

# Fontes de Energia

Energia é um insumo essencial na sociedade moderna, suas fontes e uso eficiente são aspectos importantes e atuais. O conhecimento das diversas fontes de energia e seus impactos no ambiente são importantes para todo cidadão

# Fontes de energia

- ***Primárias:***

- Quando ocorrem livremente na Natureza.
- Ex.: sol, água, vento, gás natural, petróleo bruto

- ***Secundárias:***

- Quando são obtidas a partir de outras.
- Ex.: eletricidade, gasolina, petróleo

# Fontes de energia

- ***Convencionais:***

- Tecnologia difundida
- Custo economicamente aceitável
- Grande impacto ambiental
- Ex.: hídrica, gás natural, carvão mineral, derivados do petróleo, nuclear



- ***Não convencionais (alternativas):***

- Maior custo
- Menor impacto ambiental
- Ex.: eólica, solar, geotérmica



# Fontes de energia

- ***Não renováveis:***

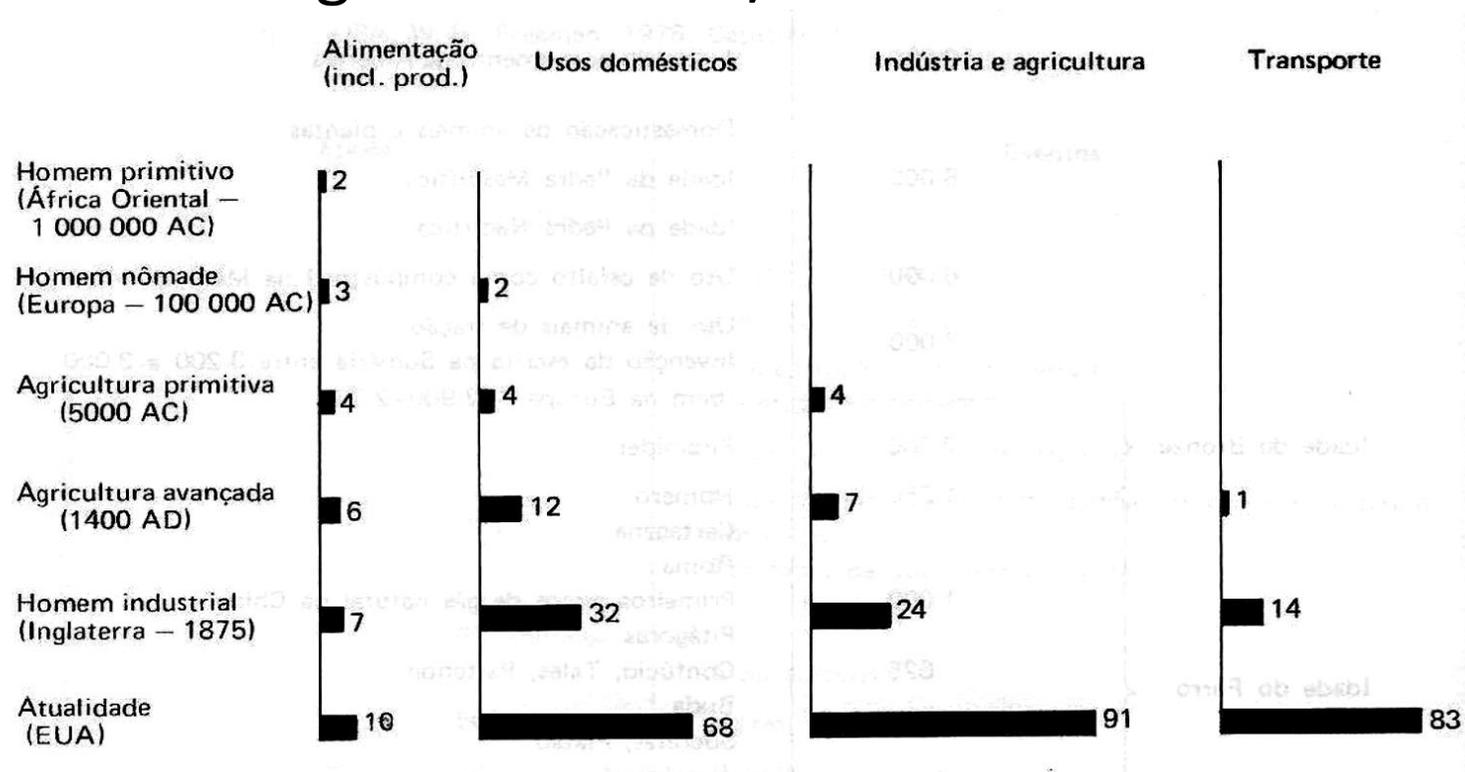
- Suas reservas naturais são limitadas (esgotáveis), pois seus processos de formação são muito lentos ou sua existência é tão curta, comparados com o ritmo de consumo que o ser humano faz delas.
- Ex.: carvão mineral, petróleo

- ***Renováveis:***

- Extraídas de fontes naturais capazes de se regenerar, se desenvolver, ou simplesmente existir dentro de um intervalo de tempo significativo para as pessoas (inesgotáveis).
- Ex.: eólica, solar

# Considerações sobre o consumo de energia

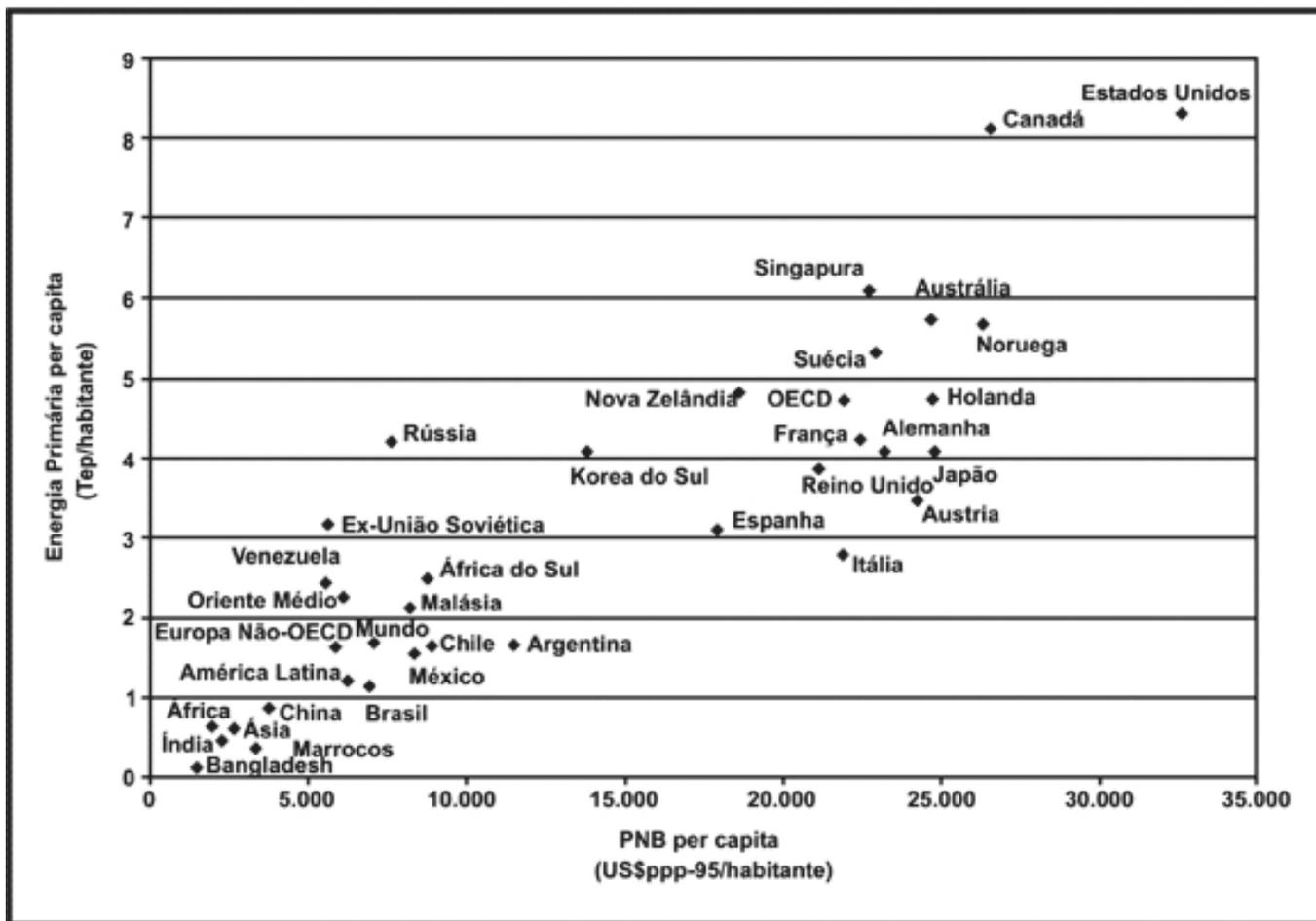
- Taxa de consumo de energia aumentou significativamente nos últimos anos → quase todos aspectos da vida moderna usam energia
- O fornecimento de energia é uma preocupação primária na sociedade
- Consumo de energia em  $10^3\text{kcal}/\text{dia}$  em suas diversas formas:



Consumo de energia per capita ( $10^3\text{kcal}$ )

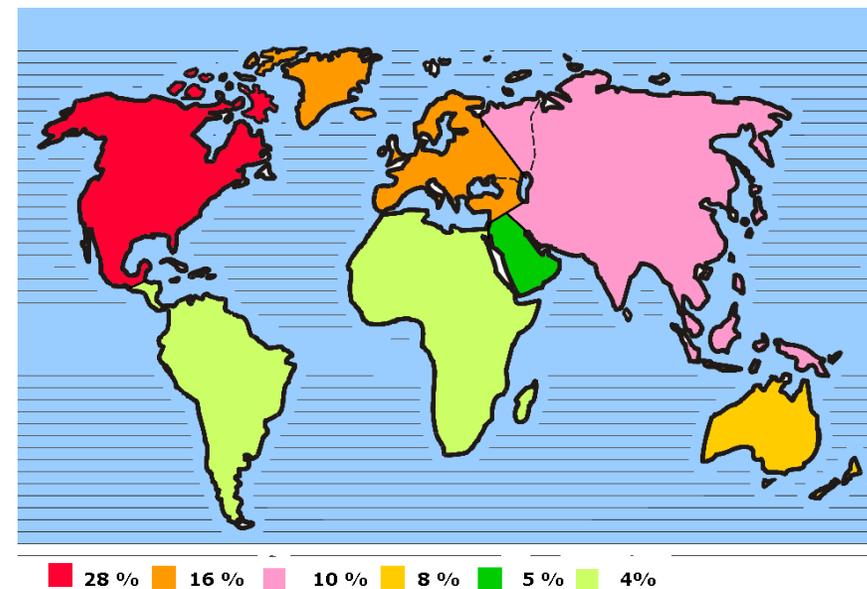
# Consumo de energia no Brasil em relação ao mundo

Figura 1 – Uso de energia primária *per capita versus* PNB *per capita* em alguns países e regiões do mundo em 2000



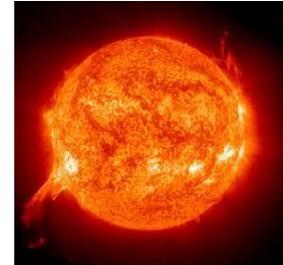
Fonte: IEA (2002).

- Consumo de energia está diretamente relacionado com a industrialização
- EUA consome 1/3 de toda energia produzida pelo mundo e tem apenas 6% da população mundial

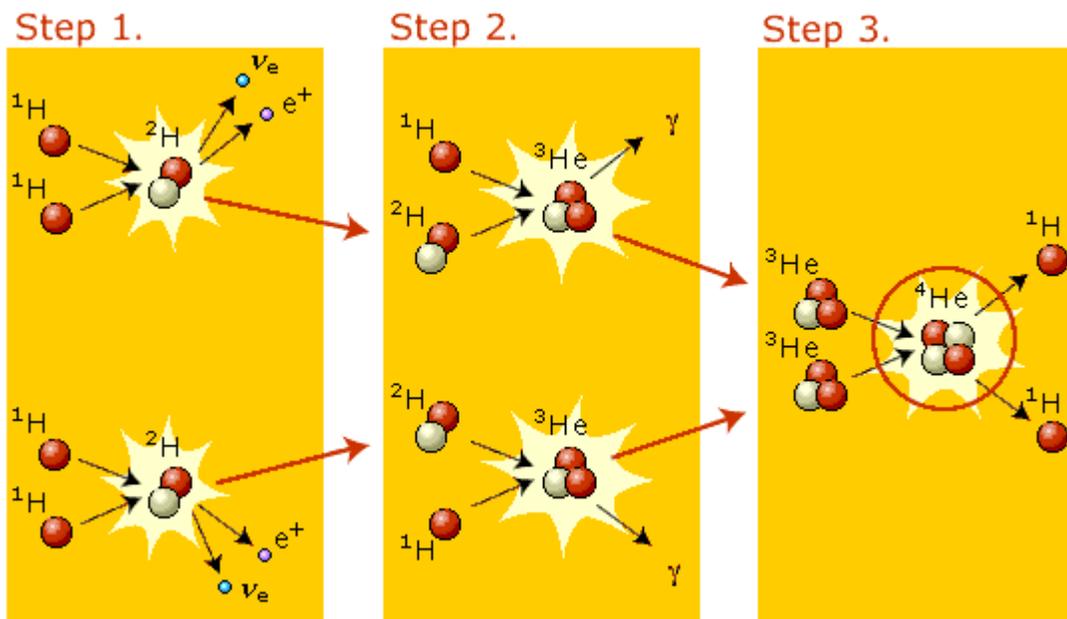


Distribuição do consumo mundial de energia

# Fontes primária de energia na Terra: o Sol



- Principal fonte de energia da Terra (responsável por mais de 99% do seu balanço energético)
- $T_{\text{superfície}}$ : 6000 K e  $T_{\text{centro}}$ :  $\sim 2 \times 10^7$  K
- Núcleos e elétrons separados, em um estado chamado plasma.
- Não ocorrem reações químicas (combustão); ocorrem reações nucleares de fusão.



- Step 1.** Hydrogen + Hydrogen  $\longrightarrow$  Deuterium + Positron + Neutrino
- Step 2.** Deuterium + Hydrogen  $\longrightarrow$  Helium-3 + Photon
- Step 3.** Helium-3 + Helium-3  $\longrightarrow$  Helium-4 + Hydrogen + Hydrogen

Energia total liberada é aprox. **26 MeV** ( $4,16 \cdot 10^{-12}\text{J}$ )

- Radiação  $\gamma$  produzida interage com a matéria solar até atingir sua parte externa, sendo então emitida essencialmente na forma de **luz visível, ultravioleta e infravermelha**.

# O que acontece com a radiação solar que atinge a Terra?

~30% é refletida e espalhada de volta ao espaço, na forma de radiação ultravioleta.

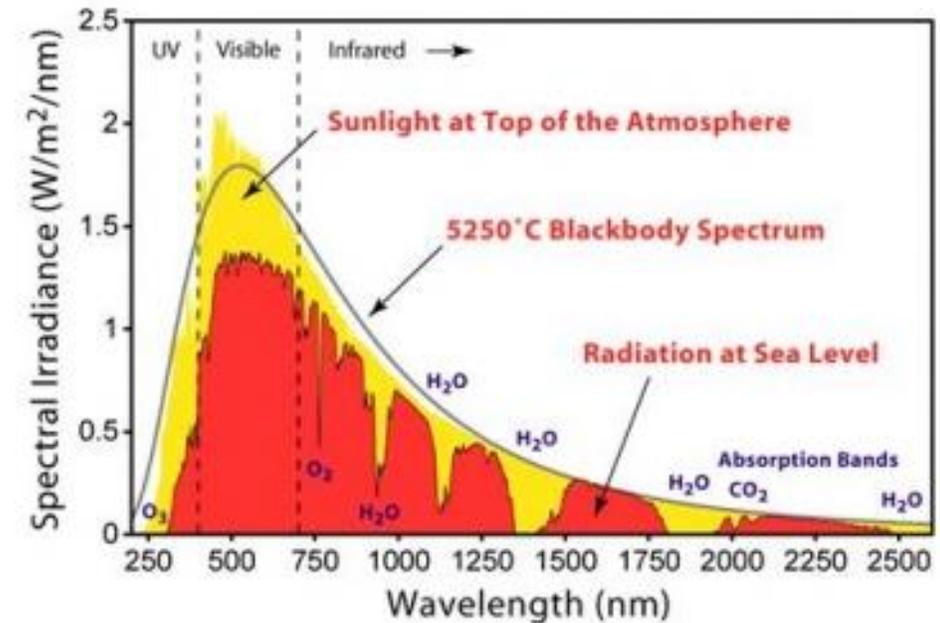
~47% é absorvida pela atmosfera, superfície terrestre e oceanos, e convertida em calor, determinando a temperatura do ambiente.

~23% é consumida na evaporação, convecção, precipitação e circulação superficial da água (ciclo hídrico).

~0,2% provoca convecções e circulações atmosférica e oceânica, e depois dissipada sob forma de calor devido ao atrito.

~0,02% é absorvida pela clorofila das plantas, iniciando o processo de fotossíntese que é a base energética do mundo vivo.

OBS: pequena parte da matéria orgânica produzida, plantas e pequenos animais, fica depositada em ambientes onde há deficiência de oxigênio (areia sedimentar, lama, turfa, pântano etc.), prevenindo sua degradação total e perda de energia, dando origem aos combustíveis fósseis



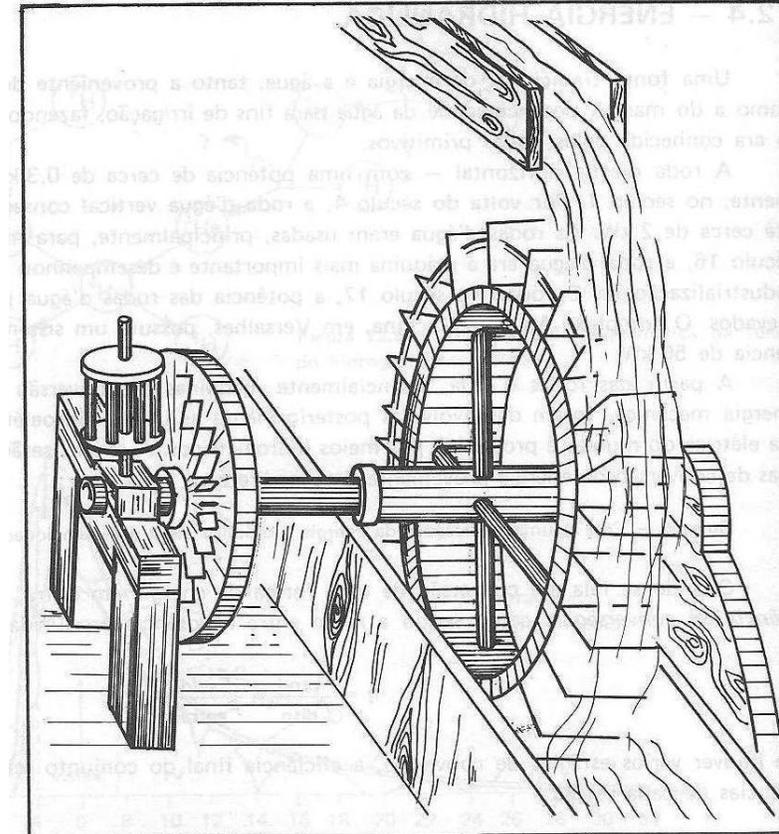
# Energia hidráulica

## *Conversão hidromecânica:*

Energia hidráulica → energia mecânica

### 1. Roda d'água

- Eixo está ligado a um conjunto de engrenagens que move algum tipo de mecanismo (moenda de cereais, tecelagem, movimentação de serragem ou carga, etc.)
- Energia potencial da água → energia cinética rotacional da roda
- Dissipações devido ao atrito entre os componentes
- Turbinas atuais têm eficiência de 95% ( $\eta = P_{\text{prod}}/P_{\text{diss}}$ )

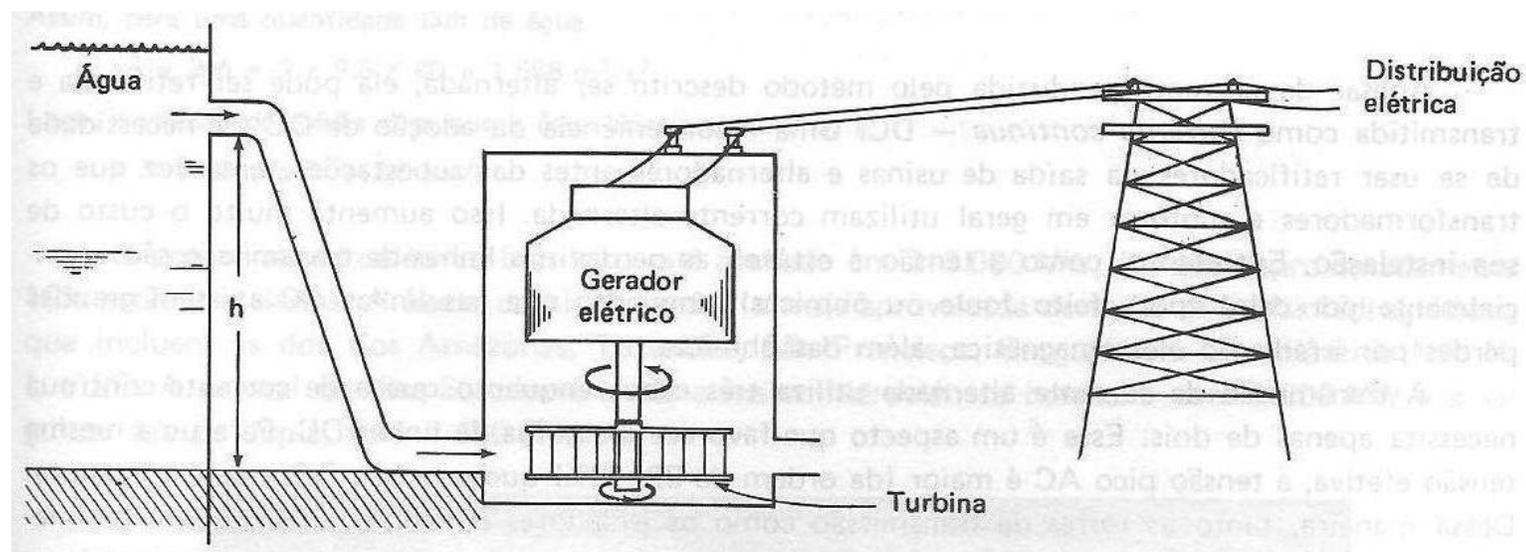


# Energia hidráulica

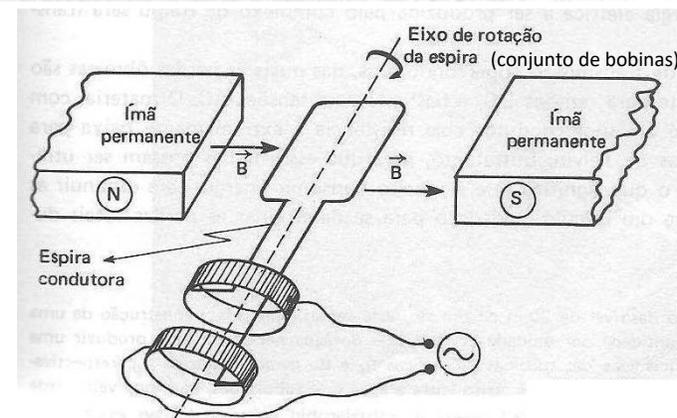
## *Conversão hidroelétrica:*

Energia hidráulica → energia mecânica → energia elétrica

- Usina hidroelétrica



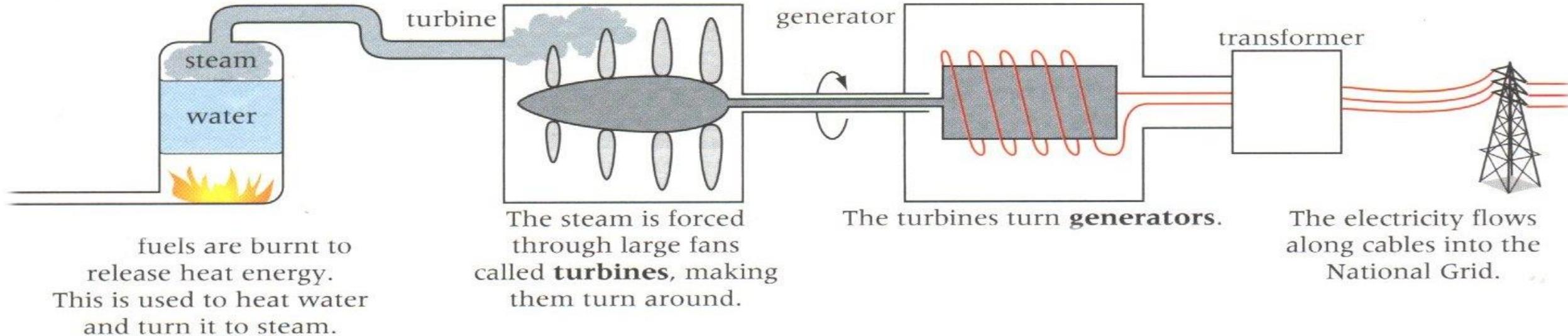
- Indução eletromagnética (Faraday)
- Turbina gira → movimento relativo entre o ímã e as bobinas → corrente alternada
- Número de rotações determina a frequência da corrente alternada (60 Hz)



# Energia de combustíveis

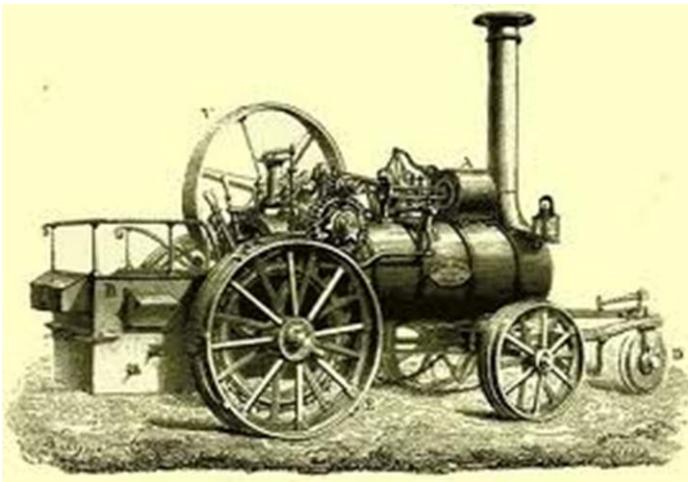
## ➤ Combustão

- **Reação exotérmica** em que átomos de um material se combinam quimicamente com átomos de oxigênio do ar, liberando energia principalmente na forma de luz e calor
- Energia liberada pode ser aproveitada para aquecimento, cozimento, produção de energia elétrica, movimentação de meios de locomoção, funcionamento de máquinas, etc.



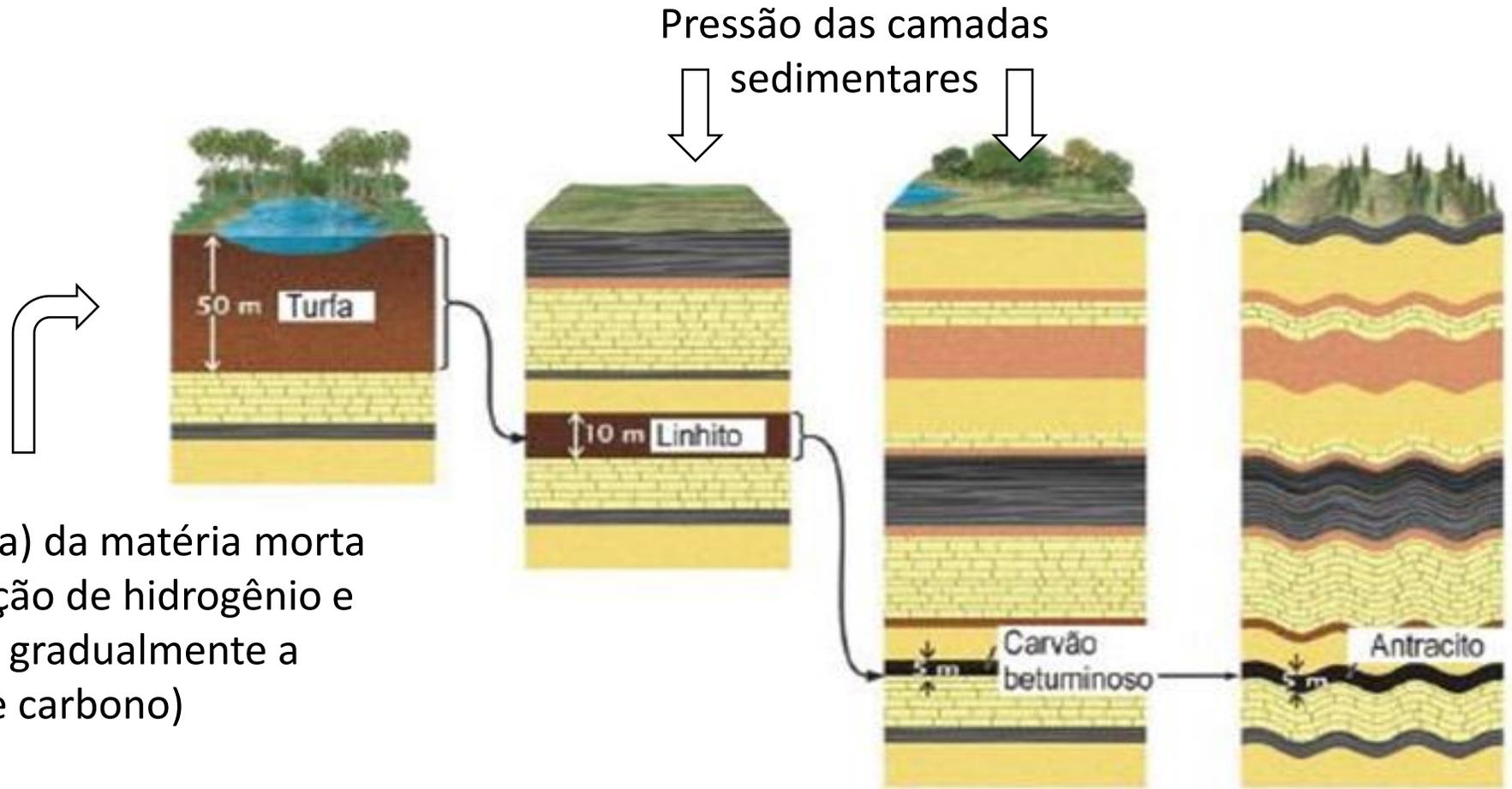
# Energia de combustíveis

- Combustíveis: materiais passíveis de serem queimados
  - **Vegetais:** lenha, carvão vegetal, bagaço de cana, casca do milho, etc.  
→ Pode ser uma fonte de energia renovável
  - **Fósseis:** gás natural, carvão mineral, petróleo.  
→ Se formaram há centenas de milhões de anos, originando-se da decomposição incompleta de materiais orgânicos como planta, pequenos animais, etc.



1 tonelada de carvão mineral	$30,5 \cdot 10^9 \text{J}$
1 barril (159l) de óleo cru	$6,12 \cdot 10^9 \text{J}$
1 pé cubico (28,3l) de gás natural	$1,05 \cdot 10^6 \text{J}$

# Etapas de formação do carvão mineral



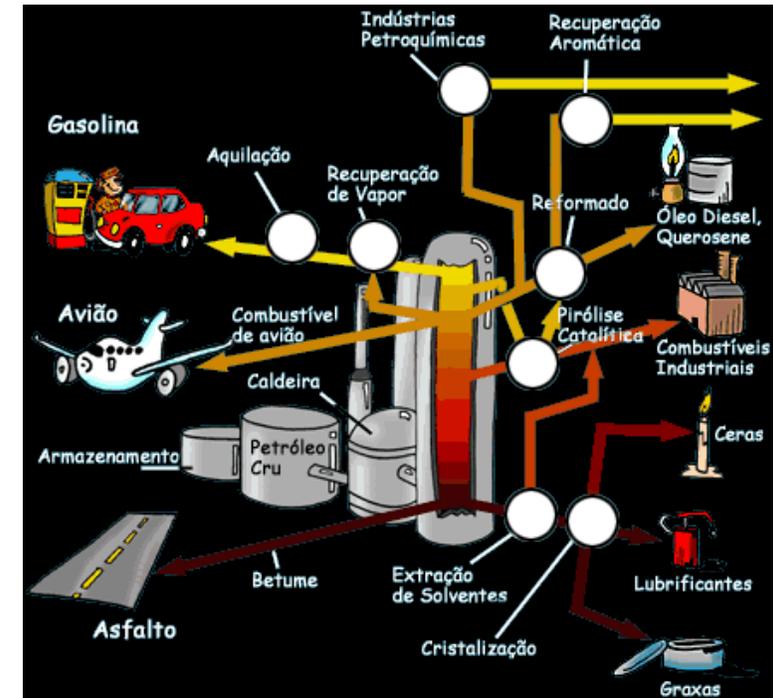
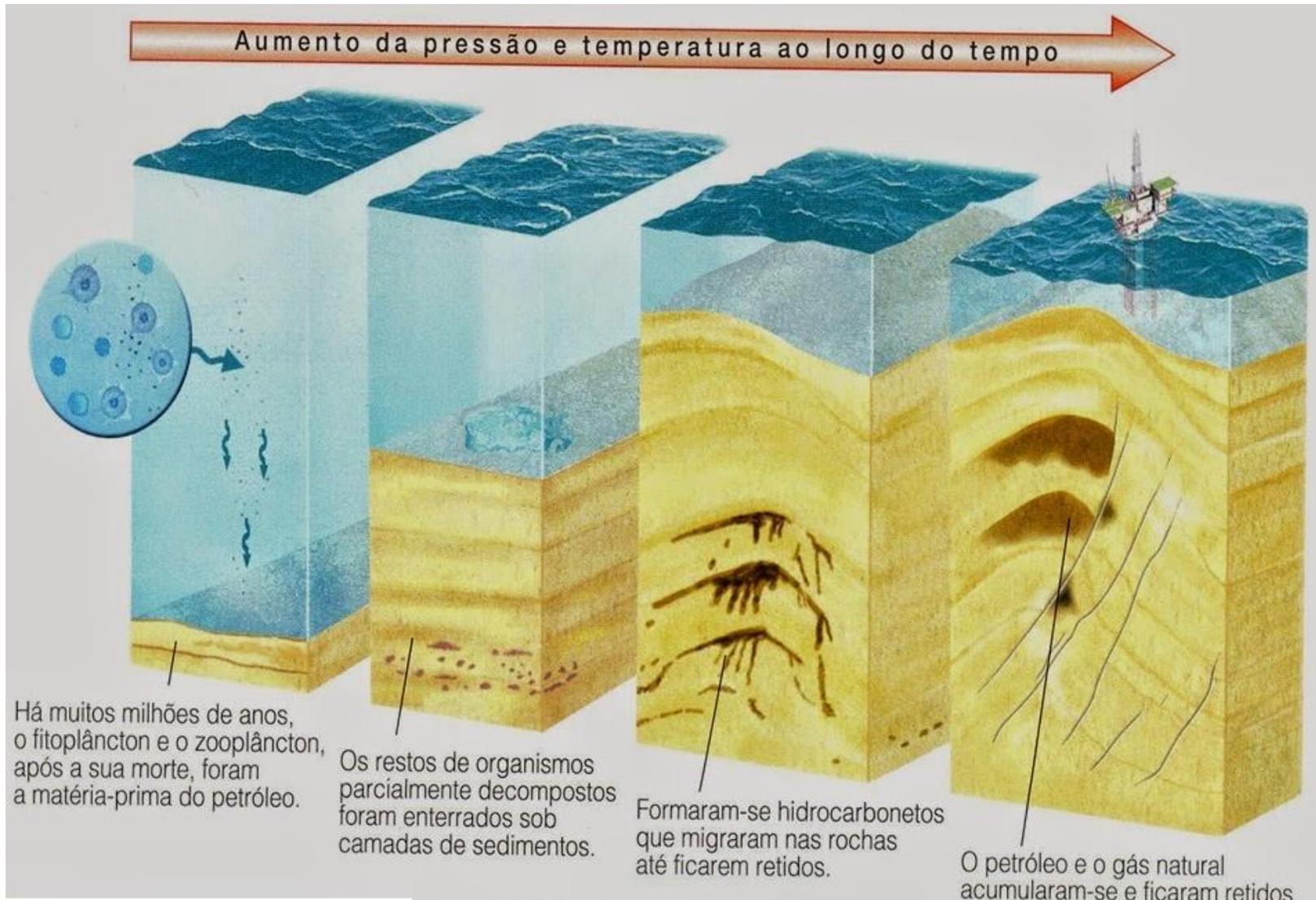
Decomposição (anaeróbica) da matéria morta por bactérias (há eliminação de hidrogênio e oxigênio, aumentando gradualmente a concentração de carbono)

- Pode ser gaseificado, isto é, produzir gás metano ( $\text{CH}_4$ ), que pode ser distribuído para consumo doméstico, sendo um combustível mais limpo que o próprio carvão.

Com o aumento da pressão e temperatura, os gases são forçados para fora, aumentando a proporção de carbono

Com o aumento da pressão e temperatura, água e compostos voláteis são removidos

# Etapas de formação do petróleo



# Petróleo do pré-sal

## A camada pré-sal

Faixa vai de Santa Catarina até o Espírito Santo

### O que é

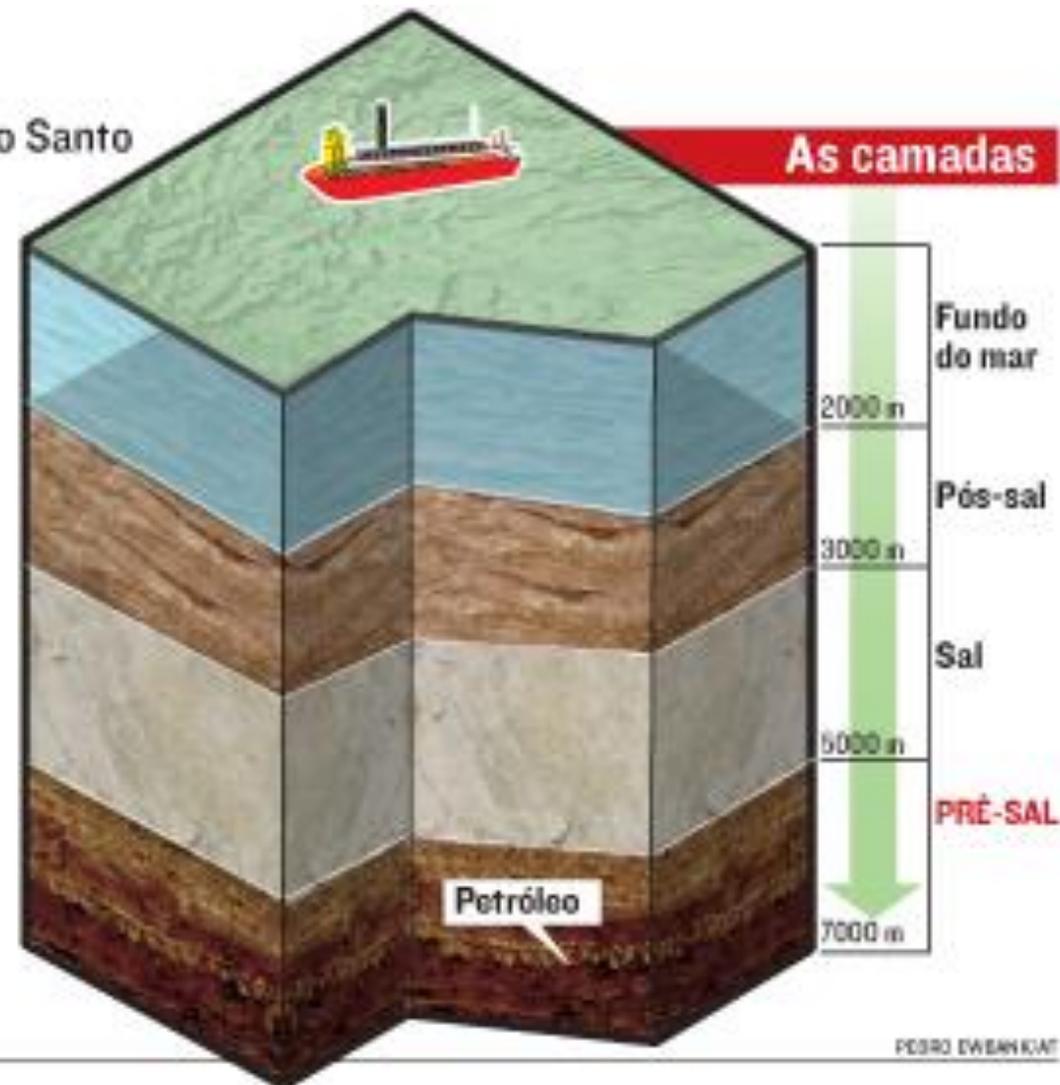
> É UMA GRANDE reserva de petróleo que começou a se formar há mais de 100 milhões de anos no espaço geográfico deixado pela separação dos continentes africano e americano.

### Localização

> COMPREENDÊ uma faixa que se estende ao longo de 800 quilômetros de extensão e 200 quilômetros de largura, entre os estados do Espírito Santo e Santa Catarina, abaixo do leito do mar, e engloba três bacias sedimentares (Espírito Santo, Campos e Santos).

### Profundidade

> O PETRÓLEO encontrado nesta área está a profundidades entre 7 mil e 8 mil metros, abaixo de uma extensa camada de sal que conserva a qualidade do óleo, segundo geólogos.

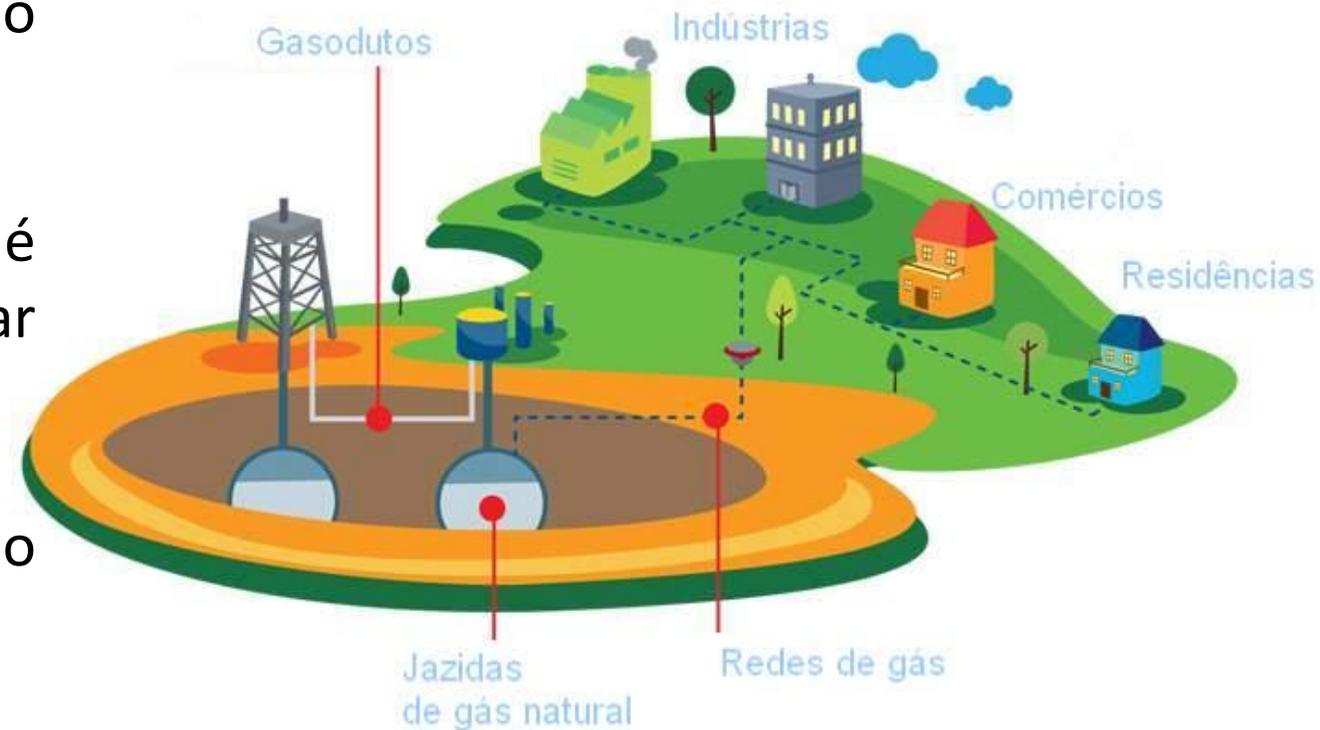


PEDRO DWARAKAT



# Gás natural

- Metano ( $\text{CH}_4$ )
- Pode ser encontrado junto com o petróleo ou independentemente.
- Contém menos elementos poluentes, mas é mais difícil de armazenar e transportar (gasodutos ou liquefação).
- Em campos de extração de óleo e gás, o gás não usado pode ser queimado
- Usado para aquecimento, produção de energia elétrica, acionamento de máquinas industriais e transporte.

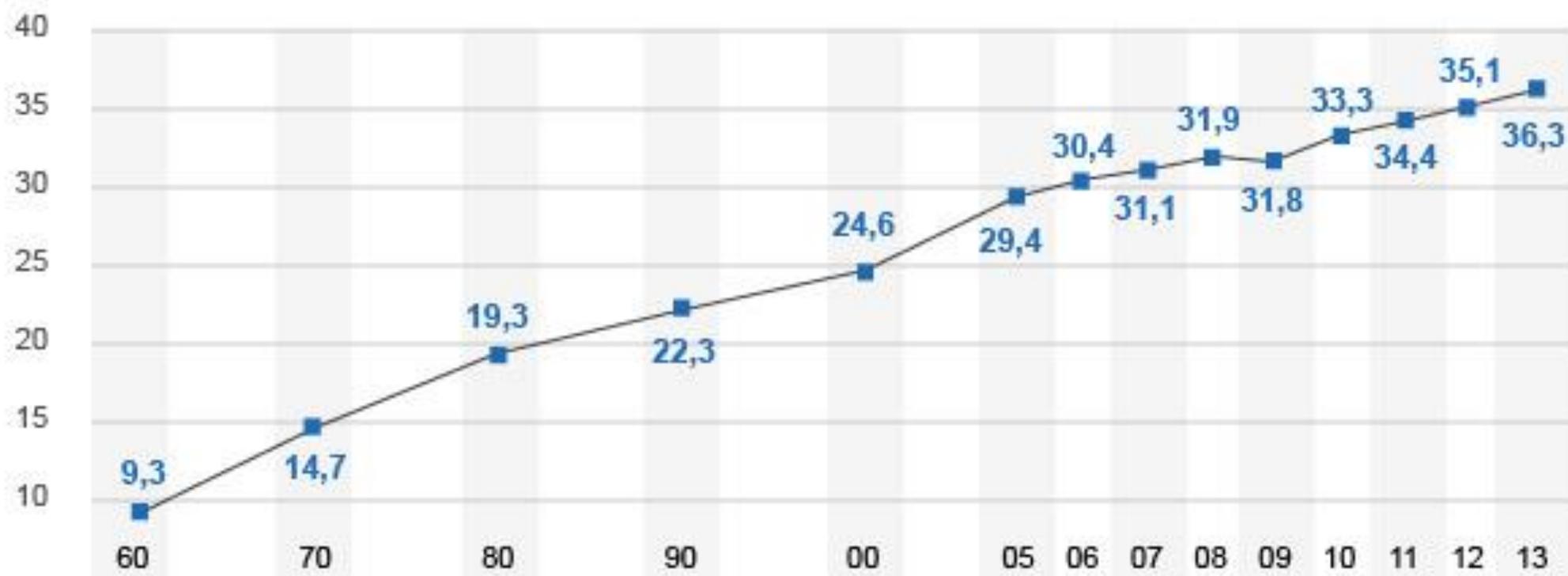




# Emissões por queima de combustível fóssil

Veja a evolução das emissões globais de dióxido de carbono ao longo dos anos

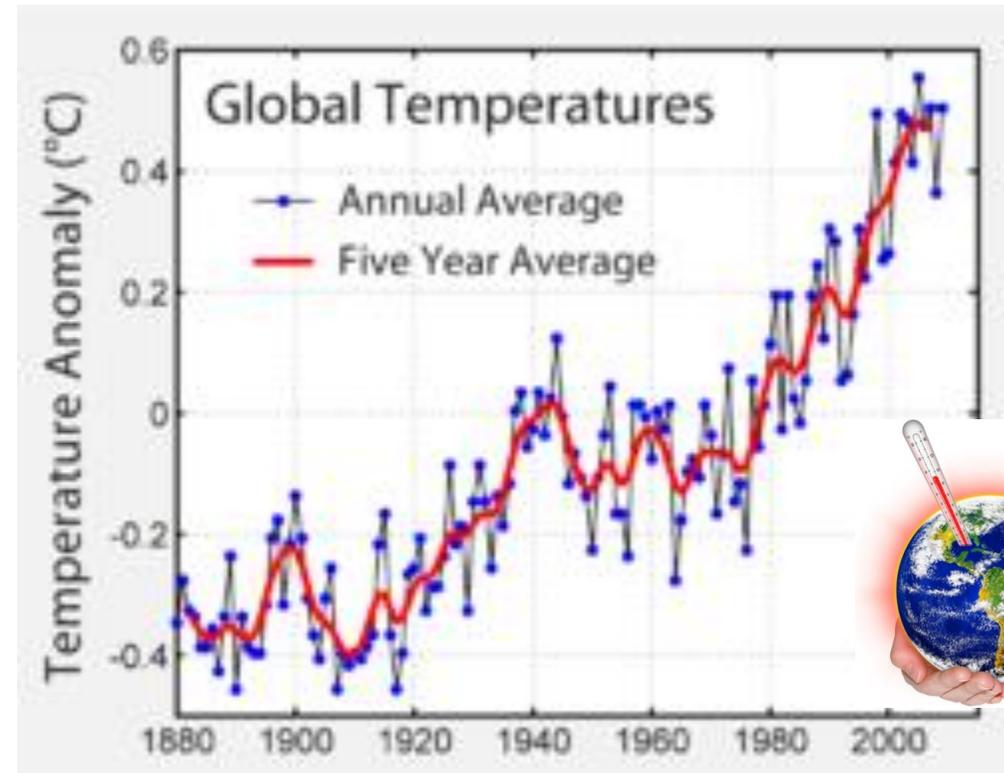
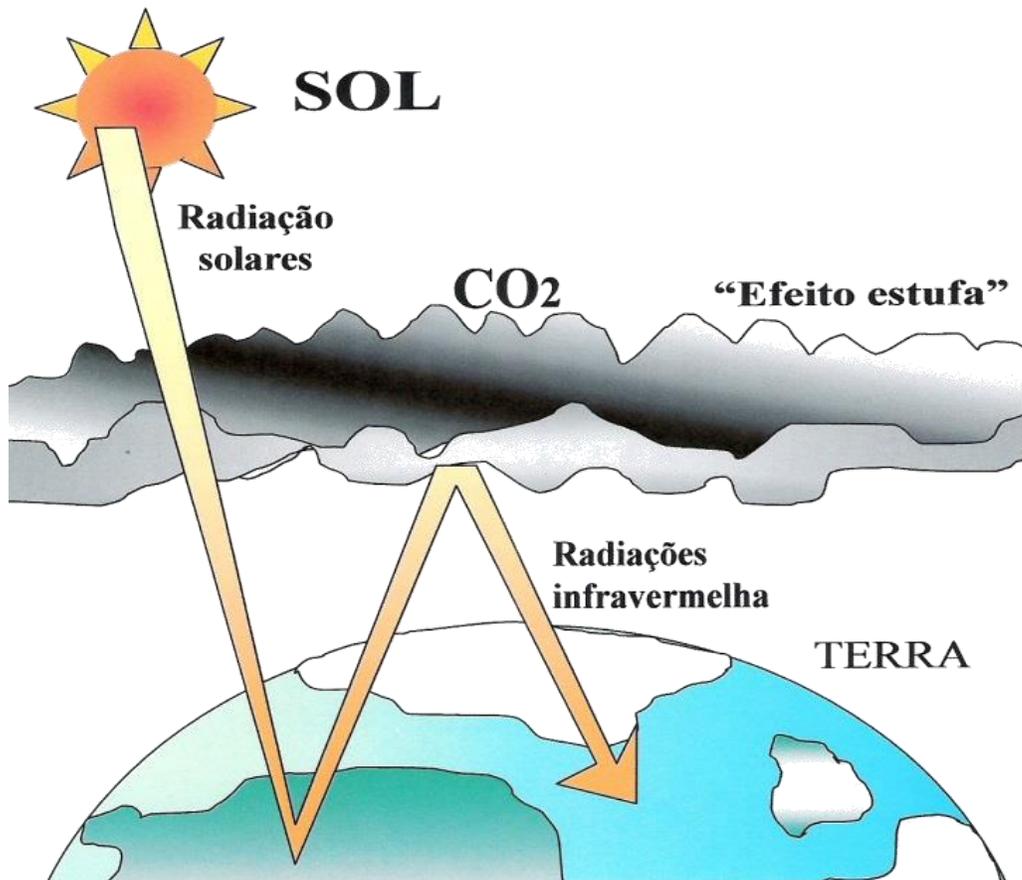
Em bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>



Fonte: CDIAC

# Alerta!!!

- A queima de todos esses combustíveis aumenta a concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera que aumenta o efeito estufa e causa o aquecimento global.



# Alerta!!!

- Alguns combustíveis possuem enxofre e quando queimados produzem  $\text{SO}_2$  e  $\text{NO}_2$  que reagem com a água produzindo ácido sulfúrico e ácido nítrico (chuva ácida).

**Busca por fontes  
alternativas de  
energia – fontes não  
convencionais**



# Energias Limpas

Um crescente número de países procura por novas fontes de energia renováveis ajudar a frear as emissões de gases-estufa



**1 CARVÃO LIMPO**  
A transformação do carvão em líquido envolve processos em que o material é triturado e esquentado. Assim é produzido um gás concentrado em um combustível sem a presença de enxofre



**2 CAPTURA DE CARBONO**  
Captura as emissões de carbono do carvão e da queima de gases industriais e o enterra no subsolo



**3 HIDROGÊNIO**  
Combustível que, se processado em uma célula específica, gera apenas eletricidade e água como seu bioproduto



**4 METANO**  
Essa tecnologia já existe na captura de gases de antigos depósitos de lixo. É produzido principalmente de carvão, flatulência e fezes de animais



**5 DE GASES A LÍQUIDOS**  
Combina os elementos carbono e hidrogênio em moléculas de gás natural para gerar como produto um petróleo líquido e sintético, como o diesel



**6 NUCLEAR**  
Praticamente não gera emissões, mas tem um custo alto para o armazenamento de material radioativo. Países estão procurando novos reatores e formas de fusão energética



**7 GEOTERMAL**  
Usa vapores superaquecidos do subsolo para acionar turbinas e gerar eletricidade



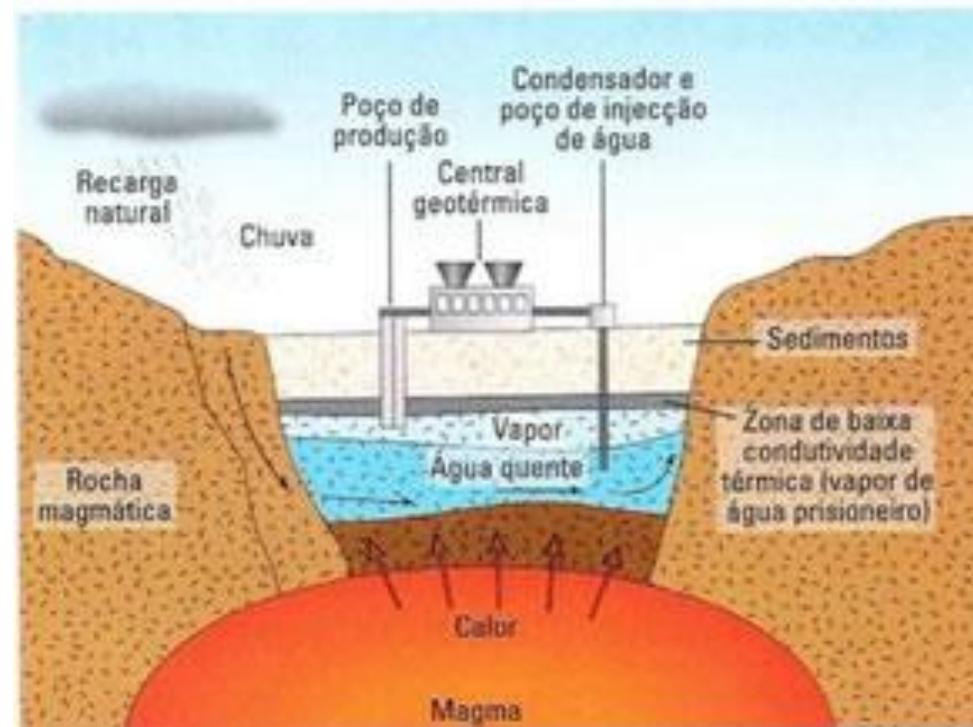
**8 BIOCOMBUSTÍVEIS**  
Talvez a mais antiga forma de energia conhecida pelo homem, os biocombustíveis usam materiais como madeira e excrementos no lugar de carvão para gerar eletricidade. Essa tecnologia também inclui o biodiesel e o etanol



**9 ENERGIA SOLAR E EÓLICA**  
São comprovadamente eficientes, mas ainda custa mais do que os combustíveis fósseis e as grandes represas e são de difícil implementação em vários países devido às leis ambientais

# Energia geotérmica

- Fonte: calor proveniente da própria Terra
- A temperatura da Terra, abaixo da camada de penetração da energia solar, aumenta com a profundidade, de acordo com a região (10-70°C/km).
- Fontes de calor interno: radioatividade natural, energia térmica residual da formação da Terra
- Transmissão da energia térmica: irradiação, condução e convecção
- Eficiência de usinas geotermoelétricas: 20% a 35%

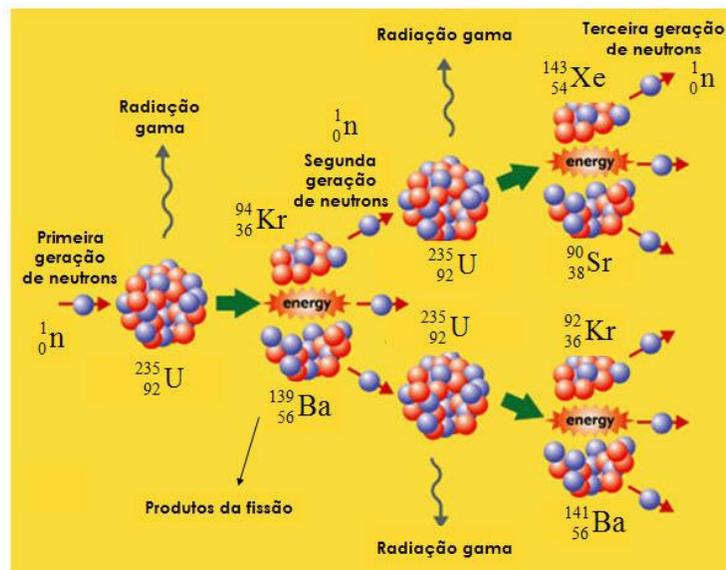


# Energia nuclear

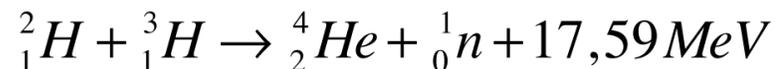
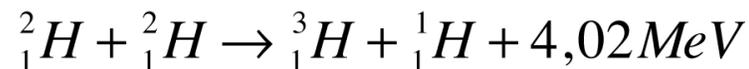
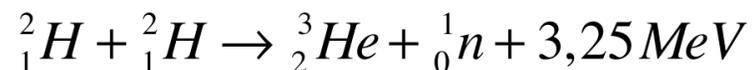
- Energia nuclear → energia térmica para aquecer um fluido → energia mecânica → energia elétrica
- Energia liberada por:
  - Fissão:** ruptura de núcleos pesados
  - Fusão:** de núcleos leves para formar núcleos pesados



■ Países que usam muita Energia Nuclear.  
■ Países que usam Energia Nuclear, em média quantidade.  
■ Países que usam pouca ou nenhuma Energia Nuclear ( o Brasil está aqui ).

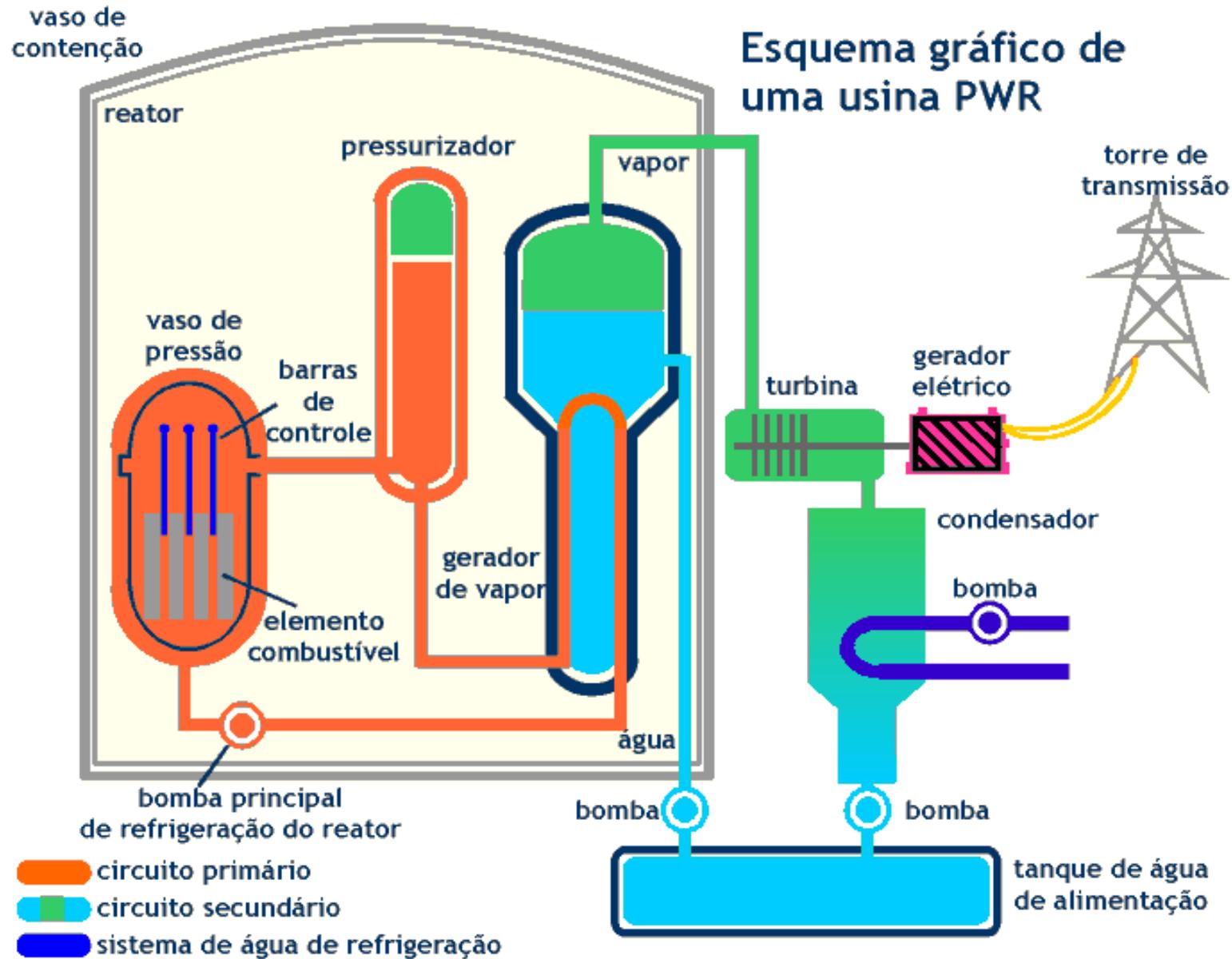


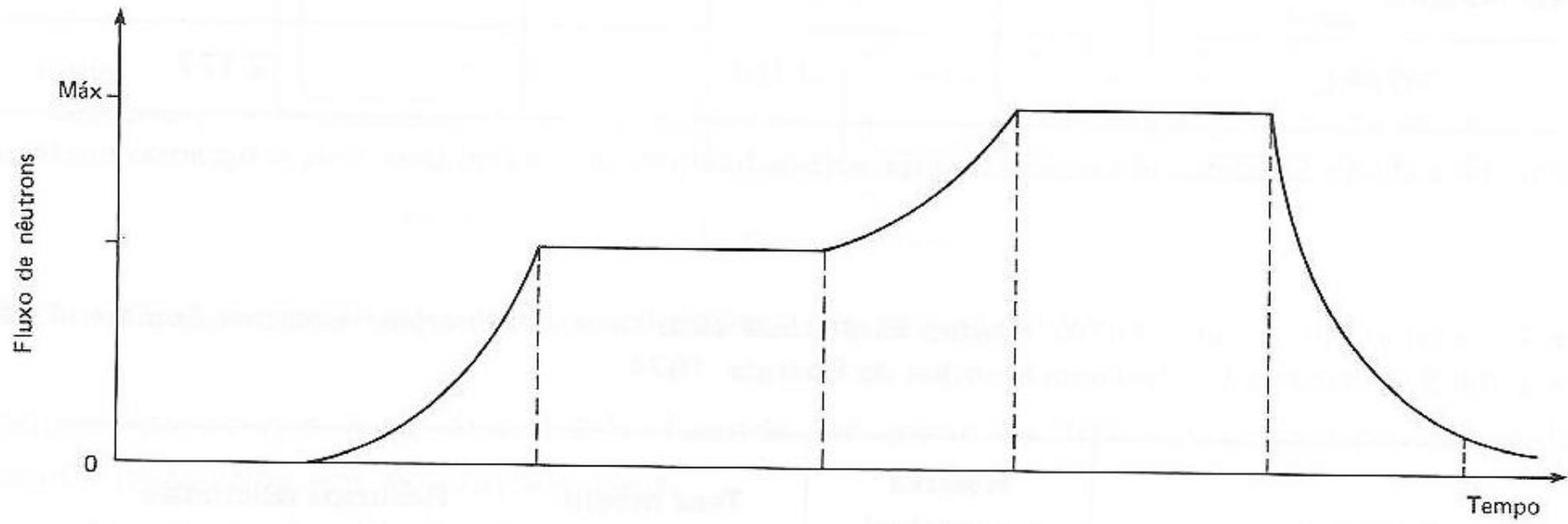
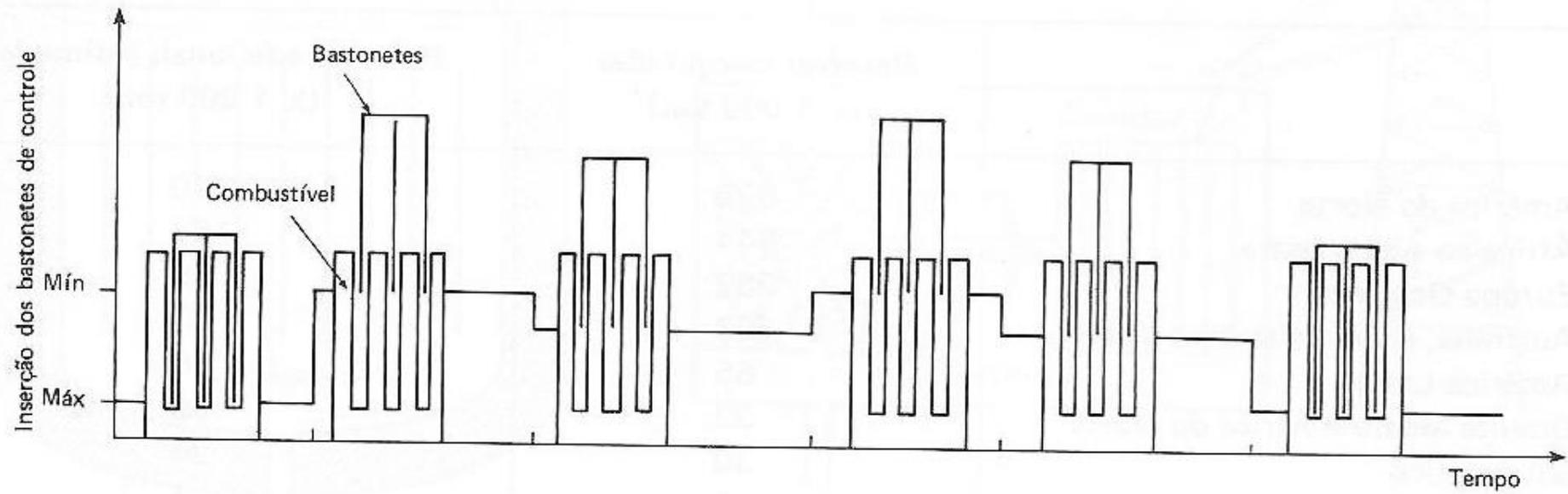
$$\Delta E \cong 200 \text{ MeV}$$



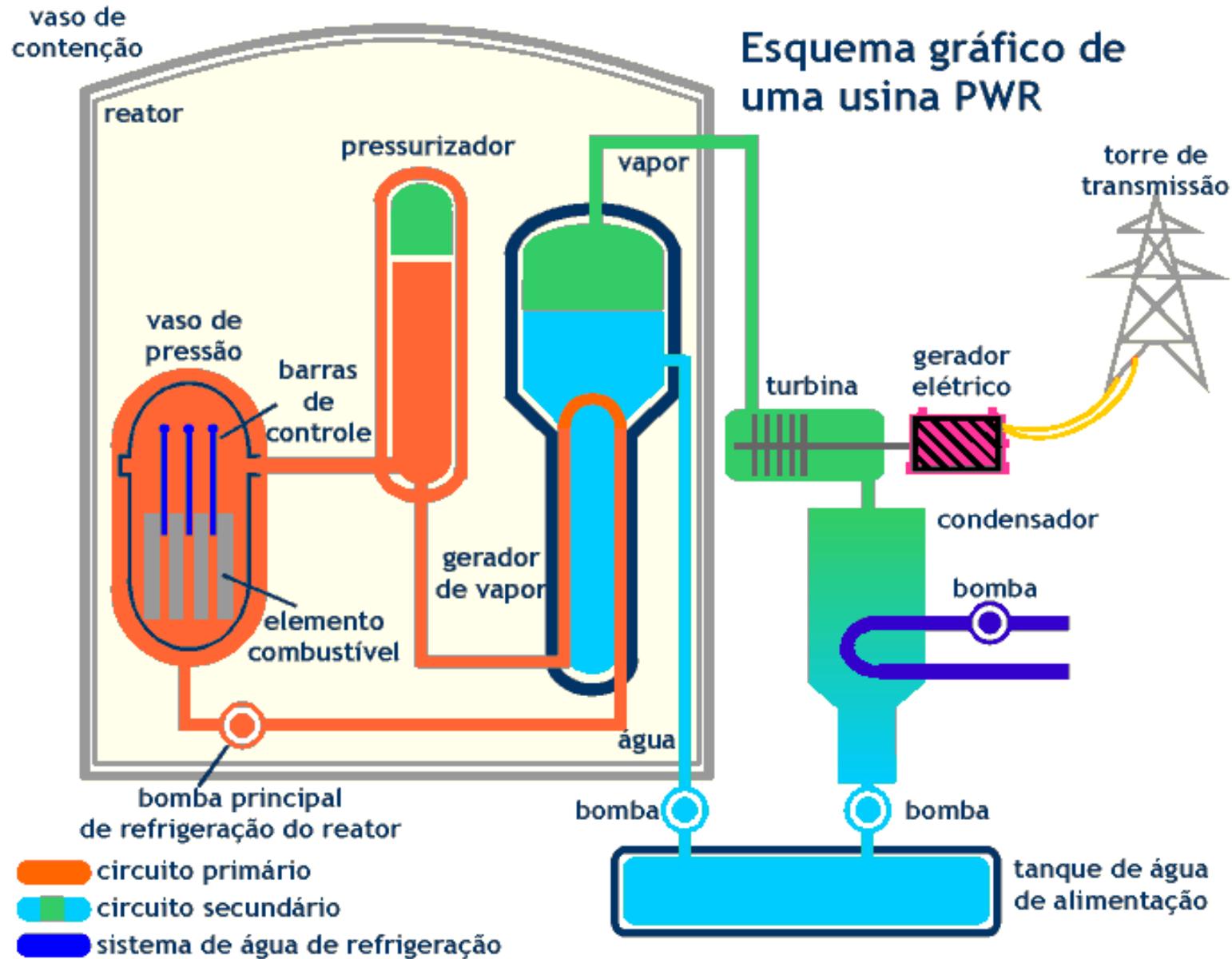
Exemplos de fusões nucleares  
(energia liberada / fusão)

# Esquema de uma usina nuclear



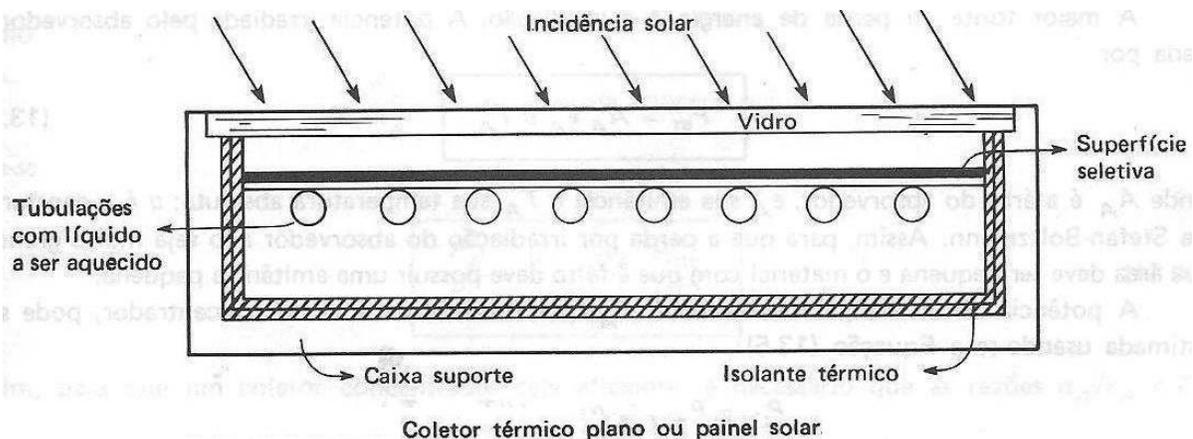


# Esquema de uma usina nuclear



# Energia solar

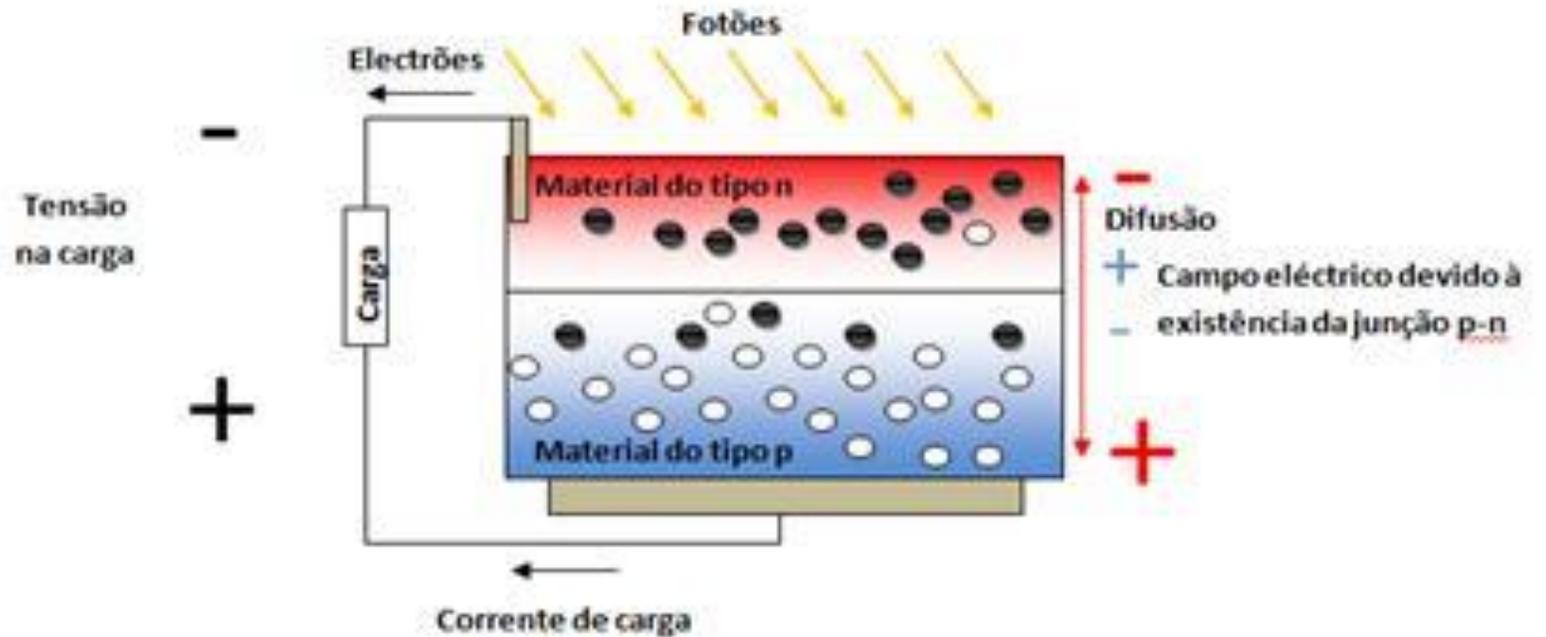
- Energia solar média incidente na superfície da Terra em 24 horas =  $630 \text{ W/m}^2$
- **Aproveitamento indireto:** fotossíntese, combustíveis fósseis
- **Aproveitamento direto**
  - **Vantagens:** renovabilidade quase infinita, menos impacto ambiental, aplicação regional (menor necessidade de transporte através de grandes distâncias).
  - **Coletores solares térmicos:** dispositivos capazes de transformar a luz do Sol em calor
    - Material deve ser bom absorvedor da radiação visível e emitir pouca radiação IV (calor)



Eficiência ~50%

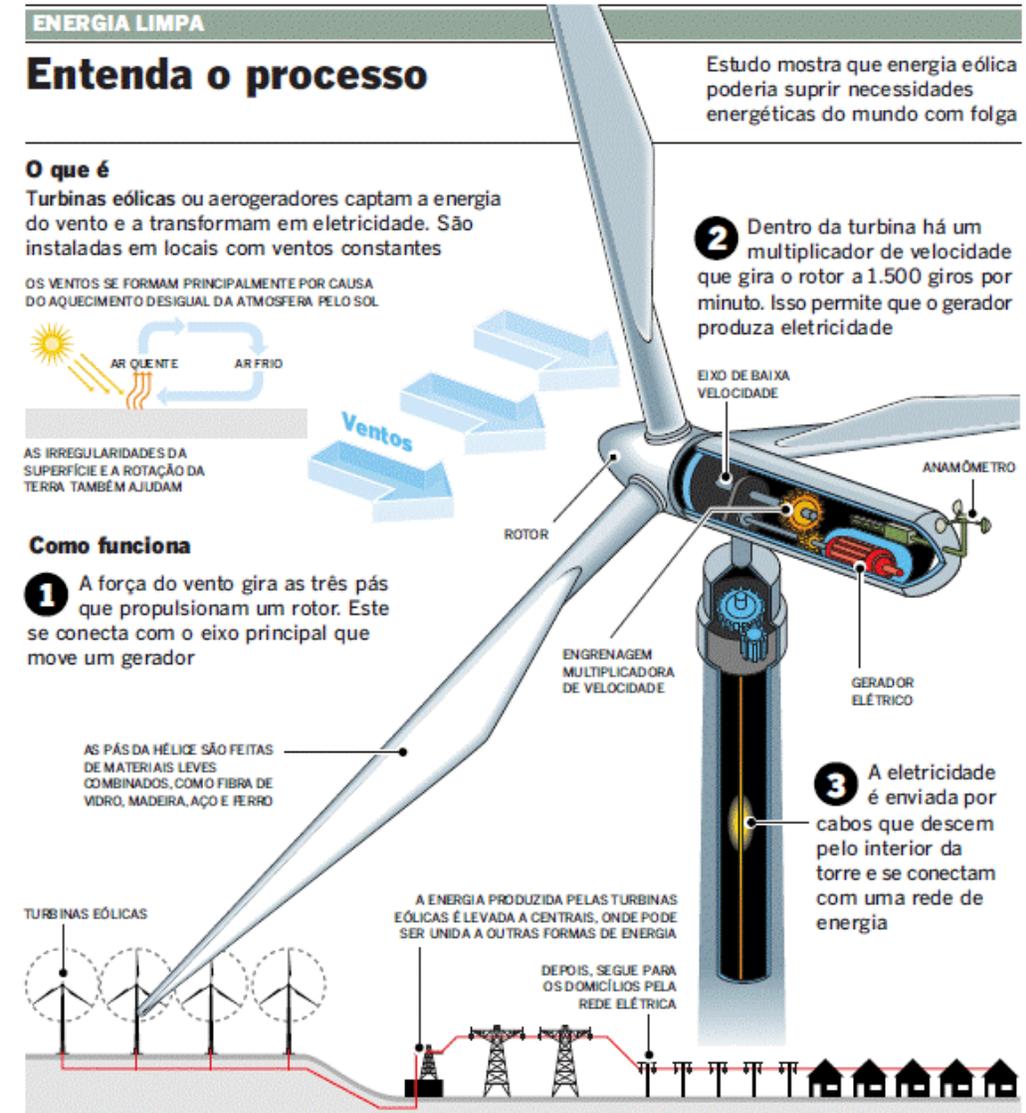
# Energia solar

- Células fotovoltaicas: dispositivos semicondutores capazes de produzir corrente elétrica ao absorver luz
  - Silício (Si): eficiência de até 40%
  - Alto custo de fabricação e manutenção, tecnologia sofisticada



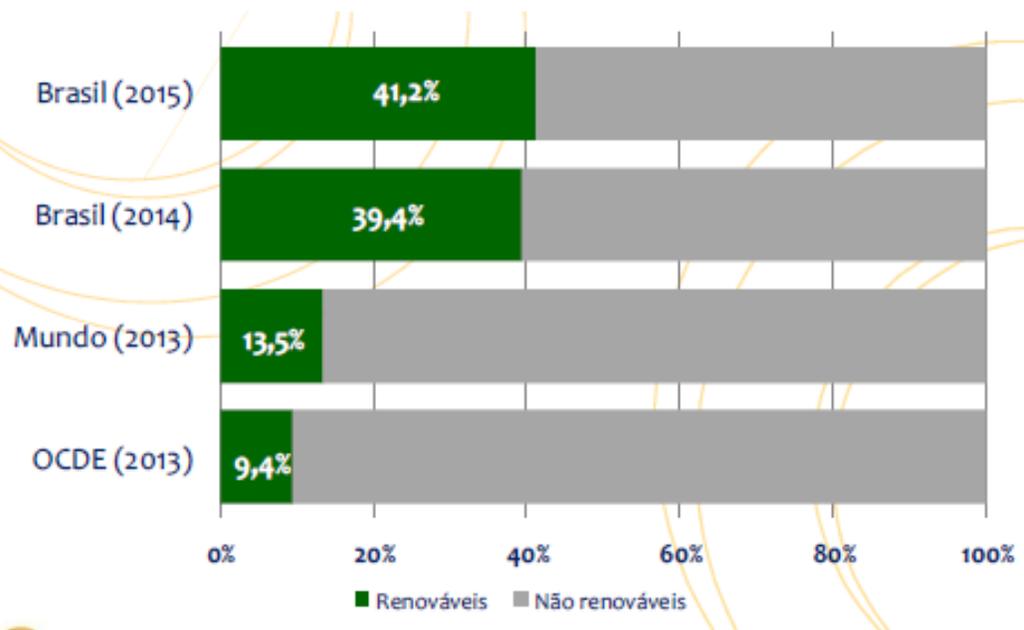
# Energia eólica

- Energia cinética das massas de ar provocadas pelo aquecimento desigual na superfície do planeta.
- Exemplos antigos: cata-ventos e embarcações a vela
- As turbinas modernas de tecnologia recente têm se firmado como uma forte alternativa na composição da matriz energética de diversos países.
  - 2015 - Brasil gerou 6,4GW de energia eólica (4,7% da energia total gerada aqui)
  - Brasil tem potencial de 300GW
- As turbinas devem ser construídas afastadas do chão, pois a velocidade do vento aumenta com a altura, já que o fluxo não é retardado pelo atrito com o solo.

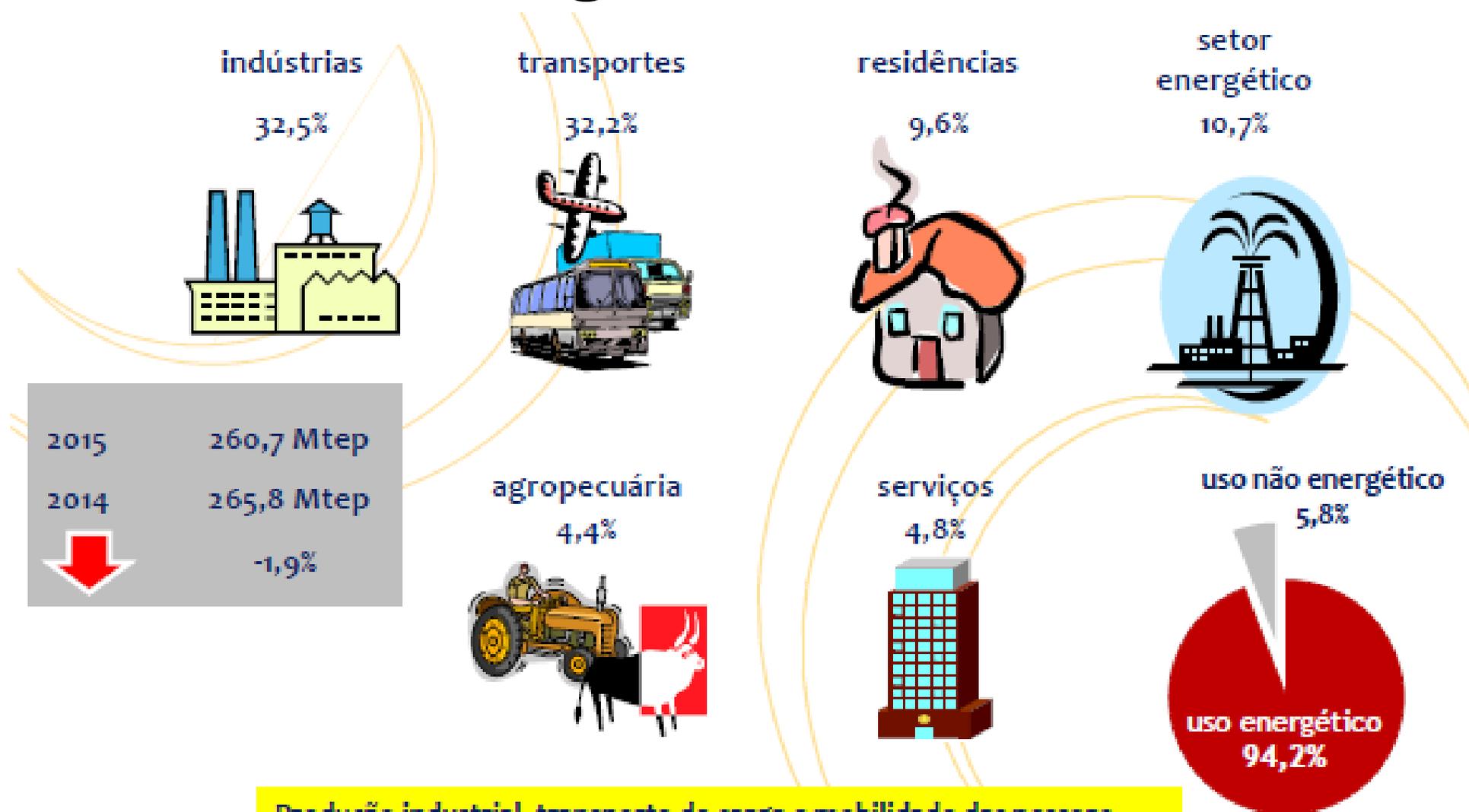


# Matriz energética brasileira

- A participação de energias renováveis na matriz energética brasileira é uma das maiores do mundo

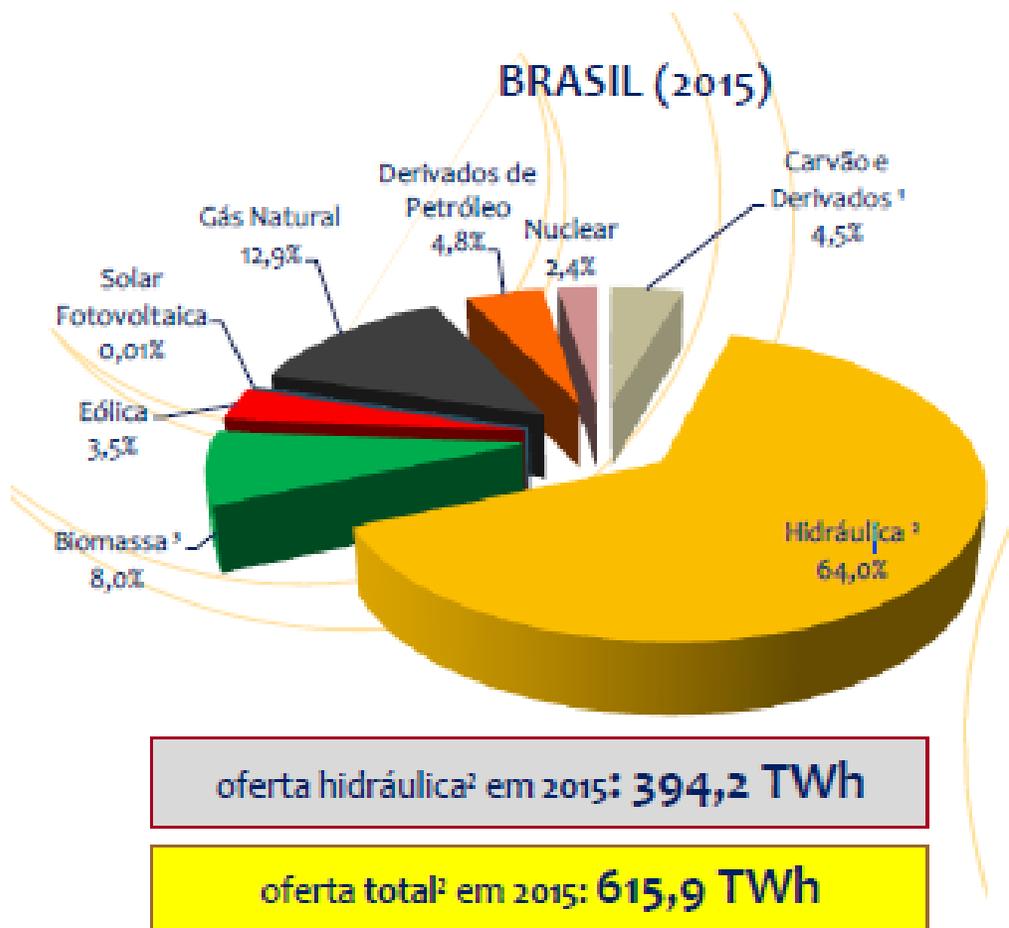


# Uso da energia no Brasil em 2015

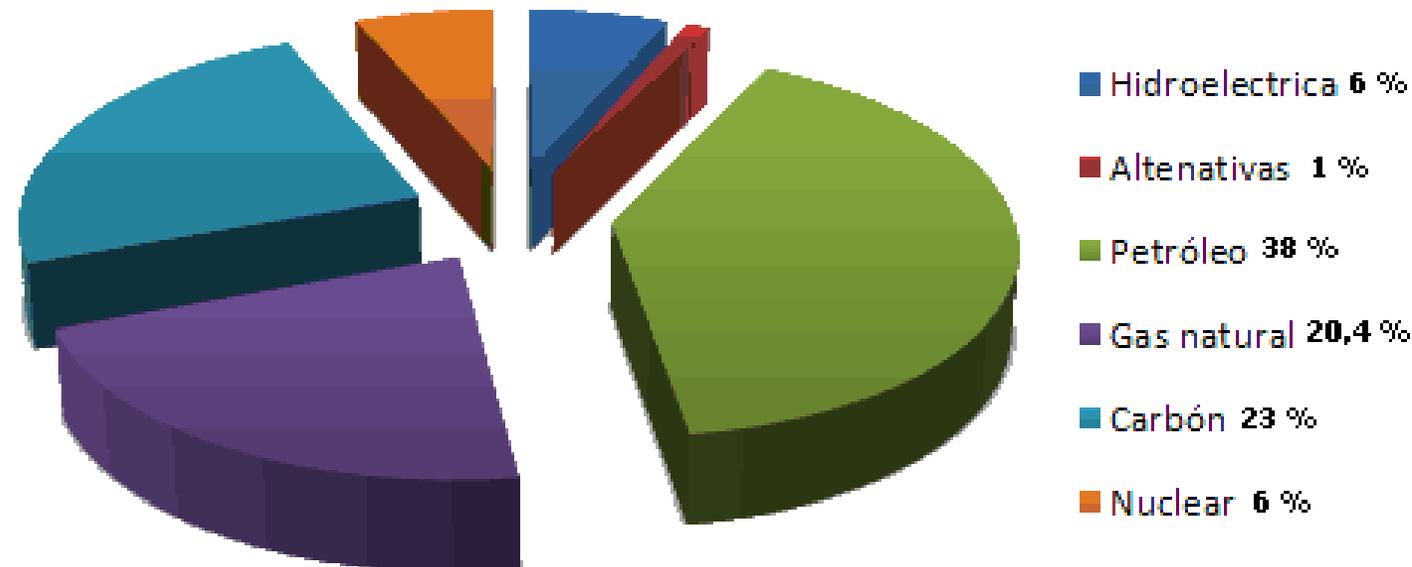


Produção industrial, transporte de carga e mobilidade das pessoas respondem por aproximadamente 65% do consumo de energia do país.

# Matriz elétrica brasileira



- Matriz elétrica mundial



<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

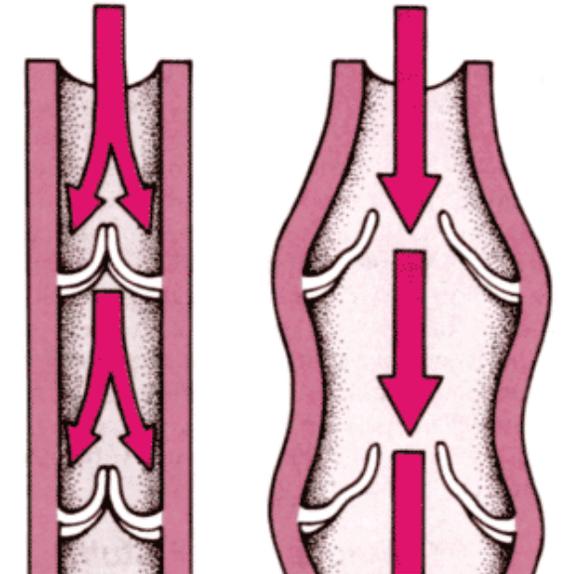
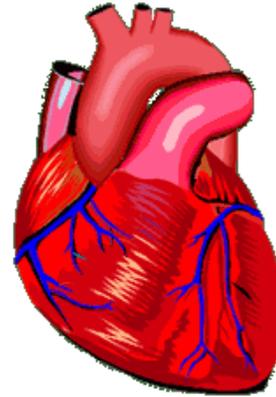
<sup>2</sup> Inclui importação

<sup>3</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixívia e outras recuperações.

# **Forças no corpo Humano**

# Forças no corpo humano

- Força muscular:
  - Controla circulação
  - Controla respiração
- Força gravitacional:
  - Varizes
  - Sua ausência causa perda óssea
- Força elétrica:
  - Formação óssea – atração de cristais de hidroxapatita e cálcio
  - Geração de potenciais elétricos



Veia varicosa

Veia normal

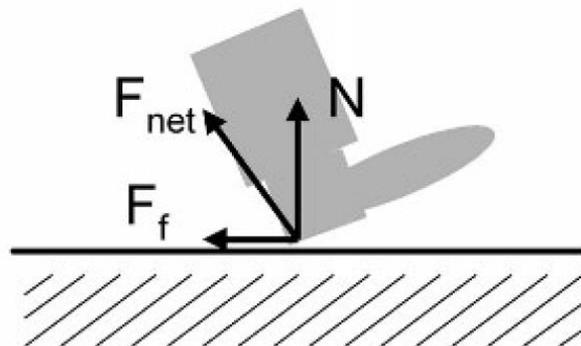
# Força de atrito

- Está presente em todo lugar no nosso dia-a-dia

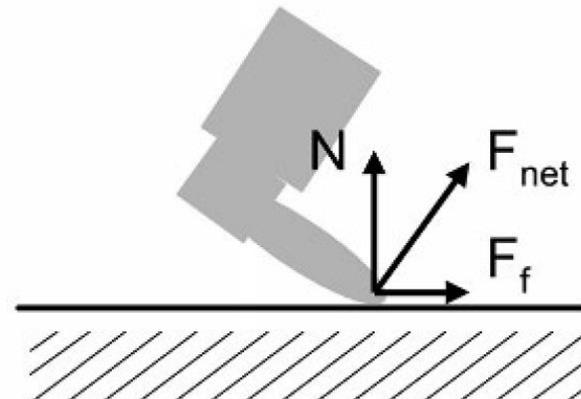
$$F_{at} = \mu N$$

- limita a eficiência das máquinas (geradores, automóveis...)

+ permite a realização de algumas atividades: prender uma corda, frear automóveis, andar ( $F_{at}=0,15P$ )...



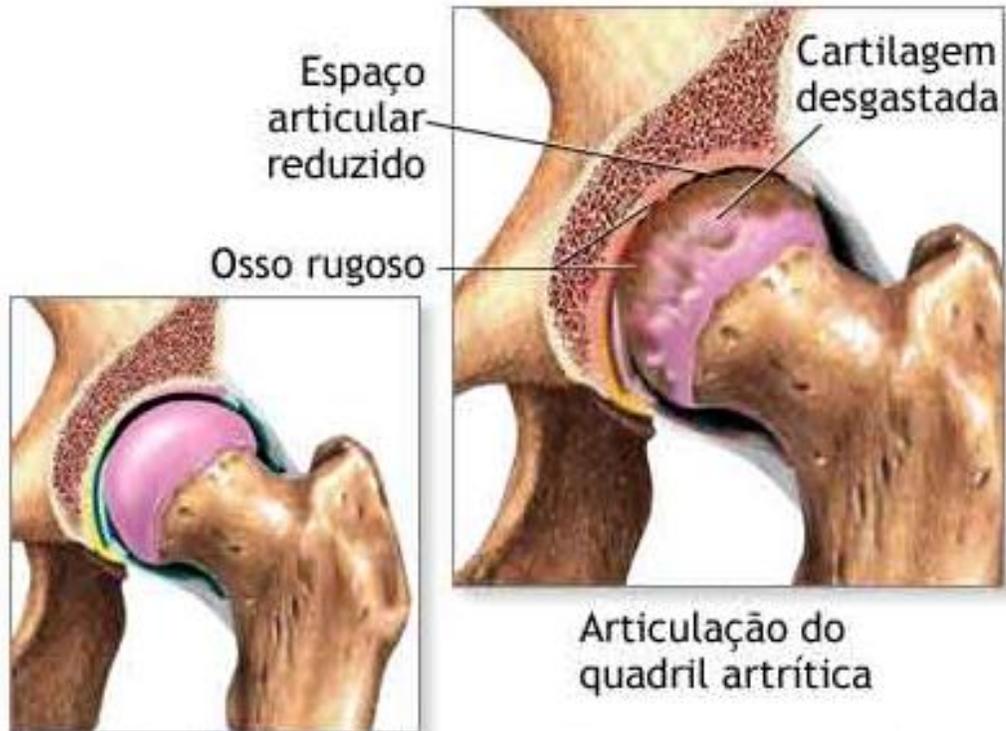
Desacelera o corpo



Acelera o corpo para frente

# Força de atrito no corpo humano

- Algumas doenças provocam o aumento do atrito nas articulações (ex: artrite)



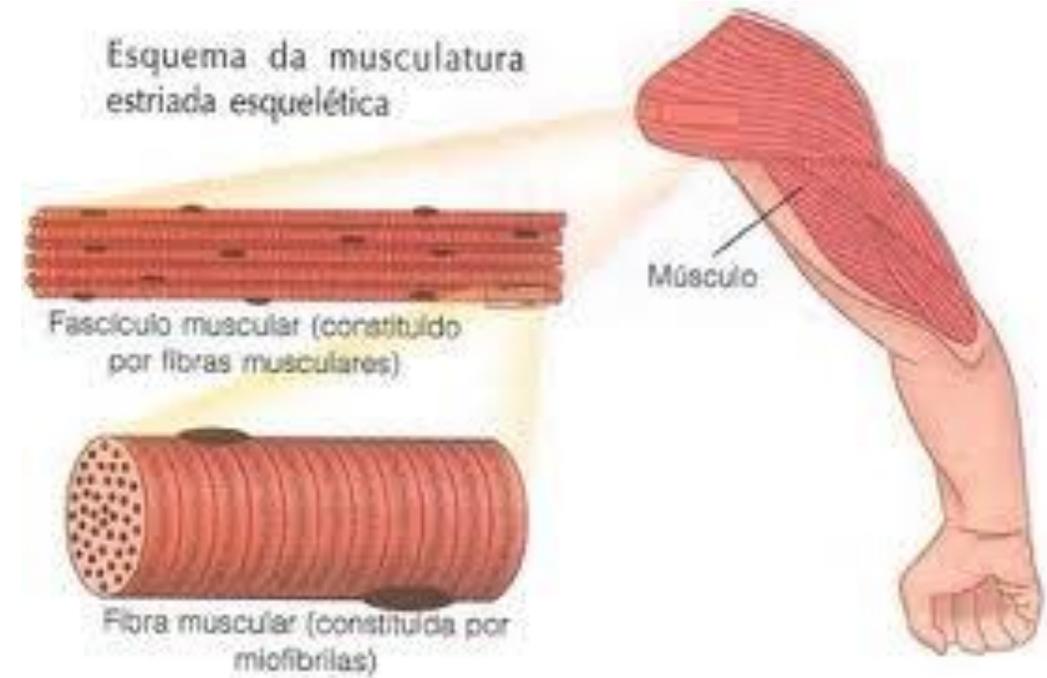
Articulação do quadril normal

Articulação do quadril artrítica

Material	$\mu$
Aço no aço	0,15
Pneu na estrada de concreto seca	1,00
Pneu na estrada de concreto molhada	0,7
Aço no gelo	0,03
Tendão e bainha do músculo	0,013
Junta óssea normal	0,003

# Músculos e sua classificação

- Músculos estriados – possuem longas fibras de vários centímetros de comprimento e com diâmetro menor que um fio de cabelo (músculo esquelético)
  - Contrações de 15-20% podem ser realizadas
  - Geralmente realiza contrações voluntárias
  - Sua contração geralmente demora 0,1s



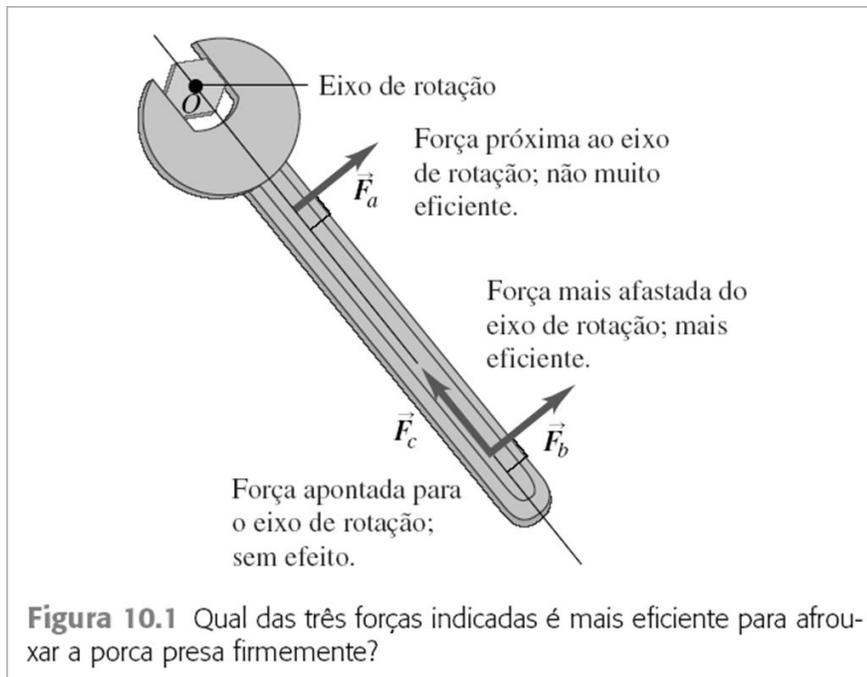
- Músculos lisos – não formam fibras e em geral são mais curtos (esfíncter anal, bexiga, intestino)
  - Geralmente realiza contrações involuntárias
  - Sua contração demora vários segundos

# Problemas envolvendo forças no corpo humano

## 1. Problemas estáticos

- Envolvem forças realizadas por ossos músculos e tendões
- Objetos estacionários → estão em equilíbrio

$$\sum \vec{F} = 0 \text{ e } \sum \vec{\tau} = 0$$



- Torque fornece uma medida quantitativa de como uma força pode provocar ou alterar o movimento de rotação:

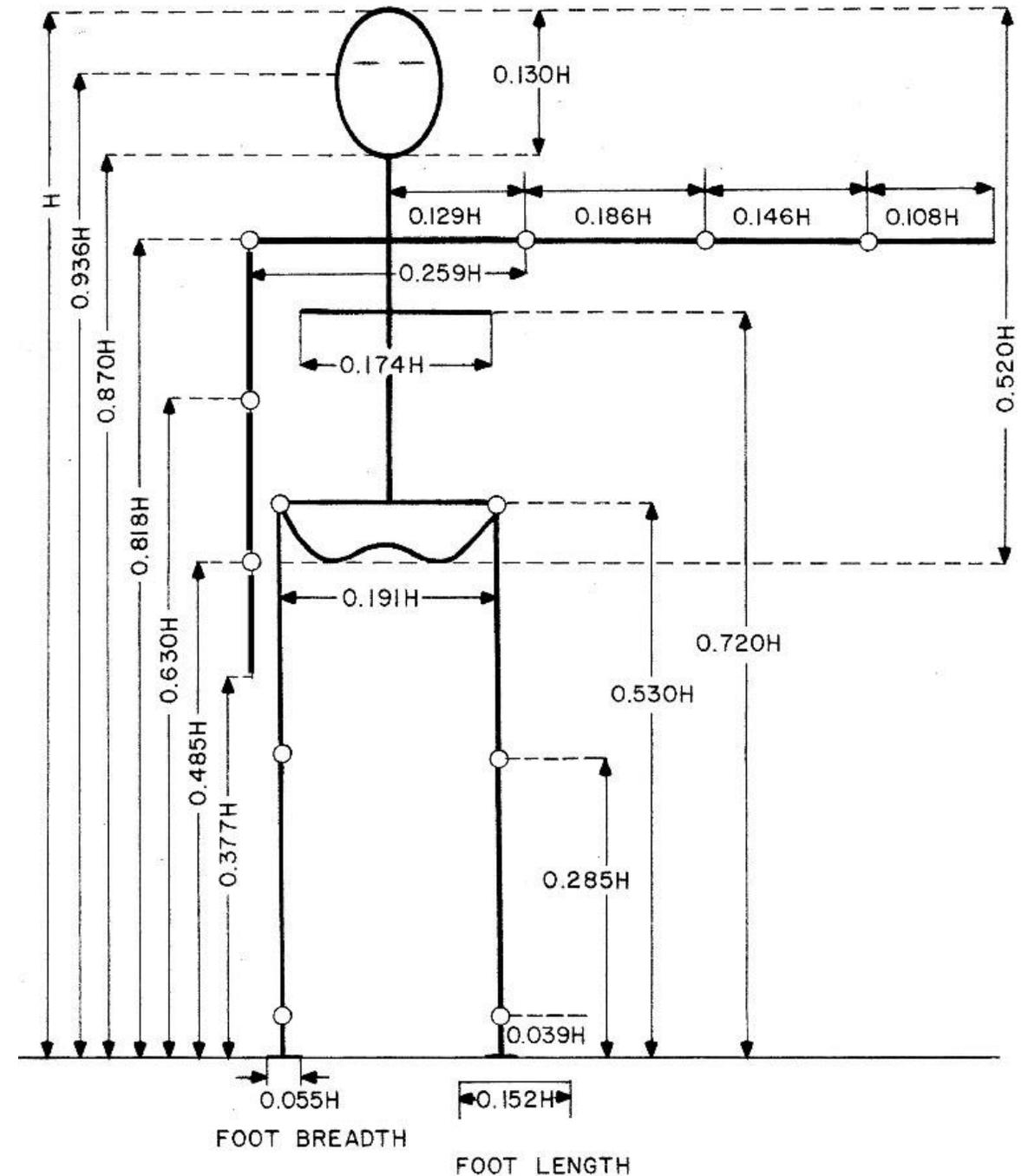
$$\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$$

$$\tau = rF \sin \phi$$

Unidade: N.m (não usar J)

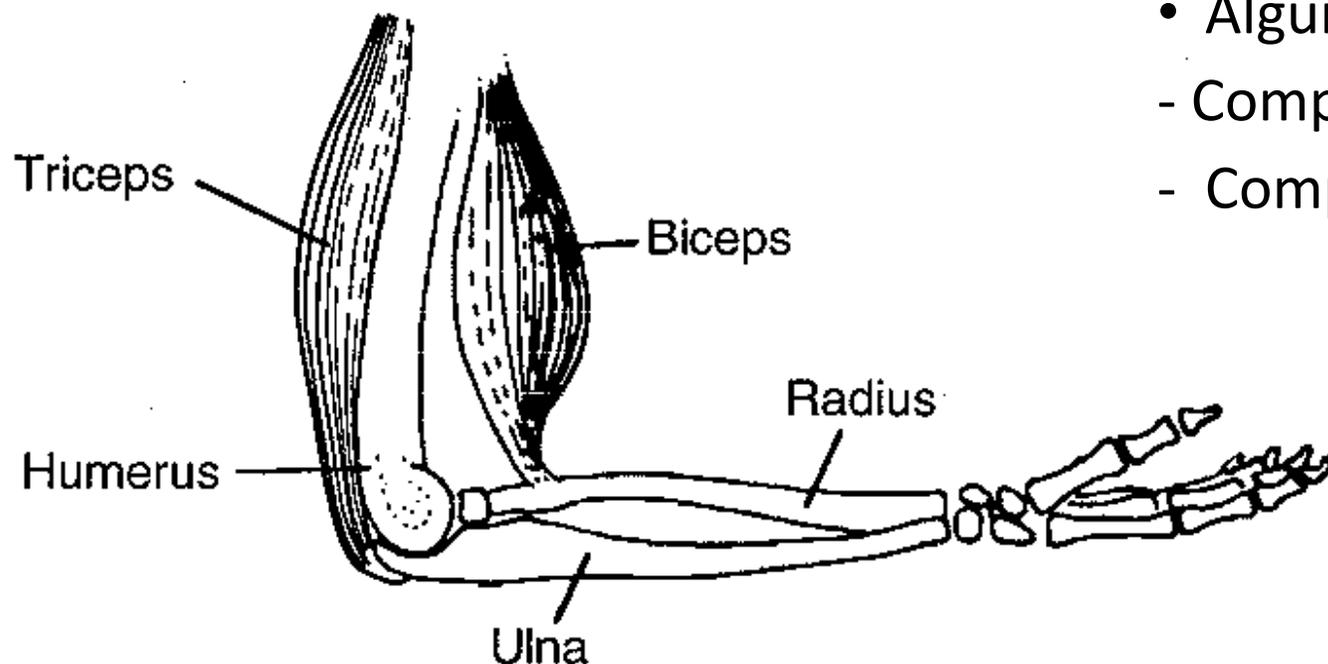
# Massa e Comprimento Corpo Humano

segment	segment mass/ total body mass $m_b$
hand	0.006
forearm	0.016
upper arm	0.028
forearm and hand	0.022
total arm	0.050
foot	0.0145
lower leg (calf)	0.0465
upper leg (thigh)	0.100
foot and lower leg	0.061
total leg	0.161
head and neck	0.081
trunk	0.497



# Antebraço

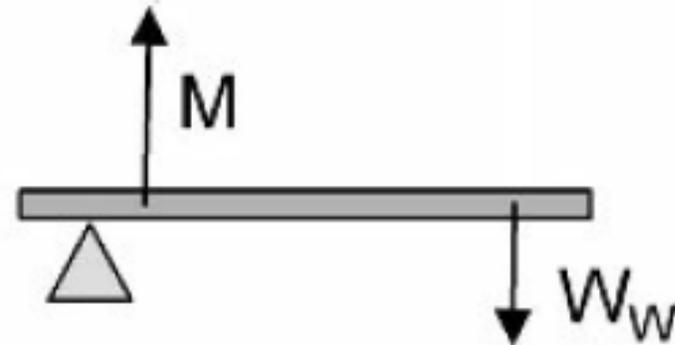
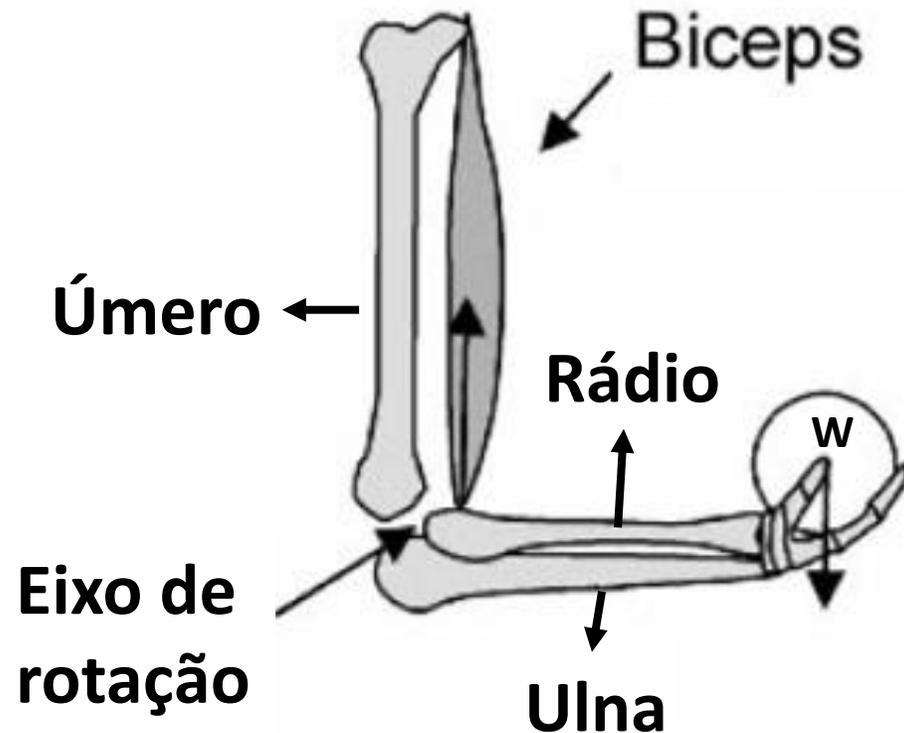
- Vamos examinar o equilíbrio do antebraço pela contração do bíceps que se insere no rádio. No equilíbrio a força do bíceps atua para levantar o antebraço e compensar a rotação potencial do cotovelo pelo peso da mão.
  - A força do tríceps atua para abaixar o antebraço



- Algumas considerações úteis ( $H$ =altura):
  - Comprimento do antebraço:  $0,146 H$
  - Comprimento da mão:  $0,108H$

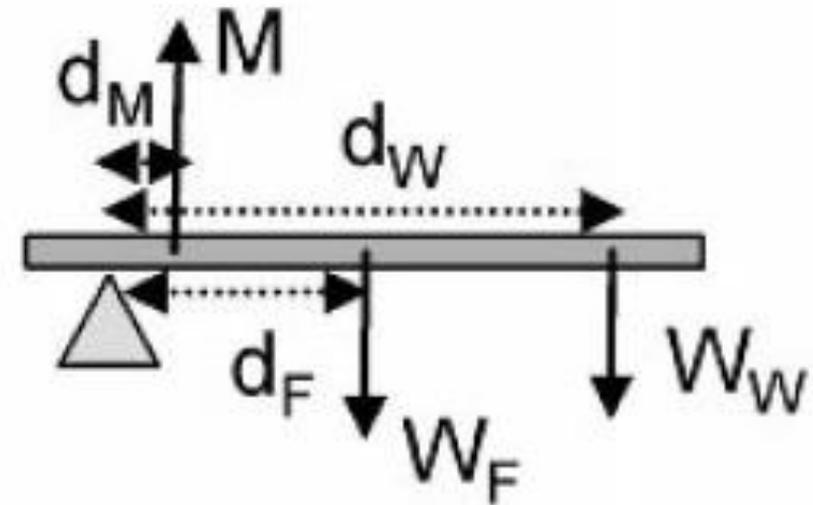
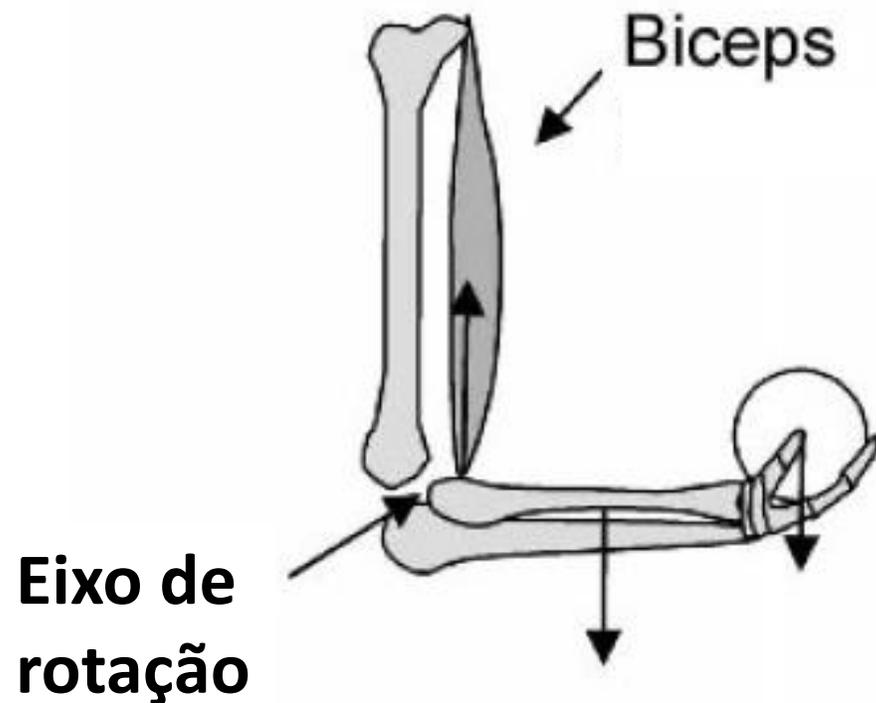
# 1-Antebraco

- **Caso 1** – A inserção do bíceps fica a 4cm da articulação e existe um peso  $W$  na mão. Qual a força muscular realizada pelo bíceps? Considerar um ângulo de  $90^\circ$  entre o braço e o antebraço e uma pessoa de 1,80m.



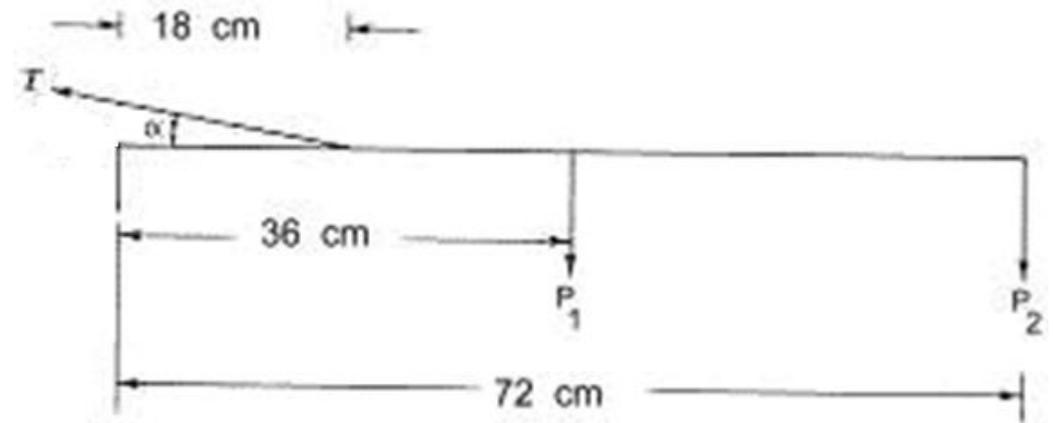
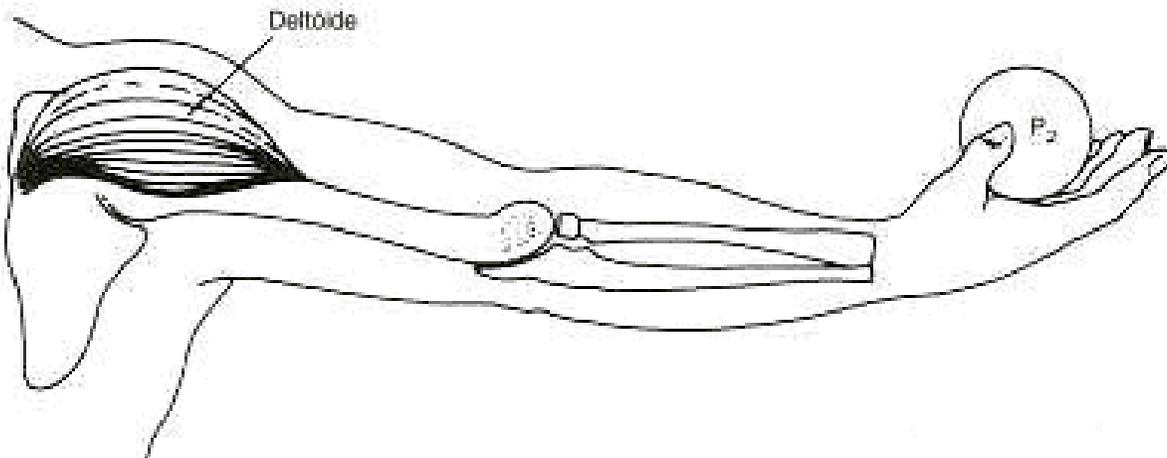
# 1-Antebraco

- **Caso 2** – Vamos agora incluir o peso do antebraço ( $\approx 0,016W_{\text{corpo}}$ ) e atua no centro de massa (aprox. metade do antebraço). Considerar uma pessoa de 70kg e 1,80m de altura.

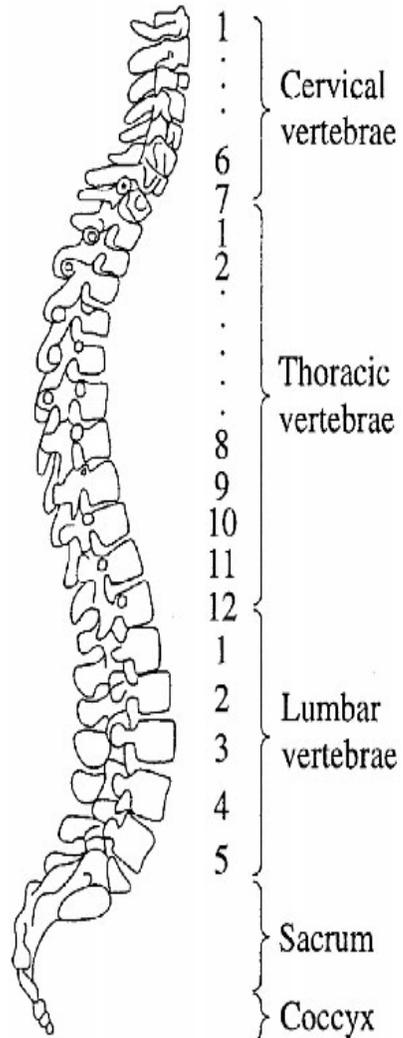


# 2 - Ombro

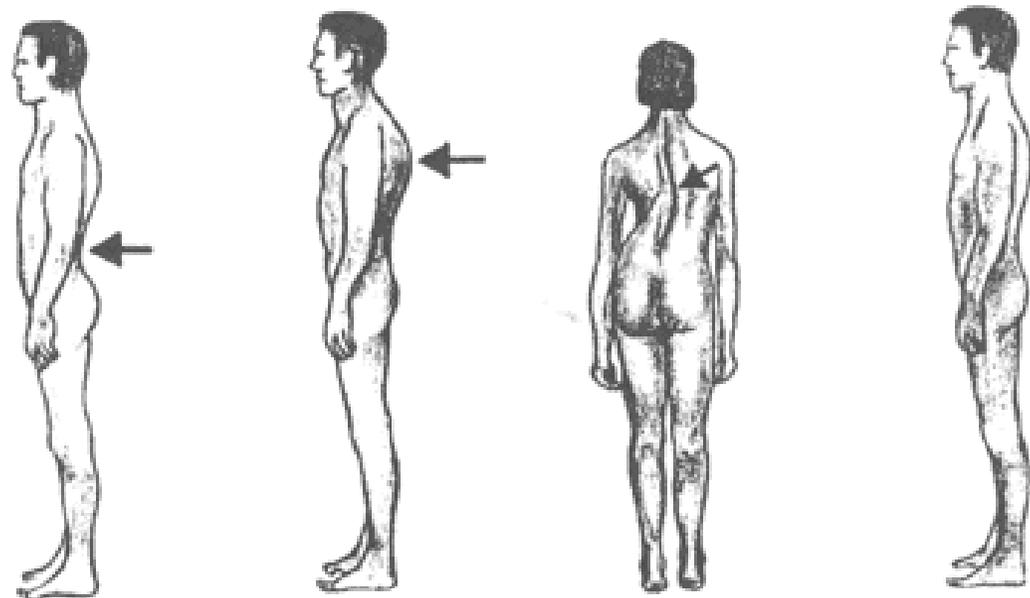
- O braço pode ser levantado e mantido horizontalmente pela ação do músculo deltoide no ombro.
- Podemos avaliar a tensão exercida por este músculo, considerando que a inserção do deltoide no braço faz um angulo  $\alpha$  de  $16^\circ$ , que o peso do braço ( $P_1$ ) é de 68N e que o peso carregado ( $P_2$ ) é de 45N. As posições de atuação desta força estão indicadas na figura abaixo:



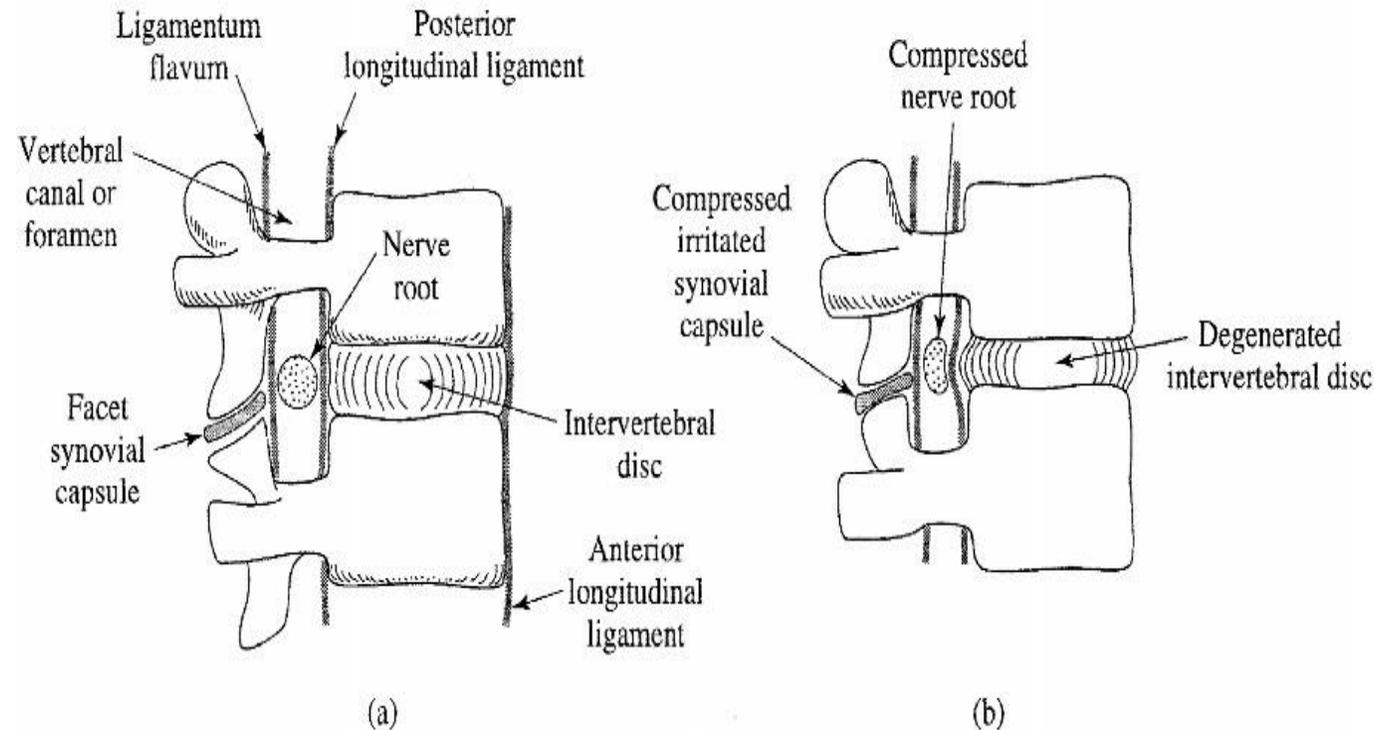
# 2- Coluna vertebral



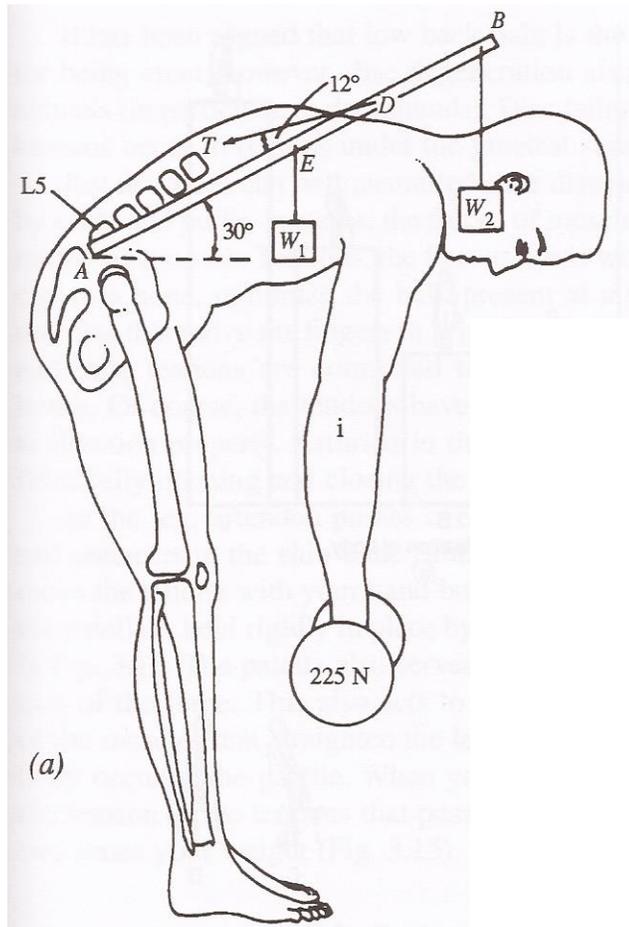
- É responsável pelo suporte estrutural do corpo
- As vértebras aumentam em espessura e em área superficial da região cervical para a lombar para suportar um peso maior.
- A coluna tem uma curvatura natural para estabilidade. Desvios nesta curvatura podem ocorrer (ex: lordose, cifose ou escoliose)



- O comprimento da coluna encolhe aproximadamente 1,5cm durante o dia, mas se reestabelece durante a noite de sono. Ele também diminui permanentemente com o tempo (osteoporose e compressão dos discos)
- A coluna protege a medula espinhal
- A separação entre as vértebras é formada pelos discos intervertebrais, o que permite flexibilidade à coluna e conseqüentemente à medula espinhal.



- Vamos modelar a coluna como uma barra rígida e encontrar a força na quinta vértebra lombar quando o corpo está inclinado  $60^\circ$  para frente para carregar um peso de 225N. Nesta situação, o movimento é sustentado por uma força muscular **M** que faz um ângulo de  $12^\circ$  com a coluna



**R** = força de reação do sacro na 5ª vértebra lombar = ?

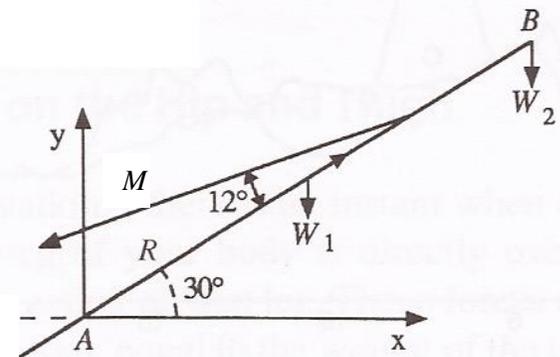
**W<sub>1</sub>** = peso do tronco ( $0,4 \cdot W_{\text{corpo}}$ )

**W<sub>2</sub>** = peso da cabeça e braços ( $0,2W_{\text{corpo}}$ ) + peso (225N)

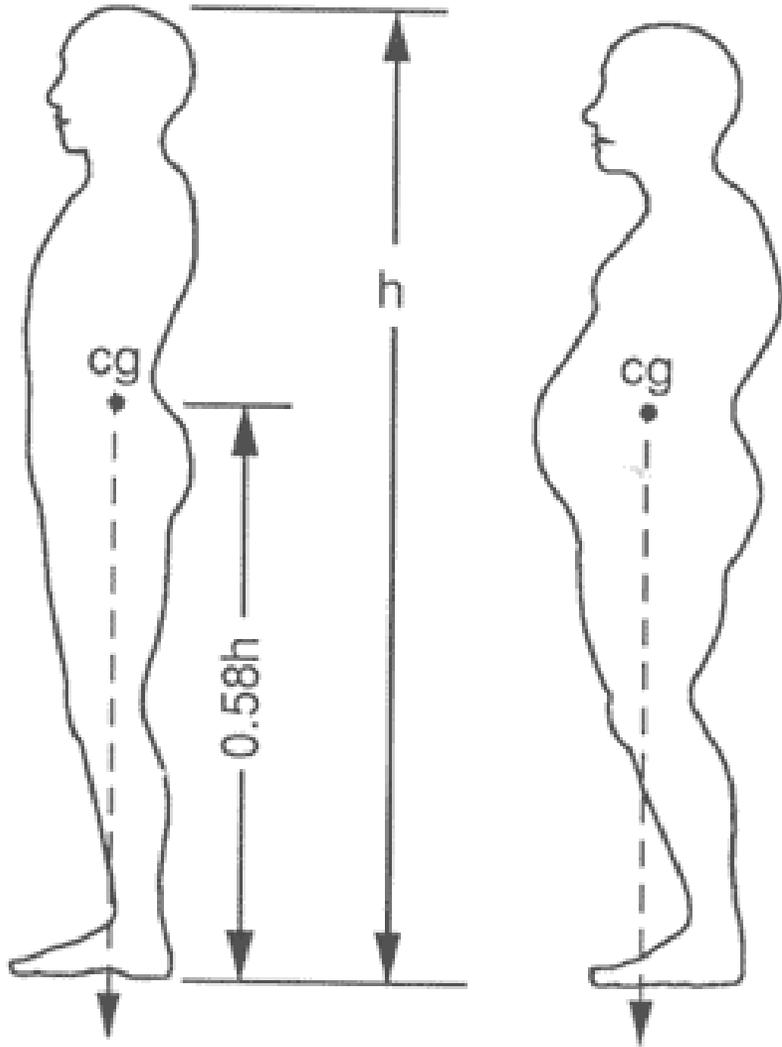
AB=tronco (L)

AD= $2/3L$

AE= $L/2$



# Estabilidade na posição vertical

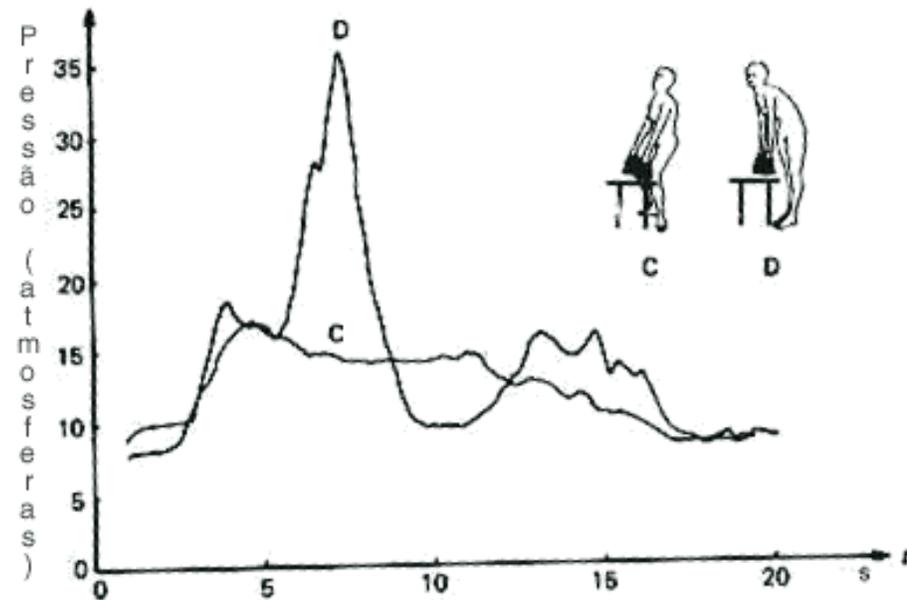
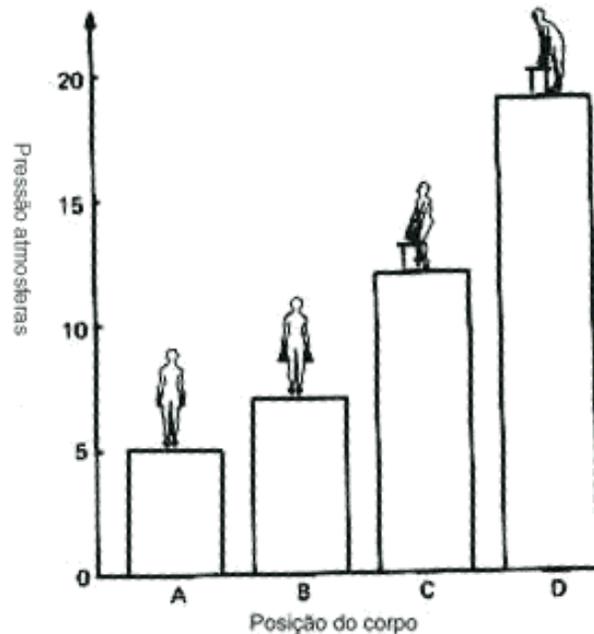


- O centro de gravidade (CG) localiza-se na pelve, na frente da parte superior do sacro a cerca de 58% da altura da pessoa do chão. Uma linha vertical do CG passa entre os pés.
- CG pode mudar de posição de acordo com a condição do corpo.
- A estabilidade é mantida se o CG está na área coberta pelos pés.
- Bebês humanos levam 10 meses para andar, enquanto animais de 4 patas levam 2 dias.



# Medidas da pressão na coluna espinhal

- Medidas feitas com uma agulha oca conectada a um transdutor de pressão calibrado e inserida no centro gelatinoso de um disco intervertebral.
- Se o disco está sobrecarregado ele pode se romper (ou deslizar), causando dor pela ruptura ou permitindo materiais irritantes do interior do disco sejam expostos.

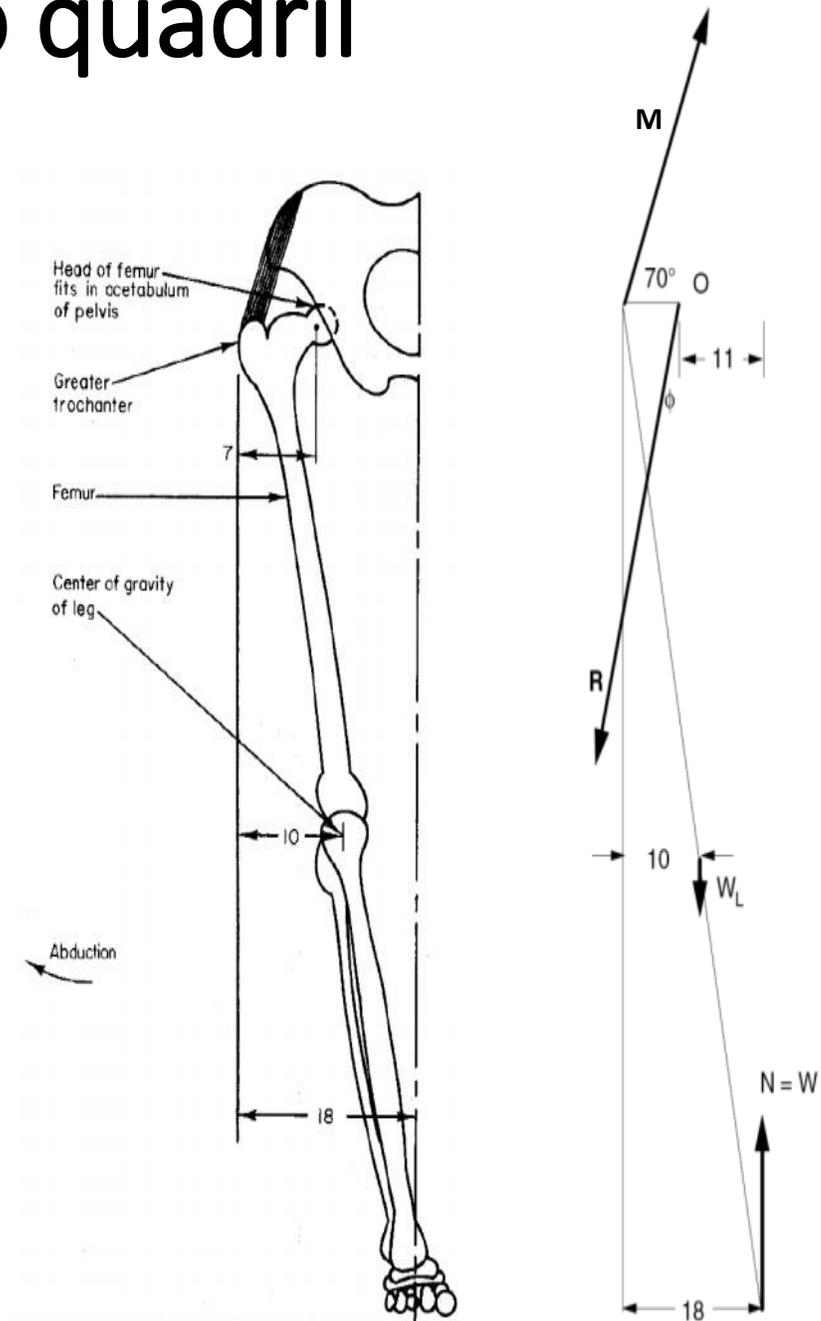


# 3- Forças no quadril

- Quando andamos há um momento em que só um pé está no chão e todo peso do corpo está sobre ele.

1 – Vamos determinar a força na cabeça do fêmur (**R**) e no músculo abductor do quadril (**M**) quando a pessoa está sobre 1 perna.

$$W_{\text{perna}} = 0,16.W_{\text{corpo}}$$



# Problemas dinâmicos

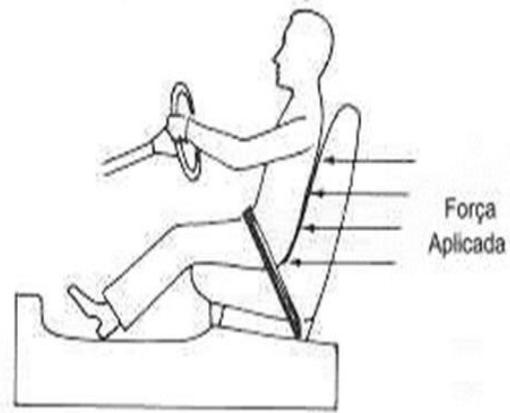
- Examinaremos agora as forças no corpo quando há aceleração ou desaceleração. Se considerarmos constantes a aceleração ou desaceleração podemos aplicar a segunda lei de Newton:
  - A força resultante é igual a variação do momento ( $\Delta mv$ ) em um pequeno intervalo de tempo ( $\Delta t$ ), ou, em sua forma mais comum, a força resultante é igual a massa vezes a aceleração :

$$F = \frac{\Delta mv}{\Delta t} = ma$$

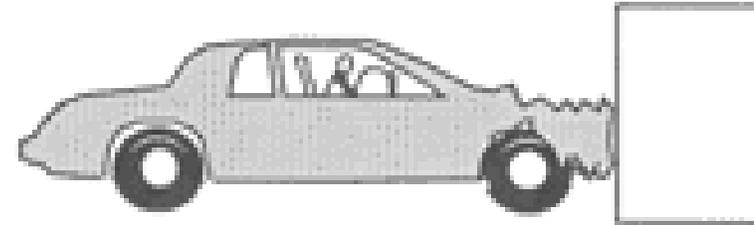
# Exemplos de forças durante colisão

1. Uma pessoa de 60 kg andando a 1 m/s colide com uma parede e pára numa distância de 2,5cm em apenas 0,05s. Qual é a força desenvolvida no impacto?
2. Uma pessoa andando a 1 m/s colide sua cabeça contra uma barra de aço. Assuma que a cabeça pára em 5 mm em cerca de 0,01s. Se a massa da cabeça é 3 kg, qual é a força desaceleradora?
3. Se a barra de aço tem 2 cm de almofada e  $\Delta t$  é aumentado para 0,04 s, qual é a força desaceleradora?

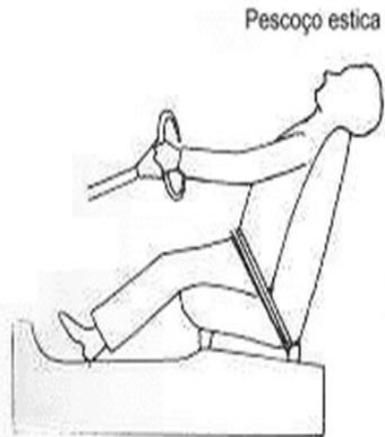
# Colisões envolvendo veículos



(a)



(a)



(b)



(c)

Colisão traseira



(b)

Colisão frontal

# Uso do cinto de segurança

4. Suponha que um motorista de massa 70kg dirigindo seu automóvel colide frontalmente com um poste.
  - a) Supondo que o carro estava a 20m/s (=72km/h) e que após o impacto o carro parou em 1s, qual a força média que atua no motorista?
  - b) Suponha que o uso do cinto de segurança amortecia o impacto fazendo com que o corpo pare em 5s, calcule a nova força e compare o resultado.

# Referências Bibliográficas

- Okuno, E.; Caldas, I.L.; Chow, C., Física para Ciências Biológicas e Biomédicas, Editora HARBRA Ltda.
- Cameron, J.R.; Skofronick, J.G. & Grant, R.M., Physics of the Body, Medical Physics Publishing, Madison, Wisconsin.