

6. Conclusões

Esta dissertação de mestrado teve como principal objetivo o desenvolvimento e caracterização de dispositivos orgânicos electroluminescentes (OLEDs) baseados em novos complexos tetrakis (8-hidroxiquinolina) de terras raras. O desenvolvimento deste trabalho tem grande valor dentro do cenário nacional de pesquisa em eletrônica orgânica por estar desenvolvendo novos materiais e OLEDs baseados nestes materiais com boas propriedades luminescentes, térmicas e elétricas, os quais apresentaram resultados que os tornam competitivos quando comparados com os materiais comerciais como o Alq₃.

Inicialmente, apresenta-se um estudo preliminar dos complexos $M[TR(q)_4]$ onde $TR = La^{3+}$, Y^{3+} e Lu^{3+} e contra cátions $M^+ = Li^+$, Na^+ e K^+ ; de forma a selecionar os complexos com melhores propriedades fotoluminescentes para o desenvolvimento de um estudo mais detalhado. Todos os compostos foram caracterizados à temperatura ambiente através da técnica de espectroscopia de fotoluminescência na forma de pós e filmes finos. Para os complexos de $Li[TR(q)_4]$ e $Na[TR(q)_4]$ verificou-se o deslocamento para a região do vermelho nos espectros dos filmes em relação aos espectros dos pós, que se deve as prováveis interações dipolo-dipolo decorrentes dos rearranjos moleculares durante o processo de formação de filmes por evaporação térmica. No caso do $K[TR(q)_4]$ o deslocamento observado ocorreu para a região do azul nos espectros dos filmes em relação aos espectros dos pós.

Os resultados obtidos para os complexos com o elemento Li como contra cátion na forma de filmes de mesma espessura apresentaram emissão de maior intensidade; o que também pode ser verificado de forma visual. Além disso, estes complexos apresentaram maior estabilidade térmica no momento da deposição, o que foi verificado através da taxa de deposição estável. Assim, estes complexos foram os selecionados para o desenvolvimento de um estudo mais detalhado.

Os complexos com contra cátions de Lítio selecionados para o desenvolvimento do estudo mais detalhado: $Li[La(q)_4]$, $Li[Y(q)_4]$ e $Li[Lu(q)_4]$ foram caracterizados à temperatura ambiente por diversas técnicas: i) análise elementar, ii) análise termogravimétrica, iii) voltametria cíclica iv) espectroscopia de absorção UV-Vis, v) espectroscopia de fotoluminescência (FL), vi) espectroscopia no infravermelho

por transformada de Fourier, vii) espectroscopia de fotoluminescência resolvida no tempo.

Os resultados obtidos através da Análise Elementar comprovam a fórmula $\text{Li}[\text{TR}(\text{q})_4]$, e também indicam a presença de H_2O absorvida da atmosfera. Este resultado é corroborado pelos espectros IV que apresentam o modo vibracional característico da água na região entre 3500 e 3300 cm^{-1} . Além disso, os espectros IV indicam que o ligante 8-hidroxiquinolina encontra-se coordenado ao íon terra rara central através dos átomos de N e O.

As curvas TG/DTG obtidas da análise termogravimétrica também indicam que os complexos: $\text{Li}[\text{La}(\text{q})_4]$, $\text{Li}[\text{Y}(\text{q})_4]$ e $\text{Li}[\text{Lu}(\text{q})_4]$ apresentam moléculas de H_2O absorvidas da atmosfera; corroborando os resultados obtidos da análise elementar e espectros de IV. Os termogramas indicam que o processo de decomposição inicia em aproximadamente 325°C .

As curvas de voltametria cíclica e os dados obtidos da espectroscopia de absorção na região do UV-Vis fornecem os valores dos níveis HOMO e LUMO, além do valor do *gap* entre os níveis HOMO e LUMO dos complexos. O conhecimento destes valores de energia é fundamental para a fabricação dos OLEDs eficientes.

Os espectros de fotoluminescência (FL) dos complexos: $\text{Li}[\text{La}(\text{q})_4]$, $\text{Li}[\text{Y}(\text{q})_4]$ e $\text{Li}[\text{Lu}(\text{q})_4]$, apresentam intensa emissão do ligante 8-hidroxiquinolina (referente a transição $\pi \rightarrow \pi^*$), também verifica-se a ausência das bandas relativas à emissão dos íons de Terras Raras (La^{3+} , Y^{3+} e Lu^{3+}), o que indica a ausência da transferência de energia do ligante para o íon de terra-rara (efeito antena).

Os OLEDs bicamadas fabricados para avaliar as propriedades de emissão e de transporte a partir do complexo $\text{Li}[\text{Lu}(\text{q})_4]$ apresentam valores de mobilidade similares ao dispositivo baseado no complexo de $\text{Alq}_3 \sim 10^{-10} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ e também apresenta as menores tensões de trabalho em relação aos dispositivos obtidos a partir dos outros complexos. Os dispositivos baseados no complexo de $\text{Li}[\text{Y}(\text{q})_4]$ apresentam valores de luminância 3 vezes menores em relação aos dispositivos baseados em Alq_3 e maiores valores de potencia luminosa quando comparados aos outros complexos deste estudo; estes dispositivos também apresentam maior pureza de cor (Diagrama CIE) em relação aos dispositivos obtidos a partir dos outros complexos. O complexo $\text{Li}[\text{La}(\text{q})_4]$ apresenta a menor eficiência em

relação aos demais complexos estudados na conversão de energia elétrica em potência luminosa.

As cores emitidas por cada um dos OLEDs se encontram na região verde e amarelo do diagrama de cores CIE (*Commission Internationale de l'Éclairage*). Os espectros de emissão dos OLEDs apresentam a emissão do ligante 8-hidroxiquinolina e também se pode verificar um novo deslocamento para a região do vermelho em relação ao verificado nos espectros dos filmes, que provavelmente ocorre em função da influência do raio iônico do íon terra rara, onde o maior o raio iônico implica no maior deslocamento para a região do vermelho.

Finalmente, os complexos: $\text{Li}[\text{La}(\text{q})_4]$, $\text{Li}[\text{Y}(\text{q})_4]$ e $\text{Li}[\text{Lu}(\text{q})_4]$ foram utilizados como camada transportadora de elétrons para fabricar OLED baseados no complexo $[\text{Eu}(\text{dbm})_3\text{phen}]$ como camada emissora, mostrando as linhas de emissão características do Eu^{3+} . A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que os complexos estudados apresentam maior barreira de potencial em relação ao eletrodo de Al, quando comparado ao Alq_3 , o que é verificado através das altas tensões de operação destes dispositivos. Por outro lado, apresentam maior facilidade de injeção de buracos de forma comparativa ao Alq_3 . Estas características são explicadas em função dos valores de HOMO e LUMO dos complexos, os quais são menores dos que os valores do Alq_3 .

Perspectivas

- I) Fabricar dispositivos emissores de luz com diferentes camadas orgânicas, visando aumentar a eficiência dos OLEDs.
- II) Investigar o uso de diferentes catodos nos dispositivos emissores de luz, visando aumentar a injeção de elétrons nas camadas orgânicas.
- III) Estudos das propriedades ópticas e elétricas dos complexos $\text{K}[\text{TR}(\text{q})_4]$ e $\text{Na}[\text{TR}(\text{q})_4]$, onde $\text{TR} = \text{La}^{3+}$, Y^{3+} e Lu^{3+} .
- IV) Medir a mobilidade dos portadores de carga nos materiais através do experimento de tempo de voo e CELIV objetivando comparar com os resultados obtidos a partir das curvas $I \times V$.

No decorrer do mestrado, apresentamos este trabalho.

I INEO de 18 a 20 de abril 2011. Photoluminescence and electroluminescence properties of new rare-earth tetrakis quinolate complexes for organic light emitting devices. Atibainha.

II Encontro de física 2011. 5 a 10 de junho 2011. New rare-earth tetrakis quinolate complexes for organic light-emitting devices. Foz de Iguaçu

III ICMCTF April 23, 2012 International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films, New rare-earth quinolate complexes for organic light emitting devices, San Diego

Trabalho submetido à Publicação

H. Camargo, T.B. Paolini, E. Niyama, H.F. Brito and M. Cremona, New rare-earth quinolate complexes for organic light-emitting devices, ***Thin Solid Films*** (2012).