

MATERIAIS PARA CONDIÇÕES EXTREMAS

Muito Resistentes e Leves
Elevada Condutividade Elétrica
Elevada Resistência Química
Adesivos Resistentes
Elevada Condutividade Térmica

...

CONDIÇÕES EXTREMAS

- ✓ Pressão
- ✓ Radiação
- ✓ Temperatura
- ✓ Corrosão
- ✓ Ambiente químico
- ✓ Vibração
- ✓ Fadiga
- ✓ Tensão
- ✓ Materiais leves

DEPENDE DA
NATUREZA
QUÍMICA DO
MATERIAL

Objetivos:

- reduzir combustível e manutenção
- aumentar competitividade dos produtos

ALGUNS MATERIAIS DE ALTO DESEMPENHO EM DEMANDA

Termoelétricos	Aumentar a eficiência de conversão Aumentar a estabilidade térmica
Metais com fase estável	Aumentar a estabilidade térmica do aço para 649°C °C e Ni-Co 780 °C Aumentar o tempo de vida do aço resistente a irradiação para 80 anos
Tratamento superficial	Melhorar a durabilidade dos materiais
Materiais bio-baseados	Incrementar o uso de biomassas como matérias primas para combustível e produtos químicos
Materiais resistentes leves	Reduzir a massa do produtos

Aço inoxidável – 20 anos de serviço 399 °C

Aço liga 0,5% Mo – 20 anos de serviço 454 °C

Determinados por curvas de fluência

High Temperature Characteristics of Stainless Steel. A Designer's Handbook Series
Nº9004. American Iron and Steel Institute

BENEFÍCIOS

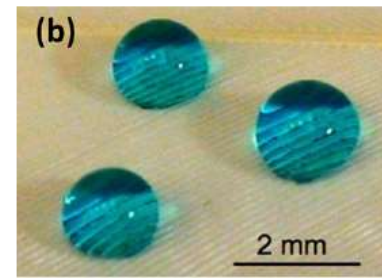
Termoelétricos	High-ZT thermoelectric materials that convert waste heat into electricity at an efficiency of 15% could be applied to the estimated 1.5 Quads of unrecovered waste heat in the U.S. industrial sector each year could save U.S. manufacturers more than \$3.6 billion in annual energy costs
Materiais resistentes leves	Advancements in high-strength, lightweight materials for automotive applications such as magnesium alloys, aluminum alloys, high strength steels , and polymer composites can lead to <u>massive energy savings</u> in the U.S. transport sector through lighter weight bodies, chassis, and drivetrains and more efficient engines. For example, a 10% reduction in vehicle mass can lead to <u>6-8% improvement in vehicle fuel economy</u> . Using lightweight components and high-efficiency engines enabled by advanced materials in one quarter of the U.S. fleet could save more than 5 billion gallons of fuel annually by 2030.

Quads - quadrillion Btu

BENEFÍCIOS

Metais com fase estável	According to the 2011 Innovation Impact Report [2], “Incorporating advanced phase-stable metallic materials capable of withstanding elevated inlet temperatures and harsh operating environments into the design of these <u>turbines</u> could greatly improve the efficiency of U.S. electricity generation. For example, a <u>1% reduction in fuel consumed</u> by U.S. power-generating gas and steam turbines would <u>save 348 TBtu</u> of energy and <u>\$400 million in fuel costs.</u> ”
Novos processos	The calcining processes that occurs in cement kilns is a major contributor to the greenhouse gas (GHG) emissions footprint of the U.S. manufacturing sector . Novel substitute materials for producing cement, including magnesium silicates or carbonates , and/or carbon-cycling processes , such as the Calera or Calix process, can reduce or eliminate GHG emissions from calcining . Such an improvement would provide US cement plants with a competitive advantage as the world seeks lower-carbon alternatives to traditional cement (one of the world’s largest volume materials) while lending progress toward national GHG emissions reduction targets.

BENEFÍCIOS



ÁGUA SOBRE PENA
DE PATO

Tratamento superficial

- Improved coatings that **reduce corrosion-related losses and costs** in the US petroleum refining, chemicals, and pulp and paper industries by **10%** would save these three industries **about \$1.1 billion each year**
- Surface treatments and coatings for **reduced friction losses** in the **engine**, **drivetrain**, and **fuel** systems enabled by advancements in tribology and computational design could **reduce the fuel used** by U.S. **cars**, **light trucks**, and **heavy-duty vehicles** by up to 12%, or **1.4 million barrels of petroleum per day**.
- **Novel surface geometries** can influence the **hydrophobicity** of materials, thereby **reducing drag in solid-liquid interactions**. Applications of this new class of specially “wetable” materials include **reducing aerodynamic friction** in **transport vehicles** and **drag friction** in **fluid transport pipes** across the economy. Additionally, such materials hold promise for **harvesting of water from fog**, which might be used to as a **source of water supply in various world regions**. In one study, **a wettable mesh harvested 3-10 liters per square meter of mesh per day from fog**.

RESISTÊNCIA E PESO

A indústria aeroespacial lidera a pesquisa e inovação na adoção de novos materiais, foi pioneira no uso do alumínio e compósitos.

Necessidade de novos processos de manufatura, tecnologia de junção e soldagem, desenvolvimento de adesivos para reduzir peso e necessidade de componentes.

Tecnologias são transferidas para veículos automotores.

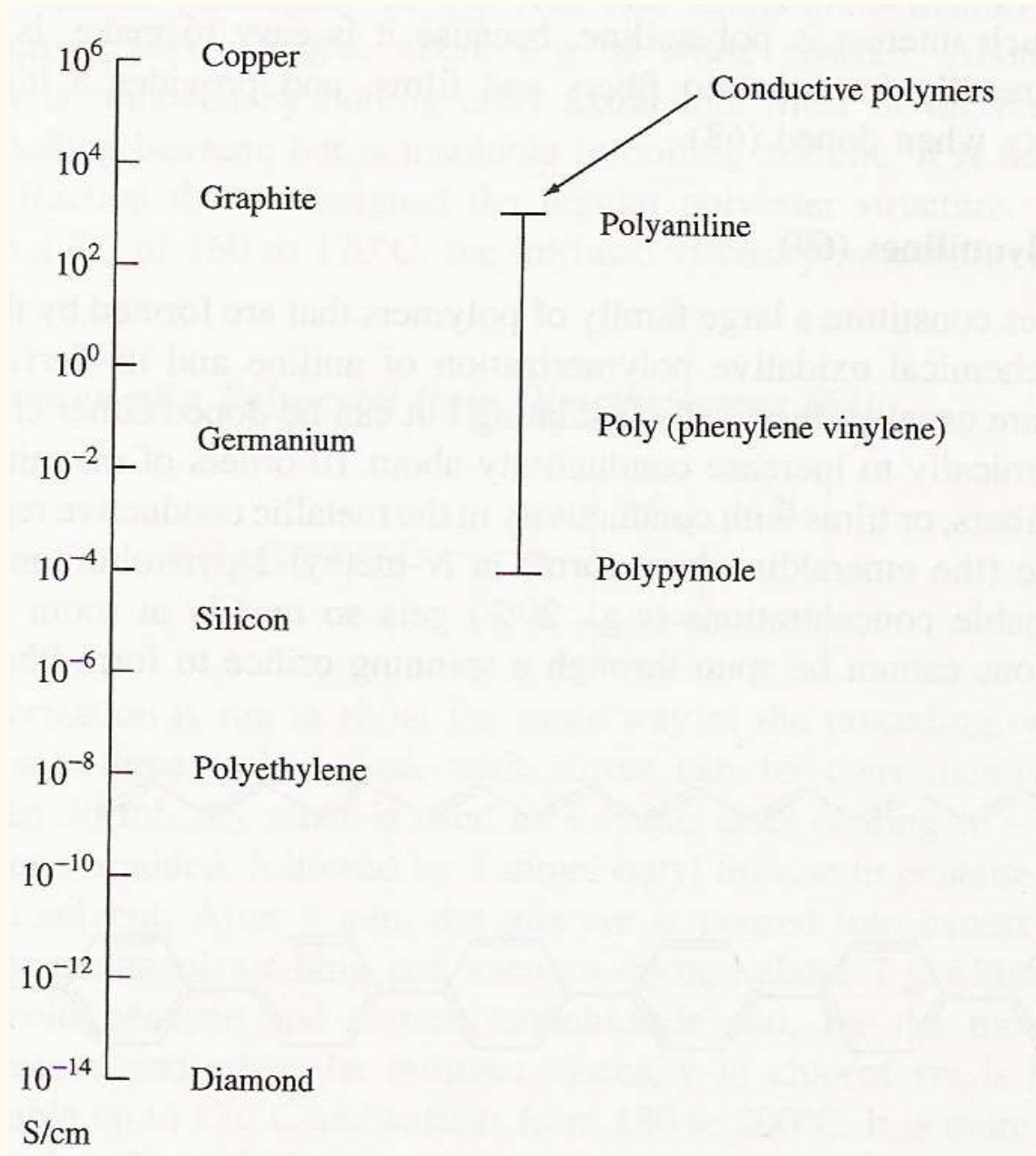
<http://energy.gov/eere/vehicles/vehicle-technologies-office-lightweight-materials-cars-and-trucks>.

GRAFENO - 200 vezes mais resistente que aço, melhor conductor de eletricidade que cobre e é impermeável a gases

Uso potencial como material para:

- ✓ Compósitos resistentes
- ✓ Eletrônicos e sensores
- ✓ Barreira para gases
- ✓ Antimicrobiano
- ✓ Células solares
- ✓ Telas sensíveis a toque
- ✓ Baterias
- ✓ Catalisadores
- ✓ Entre outros

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DE ALGUNS MATERIAIS

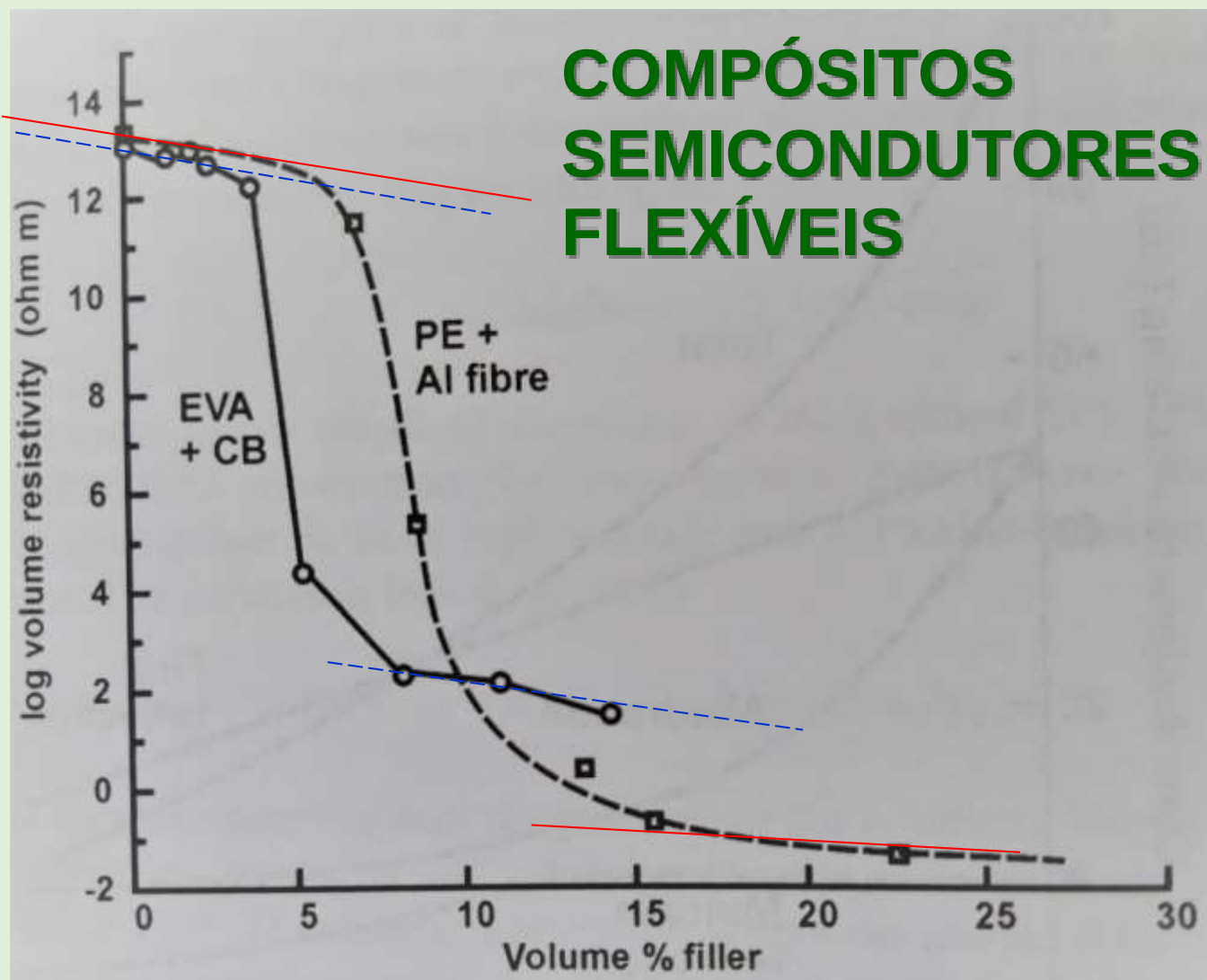


CONDUTIVIDADE

$10^{-13}(\Omega\text{m})^{-1}$

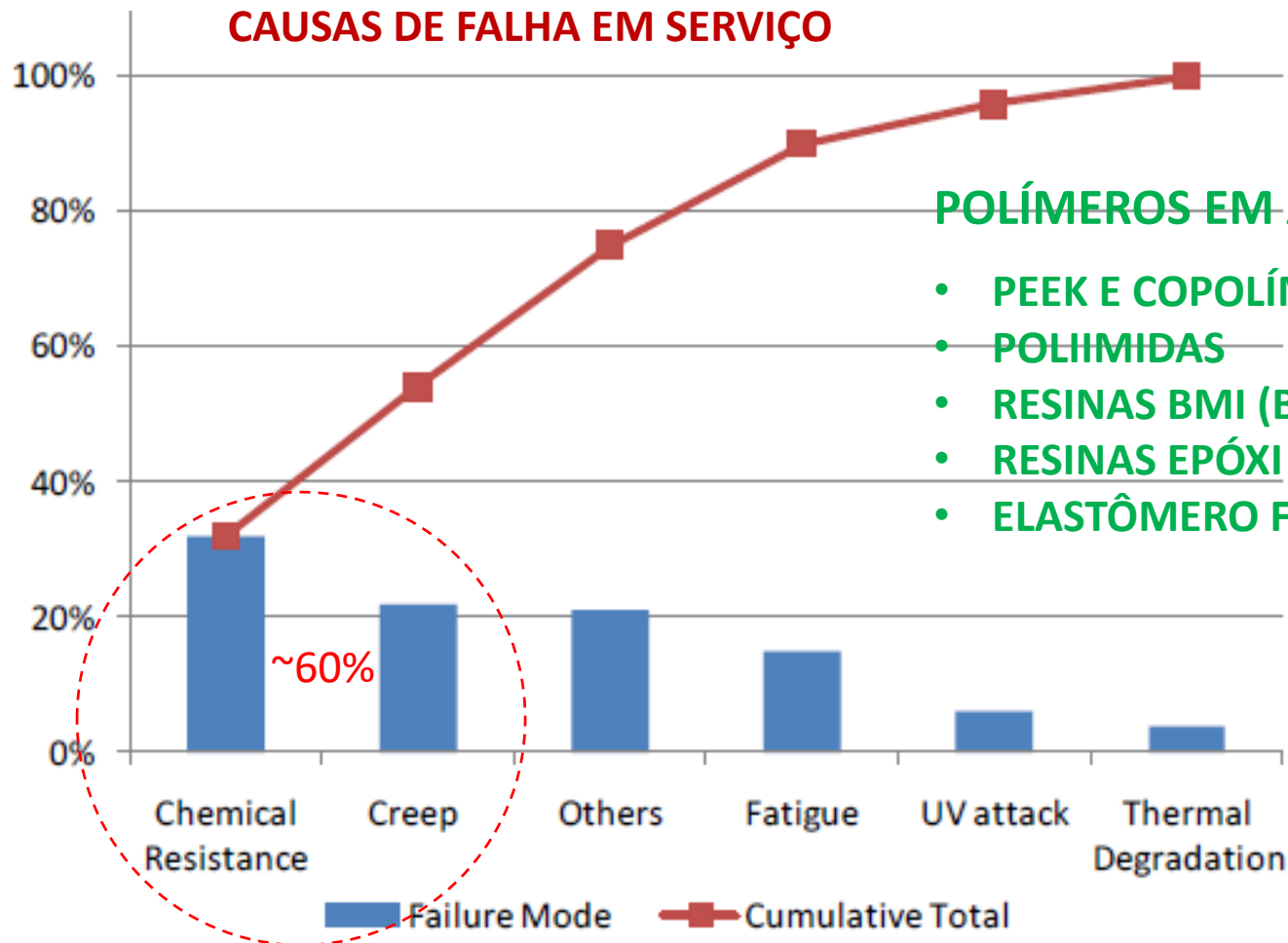
$10^{-3}(\Omega\text{m})^{-1}$

$10(\Omega\text{m})^{-1}$



Efeito da concentração de carga condutora,
negro de fumo (CB) e fibra de alumínio

POLÍMEROS COM ELEVADA RESISTÊNCIA MECÂNICA, QUÍMICA E TÉRMICA



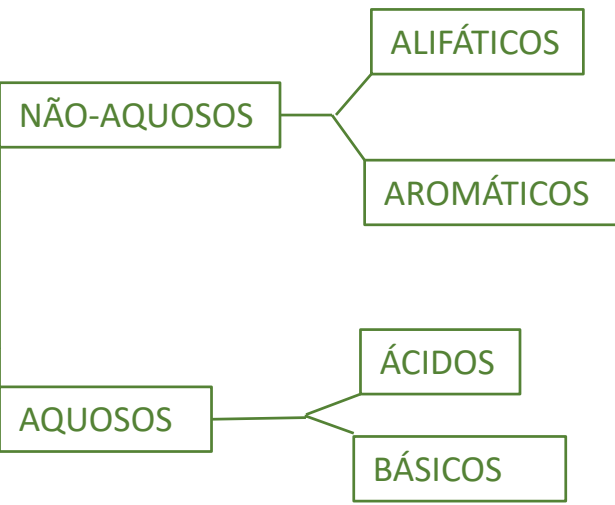
POLÍMEROS EM APLICAÇÕES

- PEEK E COPOLÍMEROS E COMPÓSITOS
- POLIIMIDAS
- RESINAS BMI (BISMALEIMIDA)
- RESINAS EPÓXI
- ELASTÔMERO FFKM (PERFLUORADO)

RESISTÊNCIA QUÍMICA EM EXPLORAÇÃO DE PETRÓLEO

ALTA TEMPERATURA E
ALTA PRESSÃO

TESTES COM
PRODUTOS
QUÍMICOS

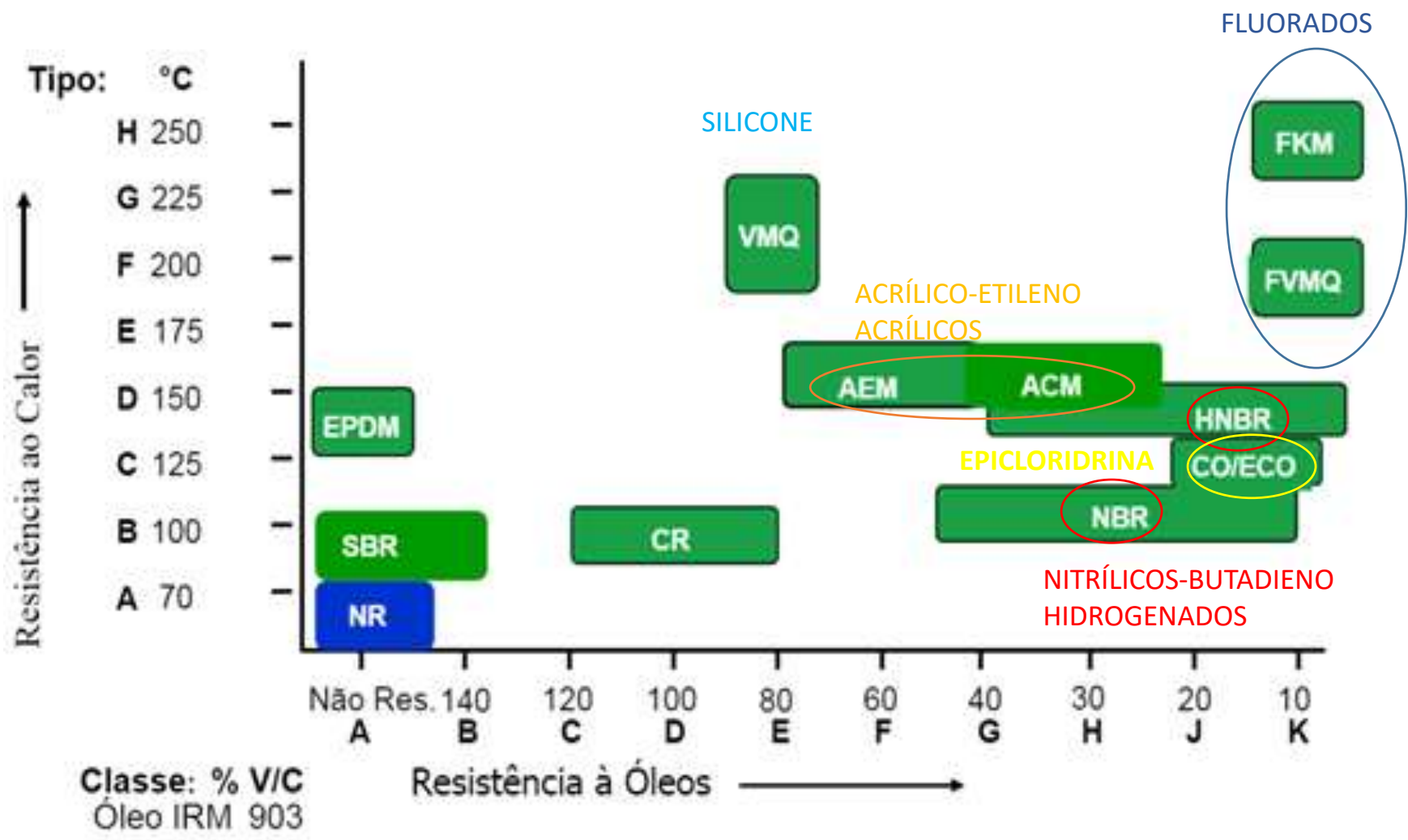


<u>Liquid Phase, % Volume</u>	<u>Gas Phase, % Mol Volume</u>	<u>Composition</u>
60%		70% Heptane / 20% Cyclohexane / 10% Toluene
	30%	5% CO ₂ / 10% H ₂ S / 85% CH ₄
10%		10% Sea Water (3% NaCl)

Media	Test Temperature, F	Fluid Category
Steam	450	aqueous
Hot water	450	aqueous
ISO-23936/NORSOK M-710 (Sour aging with gas, high H ₂ S)	450	hydrocarbon Aromatic, high H ₂ S
Oil based control line fluid*	400	non-aqueous
Water based control line fluid*	350	aqueous
Zinc Bromide	400	aqueous, acidic
Cesium acetate	400	aqueous, basic
* tested at manufacturers' upper service temperature limits		

RESISTÊNCIA QUÍMICA E TEMPERATURA EM AUTOMOTIVA

DE ACORDO COM ASTM D2000/SAE J200



ADESIVOS RESISTENTES A ÁGUA

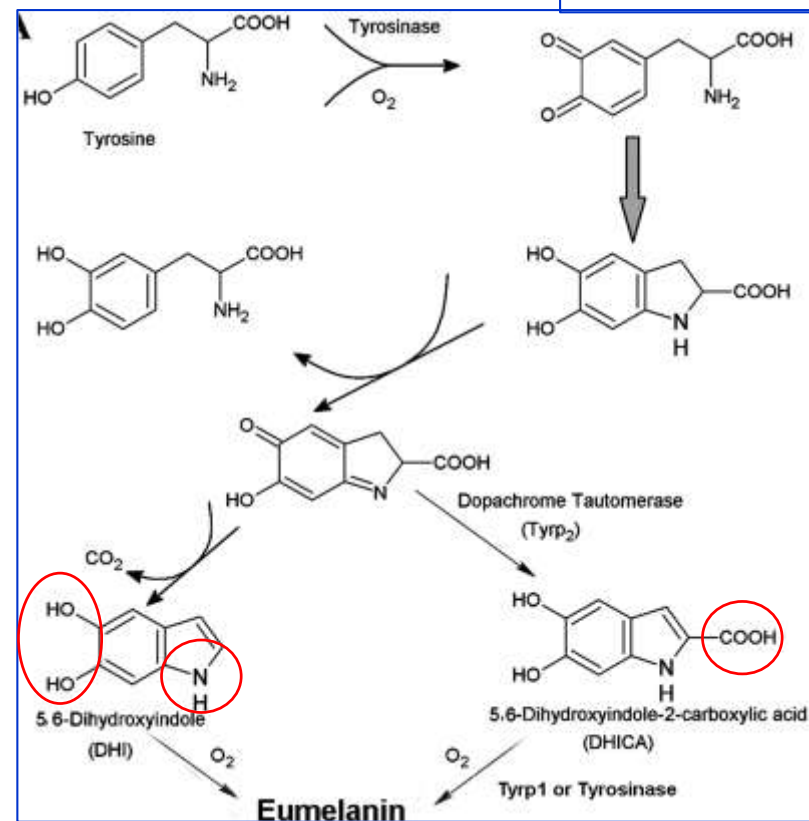
INSPIRAÇÃO NA NATUREZA

Mexilhão

Verme do castelo de areia
(*Phragmatopoma californica*)

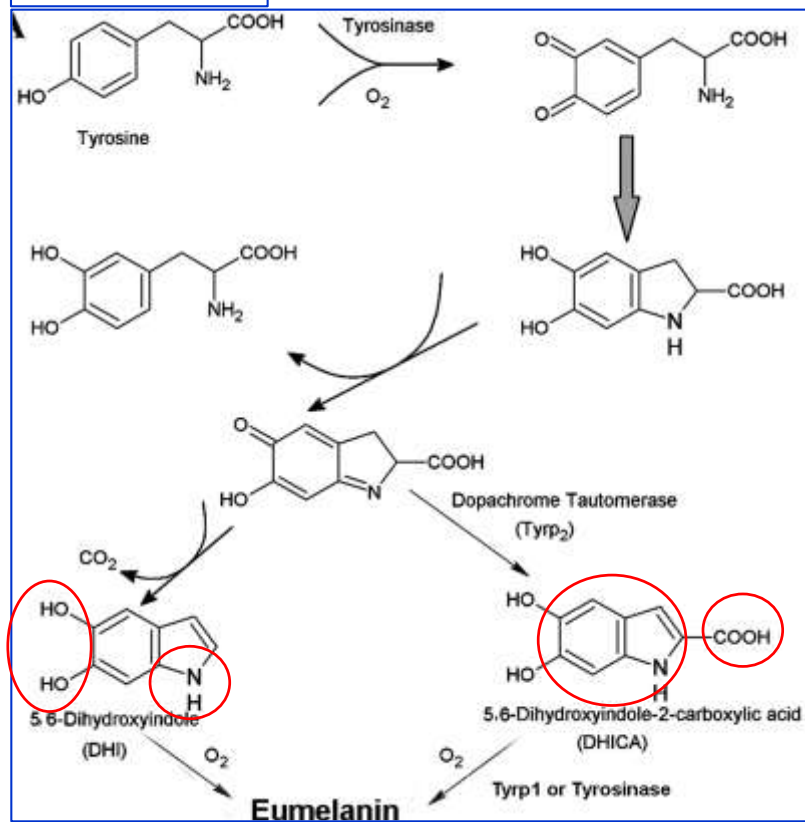


O animal produz dois componentes em duas glândulas diferentes, em partes distintas do corpo, **proteínas contendo grupos laterais aniônicas e catiônicas** (volume de gotículas ~0,1nL). Ocorre pega inicial em 30s e aumento da resistência durante 6 horas.



wikipedia

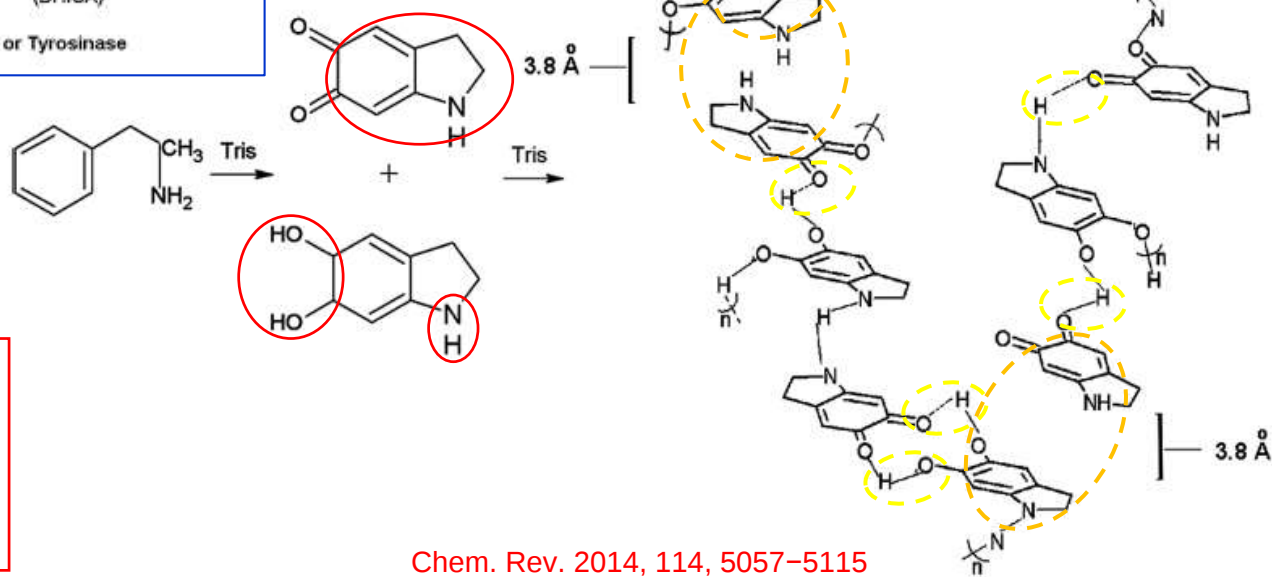
MEXILHÃO



eumelanina

RECOBRIMENTO SINTÉTICO

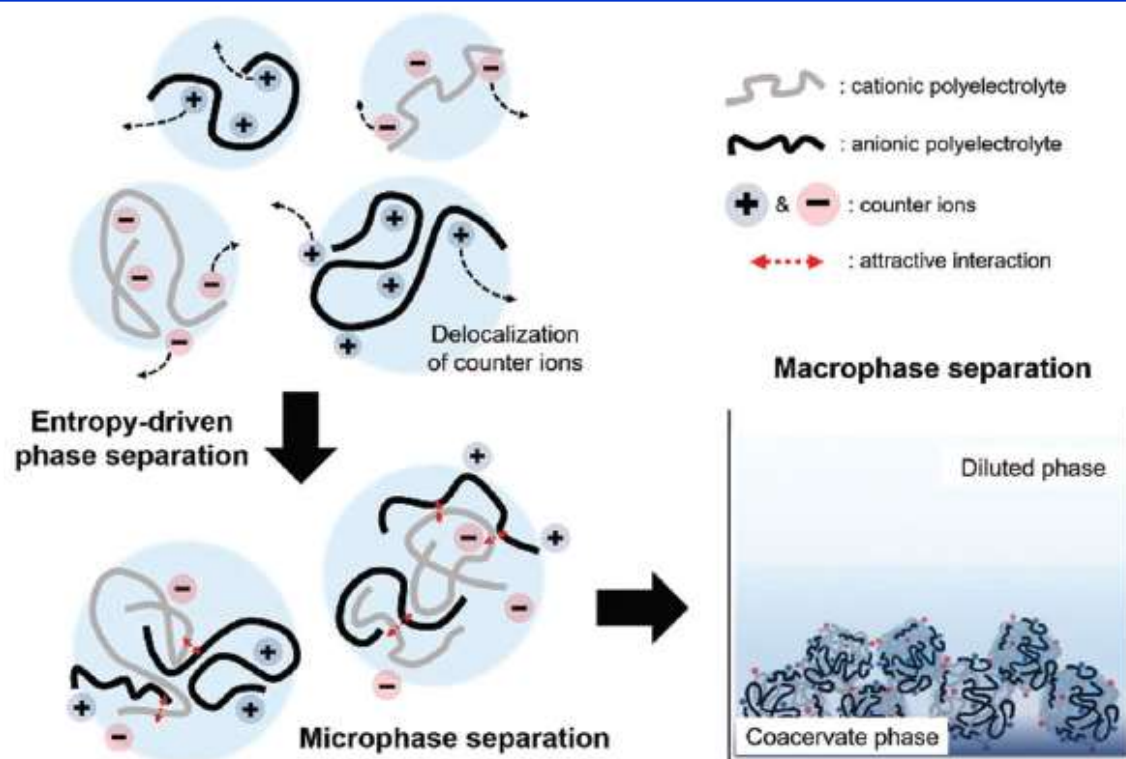
polidopamina



Tris -
Tris(hidroximetil)aminometano
(solução tampão)

Coacervação – processo de separação de fase (coacervato) apresentado por uma solução/dispersão coloidal pela adição de outro componente ou pela variação de temperatura, pH ou força iônica.

Coacervação complexa – dois tipos separados de polieletrólitos, um carregado positivamente e outro carregado negativamente solubilizados, são colocados em contato para formação de componente neutralizado (coacervato) em fase separada dos componentes iniciais.

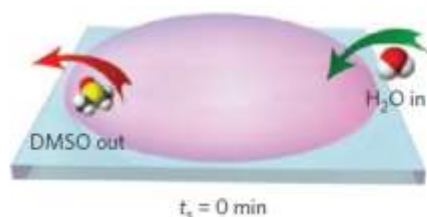


A ocorrência de associação eletrostática (pares *polieletrólito-polieletrólito* e *polieletrólito-colóide*) é a mais estudada, mas outros tipos de interações eletrônicas fracas, dipolares, π -cation, π - π , e metais de coordenação também levam à formação associativa com separação de fase líquido-líquido.

Underwater contact adhesion and microarchitecture in polyelectrolyte complexes actuated by solvent exchange

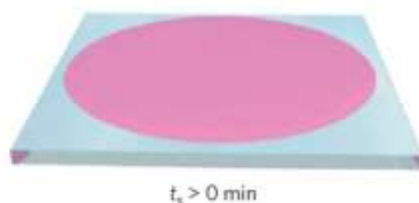
Qiang Zhao^{1†}, Dong Woog Lee^{2†}, B. Kollbe Ahn^{3†}, Sungbaek Seo³, Yair Kaufman², Jacob N. Israelachvili^{1,2*} and J. Herbert Waite^{4*}

NATURE MATERIALS VOL 15, 407-413 2016

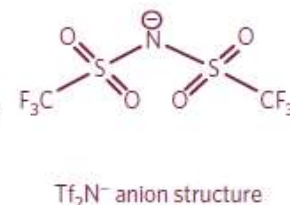
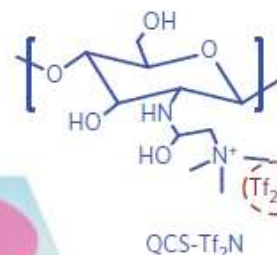
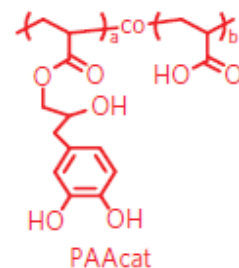


GOTA DE LÍQUIDOS

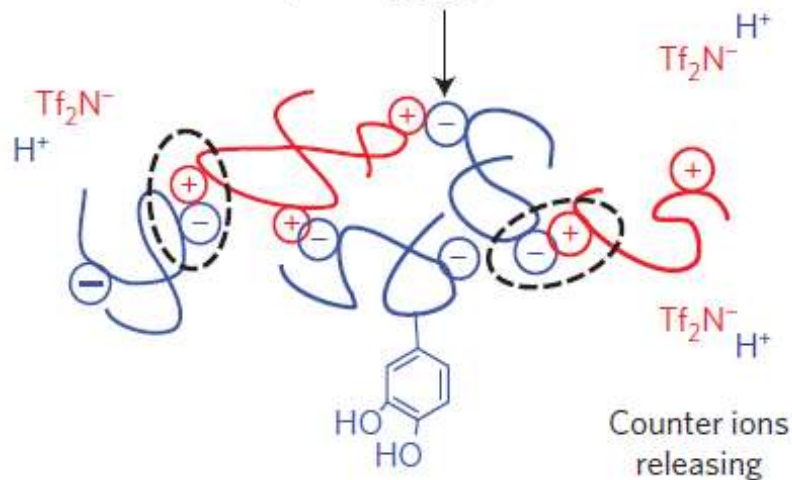
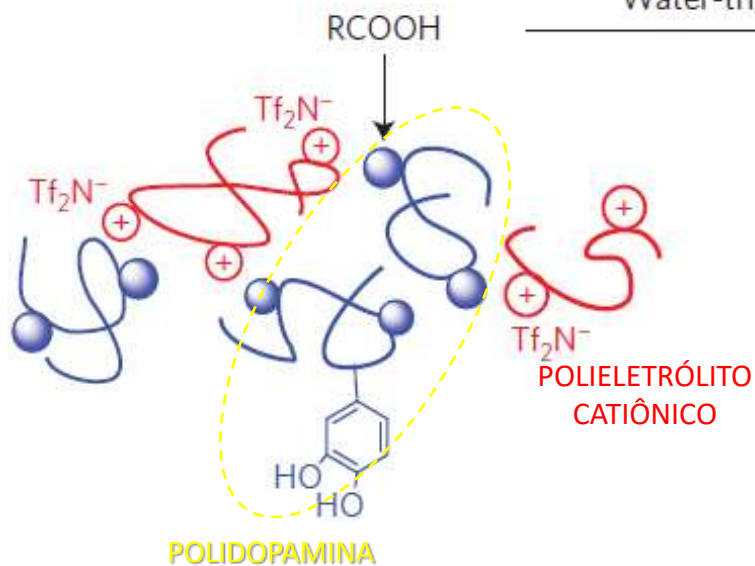
Water-DMSO exchange

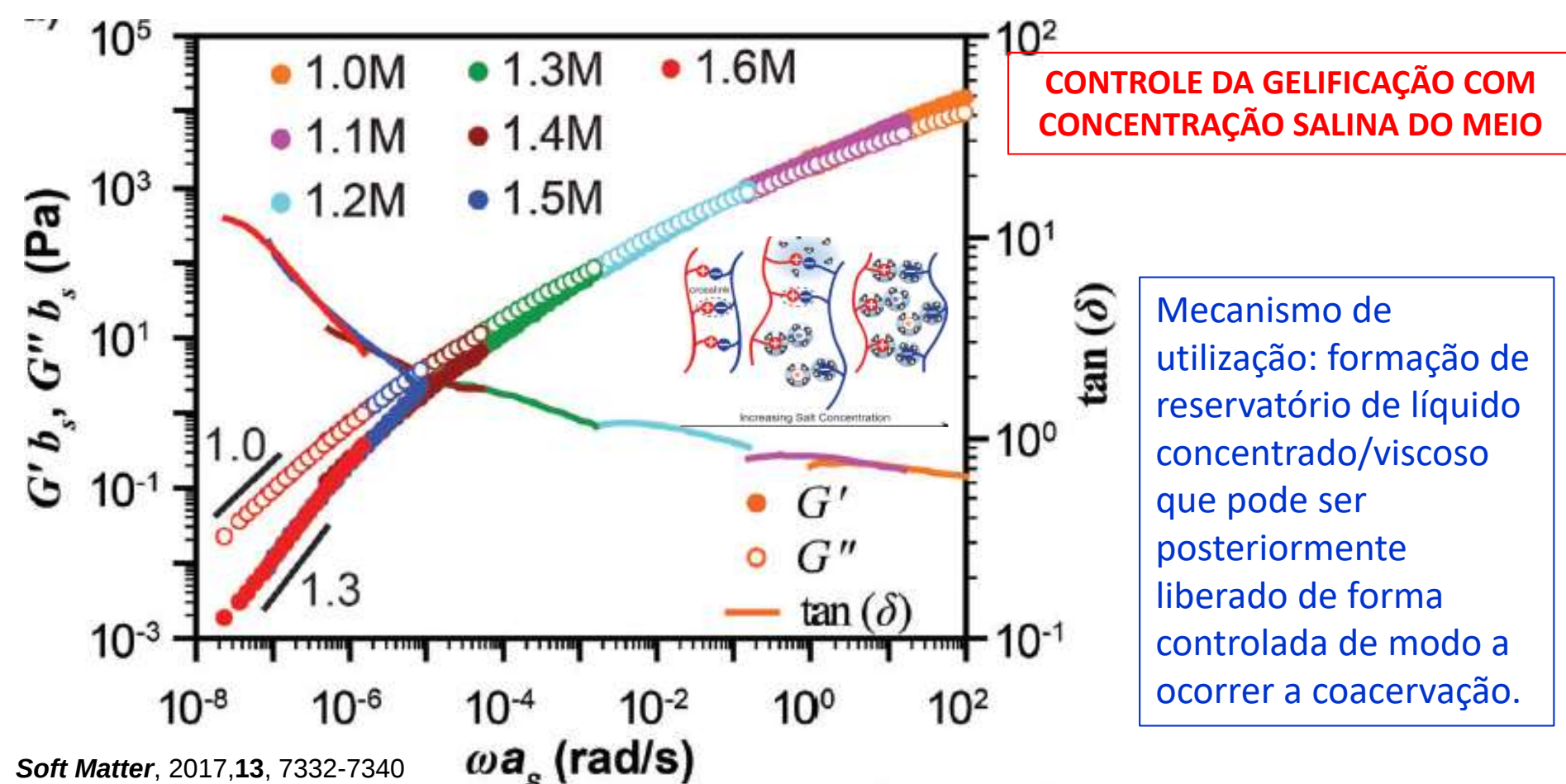


FILME GELIFICADO



Water-triggered deprotonation of COOH

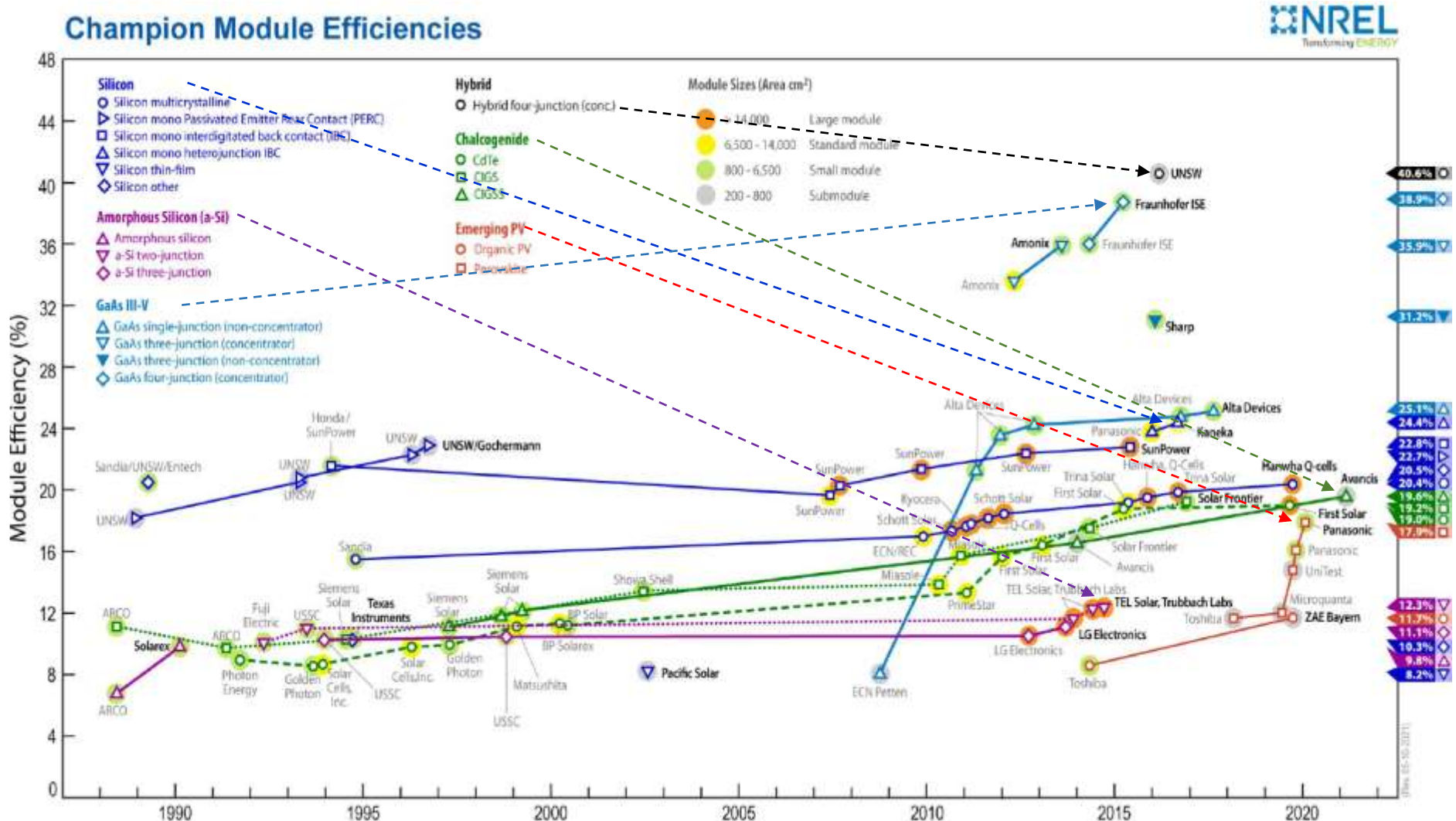




Aplicações tecnológicas: produtos de cuidado pessoal, substituto de gordura em alimentos de baixas calorias, encapsulação de flavorizantes e fragrâncias e adesivos e revestimentos resistentes à água. A habilidade dos coarcevatos complexos de conter elevada concentração de proteínas completamente ativas e não-agregáveis tem sido utilizado para a formulação e liberação controlada de fatores de crescimento e anticorpos monoclonais.

Materiais Fotovoltaicos

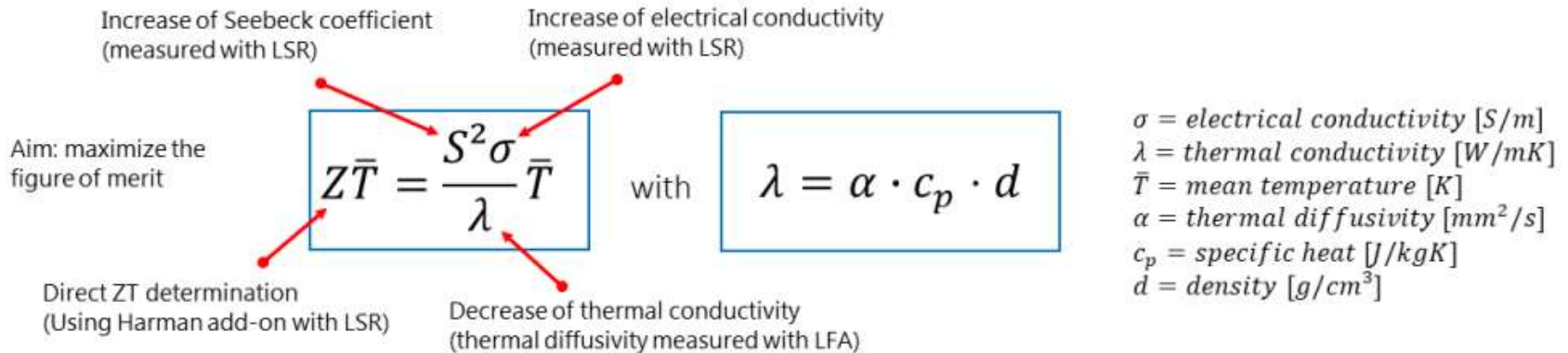
O sol disponibiliza aprox. 165.000 TW de energia potencial cada dia. O consume global atual é de aprox. 10-15 TW/dia



Characterization of thermoelectric (TE) materials

A **figure of merit** is a quantity used to characterize the performance of a device, system or method, relative to its alternatives. In engineering, figures of merit are often defined for particular materials or devices in order to determine their relative utility for an application.

Figure of merit for a thermoelectric material (temperature dependent):



For good efficiency, materials with high electrical conductivity, low thermal conductivity and high Seebeck coefficient are needed

Materiais Termoelétricos

- ✓ Em geral, $ZT \sim 1-2$
- ✓ Calcogenetos de bismuto e suas nanoestrutura - Bi_2Te_3 e Bi_2Se_3
- ✓ Telureto de chumbo e ligas – PbTe ; $\text{PbTe}_{1-x}\text{Se}_x$
- ✓ Compostos de Mg e elementos do Grupo 14 - Mg_2B^{14} ($\text{B}^{14}=\text{Si}, \text{Ge}, \text{Sn}$)
- ✓ Óxidos termelétricos - $(\text{SrTiO}_3)_n(\text{SrO})_m$
- ✓ Materiais termelétricos flexíveis – polímeros condutores, p.ex., poli(3,4-etilenedioxitiofeno) (PEDOT), polianilinas (PANIs), politiofenos, poliacetilenos, polipirróis, policarbazóis ($ZT \sim 0,5$, considerado baixo)
- ✓ Compósitos híbridos – polímeros contendo nanotubos de carbono (CNT) ou grafeno; polímeros contendo componente termelétrico
- ✓ Entre outros

POLÍMEROS COM ELEVADA CONDUTIVIDADE TÉRMICA

Materiais para manejo de calor, principalmente quando exigem flexibilidade, leveza, inércia química, bom condutor térmico isolante elétrico

Material	Condutividade térmica $\text{Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
Diamante	1000
Aço inoxidável 304	~15
Óxido de alumínio	~30
PE monocristalino (predição por modelo)	~237
PE amorfo	~16
PE filme	~62
Polímero típico	~0,1

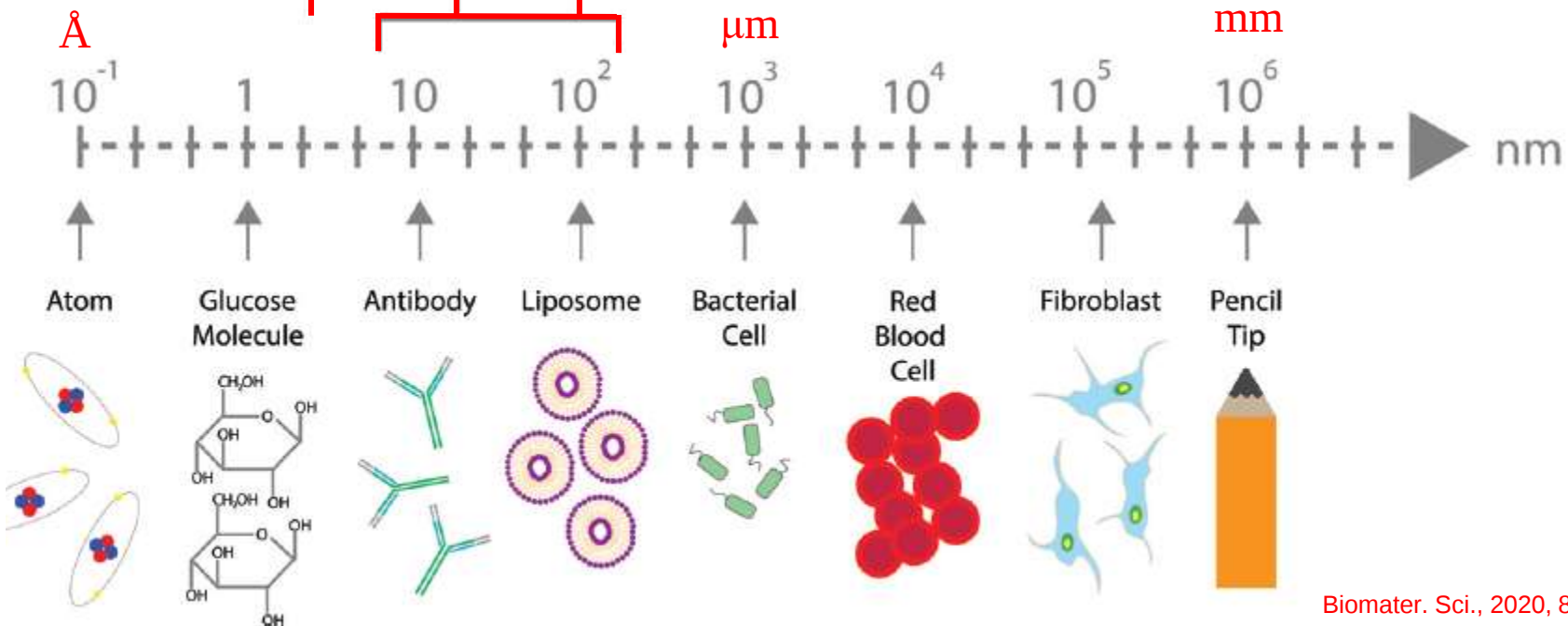
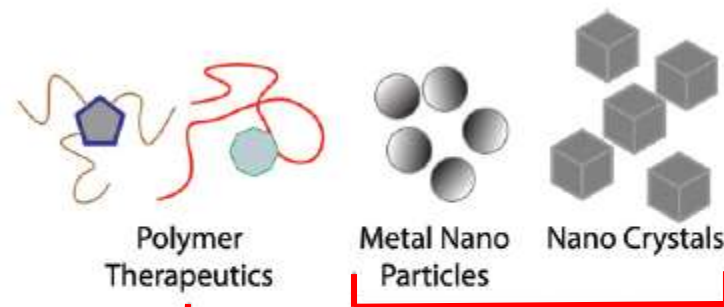
Nanomedicina

Materiais e Regulamentação

* Nanopartículas em uso em tratamentos de saúde:

Poliméricos, metálicos e lipídios

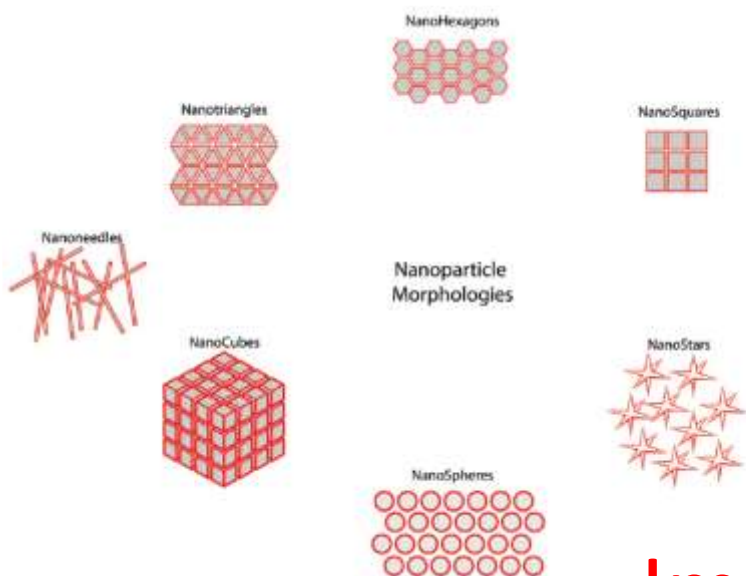
* Partículas com dimensões de 10-200 nm podem circular pelo sistema biológico sem nenhuma restrição, na corrente sanguínea e indetectável pela filtração glomerular dos rins



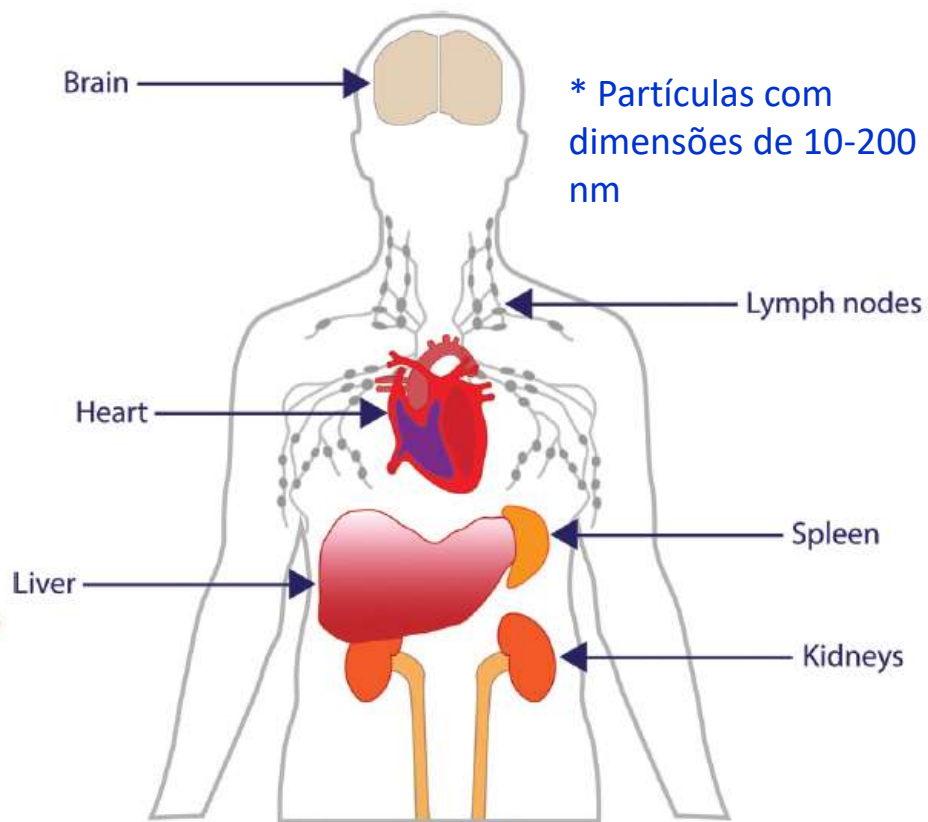
Nanomedicina

Materiais e Regulamentação

Geometria das partículas
em uso/teste



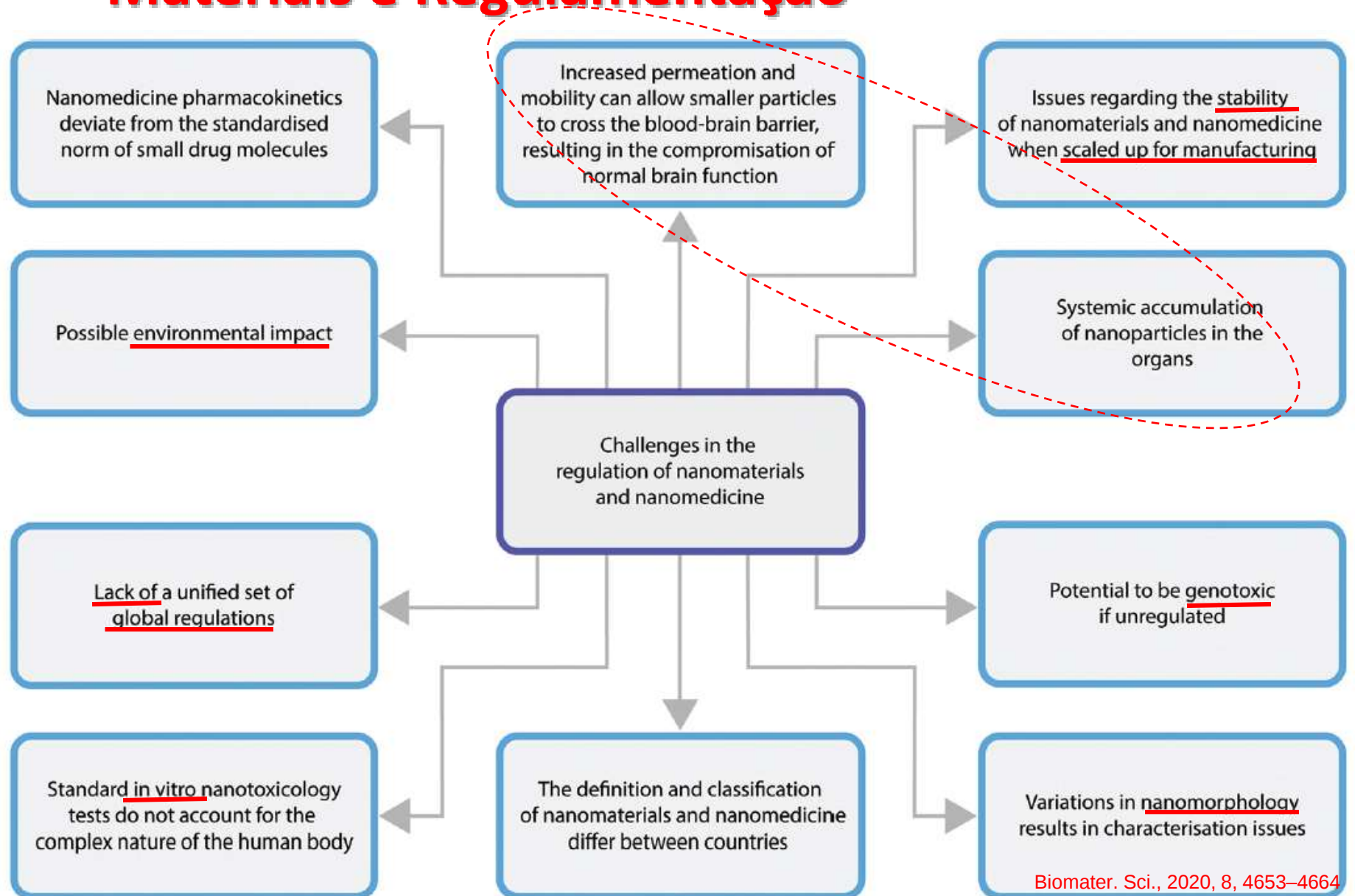
Locais de acúmulo de nanopartículas



Impactos no funcionamento
de órgãos vitais?

Nanomedicina

Materiais e Regulamentação



BIBLIOGRAFIA

Innovation in materials - Summary of a meeting at the Royal Academy of Engineering in association with The Institute of Materials, Minerals and Mining and the Materials Knowledge Transfer Network. 2014

Y. Xu et al. Nanostructured polymer films with metal-like thermal conductivity. Nature Comm. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09697-7>

Uma viagem ao mundo dos elastômeros. <https://docplayer.com.br/10144628-Uma-viagem-ao-mundo-dos-elastomeros.html>

K. Drake, R. R. Callaway. New Polymeric Materials Development for Extreme Environments. Oilfield Greene Tweed. Offshore Technology Conference, Texas, 5-8 May 2014