



TE337
 Materiais Elétricos
Prof. Ewaldo Luiz M. Mehl

Aula 1
Importância
do Estudo de
Materiais na
Engenharia
Elétrica

UFPR
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

DELT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

1

Materiais Elétricos
Aula 1 – Importância do Estudo de Materiais na Engenharia Elétrica

- **O que são Materiais Elétricos?**
- **Motivação para estudar Materiais Elétricos**
- **Diretrizes Curriculares Nacionais**
- **Porquê estudar *Materiais* em um curso de Engenharia Elétrica?**
- **Novos Materiais**
- **Atividade proposta**

2

O que são Materiais Elétricos?



3

O que são Materiais Elétricos?



4

O que são Materiais Elétricos?



5

O que são Materiais Elétricos?

fr. "**matériels**" (plural de "**matériel**"): conjunto de equipamentos relacionados com uma certa atividade.



Material para
desenho



Material escolar



Material para a
próxima experiência



Material para
informática



Material Elétrico



Material para
Construção

6

O que são Materiais Elétricos?

fr. "**matériaux**" (plural de "**matériau**"): são as substâncias com as quais se produz objetos ou coisas.

Exemplo:



Cobre



Alumínio



Silício



Aço



PVC
policloreto de vinila



GaAs
arsenieto de gálio

Este é
enfoque que
será adotado
quando
falarmos de
MATERIAIS!

7

Matériau / Matériel

Le **matériau** est la substance que tu travailles, que tu transformes, que tu mets en forme. Le **matériel** est l'ensemble des instruments que tu utilises.

Chez un menuisier par exemple, **le matériau** est **le bois**.
Le matériel son **la scie, le marteau, le ciseau** etc.

O "matériau" é a substância com a qual você trabalha, que você transforma, que você coloca de certa forma. O "matériel" é o conjunto de instrumentos que você usa.

Para um carpinteiro, por exemplo, o "matériau" é a madeira.

O "matériel" são a serra, o martelo, o formão etc.

8

Em inglês

Em inglês, uma loja de artigos para instalações elétricas é chamada de "**electrical supply store**" ou "**electrical hardware store**". Esses estabelecimentos vendem itens como fios, cabos, disjuntores, tomadas, interruptores e outros materiais relacionados a instalações e reparos elétricos. Em alguns locais, também pode ser referida como "**electrical wholesaler**" (atacadista elétrico) ou simplesmente "**electrical shop**".



9

Em alemão

Em alemão, uma loja de artigos para instalações elétricas é chamada de "**Elektrofachgeschäft**" ou "**Elektrohandel**". Esses termos se referem a estabelecimentos que vendem materiais e equipamentos elétricos, como fios, cabos, interruptores, tomadas e outros itens relacionados a instalações elétricas.

Outra expressão comum é "**Elektroinstallationsbedarf**", que se refere especificamente a suprimentos para instalações elétricas. Se for uma loja maior ou um atacadista, pode ser chamada de "**Elektrogroßhandel**" (atacado de materiais elétricos).



10

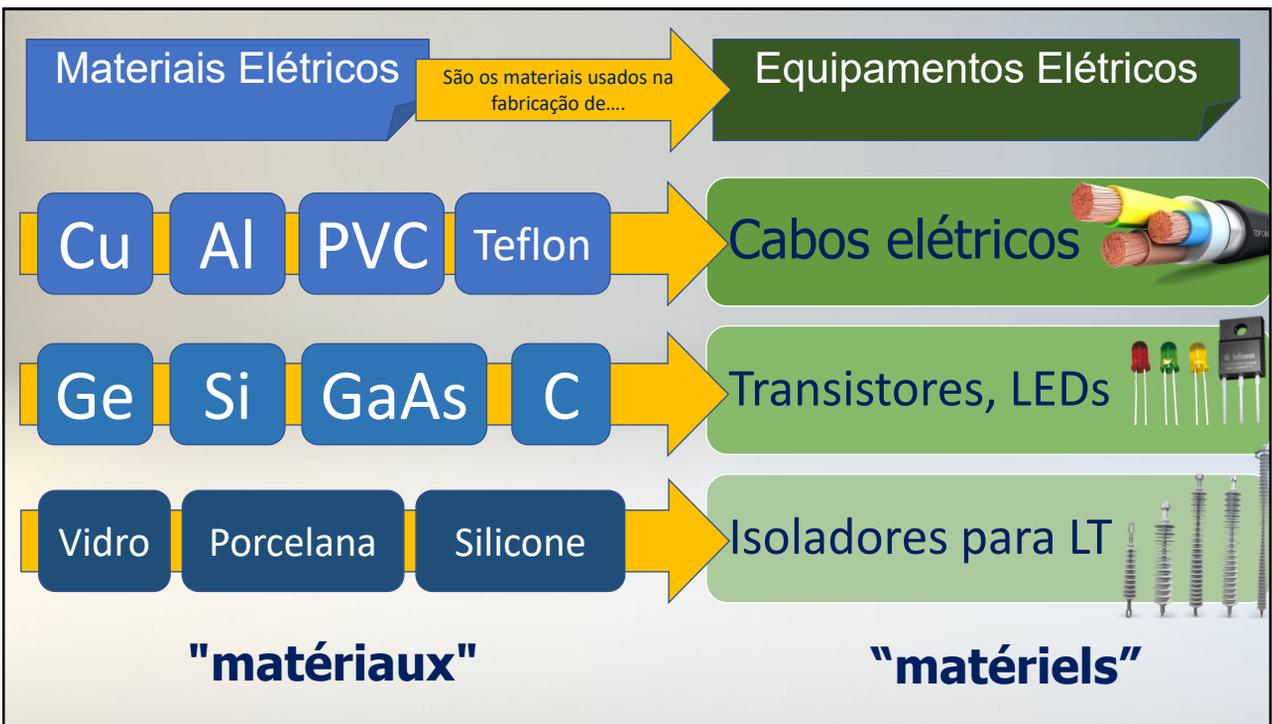
O que são Materiais Elétricos?
(no âmbito da disciplina TE377...)

São os materiais (no sentido de *substâncias, compostos químicos, matéria prima*) **utilizados na fabricação** de



- dispositivos elétricos
- componentes eletrônicos
- equipamentos elétricos
- equipamentos eletrônicos
- equipamentos de telecomunicações
- redes de distribuição de energia elétrica
- instalações elétricas
- equipamento para automação industrial
- geradores, subestações, linhas de alta tensão
- redes de transmissão de dados
- equipamento fotovoltaico
- veículos elétricos, etc.

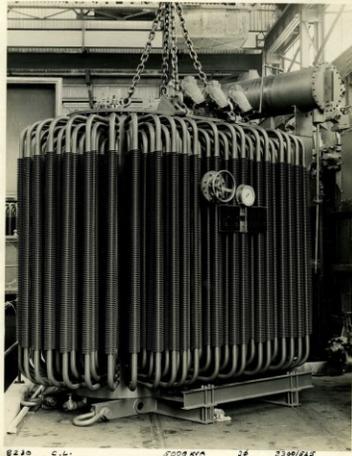
11



12

Porquê estudar Materiais Elétricos?

O avanço da indústria eletroeletrônica é impulsionado pela **disponibilidade de novos materiais**



Transformador refrigerado a óleo, 1930.



Transformador a seco encapsulado em resina epóxi, 2020.

Evolução

Não é inflamável

À prova de explosão

Menor

Mais leve

Mais eficiente

Ecológico

Disponibilidade de novos materiais

13



Legrand Cast Resin Transformers, everywhere you need power

<https://youtu.be/zA87jnrlcFA>

14

Porquê estudar Materiais Elétricos?

O avanço da indústria eletroeletrônica é impulsionado pela **disponibilidade de novos materiais**

<p>10 lm/W a 15 lm/W</p>  <p>1.000 horas</p> <p>Lâmpada incandescente com filamento de tungstênio</p>	<p>100 lm/W a 180 lm/W</p>  <p>3.000 horas</p> <p>Lâmpada de vapor de sódio</p>	<p>90 lm/W a 140 lm/W</p>  <p>50.000 horas</p> <p>Luminária a LED (para iluminação pública)</p>
--	--	---

15

Porém NEM SEMPRE o equipamento mais eficiente é MELHOR sob o ponto de vista ambiental!



O descarte de lâmpadas incandescentes convencionais ou halógenas não causa nenhum dano ambiental

Lâmpadas à vapor de mercúrio, fluorescentes e à LED devem ser descartadas como LIXO TÓXICO



Hg Hg+Pb Pb+?

SF Environment FACTSHEET Quick Guide to Light Bulb Disposal in San Francisco

Hazardous Waste: Do not place in any carts, bins or dumpsters.

The following lighting elements contain toxic metals, including mercury, which is harmful to human health and the environment – even in very small quantities. To find out how you properly dispose of light bulbs with mercury, go to SFEnvironment.org/RecycleWhere

Compact Fluorescent Lights (CFLs) and Fluorescent Tubes

High Intensity Discharge (HID) contain tube filaments Neon Signs LED

--	--	--	--

Trash: Residents and businesses can put these items in the black landfill bin.

These items are not hazardous waste light bulbs, so they can be put in the black landfill bin.

Incandescent	Halogen

SF Environment Our home. Our city. Our planet. A commitment to the well-being of San Francisco.

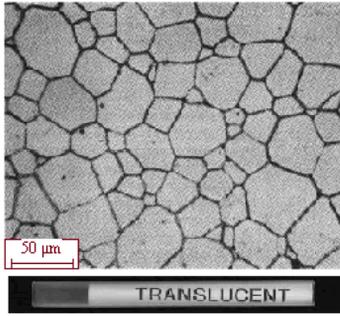
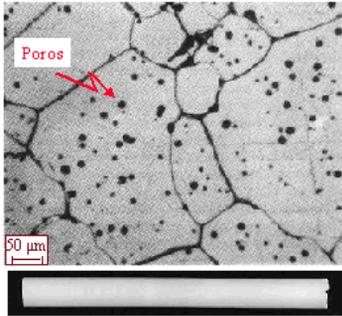
STOP LITTER KEEP SF CLEAN & GREEN

Quick Guide to Proper Lighting Disposal
SFEnvironment.org • (415) 355-3700

16

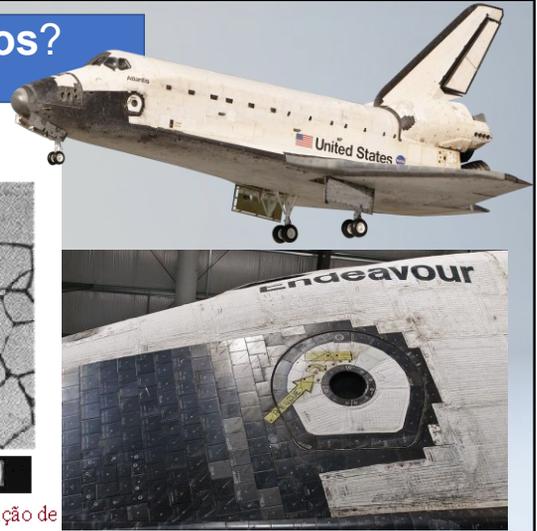
Porquê estudar Materiais Elétricos?

Ex: Alumina porosa e não-porosa

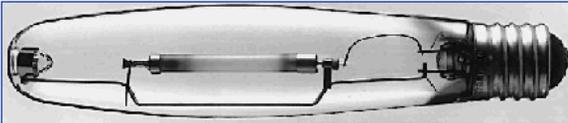


A presença de poros causa espalhamento de luz e o material se torna opaco.

A eliminação dos poros através da adição de 0.1% de MgO gera um material translúcido.



Lâmpada de vapor de sódio.
O gás em alta temperatura (1000°C) é guardado dentro de um cilindro translúcido de alumina.

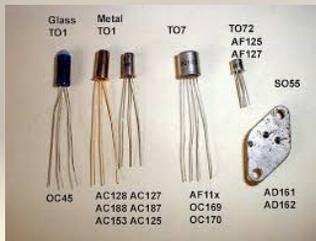


17

Porquê estudar Materiais Elétricos?

O avanço da indústria eletroeletrônica é impulsionado pela **disponibilidade de novos materiais**

Germânio



Silício

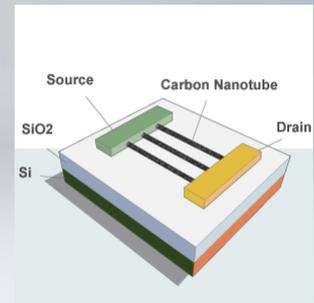


GaAs¹



30W GaAs FET
12.7GHz-13.2GHz
(Banda KU)

Carbono sobre silício²



¹ New Higher Power 18W and 30W GaAs FETs Extend Toshiba Ku-Band Power Amplifier Lineup For Microwave Radios
https://toshiba.semicon-storage.com/us/company/news/2010/05/mwrf_10_595.html

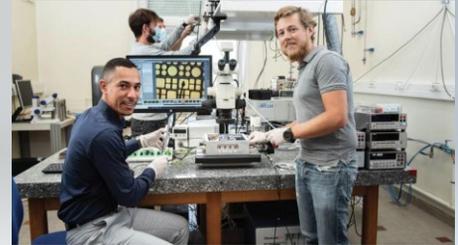
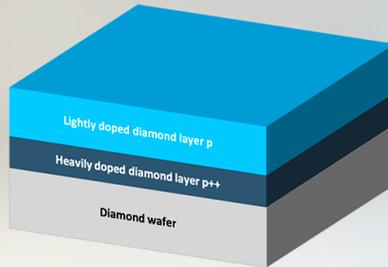
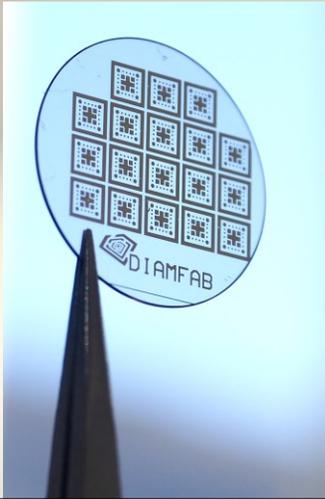
² High-performance local back gate thin-film field-effect transistors using sorted carbon nanotubes on an amino-silane treated hafnium oxide surface. K C Narasimhamurthy and R. Paily - Published 31 March 2011 - 2011 IOP Publishing Ltd - [Semiconductor Science and Technology, Volume 26, Number 7](#)

18

Porquê estudar Materiais Elétricos?

O avanço da indústria eletroeletrônica é impulsionado pela **disponibilidade de novos materiais**

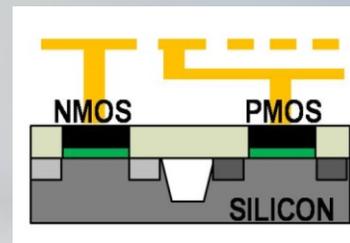
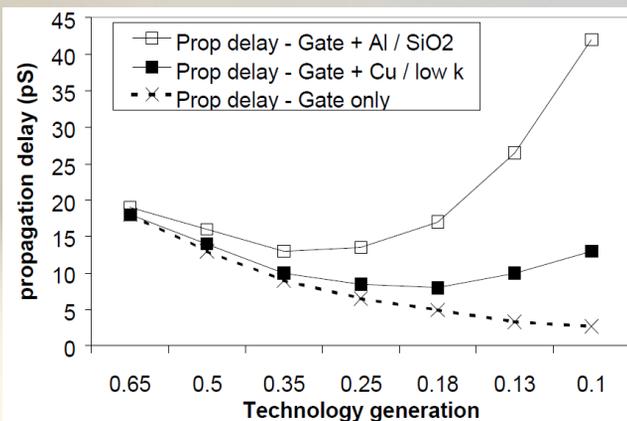
Carbono (diamante)



19

Porquê estudar Materiais Elétricos?

O avanço da indústria eletroeletrônica é impulsionado pela **disponibilidade de novos materiais**



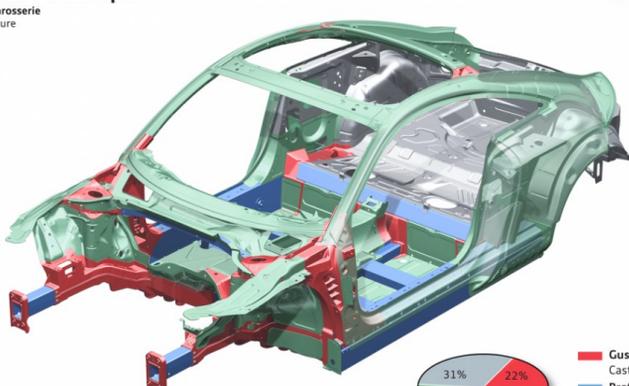
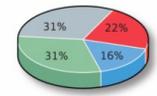
O *gate* dos MOSFETS é tradicionalmente constituído por Óxido de Silício (isolante) e eletrodo de alumínio. A partir de 2001 introduziu-se a tecnologia de *gate* feito com material de alta constante dielétrica e eletrodo de cobre, que reduz significativamente o atraso de propagação e portanto permite o uso de frequências de *clock* mais elevadas, em uma mesma resolução tecnológica.

20

Porquê estudar Materiais?

- Outras áreas estão atualmente também se beneficiando da diversidade de novos materiais disponíveis

Audi TT Coupé
Rohkarosserie
Structure
06/06

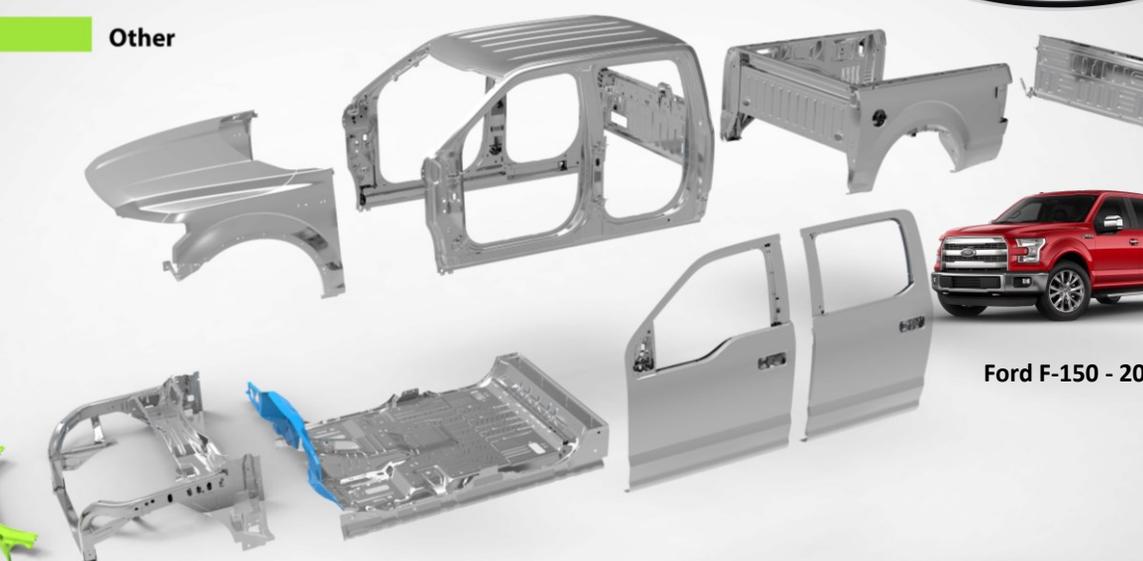
- Guss (Alu) / Casting (aluminium) 22%
- Profile (Alu) / Section (aluminium) 16%
- Blech (Alu) / Sheet (aluminium) 31%
- Blech (Stahl) / Sheet (steel) 31%

Vorsprung durch Technik

Aluminium-Halbzeuge

21

- Aluminum**
- "Quiet Steel"**
- Other**



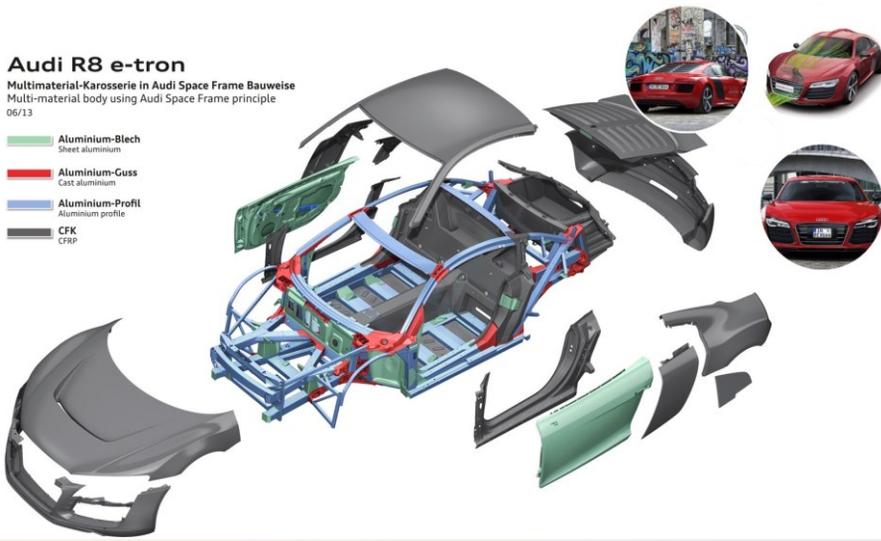
Ford F-150 - 2015

22

Novos Materiais

Audi R8 e-tron
Multimaterial-Karosserie in Audi Space Frame Bauweise
Multi-material body using Audi Space Frame principle
06/13

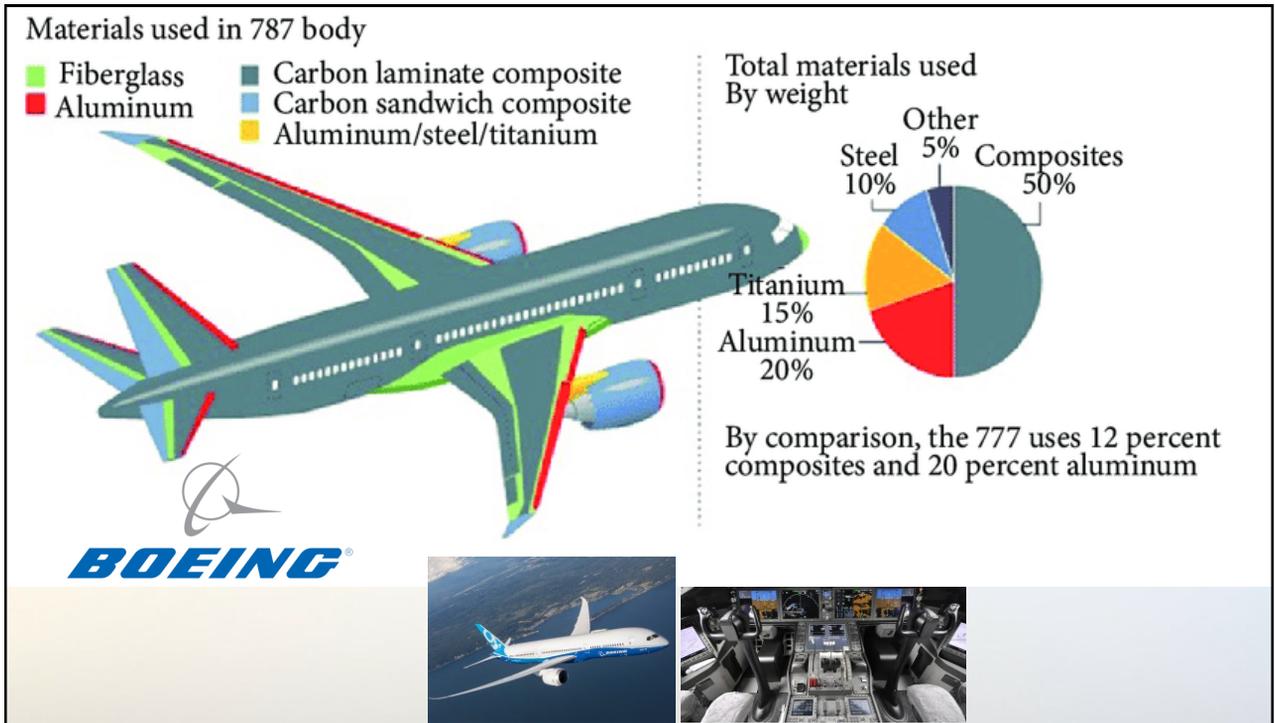
- Aluminium-Blech
Sheet aluminum
- Aluminium-Guss
Cast aluminum
- Aluminium-Profil
Aluminum profile
- CFK
CFRP



23



24



25

Porquê estudar **Materiais Elétricos**?

Ciência e Tecnologia dos Materiais faz parte do **núcleo de conteúdos básicos obrigatórios** para todos os cursos de Engenharia do Brasil

**Resolução
CNE/CES nº 11,
de 11 de
março de 2002**

§ 1º O núcleo de conteúdos básicos, cerca de 30% da carga horária mínima, versará sobre os tópicos que seguem:

- I - Metodologia Científica e Tecnológica;
- II - Comunicação e Expressão;
- III - Informática;
- IV - Expressão Gráfica;
- V - Matemática;
- VI - Física;
- VII - Fenômenos de Transporte;
- VIII - Mecânica dos Sólidos;
- IX - Eletricidade Aplicada;
- X - Química;
- XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- XII - Administração;
- XIII - Economia;
- XIV - Ciências do Ambiente;
- XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

26

Porquê estudar Materiais Elétricos?

Objetivo geral da disciplina "Materias Elétricos":

Conhecer os diversos materiais utilizados no setor elétrico



27

Porquê estudar Materiais Elétricos?

Objetivos específicos da disciplina "Materiais Elétricos":

- Perceber como as propriedades químicas, elétricas, físicas, térmicas, óticas, mecânicas, a disponibilidade e o custo dos materiais se relacionam no projeto e na seleção para a fabricação de determinado componente ou equipamento.
- Expor as perspectivas futuras das áreas de Ciência e de Engenharia dos Materiais.
- Constatar os desafios que ainda estão por vir na área de Materiais
- Mostrar o Impacto Ambiental da produção de materiais e o problema da Sustentabilidade (produção + uso + descarte) referente aos materiais elétricos.



28

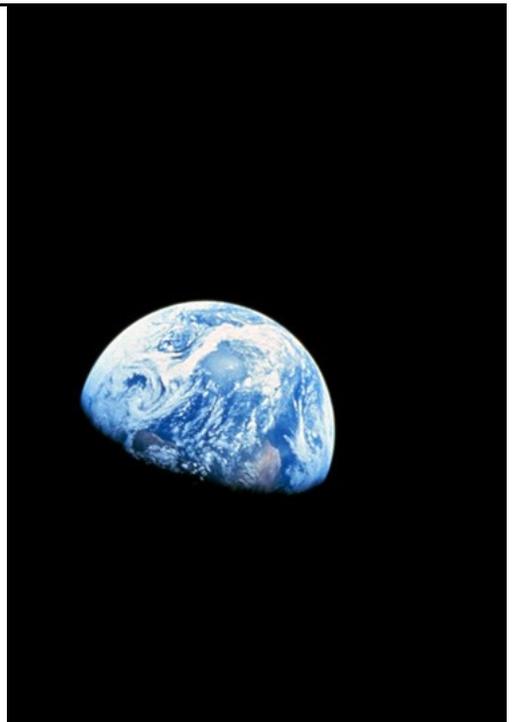


29

No dia 22 de dezembro de 1968 a nave espacial Apollo 8 aproximou-se da Lua, na primeira tentativa de uma missão tripulada orbitar o satélite natural da Terra. Da janela direita do Modulo de Comando, o astronauta Frank Borman tirou esta foto, registrada em um filme Kodak (fabricado nos EUA) com uma câmera Hasselblad (fabricada na Suécia). Conhecida como a FOTO DO SÉCULO, a esfera flutuante no espaço, chamada por nós de PLANETA TERRA, continha nesta data todos os seres humanos vivos, com exceção dos três astronautas que estavam no espaço. Da Lua, vemos a Terra como uma esfera pequena e frágil e onde não é visível nenhuma marca da atividade humana, mas sim um padrão de nuvens, oceanos, vegetação e solos.

A incapacidade da humanidade de enquadrar as suas atividades no planeta que habitamos está modificando fundamentalmente os sistemas climáticos.

Muitas dessas mudanças são acompanhadas por riscos que ameaçam a vida. Esta nova realidade, da qual não há como escapar, deve ser reconhecida – e gerida. *(Texto adaptado a partir da introdução do Relatório da Comissão Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU, de 1987, presidida por Gro Harlem Brundtland, ex-Primeira-Ministra da Noruega).*



30

Desenvolvimento Sustentável



É o desenvolvimento que

- satisfaz as necessidades do presente
- sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades

O **desenvolvimento sustentável** tem como objetivos:

- A preservação do planeta
- O atendimento das necessidades humanas

Um recurso natural é considerado **explorado de modo sustentável** se:

- Durar para sempre
- Tem condições de também ser explorado por gerações futuras

31

Novos Materiais

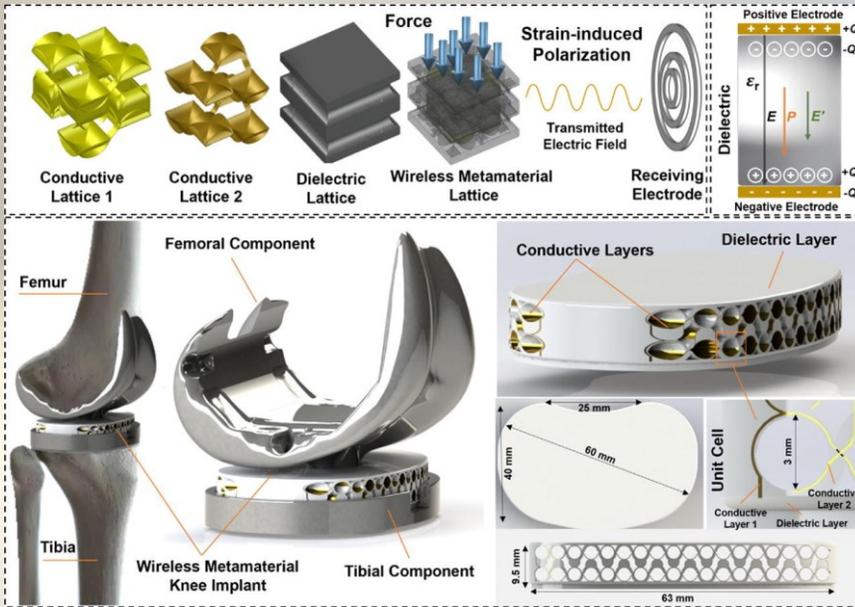
Desenvolvimento de ligas metálicas, ligas avançadas em geral, polímeros e materiais cerâmicos, tornando possível **melhorar a eficiência energética** e **diminuir o consumo de energia** dos equipamentos eletrônicos e elétricos, aliados à **sustentabilidade e baixo impacto ambiental**.

- ✓ mais leves
- ✓ melhores características mecânicas
- ✓ mais tolerantes aos danos
- ✓ mais baratos que as alternativas existentes (sem comprometer o desempenho...)
- ✓ melhores características elétricas e/ou magnéticas
- ✓ mais resistentes a altas temperaturas
- ✓ menor impacto ambiental (materiais que não causem danos ao ambiente):
 - Na produção do material
 - Na utilização do material
 - No descarte após a vida útil
- ✓ maior sustentabilidade
 - Facilidade de reparação
 - Recicláveis ao fim da vida útil

32

Novos Materiais

Desenvolvimento de sensores biomecânicos para monitoramento de próteses.



Jianzhe Luo, Wenyun Lu, Pengcheng Jiao, Daeik Jang, Kaveh Barri, Jiajun Wang, Wenxuan Meng, Rohit Prem Kumar, Nitin Agarwal, D. Kojo Hamilton, Zhong Lin Wang, Amir H. Alavi, **Wireless electronic-free mechanical metamaterial implants**, *Materials Today*, 2025, ISSN 1369-7021



33

Atividade: Elaborar 3 Listas de Materiais(*)

(*) segundo a definição de **material** como “substâncias com as quais se fabricam os objetos”!



1) Na sala de aulas



2) Sobre/ao redor da sua mesa de estudos ou de trabalho



3) No seu local de moradia

Tarefa 1

34



35

Créditos

- Vídeo “loja de materiais elétricos”:
<https://youtu.be/hOd6RnEm5F8>
- Automóveis Audi:
<https://www.caricos.com/>
<https://www.audi-technology-portal.de/>



© Ewaldo Luiz de Mattos Mehl, 2025

36