

## 5

### Considerações Finais

No trabalho desenvolvido foi possível produzir substratos flexíveis com propriedades elétricas ótimas, indicando-os promissores ao uso como eletrodo transparente em dispositivos orgânicos flexíveis.

Filmes finos de ITO (300 nm) foram depositados via pulverização catódica assistida por radiofrequência sobre diferentes substratos e analisados segundo suas propriedades elétricas, ópticas, morfológicas e estruturais. Os parâmetros de deposição (pressão de trabalho na câmara e potência de radiofrequência) foram variados de forma a obter as melhores características no filme depositado. Os substratos utilizados foram: poli(éter imida) (PEI), um termoplástico comercial de alto desempenho; celulose bacteriana (CB), um polímero natural e biocompatível comumente utilizado como pele artificial; e lâminas de vidro, utilizadas para referência.

Filmes de PEI foram produzidos a partir de pastilhas do polímero, gentilmente cedidas pela empresa SABIC (Saudi Basic Industries Corporation). As pastilhas foram dissolvidas no solvente n-metil pirrolidona (NMP) e espalhadas em placa de Petri para precipitação do filme pelo método de inversão de fase, pela evaporação do solvente. Os filmes foram então caracterizados termicamente e constatou-se sua estabilidade térmica. A temperatura de transição vítrea encontrada foi de 482 K (209°C); contudo, encontra-se na literatura que a Tg da pastilha de PEI é de 489 K (216°C). Esta diferença pode ser atribuída à presença de solvente no filme formado. De fato, a partir de análises de TGA, observou-se a presença de aproximadamente 8% de solvente no filme, mesmo após tratamento térmico em vácuo a 573 K (300°C) por 1 hora com rampa de aquecimento de 1 K/min. Imagens de AFM da superfície do filme mostraram filmes de baixa rugosidade ( $R_{RMS} = 0,5$  nm) e imagens de MEV da seção transversal mostraram a formação de filmes densos, sem presença de poros ou macro vazios, como necessário para aplicações em dispositivos orgânicos.

Os substratos de CB foram concedidos pela Fibrocel – Produtos Biotecnológicos Ltda e foram utilizados como recebidos. Já os substratos de vidro passaram por um processo de limpeza prévio e foram utilizados na seqüência.

Pôde-se observar que as propriedades elétricas do filmes finos de ITO

depositados em todos os substratos mostraram-se iguais ou superiores àqueles encontrados na literatura para diversos tipos de substratos, com ou sem tratamento térmico. Os valores das resistividades encontradas pela otimização da deposição, a temperatura ambiente, foram  $3,27 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  para a PEI,  $3,70 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  para a CB e  $3,66 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  para o vidro. Essa diferença nos valores pode ser atribuída à diferença na rugosidade superficial dos materiais utilizados: 0,5 nm para a PEI; 19,4 nm para a CB; e 1,3 nm para o vidro. Esses valores foram calculados a partir de imagens de AFM de mesmo tamanho,  $1 \mu\text{m} \times 1 \mu\text{m}$ . Após o tratamento térmico, os valores das resistividades dos filmes depositados sobre PEI e vidro baixaram:  $2,88 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  para a PEI tratada a 573 K (300°C) e  $3,04 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  para o vidro tratado a 523 K (250°C). Espectros de difração de raios-X mostraram picos de Bragg bem definidos referentes à estrutura cristalina do ITO nos filmes depositados sobre vidro e tratados a 573 K (300°C). Já nos filmes depositados sobre PEI, não foi possível observar picos de Bragg devido, principalmente, ao óxido de zinco (ZnO) presente na fita adesiva, utilizada para fixar a amostra no aparelho, que se sobressaiu.

Durante o desenvolvimento desta dissertação alguns assuntos foram deixados para trabalhos futuros:

- Estudo sistemático da produção de filmes de PEI, variando espessura e métodos de obtenção, de forma a se produzir filmes com qualidades ótimas para aplicação em dispositivos orgânicos;
- Fabricação, caracterização e aperfeiçoamento de OLED sobre os substratos de PEI e de CB;
- Realização de medidas de permeação de gases (oxigênio e vapor de água) em substratos flexíveis com e sem a aplicação de filmes finos (que funcionem como barreira).

Todos os itens acima já foram estudados em trabalhos preliminares. OLED já foram produzidos sobre os substratos citados sendo que o fabricado sobre CB já foi publicado, e o fabricado sobre PEI está ilustrado na figura abaixo. Medidas de permeação de gases também foram realizadas (de maneira preliminar), mas um trabalho mais elaborado ainda precisa ser realizado.

No decorrer do mestrado, alguns artigos foram publicados.

- Legnani, C; Vilani, C; Calil, V; Barud, H; Quirino, W; Achete, C; Ribeiro, S; Cremona, M. Bacterial cellulose membrane as flexible substrate for organic light emitting devices. *Thin Solid Films*, v.517, n.3, p.1016–1020, 2008.

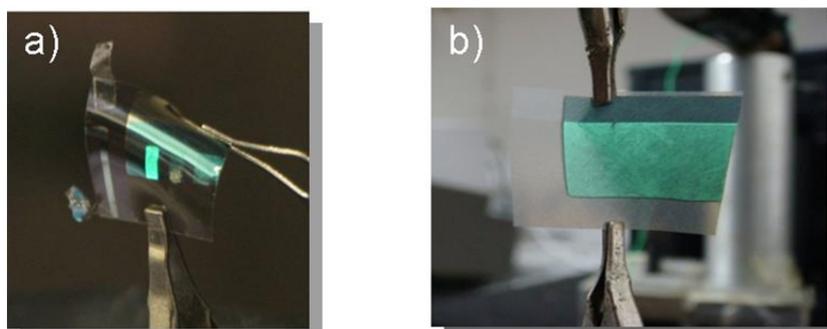


Figura 5.1: OLED preliminar fabricado sobre substrato de a) PEI e b) CB. Camadas orgânicas utilizadas: Alq<sub>3</sub>/NPB/CuPC.

- Calil, V.L.; Legnani, C.; Moreira, G.F.; Vilani, C.; Teixeira, K.C.; Quirino, W.G.; Machado, R.; Achete, C.A.; Cremona, M. Transparent thermally stable poly(etherimide) film as flexible substrate for OLEDs. *Thin Solid Films*, v.518, n.5, p.1419–1423, 2009.
- Quirino, W.G.; Teixeira, K.C.; Legnani, C.; Calil, V.L.; Messer, B.; Neto, O.P. Vilela; Pacheco, M.A.C.; Cremona, M.. Improved multilayer OLED architecture using evolutionary genetic algorithm. *Thin Solid Films*, v.518, n.5, p.1382–1385, 2009.
- Rosselli, F.P.; Quirino, W.G.; Legnani, C.; Calil, V.L.; Teixeira, K.C.; Leitão, A.A.; Capaz, R.B.; Cremona, M.; Achete, C.A.. Experimental and theoretical investigation of tris-(8-hydroxy-quinolate) aluminum (Alq<sub>3</sub>) photo degradation. *Organic Electronics*, v. 10, n.8, p. 1417–1423, 2009.

Os dois primeiros trabalhos listados possuem ligação com o tema da dissertação enquanto os outros dois foram desenvolvidos durante o período de estágio no LADOR/Dimat/Dimci/Inmetro.