

# Introdução à Nanotecnologia

Ele 1060

Aula 3

2010 - 01

# Fundamentos



Vamos começar pelo  
mundo “macro”.

# Como são classificados os materiais sólidos?

- Metais;
- Cerâmicos;
- Polímeros;
- Compósitos.

# Metais

- Elementos **metálicos**
  - Ex: ferro, alumínio, cobre, ouro, etc.
- Elementos **não-metálicos**
  - Ex: carbono, nitrogênio e oxigênio;
  - Em **baixas quantidades**.
- Átomos **arranjados ordenadamente**
- Muitos **elétrons não localizados**
  - Sem ligação a qualquer átomo em particular



# Metais

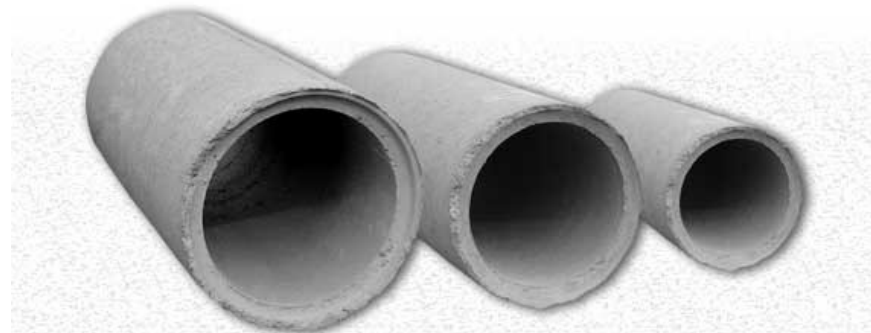


# Cerâmicos

- Elementos **metálicos e não-metálicos**
  - Óxidos, nitretos e carbetos;
- “Cerâmicas Tradicionais”
  - Compostos por minerais argilosos.
    - Ex: porcelana.
  - Ex: Vidro e cimento



# Cerâmicos





# Polímeros

- Materiais plásticos e de borracha;
- Compostos orgânicos
  - Baseados no carbono, no hidrogênio;
  - Elementos não metálicos (O, N e Si).
- Possuem estrutura molecular grande;
  - Átomos de carbono na espinha dorsal;
- Desvantagens:
  - Tendência a amolecer e se decompor.



Garrafa PET

# Polímeros



Conjunto de Aro Plástico,  
Pneu e Câmara



# Compósitos

- Formado por **dois ou mais materiais** das categorias anteriores;
- Objetivo:
  - Atingir uma **combinação de propriedades** não exibidas pelos materiais isolados;
- Compósitos Naturais
  - **Madeira e osso.**
- Compósitos Sintéticos
  - **Fibra de vidro, fibra de carbono.**

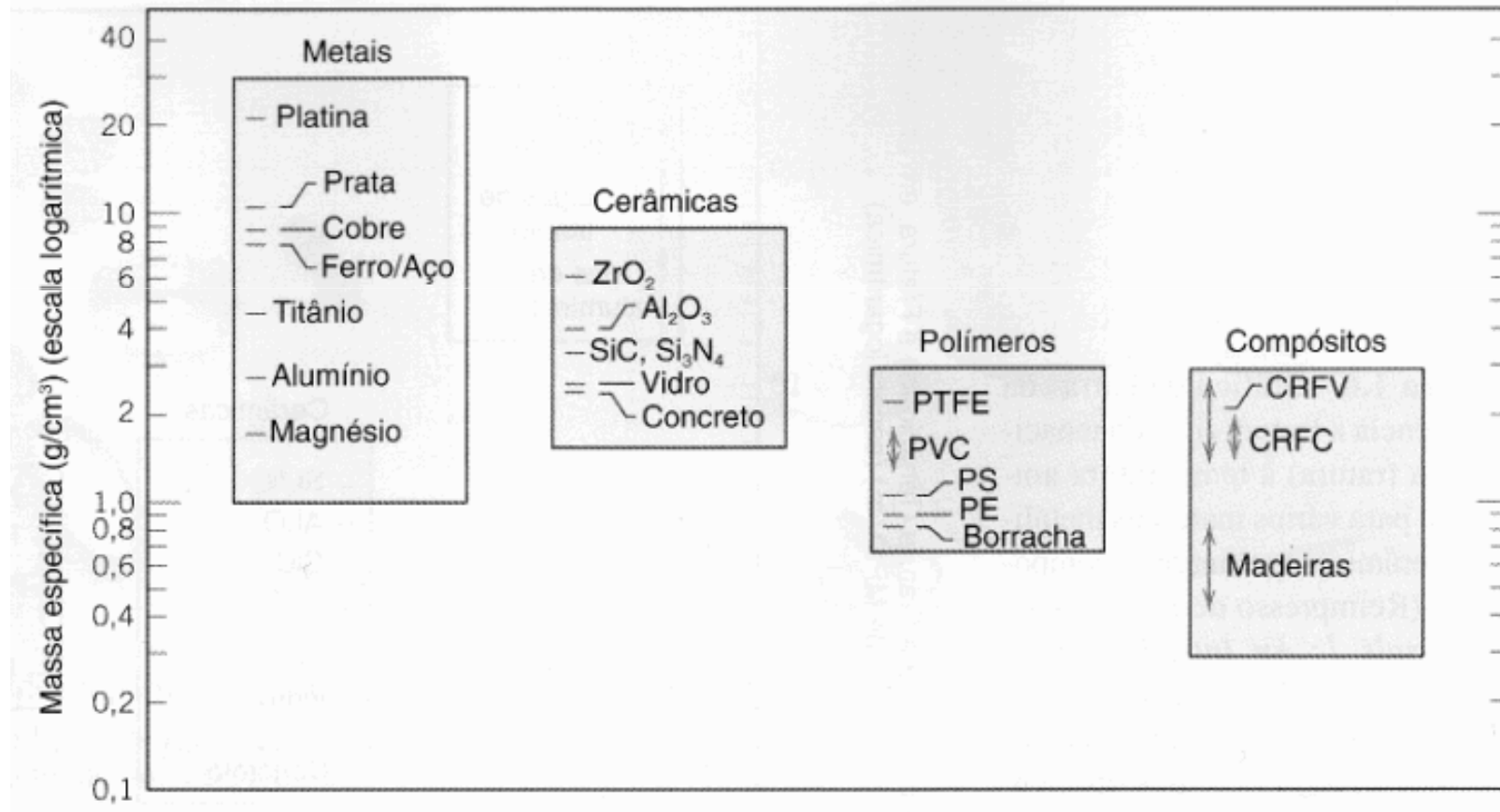


# Compósitos

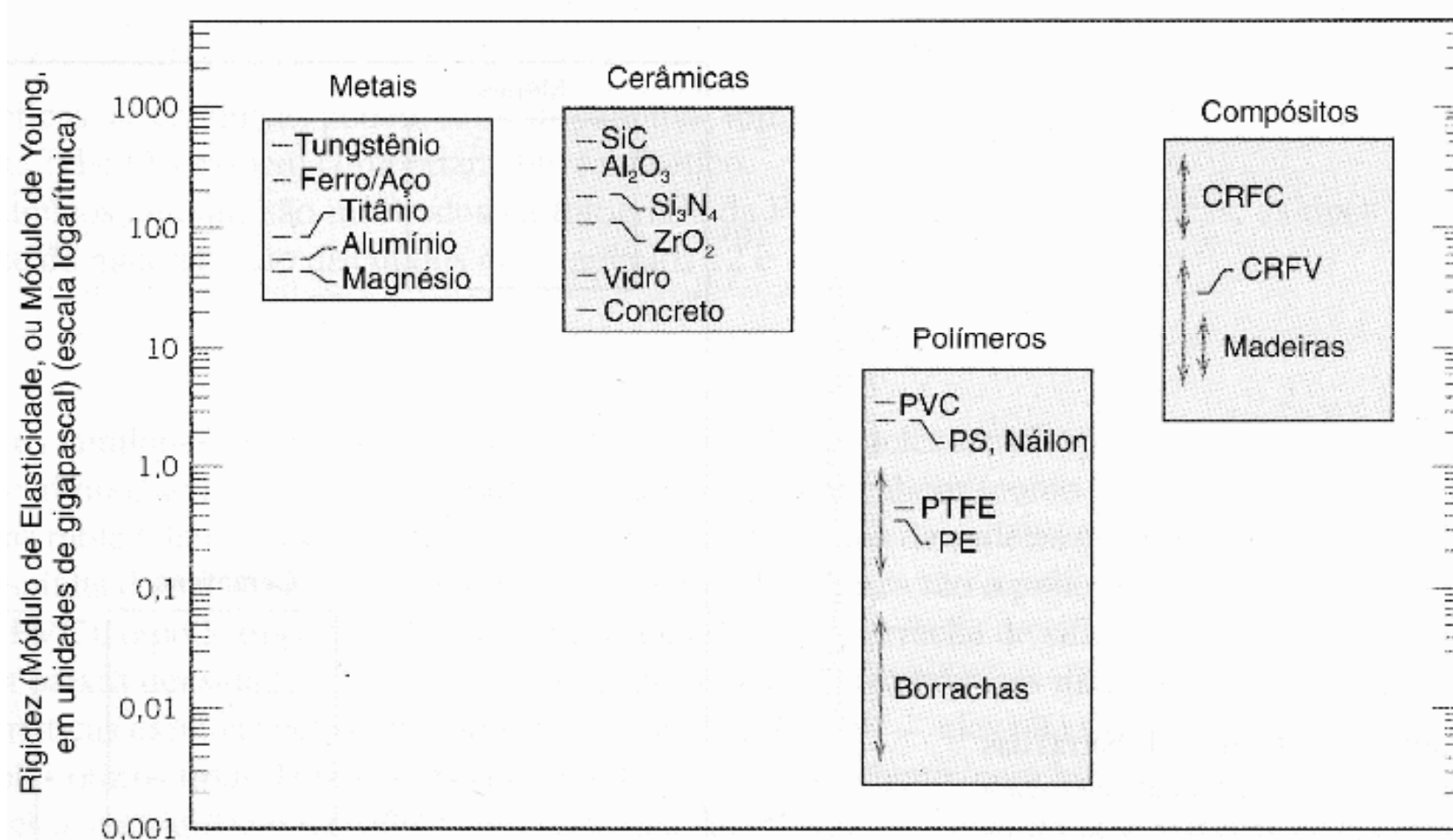


Agora vamos comparar as  
propriedades dos  
materiais....

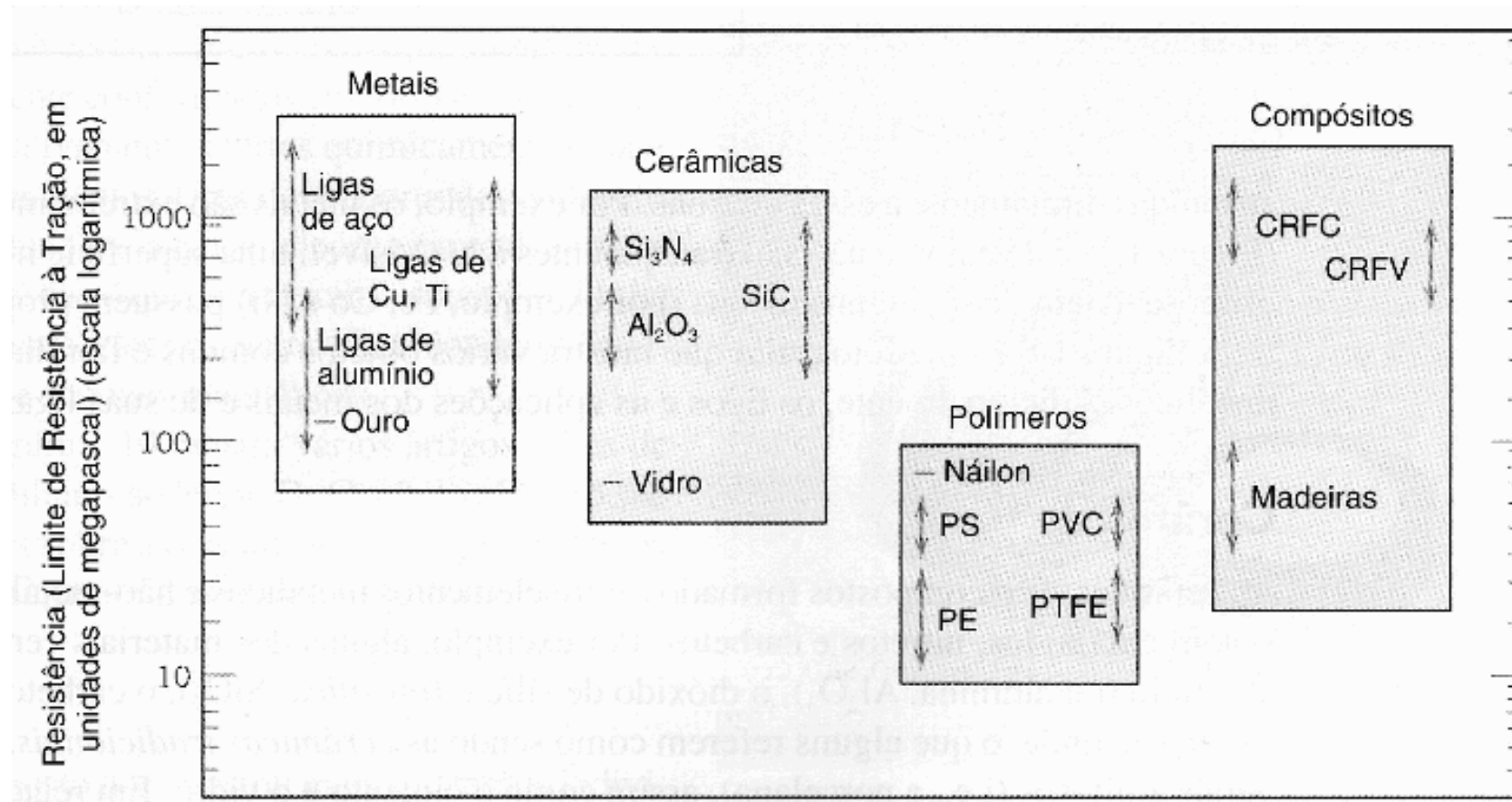
# Massa específica (g/cm<sup>3</sup>)



# Rigidez (Gigapascal)

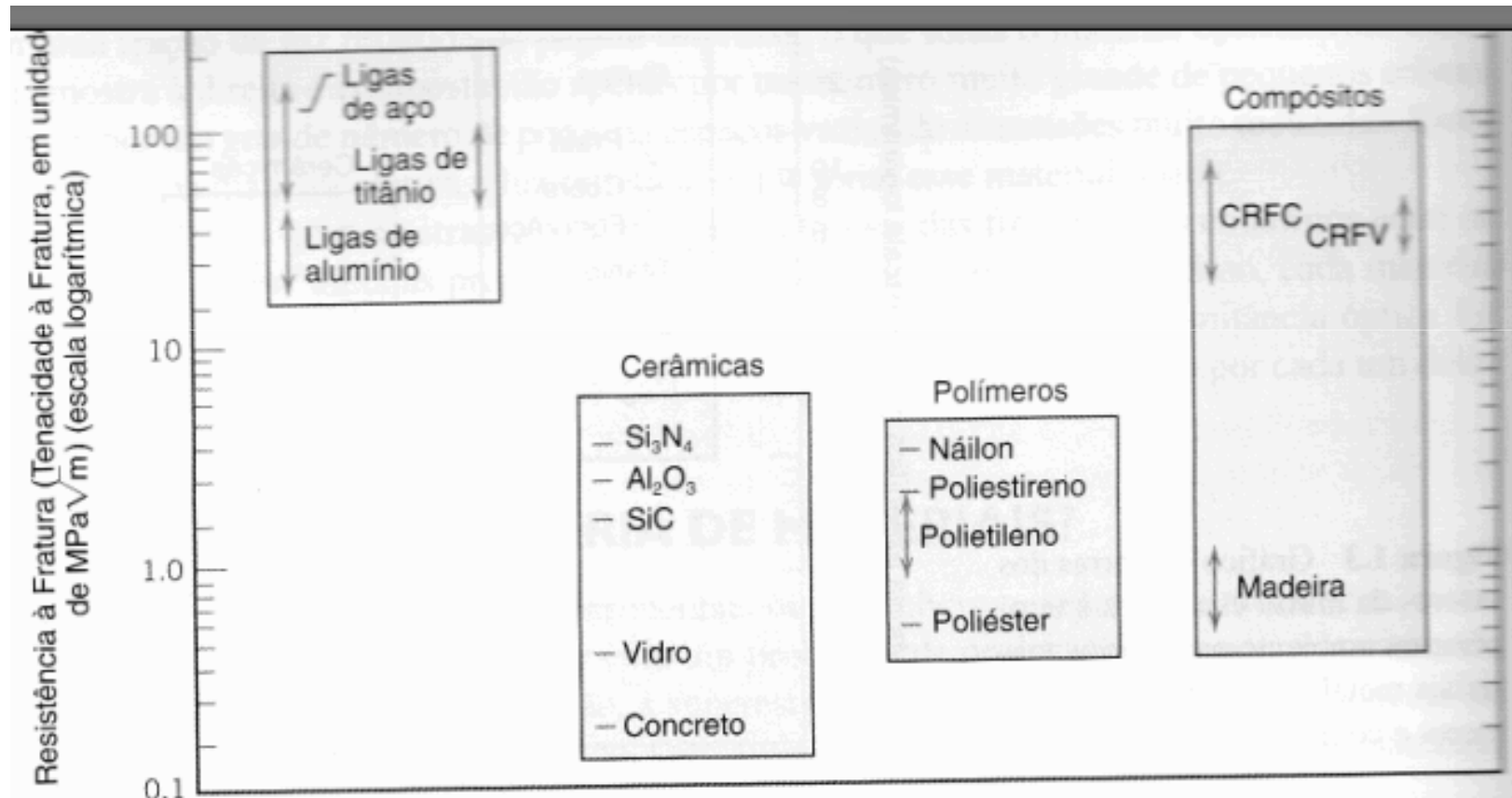


# Resistência (Megapascal)





# Resistência à Fratura (Magapascal $\sqrt{m}$ )

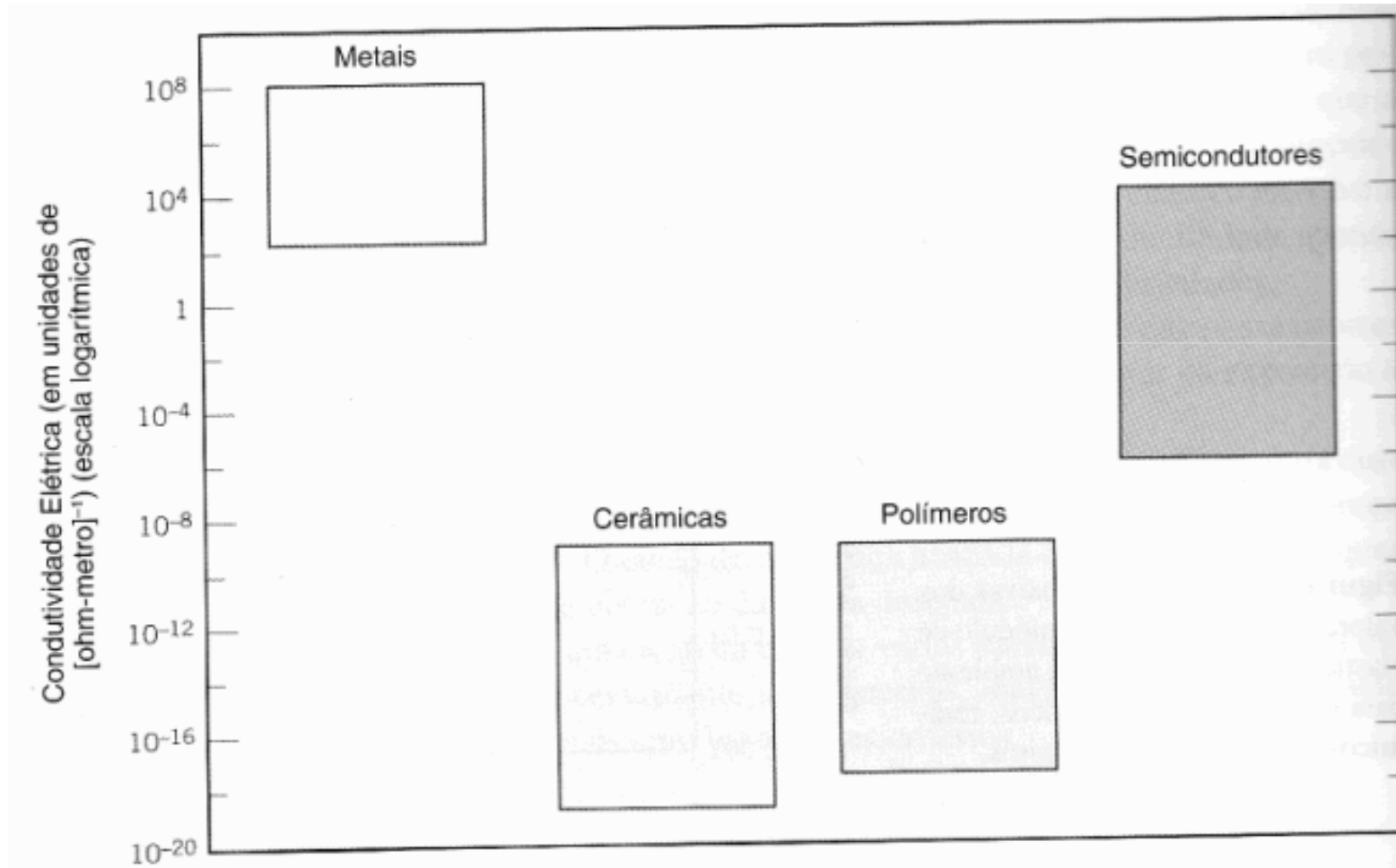


# Outros Materiais

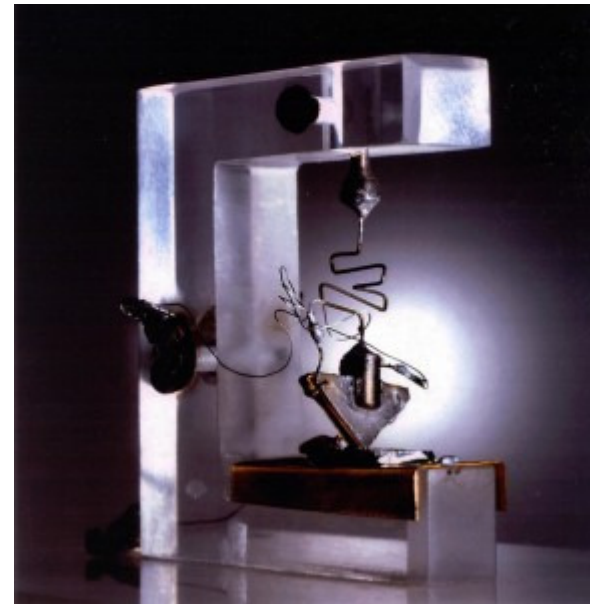
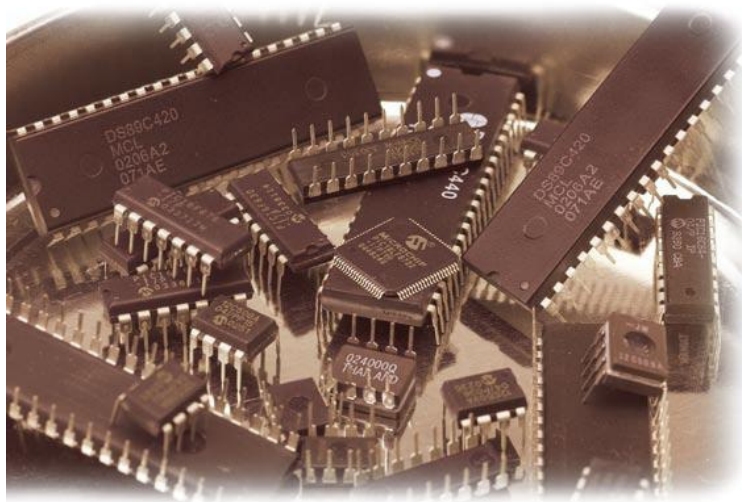
# Semicondutores

- Propriedades **elétricas intermediárias**;
  - Não é condutor (metais e ligas metálicas);
  - Nem isolantes (cerâmicas e polímeros).
- Características elétricas extremamente **sensíveis à presença de impurezas**;
- Possibilitou a criação dos **circuitos integrados** e, conseqüentemente, da **eletrônica**.

# Semicondutores



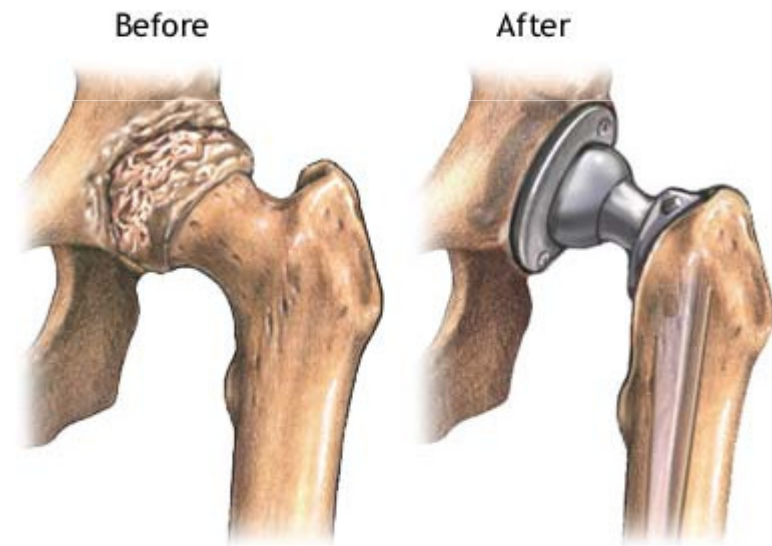
# Semicondutores



# Biomateriais

- Usados em **componentes inseridos no corpo humano** para a substituição de partes danificadas ou doentes;
- **Não** devem ser **tóxicos**;
- Devem ser **compatíveis com os tecidos do corpo**;
  - **Não** podem causar **reações**.
- Todos os materiais anteriores podem ser usados.

# Biomateriais



ADAM.

# Materiais do Futuro

- Materiais Inteligentes
  - Capazes de sentir e reagir às mudanças ambientais;
  - Sensores
    - Fibra ótica;
    - Piezoelétricos;
    - Semicondutores.
  - Atuadores
    - Piezoelétricos;
    - Ligas com memória de forma;
    - Magneto-constritivos;
    - Fluidos eletorreológicos/magneto-reológicos.



# Materiais do Futuro

- Exemplo de Aplicação
  - Diminuição de ruído.



# Materiais do Futuro

- Materiais Nanoengenheirados



Assunto do Curso

# Desafios de Novos Materiais

- Materiais mais **leves e resistentes**;
- Alta **resistência** e baixa **densidade**;
- Úteis em **temperaturas elevadas**;
- Geradores de **energia eficiente**
  - Solar, hidrogênio, etc.
- Controle **Ambiental**;
- Redução do uso de fontes **não renováveis**.

# Do que são feito os Materiais ?

## Tabela Periódica dos Elementos

1																		18									
IA																		VIIIA									
1	1																	2	2								
1	H																	He	He								
	Hidrogênio																		Hélio								
	1.00794																		4.002602								
2	3	4																	10	10							
2	Li	Be																	Ne	Ne							
	Lítio	Berílio																		Neônio							
	6.941	9.012182																		20.1797							
3	11	12																	18	18							
3	Na	Mg																	Ar	Ar							
	Sódio	Magnésio																		Argônio							
	22.989770	24.3050																		39.948							
4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36									
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr									
	Potássio	Cálcio	Escândio	Titânio	Vanádio	Cromo	Manganês	Ferro	Cobalto	Níquel	Cobre	Zinco	Gálio	germânio	arsênio	selênio	bromo	criptônio									
	39.0983	40.078	44.955910	47.867	50.9415	51.9961	54.938049	55.8457	58.933200	58.6934	63.546	65.409	69.723	72.64	74.92160	78.96	79.904	83.798									
5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54									
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe									
	Rubídio	Estrôncio	Ítrio	Zircônio	Nióbio	Molibdênio	Tecnécio	Rútenio	Ródio	Paládio	Prata	Cádmio	Índio	Estanho	Antimônio	Telúrio	Iodo	xenônio									
	85.4678	87.62	88.90585	91.224	92.90638	95.94	(98)	101.07	102.90550	106.42	107.8682	112.411	114.818	118.710	121.760	127.60	126.90447	131.293									
6	55	56	57 to 71										72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
6	Cs	Ba											Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
	Césio	Bário											Háfnio	Tântalo	Tungstênio	Rênio	Osmio	Iridio	Platina	Ouro	Mercurio	Tálio	Chumbo	Bismuto	Polônio	Astato	Radônio
	132.90545	137.327											178.49	180.9479	183.84	186.207	190.23	192.2217	195.078	196.96655	200.59	204.3833	208.98038	(209)	(210)	(222)	
7	87	88	89 to 103										104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118
7	Fr	Ra											Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt	Ds	Rg	Uub	Uut	Uuq	Uup	Uuh	Uus	Uuo
	Frâncio	Rádio											Rúterfórdio	Dúbnio	Seabórgio	Bóhrio	Hássio	Meitnério	Darmstádio	Roentgênio	Ununbium	Ununtrium	Ununquádmio	Ununpêntio	Ununhexium	Ununseptium	Ununoctium
	(223)	(226)											(261)	(262)	(266)	(264)	(269)	(268)	(271)	(272)	(285)	(284)	(289)	(288)	(292)		
Massas atômicas em parênteses são aquelas do isótopo mais estável ou comum.																											
Direitos autorais de design © 1997 Michael Dayah (michael@dayah.com) http://www.dayah.com/periodic/																											
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71													
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu													
Lantânio	Cério	Praseodímio	Néodímio	Prométeo	Samário	Európio	Gadolínio	Térbio	Disprósio	Hólmio	Érbio	Túlio	Ítérbio	Lutécio													
138.9055	140.116	140.90765	144.24	(145)	150.36	151.964	157.25	158.92534	162.500	164.93032	167.259	168.93421	173.04	174.967													
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103													
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr													
Actínio	Tório	Protactínio	Urânio	Neptúnio	Plutônio	Améριο	Cúrio	Béquerelio	Califórnio	Einstênio	Férmio	Mendelevíio	Nobélio	Laurencio													
(227)	232.0381	231.03688	238.02891	(237)	(244)	(243)	(247)	(247)	(251)	(252)	(257)	(258)	(259)	(262)													

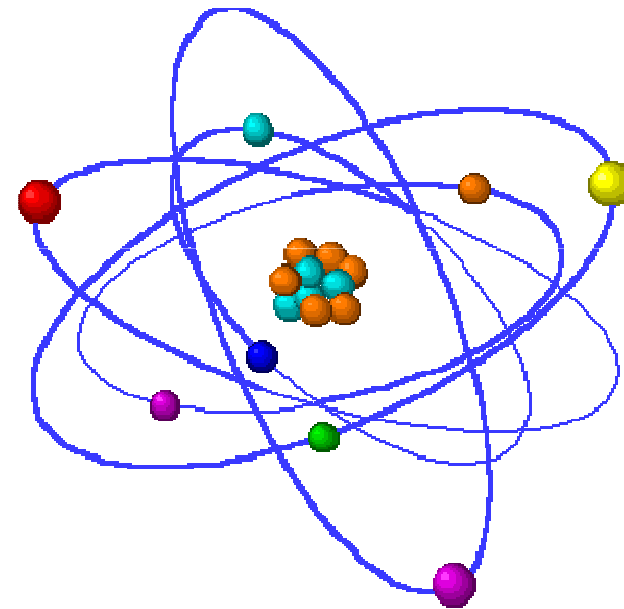
Nota: Os números de subgrupo 1-18 foram adotados em 1984 pela International Union of Pure and Applied Chemistry (União Internacional de Química Pura e Aplicada). Os nomes dos elementos 112-118 são os equivalentes latinos desses números.



Vamos agora ao  
mundo atômico.

# Átomo

- Núcleo
  - Prótons
    - Carga =  $1,6 \times 10^{-19}$  C
    - Massa =  $1,67 \times 10^{-27}$  kg
  - Nêutrons
    - Carga = 0 C
    - Massa =  $1,67 \times 10^{-27}$  kg
- Elétrons
  - Carga =  $1,6 \times 10^{-19}$  C
  - Massa =  $9,11 \times 10^{-31}$  kg



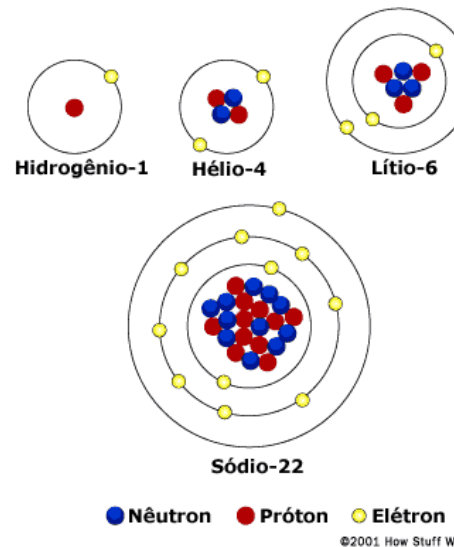
# Elemento Químico

- Caracterizado pelo **número atômico (Z)**.
- Átomo eletricamente neutro
  - N<sup>o</sup> prótons = N<sup>o</sup> elétrons.
- **Massa Atômica (A)**
  - massas dos prótons + massa dos nêutrons;
  - N<sup>o</sup> de nêutrons pode ser variável em um mesmo elemento – **Isótopos**.
    - Hidrogênio – Prótio (0 N), Deutério (1 N) e Trítio (2 N)

# Elétrons nos Átomos

- **Comportamento dos elétrons** nos átomos e nos sólidos cristalinos – **Mecânica Quântica**.
- **Modelo Atômico de Bohr**
  - Elétrons circulam ao **redor do núcleo**;
  - **Orbitais discretos**.

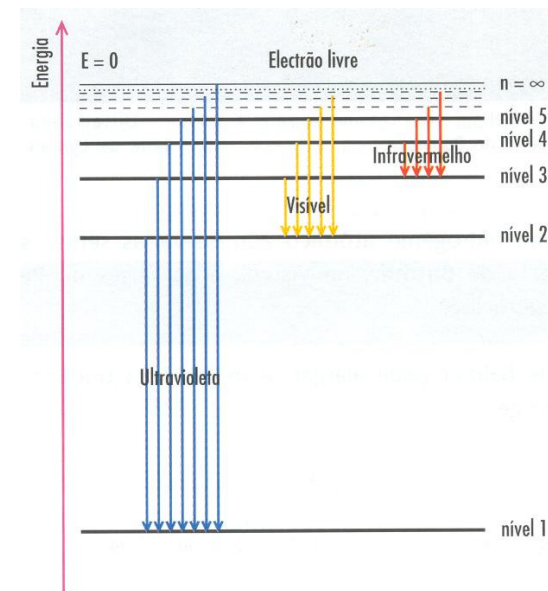
Isótopos de Hidrogênio, Hélio, Lítio e Sódio





# Elétrons nos Átomos

- Energias dos elétrons são **quantizadas**
  - Apenas **energias específicas** são permitidas;
  - Para **mudar energia** elétron deve “saltar” de nível.



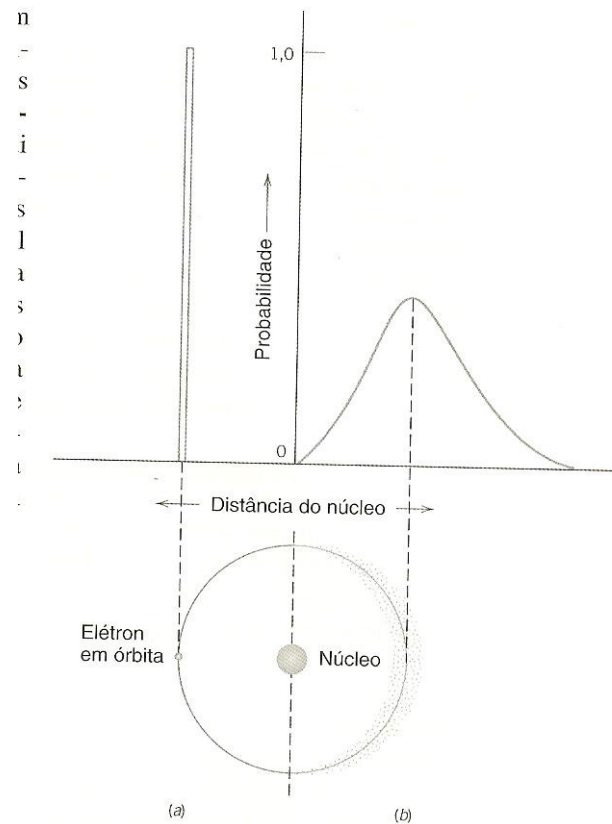
# Elétrons nos Átomos

- Modelo de Bohr é **incapaz** de explicar alguns fenômenos envolvendo elétrons;
- **Modelo mecânico-ondulatório**
  - Elétron possui característica de **partícula**;
  - Elétron possui característica de **onda**.
- Elétron não é mais tratado como uma partícula se movendo em uma órbita;
- A posição do elétron é dada por uma **distribuição de probabilidades**.

# Elétrons nos Átomos

- Modelo de Bohr é **incapaz** de explicar alguns fenômenos envolvendo elétrons;
- **Modelo mecânico-ondulatório**
  - Elétron possui característica de **partícula**;
  - Elétron possui característica de **onda**.
- Elétron não é mais tratado como uma partícula se movendo em uma órbita;
- A posição do elétron é dada por uma **distribuição de probabilidades**.

# Elétrons nos Átomos



**Figura 2.3** Comparação entre os modelos atômicos de (a) Bohr e (b) mecânico-ondulatório em termos da distribuição eletrônica. (Adaptado de Z. D. Jastrzebski, *The Nature and Properties of Engineering Materials*, 3rd edition, p. 4. Copyright © 1987 por John Wiley & Sons, New York. Reimpresso sob permissão da John Wiley & Sons, Inc.)

# Para Relaxar



# Referências

- Ciência e Engenharia dos Materiais – Uma Introdução – Sétima Edição.  
– William D. Calister Jr.