



Universidade de São Paulo
Escola Politécnica
Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos

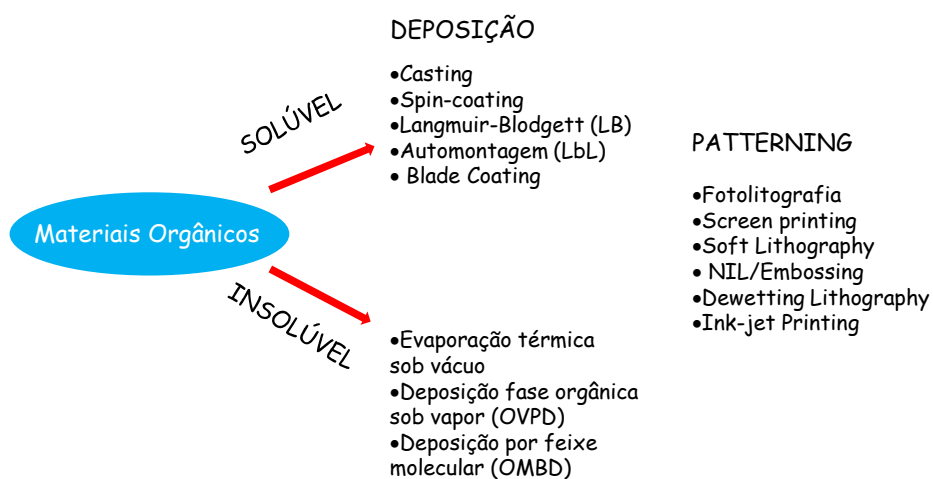
PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

Aula 2 - Métodos de Deposição de Filmes Poliméricos

Leonardo G. Paterno
Fernando J. Fonseca

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

MÉTODOS DE PREPARAÇÃO



PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

2

PROCESSAMENTO DE MATERIAIS SOLÚVEIS

- Casting
- Spin-coating
- Langmuir-Blodgett (LB)
- Automontagem (LbL)
- Inkjet
- Coating
- Nanoimprint
- Spray
- Roll to roll

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

3

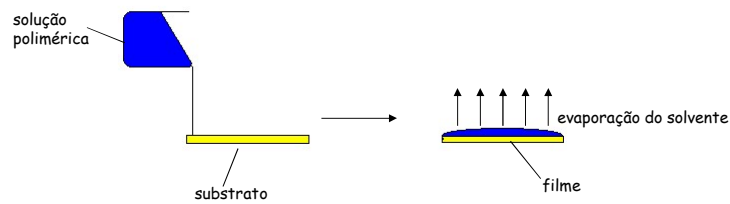
Infraestrutura

**Glove Box com atmosfera controlada
com spinner e evaporadora**



CASTING

- Obtenção de filmes por derramamento da solução polimérica sobre um substrato sólido e posterior evaporação do solvente
- filmes espessos (alguns μm)
- Espessura do filme \propto concentração da solução



- Vantagens: simples, desperdício pequeno; Desvantagens: uniformidade pequena, limitação a pequenas áreas, rendimento baixo

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

4

SPIN-COATING

- um tipo de casting onde a evaporação do solvente é acelerada pela rotação do substrato em altas velocidades (2000-5000 rpm)
- filmes finos ($< 100 \text{ nm}$)
- Boa uniformidade/reprodutibilidade

Desvantagens:

- Desperdício de material
- Limite de área de aplicação (áreas muito grandes)
- Taxa alta de evaporação do solvente (pouco tempo para ordenamento molecular)

Recozimento (*thermal annealing*) melhora a morfologia

substrato

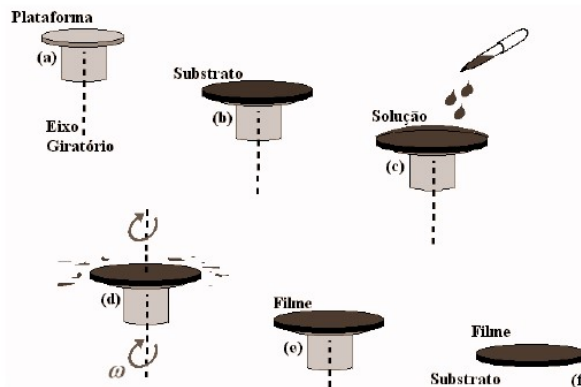


controlador de velocidade

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

5

SPIN-COATING

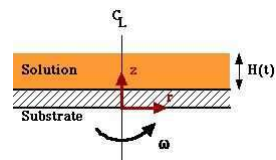
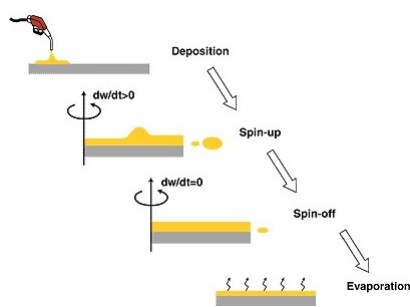


PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

6

SPIN-COATING

Estágios da deposição



$$H(t) \approx \frac{1}{\omega} \left(\frac{4\rho}{3\mu} t \right)^{-1/2}$$

μ = viscosidade
 ρ = densidade
 ω = velocidade de rotação

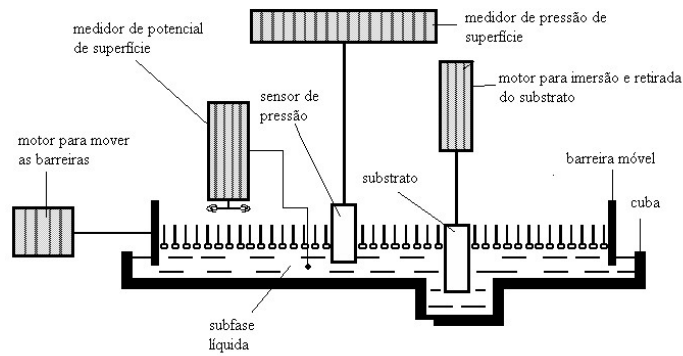
Importante: a taxa de evaporação do solvente não é considerada

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

7

LANGMUIR-BLODGETT

- Moléculas anfífilas dispersas em água orientam-se de acordo com a polaridade, são comprimidas por uma barreira móvel e transferidas "uma-a-uma" ao substrato



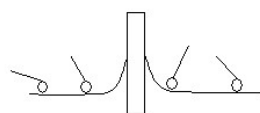
cuba LB

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

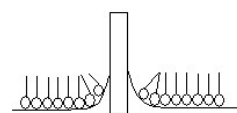
8

LANGMUIR-BLODGETT

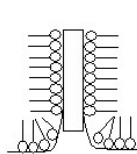
Sequência da deposição



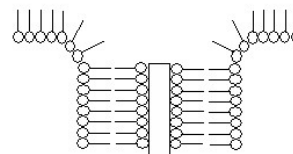
1) Espalhamento



2) Compressão



3) 1a camada

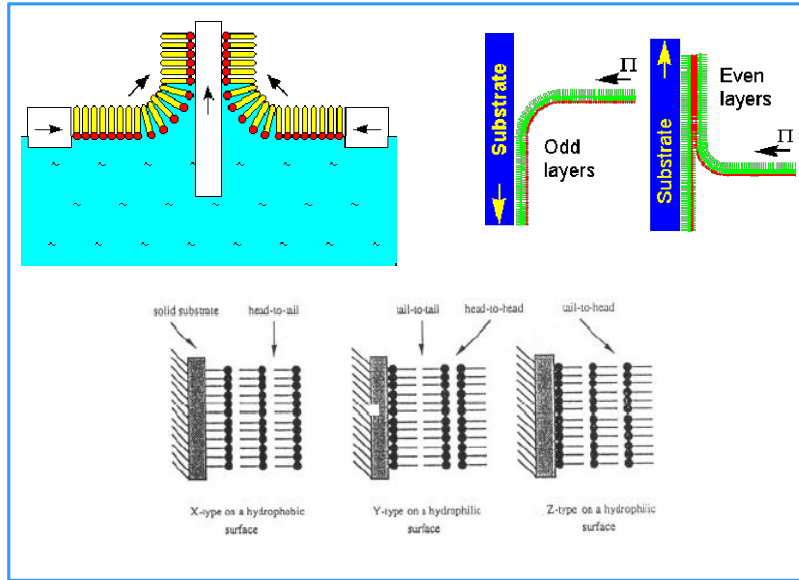


4) 2a camada

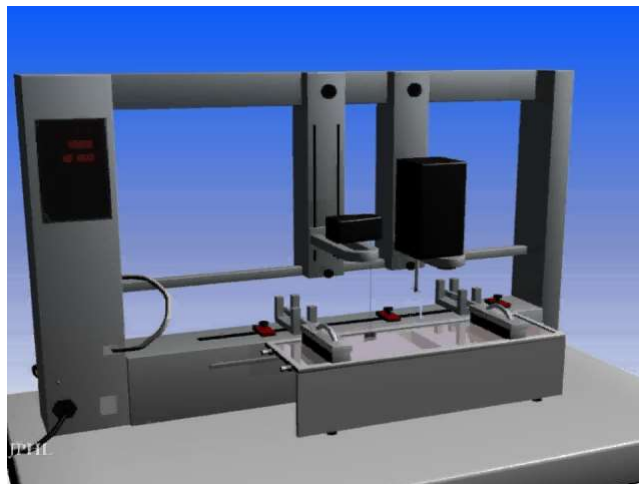
PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

9

Langmuir-Blodgett films



LANGMUIR-BLODGETT

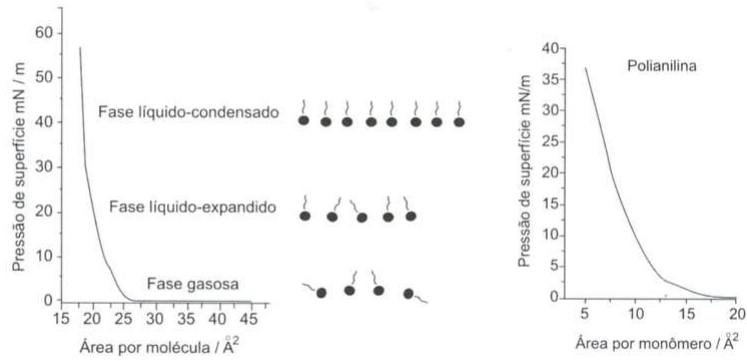


PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

9

LANGMUIR-BLODGETT

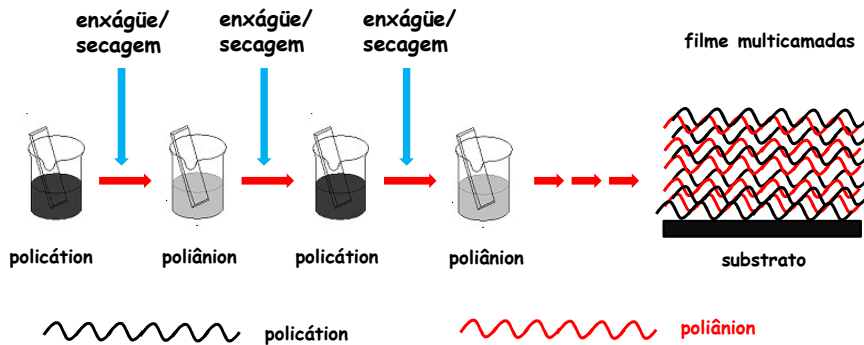
Curvas de pressão de superfície x área molecular



(a) Ácido esteárico
(b) Polianilina

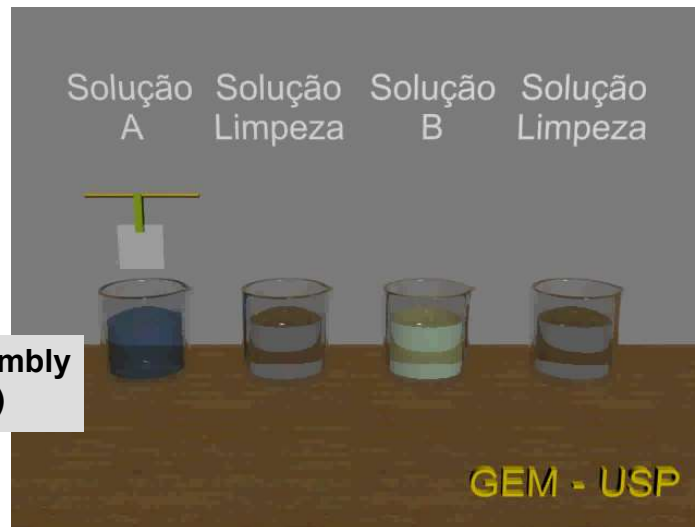
AUTOMONTAGEM (LBL)

- Adsorção governada pela atração eletrostática entre eletrólitos de carga oposta (outras forças secundárias podem também ser aproveitadas)
- Processo simples e barato
- Controle da espessura em nível molecular



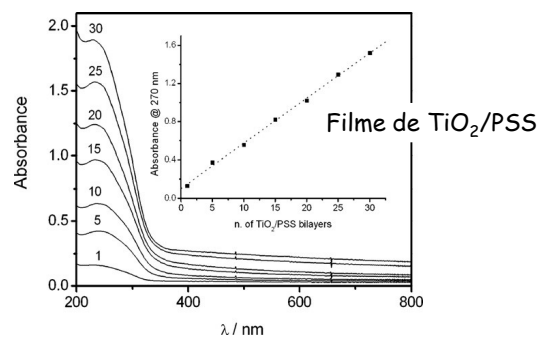
Deposition techniques of nanostructured films

Self assembly
(LBL)



AUTOMONTAGEM (LBL)

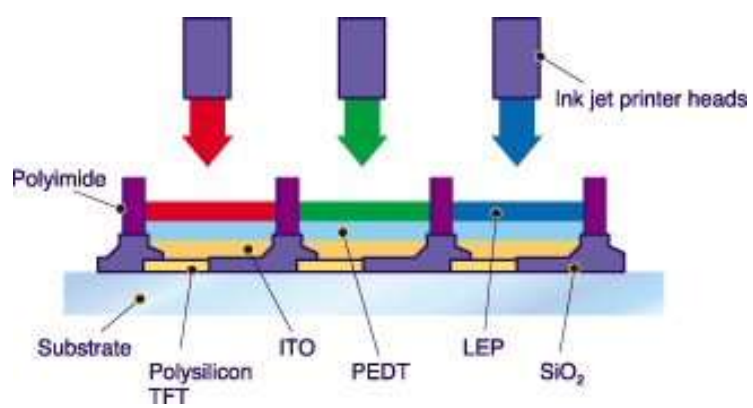
- A adsorção eletrostática impõe um regime autoregulado de crescimento do filme, em que uma mesma quantidade de material é adsorvida por camada.
- Esse efeito é observado tanto em filmes formados apenas por polieletrólitos quanto em filmes de polieletrólitos e nanopartículas.



Automontagem



Inkjet



Coating

Gravure Coating

Comma Coating

Reverse Roll Coating

Hot Melt Coating

Metering Rod / Myer Bar Coating

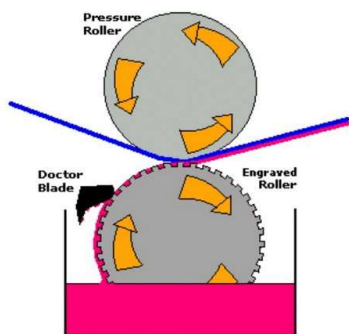
Knife over roll coating

Slot Orifice coating

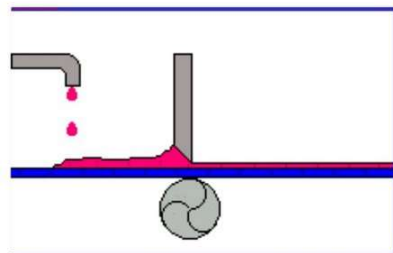
Immersion / Dip coating

Curtain Coating

Gravure Coating



Knife Coating



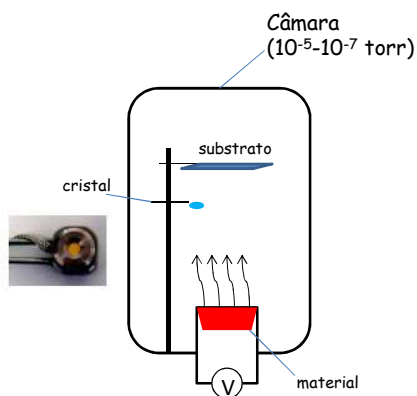
Comma Coating



PROCESSAMENTO DE MATERIAIS INSOLÚVEIS

- Evaporação térmica sob vácuo
- Deposição fase orgânica sob vapor (OVPD)
- Deposição por feixe molecular (OMBD)

EVAPORAÇÃO TÉRMICA SOB VÁCUO



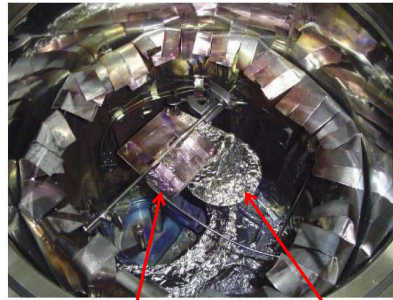
• Material é sublimado pela ação da temperatura e vácuo

• Moléculas evaporadas movem-se em linha reta dentro da câmara e condensam no substrato.

• A taxa de crescimento pode ser controlada modulando-se a temperatura da fonte

• A espessura do filme é monitorada por um cristal piezoelétrico

EVAPORAÇÃO TÉRMICA SOB VÁCUO



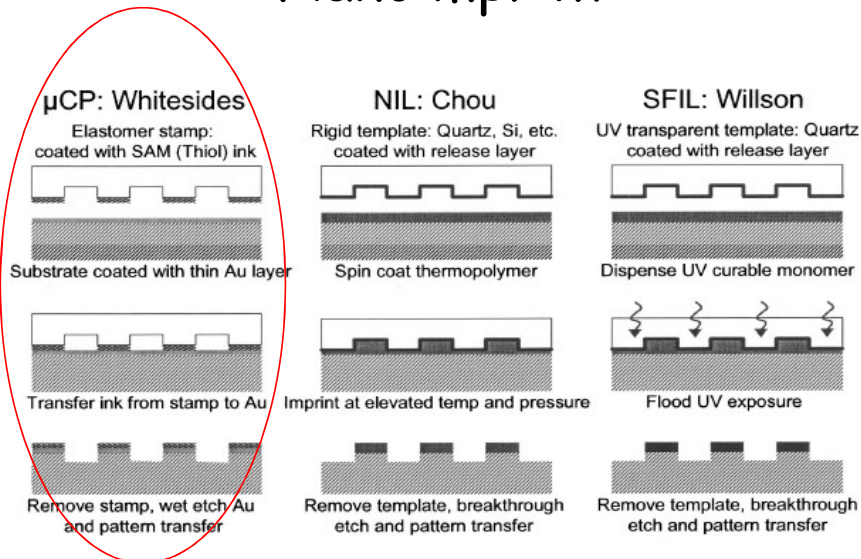
porta-amostra

shutter

PSI 5100 - Dispositivos Eletrônicos Poliméricos

15

Nanoimprint



Methodology of material selection for organic thin-film transistors based on charge carrier mobility characterization
M.R. Cavallari, C. Amorim, G. Santos, S. Mergulhão, F.J. Fonseca, A.M. Andrade

24

R2R - Roll to roll

The flexible electronics industry is advancing rapidly!



Flexible Circuitry
(The Sonoco Institute)

**Techniques for R2R of
vacuum-deposited materials
are also being pursued!**



Solar Coating Machinery GmbH

PSI 5100 - Trabalho 1

Utilizar artigos sobre métodos de deposição de filmes poliméricos para gerar uma apresentação explicando as características do método e as principais vantagens e resultados obtidos.

Colocar a bibliografia utilizada no trabalho.

Entrega somente arquivo PPT pelo e-Disciplina até o dia **29/06/17 'a meia-noite**

Nomear o e-mail e o arquivo como: PSI5100 T1 <seu nome> OLED.doc