



Materiais para a Indústria Química

Prof. Dr. Cassius Olivio Figueiredo Terra Ruchert

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



■ Apresentação do Professor

- Experiência industrial como Engenheiro Mecânico e Analista de Falhas em indústrias como Mangels, Labmat, Jacto Máquinas Agrícolas (1997);
- **Graduação em Engenharia Mecânica** (UNESP-1997);
- **Mestrado** em Engenharia de Materiais: Comportamento mecânico Fadiga e Mecânica da Fratura de Materiais (USP-2001);
- **Doutorado** em Engenharia de Materiais: : Comportamento mecânico Fadiga e Mecânica da Fratura de Materiais (2007);
- Pós Doutorado em Fadiga e Mecânica da Fratura pela (USP-2008)
- Pós Doutorado em Fadiga Termomecânica em Birmingham Inglaterra (2012);
- Livre Docente em Fadiga e Fratura (2014) – Professor Associado;

Conteúdo Programático

- 1. Introdução;
- 2. Seleção de Materiais (propriedades);
- 3. Aços e ferros fundidos;
- 4. Corrosão e proteção;
- 5. Requisitos de materiais para a indústria de O&G;
- 6. Ligas não ferrosas;
- 7. Materiais não metálicos;

Bibliografias



- TELLES, P. C. S. **Materiais para Equipamentos de Processo**. Ed. Interciência, 4º Ed., 1989.
- BRESCIANI, F., E. **Seleção de Materiais Metálicos**. Ed. da UNICAMP, 2º Ed.
- FREIRE, J. M. **Materiais de Construção Mecânica**. Ed. Livros Técnicos e Científicos, Editora 1993.
- REMY, A.; GAY, M.; GONTHIER, R.. **Materiais**. Hemus Editora Limitada - 2ª Edição.
- CHIAVERINI, V. **Tecnologia Mecânica - Materiais de Construção Mecânica**. Vol. II, Ed. McGraw Hill do Brasil Ltda.
- GENTIL, V. **Corrosão**. - Ed. Guanabara Dois, 1982.

Bibliografias



- ◆ CALLISTER JR., W. D. **Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução**. 7ª ed. Editora: LTC, 2008.
- ◆ SHACKELFORD, J. F. **Ciência dos Materiais**. Editora: Pearson Prentice Hall, 2008.
- ◆ ASKELAND, D. R., PHULÉ, P. P. **Ciência e Engenharia dos Materiais**. Editora: Cengage Learning, 2008.
- ◆ Gemelli, E. **Corrosão de Materiais Metálicos e sua caracterização**. Editora: LTC, 2001.
- ◆ Padilha, A.F, Guedes,L.C. **Aços inoxidáveis Austeníticos**. Editora: Hemus, 2004.

Critério Avaliação

A média final (MF) será calculada a partir de:

$$MF = (P1+P2)/2 * 0,8 + NS*0,2$$

P1: nota da 1ª Prova.

P2: nota da 2ª Prova.

NS: Nota do Seminário

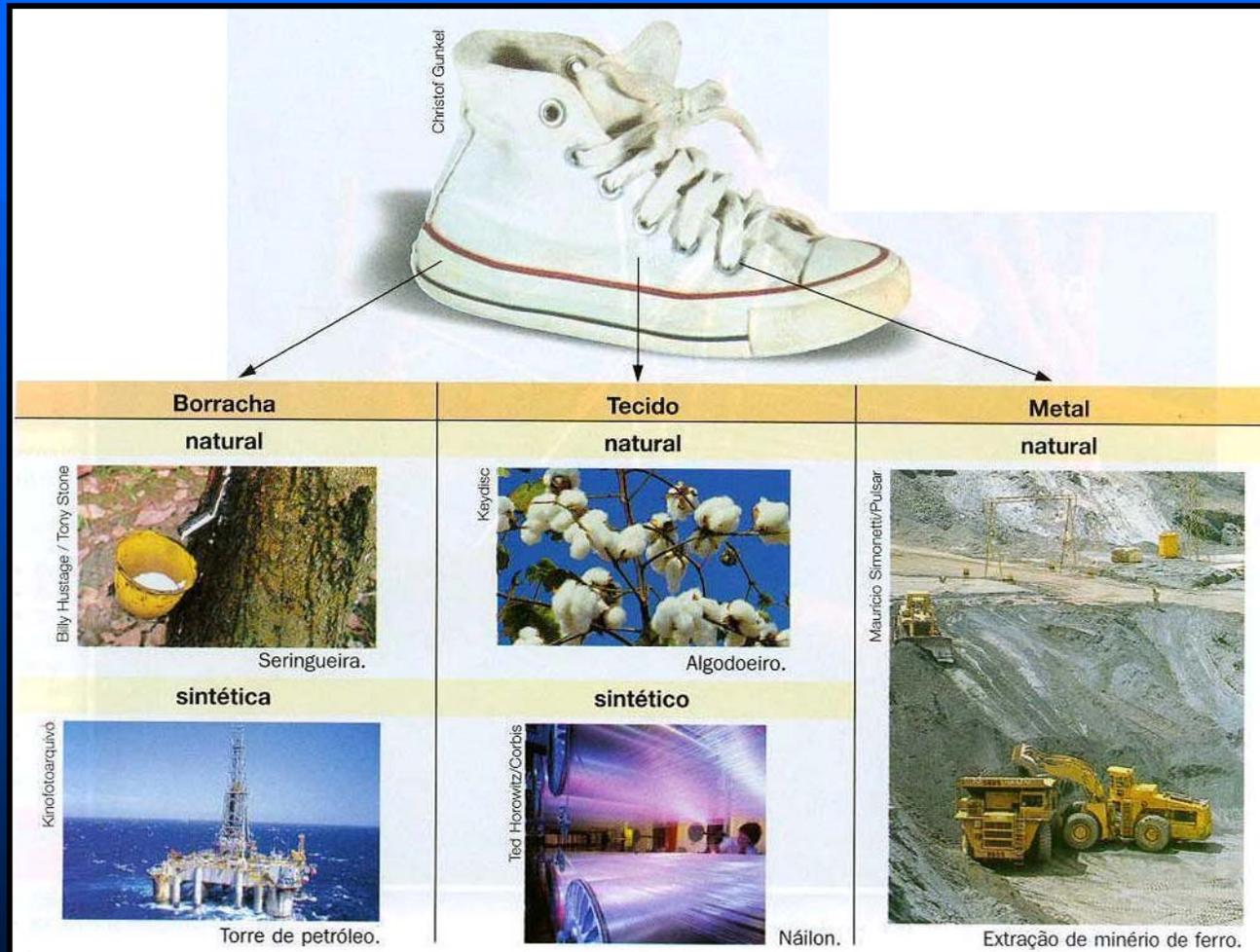
Norma de Recuperação

Tem direito a realizar a prova de recuperação os alunos com frequência mínima e média final superior a 3,0 (inclusive) e inferior a 5,0.

**PROIBIDO FAZER PROVA EM TURMA
DIFERENTE DA QUE ESTÁ MATRICULADO!!!!**

**OS MATERIAIS ESTÃO
PRESENTES EM DIVERSOS
PRODUTOS**

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



ALUMÍNIO



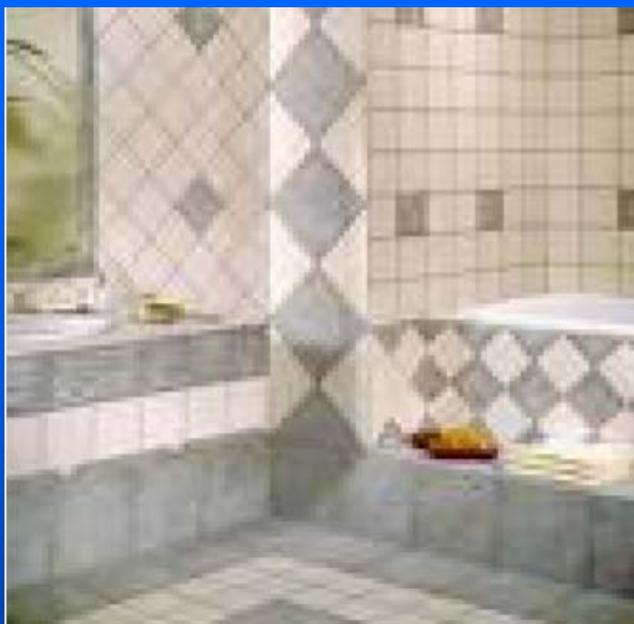
MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



AÇOS



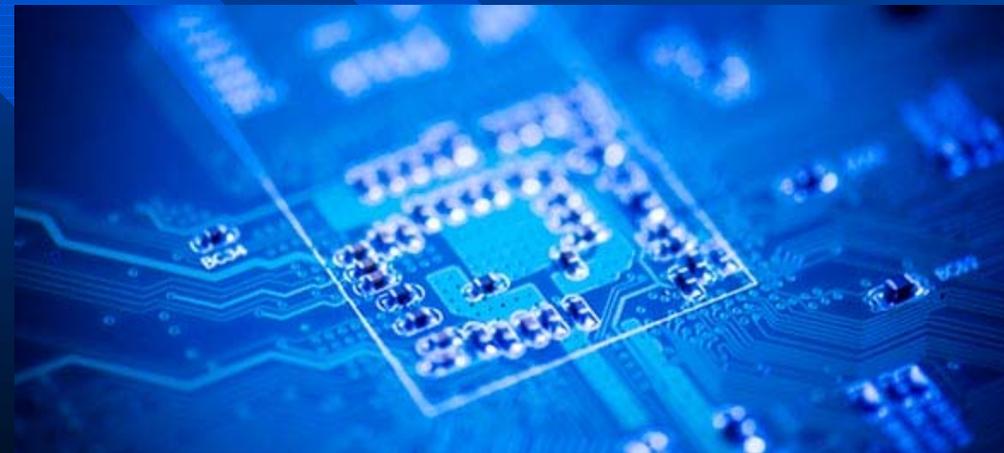
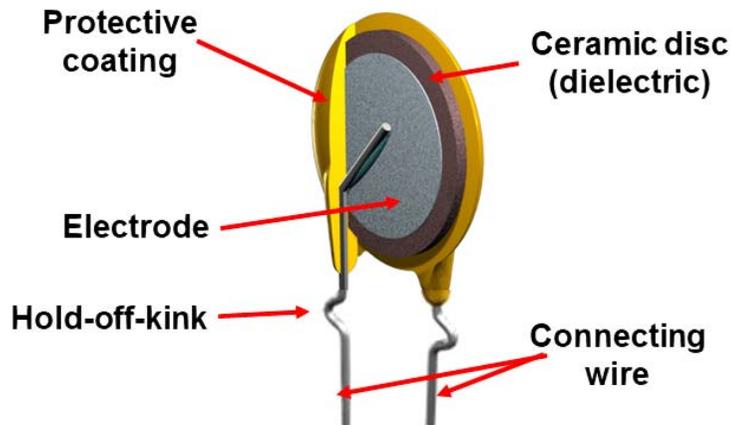
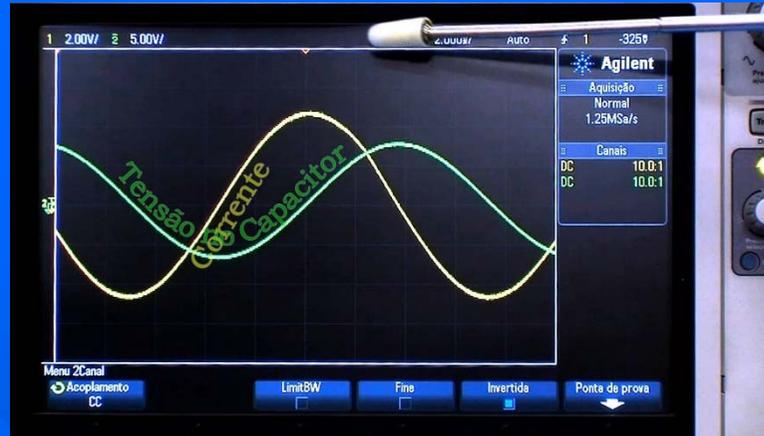
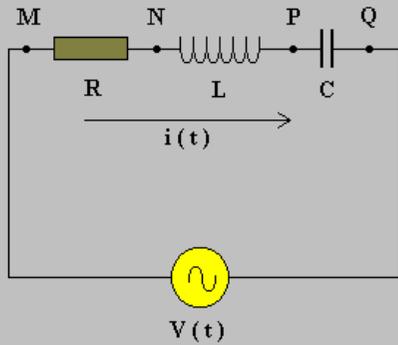
MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



CERÂMICA

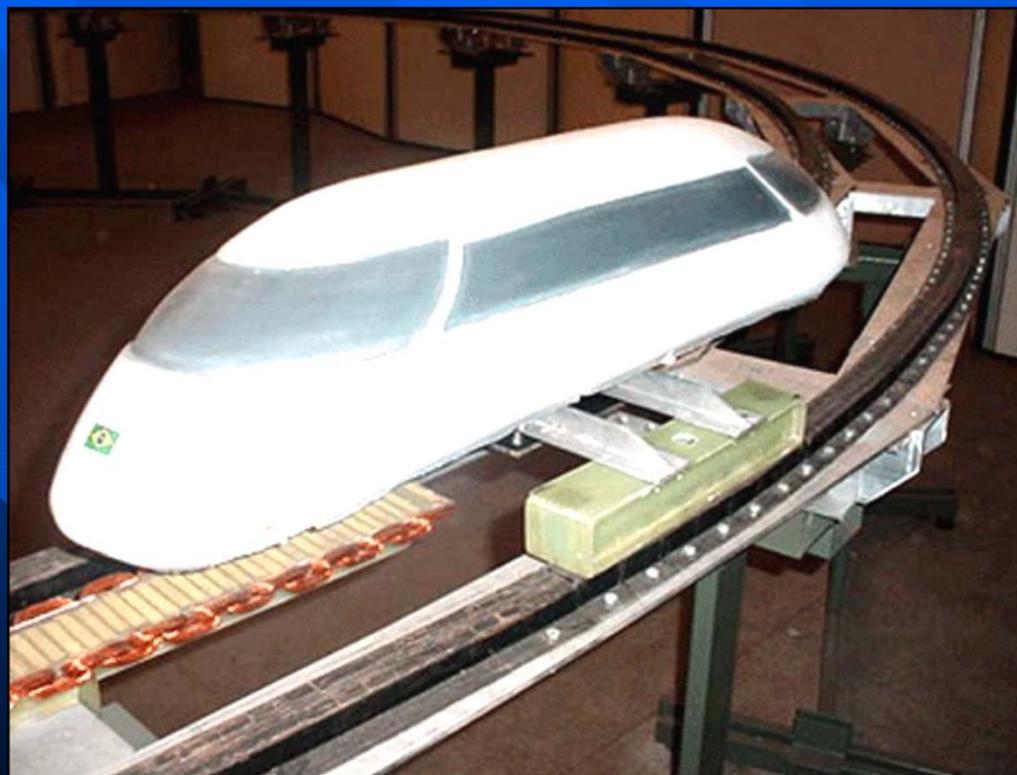


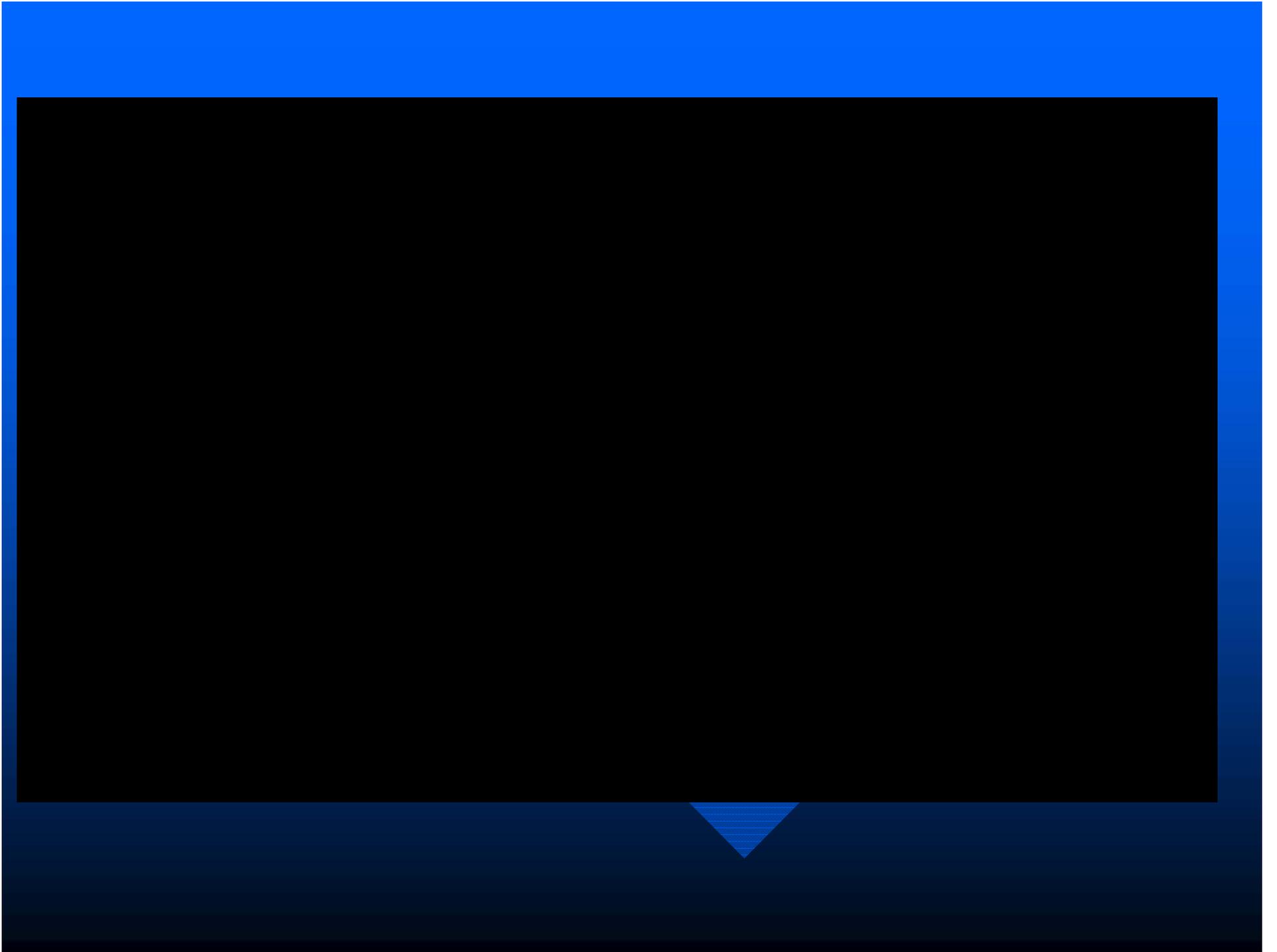
CAPACITOR

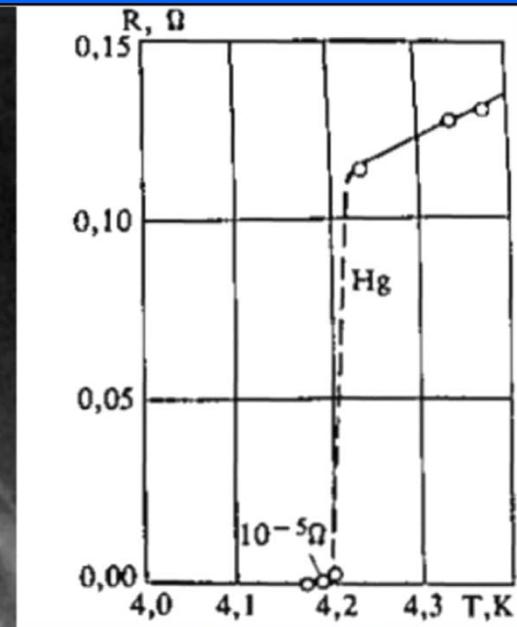
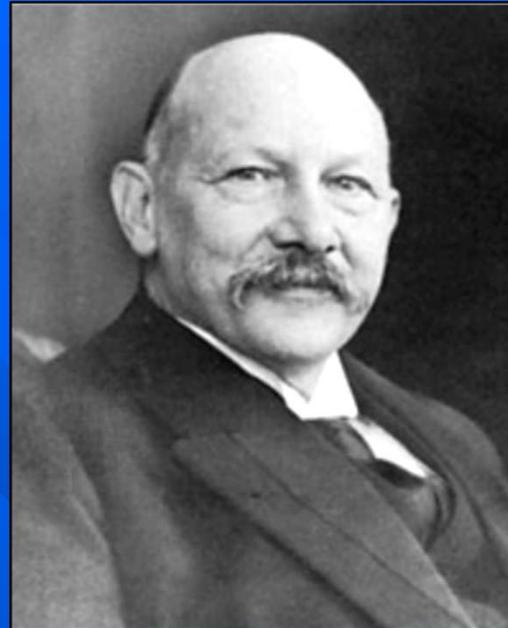
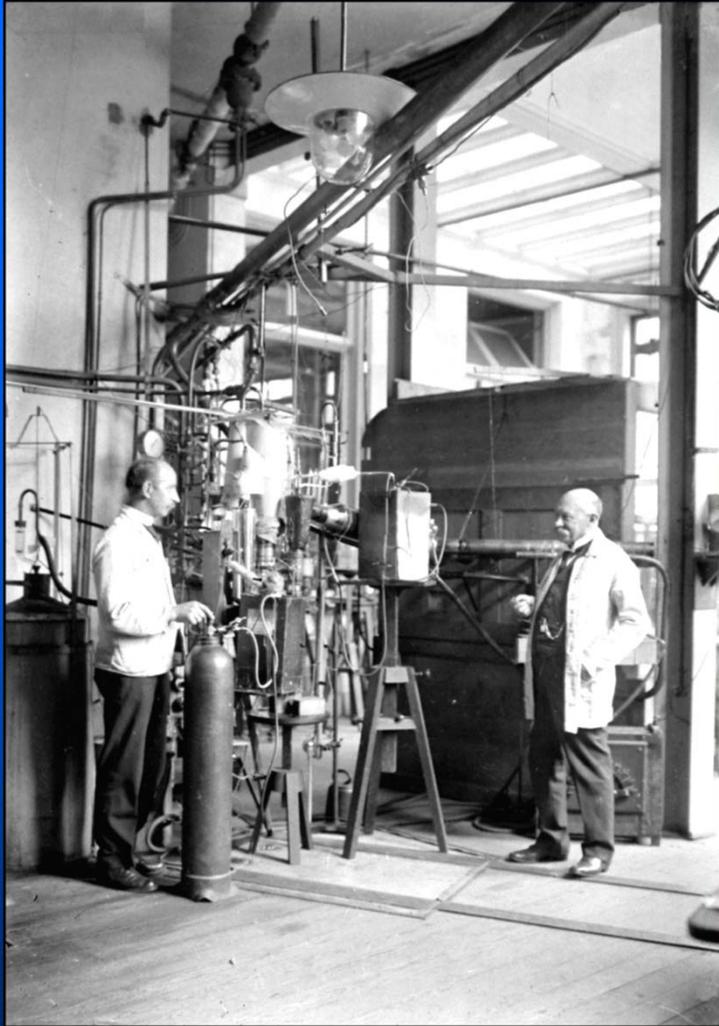




CERÂMICA

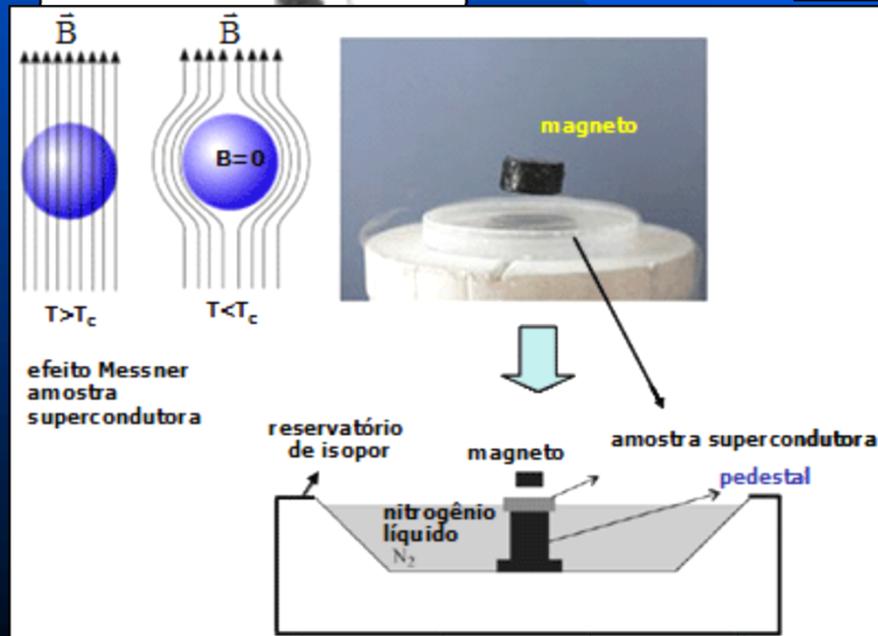
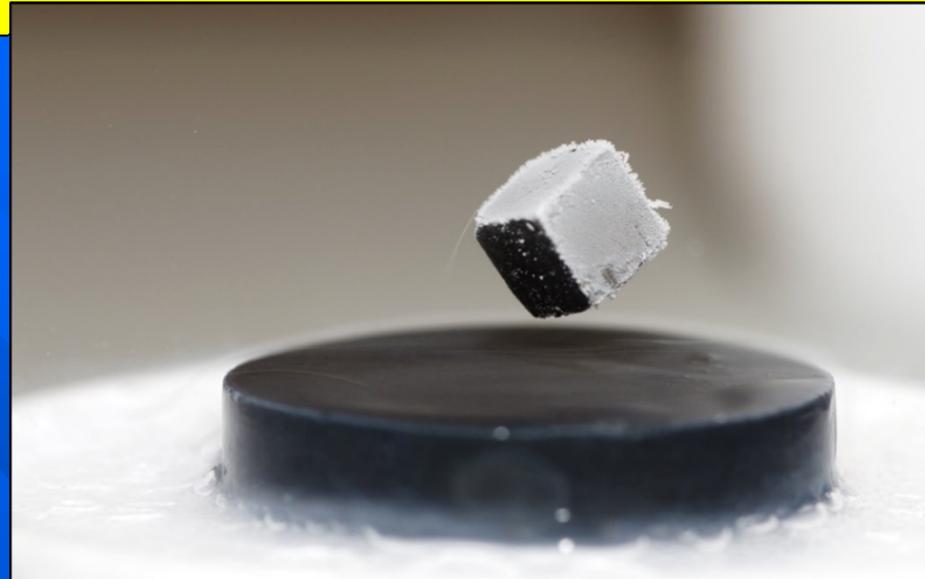






Heike Kamerlingh Onnes desenvolveu a primeira liquefatora de hélio (1908). Percebeu que a resistividade do Hg caía a zero, em torno de 4K.

1933 Karl Walther Meissner - supercondutor expulsa o campo magnético.



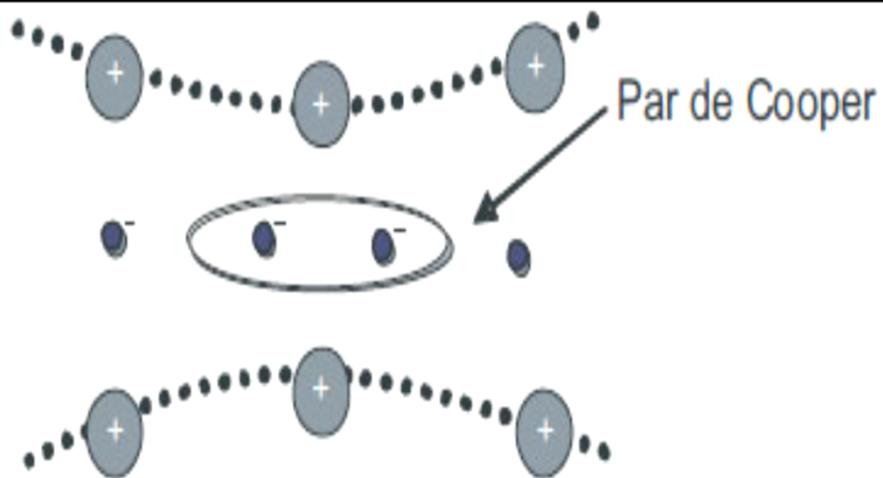
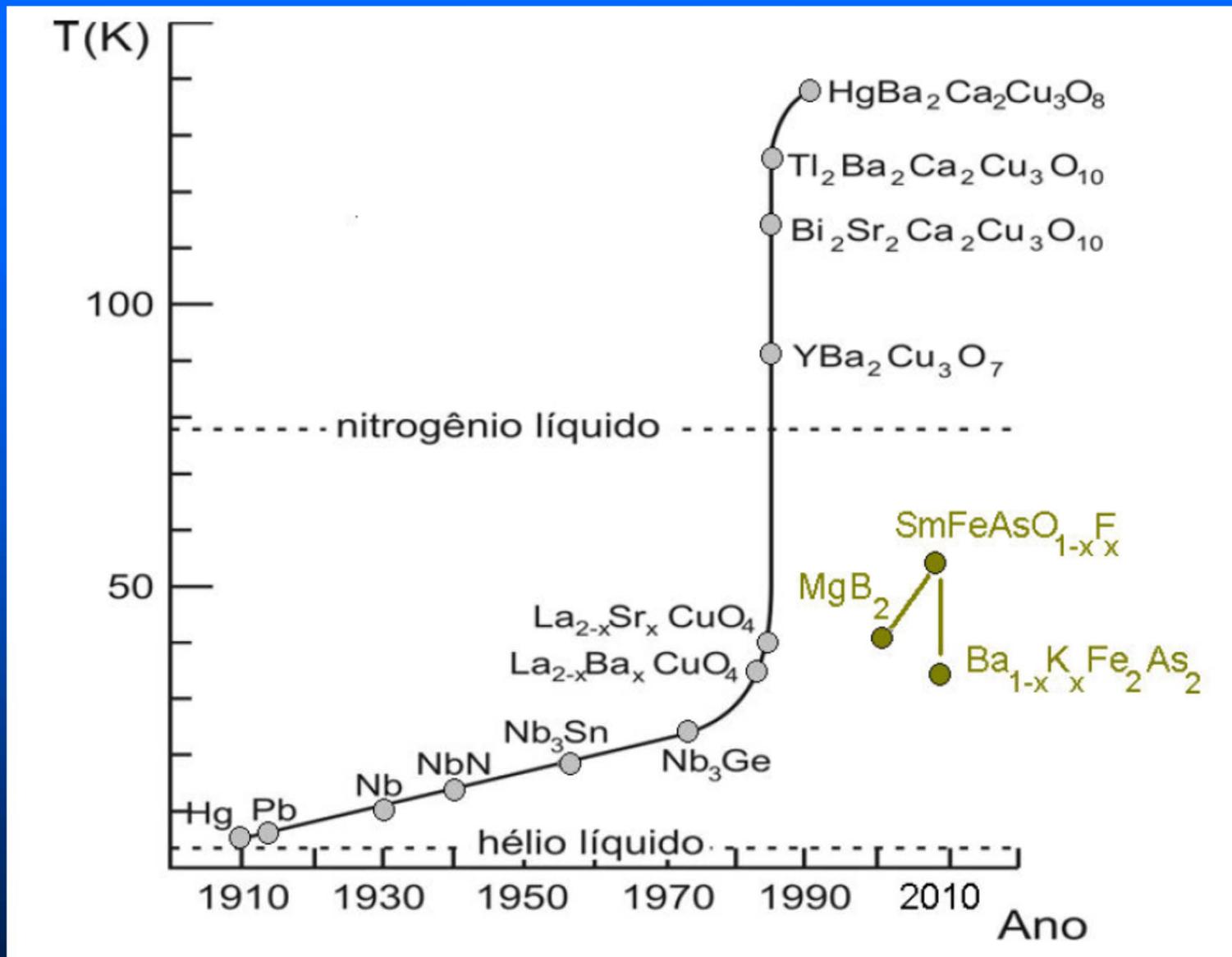


Figura 6 - Movimento do par de Cooper por uma rede cristalina. As distorções da rede são provocadas pela passagem de um elétron que acarreta na atração de outro. A distorção é o fônon emitido pelo primeiro elétron e capturado pelo segundo.



Em 1957, a explicação teórica : Teoria BCS (John Bardeen, Leon Cooper e J. Robert Schrieffer), que assume os superelétrons como os portadores de carga do estado supercondutor. Eles são formados por dois elétrons com spins e momentos lineares opostos, atraídos pelos fônons (vibrações) da rede.



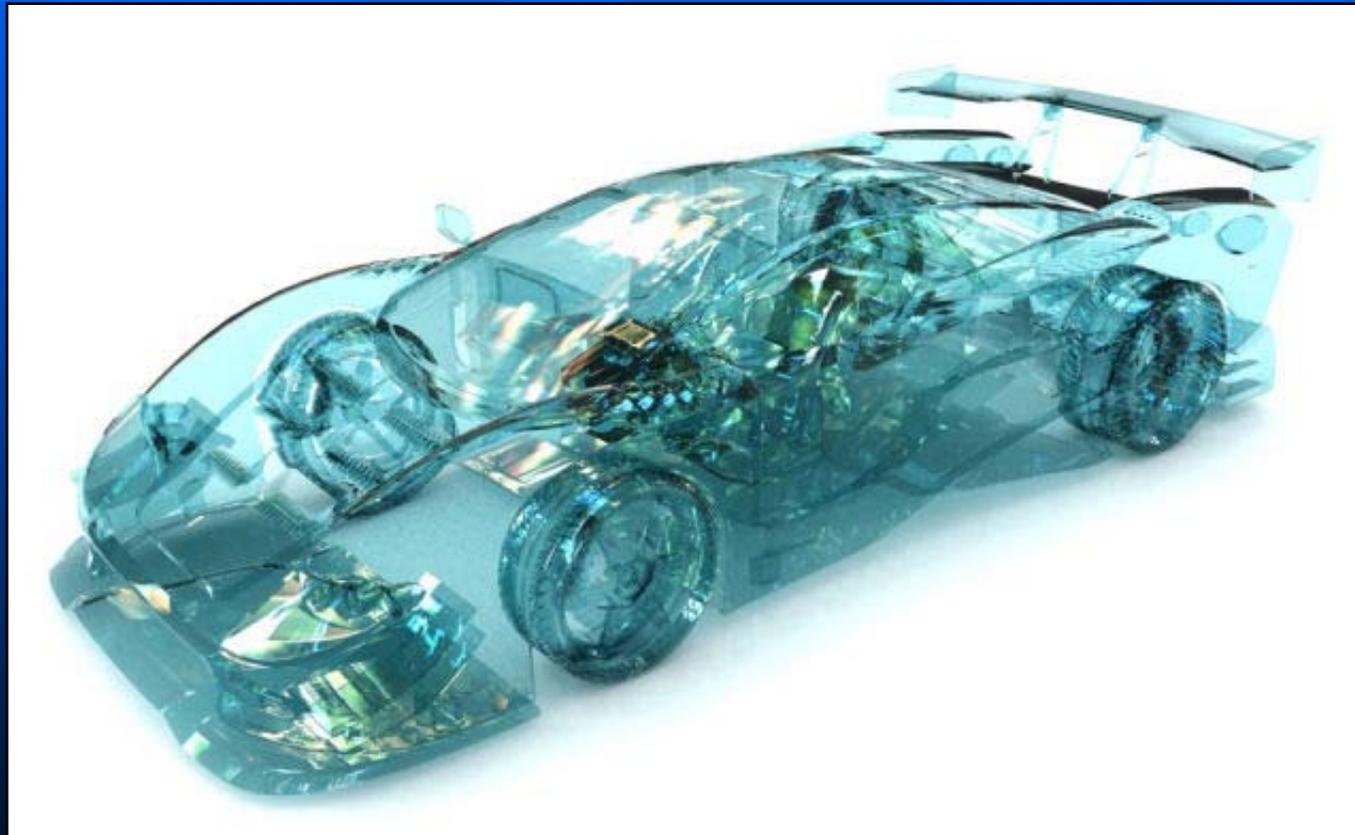
Elevação da temperatura dos supercondutores com o passar do tempo.

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



VIDROS

VIDROS METÁLICOS: METAL AMORFO



CERÂMICA – RESFRIAMENTO RÁPIDO - VIDROS

VIDROS PARA ESPELHO DE TELESCÓPIO



ESPELHO DE 8.2 m DE DIÂMETRO - ESO

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



CERÂMICA – RESFRIAMENTO RÁPIDO - VIDROS

VIDROS PARA ESPELHO DE TELESCÓPIO

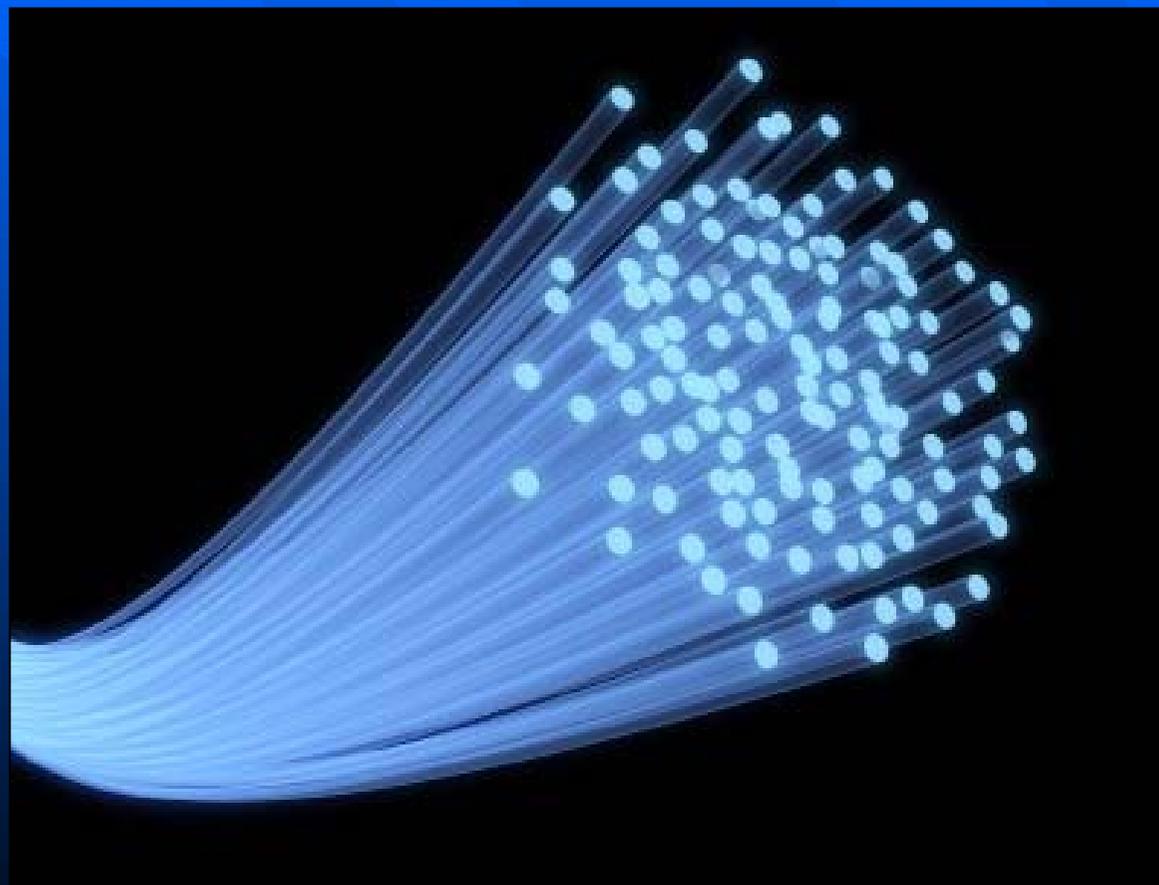


MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



VIDROS

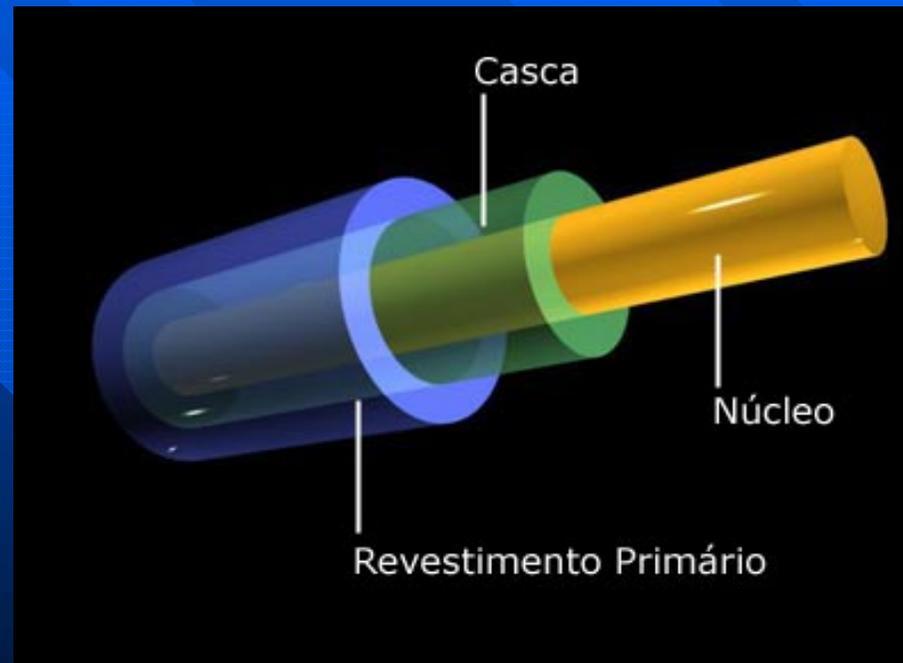
FIBRA ÓPTICA



VIDROS

FIBRA ÓPTICA

- Materiais dielétricos(isolantes): interferências eletromagnética;
- Núcleo: VIDRO;



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

POLÍMERO

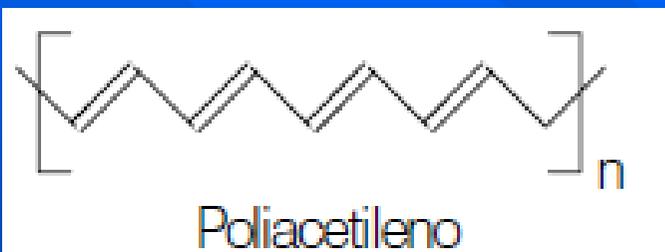


MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

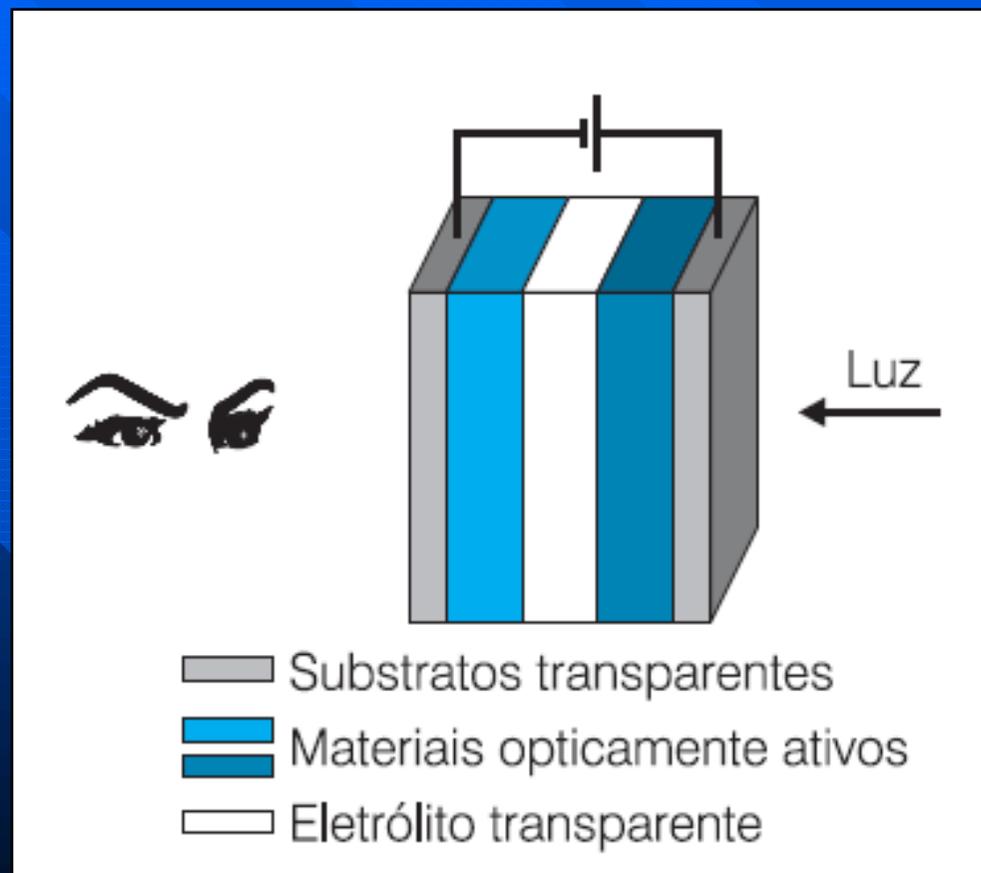
Polímeros



Condutores

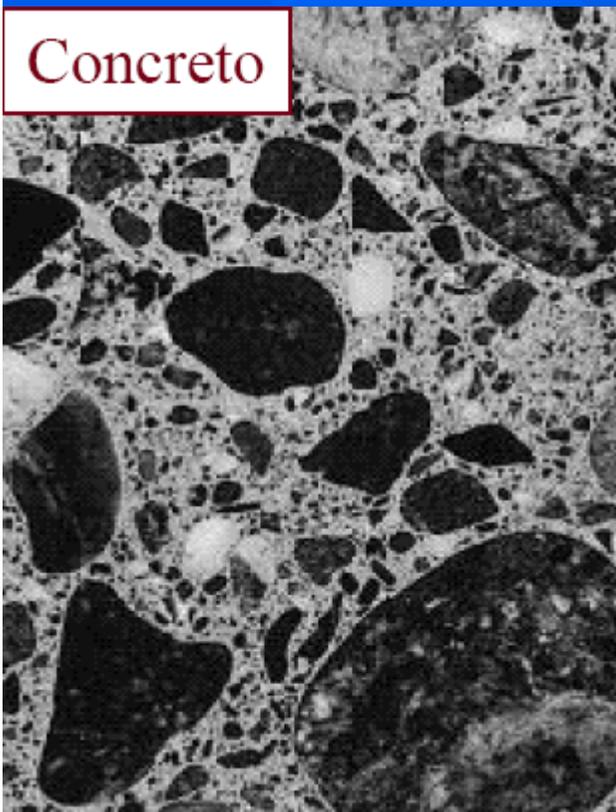


QUÍMICA NOVA NA ESCOLA N° 11, MAIO 2000

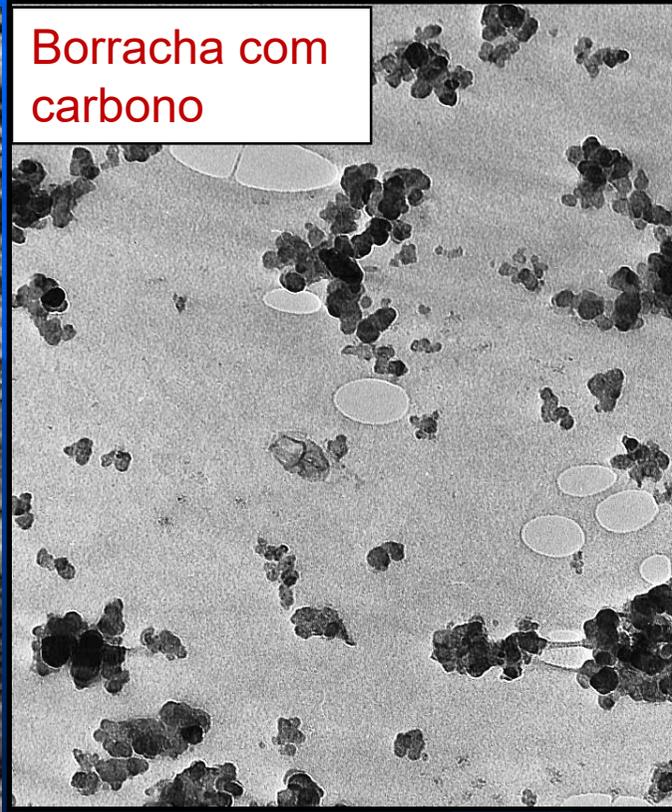


COMPÓSITOS

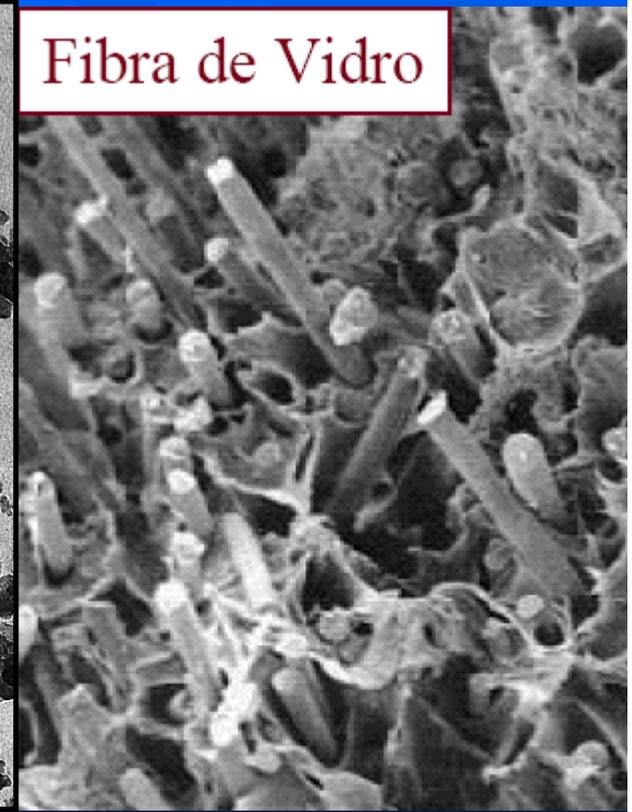
Concreto



Borracha com carbono



Fibra de Vidro



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



ESPECIAIS



AEROGEL

O aerogel foi criado por Steven Kistler, em 1931, como resultado de uma aposta com Charles Learned, para tentar substituir o líquido de gelatinas por gás, sem causar encolhimento. Trata-se de Sílica com 90% a 98% de ar. Processo complexo.

Problema era resistência mecânica.

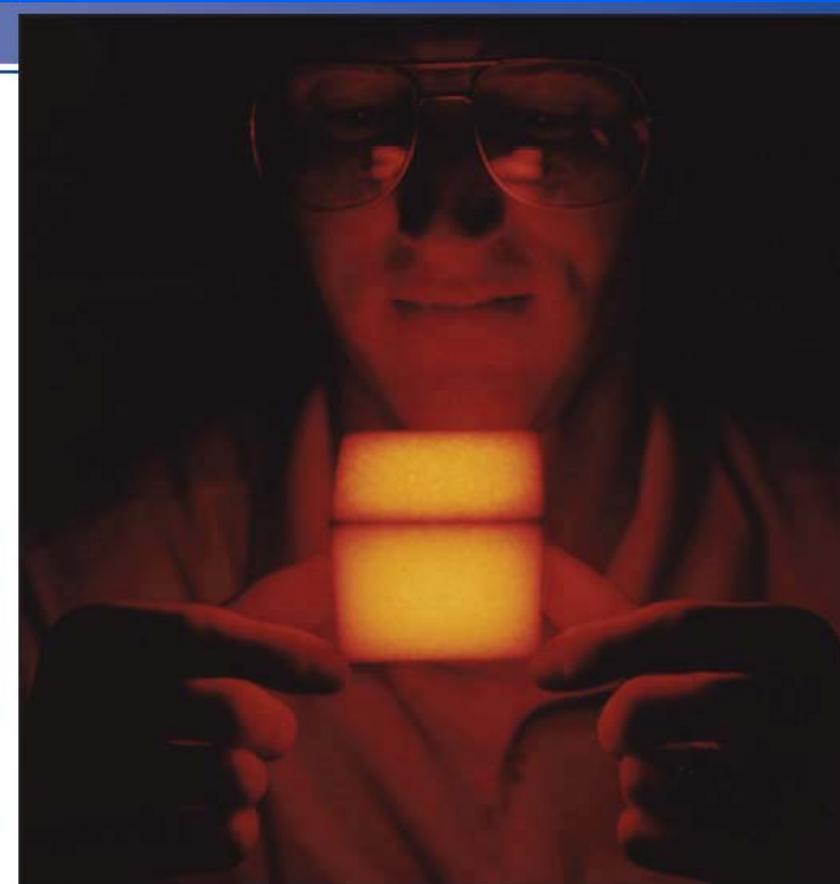
Solução introdução de nanotubos de carbono com fulerenos (forma alotrópica do carbono) Buckminster.

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

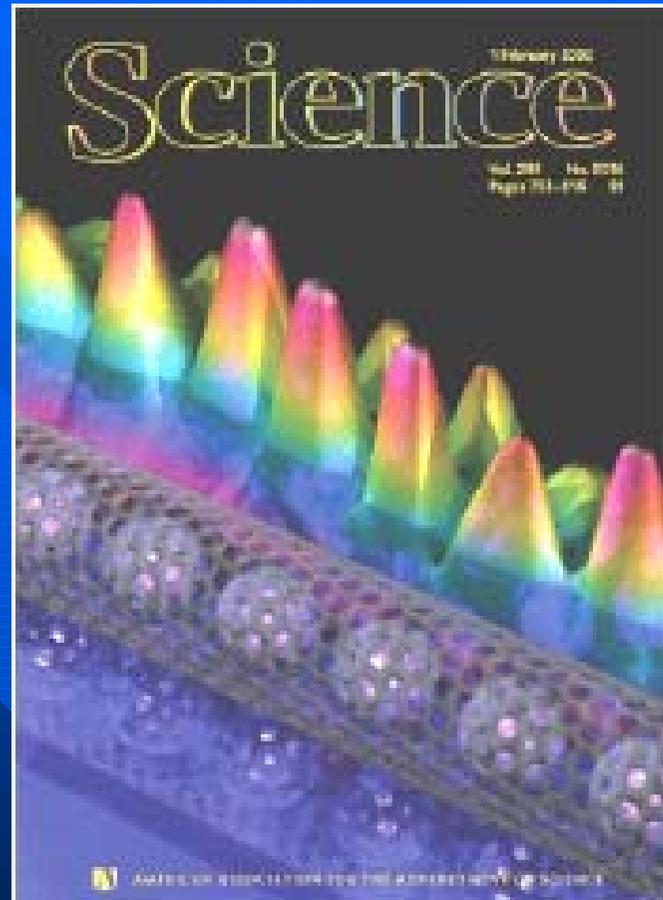
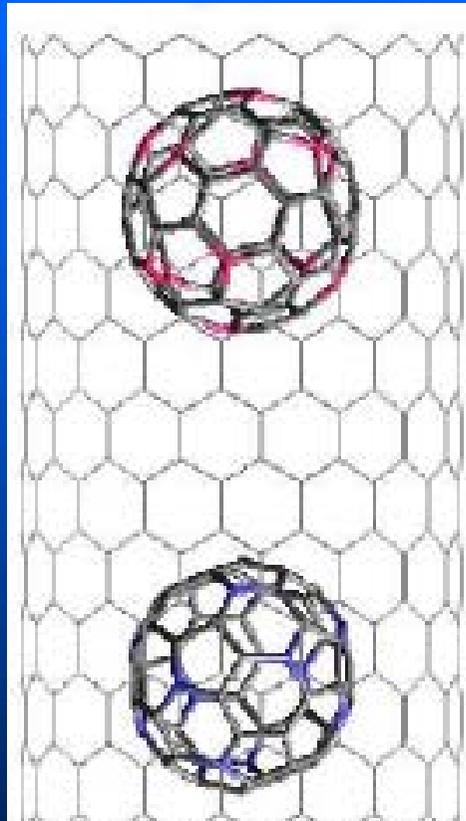


STARDUST-2004

EXCELENTE ISOLANTE TÉRMICO



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



APLICAÇÕES

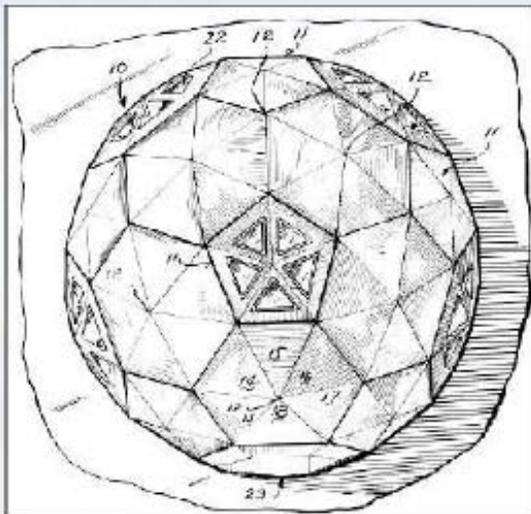


MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

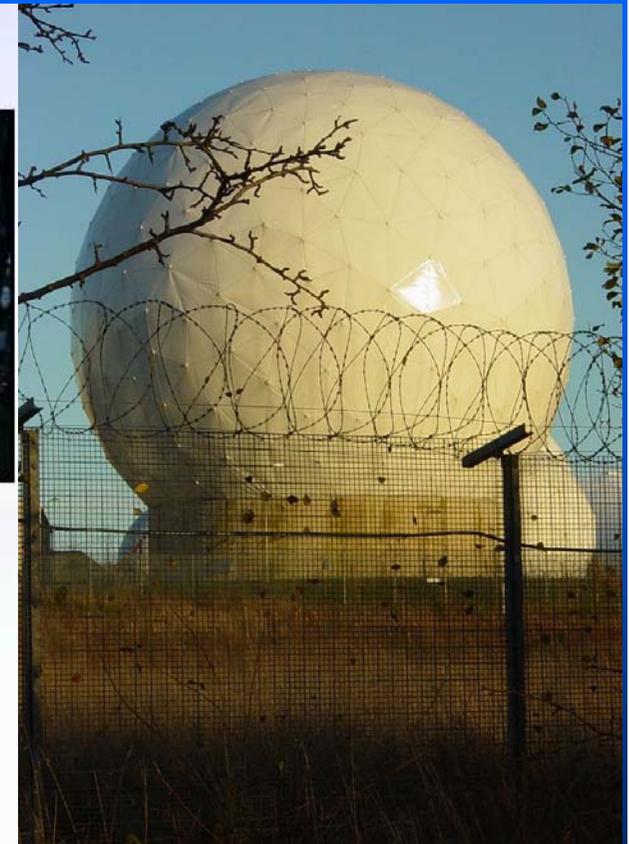
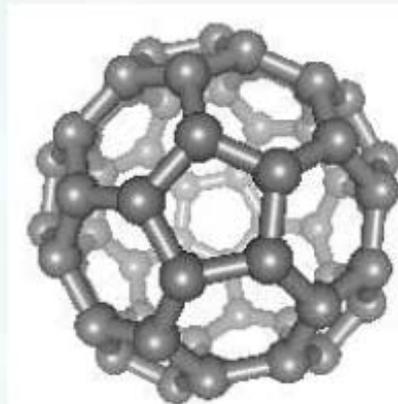


FULLER-ARQUITETO E PATENTEOU A FORMA

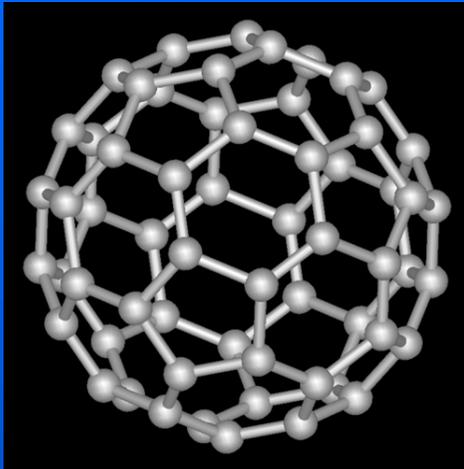
Cúpula geodésica



desenho da cúpula como aparece na patente
(www.bfi.org)



A Geodésica pode ser composta por 12 pentágonos e 20 hexágonos, possuindo assim 32 faces 90 arestas e 60 vértices



HISTÓRIA

Harold Kroto descobriu os fulerenos:

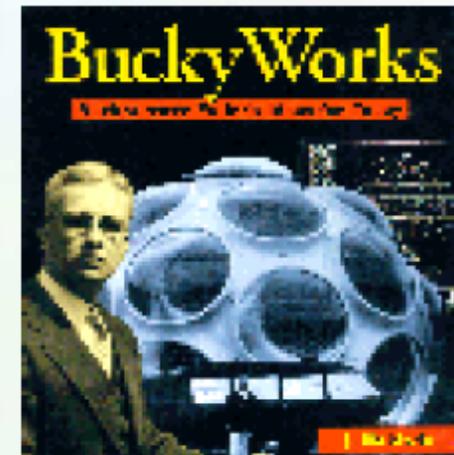


University of Sussex

e homenageou Richard Buckminster Fuller (de apelido Bucky) batizando as novas partículas de carbono de Buckminsterfullerene, ou buckyball

NATURE 318 (6042): 162-163, 1985

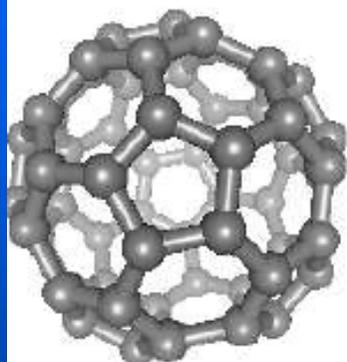
Prêmio Nobel de Química de 1996, em conjunto com Richard Smalley e Robert Curl



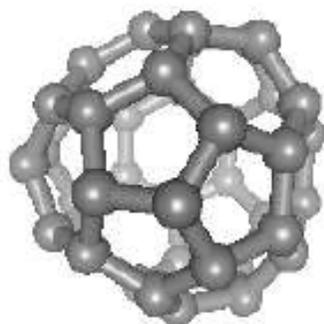
Os **fulerenos** são uma forma alotrópica do Carbono, a terceira mais estável após o diamante e o grafite. Tornaram-se populares entre os químicos, tanto pela sua beleza estrutural quanto pela sua versatilidade para a síntese de novos compostos químicos

Fulerenos menores: 40 a 50 átomos de carbono

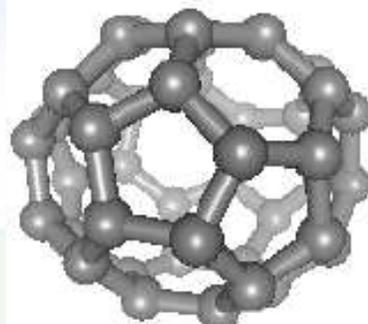
C_{60}



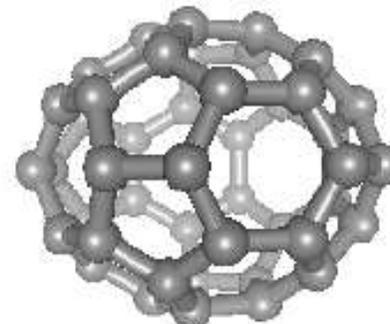
C_{40} [40]



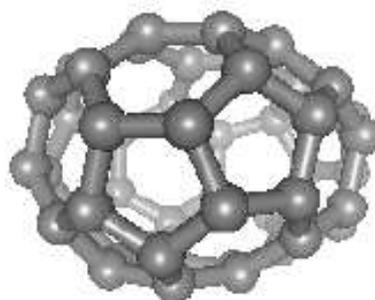
C_{42} [45]



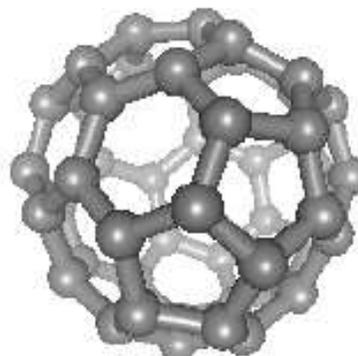
C_{44} [89]



C_{46} [116]



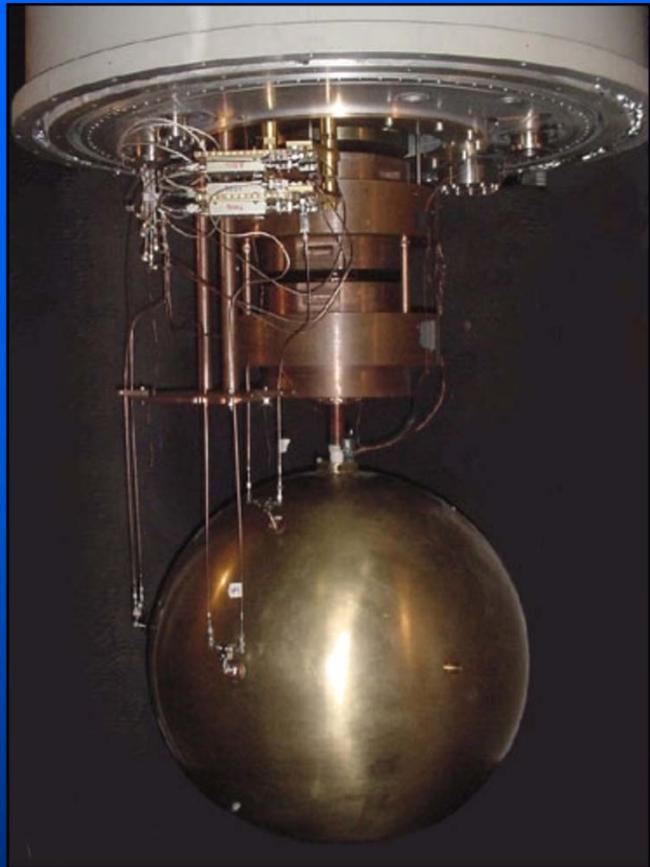
C_{48} [199]



C_{50} [271]



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



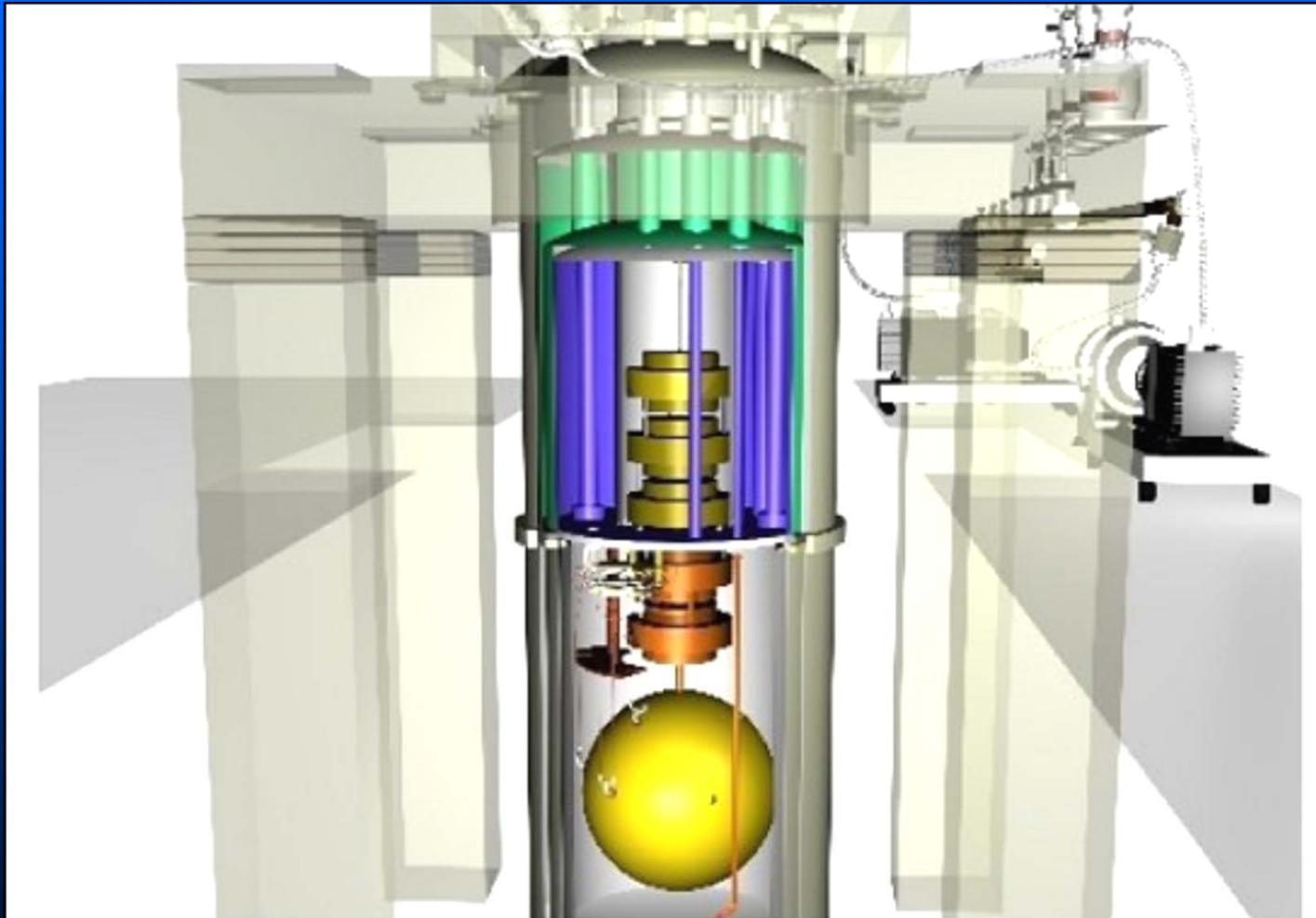
Detector de ondas gravitacionais Mario Schenberg: uma antena esférica criogênica com transdutores paramétricos de cavidade fechada.

Uma esfera de CuAl(6%), com de diâmetro, cerca de 1150 mm

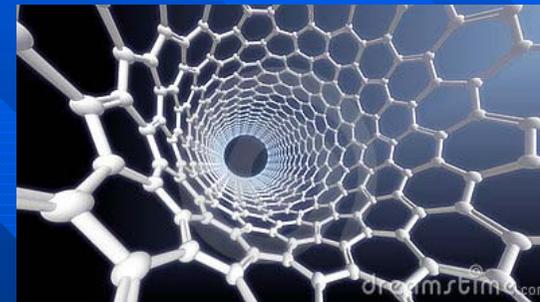
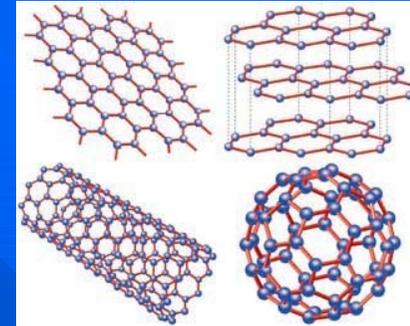
Deverá atingir a sensibilidade $h \sim 10^{-23} \text{ Hz}^{-1/2}$ em uma banda passante de 400 Hz, em torno de 3200 Hz, quando estiver operando a temperaturas da ordem de 0,02 K.

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

DETETOR DE ONDAS GRAVITACIONAIS MARIO SHÖEMBERG



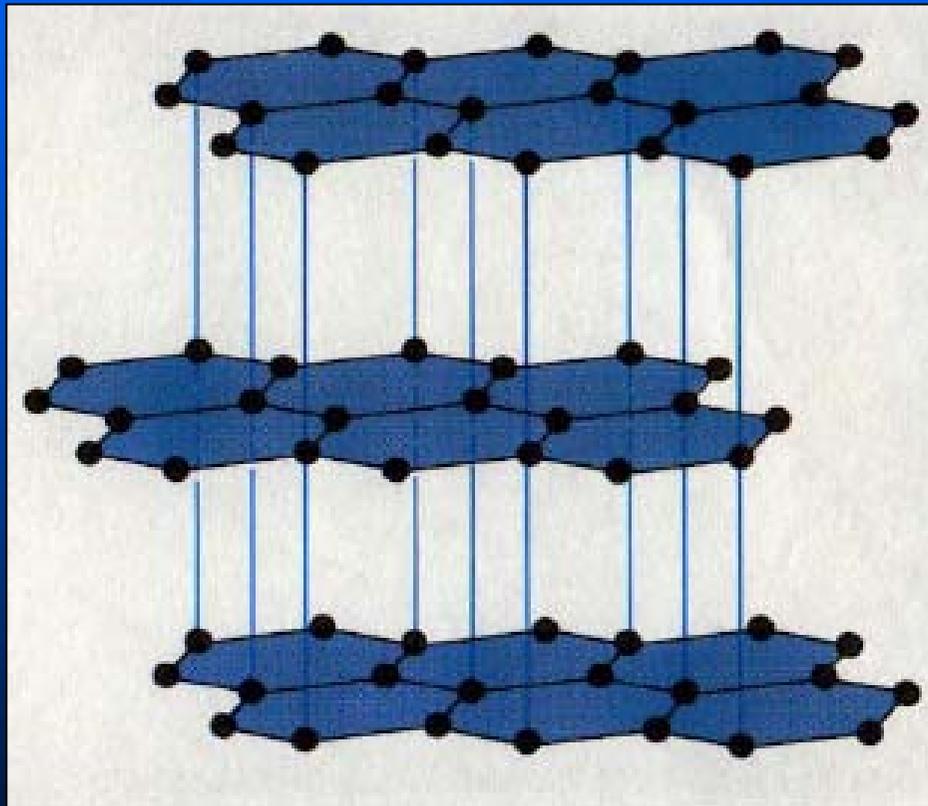
ESPECIAIS - GRAFENO



O grafeno é uma das formas cristalinas do carbono, assim como o diamante, o grafite, os nanotubos de carbono e fulerenos. O **grafeno** possui uma estrutura hexagonal cujos átomos individuais estão distribuídos, gerando uma fina camada de carbono. Na prática, o **grafeno** é o material mais forte (200 vezes mais resistente do que o aço), mais leve e mais fino (espessura de um átomo) que existe.

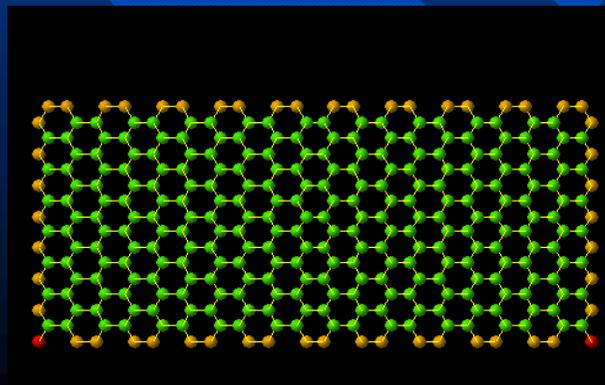
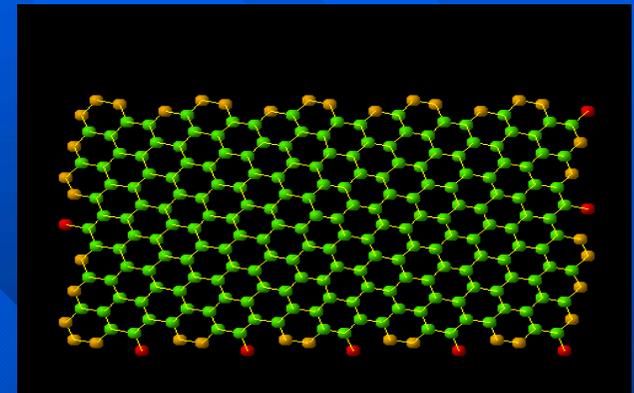
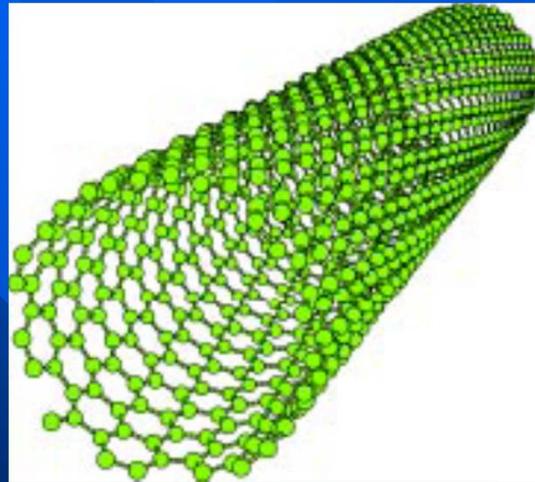
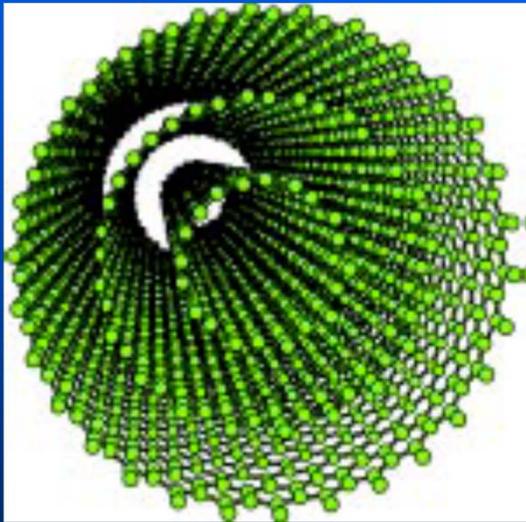
ESPECIAIS - GRAFENO

Grafite

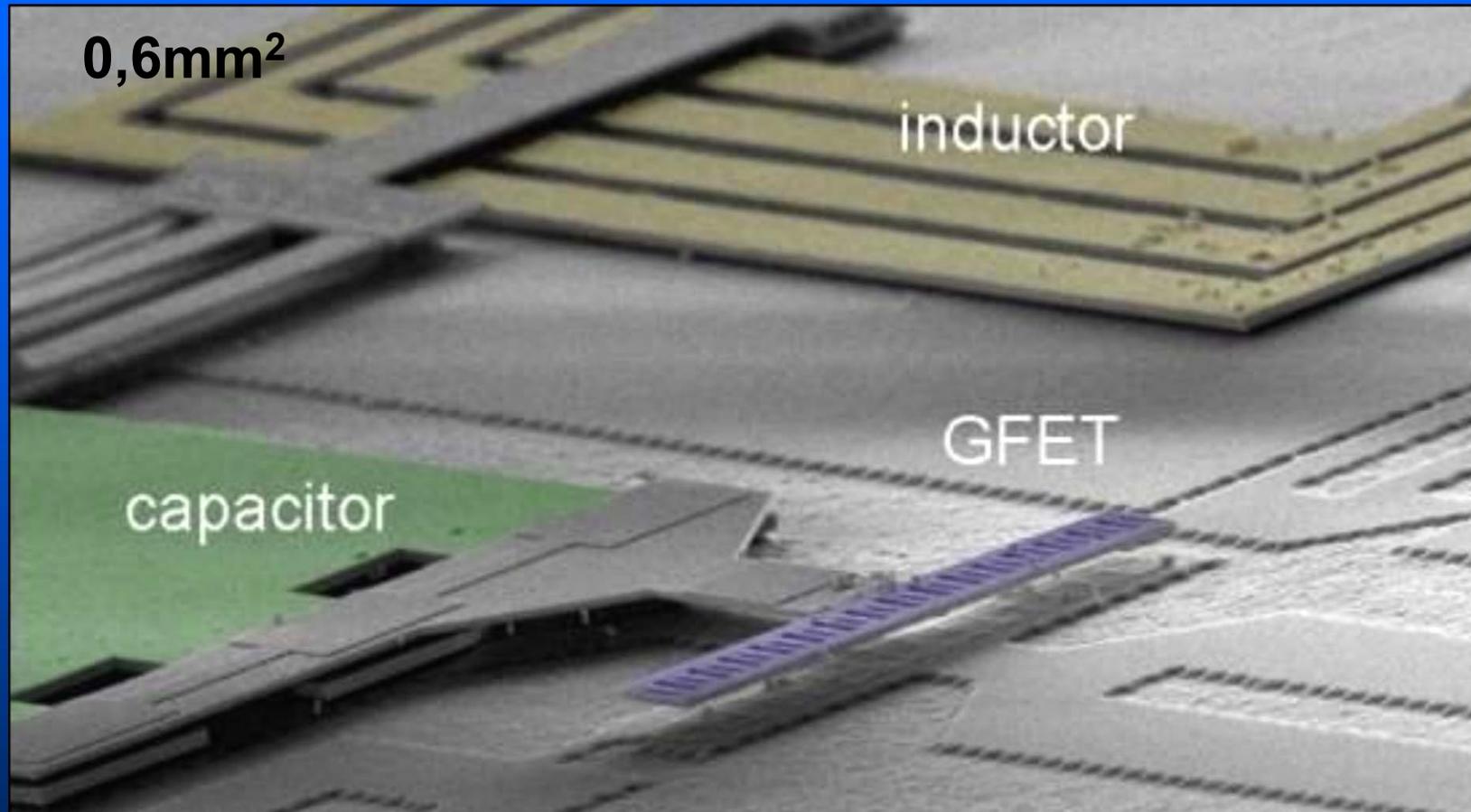


ESPECIAIS - GRAFENO

- Descoberta dos Nanotubos de Carbono, 1991
- 1993, foi demonstrada a existência de nanotubos de única camada



GRAFENO



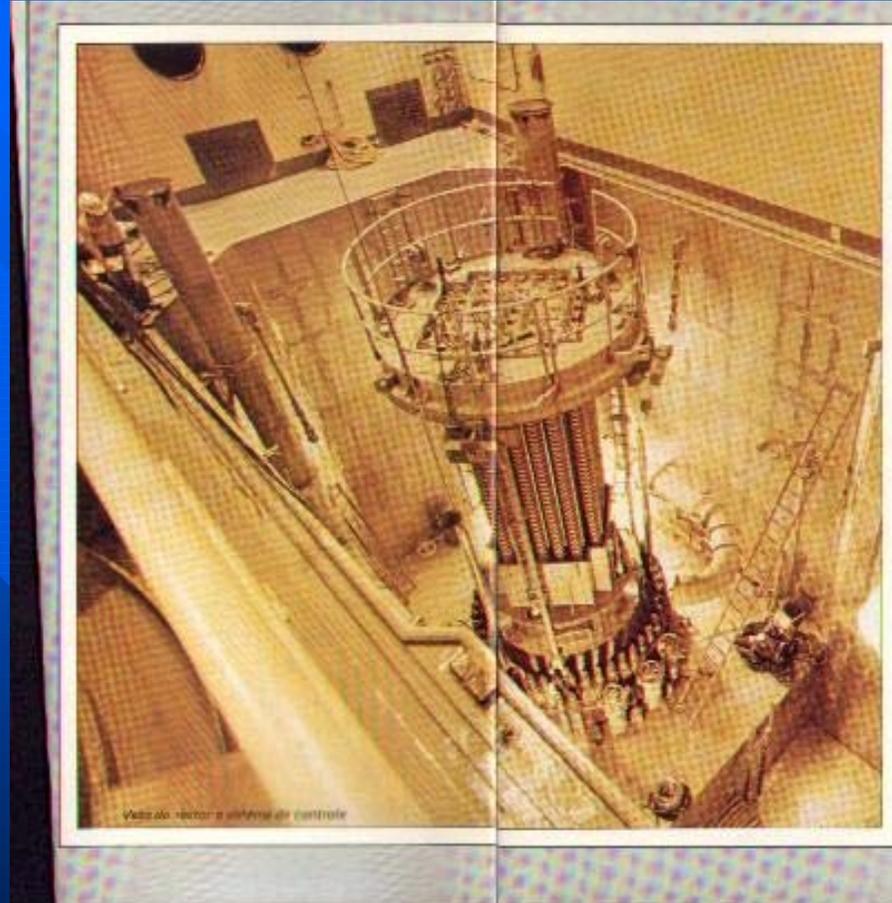
TRANSISTOR DE GRAFENO-GFET

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA

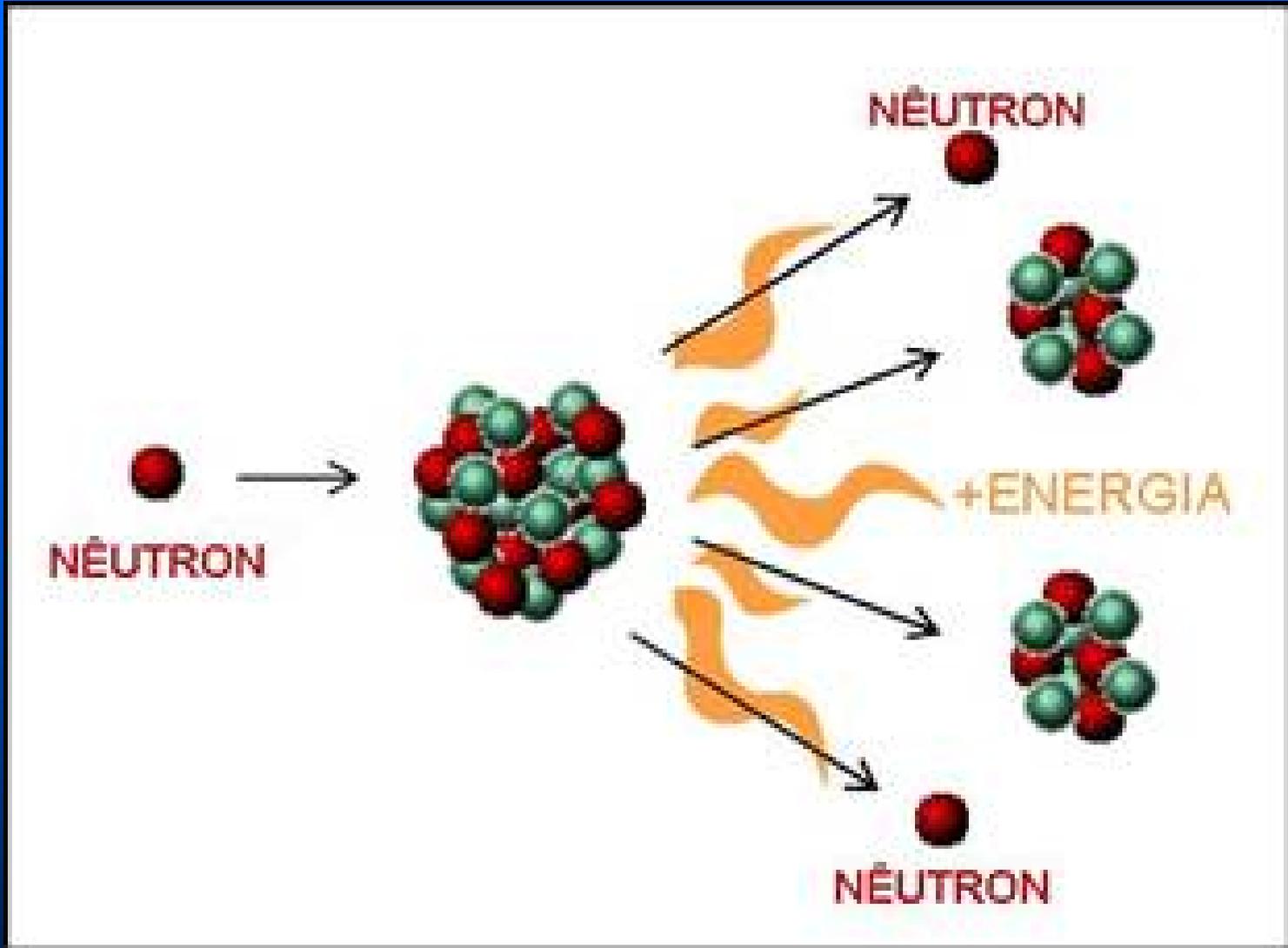
MATERIAIS PARA REATORES NUCLEARES



IPEN



**NUCLEO DO REATOR DE ANGRA
VARETAS DE ZIRCALOY 4**



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



NOVOS MATERIAIS - ligas ferrítico martensíticas endurecidas por dispersão de óxidos e denominadas ODS EUROFER para uso estrutural

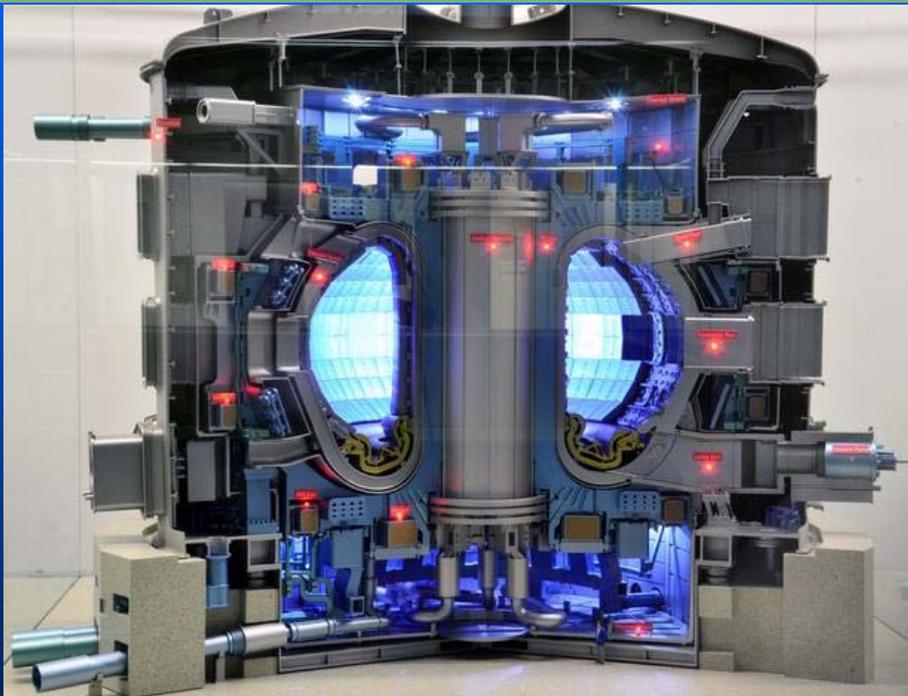
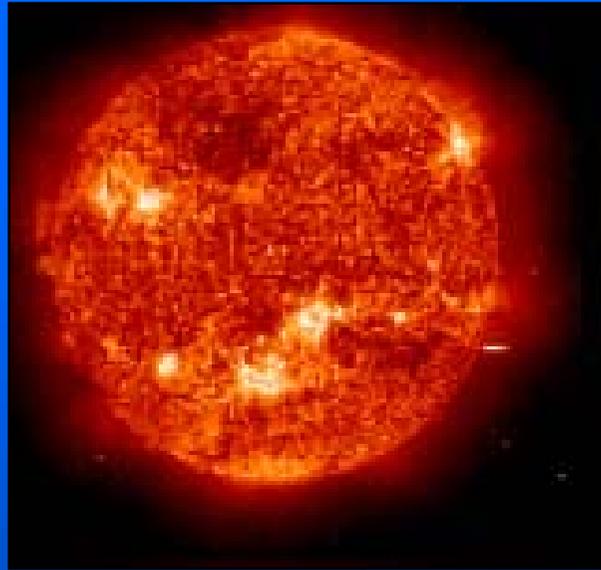


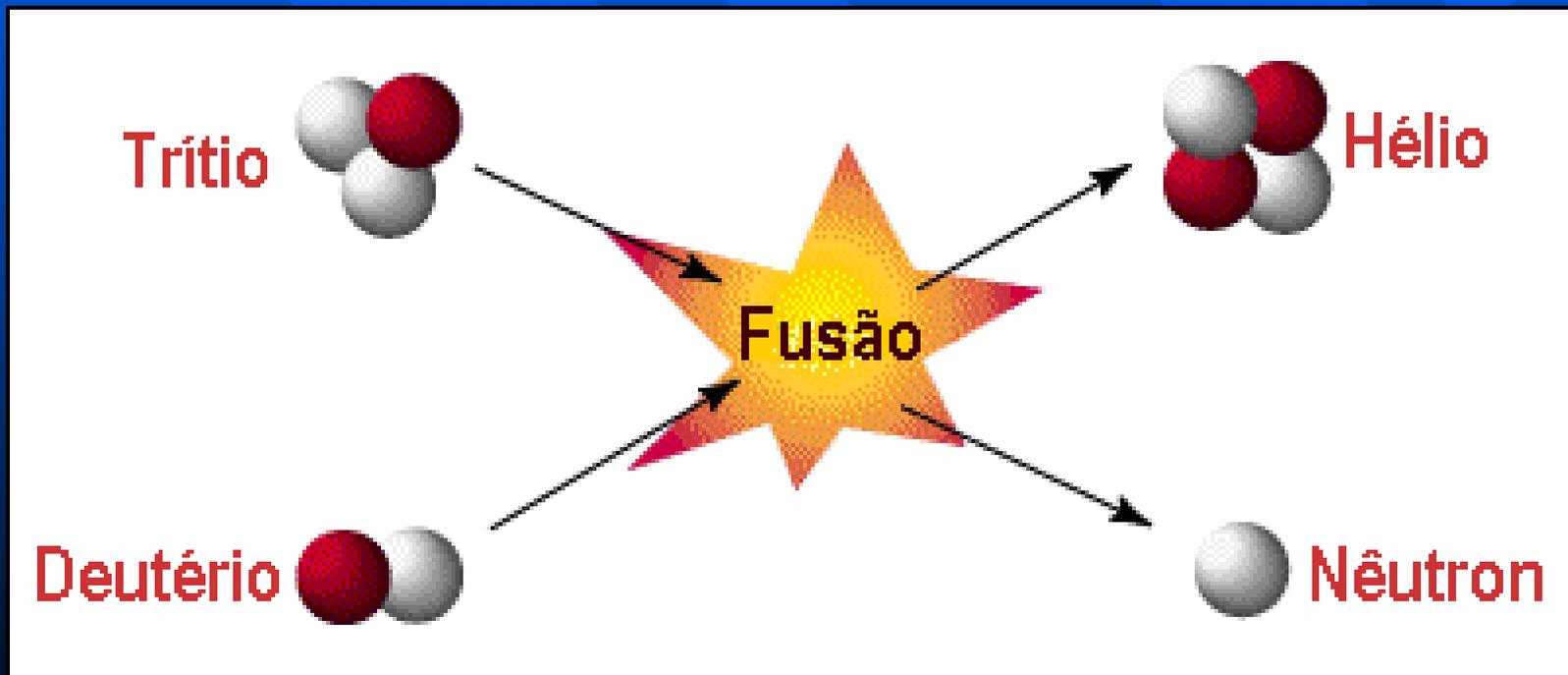
Figura 8 - Vista do interior de um Tokamak – o mais bem sucedido mecanismo para confinar plasma a altas temperaturas.

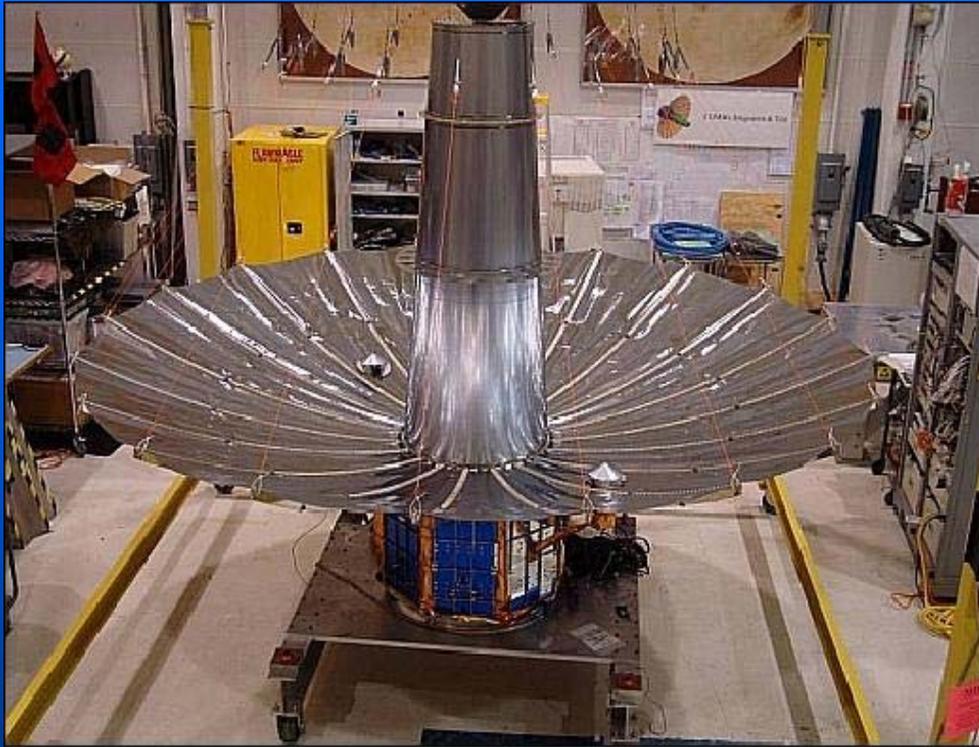
ARTIGO DO PROF. HUGO SANDIM-EEL



Temperatura superfície
central

5785 K
 1.5×10^7 K





LIGAS “SHAPE MEMORY” Ni-Ti

EXPERIMENTO
LIGAS “SHAPE MEMORY” Ni-Ti
TRANSFORMAÇÃO MARTENSÍTICA

<http://www.msm.cam.ac.uk/phase-trans/2003/memory.movies.html>



APLICAÇÃO – ASA ADAPTÁVEL
LIGAS “SHAPE MEMORY” Ni-Ti
TRANSFORMAÇÃO MARTENSÍTICA

<http://www.smaterial.com/SMA/sma.html>

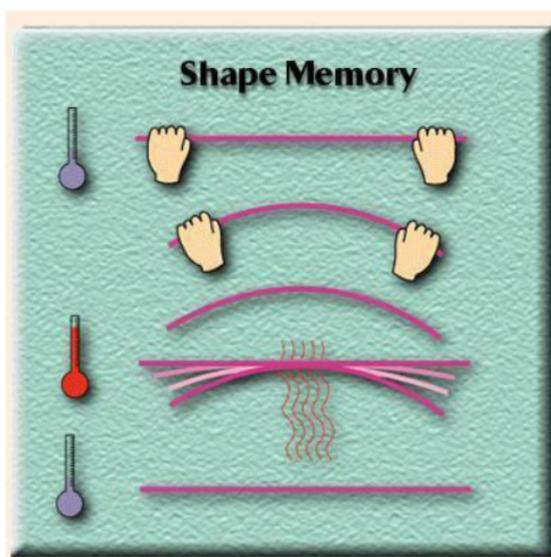


Figura 1 - Representação de uma SMA quando sujeita a situações de tensão

Algumas dessas ligas são:

- **Níquel-Titânio**
- Cobre-Zinco-Alumínio
- Cobre-Zinco-Níquel
- Prata-Cadmio
- Ouro-Cadmio
- Cobre-Estanho
- Cobre-Zinco
- Níquel-Alumínio
- Ferro- Platina
- Magnésio-Cobre
- Ferro-Magnésio



Figura 3 - T-shirt com memória de forma

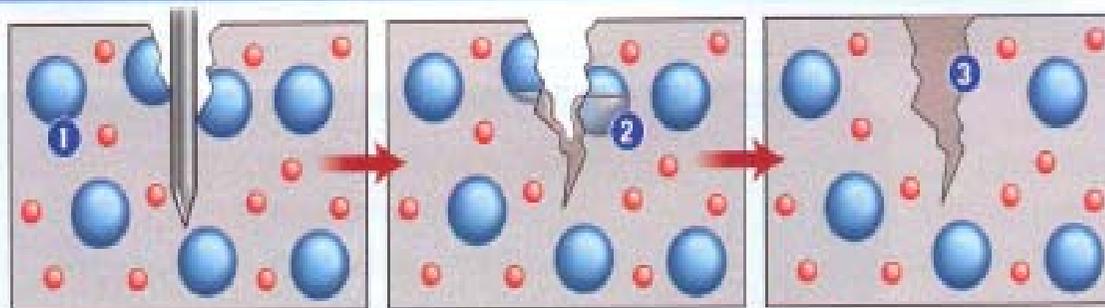
O efeito memória de forma (EMF) pode ser definido como a capacidade de um material, após ter sido deformado plasticamente em seu estado martensítico, voltar ao estado ou forma original através de aquecimento a temperaturas superiores à temperatura de transformação martensítica ou pressões distintas. Isso acontece através de uma transformação da sua estrutura cristalina de martensita para austenita via processos térmicos, resultando grandes deformações. O interessante desses materiais, é que na sua reconstituição à forma original, as ligas com efeito de memória de forma (LEMF) podem realizar trabalho mecânico.

Nanotecnologia proporciona "cicatrização" da pintura |

POR PAULO CAMPO GRANDE

REPARAÇÃO

A tinta reparadora fica acondicionada em cápsulas (1). Quando algum objeto agride a pintura, ele provoca a ruptura (2) dessas cápsulas, liberando a tinta que preenche a área danificada (3). O tempo de cura é questão de horas, dependendo da temperatura ambiente.

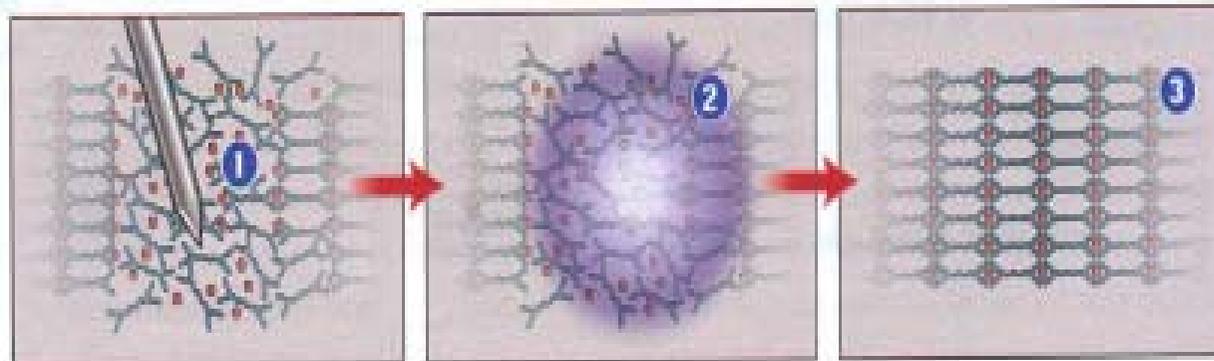


Tintas inteligentes "consertam" os riscos da lataria

Há várias maneiras de regeneração da pintura sendo desenvolvidas pelas indústrias

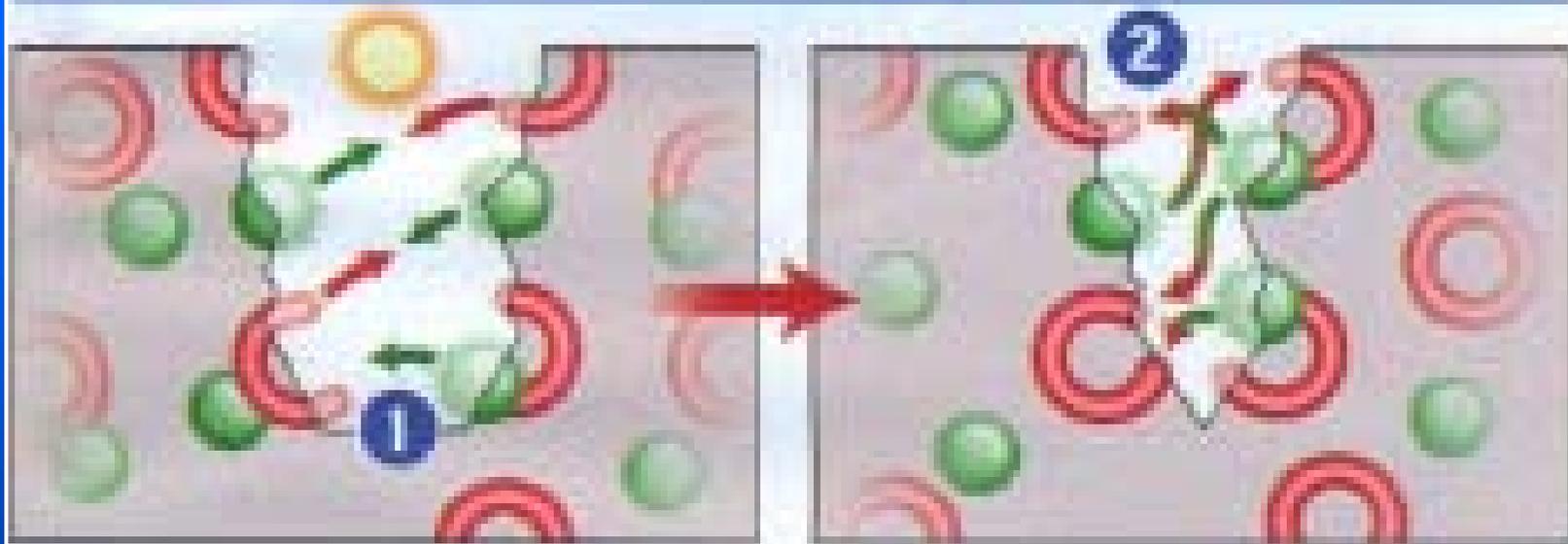
ALTO BRILHO

Polímeros feitos de moléculas alinhadas em cadeias (ligadas por íons de metal) que se soltam (1) quando estimuladas mecanicamente, mas que voltam a se unir, sob a radiação de luz ultravioleta (2). A cicatrização (3) varia de acordo com a intensidade da luz.



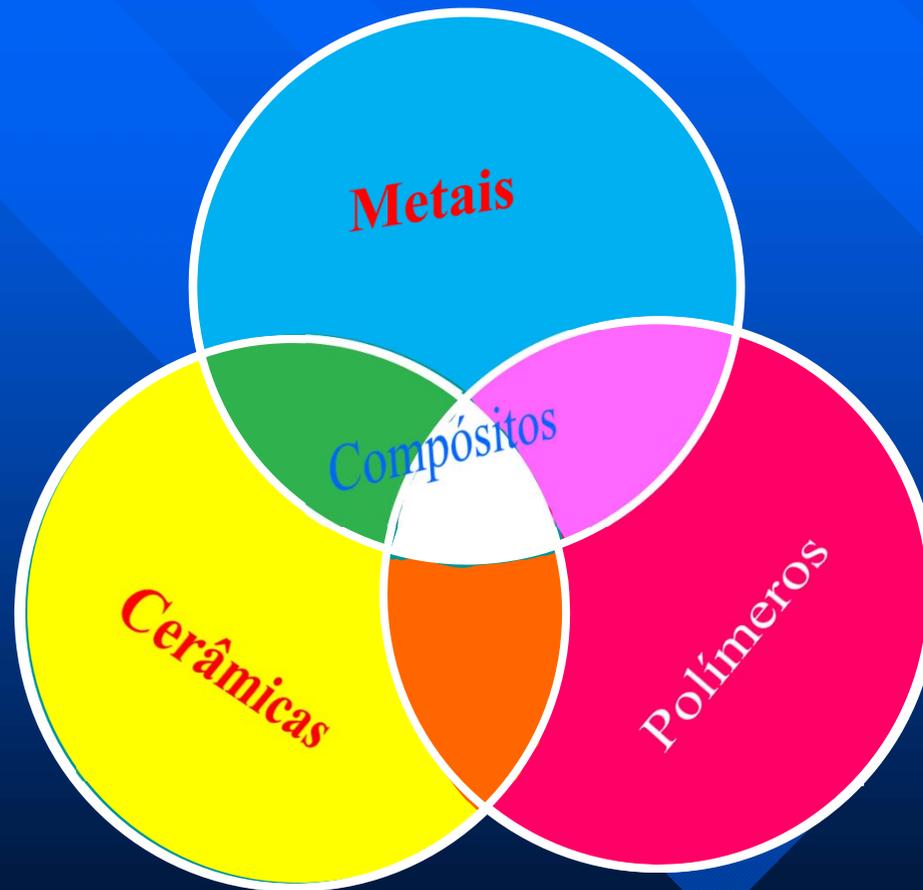
ILUSTRAÇÕES: PAULO CESAR PEREIRA

BIOPOLÍMERO

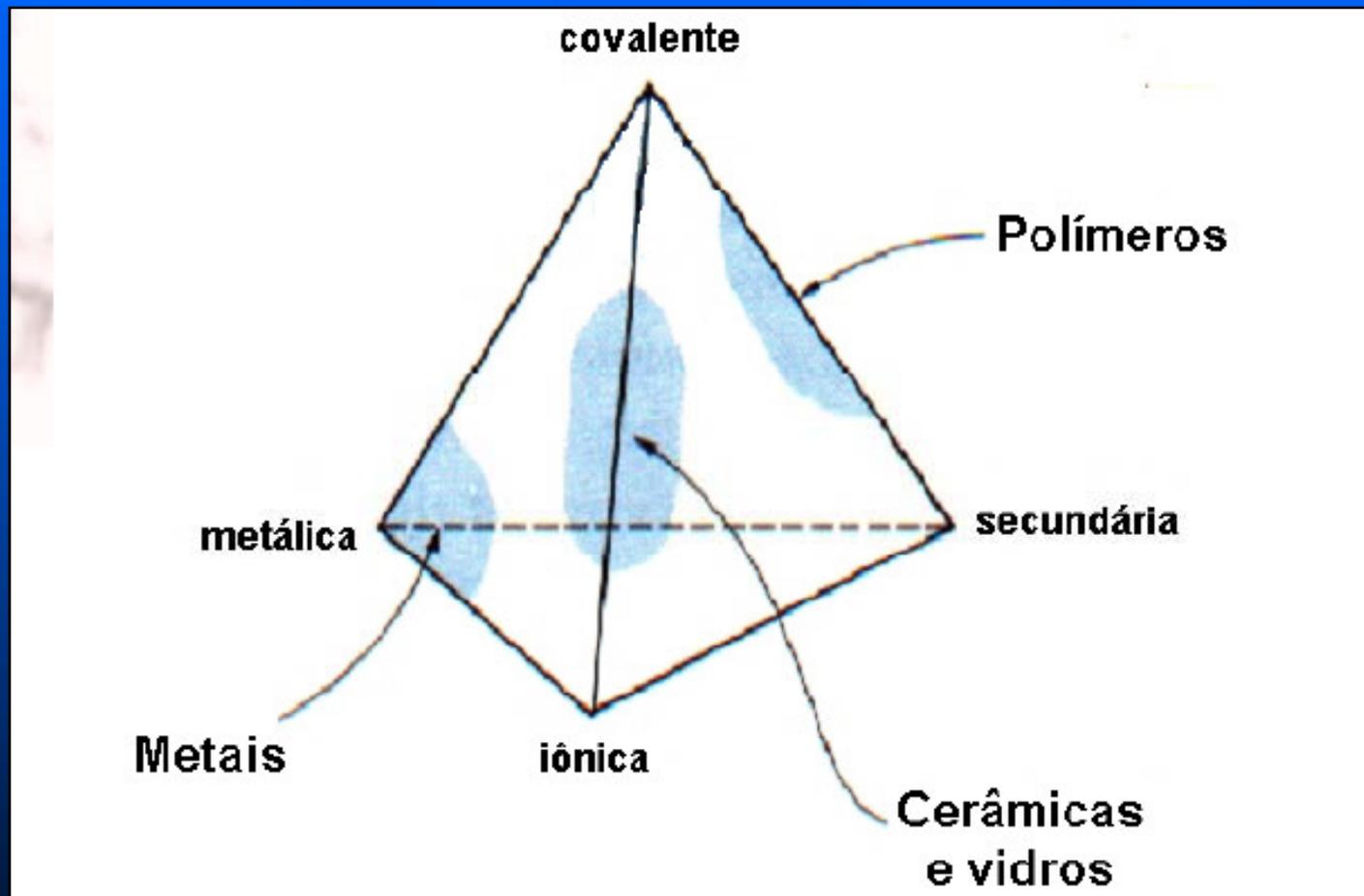


Uma **substância** natural, chamada quitosana, retirada do esqueleto de crustáceos (lagosta, camarão), é o que dá a liga para o polímero adicionado ao verniz que, uma vez arranhado **(1)**, tem sua estrutura química reparada, sob incidência de luz solar. A regeneração **(2)** leva cerca de 1 hora.

Classificação dos Materiais



Classificação dos Materiais



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



Materiais para vasos de pressão e para trocadores de calor (inclusive feixe tubular)*

Metais ferrosos

Aços-carbono
Aços-liga
Aços inoxidáveis

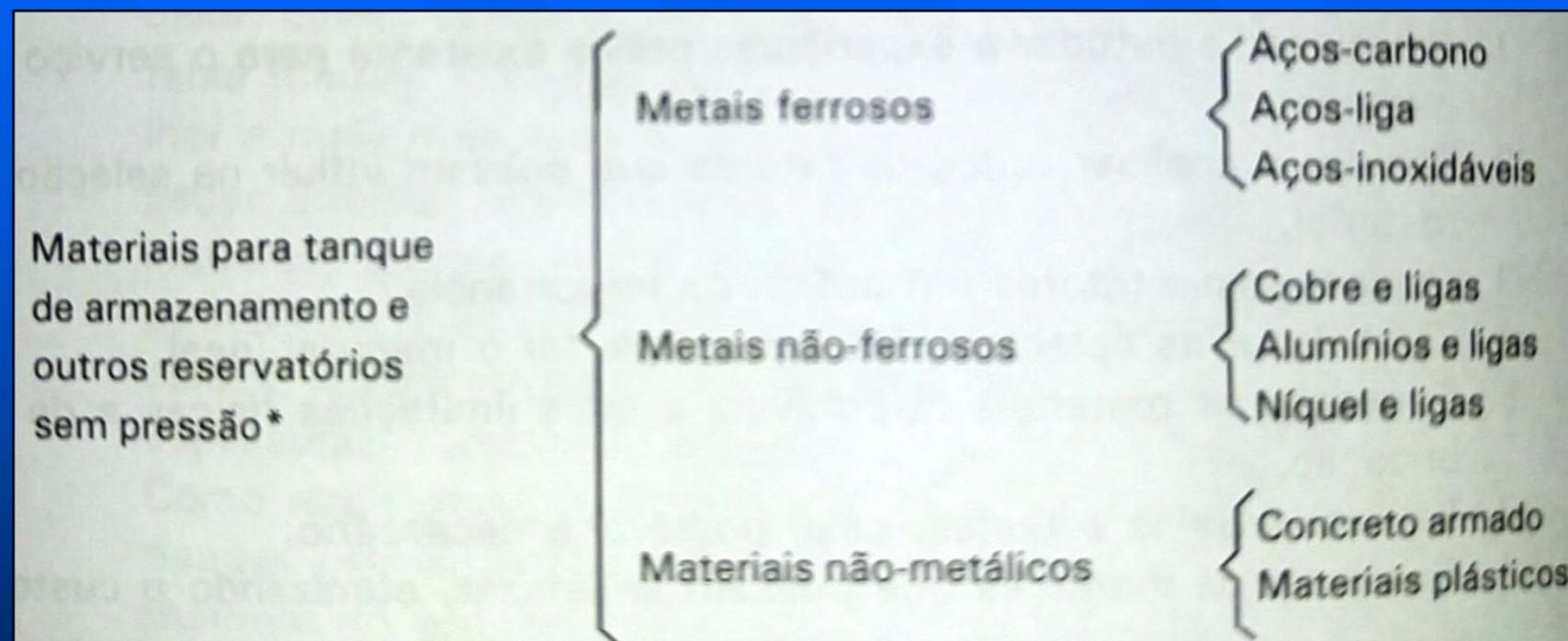
Metais não-ferrosos

Alumínio e ligas
Cobre e ligas
Níquel e ligas
Titânio, zircônio e ligas

Materiais para caldeiras e fornos (inclusive tubos)

Aços-carbono
Aços-liga
Aços inoxidáveis

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



Materiais para tubulações
(tubos, válvulas, conexões
e acessórios de tubulação)

Metais ferrosos

- Aços-carbono
- Aços-liga
- Aços inoxidáveis
- Ferros fundidos
- Ferro maleável
- Ferro forjado
- Ferros-ligados

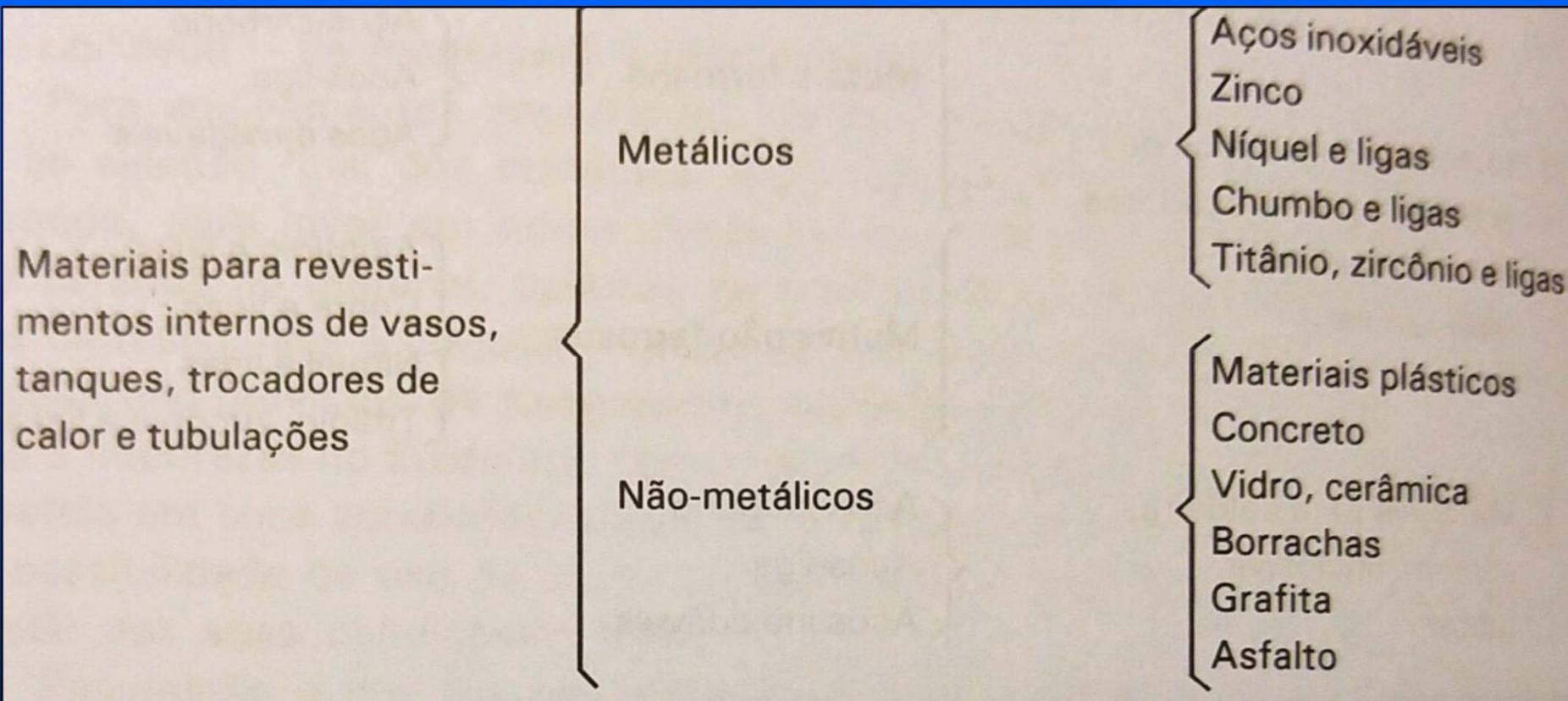
Metais não-ferrosos

- Cobre e ligas
- Alumínio e ligas
- Chumbo e ligas
- Níquel e ligas
- Titânio, zircônio e ligas

Materiais não-metálicos

- Materiais plásticos
- Concreto armado
- Cimento-amianto
- Barro vidrado
- Vidro, cerâmica
- Borrachas

MATERIAIS PARA A INDÚSTRIA QUÍMICA



FIM