

CIÊNCIA E ENGENHARIA DOS MATERIAIS

1ºAno – 2º Sem - MIEM

Generalidades sobre materiais

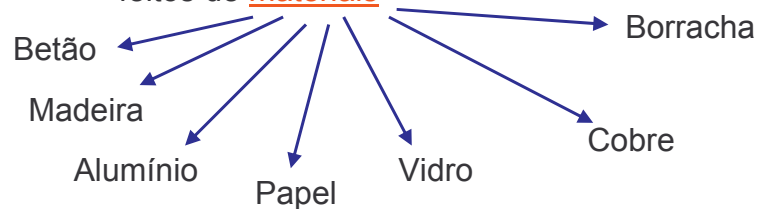
- Materiais – definição
- Perspectiva histórica
- O que é a Ciência e Engenharia dos Materiais
- Propriedades dos Materiais
- Classificação dos Materiais
- O Futuro dos Materiais

Materiais - definição

São substâncias com as quais se fazem coisas

Desde os primórdios da civilização, o Homem tem usado os **materiais**, conjuntamente com a **energia**, para **melhorar os seus padrões de vida**

São parte integrante da nossa vida uma vez que os produtos que nos rodeiam são feitos de **materiais**



Perspectiva Histórica

Princípio da Ciência dos Materiais — O Homem começou a fazer ferramentas de e com a pedra – Deu-se início à **idade da pedra** há cerca de **2 milhões de anos**.

Materiais naturais: Pedra, Madeira, Gesso, Peles, Ossos, etc.

A Idade da pedra terminou há 5000 anos atrás com o aparecimento do **Bronze** no Extremo Oriente.



Liga metálica:

Mistura de dois elementos em que pelo menos um deles é um metal
Bronze – Cu e Sn (e outros elementos)

Perspectiva Histórica

Bronze : Pode ser trabalhado por variados processos (deformação plástica a quente ou a frio, vazado numa grande variedade de formas)

Corrói-se muito pouco e lentamente pois forma à superfície um filme muito espesso e estável de óxido.

A **idade do ferro** começou há 3000 anos atrás e continua nos dias de hoje. O uso do ferro e do aço, materiais resistentes e baratos, modificou drasticamente a vida do dia a dia de todas as pessoas.

Actualidade - **idade dos materiais avançados**: Utilização de muitos tipos de novos materiais (cerâmicos, semicondutores, polímeros, compósitos, etc.).

Perspectiva Histórica

Exemplos de aplicações recentes de materiais inovadores

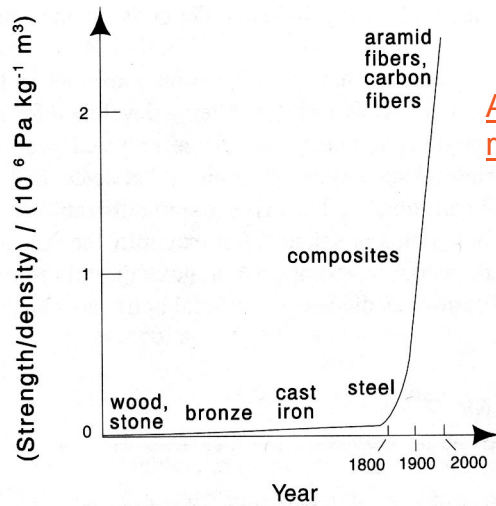
- A maioria dos microcircuitos são feitos de um material semicondutor: Si.
- O titânio é usado para válvulas mitrais.
- Duas fibras ópticas com a espessura de um cabelo humano podem transmitir 625 000 chamadas telefónicas em simultâneo.
- Os snowboarders usam verniz das unhas reforçado com Kevlar para reparar as pranchas.
- A fibra de carbono é utilizada para reforçar plásticos usados em equipamento de desporto (raquetes e tacos de golfe).

Perspectiva Histórica

Exemplos de aplicações recentes de materiais inovadores (continuação)

- As viseiras dos primeiros astronautas a pisar a Lua foram feitas em policarbonato.
- Os díodos emissores de luz mais brilhantes são feitos de materiais orgânicos.
- Um CD feito de policarbonato tem capacidade para armazenar 1000 livros de texto.
- O rádio mais pequeno do mundo é do tamanho de uma ervilha.
- A guitarra mais pequena do mundo tem um comprimento de 10 μm e as 6 cordas possuem um diâmetro de 50 nm.

Perspectiva Histórica



Aumento da relação
resistência versus densidade

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

7

Perspectiva Histórica

Procura de novos materiais

- Engenheiros mecânicos → Materiais que resistam a temperaturas elevadas
- Engenheiros electrotécnicos → Materiais supercondutores/ópticos com desempenhos mais rápidos
- Engenheiros aeroespaciais → Materiais com uma relação resistência/peso elevada
- Engenheiros químicos → Materiais resistentes à corrosão

**A Engenharia não é possível sem MATERIAIS
TODOS OS RAMOS DE ENGENHARIA ESTÃO
RELACIONADOS COM OS MATERIAIS**

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

8

Propriedades dos materiais

São a forma como os materiais respondem ao ambiente, às solicitações e forças exteriores.

Mecânicas:

Resposta às forças mecânicas: Resistência, Dureza, Fadiga, etc.

Eléctricas e magnéticas:

Resposta aos campos eléctricos e magnéticos, condutividade, etc.

Térmicas:

Relacionadas com a resistência à transmissão de calor e capacidade de absorção de calor.

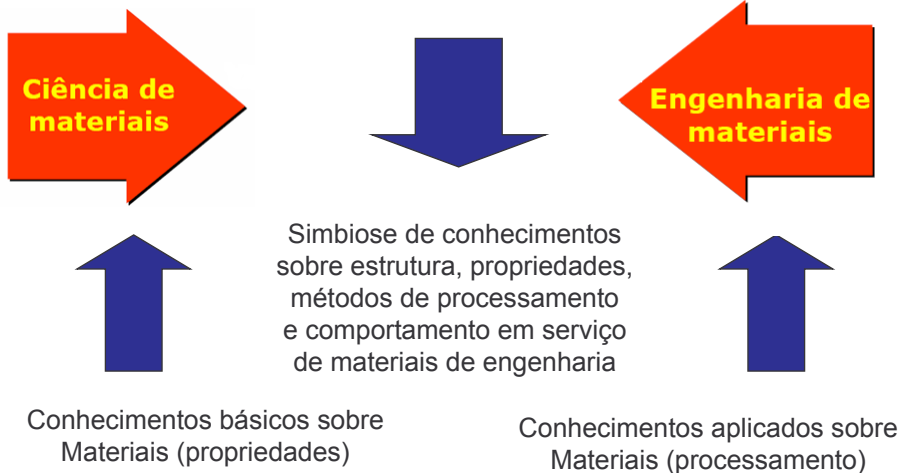
Ópticas:

Absorção, transmissão, difusão da luz.

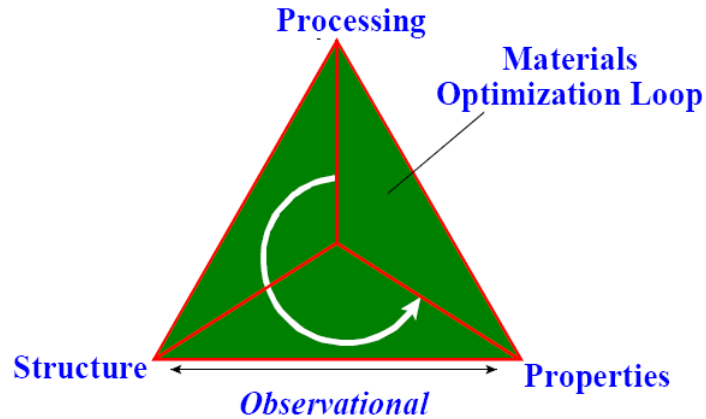
Estabilidade química:

Contacto com o ambiente e resistência à corrosão.

Ciência e Engenharia dos Materiais



Ciência e Engenharia dos Materiais



Investigação da relação entre o processamento, a estrutura, as propriedades e a performance dos materiais.

Classificação dos materiais

- Materiais metálicos
- Materiais poliméricos
- Materiais cerâmicos e vítreos
- Materiais compósitos
- Materiais semicondutores
- Biomateriais



Materiais Metálicos

Substâncias constituídas pela mistura de um ou mais elementos metálicos (Fe, Cu, Al, etc) e/ou um ou mais elementos não metálicos (C, N, O, etc)

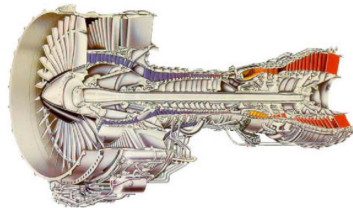
Metais e ligas ferrosas:
Aços e ferros fundidos

Metais e ligas não ferrosas:
Al e ligas de Al
Cu e ligas de Cu
Zn e ligas de Zn
Ti e ligas de Ti,
Metais preciosos,
etc.

Bons condutores eléctricos e térmicos
Elevada resistência mecânica e ductilidade
Estrutura cristalina ordenada
Elevada rigidez e resistência ao choque

Materiais Metálicos

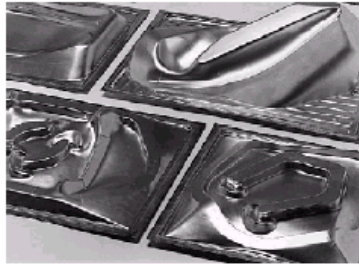
Motor de avião a jacto comercial (PW2037): Ligas de Ni, resistentes a altas temperaturas e com elevada resistência mecânica.



Futuro: compósitos de matriz metálica ou matriz cerâmica para aumento da eficiência.

Materiais Metálicos

Chapa de aço e alumínio.



Teresa Duarte

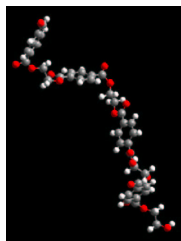
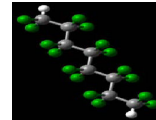
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

15

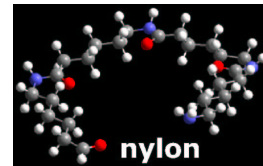
Materiais Poliméricos

Polímero: “muitas unidades”

Substâncias constituídas por longas cadeias ou redes moleculares de compostos orgânicos: C, H, O, Cl, S, N



Baixo custo
Fácil maquinagem
Eliminação de operações de acabamento
Montagem simplificada
Redução de ruído
Eliminação de lubrificação
Inquebráveis
Baixa densidade



Plásticos:
termoplásticos ou termoendurecíveis

Elastômeros (borrachas)

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

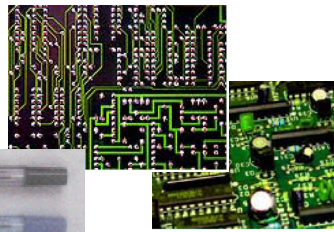
16

Materiais Poliméricos

Indústria automóvel: 10 a 20% plástico e borracha



Indústria da embalagem
Utilidades domésticas
Indústria electrónica



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

17

Materiais Poliméricos



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

18

Materiais cerâmicos

Substâncias inorgânicas constituídas por elementos metálicos e não metálicos ligados por ligações iônicas e/ou covalentes

- Maus condutores eléctricos e térmicos
- Resistentes a temperaturas elevadas
- Elevada dureza
- Fragilidade mecânica
- Baixa tenacidade e ductilidade



Cerâmicos tradicionais: Misturas de óxidos - argila, sílica e feldspato
Tijolos, telhas, azulejos, porcelana; etc.
Cerâmicos técnicos: Compostos puros - SiC;
Si₃N₄; Al₂O₃
Vidros (SiO₂)

Teresa Duarte

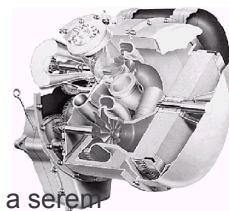
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

19

Materiais cerâmicos



Sistemas de protecção térmica do vaivém espacial



Motores experimentais a ser usados em automóveis (1100 °C)

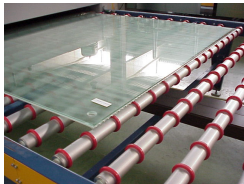
Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

20

Vidros e Materiais vítreos

Transparência (Temp. amb.)
Dureza (Temp. amb.)
Suficiente resistência mecânica
Excelente resistência à corrosão



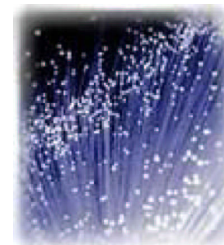
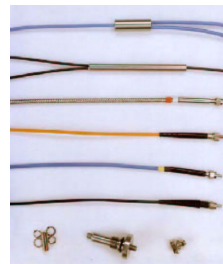
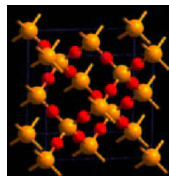
De tecnologia tradicional:
Vidros para construção civil
Vidros e laminados para a Indústria Automóvel
Vidros especiais (lentes, monitores, etc)

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

21

Vidros e Materiais vítreos



De tecnologia avançada:
Mundo das fibras ópticas.
Era da comunicação digital.
Velocidade de propagação passa de electrónica a fotónica.

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

22

Materiais compósitos

“Mistura ou combinação de dois ou mais constituintes que diferem na forma e na composição química e que, na sua essência são insolúveis uns nos outros”



Compósito = Matriz + Reforço

Metal
Cerâmico
Polímero

Fibras
Partículas

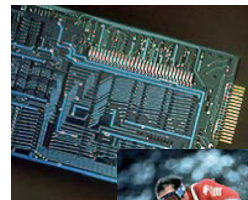
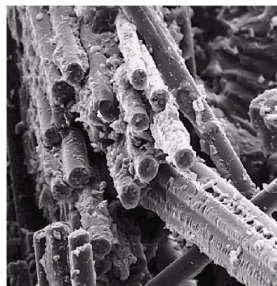


Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

23

Materiais compósitos



Transportes
Eléctrica/electrónica
Construção civil
Infraestruturas
Aeroespacial/Aeronáutica
Recreio/Consumo
Medicina

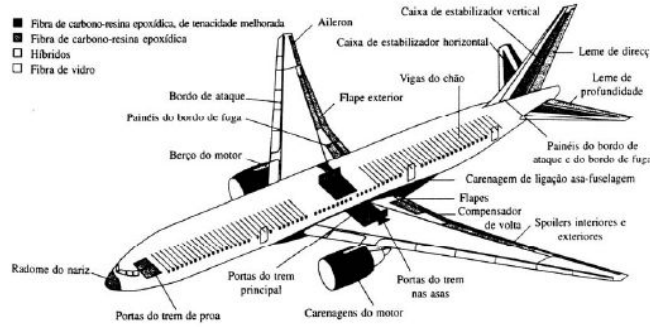
Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

24

Materiais compósitos

Indústria aeronáutica
B777 10% em peso de fibra de vidro



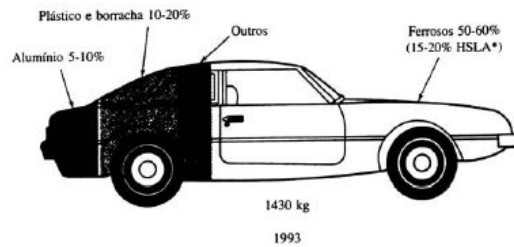
Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

25

Materiais compósitos

Indústria automóvel: Compósitos de matriz plástica reforçada por fibras
 Tejadilho
 Portas
 Porta da bagageira
 “Capot”
 Guarda lamas
 “Spoiler”



Teresa Duarte

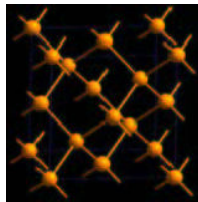
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

26

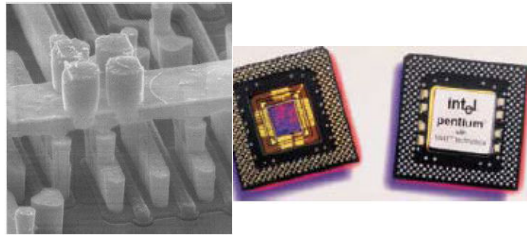
Materiais Semicondutores

Propriedades electro-ópticas.
Menos visibilidade mas grande impacto na sociedade actual.

A Tecnologia revolucionou a sociedade e...
A Electrónica do estado sólido revolucionou a própria Tecnologia!



Silício



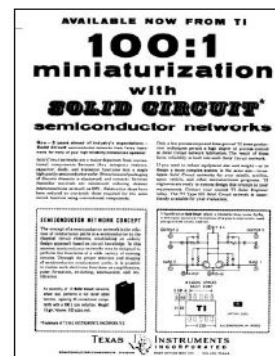
Pastilhas de Silício para chips de computadores

Materiais Semicondutores

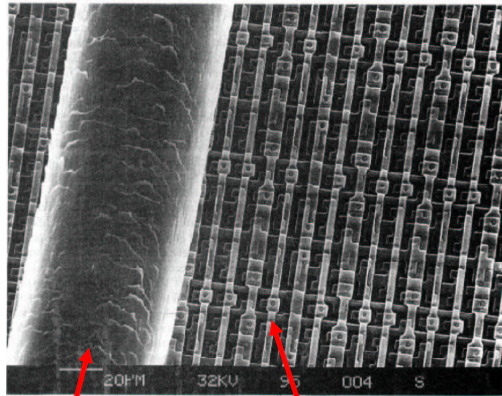
1947
Primeiro transistor de contacto de Ge
J. Bardeen, W. Shockley, W. Brattain
(Prémio Nobel da Física em 1956)



1960
Primeiro circuito integrado comercializado,
feito pela Texas Instruments Inc.

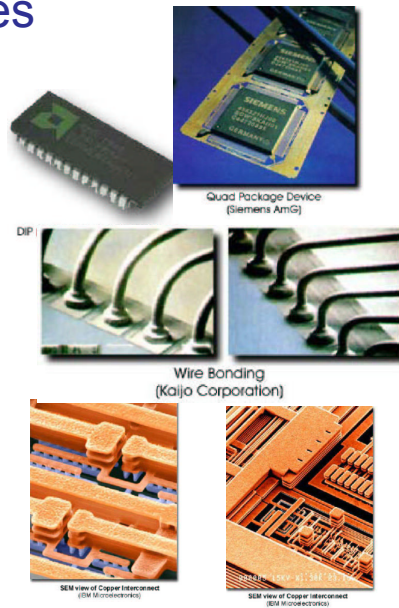


Materiais Semicondutores



Cabelo humano

CI (década 80), as linhas claras correspondem a pistas de Al



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

29

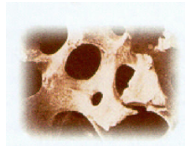
Biomateriais

Próteses artificiais

Estes materiais não devem produzir substâncias tóxicas
Compatibilidade com os tecidos humanos

Fémur: aço inoxidável; Co-Ni-Cr-Mo; Ti
Revestimento de um filme fino de $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$

Osso humano



Revestimento Filme fino



Teresa Duarte

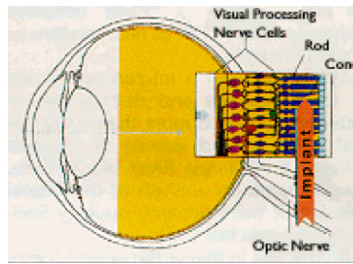
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

30

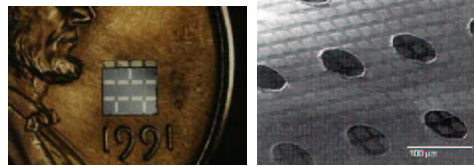
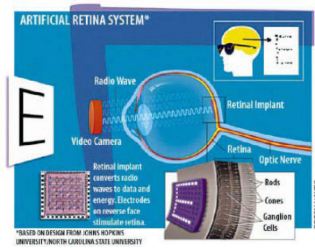
Biomateriais



Válvulas mitrais de Ti



Implante na retina de um CI para invisuais



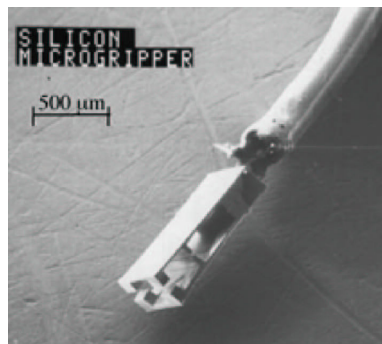
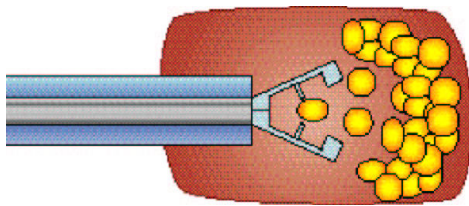
3mm diâmetro,
1.5mm espessura

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

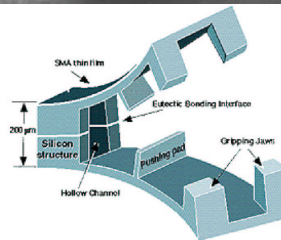
31

Biomateriais



Microfabricação (ex. micropinças):

- Biópsias
- Tratamento de aneurismas
- Micromanipulação in vitro de células
- Deposição de materiais trombogénicos



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

32

20th Century's Techno Leaps

The first airplane stayed airborne for just 12 seconds; 66 years later, there was a man on the moon. The first electronic television had a scratch screen; 21 years later, trans-Atlantic television shows were broadcast via satellite. Such leaps in technology characterize our world since 1900.

<p>1900</p> <ul style="list-style-type: none"> 1901-Vacuum cleaner 1903-Airplane 1905-Dial telephone 1906-Light bulb 1908-Model T Ford <p>1910</p> <ul style="list-style-type: none"> 1910-Electric washing machine 1911-Atomic nuclear structure <p>1913-Electric refrigerator</p> <p>1914-Wireless telephone</p> <p>1920</p> <ul style="list-style-type: none"> 1920-Radio broadcasts 1921-Chromosome heredity 1921-Coast-to-coast telephone service <p>1925-Mechanical television</p> <p>1926-35mm camera</p> <p>1928-Cartoons with sound</p>	<p>1930</p> <ul style="list-style-type: none"> 1930-Human blood types 1930-Tape recorder 1932-Atom split <p>1938-Jet</p> <p>1939-Electronic television</p> <p>1940</p> <ul style="list-style-type: none"> 1943-Nuclear chain reaction 1943-Electronic computer 1944-DNA 1944-Missile 1948-Transistor 1948-Microwave 1949-Polaroid Land camera <p>1950</p> <ul style="list-style-type: none"> 1950-Credit card 1952-Atomic bomb test 1955-Optical fibers 1957-Soviet satellite 1958-Microchip <p>1960</p> <ul style="list-style-type: none"> 1960-Communications satellite 1962-Industrial robot 1963-Nuclear reactor 1967-Heart transplant 1969-Man on moon 	<p>1970</p> <ul style="list-style-type: none"> 1971-Silicon chip 1975-Personal computer 1975-Videocassette recorders 1976-Supersonic jet 1977-Neutron bomb 1978-Test tube baby <p>1980</p> <ul style="list-style-type: none"> 1980 Stealth bomber 1980-Gene cloning 1981-Space shuttle 1982-Permanent artificial heart 1986-Soviet space station <p>These are some of the technologies ready to take us... ...through the 1990s</p> <ul style="list-style-type: none"> Computer voice recognition Artificial intelligence Genetic codes for diseases Space-based assembly plant
---	---	---

Teresa Duarte
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais
33

Desenvolvimento de NOVOS MATERIAIS

- Lâmpadas de filamento
- Partículas magnéticas (audio/video)
- Câmaras Polaroid
- Fibras ópticas
- Instrumentação médica
- Materiais leves (aeroespacial)
- Silício de grau electrónico
- Plásticos especiais para implantes
- Etc.

Prémios Nobel

Física



Invenção de heteroestruturas para aplicações na optoelectrónica.

Química



Invenção do circuito integrado

Polímeros condutores: LED's; baterias; Cl's moleculares

Teresa Duarte
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais
34

O Futuro da Ciência Engenharia e dos Materiais

Projecto de materiais com características específicas desejadas devido ao conhecimento da sua estrutura atómica

- Nanotecnologia
- Nanobiotecnologia
- MEMS – Micro Electrical Mechanical Systems
- Optoelectrónica/fotónica
- Materiais electrónicos/magnéticos
- Polímeros (alta temperatura, semicondutores)
- Cerâmicos
- Vidros
- Metais

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

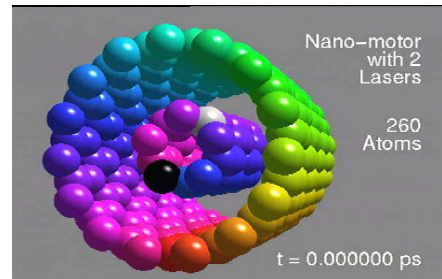
35

Nanotecnologia

Capacidade de fabricar objectos à escala do nanómetro (10^{-9} m)

Componentes electrónicos e para computação quântica

MEMS – Dispositivos Electro-Mecânicos (MicroElectroMechanical Systems) – ex. sensores para airbags



Guitarra mais pequena $10 \mu\text{m}$
6 cordas com 50 nm (100 átomos)

$10 \mu\text{m}$

Teresa Duarte

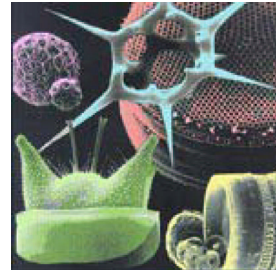
CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

36

Nanobiotecnologia e materiais biomiméticos

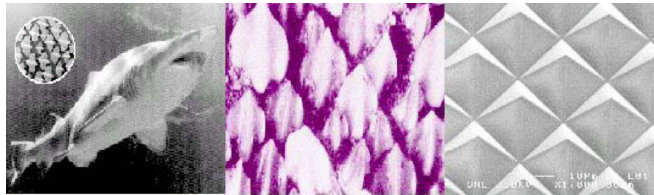
Sensores para aplicação biomédica
Tecidos artificiais

Desenvolvimento de superfícies existentes na natureza recorrendo a técnicas de nano e microfabricação



Revestimentos com materiais funcionais

Ex: Pele do tubarão, exemplo de superfície com coeficiente de atrito muito baixo.



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

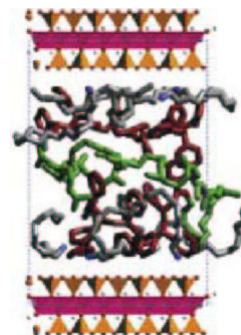
37

Nanocompósitos

Propriedades completamente diferentes dos materiais em volume!
Ex: cobre nanocristalino é 5 vezes mais duro que cobre normal (microcristalino – policristais)

Nanocompósitos baseados em polímeros estão em desenvolvimento para aplicações de electrónica: condensadores de filme fino e electrólitos sólidos para baterias.

Imagem gerada de nanocompósito:
Copolímero intercalado em camadas de silicato



3 nm

Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

38

Optoelectrónica

LCDs

Lasers: revolução nas tecnologias de informação.

CD's – disquete

DVD's – cassete

Fibras ópticas



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

39

Materiais Electrónicos/Magnéticos

Limite para a tecnologia do silício!

Desenvolvimento de novos materiais magnéticos:

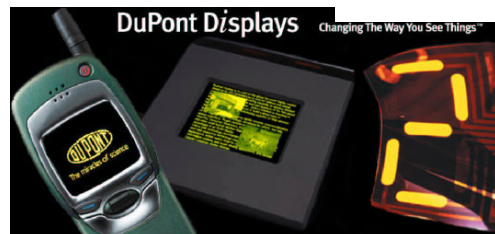
Magnetoresistivos – cabeça HD

Magnetoresistência “gigante” (IBM)

Novos materiais óxidos compostos

Supercondutores para trabalhar à temperatura ambiente

Desenvolvimento de dispositivos de electrónica em “plásticos”

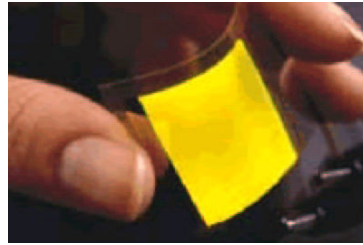


Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – Generalidades sobre materiais

40

Polímeros



Grande diversidade de propriedades
Polímeros condutores
Roupa que não precisa de ser engomada
Revolução na micro e nanoelectrónica
Controle da estrutura molecular à escala atómica



Cerâmicos

Tradicionais

Técnicos

Alteração da composição
Alteração das propriedades eléctricas
Sensores electroquímicos
Aplicações a altas temperaturas
Melhoria da tenacidade



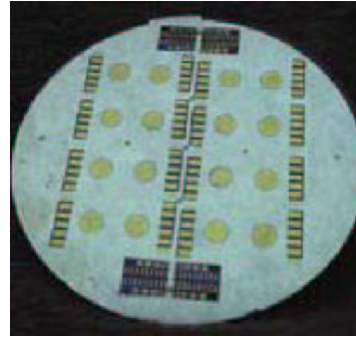
Vidros

Fibras ópticas

Dispositivos ópticos

Vidros especiais para aplicações específicas

Interação entre os materiais vítreos e os outros materiais



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – **Generalidades sobre materiais**

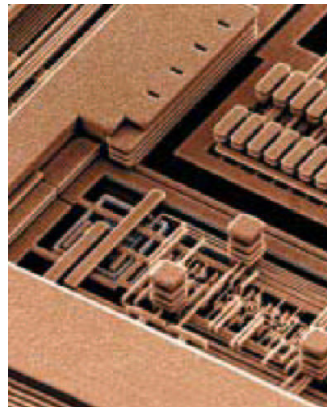
43

Metais

Desenvolvimento de super ligas (aplicações em temperatura elevada, grupo VIII B)

Lâminas para turbinas que podem trabalhar a 2500°C

Circuitos integrados



Teresa Duarte

CEM – 1ºAno – 2º Sem – MIEM – **Generalidades sobre materiais**

44

