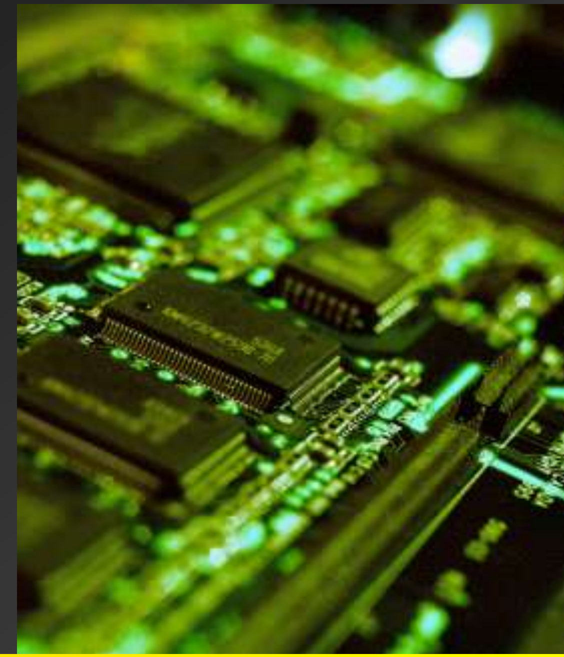


Dos nanotubos aos polímeros condutores

Nanotecnologia Orgânica

Sumário

- Nanotecnologia
- Nanotubos de carbono
- Polímeros Condutores

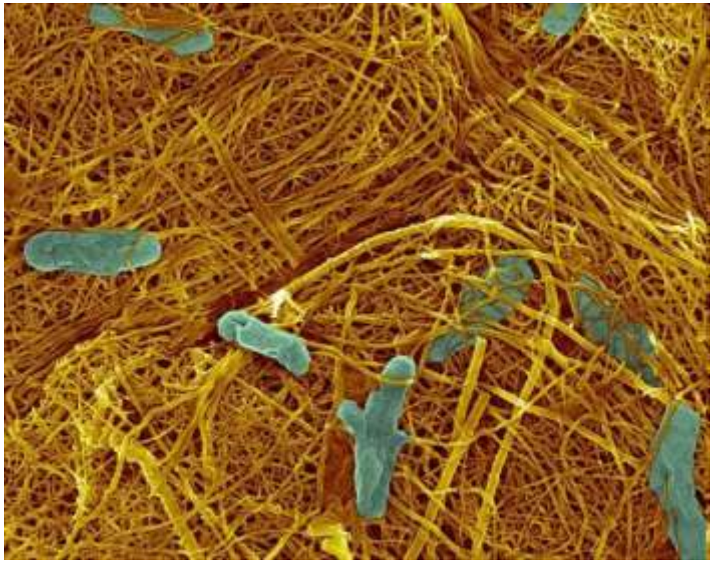
O “início” da nanotecnologia

“What I want to talk about is the problem of manipulating and controlling things on a small scale. …In the year 2000, when they look back at this age, they will wonder why it was not until the year 1960 that anybody began seriously to move in this direction….”

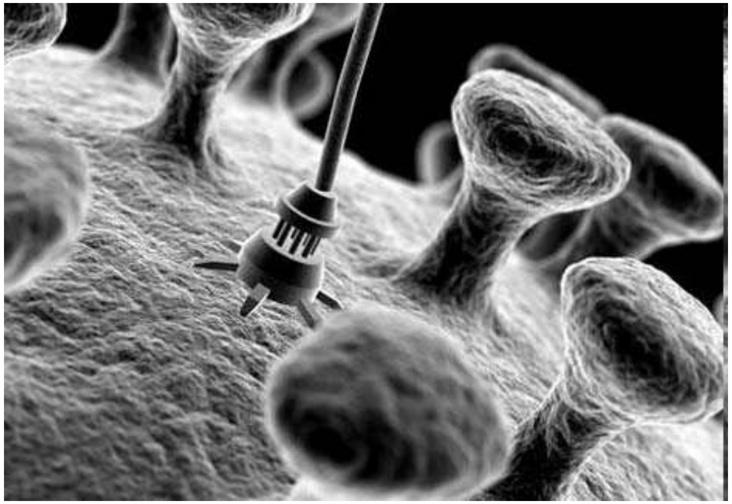
Palestra proferida por Richard Feynman em 29 de dezembro de 1959 - CALTECH

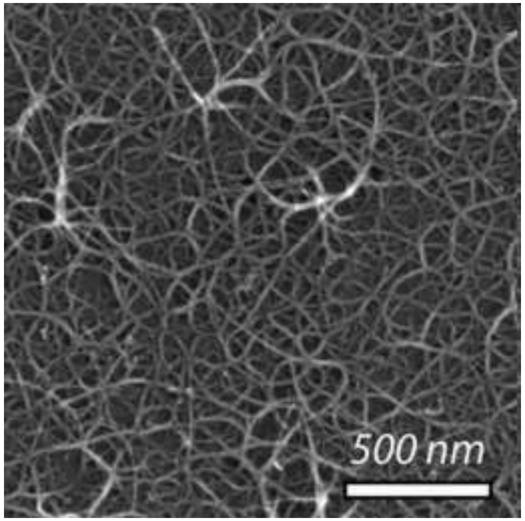
Nanotecnologia

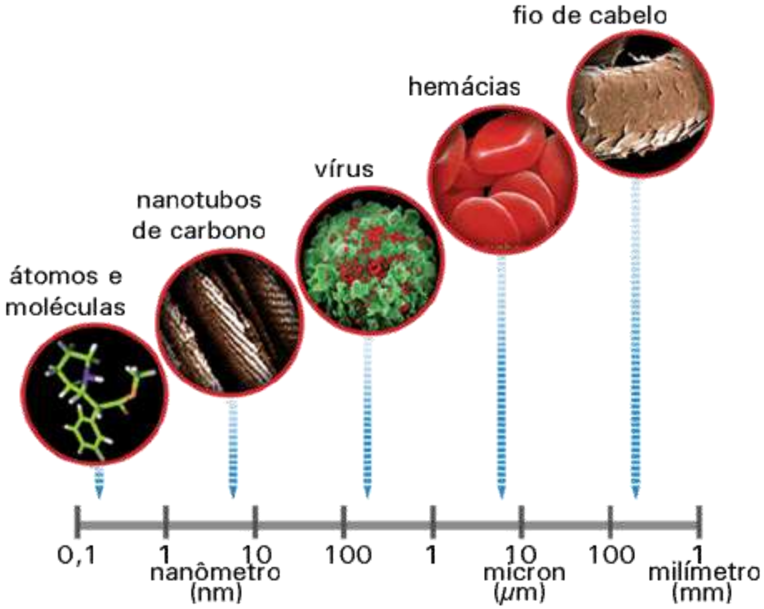
Ramo MULTIDISCIPLINAR da ciência que estuda as estruturas, materiais e dispositivos menores que 100 nm com novas propriedades ou propriedades melhoradas

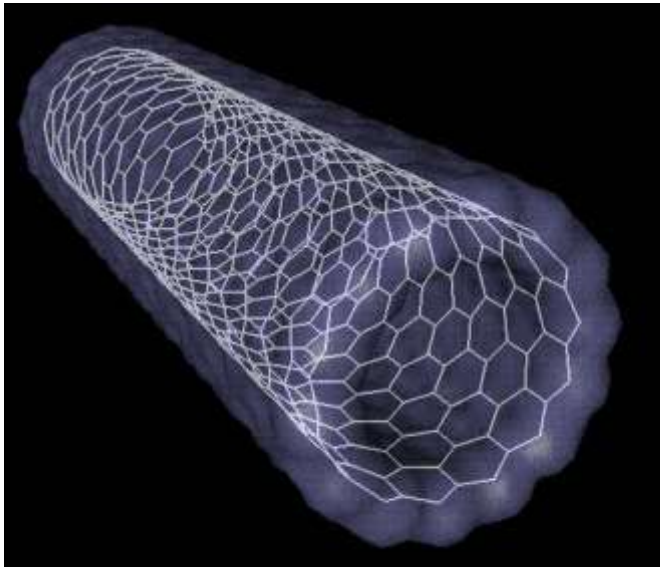


Shewanella bacteria (shown in blue) forming nanotubes. (Credit: Hor-Gil Hur, GIST)

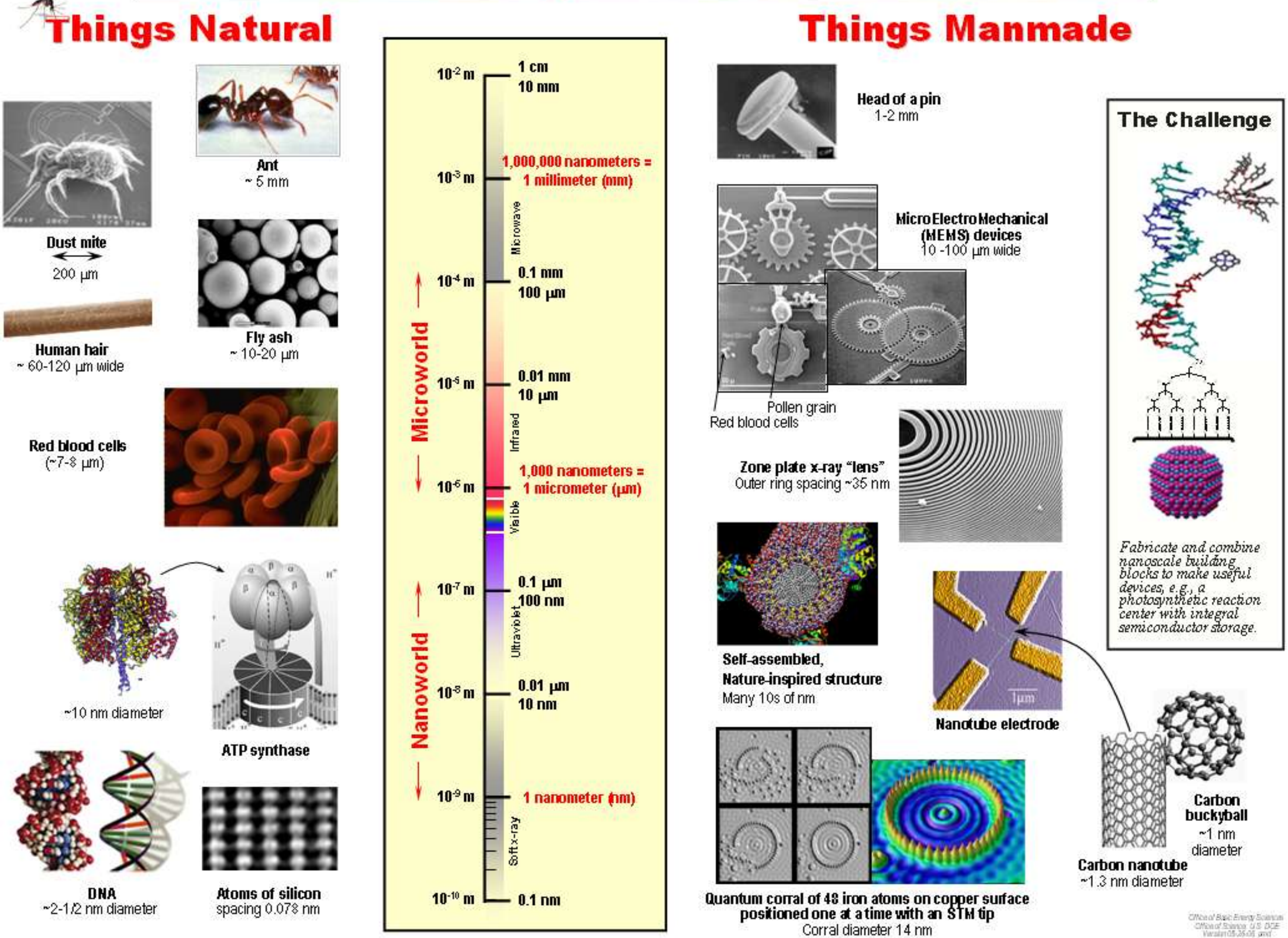



500 nm

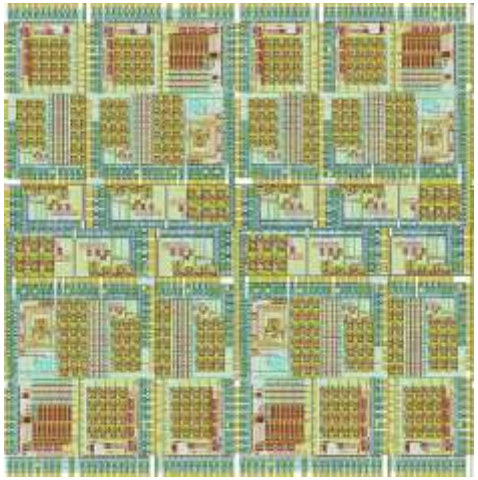

fio de cabelo
hemácias
vírus
nanotubos
de carbono
átomos e
moléculas
0,1
1
nanômetro
(nm)
10
100
1
10
micron
(µm)
100
1
milímetro
(mm)

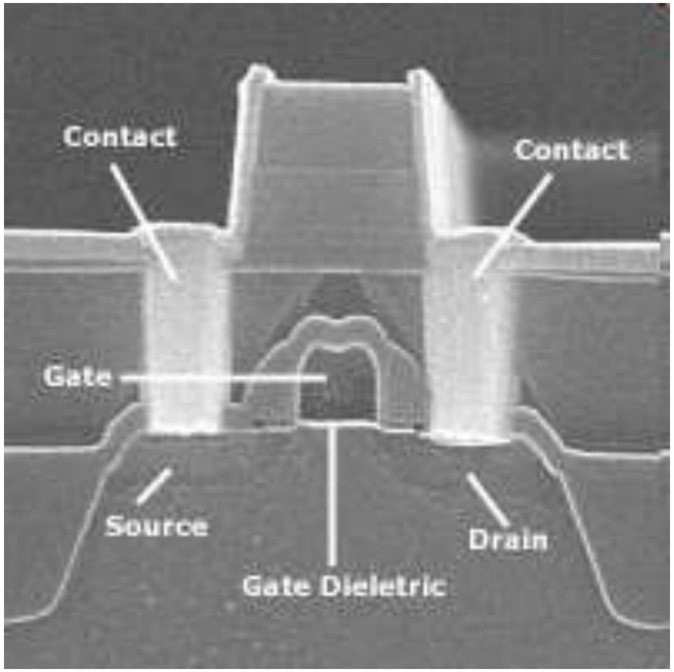


The Scale of Things – Nanometers and More

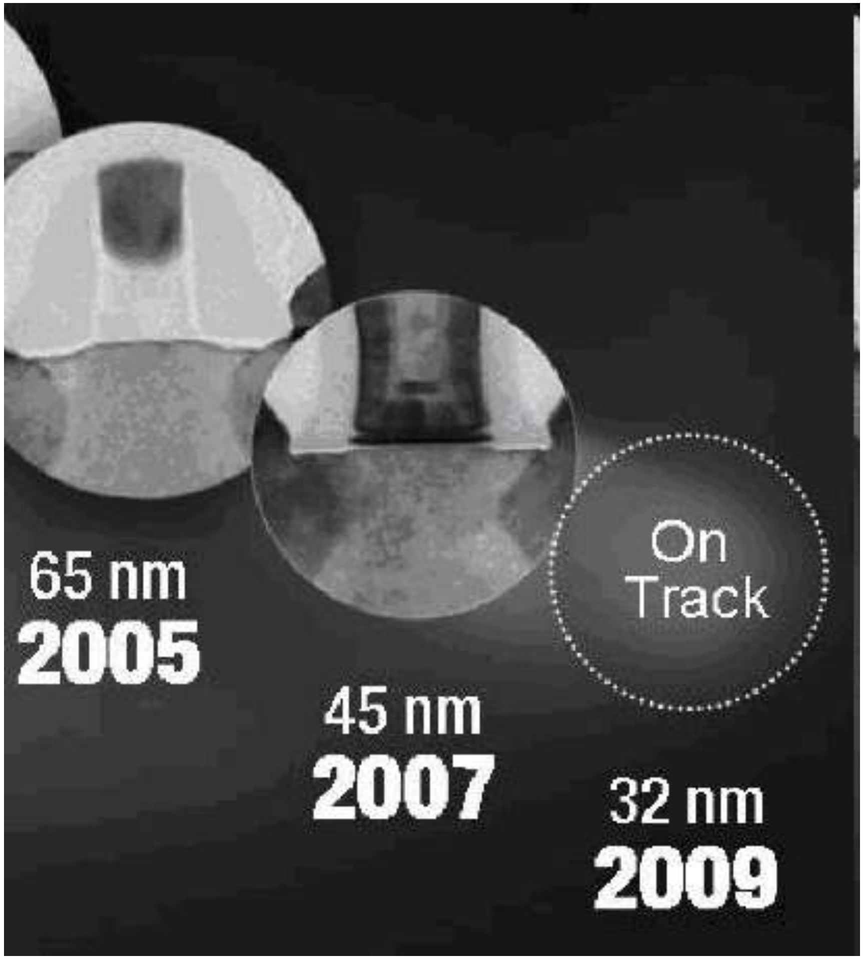


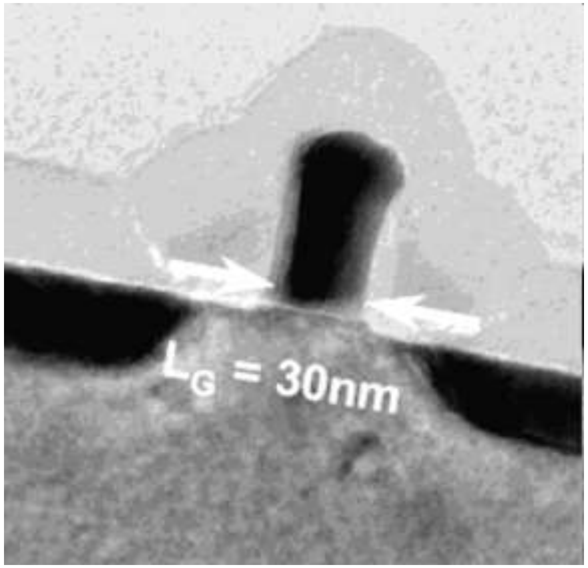
Transistores 45 nm

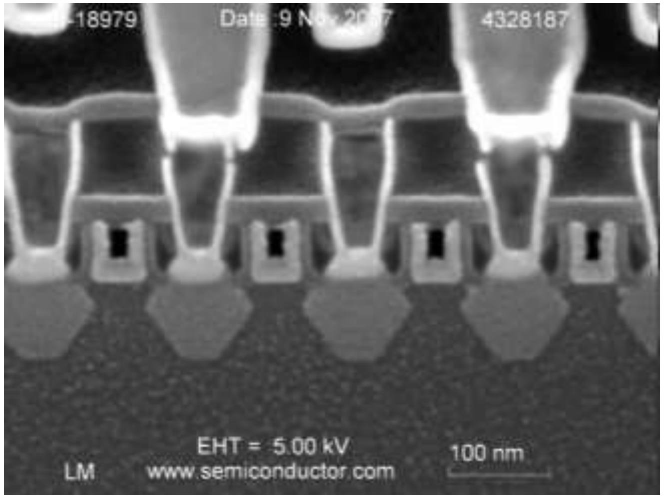




Continuando a redução…







Abordagens

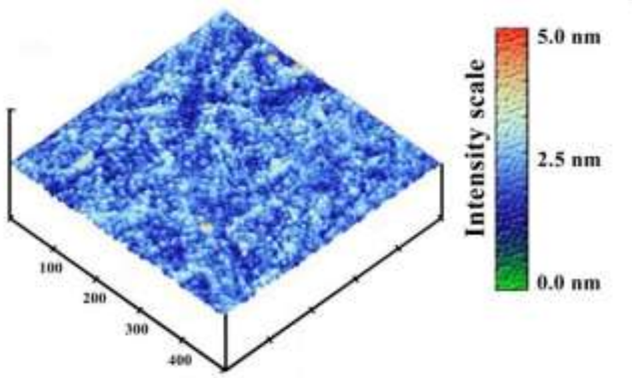
- Há duas abordagens usadas em nanotecnologia

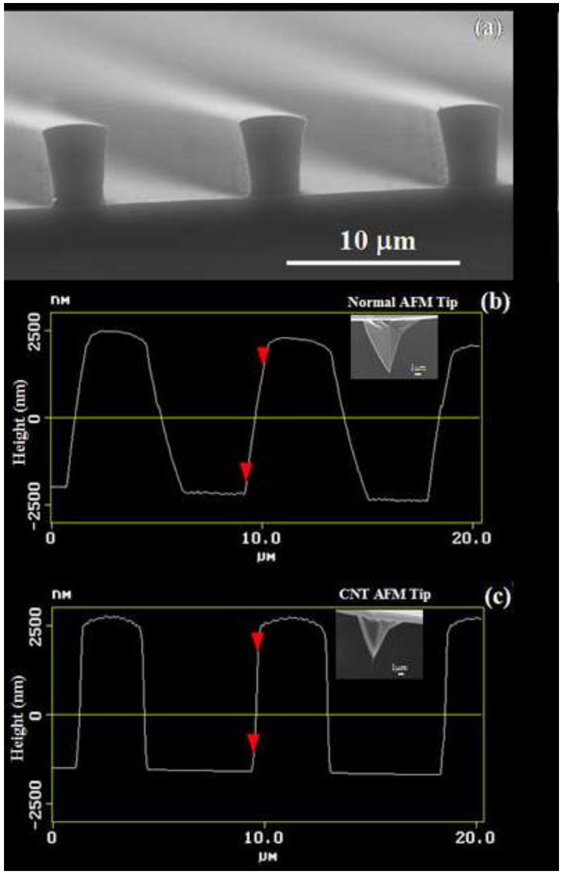
- "Bottom-up" (de baixo pra cima)
  - Materiais e dispositivos são formados por componentes moleculares que se arranjam quimicamente por princípios de reconhecimento molecular.

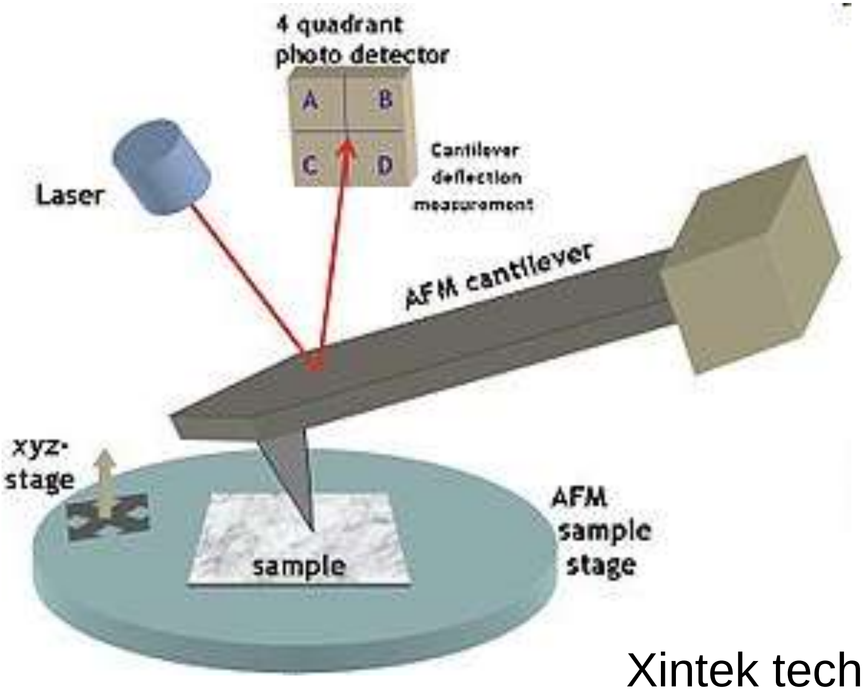
- "Top-down" (de cima pra baixo)
  - Nano-objetos são construidos por materiais volumétricos, através de tecnicas de redução de tamanho como litografia, corrosão

A tecnologia que realmente permitiu a nanotecnologia

O microscópio de força atômica e o microscópio de varredura por tunelamento foram as ferramentas que permitiram o surgimento da nanotecnologia como ciência "comum".

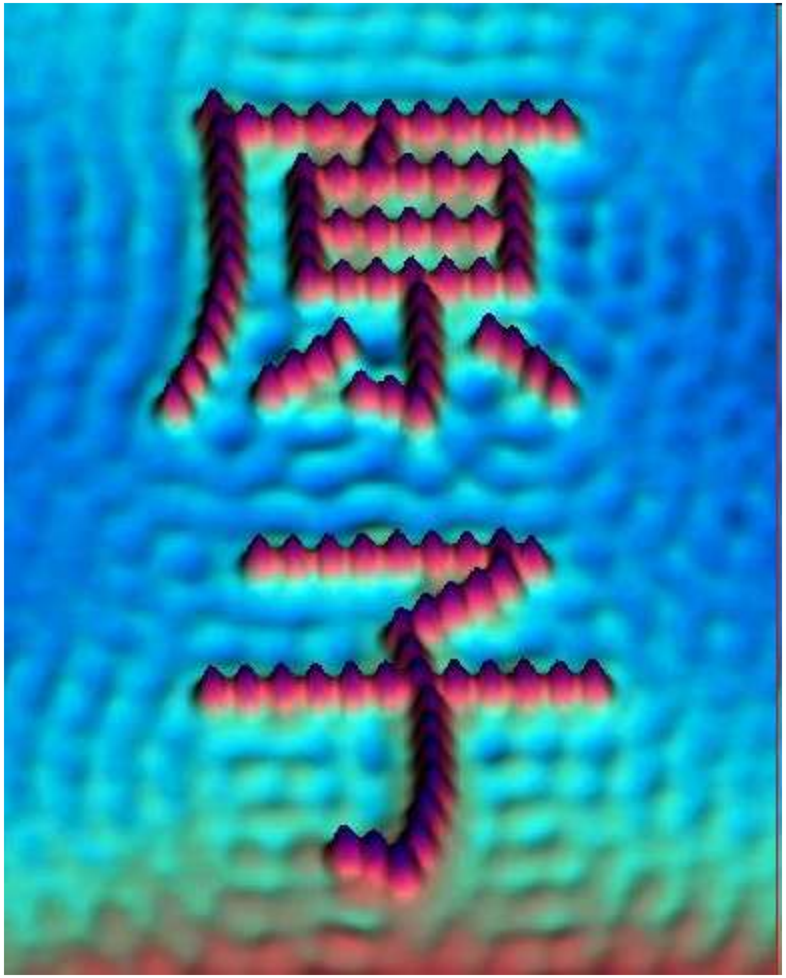




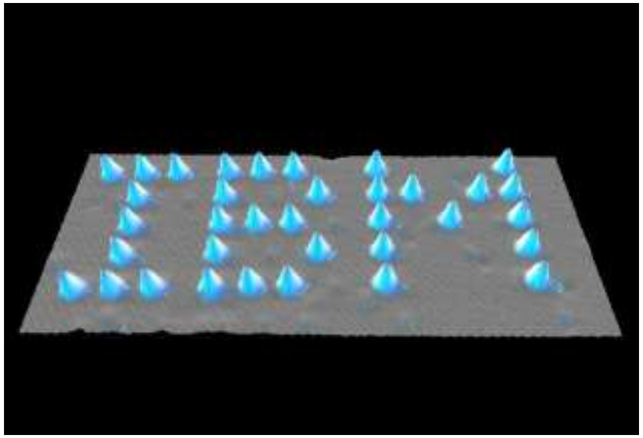


Xintek tech.

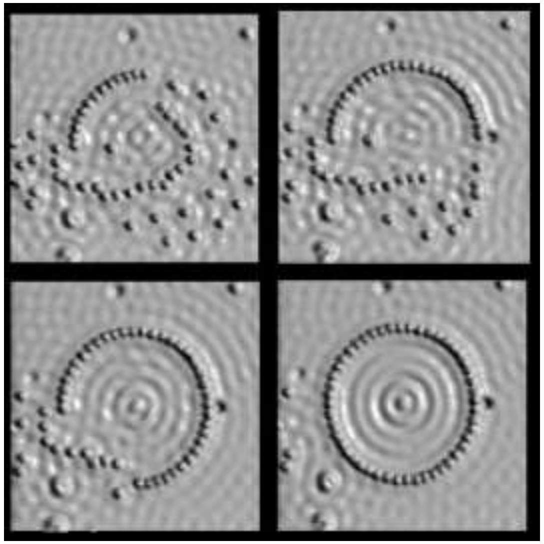
Manipulando átomos - STM



Lutz e Eigler - Iron on Copper (111)



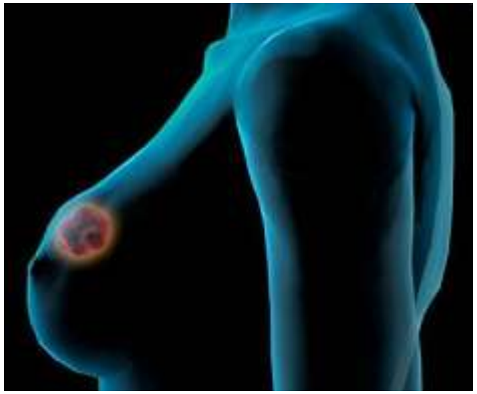
Eigler (1990) : Xenon on Nickel (110)



Eigler (1993)

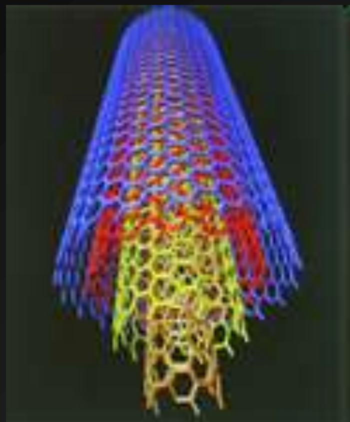
Algumas aplicações potenciais

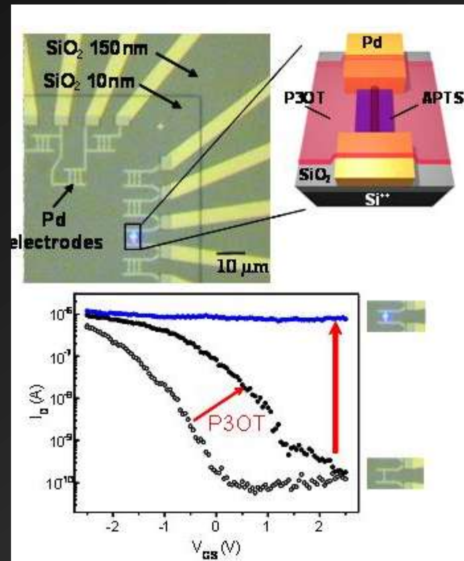
- **Detecção e diagnóstico**
- Algumas doenças não exibem sintomas reconhecíveis até que atinja um nível bem avançado. Habitualmente, quanto mais cedo for detectada a doença, melhores os benefícios do tratamento.

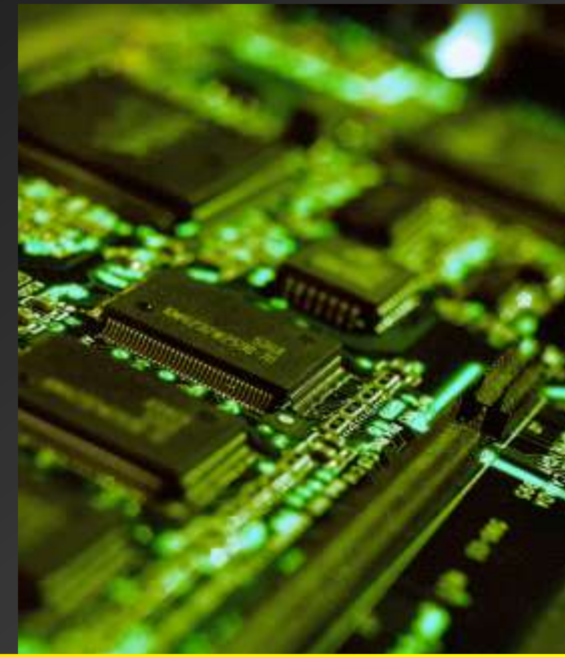


- Cancer de mama
  - Atualmente detectavel (mamografia): tumor maior que um milhão de células.

- Nanosensores ou materiais nanométricos tem o potencial de serem milhões de vezes mais sensíveis que sensores “macros”. Devido a serem bastante reduzidos, também é possível construir detectores com centenas ou milhares de diferentes sensores no tamanho de um “dedo”, possibilitando o diagnóstico de milhares de doenças ao mesmo tempo.
  - Com o uso de nanosensores: detecção de tumor entre 100 a 1000 células.





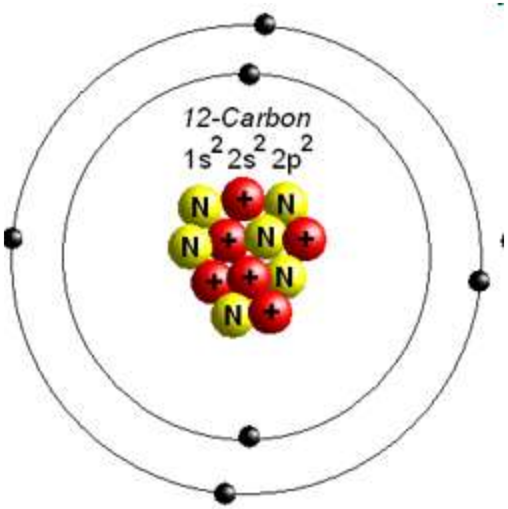


Nanotubos de carbono

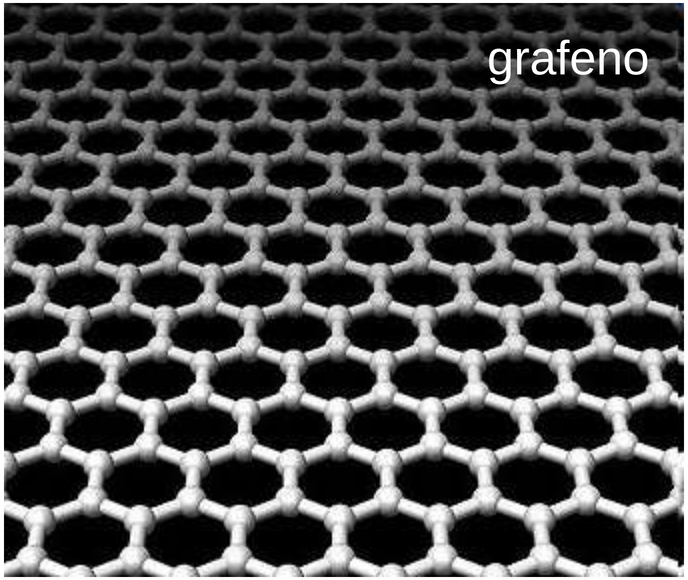
Um pouco de química orgânica

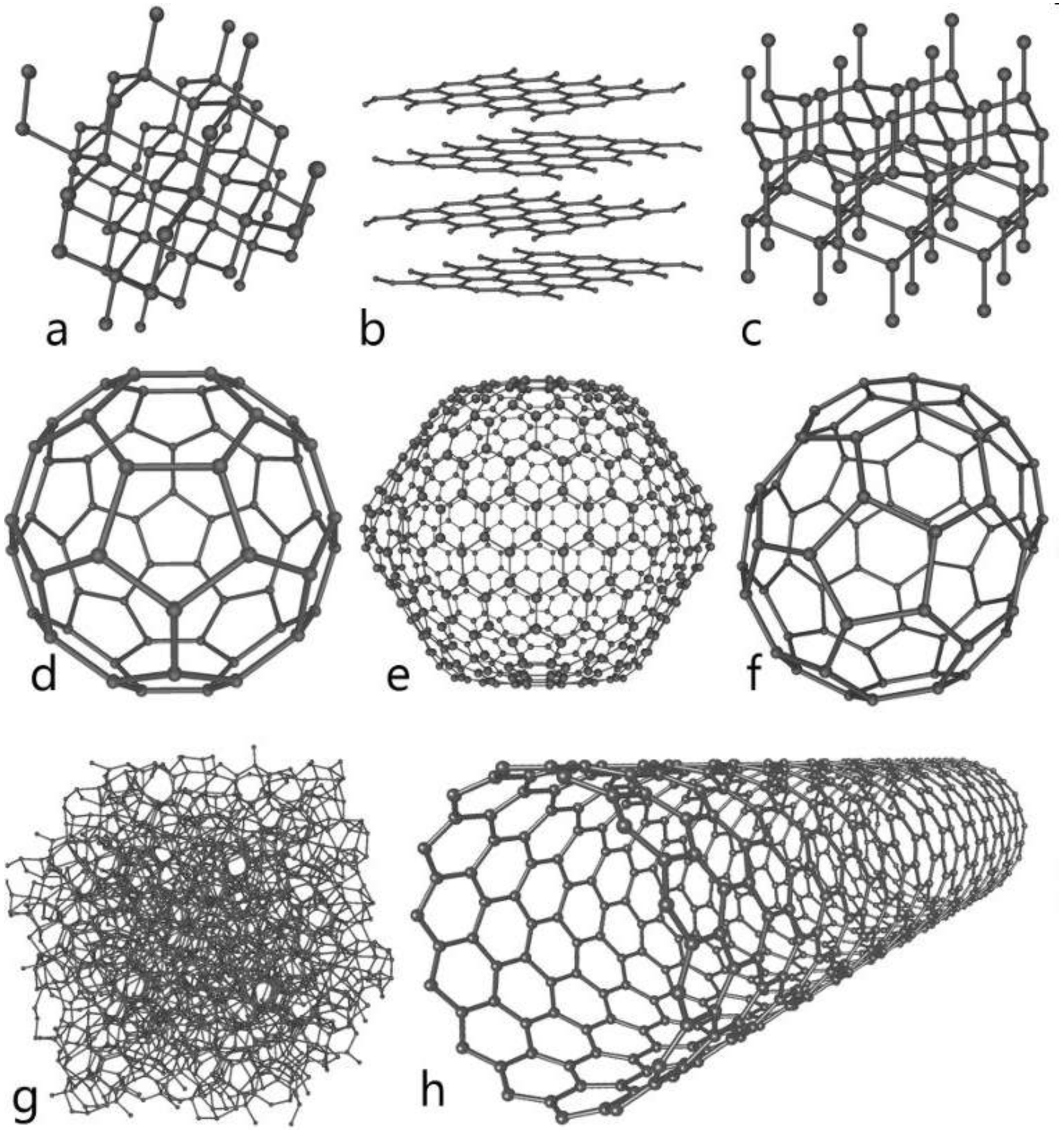
Ramo da química que estuda os compostos do carbono

Nem todos os materiais que tem carbono são considerados orgânicos (ex.: dióxido de carbono, o ácido carbônico, Grafite, diamante)



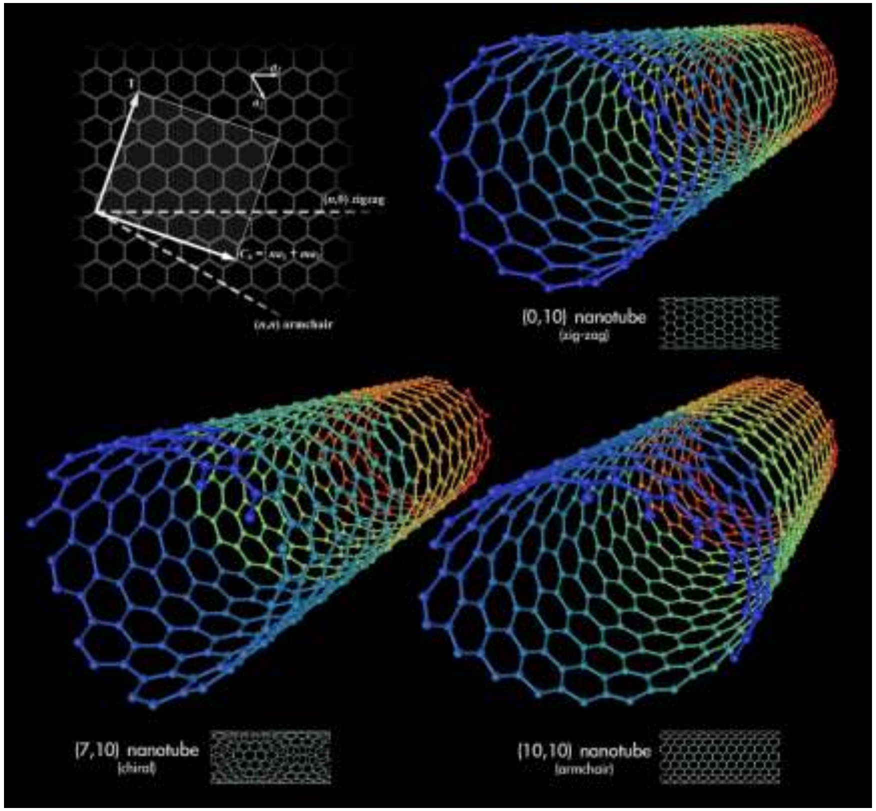
Formas do carbono





a) Diamante
b) Grafite
c) Lonsdalita
d) C60 (Buckminsterfulereno)
e) C540 Fulereno
f) C70 Fulereno
g) Carbono amorfo
h) Nanotubo de carbono de parede única

Nanotubos de carbono



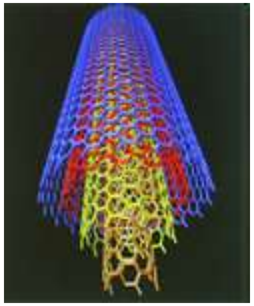
Propriedades

Resistência a tração *(63 GPa)*
Um cabo de um milimetro poderia
Suportar 6,3 toneladas!

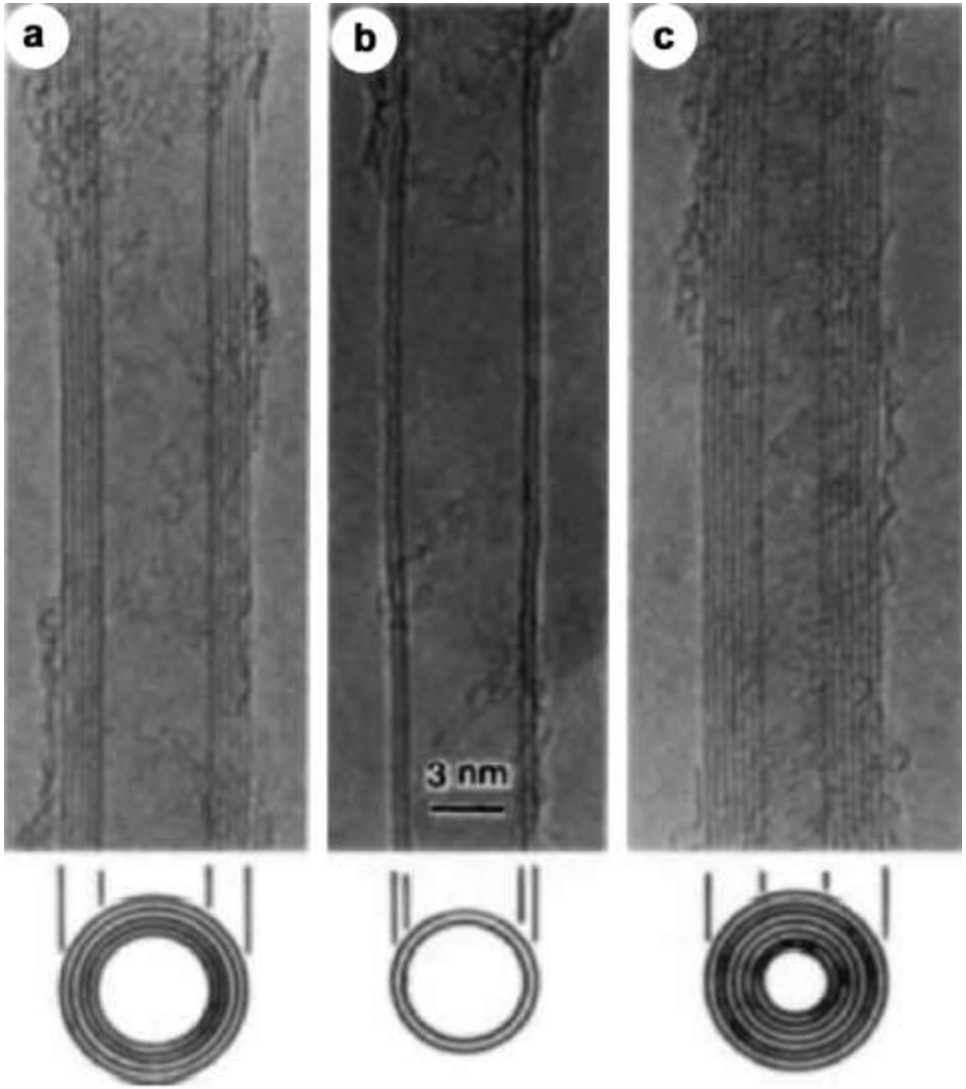
Cinética
Pode operar como telescópio

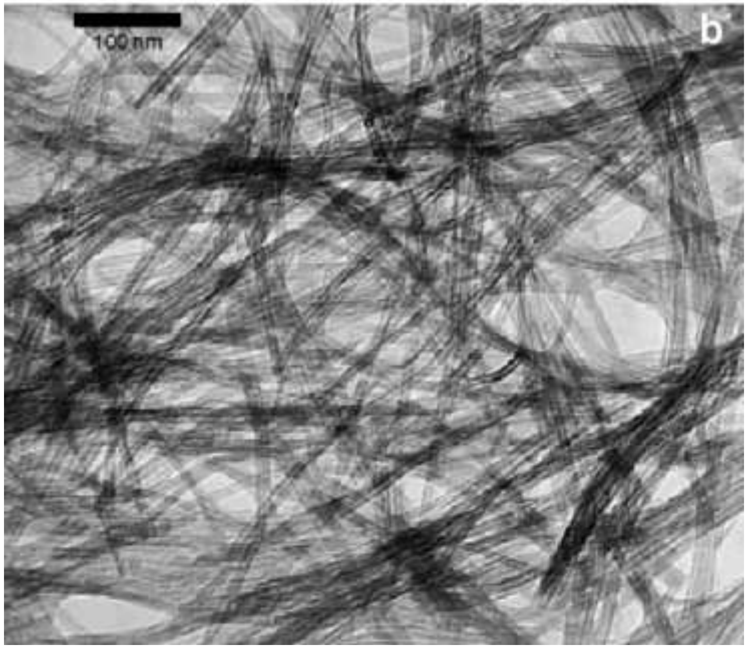
Elétrica
Pode ser condutor, semicondutor
e isolante (dependendo da orientação)
teoricamente suporta 4.10^{9}A/cm^2
(cobre 1000 vezes menor)

Térmica (6000 W/mK)
Condução balística ao longo do tubo



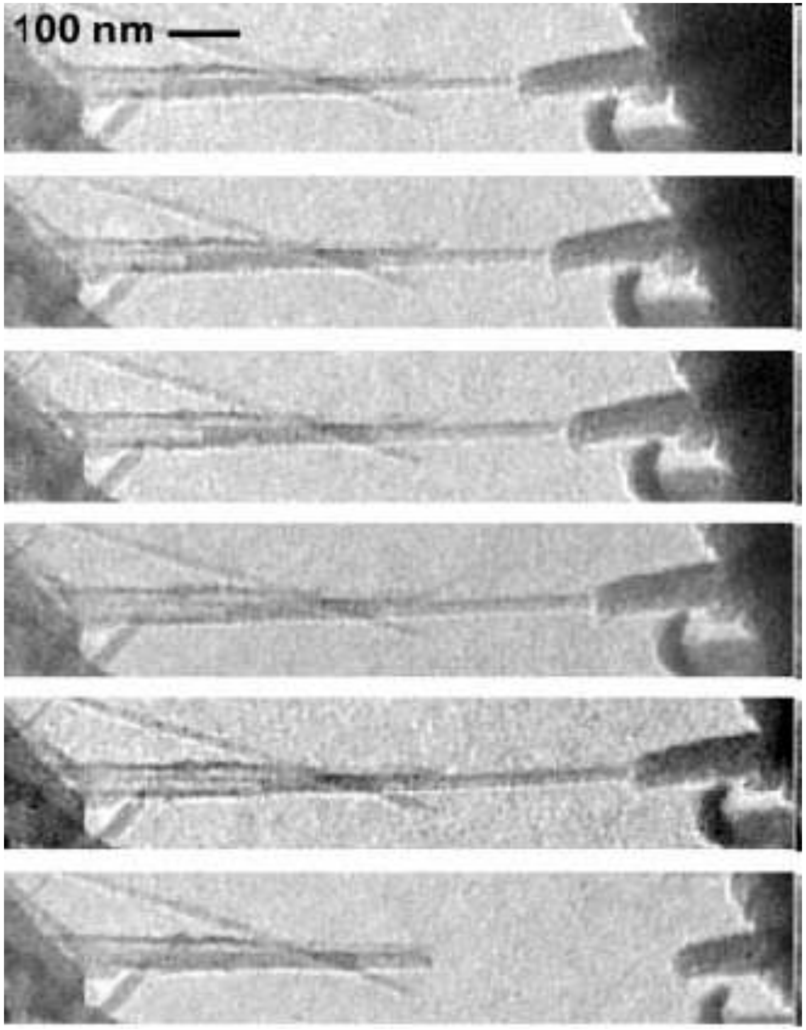
Nanotubos de carbono - multicamada





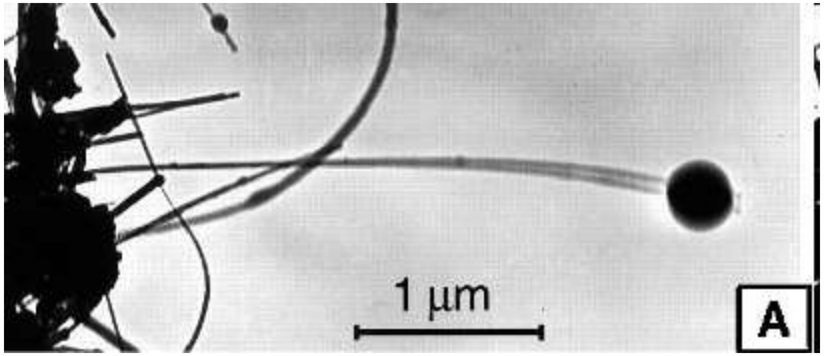
Iijima S. Nature 1991;354:56.

Telescópio e balança



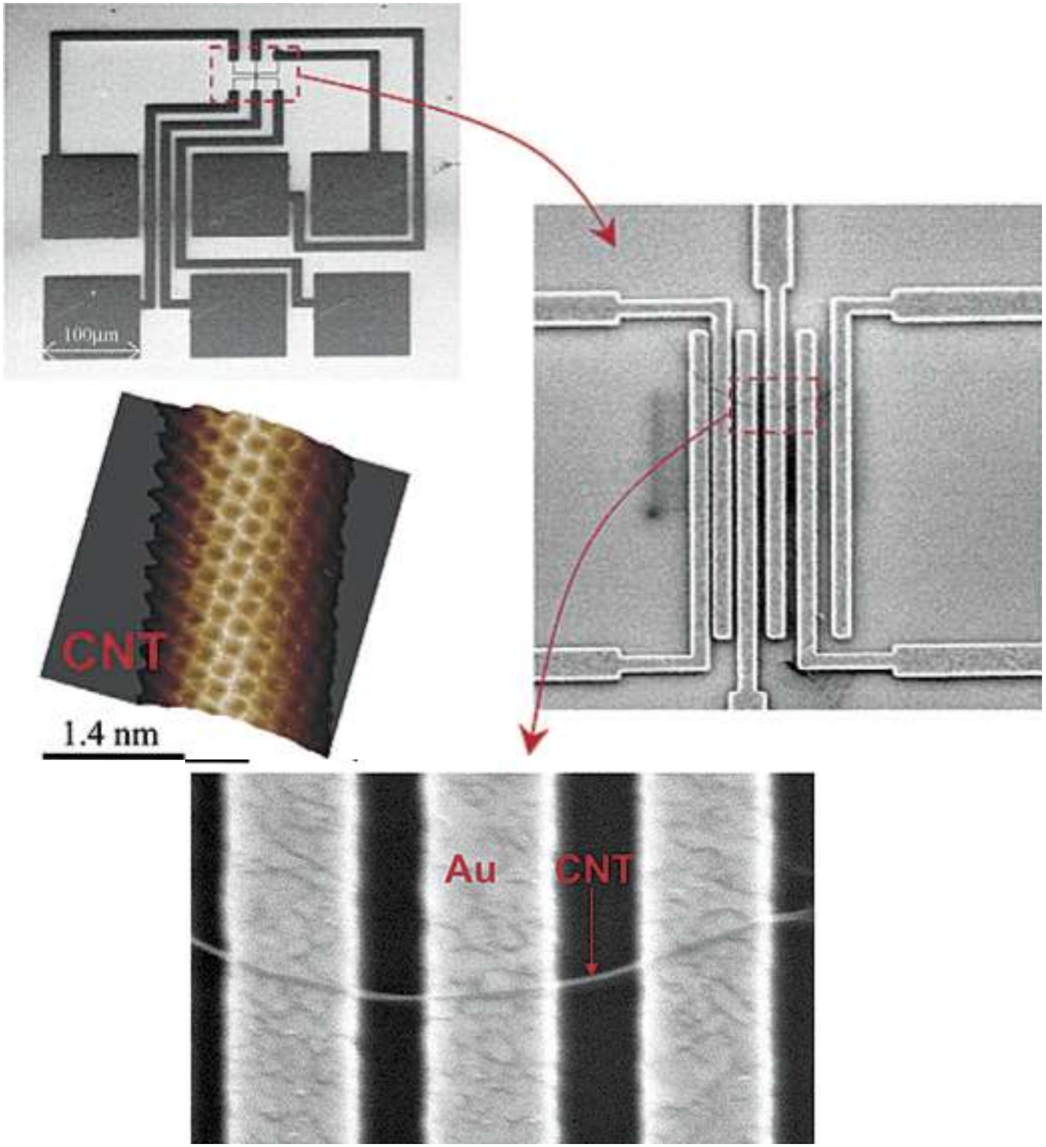
J. Cumings and A. Zettl, Science 289, 602 (2000)

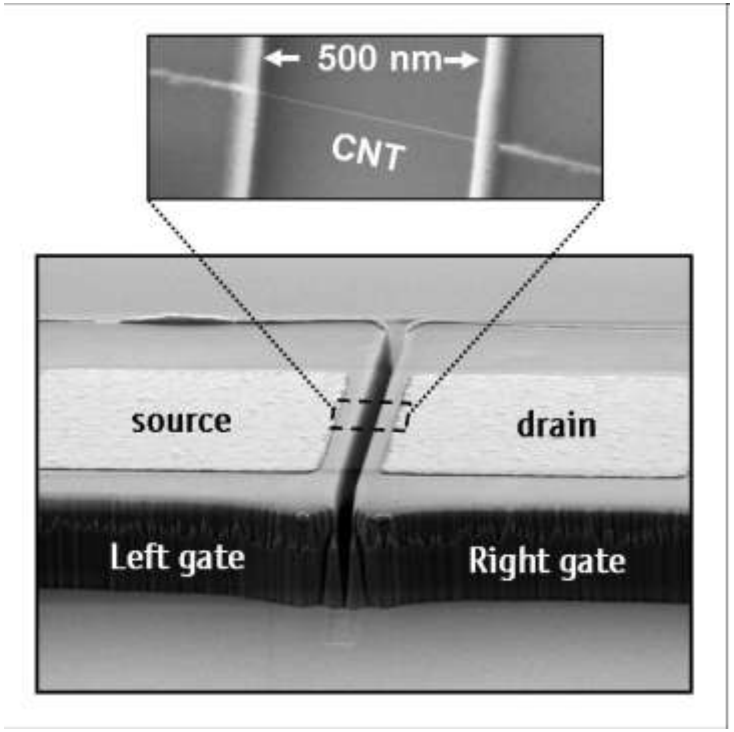
Partícula de 22fg



P. Poncharal et al., Science 283, 1513 (1999)

Dispositivo com nanotubos de carbono

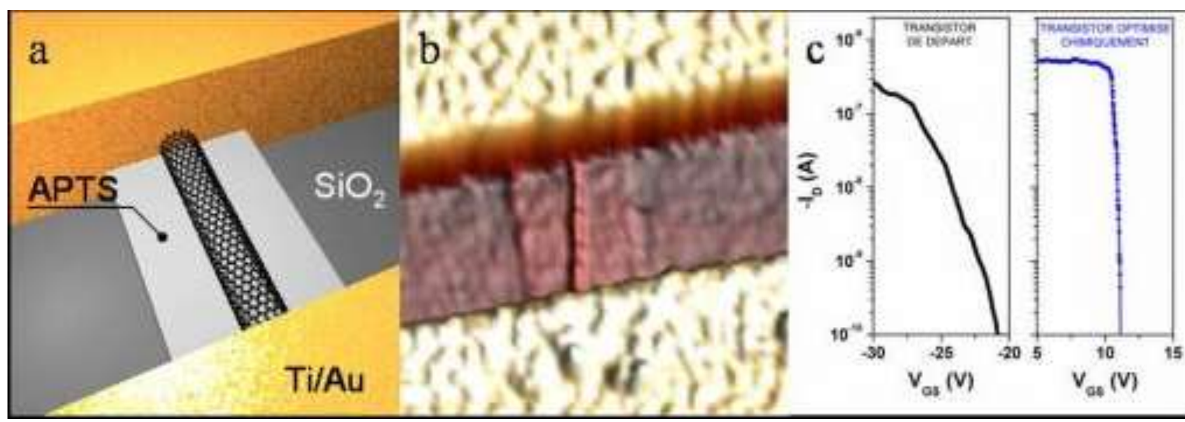




Ralph group – Cornell Univ

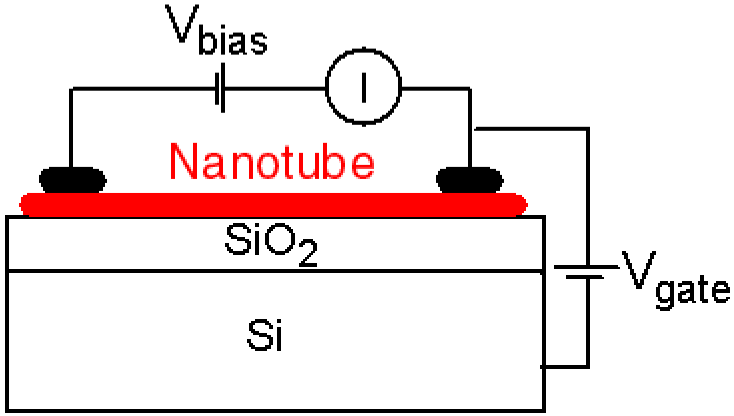
Como alinhar os nanotubos?

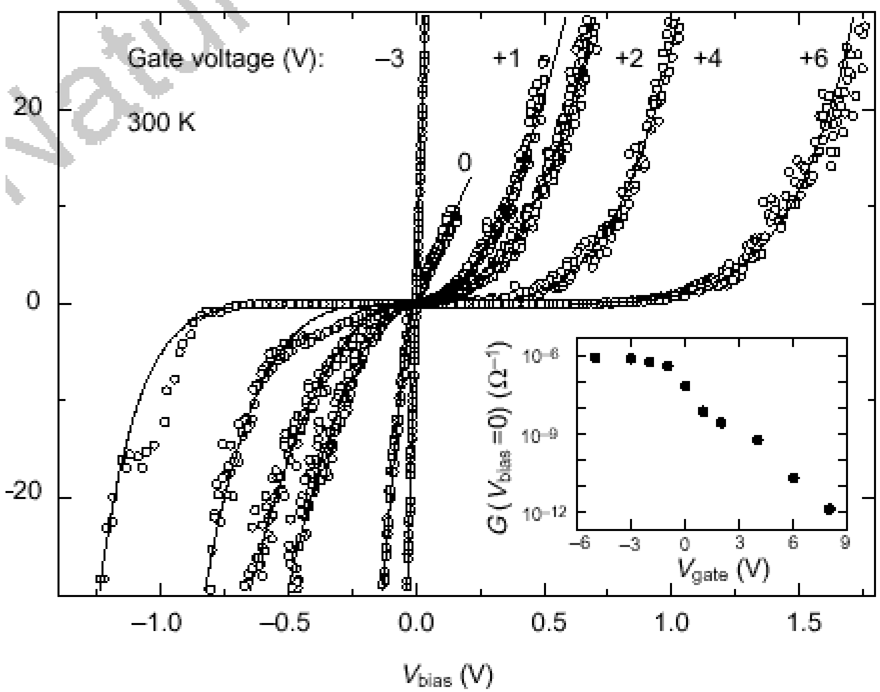
Adsorção seletiva de CNTs sobre APTS(silano)



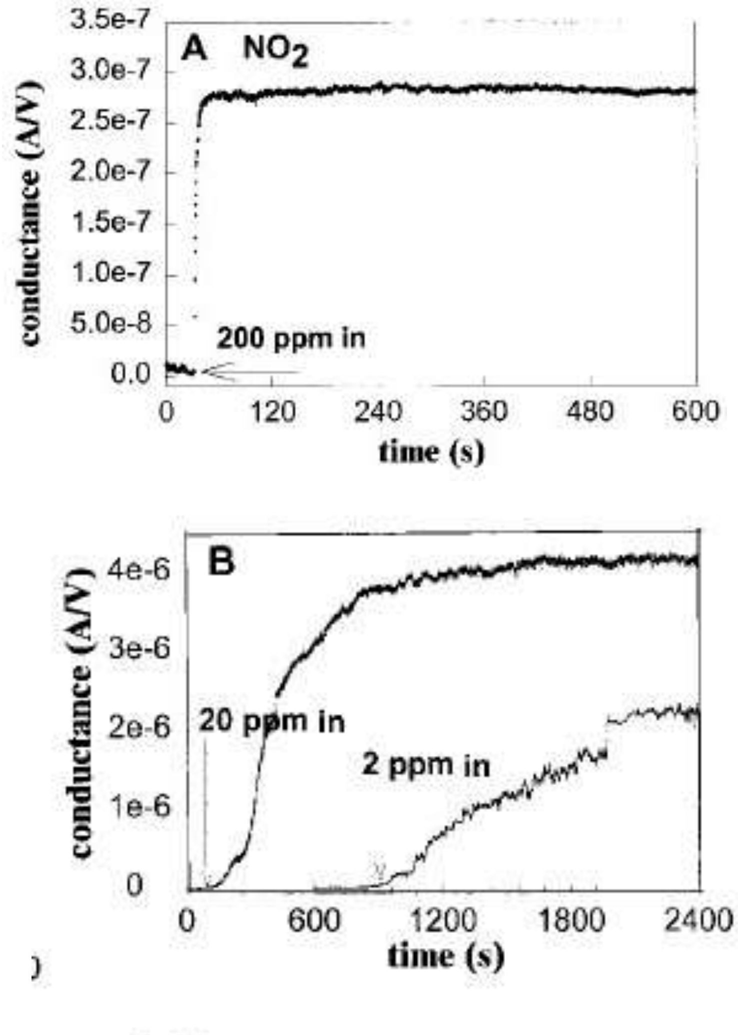
http://dx.doi.org/10.1002/adma.200601138

Transistores e sensores



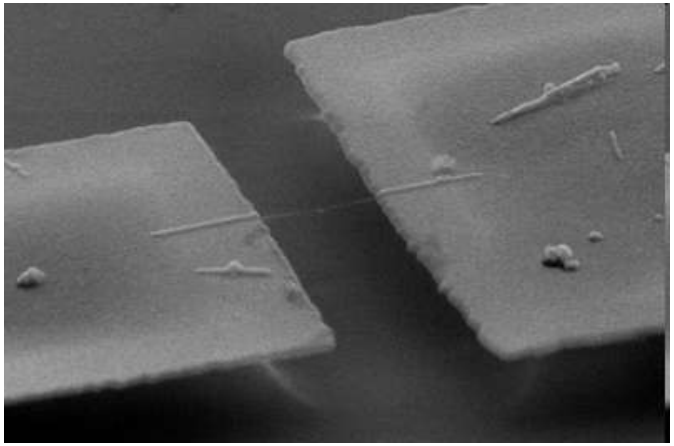


S.J. Tans et al., Nature 393, 49 (1998)

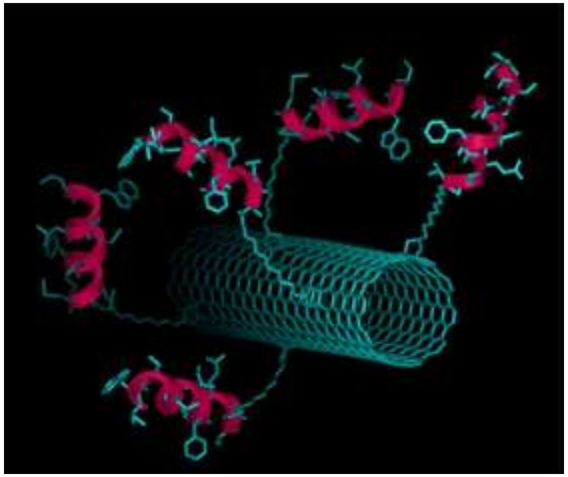


J. Kong et al., Science 287, 622 (2000)

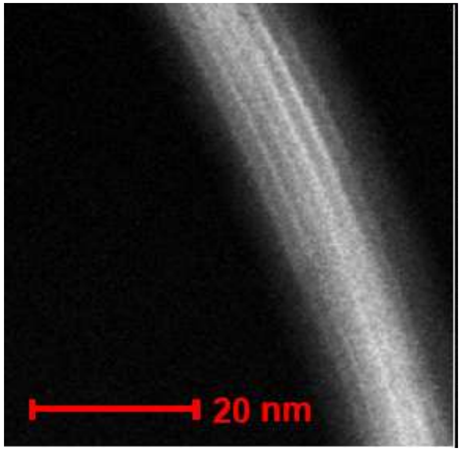
Outras aplicações



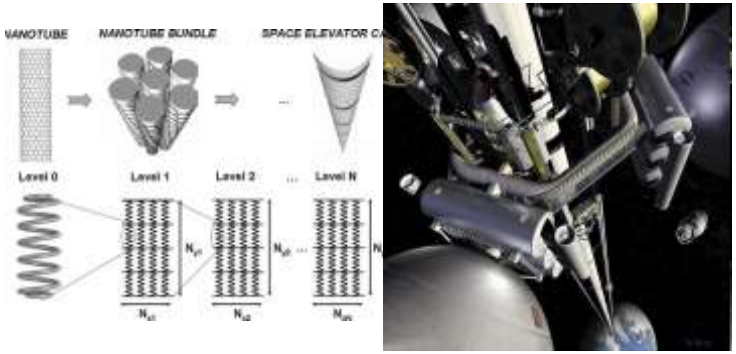
Nano ressoador



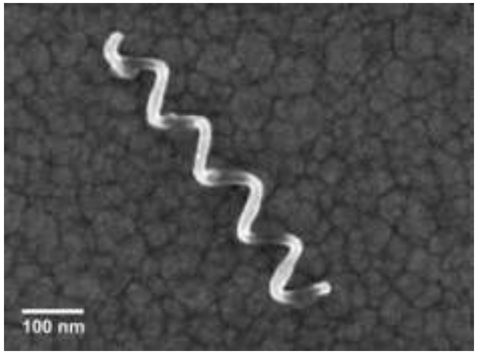
Drug Delivery



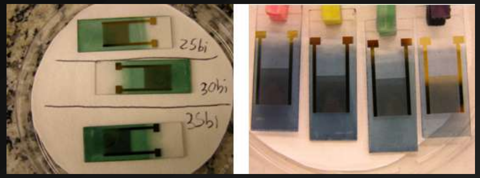
Nanoheater (Fe)

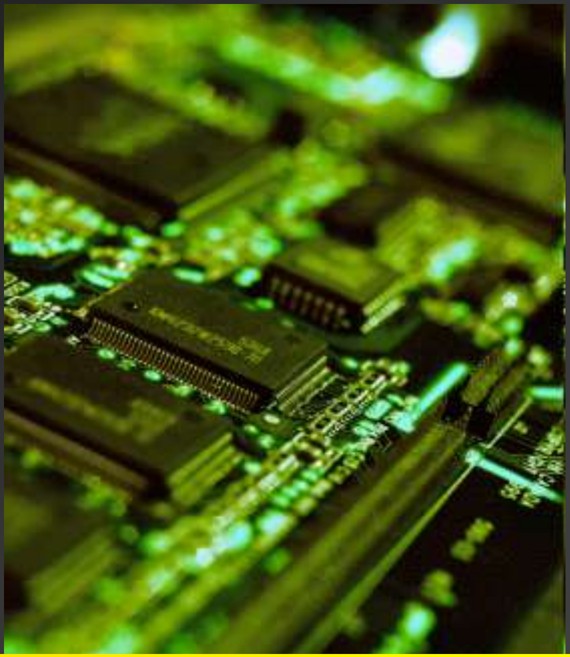


Elevador espacial



Nanomola



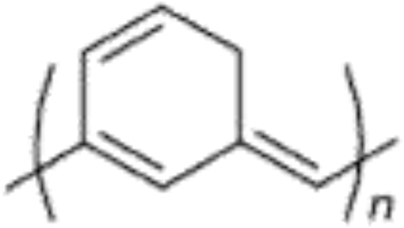


Polímeros Condutores

O que é um polímero?

- Poli-muitos; mero – unidade
- Muitas unidades!
- Material cujas cadeias sao formadas por unidades repetidas

Polyheptadiyne
(PHT)



Pergunta:

Os polímeros são materiais isolantes?

Depende....

Dopagem!

Conductivity increases with increased doping

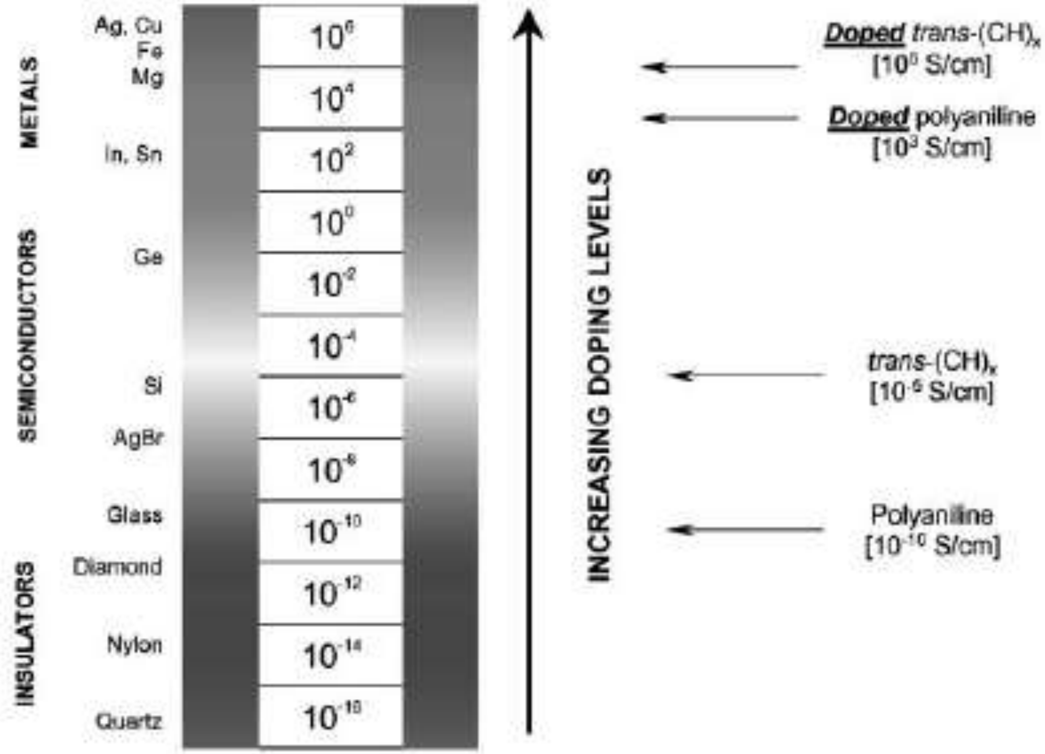


Fig. 1. Conductivity of electronic polymers.

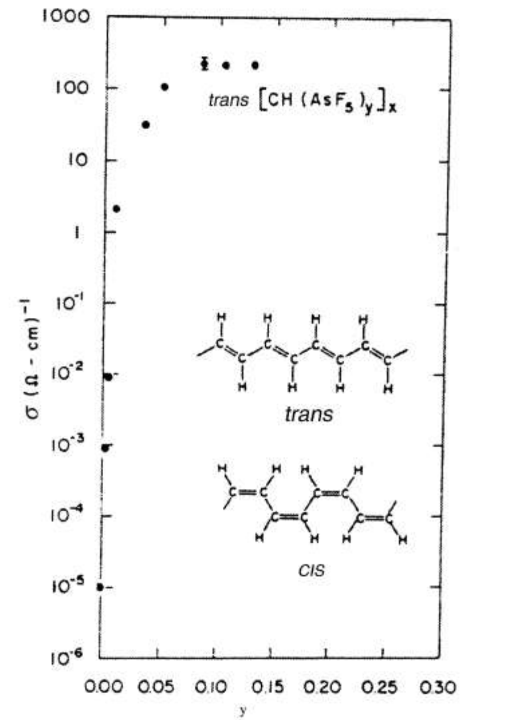
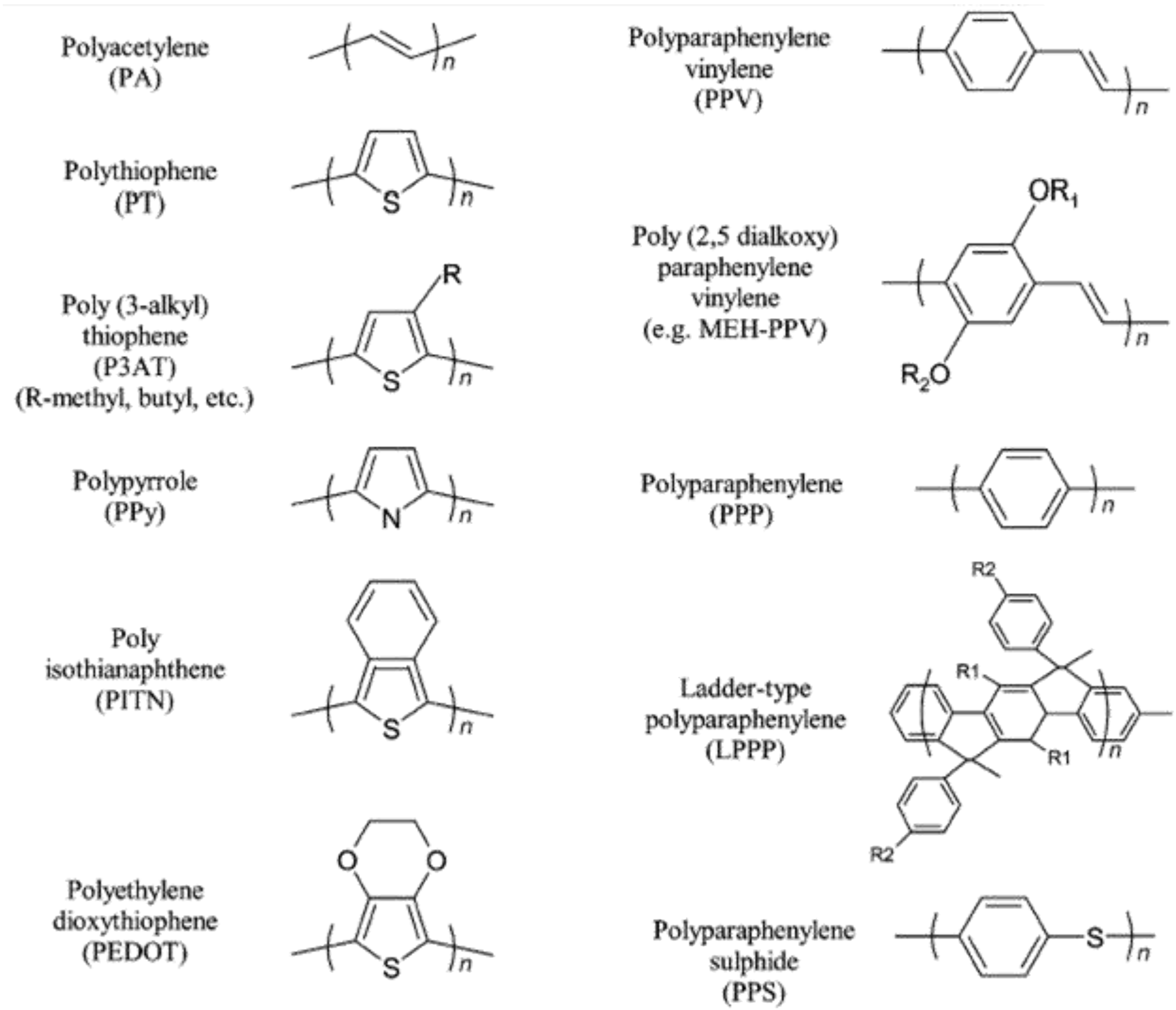


Fig. 2. Electrical conductivity of *trans*-$(CH)_x$ as a function of (AsF_5) dopant concentration. The *trans* and *cis* polymer structures are also shown.

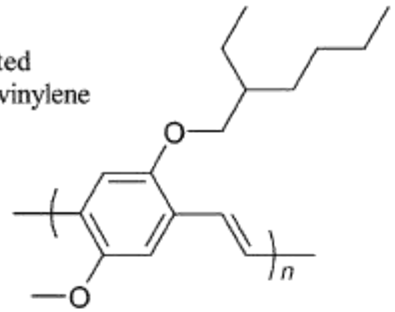
Figura 2.3: Da esquerda para a direita - MacDiarmid, Shirakawa e Heeger.

Polímeros Conjugados (1)

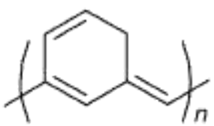


Polímeros Conjugados (2)

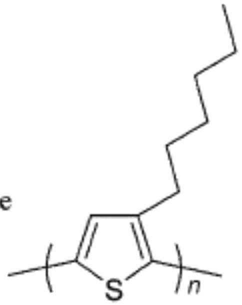
Alkoxy-substituted
poly *para*-phenylene vinylene
(MEH-PPV)



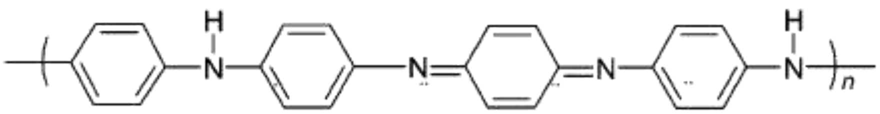
Polyheptadiyne
(PHT)



Poly (3-hexyl) thiophene
(P3HT)



Polyaniline, PANI

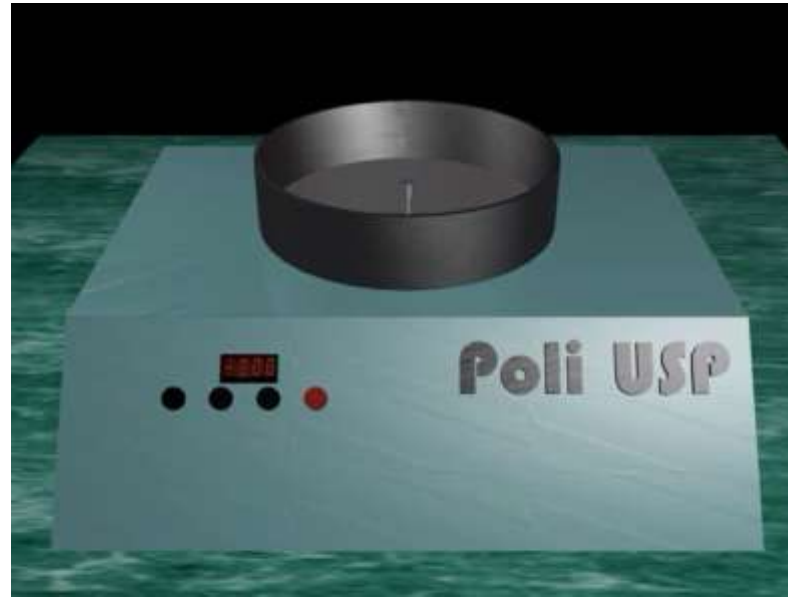


Métodos

- Casting;
- Spin casting;
- Langmuir-Blodegett (LB);
- Ink-jet;
- Self-assembly;
- In situ

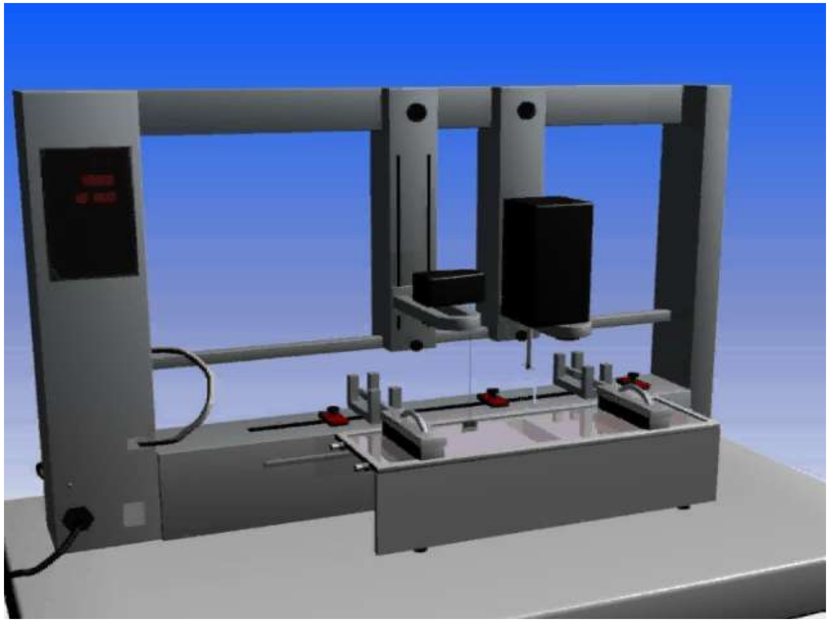
Processamento

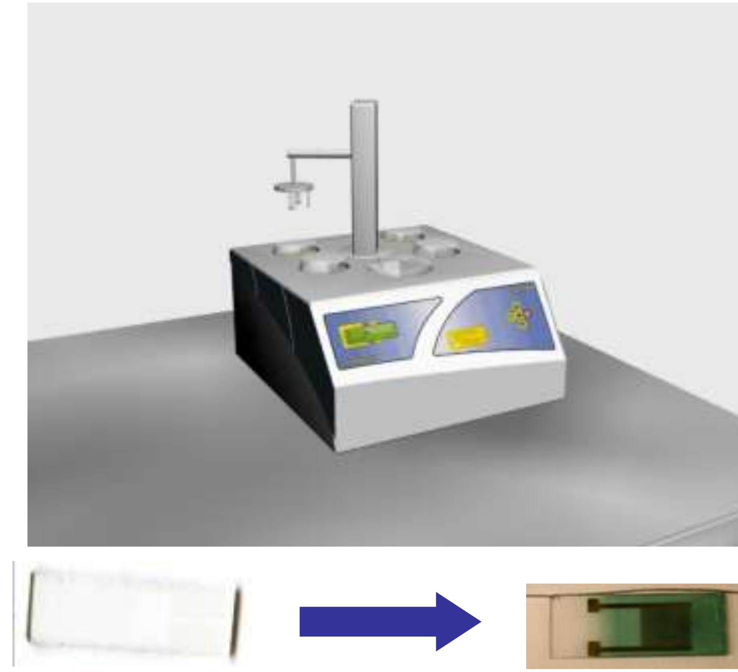
Spin Coating



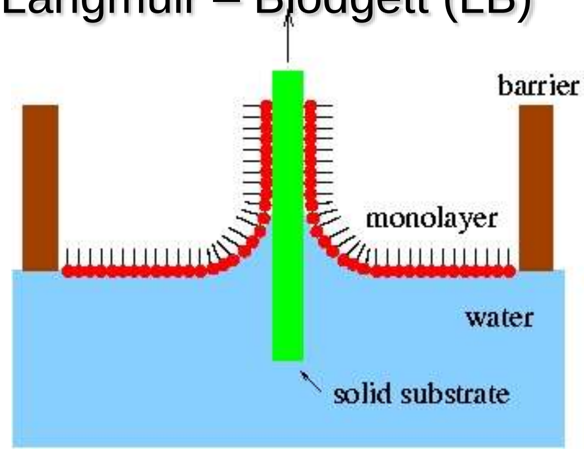
Glove box

Processamento

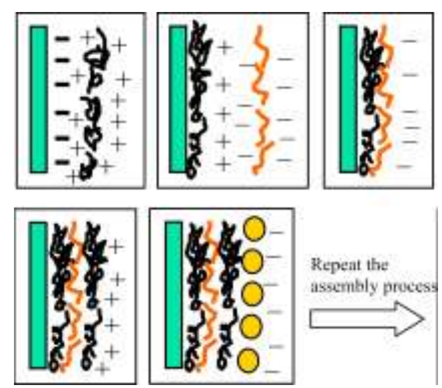




Langmuir – Blodgett (LB)



Automontagem



Eletropolimerização

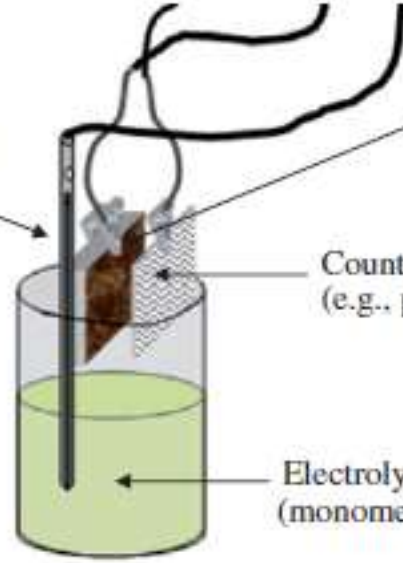


Fig. 2. Three electrode setup for electrochemical synthesis: reference electrode, working electrode (where polymerization occurs), and counter electrode all submersed in a monomer and electrolyte solution.

N.K. Guimard et al. / Prog. Polym. Sci. 32 (2007) 876–921

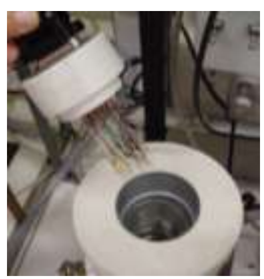
Principais áreas de aplicação - GEM

- **Polímeros condutores**
- **Equipamentos**
- **Sensores**

Sensores químicos

- Detecção de amonia em fazendas
- Nariz e língua eletrônica para:

➢ Análise de alimentos
➢ (café, suco de frutas, vinho)
➢ Perfumes e aromas
➢ Qualidade
➢ Análise de água
➢ Análise de combustíveis

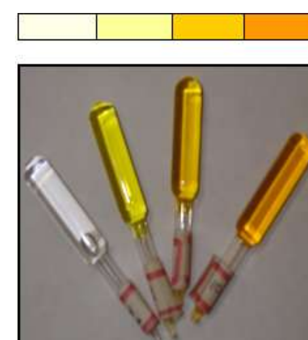


Organic light emitting diodes - OLEDs

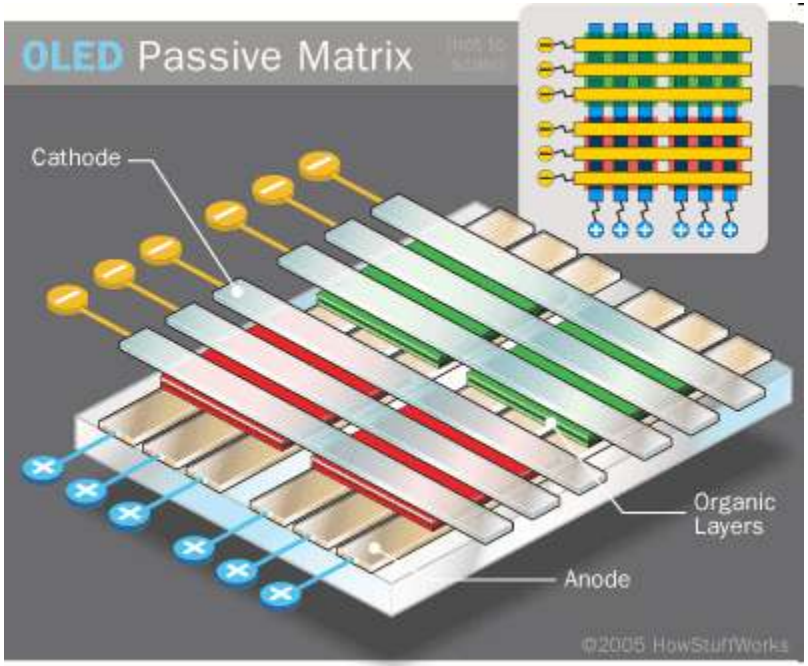
Outros dispositivos

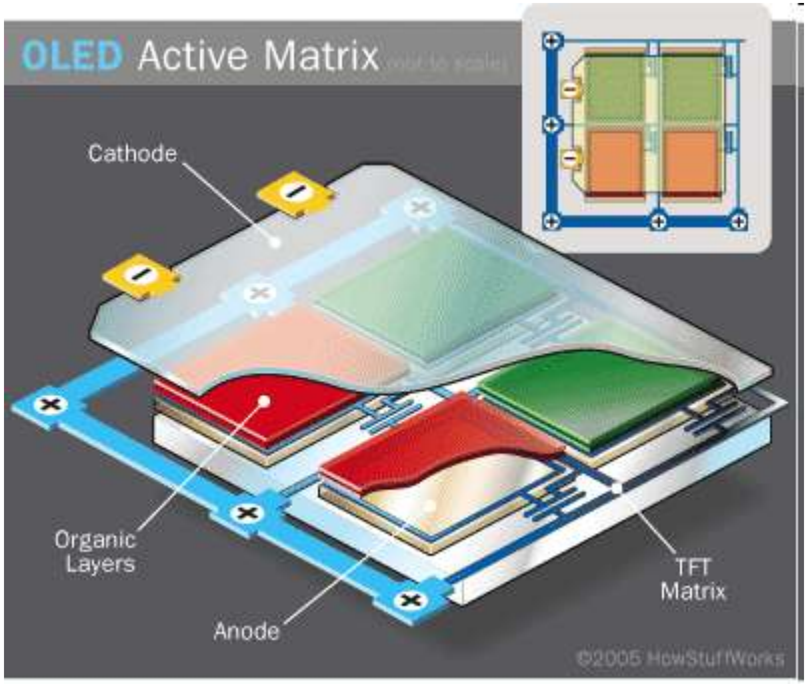
- Sensores de pressão
- Transistores de filmes finos
- Sensores fotoelétricos
- Células solares

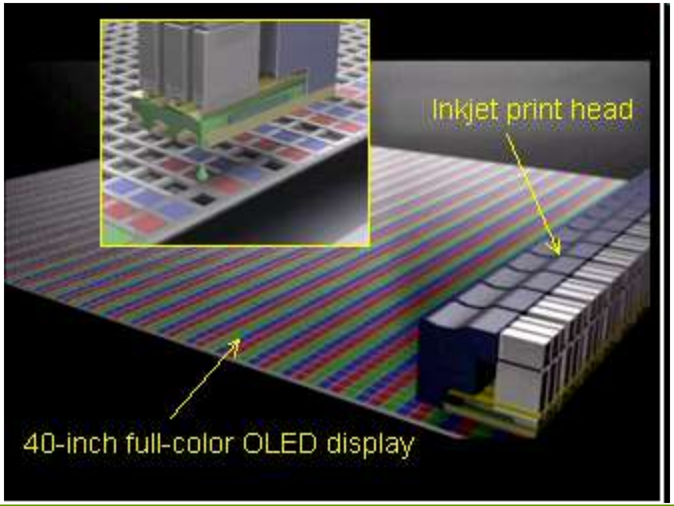
Dosímetros de Radiação Gama



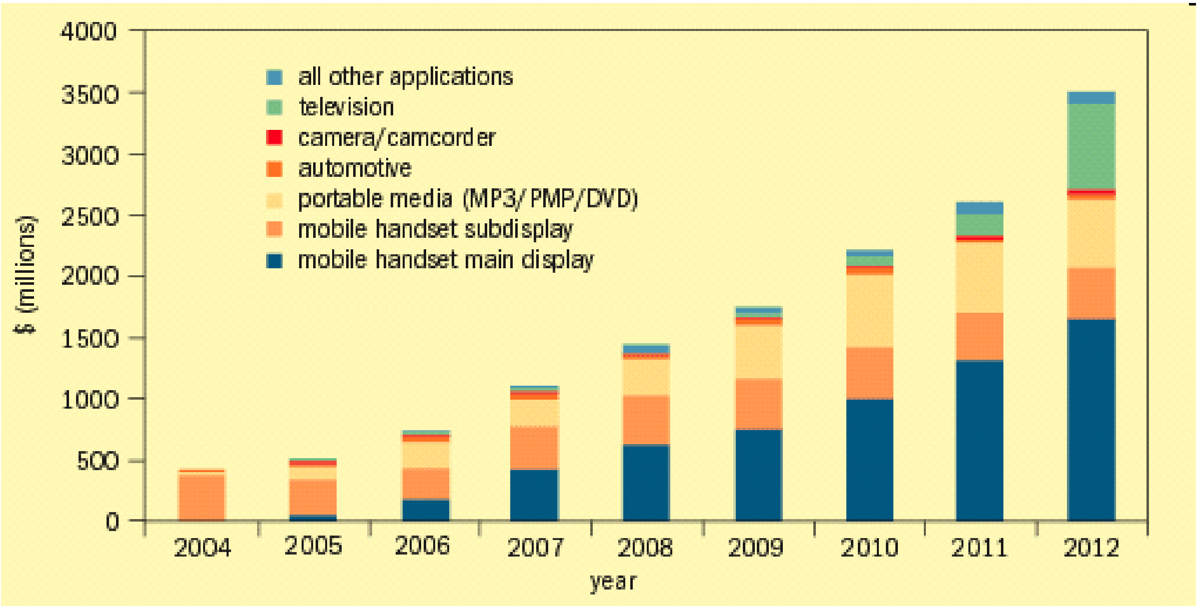
Tipos de OLEDs







Mercado para OLEDs



Worldwide OLED panel market, 2004-2012
Image: iSuppli Corp, Organic Light-Emitting Diode Displays, 1H 2006

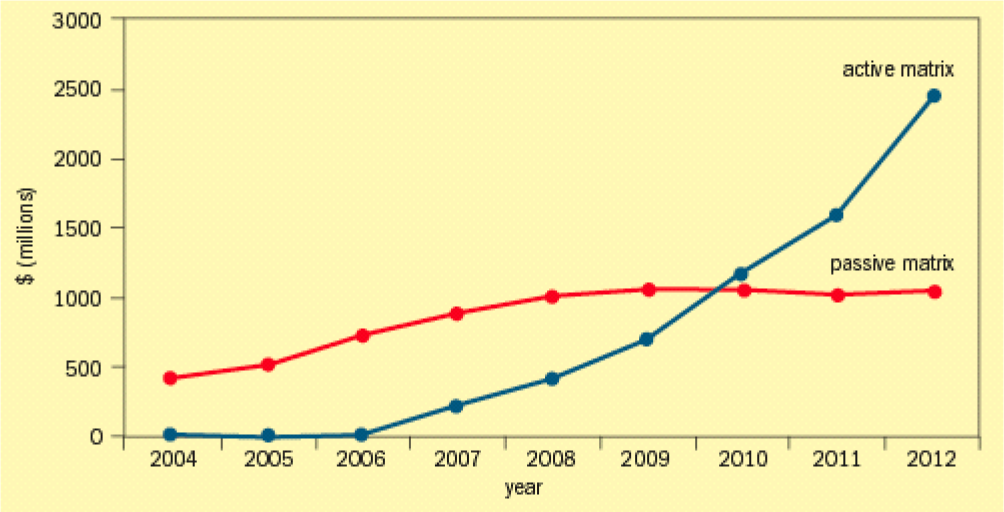
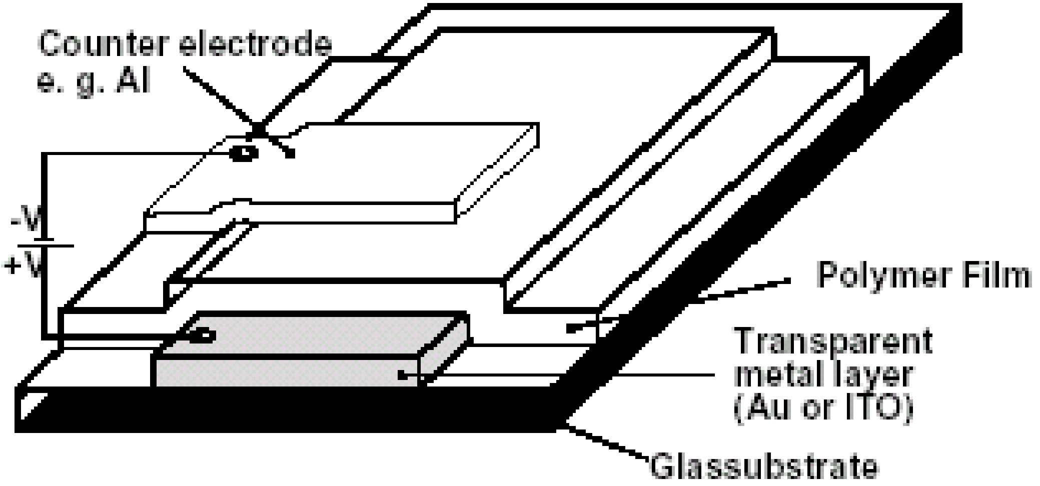
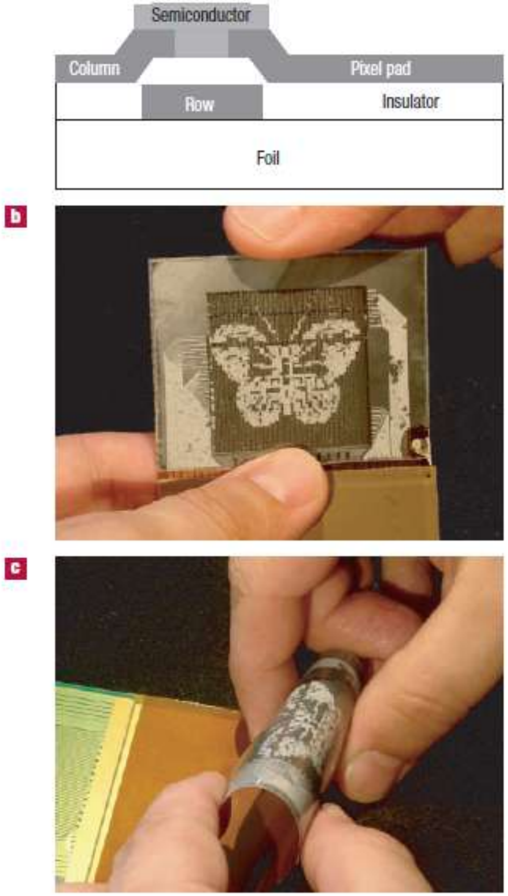


Image: iSuppli Corp, Organic Light-Emitting Diode Displays, 1H 2006

OLED's

Estrutura Típica





Aplicações OLEDs

Figura 1.4 - Primeiro visor monocromático de polímero luminescente (1″, ano 1995) [20] e TV policromático (2001) usando tecnologia ink-jet. Ambos ainda estão em fase de protótipo.

OLEDs

OLED's

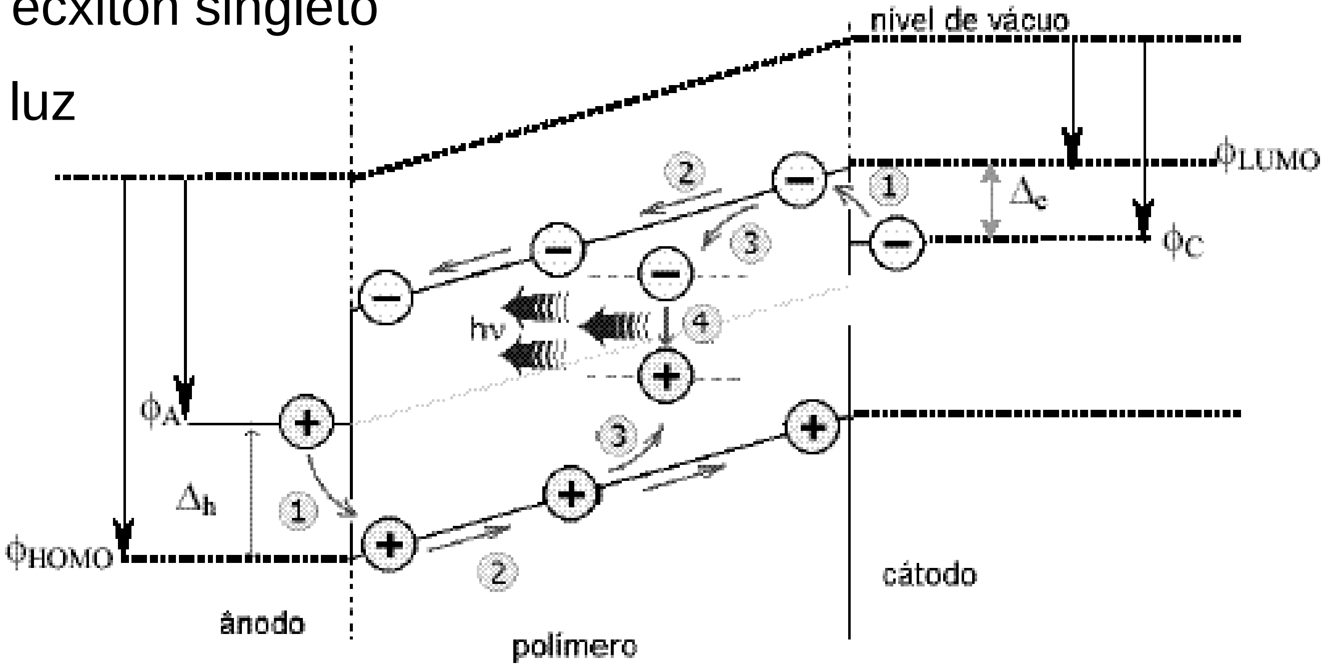
Injeção e Transporte de Portadores

(1) - Injeção de portadores negativos pelo catodo

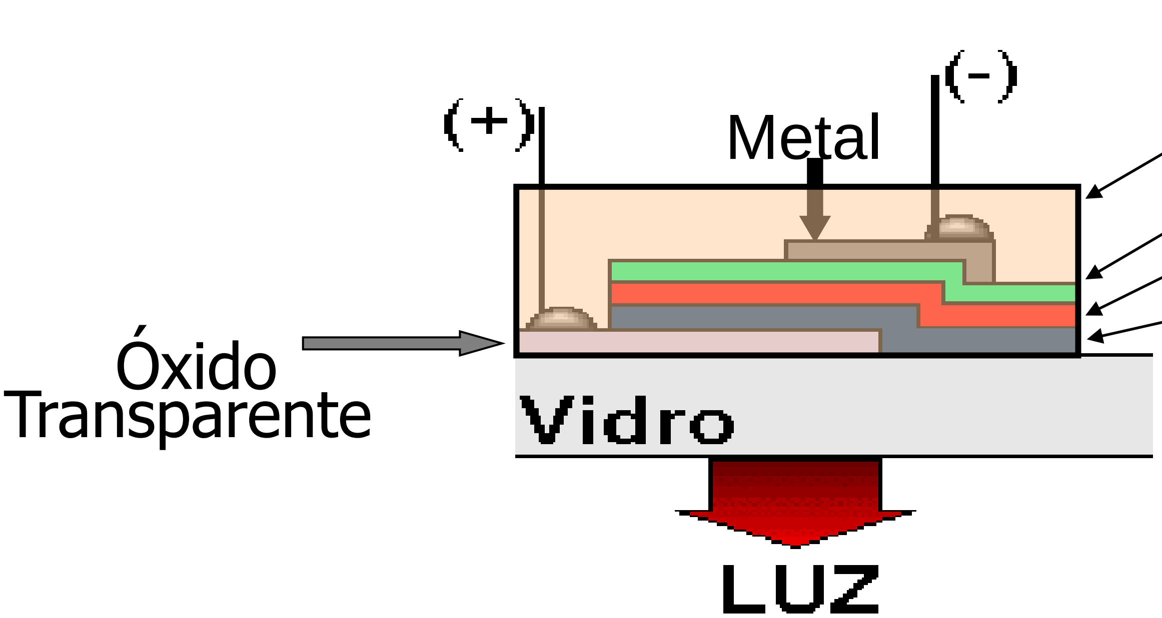
(2) - Geração de pólarons + e – (Campo Elétrico)

(3) - Geração de um écxiton singleto

(4) – Decai emitindo luz (Fóton)



Estrutura Melhorada

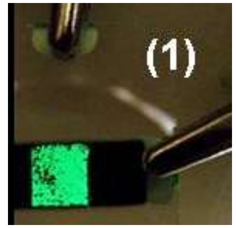


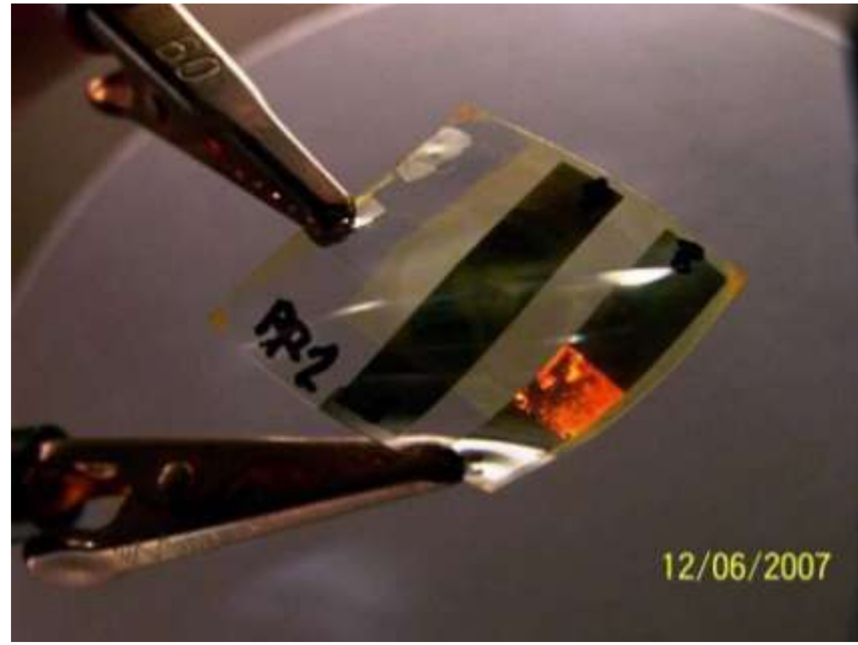
Nitreto de Carbono (CN)

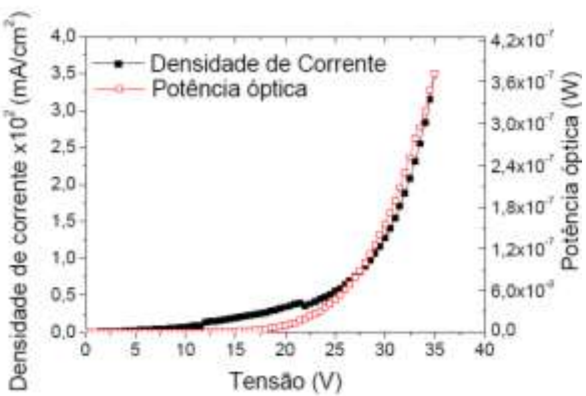
Nitreto de Silício (SN)

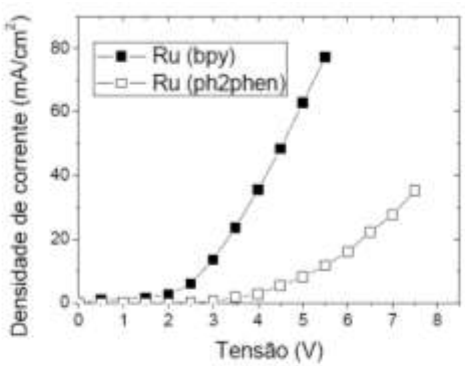
Visa obter uma maior eficiência do dispositivo (PLED)

Diodos emissores de luz orgânicos - OLEDs









- **Substratos flexíveis**
- **Diferentes cores**
- **Baixa tensão de operação**

Células Solares

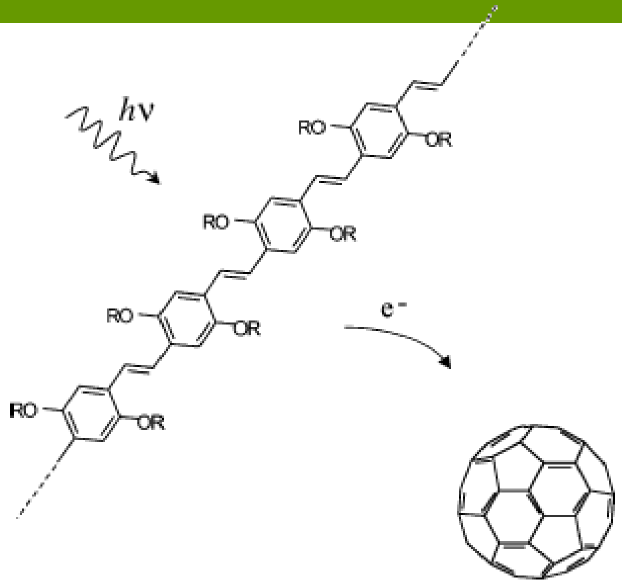
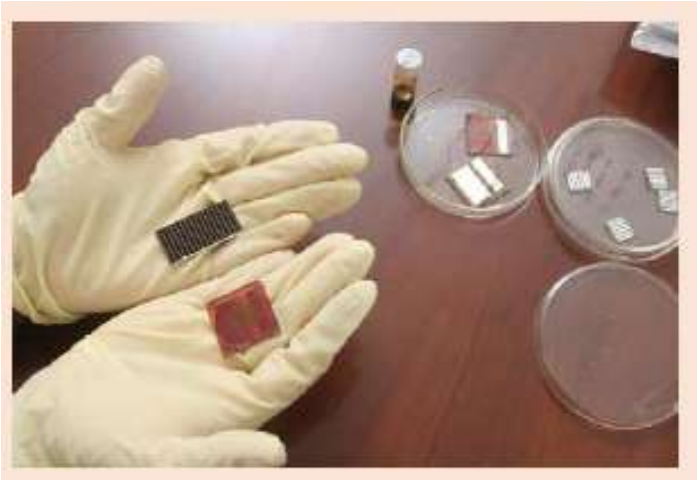
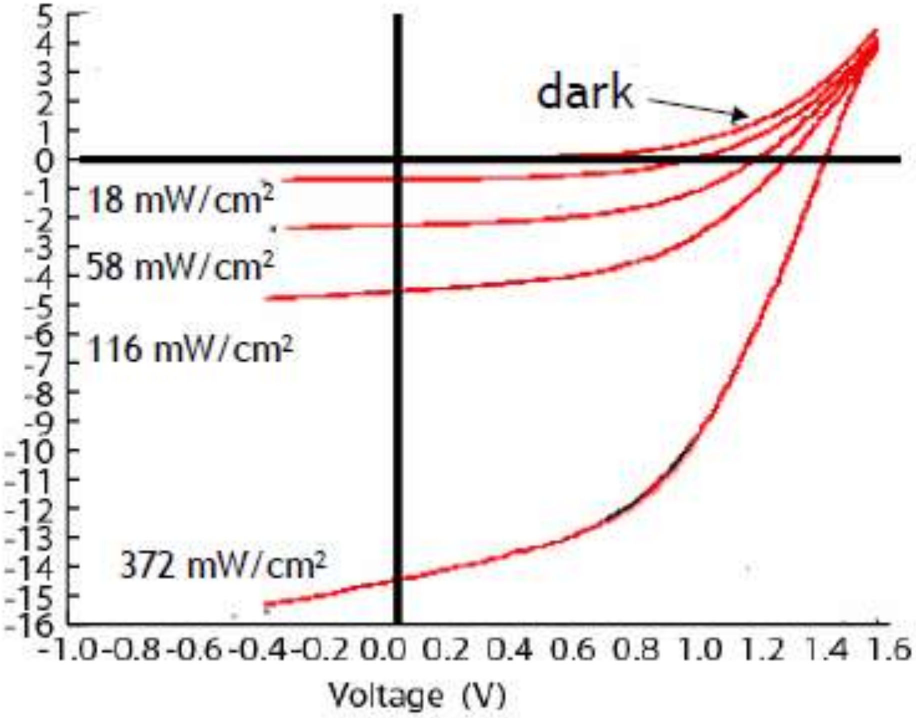
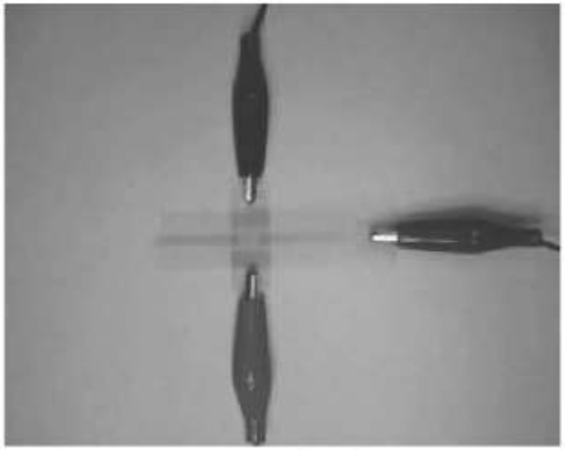


Fig. 12. Illustration of photo-induced electron transfer from a conjugated semiconducting polymer to C_{60}.

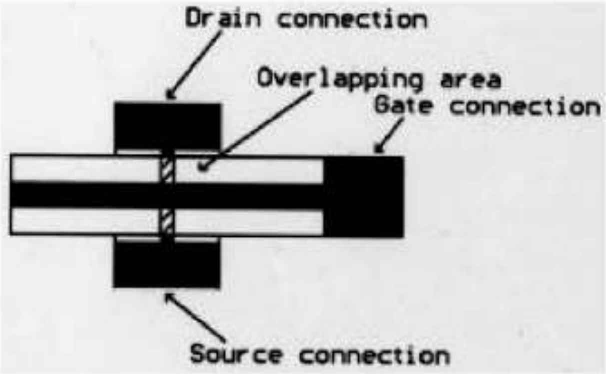




Transistores

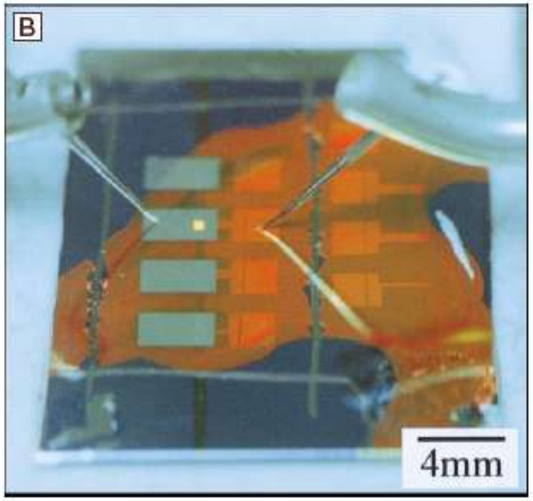


FET-type device



Field effect configurationm

Fig. 13. Field effect doped "PEDOT".



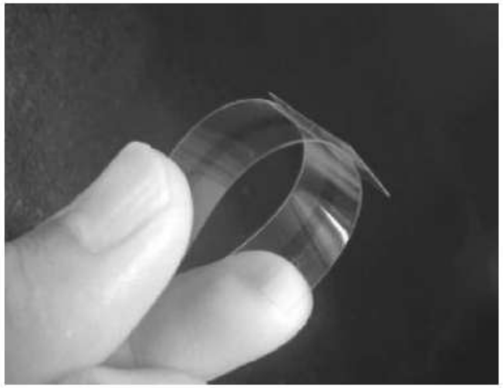
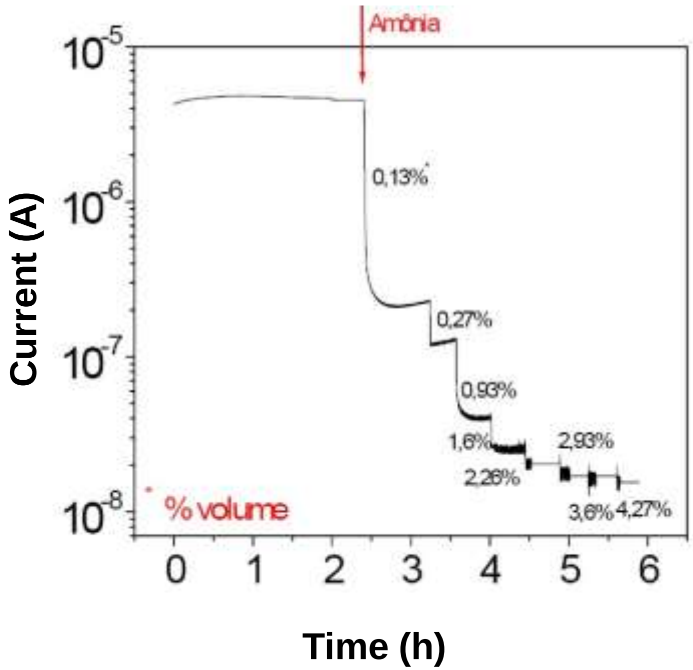
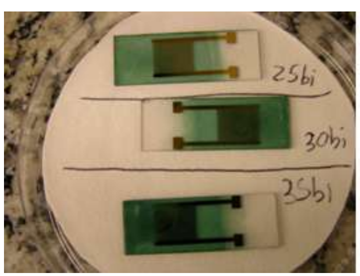
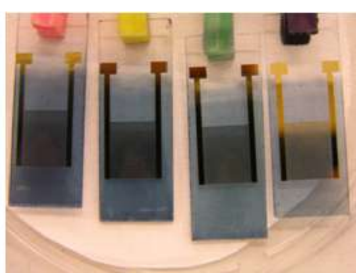


Fig. 14. FET-type device.

Sensores

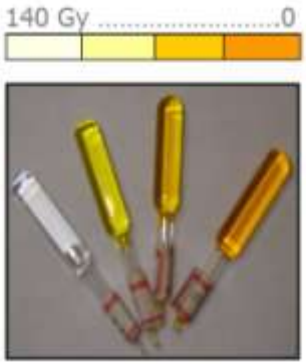


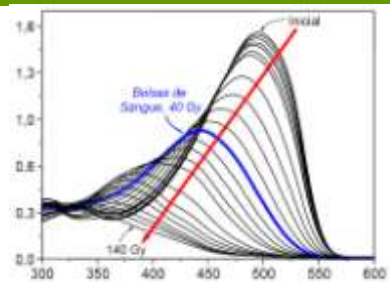


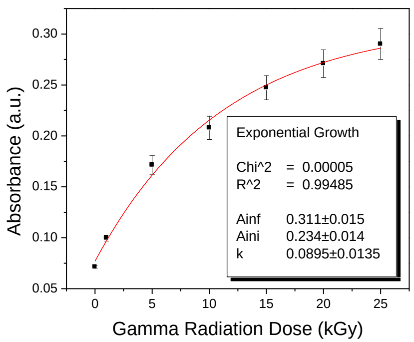


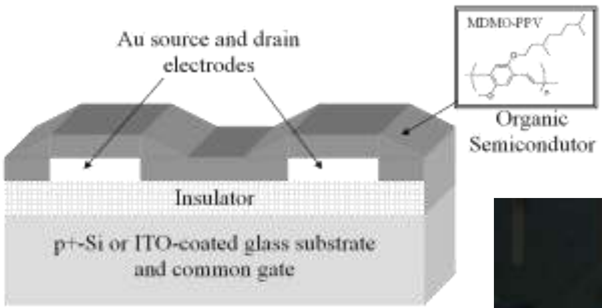
Sensores de amônia

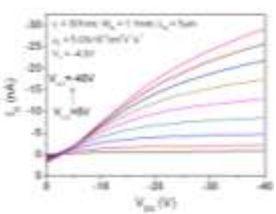
Dosímetros de radiação gama

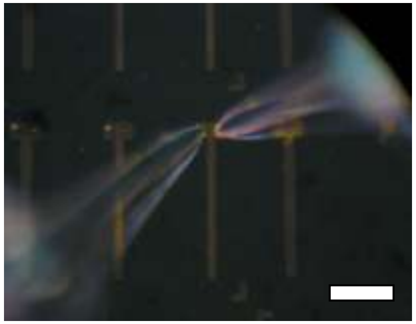












Propriedades

Materiais

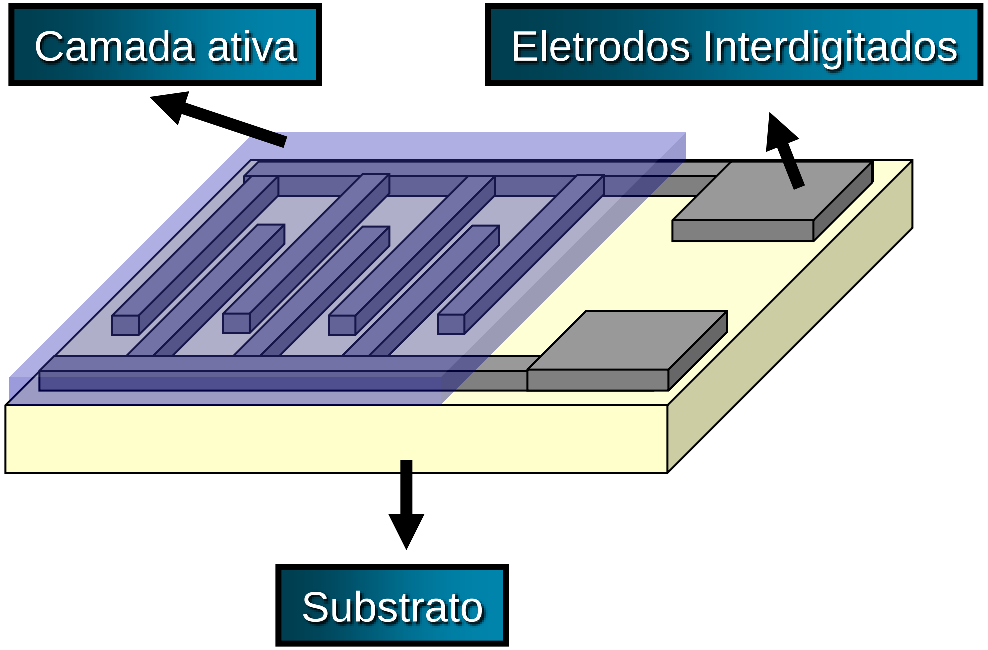
- espessura
- rugosidade
- condutividade

Ambiente

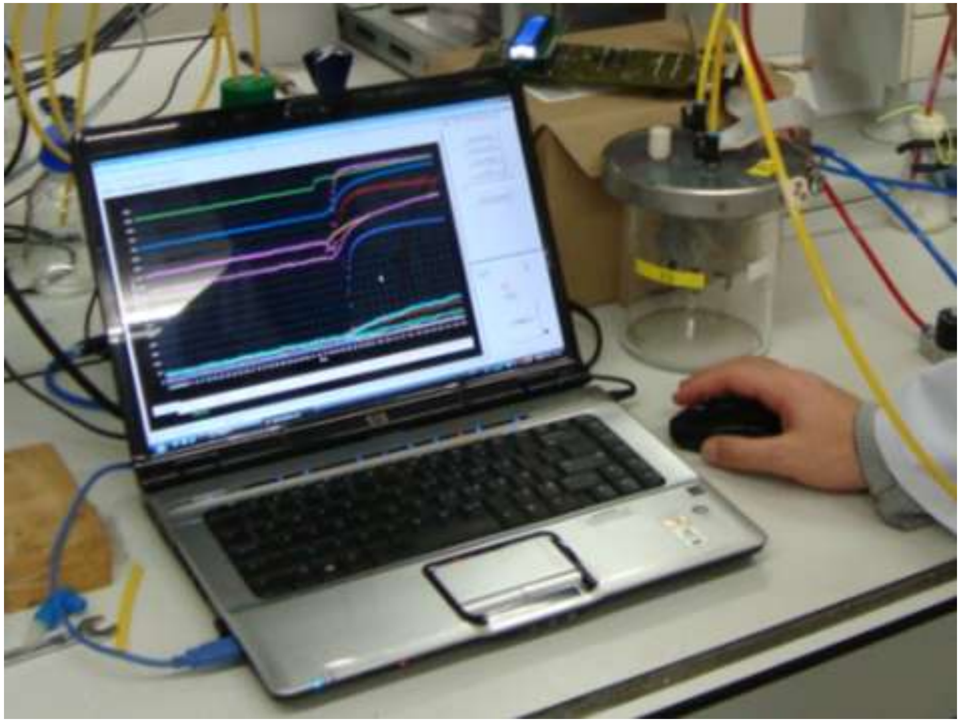
- pressão
- fluxo
- umidade
- temperatura

Sensores

- Controle de processos
- sinais eletricos
- reprodutibilidade
- sensibilidade

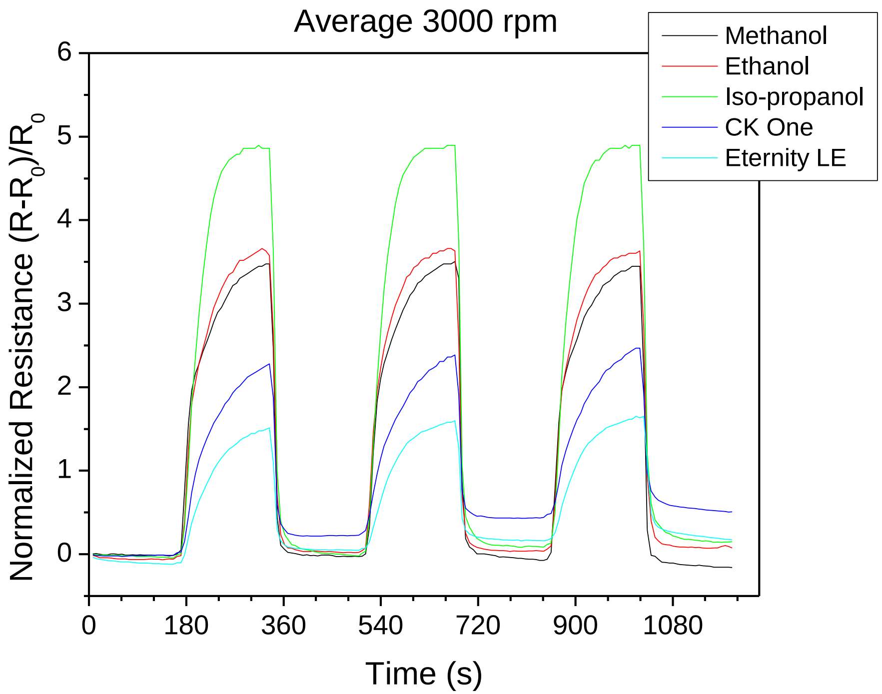


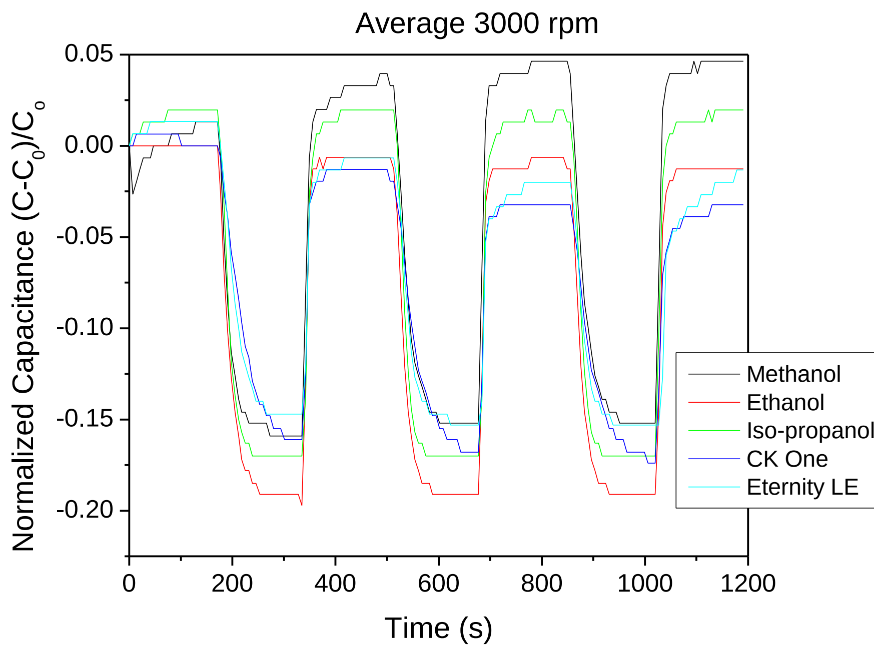
E-Nose setup



Diferentes analitos – PEDOT:PSS 3000 rpm films

Ar e ar com analitos

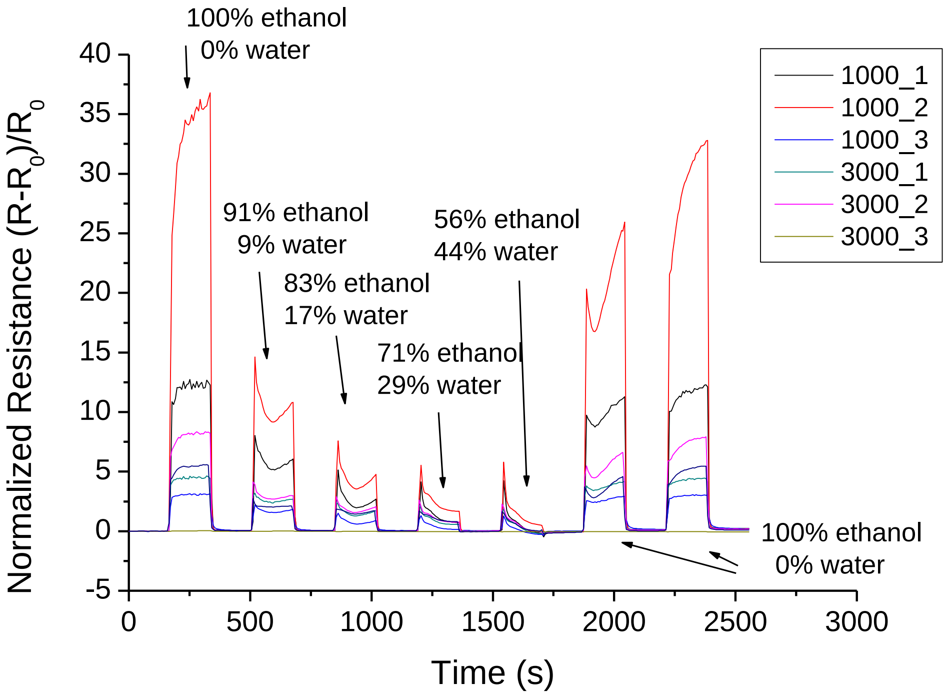


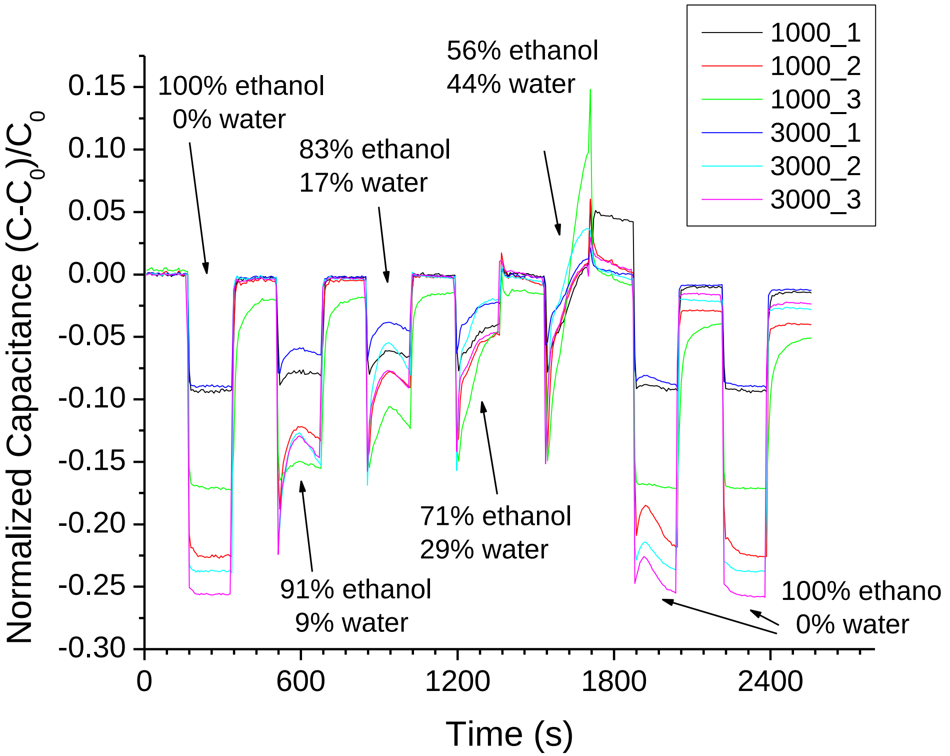


- **diferentes analitos: diferentes intensidades de sinais**
- **Resistência tem maiores variações do que capacitância**

Detecção de etanol e adulteração de combustível

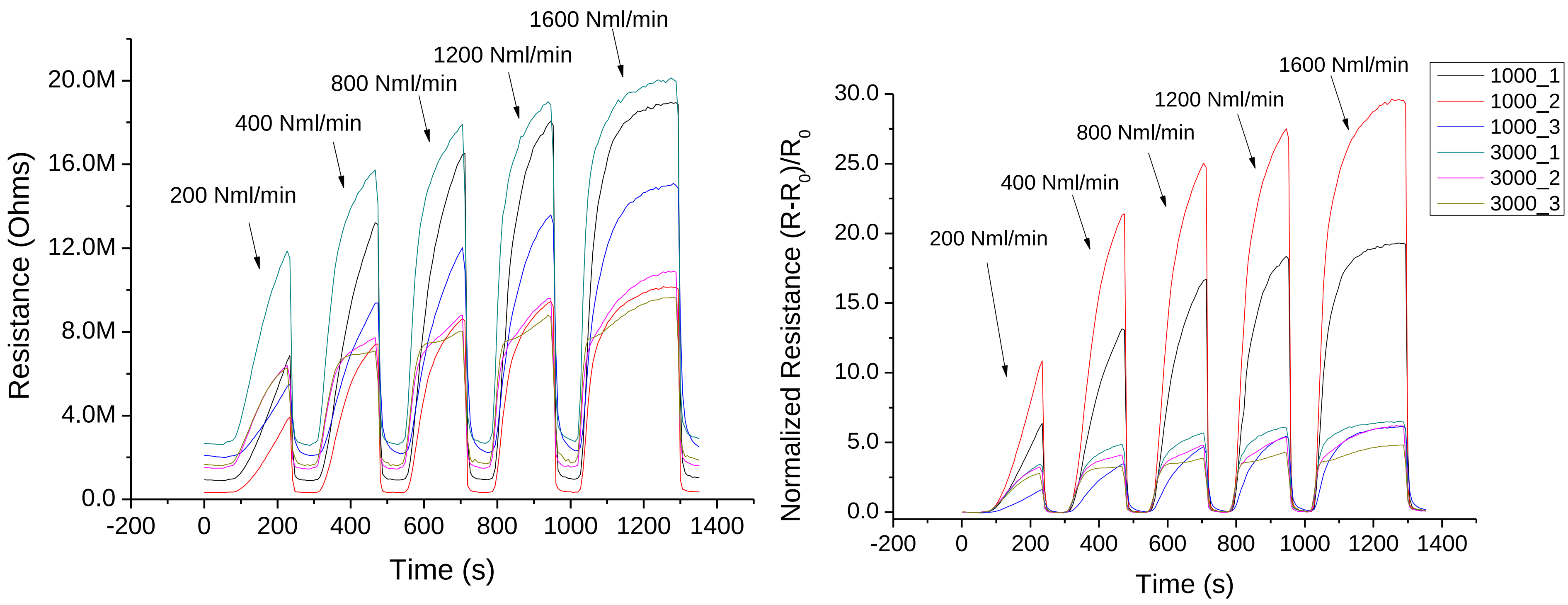
Ar, Ar com etanol e ar com etanol e agua





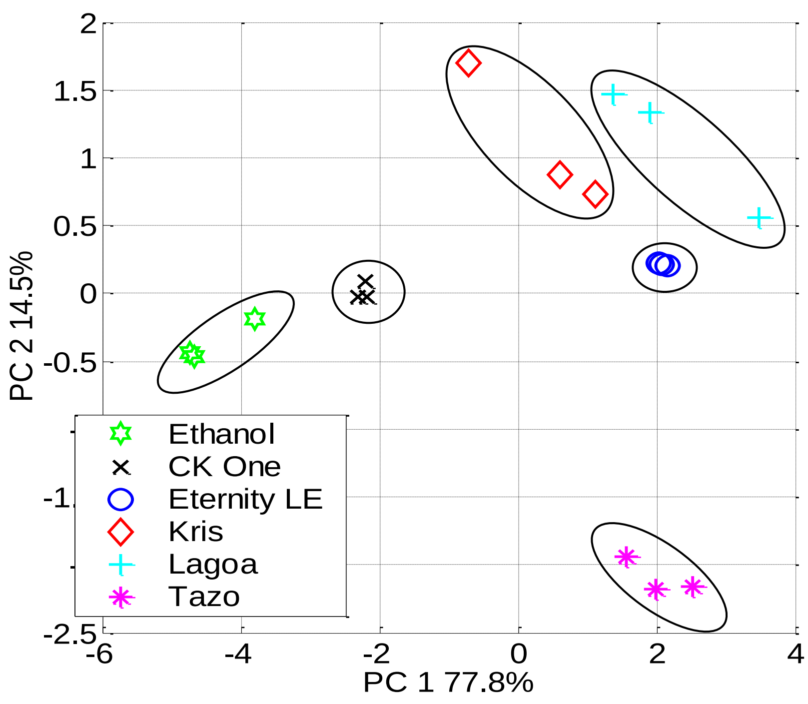
Influência da vazão – medidas de resistência

Ar e ar com metanol

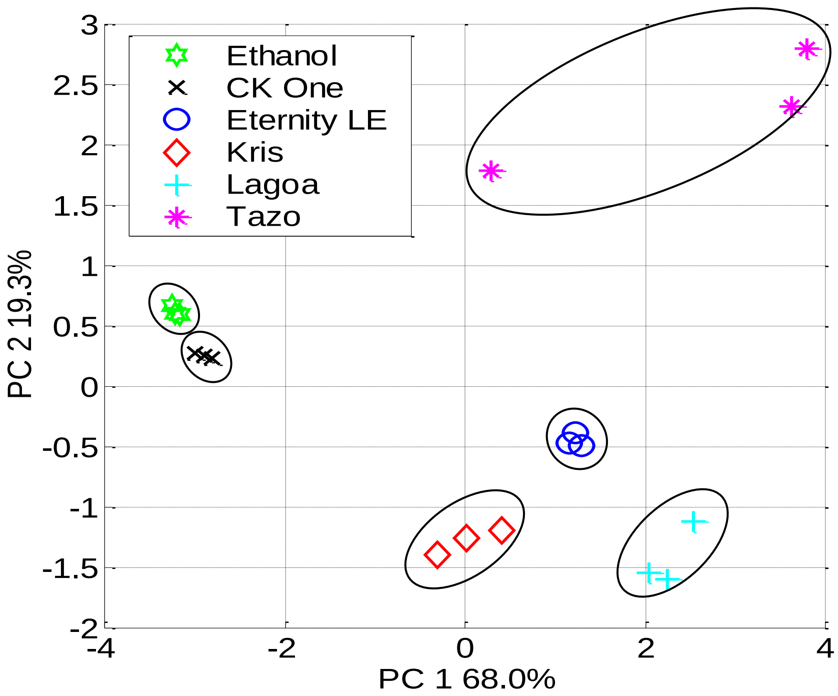


A vazão influencia fortemente a constante de tempo do sinal e não necessariamente a intensidade máxima

Discriminação de perfumes



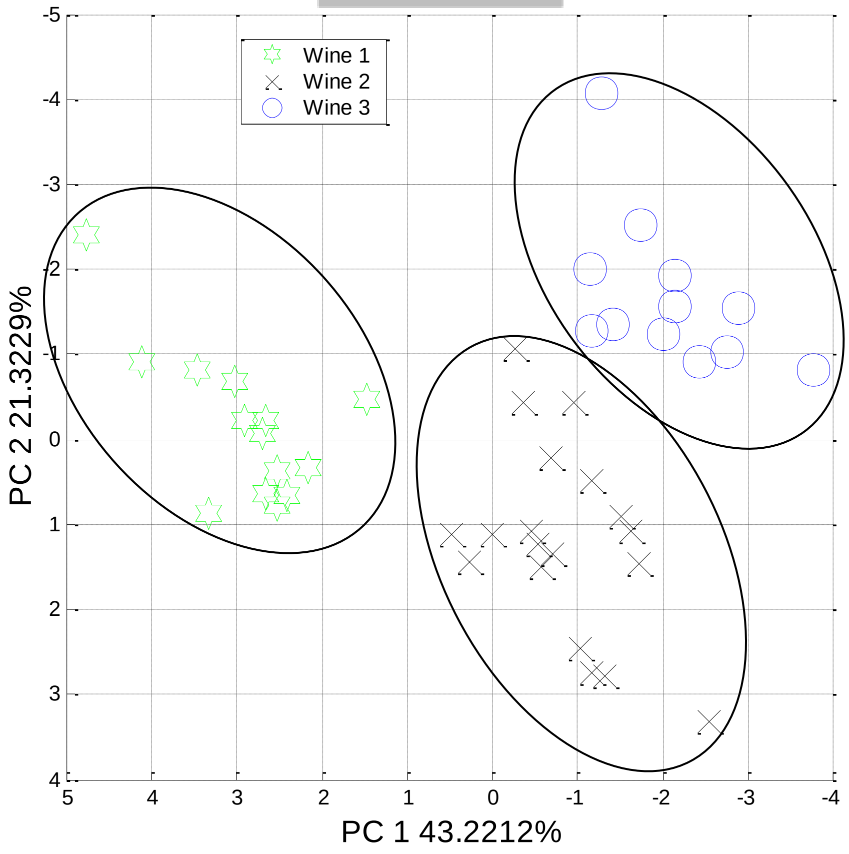
Resistência



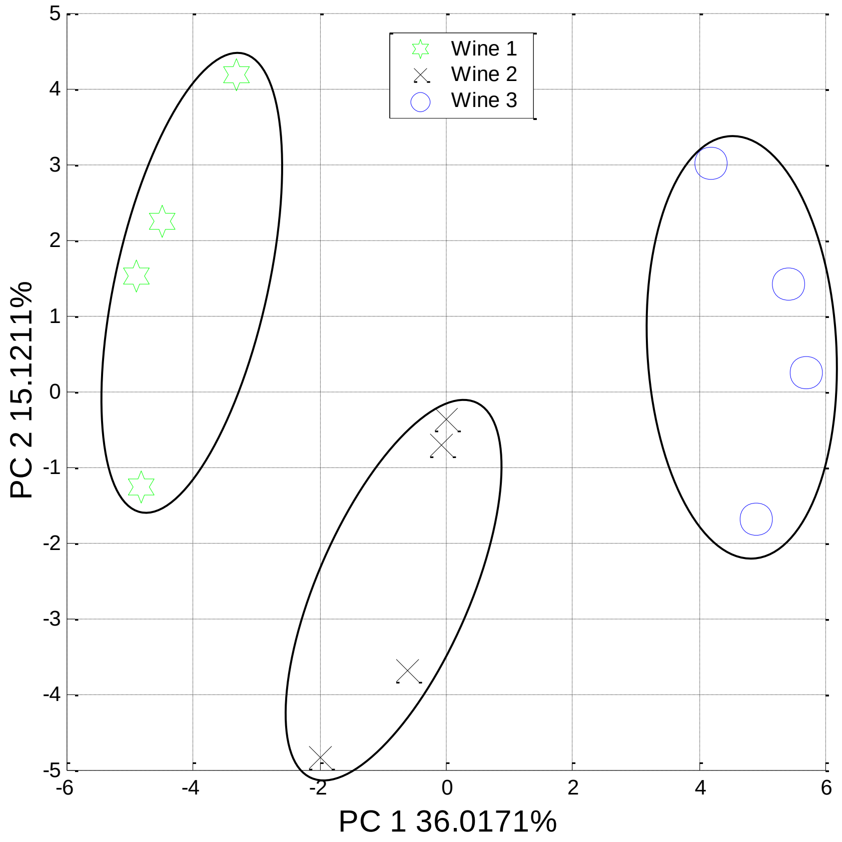
Capacitância

Vinhos

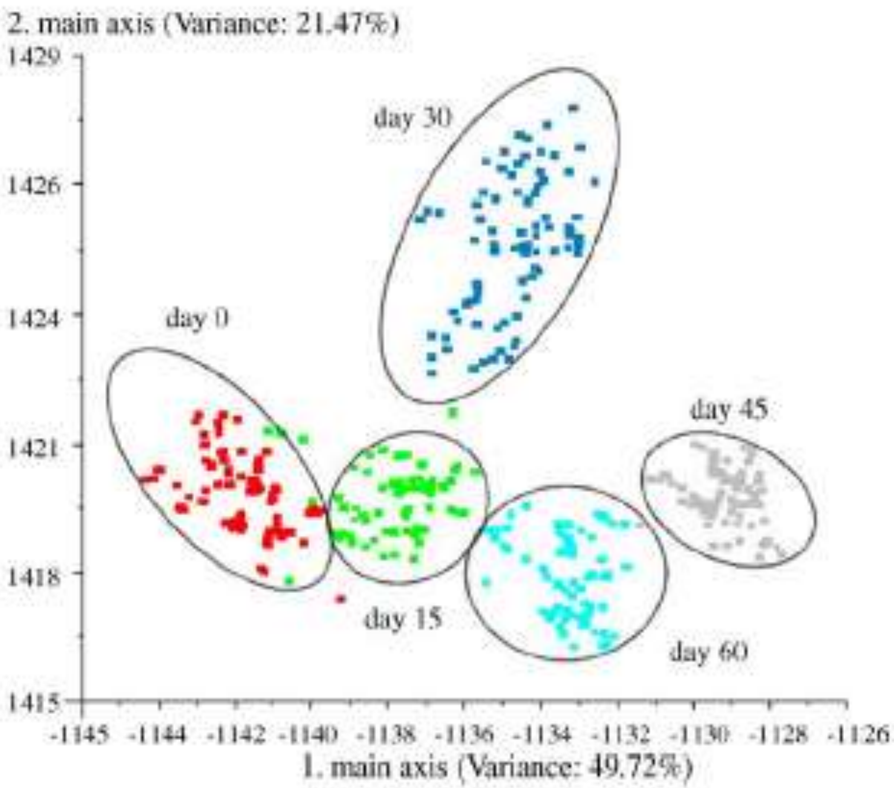
E-NOSE

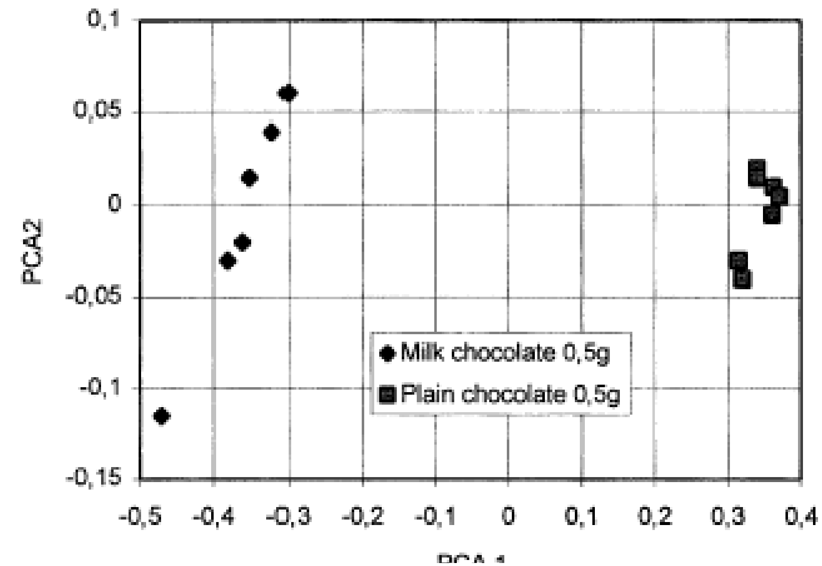


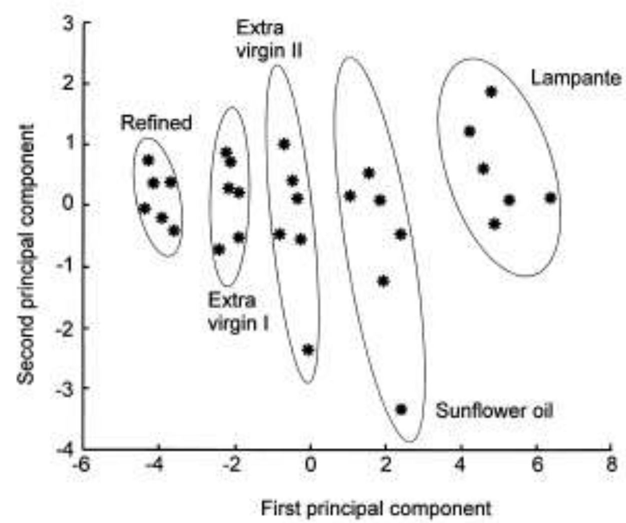
GC-MS



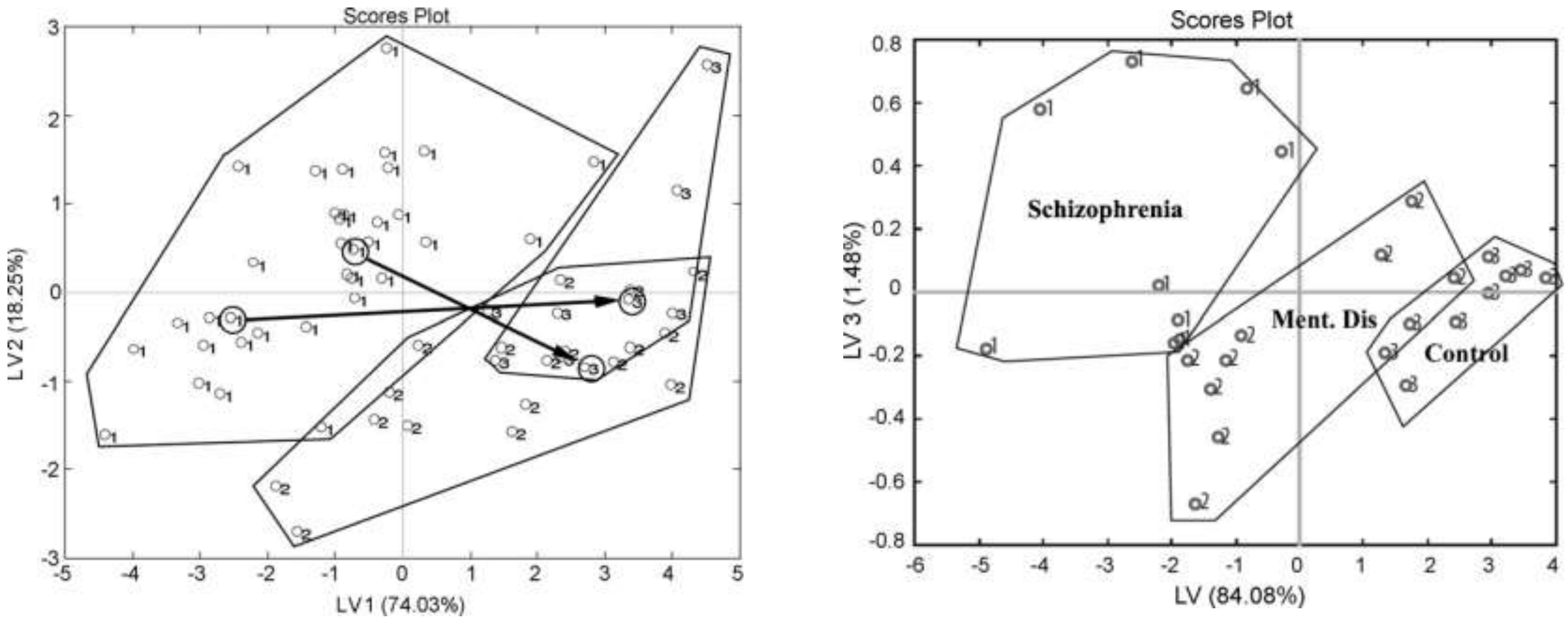
Discriminação: leite, azeite e chocolate







Cancer de pulmão e doenças mentais



Conclusões

A nanotecnologia é o ramo da ciência que mais cresce, fruto das "menores" descobertas!!!!

O carbono, tão essencial para a vida na Terra, agora mostra-se essencial para o progresso tecnológico

O futuro é flexível!

Obrigado!