



Universidade Federal do ABC

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

Prof. Dr. Renata Ayres Rocha

renata.ayres@ufabc.edu.br

BLOCO A, Torre 1, SALA 621



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

APRESENTAÇÃO – OBJETIVOS DO CURSO

- ✓ **Identificar as estruturas, as propriedades, o processamento e as aplicações dos principais tipos de materiais.**



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

APRESENTAÇÃO – EMENTA

- ✓ **Revisão de estrutura atômica e ligações químicas.**
- ✓ **Classificação dos materiais: metais, polímeros, cerâmicas e materiais avançados (compósitos, semicondutores, etc.).**
- ✓ **Estrutura de metais, cerâmicas e polímeros e microestrutura.**
- ✓ **Propriedades dos materiais: mecânicas, térmicas, elétricas, ópticas e magnéticas.**
- ✓ **Caracterização de materiais: técnicas de análise microestrutural e ensaios mecânicos.**



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Básica:

CALLISTER JR., W.D.; Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Introdução. 7a edição, GEN-LTC, 2008.

CALLISTER JR., W.D., Fundamentos da Ciência e Engenharia dos materiais : uma abordagem integrada, 2a edição, LTC, 2006.

VAN VLACK, L.H.; Princípios de Ciências e Tecnologia dos Materiais, Tradução da 4a edição atualizada e ampliada, Campus, 1984.

SHACKELFORD, JAMES F.; Introdução à Ciência dos Materiais para Engenheiros, 6a edição, Prentice Hall, 2008.



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Complementar:

VAN VLACK, L.H.; Princípios de Ciências dos Materiais, Blucher, 1970.

CALLISTER JR., W.D.; Materials Science and Engineering: An Introduction, 7th edition, John Wiley&Sons, 2007

ASKELAND, D. R.; Ciência e Engenharia dos Materiais, Cengage, 2008.

SHACKELFORD, JAMES F.; Introduction to Materials Science for Engineers; 6th edition, Pearson/Prentice Hall, 2004.

CHUNG, Y. W.; Introduction to Materials Science and Engineering, CRC Press, 2007.

WHITE, M.A., Properties of Materials, Oxford University Press, 1999.

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

Duas avaliações sem consulta, individual (**P1** e **P2**)

Prova 1: 25/07/2019, 16:00

Prova 2: 30/08/2019, 14:00, (calendário de reposição de aulas)

Prova Substitutiva (para quem, com justificativa, perder uma das provas):

03/09/2019, 14:00 (calendário de reposição de aulas)

Prova de Recuperação (para conceitos finais D e F): **início 3º quadrimestre 2019**

Relatórios – 3 atividades em grupo

Atividades em sala de aula

**CUIDADO COM AS FALTAS!!! A PRESENÇA É OBRIGATÓRIA EM PELO
MENOS 75% DAS AULAS!!!**



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 – MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

CRITÉRIO DE AVALIAÇÃO

**Relatórios e trabalhos: cuidado com a cópia de relatórios entre os grupos!
Não será permitida e todos os grupos com relatórios copiados ficarão com
com conceito F**

- Grupos de no máximo 5 alunos

Conceitos:

- A** - desempenho excepcional;
- B** - desempenho bom;
- C** - desempenho satisfatório;
- D** - aproveitamento mínimo não satisfatório;
- F** - reprovado.
- O** - reprovado por falta

**SEJAM RESPONSÁVEIS PELA PRESENÇA E ATITUDES EM AULA,
COM RESPEITO AOS ALUNOS E AOS PROFESSORES**



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

JUNHO						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

03/06 - Início de 2019.2

20/06 a 22/06 - Corpus Christi

JULHO						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

08/07 a 09/07 - Revolução Constitucionalista

AGOSTO						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31

20 - Feriado municipal - S B e recesso em S A

26/08 - Simpósio de Bases Experimentais das Ciências Naturais

SETEMBRO						
Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30					

04/09 a 22/09 - recesso

20 de junho	quinta-feira	27 de agosto	terça-feira
09 de julho	terça-feira	30 de agosto	sexta-feira
20 de agosto	terça-feira	03 de setembro	terça-feira

CRONOGRAMA

pode ser adequado em função do aproveitamento da turma

Data da Aula	Aula - 3ª feira 14h	Aula - 5ª feira 16h
04/06 e 06/06	Apresentação do curso e introdução	Materiais e ligações químicas
11/06 e 13/06	Estrutura cristalina	Estrutura cristalina
18/06 e 20/06	Defeitos em estruturas	FERIADO
25/06 e 27/06	Defeitos e caracterização de estruturas	Laboratório 1 B1 / atividade em sala B2
02/07 e 04/07	Cerâmicas e metais	Atividade em sala - DRX
09/07 e 11/07	FERIADO	Laboratório 1 B2 / atividade em sala B1
16/07 e 18/07	Vidros	Polímeros
23/07 e 25/07	Polímeros	PROVA 1
30/07 e 01/08	Propriedades Mecânicas	Laboratório 2 B2 / atividade em sala B1
06/08 e 08/08	Propriedades Mecânicas	Laboratório 2 B1 / atividade em sala B2
13/08 e 15/08	Propriedades Térmicas	Propriedades Elétricas
20/08 e 22/08	FERIADO	Propriedades Magnéticas
27/08 e 30/08	Propriedades Ópticas	PROVA 2

03/09

Prova Substitutiva



CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

**Contato sobre a disciplina, divulgação das listas de exercícios,
atividades, notícias, lembretes**

Tidia!!



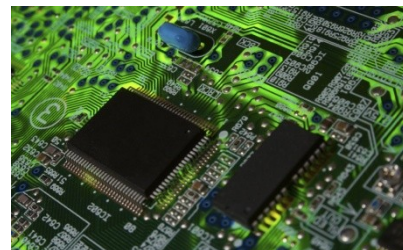
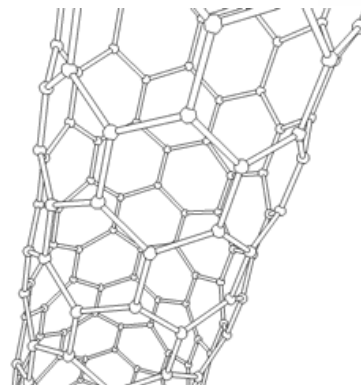
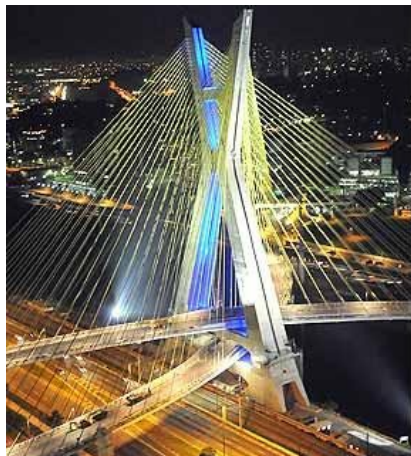
Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO

Materiais – substâncias com propriedades úteis para construirmos máquinas, estruturas, dispositivos e produtos em diversas áreas





Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA

Importância dos materiais na vida dos homens: 'eras' são divididas por materiais característicos da época

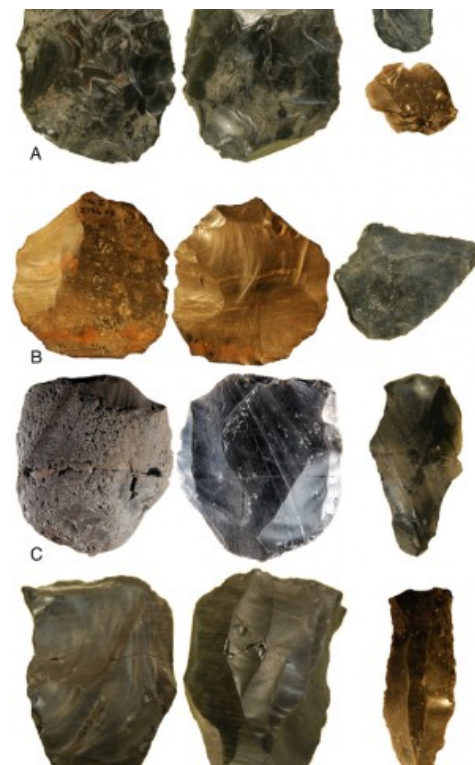
- ✓ Idade da pedra (~9.000 A.C.)
- ✓ Idade do bronze (~3.200 A.C.)
- ✓ Idade do ferro (~1.200 A.C.)
- ✓ Aço, polímeros, silício: dias atuais



<https://monaghan.ie/museum/bronze-age-weapons-and-tools/>



https://www.britishmuseum.org/whats_on/exhibitions/hoards.aspx



<https://phys.org/news/2014-09-stone-age-tools-african.html>



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA

- ✓ **Polímeros naturais** – ossos, tendões, madeira, fibras (?-50.000 AC)
- ✓ **Cerâmicas e vidros** – vasos e urnas de argila (20.000-6.000 AC); pontas de flechas de sílex : 6.000 AC –2.500 AC); pisos e azulejos (2.000 AC)
- ✓ **Metais** – lâminas, equipamentos bélicos (Idade do bronze: 3.000-500 AC; Idade do Ferro: 1.000 AC – 1.000 DC)



<https://www.tou Eiffel.paris/en/the-monument/history>



<https://www.abividro.org.br/noticias/vidro-um-recipiente-que-contem-historia>

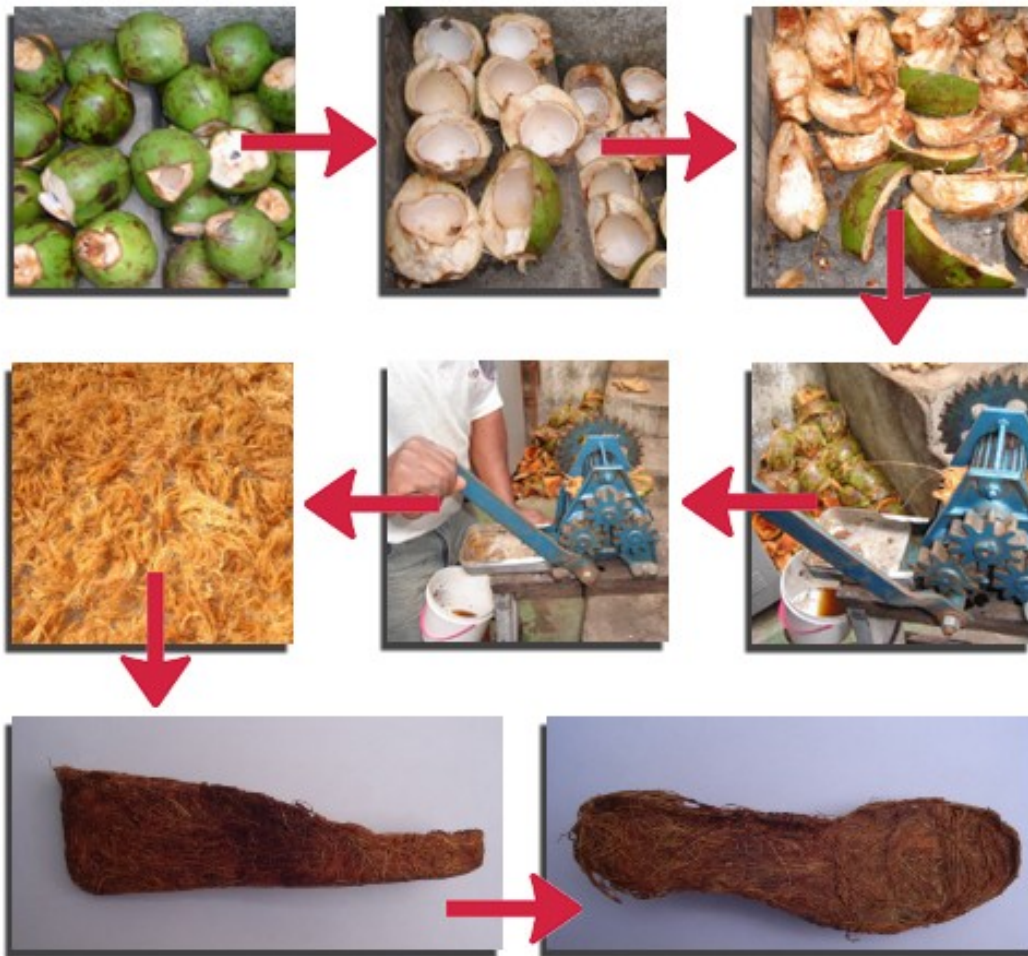


Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA



<http://www.usp.br/agen/?p=169072>



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA



<https://www.tou Eiffel.paris/fr/le-monument/chiffres-cle>



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA

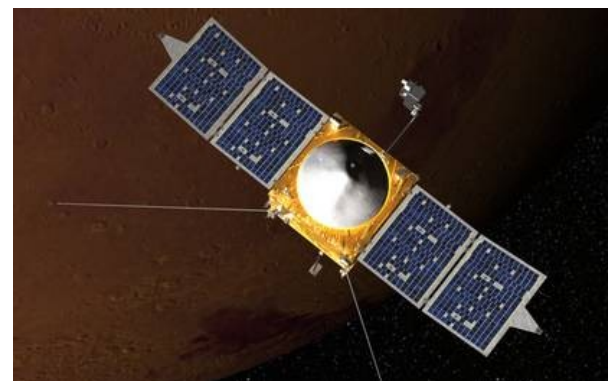
- ✓ **Polímeros sintéticos** – borracha vulcanizada (1870), baquelite (1895), poliamida (1930), polipropileno (1954)
- ✓ **Ligas metálicas**
- ✓ **Nanotecnologia** – nanotubos de carbono (1990), nanocompósitos argila-polipropileno (1994)



<https://www.baquellites.com.br/acessorios-baquelite-panels>



<http://www.borrachasjundiai.com.br/index.php/produtos/acessorios-industriais/plasticos-de-engenharia/item/471-nylon-ou-poliamida-pa>



https://marsmobile.jpl.nasa.gov/files/resources/MAVEN_FAQ-thmfeat.jpg

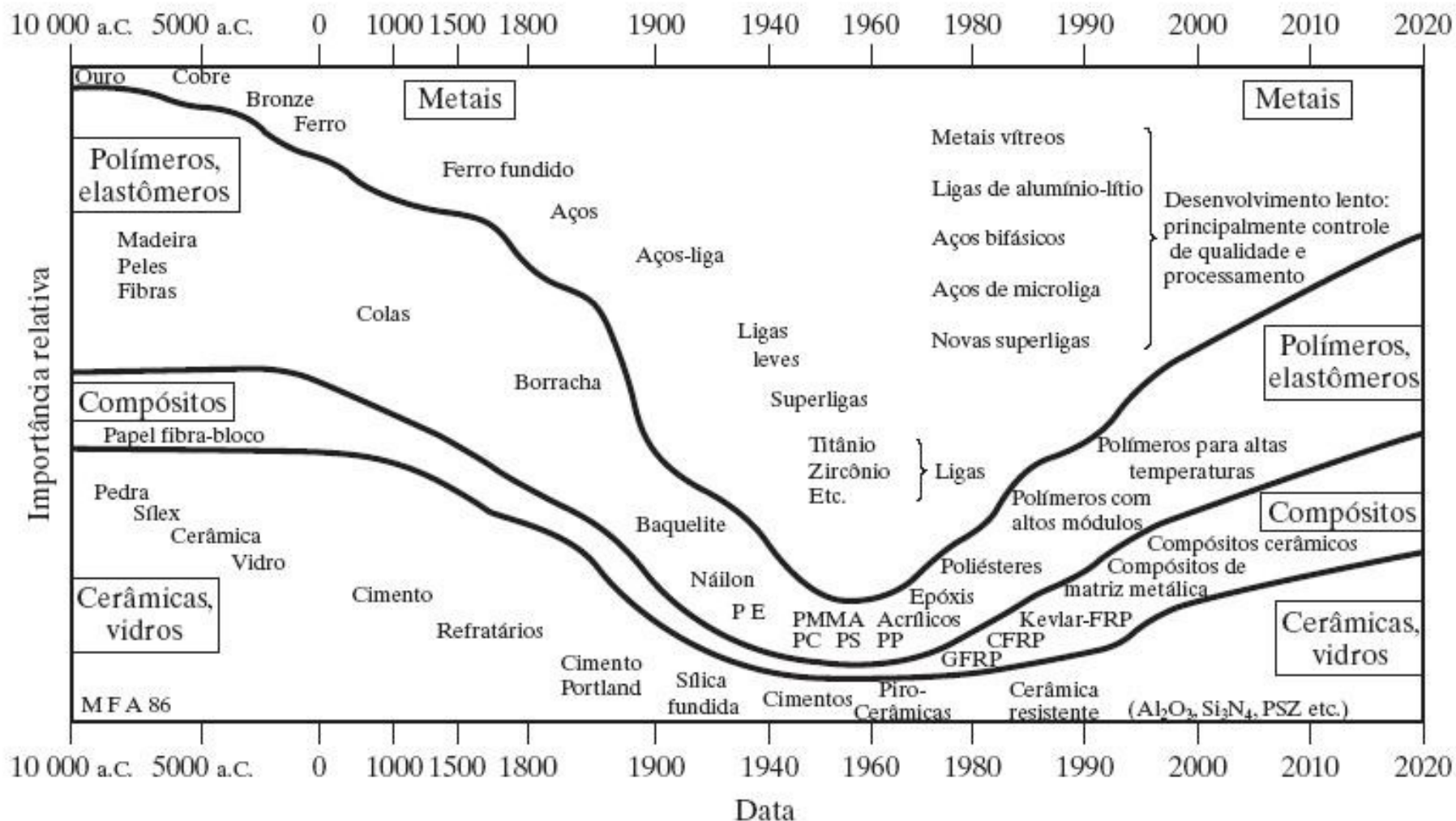


Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - HISTÓRIA





Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS

CIÊNCIA DE MATERIAIS



ESTRUTURA



PROPRIEDADES

ENGENHARIA DE MATERIAIS



PROCESSAMENTO



PRODUTOS DE ENGENHARIA

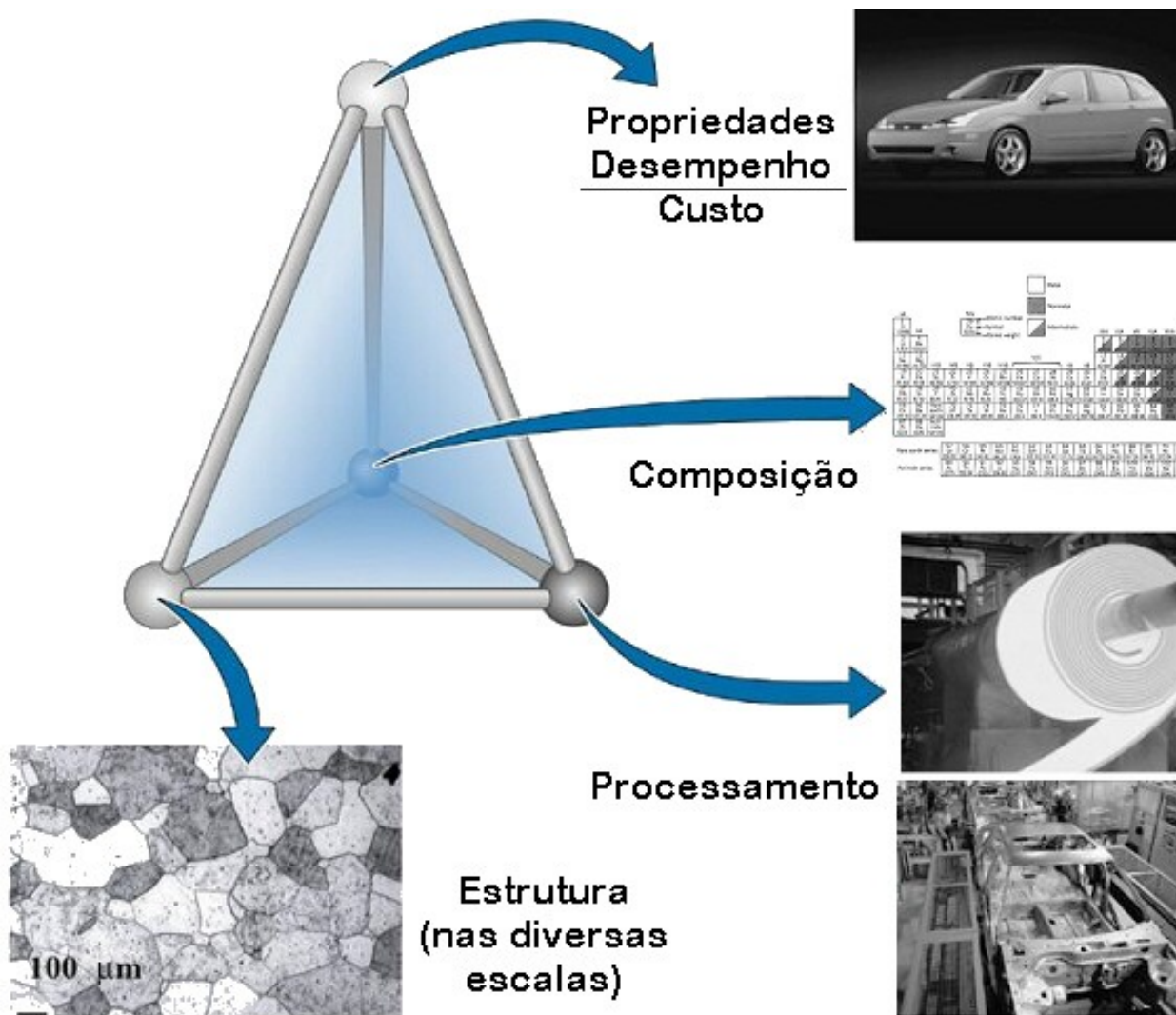


Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA





Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA

Composição

- ✓ Natureza química dos materiais

Estrutura

- ✓ Associada ao arranjo dos componentes do material em estudo
- ✓ Pode (e deve) ser analisada em diferentes *ESCALAS*
 - ✓ Estrutura em escala atômica (menor ou igual a $\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$)
 - ✓ Nanoestrutura (da ordem de nm)
 - ✓ Sólidos Amorfos (alguns nm) e Sólidos Cristalinos ($<100\text{nm}$)
 - ✓ Microestrutura (alguns $\mu\text{m} = 10^{-6}\text{m}$ até mm)
 - ✓ Macroestrutura (normalmente igual ou maior que mm)



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – ESCALA E ESTRUTURA

1 metro



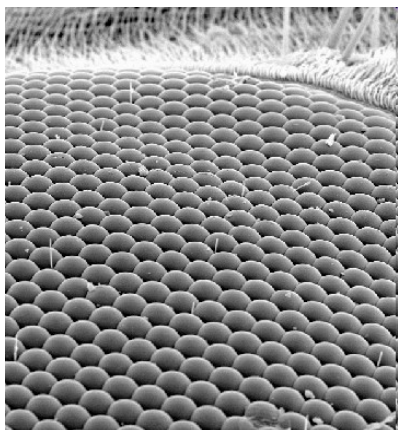
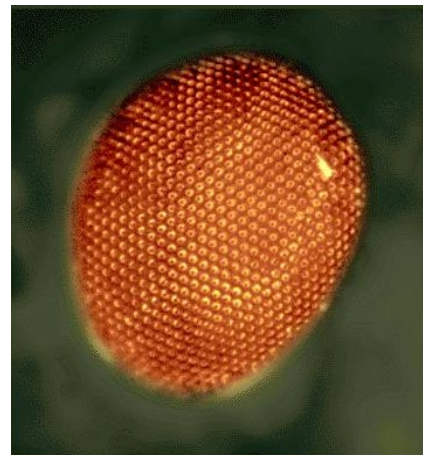
10 centímetros



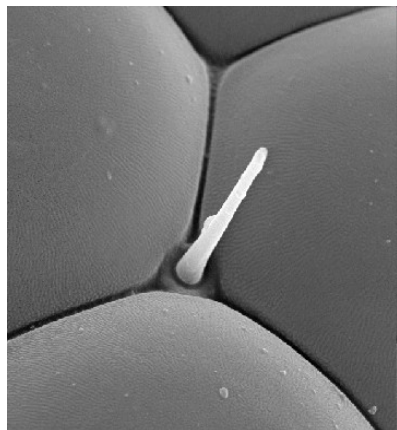
1 centímetro



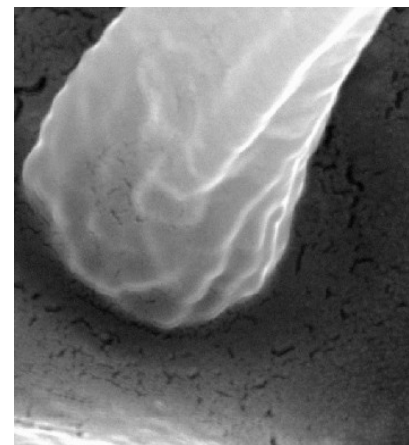
100 micrômetros



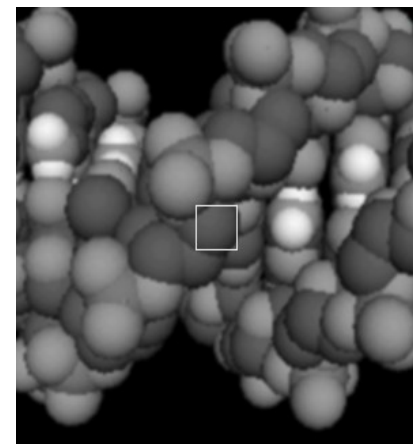
10 micrômetros



1 micrômetro



100 nanômetros



1 nanômetro

Agradecimento: prof. Danilo Carastan - UFABC



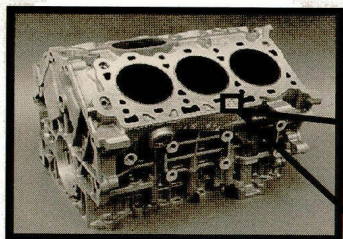
Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – ESCALA E ESTRUTURA

Escala “Macro”



Macro-Scale Structure
Engine Block
≅ upto 1 meter

Performance Criteria

- Power generated
- Efficiency
- Durability
- Cost

*Bloco de motor em liga
de alumínio fundido
(material em desenvolvimento)
Ford Motor Company*

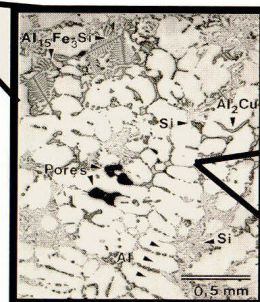
Escala “Micro”



Microstructure
- Grains
≅ 1 – 10 millimeters

Properties affected

- High cycle fatigue
- Ductility

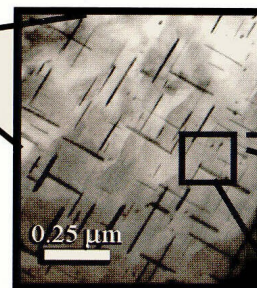


Microstructure
- Dendrites & Phases
≅ 50 – 500 micrometers

Properties affected

- Yield strength
- Ultimate tensile strength
- High cycle fatigue
- Low cycle fatigue
- Thermal Growth
- Ductility

Escala “Nano”

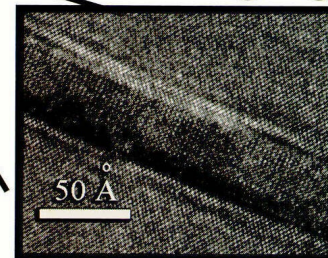
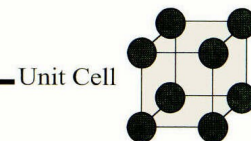


Nano-structure
- Precipitates
≅ 3-100 nanometers

Properties affected

- Yield strength
- Ultimate tensile strength
- Low cycle fatigue
- Ductility

Escala Atômica



Atomic-scale structure
≅ 1-100 Angstroms
Property affected
▪ Young's modulus
▪ Thermal Growth



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO - PROPRIEDADES

Propriedade

Tipo e intensidade da resposta a um estímulo que é imposto ao material

As principais propriedades dos materiais podem ser agrupadas em:

- ✓ **Mecânicas**
- ✓ **Elétricas**
- ✓ **Térmicas**
- ✓ **Magnéticas**
- ✓ **Ópticas**
- ✓ **Químicas**
- ✓ **de Degradação (corrosão, oxidação, desgaste)**



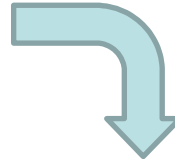
Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

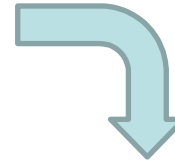
ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – PROCESSAMENTO E DESEMPENHO

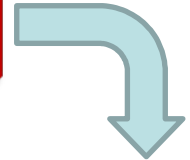
PROCESSAMENTO



ESTRUTURA



PROPRIEDADES



DESEMPENHO



Universidade Federal do ABC

CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS

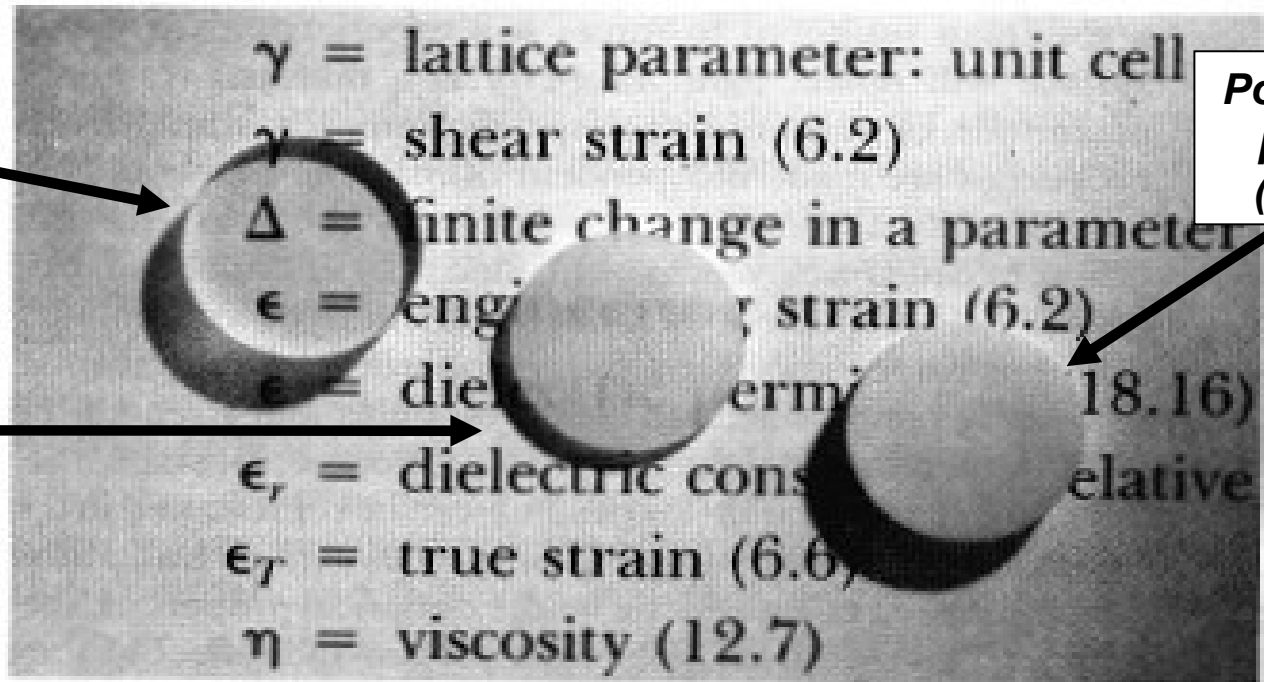
ESTO006-17 - MATERIAIS E SUAS PROPRIEDADES

INTRODUÇÃO – PROCESSAMENTO E DESEMPENHO

**Monocrystal
(transparente)**

**Policrystal
denso
(translúcido)**

**Policrystal
poroso
(opaco)**



Exemplo : Três amostras de óxido de alumínio (Al_2O_3) processadas por diferentes rotas.

Qual a importância dos materiais dentro do curso que pretende seguir?