

# 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia de filmes finos vem cumprindo um papel crucial no desenvolvimento da indústria em nível mundial. A fabricação de dispositivos eletrônicos baseados nestas estruturas permitiu o avanço tecnológico em campos tão diversos como as telecomunicações, a opto-eletrônica, a geração de energia, etc. Igualmente, os equipamentos cada vez mais sofisticados, permitiram o surgimento de novas técnicas de deposição e de caracterização de filmes finos, adquirindo grande interesse, aqueles filmes finos fabricados com materiais orgânicos semicondutores, os quais estão sendo aplicados à fabricação de dispositivos emissores de luz (OLEDs), células solares, e displays de alta resolução, entre outros. Estas estruturas apresentam uma série de vantagens em comparação com os dispositivos construídos com semicondutores inorgânicos, mas é necessário resolver algumas dificuldades relacionadas, por exemplo, com a produção de novas cores e com a otimização de processos elétricos que ainda não são bem controlados <sup>[1]</sup>.

Para solucionar estes problemas, grupos de pesquisa de diversos países ao redor do mundo, incluindo Brasil, têm realizado trabalhos encaminhados, por exemplo, ao desenvolvimento de novos materiais que emitam em cores de alta pureza, ou a modificação das propriedades ópticas e elétricas de materiais já existentes, mediante a utilização de diferentes técnicas de deposição de filmes finos <sup>[1-4]</sup>.

Um dos métodos mais utilizados para modificar as propriedades físicas de certos materiais, é o processo de dopagem que, de forma geral, pode se definir como a adição deliberada de “impurezas” a um semicondutor. Em semicondutores orgânicos, a dopagem pode ser realizada em fase de síntese das próprias moléculas, através da dissolução delas em um solvente (via úmida) <sup>[5]</sup>, ou mediante uma segunda fase durante o crescimento do filme, o que muda consideravelmente as suas propriedades ópticas e elétricas. A dopagem de moléculas orgânicas pode ser realizada utilizando distintas técnicas de deposição, por exemplo, o método de “spin-coating” e de co-deposição térmica resistiva, mas, apesar da dopagem ser satisfatória, é possível que algumas

propriedades físicas dos filmes finos mudem, embora essa mudança possa não afetar o resultado esperado do dispositivo.

Este aspecto é a principal motivação para a realização deste trabalho, onde é realizada uma comparação entre as diversas técnicas de deposição usadas na modificação (dopagem) de filmes finos de materiais orgânicos. Estas são: “spin-coating”, co-deposição térmica e deposição térmica resistiva de moléculas misturadas na fase sólida. Esta última é uma técnica de deposição que foi implementada em nosso laboratório, e que está sendo otimizada para tentar produzir filmes finos com uma menor incerteza na percentagem de dopagem.

Estas técnicas de deposição além de definir a morfologia do filme, também possuem efeito direto nas propriedades físicas do sistema, como por exemplo, na transferência de energia intramolecular. Porém, se é possível observar mudanças nas propriedades físicas de um sistema quando são utilizadas diferentes técnicas de deposição, podem ser estabelecidos parâmetros que permitam decidir quais técnicas são mais apropriadas para se usar em situações específicas. Por exemplo, estudando como é o comportamento dos filmes finos dopados, construídos com a mesma espessura e percentagem de dopagem, e fabricados através de técnicas como o “spin-coating” ou evaporação térmica resistiva, é possível comparar as diferentes técnicas de deposição, e decidir qual delas é mais apropriada para a fabricação de dispositivos orgânicos. Para realizar estas comparações, serão estudados dois sistemas moleculares orgânicos dopados, os quais serão caracterizados óptica e eletricamente. Tais sistemas são:

**SISTEMA MOLECULAR 1:** Formado pelas moléculas orgânicas  $\text{Alq}_3$  e DCM2 (ver seção 3.1.1 e 3.1.2).

**SISTEMA MOLECULAR 2:** Formado pelos complexos de terras-raras  $[\text{Eu}(\text{tta})_3(\text{dppmo})]$  e  $[\text{Sm}(\text{tta})_3(\text{dppmo})]$  (ver seção 3.1.3).

O primeiro sistema é baseado em compostos orgânicos comerciais, enquanto que o segundo utiliza moléculas inéditas que foram sintetizadas por laboratórios de pesquisa no Brasil.

O desenvolvimento deste trabalho será realizado em 5 capítulos. No capítulo 1 são apresentados os principais conceitos teóricos que serão aplicados para a análise dos resultados. É apresentada uma introdução à luminescência dando ênfase na fotoluminescência e a eletroluminescência de moléculas

orgânicas e complexos de terras-raras. Presta-se grande atenção aos processos de transferência de energia, assim como a outros processos que acontecem nos filmes finos orgânicos dopados, como o efeito solvatocrômico.

No capítulo 2, apresentam-se os materiais utilizados na fabricação dos diferentes sistemas moleculares, as técnicas de deposição usadas na fabricação de filmes finos, assim como os métodos de caracterização dos diversos dispositivos fabricados.

No capítulo 3 são expostos os resultados desta dissertação que estão relacionados com o **sistema molecular 1**. Mostra-se uma aplicação deste sistema no sensoriamento de radiação UV, após estudar o efeito da fotodegradação no sistema, na transferência de energia.

No capítulo 4 se apresentam os resultados obtidos com o **sistema molecular 2**. A análise indica que pode existir uma possível transferência de energia intermolecular quando são realizados filmes finos dopados com complexos de terras raras.

Finalmente, no capítulo 5 se apresentam as conclusões e perspectivas futuras de trabalho.

Desta forma, os objetivos da dissertação são:

### **Objetivo do trabalho**

Estudo do processo físico de transferência de energia em um sistema molecular dopado com o fim de realizar a comparação, através de caracterizações ópticas e elétricas, das técnicas de deposição utilizadas na fabricação de filmes finos de compostos orgânicos e de compostos de coordenação.

### **Objetivos específicos**

- Fabricação e caracterização de filmes finos de moléculas orgânicas e complexos tris beta-dicetonatos de európio e samário, mediante diversas técnicas de deposição.
- Utilização dos diferentes métodos de deposição para fabricar filmes finos dopados.
- Utilização de parâmetros experimentais na análise do processo de transferência de energia em filmes orgânicos dopados crescidos por técnicas diferentes.

- Fabricação de dispositivos eletroluminescentes baseados nos sistemas moleculares (1) e (2). Aplicações dos filmes finos orgânicos dopados no sensoriamento de radiação UV.