitos, não só propiciam que o estudante entre em contato e possa participar efetivamente dos estudos realizados pelos alunos de mestrado e doutorado, como também nos envolve em todas as atividades do laboratório, desde as compras de equipamentos e compras periódicas de materiais até a manutenção dos equipamentos laboratoriais.

## Referências

- [1] - C.W. Tang, et al., Appl. Phys. Lett. 51 (1987) 913.
- [2] - T L Francis et al., New. Jour. Phys. 6,185, 2004.
- [3] - A.J. Epstein et al., Synt. Met. 160 (2010) 291–296.