

LEB0140 - Física

LEB1302 - Física para Biologia

LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

Prof. Tiago Bueno de Moraes

tiago.moraes@usp.br



**ENGENHARIA DE
BIOSSISTEMAS**
USP - ESALQ

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – ESALQ

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE BIOSISTEMAS (LEB)



ESALQ

2ºs / 2023

Plano de Aula

LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

LEB1302 - Física para Biologia

LEB0140 - Física

Programa:

1. Grandezas Físicas e Sistemas de Unidades;
2. Leis da Termodinâmica;
3. Leis da Radiação Solar;
4. Umidade Relativa do Ar;
5. Física da água no solo.

Professores Ministrantes:

Prof. Tiago Bueno de Moraes

e-mail: tiago.moraes@usp.br

Prof. Jarbas Honorio de Miranda

e-mail: jhmirand@usp.br

Sala Prof. Tiago (ESALQ): 3447-5041

Sala Prof. Jarbas (ESALQ): 3447-5040

3 Provas

• P1 → abr. / set. (30%)

• P2 → maio / out. (30%)

• P3 → jun. / nov. (30%)

+ Lista de exercícios (10%)

Será aprovado se:

Frequência $\geq 70\%$

Nota Final ≥ 5 pontos

Observação importante sobre faltas:

Não há abono de faltas, pois a frequência de alunos é obrigatória (Parágrafo 3º. do Artigo 47º. /Capítulo 4º da LDB da Educação Nacional, Lei no. 9394 de 20/12/1996).

* Serão contabilizadas em função do número de aulas lecionadas e dias de prova (70% de frequência)

Maiores informações:

Com o Docente da Disciplina ou com a Secretaria de Graduação do Depto. de Engenharia de Biosistemas (LEB).

Literatura Recomendada:

- Acervo da Biblioteca Central da ESALQ
- GARCIA, E.A.C. Biofísica. Sarvier, 2002. 387p.
- MOURÃO JÚNIOR, C.A.; ABRANOV, D.M. Curso de Biofísica. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2008.
- OKUNO, E.; I.L. CALDAS & C. CHOW. Física para Ciências Biológicas e Biomédicas. HARPER & ROW do Brasil, São Paulo, 1982. 490 pp.
- SERWAY, R.A. & JEWETT Jr., J.W. Princípios de Física, volumes 1 e 2. Thomson, São Paulo, 2004.
- SERWAY, R.A. & JEWETT Jr., J.W. Física para Cientistas e Engenheiros – v. 2 – Oscilações, Ondas e Termodinâmica. Cengage Learning, 2011.
- Moodle USP: e-Disciplinas (Moodle do Stoa)

Aviso Monitoria:

Doutorando Marcelo Camponez do Brasil Cardinali
(Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas – PPGESA)
Email: marcelo.cardinali@ifsp.edu.br

Marcelo:

Terça-feira das 13h30 às 15h30

contato: marcelo.cardinali@usp.br

Atendimento para dúvidas: Terça-feira, Sala 325,
2 piso no Prédio Pavilhão da Engenharia, das 13h30-15h30.

Sistema de Unidades
Análise dimensional
Conversão de Unidades

...

Conceitos fundamentais

Força

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Unidades de medida:

Sist. Int: [Newton]

CGS: [Dina]

Sist. Inglês: [libra.força]



*30 homens contra 1
trator, quem vence?*

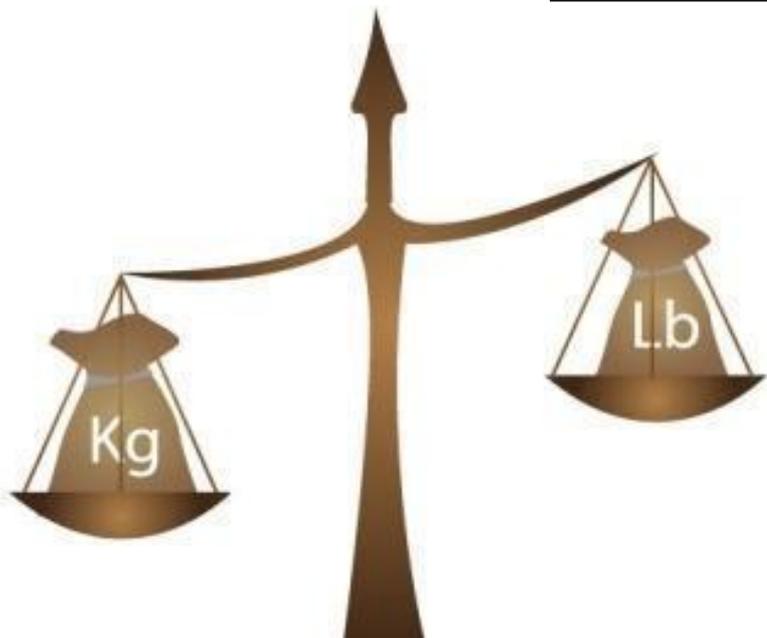
Massa

Libra (**lb**) é a unidade de Massa do sistema inglês

Inglês: (**pound**)

MASSA

Unidade	SI	Multiplicar por
.g	kg	0,001
Ton	kg	1000
lb _m →	kg	0,45359237
oz (onça)	kg	$28,35 \cdot 10^{-3}$
Grão	kg	$6,48 \cdot 10^{-6}$
Tonelada (ingl)	kg	1016
Utm	kg	9,80665
Arroba	kg	15



$$1 \text{ libra} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 0,45359237 \text{ Kg}$$

$$x = ? \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 500 \text{ Kg}$$

$$x = 1102,3 \text{ Kg}$$

Massa

MASSA

Unidade	SI	Multiplicar por
.g	kg	0,001
Ton	kg	1000
lb _m	kg	0,45359237
oz (onça)	kg	$28,35 \cdot 10^{-3}$
Grão	kg	$6,48 \cdot 10^{-6}$
Tonelada (ingl)	kg	1016
Utm	kg	9,80665
Arroba →	kg	15

1 Arroba _____ 15 Kg

x = ? _____ 500 Kg



Evolução do valor da arroba

Preço médio da arroba segundo os contratos negociados na B3 (em R\$/@)



Fonte: B3; Elaboração: Portal DBO

Força

Libra.força (lbf) é a unidade de Força do sistema inglês

FORÇA

Unidade	SI	Multiplicar por
Dina	N	10^{-5}
Kgf	N	9,80665
libra força (lbf) 	N	4,45
Poundals	N	0,13825

Exemplo:

Converta 7,5 libra.força (lbf) em Newtons ?

$$\begin{array}{l} 1 \text{ lbf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 4,45 \text{ N} \\ 7,5 \text{ lbf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x \end{array}$$

$$x = 33,375 \text{ Newtons}$$

FORÇA

Unidade	SI	Multiplicar por
Dina	N	10^{-5}
Kgf 	N	9,80665
libra força (lbf)	N	4,45
Poundals	N	0,13825

Exemplo:

Converta 3,2 Kgf em Newtons ?

$$1 \text{ Kgf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 9,80665 \text{ N}$$

$$3,2 \text{ Kgf} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad x$$

$$x = 31,3813 \text{ Newtons}$$

Cuidado que muitos texto “abreviam” as conversões “9,8”

Physics

**1 kgf = 9.8
Newton**

Unidade de Energia: libra-força-pé (lbf.ft)

Unidade: **libra-força-pé** → [força] x [distância] ~ [N].[m]

Energia

ou

Torque

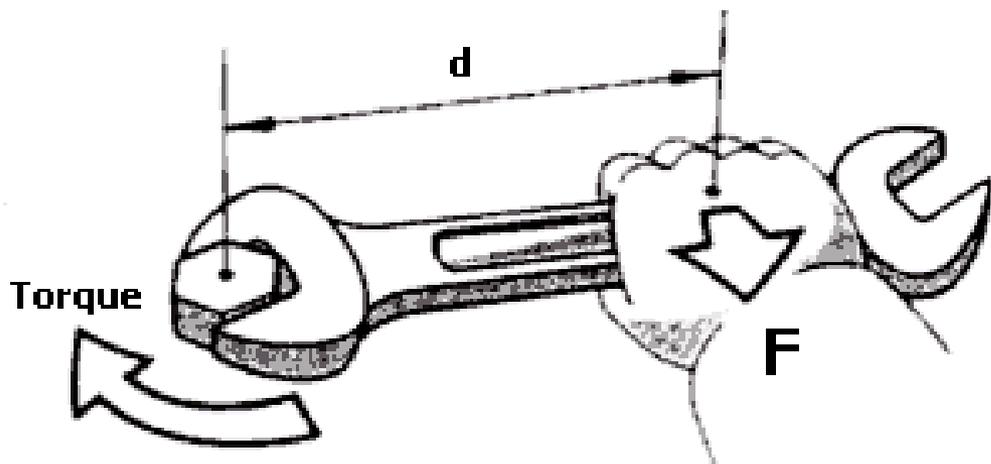
libra-força-pés

em inglês: **pound-force-foot** [lbf.ft]

ou (**foot-pound**) [ft.lbf]

Unidade de Torque

Torque é a Força (F) multiplicado pela distância (d)



Torque

$$\tau = d \times F$$

Force acting on the direction of rotation

Length of Arm
(Distance between the pivot and Acting Point)

Unidade: \rightarrow [distância] x [Força] = [N] x [m]

ou libra-força-pés [lbf.ft]

Potência

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

“Energia por tempo”

Unidades de medida:

[**W**] = [J/s] → Watts

[**cv**] → cavalo-valor

[**hp**] → horsepower

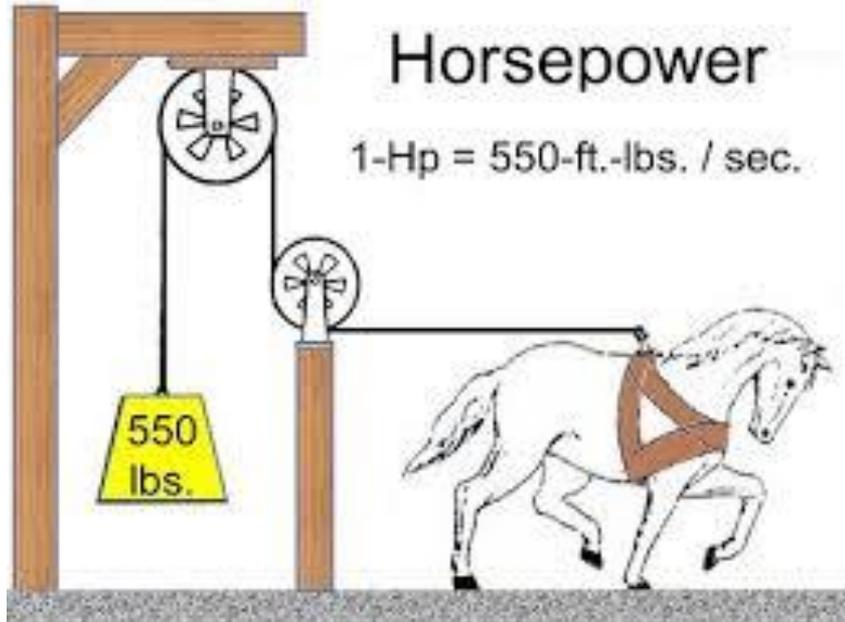
Unidade de Potência: pé-libra-força / s (ft.lbf / s)

Unidade de Potência no Sistema Inglês:

$$\text{pé.libra-força / segundo} \rightarrow \frac{[\text{distância}] \times [\text{Força}]}{[\text{tempo}]}$$

[ft.lbf / s]

Potência!



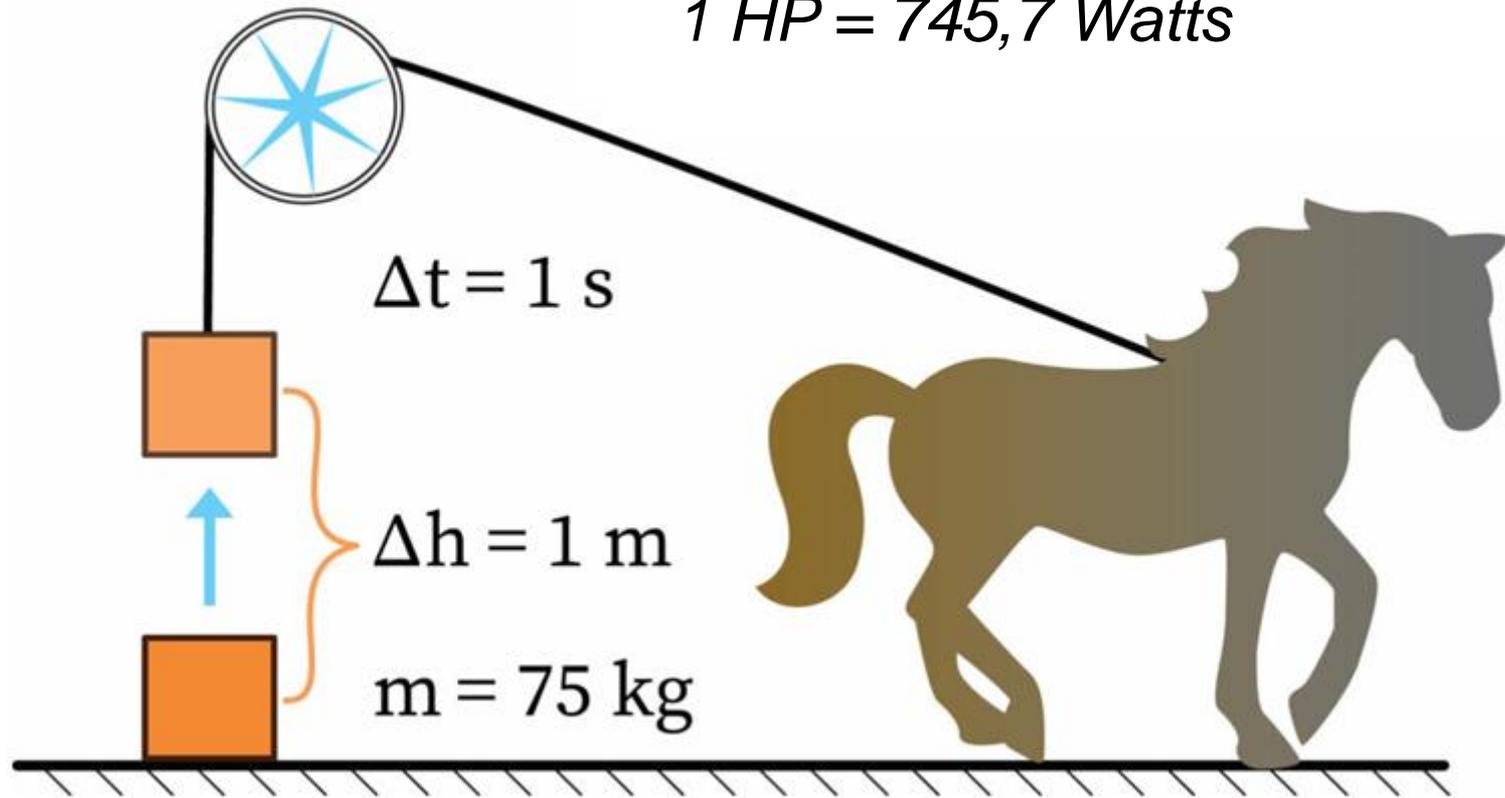
1 Horsepower is equal to
550 foot-pounds per second

Conceitos fundamentais

A unidade de Potência 1 cv (cavalo-vapor) corresponde à 1,01387 HP (horsepower) e correspondem à:

$$1 \text{ cv} = 735,5 \text{ Watts}$$

$$1 \text{ HP} = 745,7 \text{ Watts}$$



ou seja, “em 1 segundo, um cavalo elevando um bloco de ~75 Kg por 1 metro”

Conceitos fundamentais

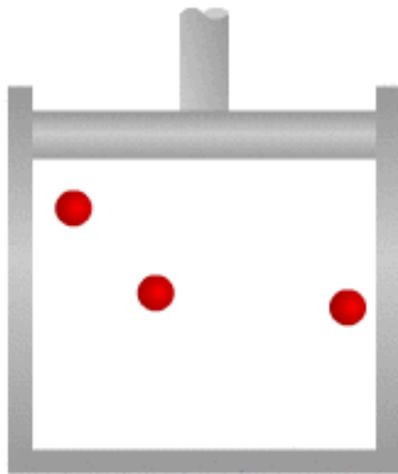
Pressão

$$P = \frac{\vec{F}}{A}$$

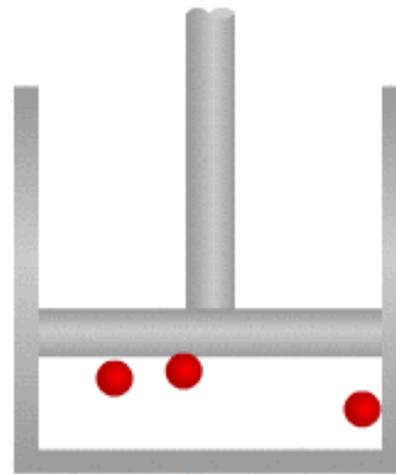
“Força atuando em uma área A”

Unidades de medida:

[N/m²] ; [Pascal] ; [Bar] ;
[atm] ; [Psi] , etc..



Greater Volume
Lower Pressure



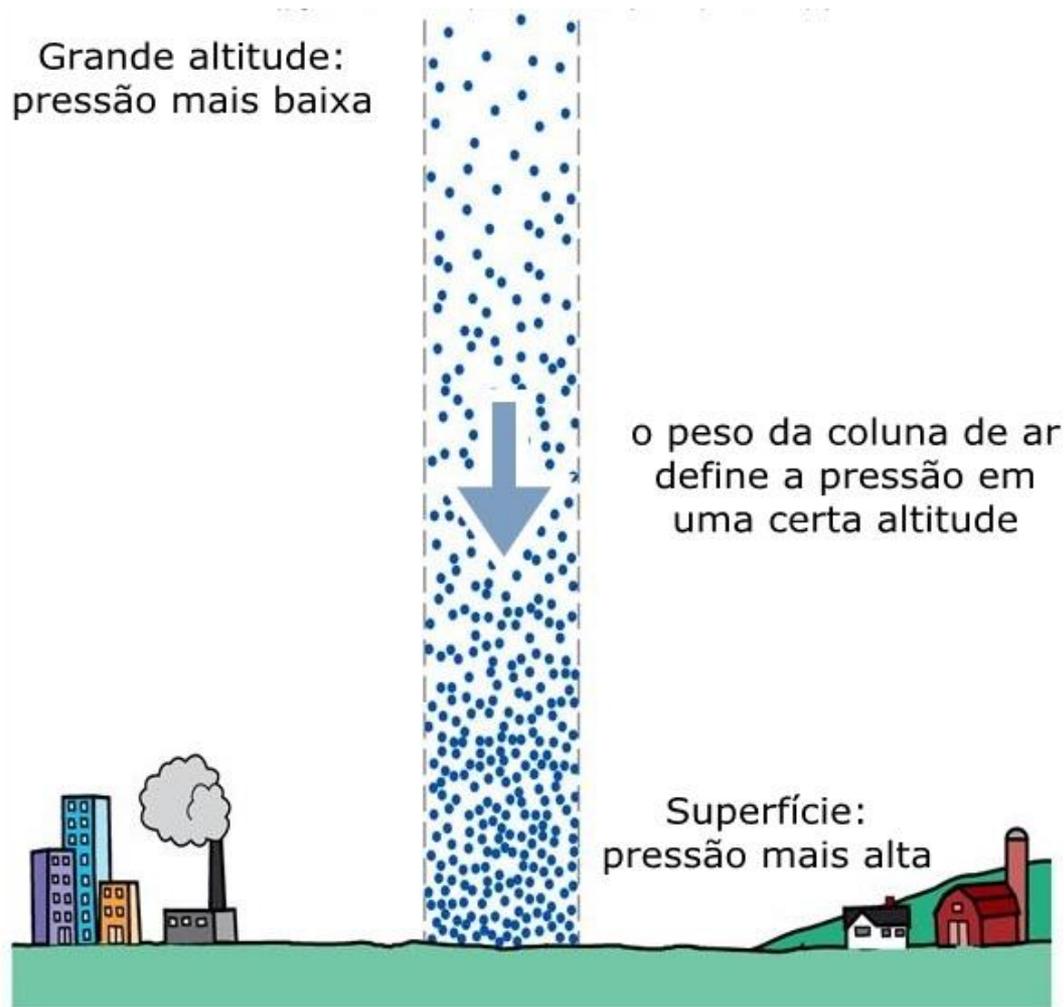
Less Volume
Higher Pressure

● = Air Particle



Conceitos fundamentais

Pressão atmosférica



Porque jatos com distâncias diferentes?



Conceitos fundamentais

Pressão atmosférica



Pressão no oceano

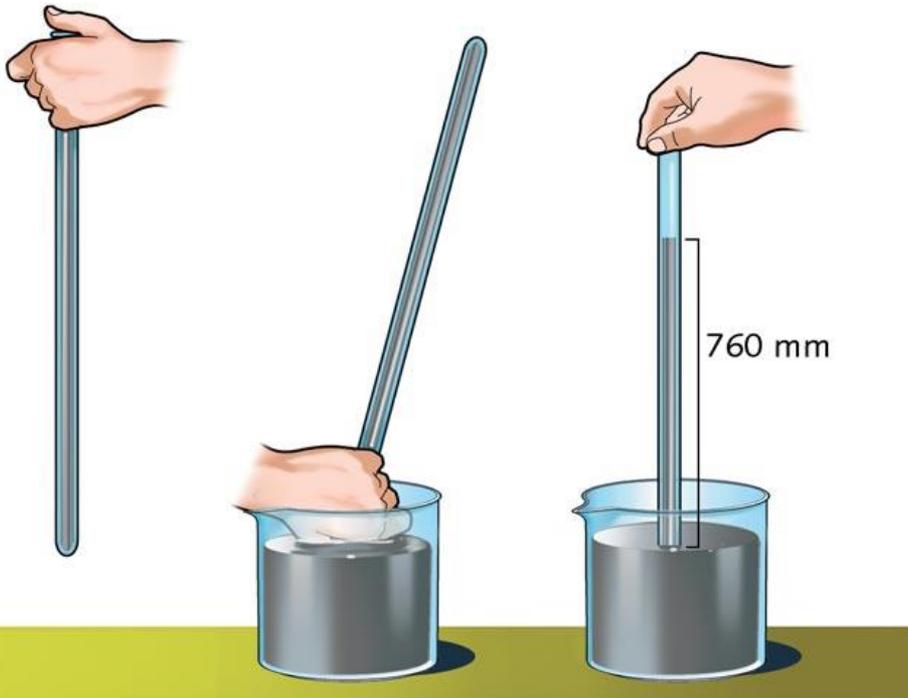
Pressão e profundidade

Pressão

Unidades de pressão e fatores de conversão

	Pa	bar	at	atm	Torr	psi
1 Pa	$\equiv 1 \text{ N/m}^2$	$= 10^{-5} \text{ bar}$	$\approx 10,2 \cdot 10^{-6} \text{ at}$	$\approx 9,87 \cdot 10^{-6} \text{ atm}$	$\approx 7,5 \cdot 10^{-3} \text{ Torr}$	$\approx 145 \cdot 10^{-6} \text{ psi}$
1 bar	$= 100\,000 \text{ Pa}$	$\equiv 10^6 \text{ dyn/cm}^2$	$\approx 1,02 \text{ at}$	$\approx 0,987 \text{ atm}$	$\approx 750 \text{ Torr}$	$\approx 14,504 \text{ psi}$
1 at	$= 98\,066,5 \text{ Pa}$	$= 0,98 \text{ bar}$	$\equiv 1 \text{ kgf/cm}^2$	$\approx 0,968 \text{ atm}$	$\approx 736 \text{ Torr}$	$\approx 14,223 \text{ psi}$
1 atm	$= 101\,325 \text{ Pa}$	$= 1,01325 \text{ bar}$	$\approx 1,033 \text{ at}$	$\equiv 101\,325 \text{ Pa}$	$= 760 \text{ Torr}$	$\approx 14,696 \text{ psi}$
1 Torr	$\approx 133,322 \text{ Pa}$	$\approx 1,333 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 1,360 \cdot 10^{-3} \text{ at}$	$\approx 1,316 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\approx 1 \text{ mmHg}$	$\approx 19,337 \cdot 10^{-3} \text{ psi}$
1 psi	$\approx 6894,757 \text{ Pa}$	$\approx 68,948 \cdot 10^{-3} \text{ bar}$	$\approx 70,307 \cdot 10^{-3} \text{ at}$	$\approx 68,046 \cdot 10^{-3} \text{ atm}$	$\approx 51,7149 \text{ Torr}$	$\equiv 1 \text{ lbf/in}^2$

1 atm = 760 mmHg



Exemplo:

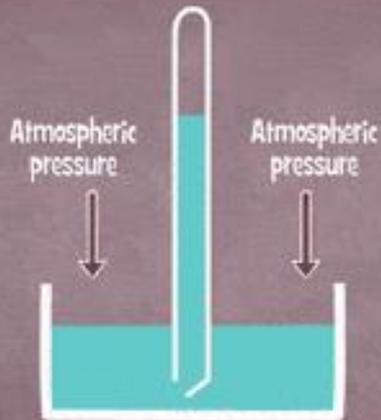
Converta 2,5 Pascal em atm ?

$$\begin{array}{r} 1 \text{ atm} \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 101325 \text{ Pa} \\ \times \quad \quad \underline{\hspace{2cm}} \quad 2,5 \text{ Pa} \end{array}$$

$$x = 2,46731 \cdot 10^{-5} \text{ atm}$$

Pressão: Barômetro de Torricelli

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg}$$



O **barômetro** é um instrumento científico utilizado em meteorologia para medir a pressão atmosférica.

Assista: Hidrostática | Experimentos - Barômetro de mercúrio

<https://www.youtube.com/watch?v=ZcPGeQ5nkec>

Volume

VOLUME

Unidade	SI	Multiplicar por
barril (petróleo) →	m ³	0,159
cm ³	m ³	10 ⁻⁶
gal (galão americano)	m ³	3,785.10 ⁻³
gal (galão imperial)	m ³	4,545963.10 ⁻³
litro (L)	m ³	10 ⁻³
Pé cúbico (ft ³)	m ³	0,028317
Polegada cúbica (in ³)	m ³	0,00001639

1 barril _____ 0,159 m³

3 barril _____ x



Massa específica (densidade)

Densidade

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Densidade ou “massa específica”

Ovo flutuando em água com sal



“Quanto de massa tem em um volume”

Unidades de medida:
[Kg/m³] ; [g/cm³]

Sistema Inglês:
Libras / polegadas³

[lb/in³]

ou Libras / pés³

[lb/ft³]

Unidade Densidade

Exercícios:

Converta: 12 g/cm^3 em Kg/m^3

R: 12000 Kg/m^3

agora converta para $[\text{lb/in}^3]$

R: $0,4335275 \text{ lb/in}^3$

Sistema Internacional (SI): $[\text{Kg}] / [\text{m}^3]$

Sistema CGS: $[\text{g}] / [\text{cm}^3]$

Sistema Inglês: $[\text{lb}] / [\text{in}^3]$
 $[\text{libras} / \text{polegadas}^3]$

Densidade da água

A densidade da água líquida é de $1,00 \text{ g/cm}^3$.

A densidade do gelo é de $0,92 \text{ g/cm}^3$.

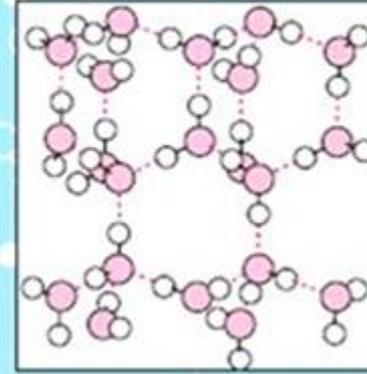
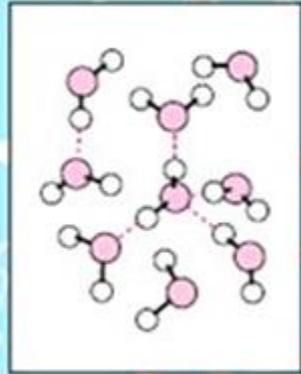
Gelo flutua na água!



Estrutura da água e do gelo

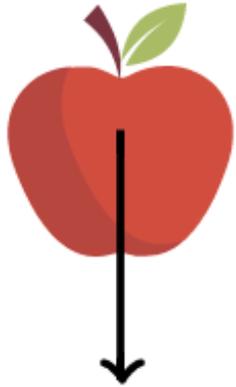
Água líquida
densidade 1 g/cm^3

Gelo
densidade $0,92 \text{ g/cm}^3$



Peso

Peso é uma medida de força, devido a aceleração da gravidade do Planeta.
No caso da Terra, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$



$$F_g = mg$$

Peso é outra palavra
da força da gravidade

Unidades de medida:
[Newton] ; [dina] ;
[Kgf] ; etc..

Exemplo:

Dados :

$$m = 70,0 \text{ kg}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\left\{ \begin{array}{l} P = mg \\ P = (70,0) \cdot (9,8) = 686 \text{ N} \end{array} \right.$$

Obs: Em outros planetas, a aceleração da gravidade (g) lá é diferente, logo o Peso de um objeto lá é diferente do seu Peso na Terra, porém a Massa nunca muda.

Peso Específico (γ)

Peso específico (γ) é definido como o Peso de uma substância, dividida pelo seu Volume:

$$\gamma = \frac{\textit{Peso}}{\textit{Volume}}$$

Unidades de medida:

$$[\text{N}] / \text{m}^3$$

$$[\text{dina} / \text{cm}^3]$$

$$[\text{Kgf} / \text{m}^3]$$

etc..

Exemplo de Unidades: Energia Específica

8.1 ENERGIA POTENCIAL

Apostila – Física do Ambiente Agrícola
Cap. 8 Potenciais da água no solo

A grandeza **Energia** (unidade Joule no SI) pode ser classificada de diversas formas. Uma subdivisão comum para os diferentes tipos de energia é a classificação como **energia potencial** ou **energia cinética**. A energia cinética de um corpo deve-se à sua velocidade instantânea, enquanto a energia potencial de um corpo é devida à sua posição instantânea em relação a um campo de forças. Em relação à água no solo, ela se move através do sistema poroso do solo a velocidades baixas e sua energia cinética é quase sempre desprezível se comparada com suas energias potenciais.

Para a descrição do estado energético da água no solo é conveniente expressá-lo por unidade de quantidade de matéria, por exemplo por volume, mol, massa, peso. A grandeza resultante é chamada **energia específica**, e possui as unidades J m^{-3} (por volume), J mol^{-1} (por mol), J kg^{-1} (por massa), J N^{-1} (por peso), ou outra.

Verifica-se facilmente que a unidade da energia específica por volume equivale à unidade de pressão (Pascal), ao mesmo tempo em que a unidade da energia específica por peso equivale a um comprimento (metro):

$$\text{Energia por volume: } \frac{\text{J}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N.m}}{\text{m}^3} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \text{Pa (pressão)}$$

$$\text{Energia por peso: } \frac{\text{J}}{\text{N}} = \frac{\text{N.m}}{\text{N}} = \text{m (distância, altura)}$$

Por essa razão é muito comum expressar a energia específica em unidades de pressão (Pa, atm, bar) ou de comprimento (m, cm). É importante lembrar que elas, de fato, significam respectivamente J m^{-3} ou J N^{-1} .

Energia Específica

$$E_{esp.v} = \frac{E}{Vol.}$$

$$E_{esp.p} = \frac{E}{Peso}$$

Viscosidade

VISCOSIDADE

Unidade	SI	Multiplicar por
Centipoise (cp)	kg/(m.s)	10^{-3}
Poise (P)	kg/(m.s)	0,1
$\text{lb}_m/(\text{ft.h})$	kg/(m.s)	2,1491
$\text{Lb}_m/(\text{ft.s})$	kg/(m.s)	$6,7197 \cdot 10^{-4}$
$\text{Kg}/(\text{h.m})$	kg/(m.s)	0,0036



SAE 40

maior número

maior viscosidade

escoamento mais lento

SAE 10

menor número

menor viscosidade

escoamento mais rápido

Figura 11.17 Comparação de viscosidades. A Sociedade dos Engenheiros Automotivos dos Estados Unidos (SAE) estabeleceu uma escala numérica para indicar a viscosidade do óleo de motor.

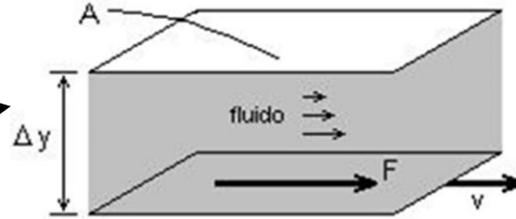
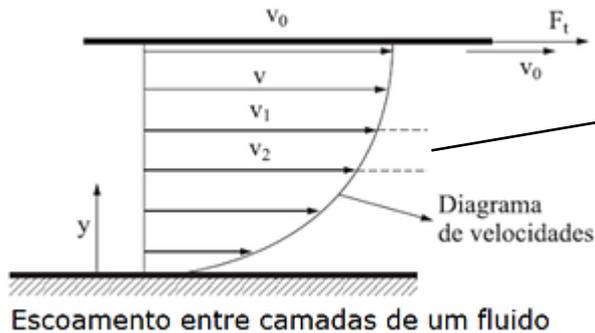
Tabela 11.3 Viscosidade de alguns líquidos comuns a 20°C

Líquido	Viscosidade (N s/m^2)*
Acetona ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$)	$3,16 \times 10^{-4}$
Água (H_2O)	$1,01 \times 10^{-3}$
Benzeno (C_6H_6)	$6,25 \times 10^{-4}$
Etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)	$1,20 \times 10^{-3}$
Éter dietílico ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OC}_2\text{H}_5$)	$2,33 \times 10^{-4}$
Glicerol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$)	1,49
Mercúrio (Hg)	$1,55 \times 10^{-3}$
Sangue	4×10^{-3}
Tetracloro de carbono (CCl_4)	$9,69 \times 10^{-4}$

* No sistema de unidades SI, as viscosidades são expressas em newton-segundo por metro quadrado.

Análise dimensional Viscosidade

Lei de Newton para Viscosidade (μ):



$$\frac{F}{A} = \mu \frac{v}{\Delta y}$$

F – força; A – área; v – velocidade fluído;
 Δy – largura da camada

Exercício:

Demonstre que viscosidade dinâmica (μ) que tem unidade [**N.s / m²**] no Sistema Internacional, pode ser expressa em: [**Pa.s**] (pressão x tempo) ou ainda em [**Kg / m.s**]

Conceitos fundamentais

Vazão (Q)

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\Delta t}$$

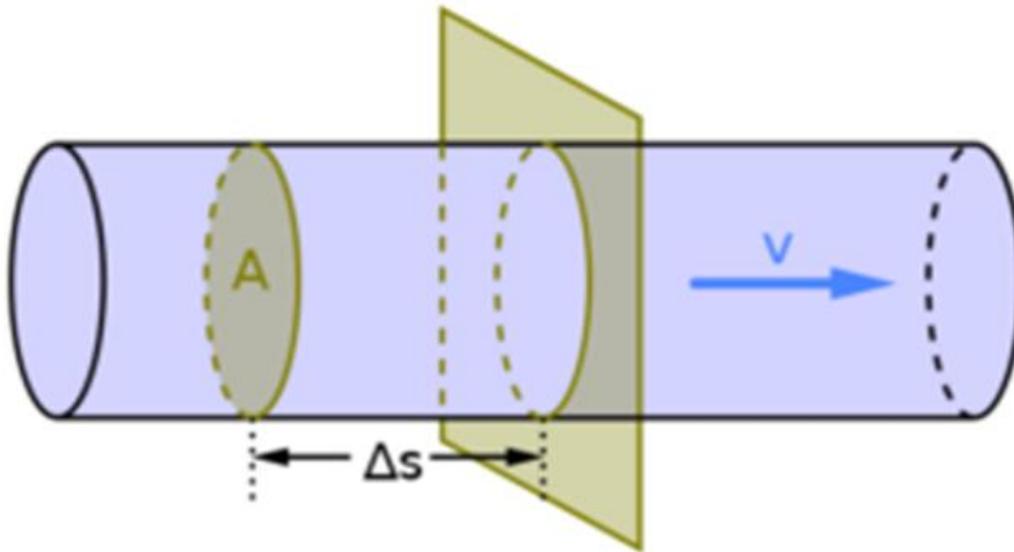
“Quanto de volume que passa por intervalo de tempo”

Unidades de medida:

[m³/s] ;

[Litros/h] ;

[in³/s]



$$\text{Volume} = A * \Delta S$$

$$Q = \frac{A * \Delta S}{\Delta t}$$

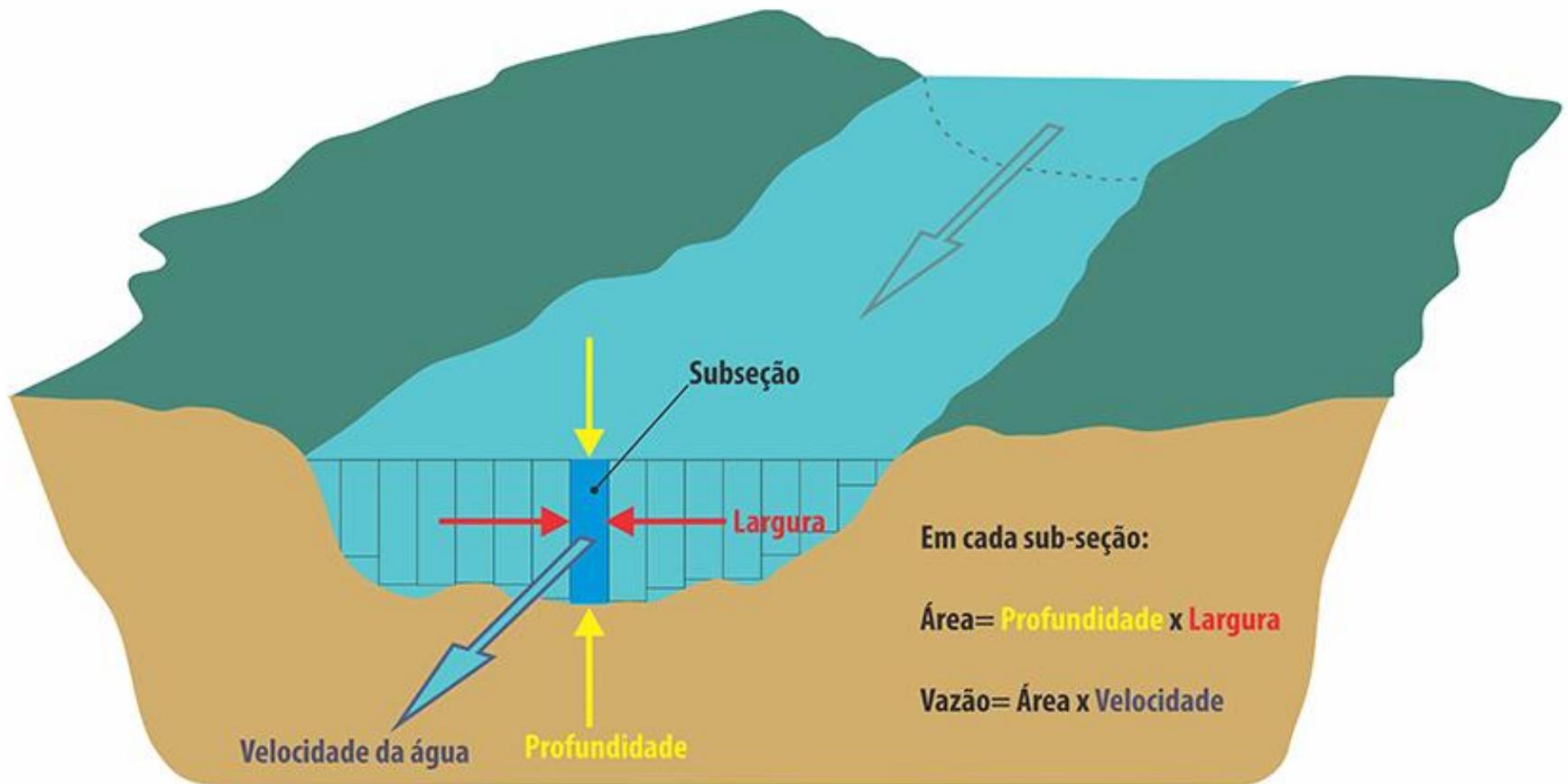
$$Q = A * \vec{v}$$

“área x velocidade”

Conceitos fundamentais

Vazão (Q)

$$Q = \frac{\text{Volume}}{\Delta t} = (\vec{V}eloc_{\acute{a}gua}) * \acute{A}rea$$

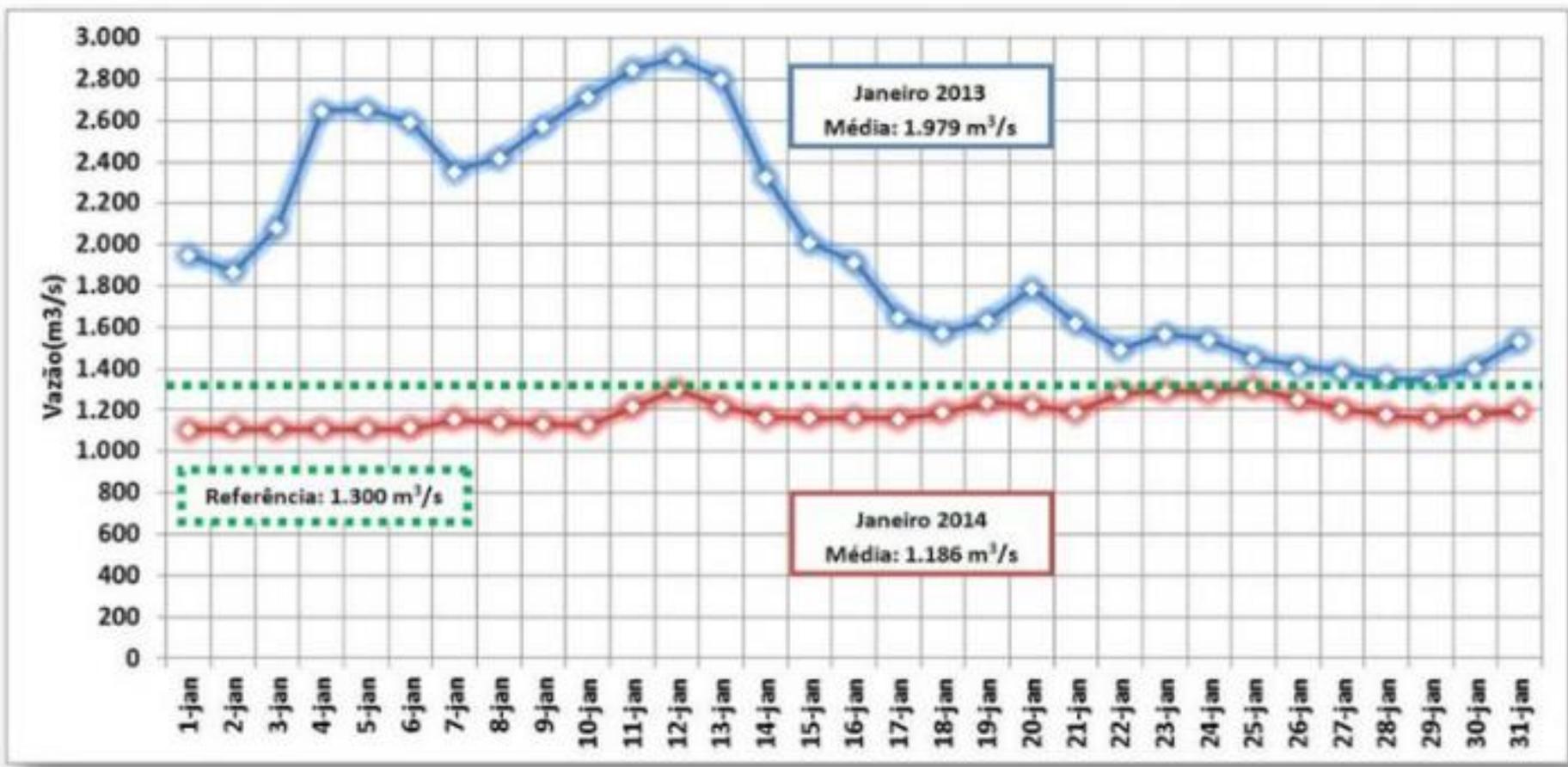


Bacia do São Francisco



Conceitos fundamentais

Comparação de vazões médias (Baixo São Francisco) para anos diferentes.



Comparação de vazões médias (Baixo São Francisco) para anos diferentes. Gráfico: Edson L. Menezes Neto | InfoSãoFrancisco. Fonte | ANA

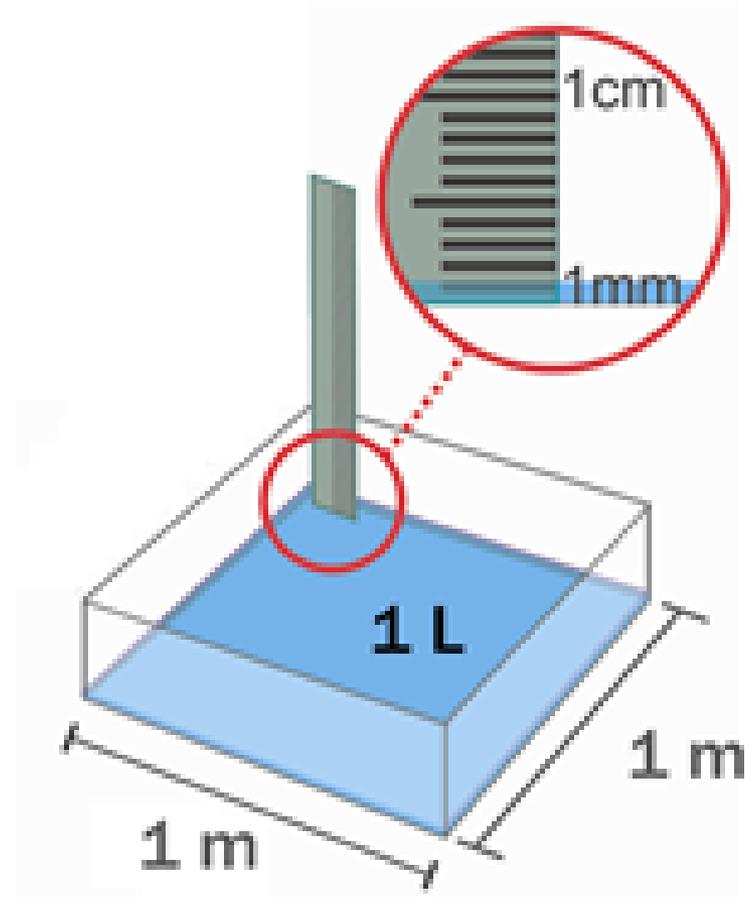
<https://infosaofrancisco.canoadetolda.org.br/artigos/explicando/entenda-o-que-e-serie-historica-de-vazoes-de-um-rio/>

Milímetros de chuva

Cálculo do volume de água de chuva

Uma pluviosidade de 1 mm (altura da lâmina) equivale ao volume de 1 litro (L) de água de chuva que se acumulou sobre uma superfície de 1 m². Ou seja, em se tratando de pluviosidade 1 mm = 1 L/m².

$$1 \text{ mm} = 1 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$



Exercícios

Choveu **0,1 m dia⁻¹** em uma área de 100 m². Considerando que a duração da chuva, nesse dia, foi de 8 horas, quantos litros por hora atingiram essa área?

Choveu um volume total de: 100 m^3 nesta área.

Lembre que:

$$1 \text{ mm} = 1 \frac{\text{L}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$1 \text{ l} \underline{\hspace{2cm}} 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$X \underline{\hspace{2cm}} 100 \text{ m}^3$$

$$X = 10^4 \text{ litros}$$

$$\frac{10^4 \text{ litros}}{8 \text{ horas}} = 1250 \text{ Litros/hora}$$

Resposta: 1250 L h⁻¹

Comparação Unidades de fórmulas de Energias

Exercício:

Demonstre que todos abaixo tem unidade em Joules [J] no SI

Energia cinética: $E_c = \frac{mv^2}{2}$

Energia potencial gravitacional: $E_p = mgh$

Energia na forma de Trabalho: $W = F \cdot d$

Fórmula do Einstein: $E = mc^2$

Exercícios

Tarefa: preencher tabela

Imprimir Tabela: Moodle USP e-Disciplinas

DESIGNAÇÃO		DIMENSÕES		CGS	SI	ST
		M L T	F L T	(M, L, T)	(M, L, T)	(F, L, T)
Unidades Fundamentais	Comprimento	L	L	centímetro (cm)	metro (m)	metro (m)
	Massa	M	$F L^{-1} T^2$	grama (g)	quilograma (kg)	U.T.M
	Tempo	T	T	segundo (s)	segundo (s)	segundo (s)

MLT – (Massa; Comprimento; Tempo)

FLT – (Força; Comprimento; Tempo)

ST – Sistema técnico de Unidades

Unidade Técnica de Massa (UTM)

1 UTM equivale a 9,80665 quilogramas

Grandezas Físicas

Tabela 1.4 – Dimensões, grandezas físicas e unidades de medidas no Sistema CGS (centímetro, grama, segundo), Sistema Internacional (SI) e Sistema Técnico (ST)

DESIGNAÇÃO		DIMENSÕES		SISTEMA DE UNIDADES		
				CGS	SI	ST
		M L T	F L T	(M, L, T)	(M, L, T)	(F, L, T)
Unidades Fundamentais	Comprimento	L	L	Centímetro (cm)	Metro (m)	Metro (m)
	Massa	M	$F L^{-1} T^2$	Grama (g)	Quilograma (kg)	U.T.M
	Tempo	T	T	Segundo (s)	Segundo (s)	Segundo (s)
Unidades Derivadas	Área	L^2	L^2	cm^2	m^2	m^2
	Volume	L^3	L^3	cm^3	m^3	m^3
	Velocidade	$L T^{-1}$	$L T^{-1}$	$cm s^{-1}$	$m s^{-1}$	$m s^{-1}$
	Aceleração	$L T^{-2}$	$L T^{-2}$	$cm s^{-2}$	$m s^{-2}$	$m s^{-2}$
	Força	MLT^{-2}	F	Dina (dyn) $g cm s^{-2}$	Newton (N) $kg m s^{-2}$	Quilograma Força (kgf)

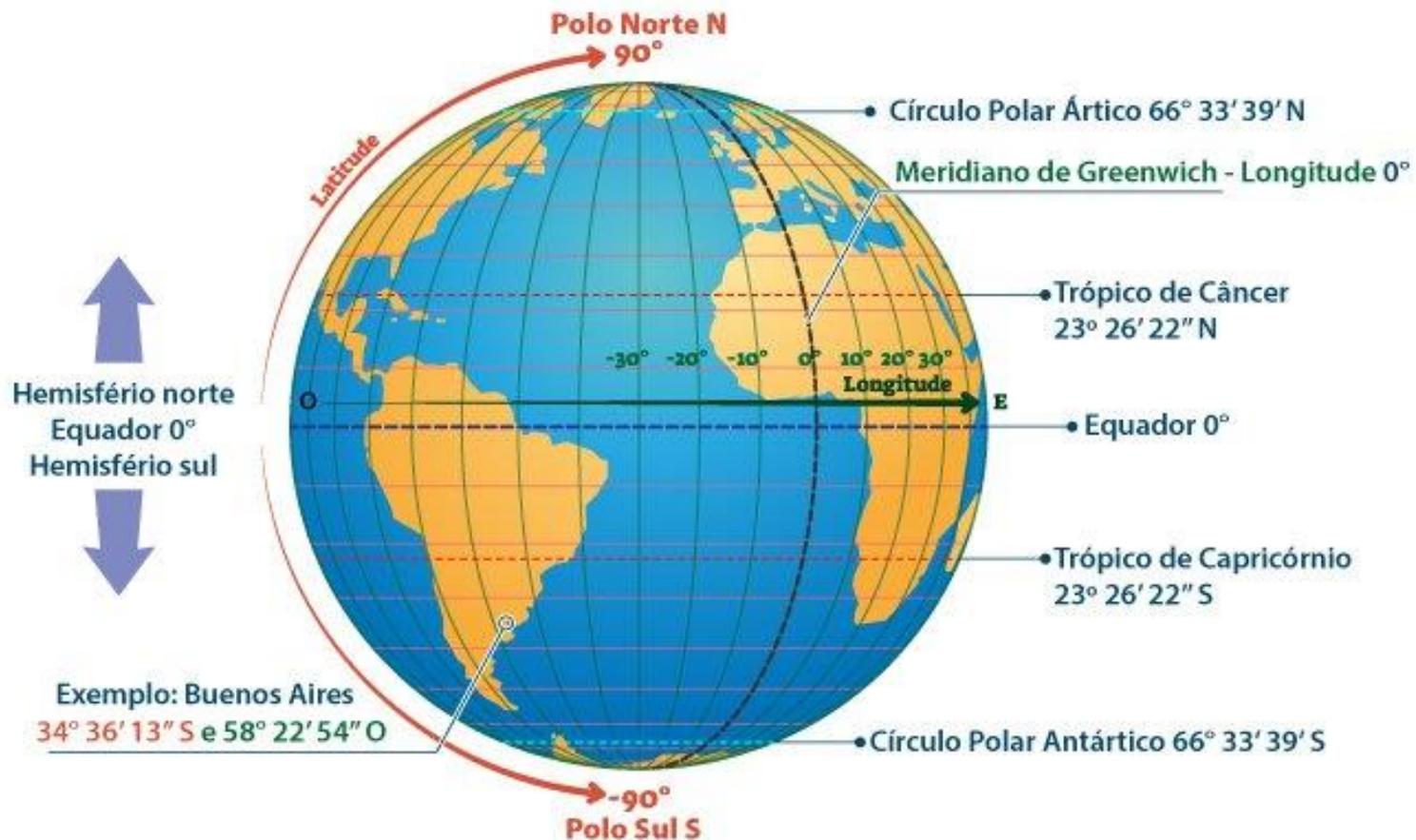
Grandezas Físicas

Unidades Derivadas	Força	MLT^{-2}	F	Dina (dyn) $g\ cm\ s^{-2}$	Newton (N) $kg\ m\ s^{-2}$	Quilograma Força (kgf)
	Trabalho	$ML^2\ T^{-2}$	FL	Erg dyn.cm $g\ cm^2\ s^{-2}$	Joule (J) <u>N.m</u> $kg\ m^2\ s^{-2}$	<u>Quilogrâmetro</u> (kgf m)
	Potência	$ML^2\ T^{-3}$	FLT ⁻¹	erg s ⁻¹ $g\ cm^2\ s^{-3}$	Watt (W) J.s ⁻¹ $kg\ m^2\ s^{-3}$	<u>Quilogrâmetro</u> kgf m s ⁻¹
	Pressão	$ML^{-1}\ T^{-2}$	FL ⁻²	<u>dyn cm⁻²</u>	Pascal (N m ⁻²)	Kgf m ⁻²
	Massa Específica (ρ)	ML^{-3}	FL ⁻⁴ T ²	$g\ cm^{-3}$	$kg\ m^{-3}$	UTM m ⁻³
	Peso Específico (γ)	$ML^{-2}\ T^{-2}$	FL ⁻³	<u>dyn cm⁻³</u>	N m ⁻³	Kgf m ⁻³
	Vazão	$L^3\ T^{-1}$	L ³ T ⁻¹	$cm^3\ s^{-1}$	$m^3\ s^{-1}$	$m^3\ s^{-1}$
	Momento	MLT^{-1}	FT	$g\ cm\ s^{-1}$	$kg\ m\ s^{-1}$	UTM m s ⁻¹
	Viscosidade	$ML^{-1}\ T^{-1}$	FTL ⁻²	$g\ cm^{-1}\ s^{-1}$	$kg\ m^{-1}\ s^{-1}$	UTM m ⁻¹ s ⁻¹

Parte 2

Outras Unidades importantes..

EQUADOR LATITUDE E LONGITUDE



(Graus, minutos, segundos)

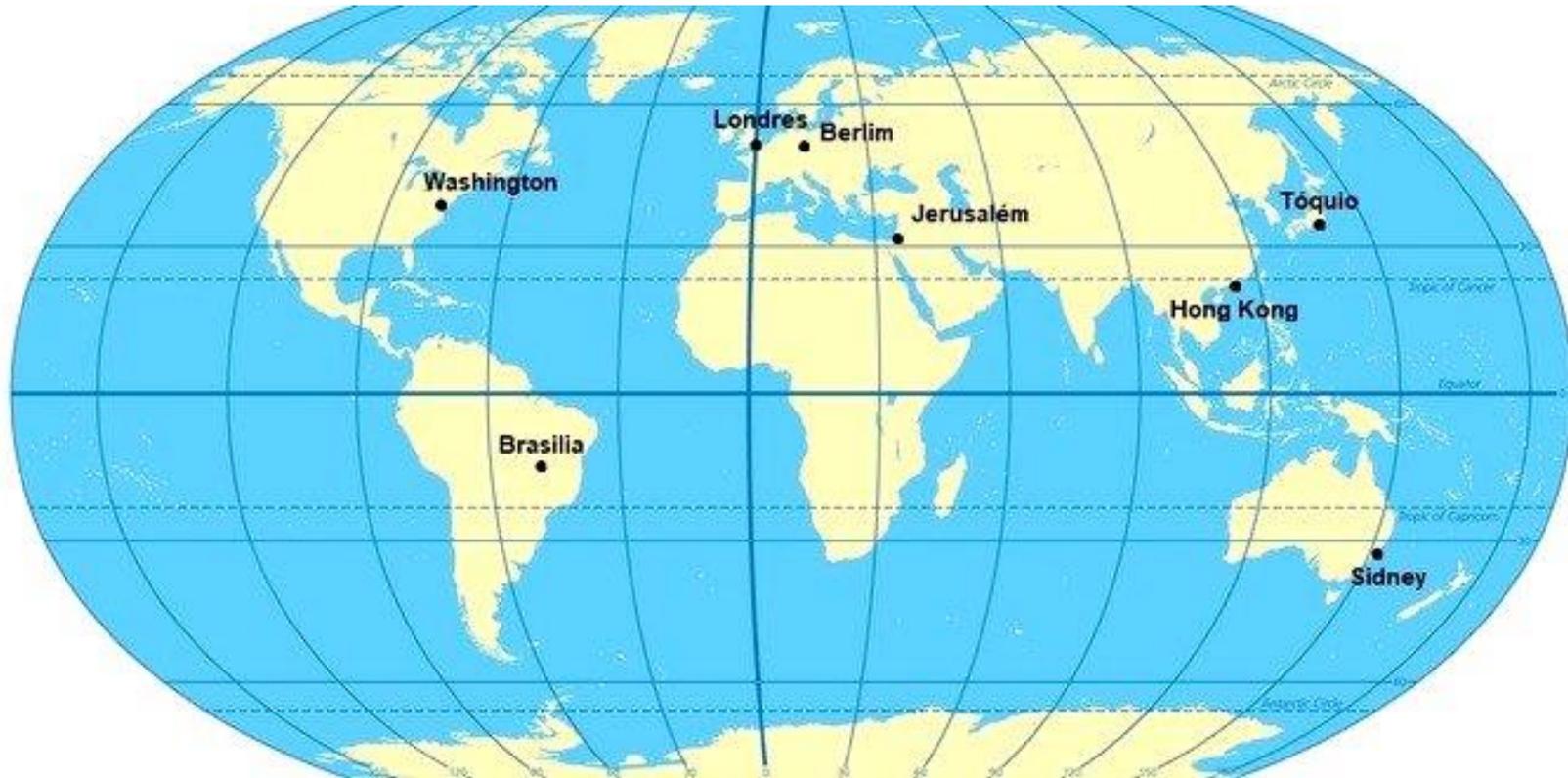


15° 50' 00" S

Lembre que:

$$1^\circ = 60 \text{ min} = 3600 \text{ segundos}$$

Coordenadas geográficas



• **Brasília:** $15^{\circ} 50' 00''$ S / $48^{\circ} 02' 06''$ O

• **Hong Kong:** $22^{\circ} 16' 42''$ N / $114^{\circ} 10' 05''$ L

• **Tóquio:** $35^{\circ} 42' 00''$ N / $139^{\circ} 46' 12''$ L

• **Washington:** $38^{\circ} 54' 00''$ N / $77^{\circ} 01' 12''$ O

• **Berlim:** $52^{\circ} 30' 00''$ N / $13^{\circ} 25' 48''$ L

• **Sidnei:** $33^{\circ} 53' 46''$ S / $151^{\circ} 12' 21''$ L

Coordenadas geográficas

1.2 Um nó é definido como uma milha náutica por hora. Uma milha náutica equivale à distância de 1 minuto de latitude. O perímetro da Terra é 40.000 km.

a) A quantos metros equivale uma milha náutica? **R: 1851,8 m**

b) Um navio anda na velocidade de 20 nós. Qual sua velocidade em m/s?
R: 10,3 m/s

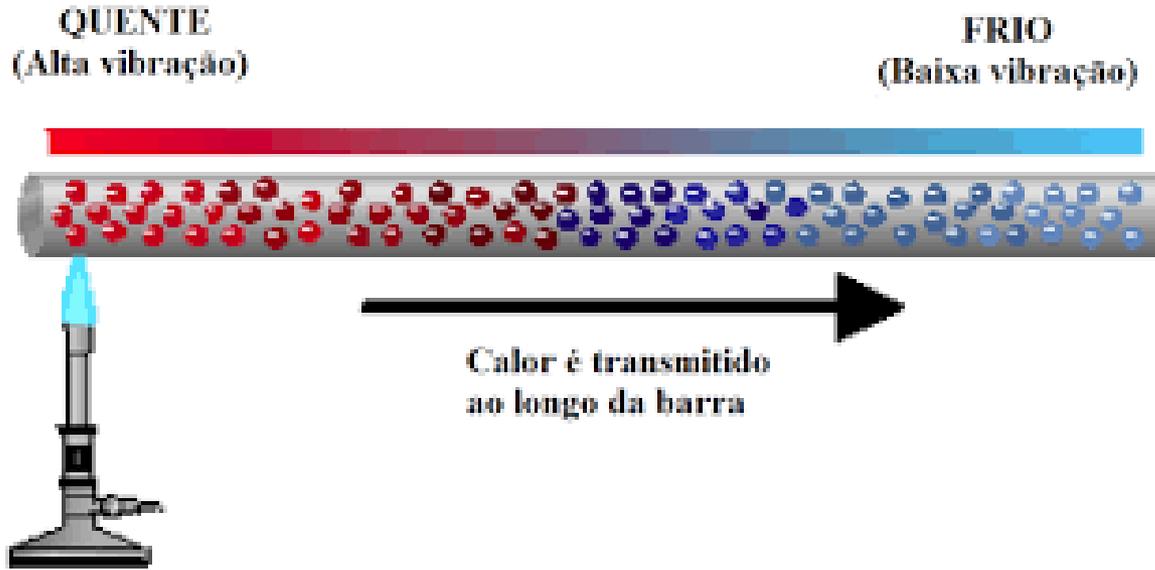


Resposta:

360° equivalem à 40.000 Km

....

Gradiente térmico



Gradiente térmico (G) expressa a variação da temperatura com a distância

Unidades \rightarrow [Kelvin / metro]

$$G = \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Fluxo de energia

➤ Fluxo de Calor

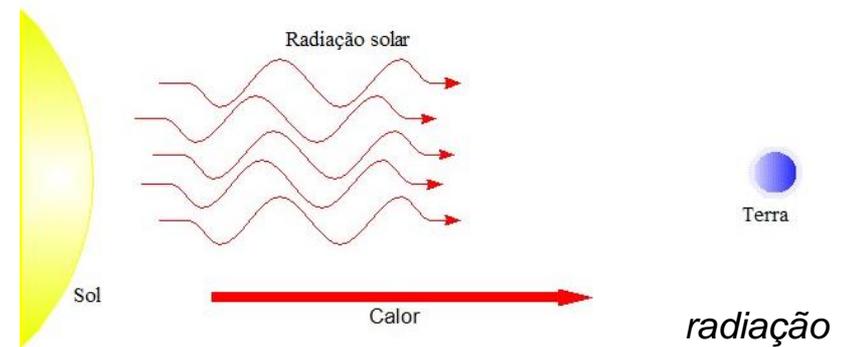
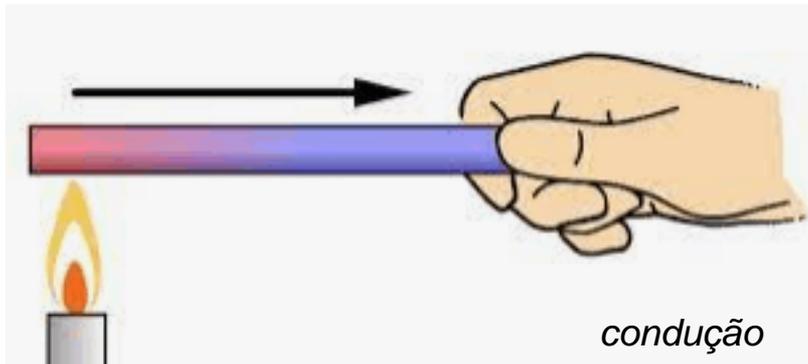
→ energia em movimento.. Calor (energia) por unidade de tempo:

$$\Phi \rightarrow \left[\frac{\text{Energia}}{\text{Tempo}} \right]$$

Unidades:

$$\left[\frac{\text{Joules}}{s} \right] \quad \left[\frac{\text{cal}}{s} \right] \quad [\text{Watts}]$$

Exemplos:



Densidade de Fluxo de energia

➤ Densidade de Fluxo de Calor

→ calor em movimento por área.. calor por unidade de tempo e área:

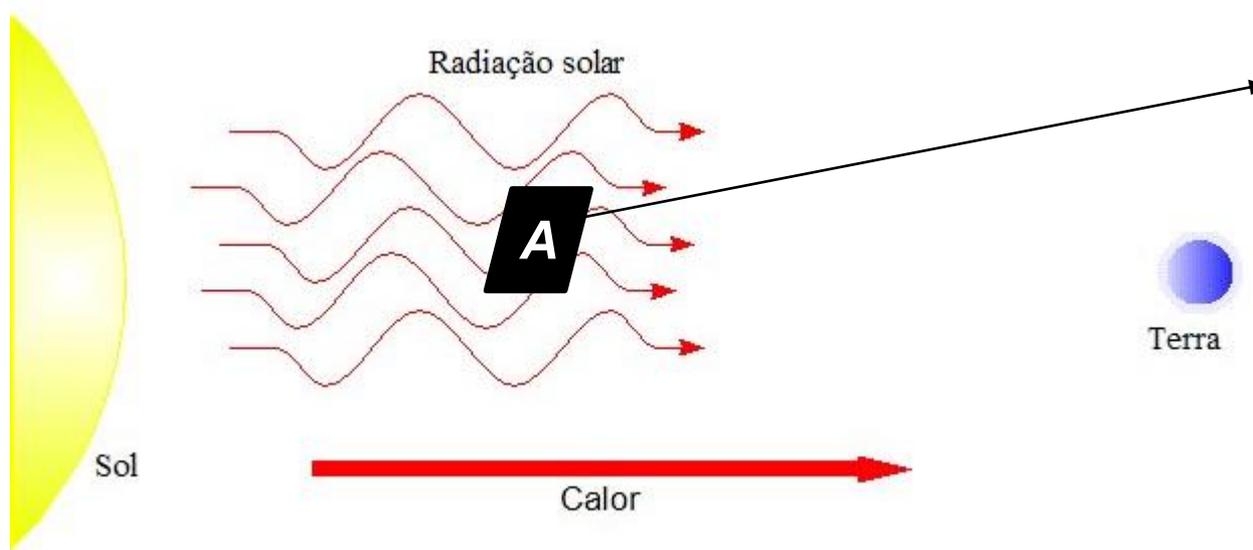
$$q = \frac{\Phi}{[\text{Área}]} \rightarrow \left[\frac{\text{Energia}}{\text{Tempo. Área}} \right]$$

Unidades:

$$\left[\frac{\text{Joule}}{\text{s. m}^2} \right]$$

$$\left[\frac{\text{cal}}{\text{s. m}^2} \right]$$

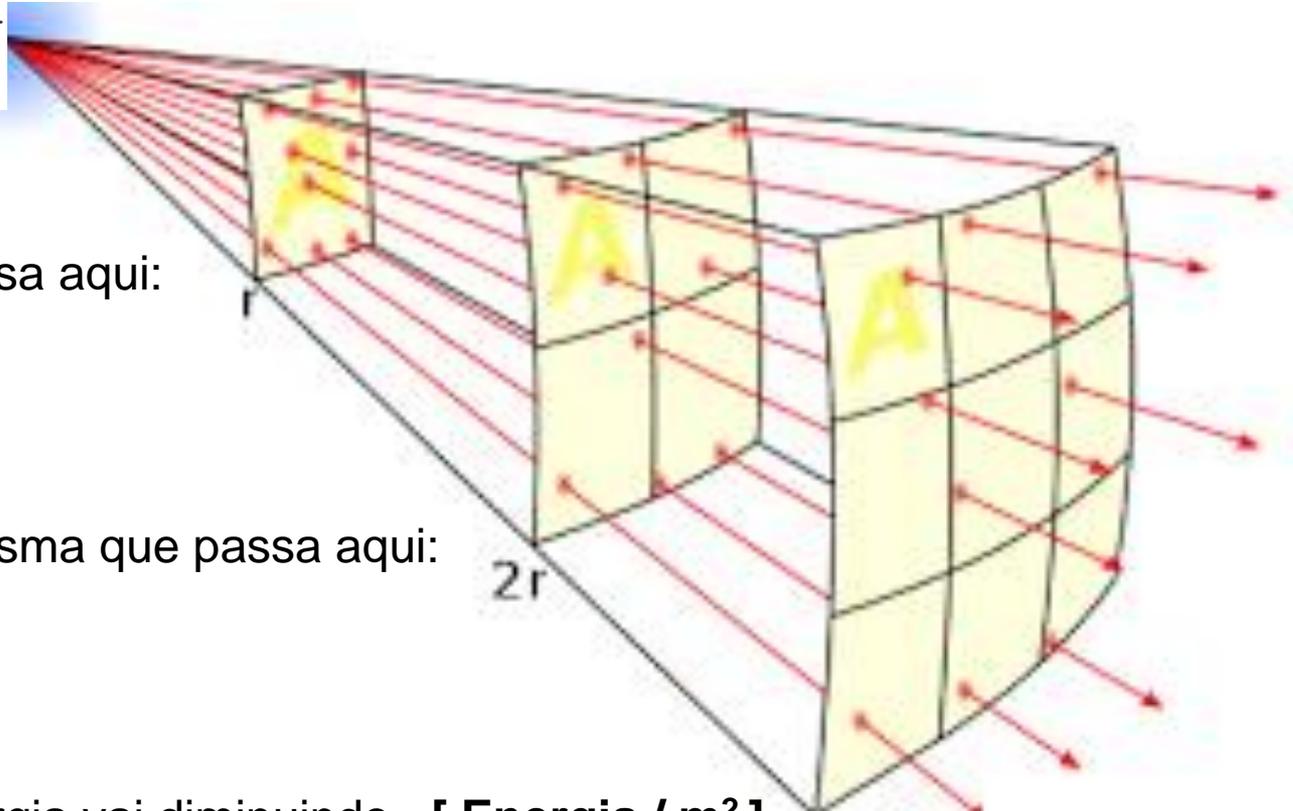
$$\left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$



Serve para dizer:
Quanto calor
passa nessa área!

Energia / Área

Para uma fonte esférica, como uma lâmpada, conforme a distância vai aumentando, a densidade de energia por área vai diminuindo (energia total se conserva, porém está espalhada em uma área muito maior)



Energia total que passa aqui:

É a mesma que passa aqui:

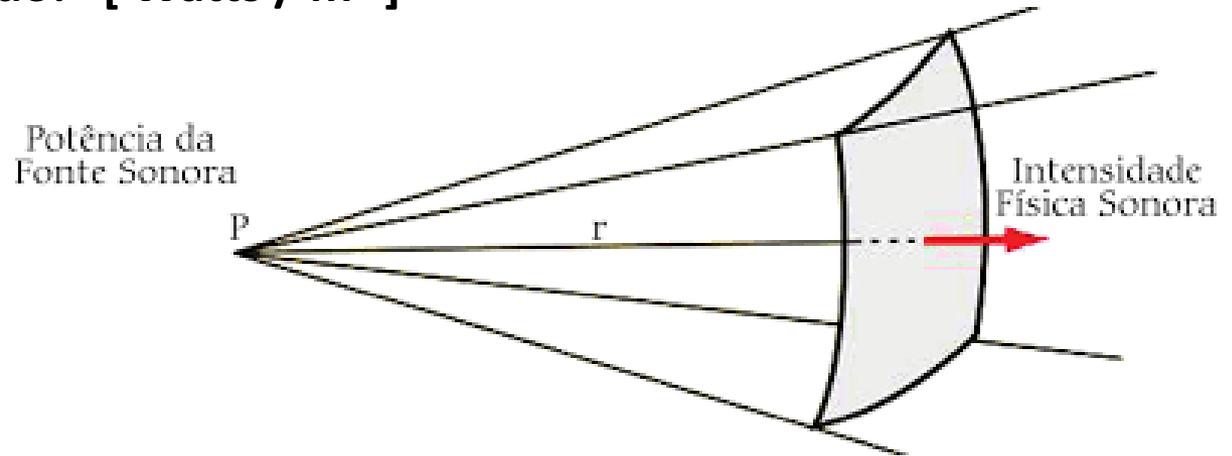
Densidade de Energia vai diminuindo.. [**Energia / m²**]

Potência / Área

Potência por metro quadrado: [Watts / m²]

exemplos:

- energia sonora
- energia luminosa
- etc..



2) Faça as seguintes conversão

(lembre que 1 cal = 4,184 Joules):

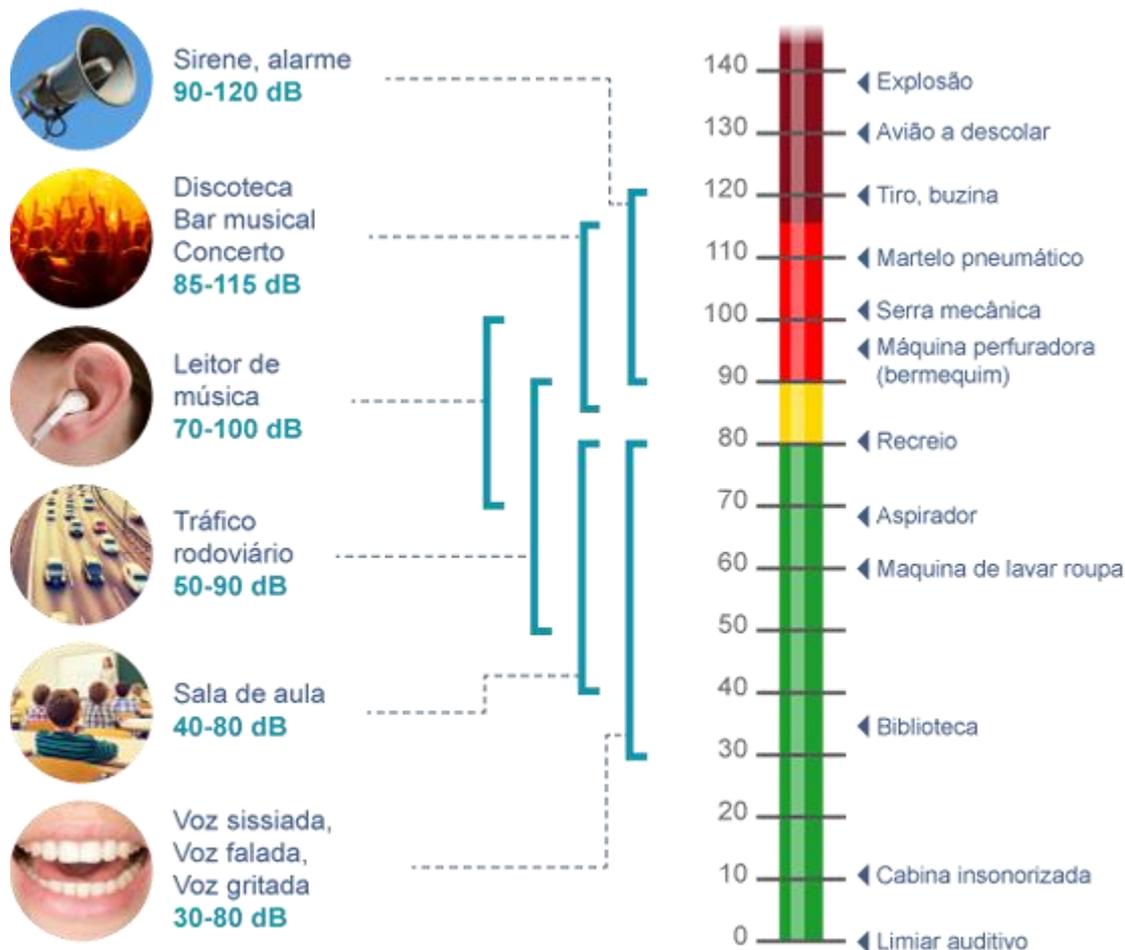
$$\frac{1 \text{ cal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{min}} = ? \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

Resposta: 697,3 W m⁻²

Escala Decibéis (dB) – Ondas Sonoras

$$I_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right)$$

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$



■ Sons excepcionais:
Lesão irreversível.

■ Perigo: Sons lesivo.

■ Limiar do som lesivo

■ Sem risco.

Escala Decibéis (dB) – Ondas Sonoras

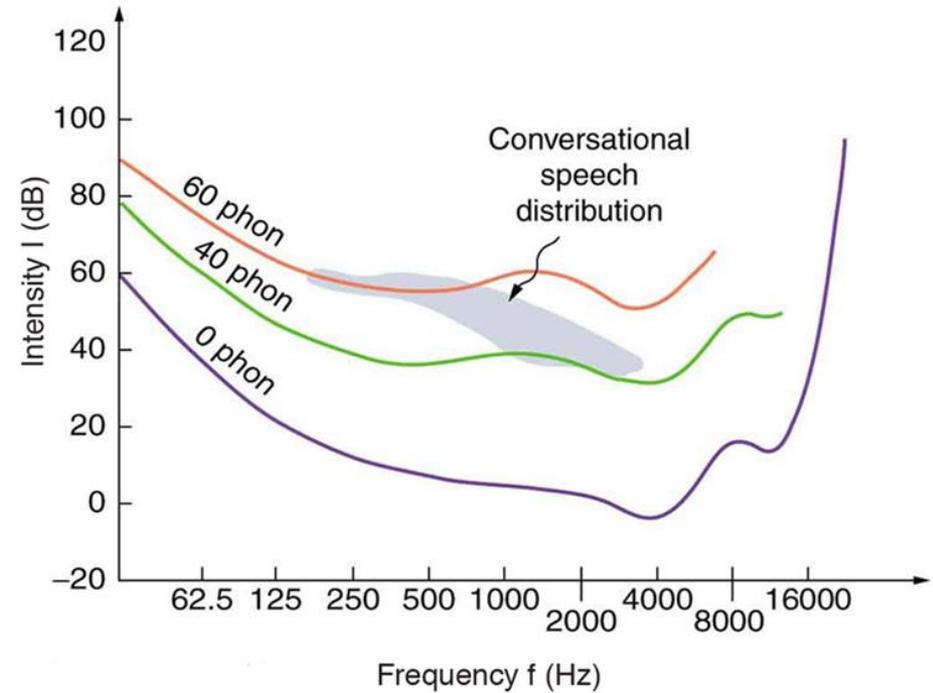
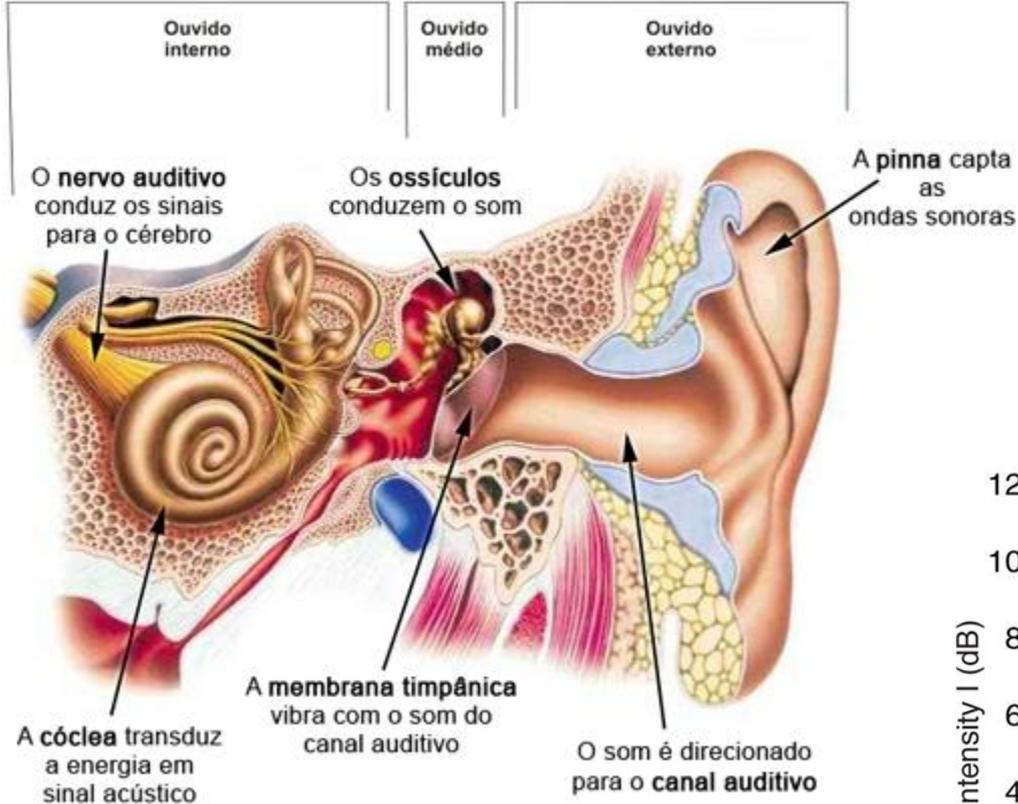
TABELA 15-1 Intensidade e Nível de Intensidade de Alguns Ruídos Comuns ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$)

Fonte	I/I_0	dB	Descrição
	10^0	0	Limiar de audibilidade
Respiração normal	10^1	10	Quase inaudível
Folhas sussurrantes	10^2	20	
Murmúrios (a 5 m)	10^3	30	Muito silencioso
Biblioteca	10^4	40	
Escritório tranquilo	10^5	50	Silencioso
Conversa normal (a 1 m)	10^6	60	
Trafcgo pesado	10^7	70	
Escritório barulhento; fábrica comum	10^8	80	
Caminhão pesado (a 15 m); cataratas do Niágara	10^9	90	A exposição constante prejudica a audição
Trem de metrô muito usado	10^{10}	100	
Construção civil (ruído a 3 m)	10^{11}	110	
Concerto de rock com amplificadores (a 2 m); decolagem de jato (a 60 m)	10^{12}	120	Limiar de audição dolorosa
Martelo pneumático; metralhadora	10^{13}	130	
Decolagem de jato (nas vizinhanças)	10^{15}	150	
Motor de foguete de grande porte (nas vizinhanças)	10^{18}	180	

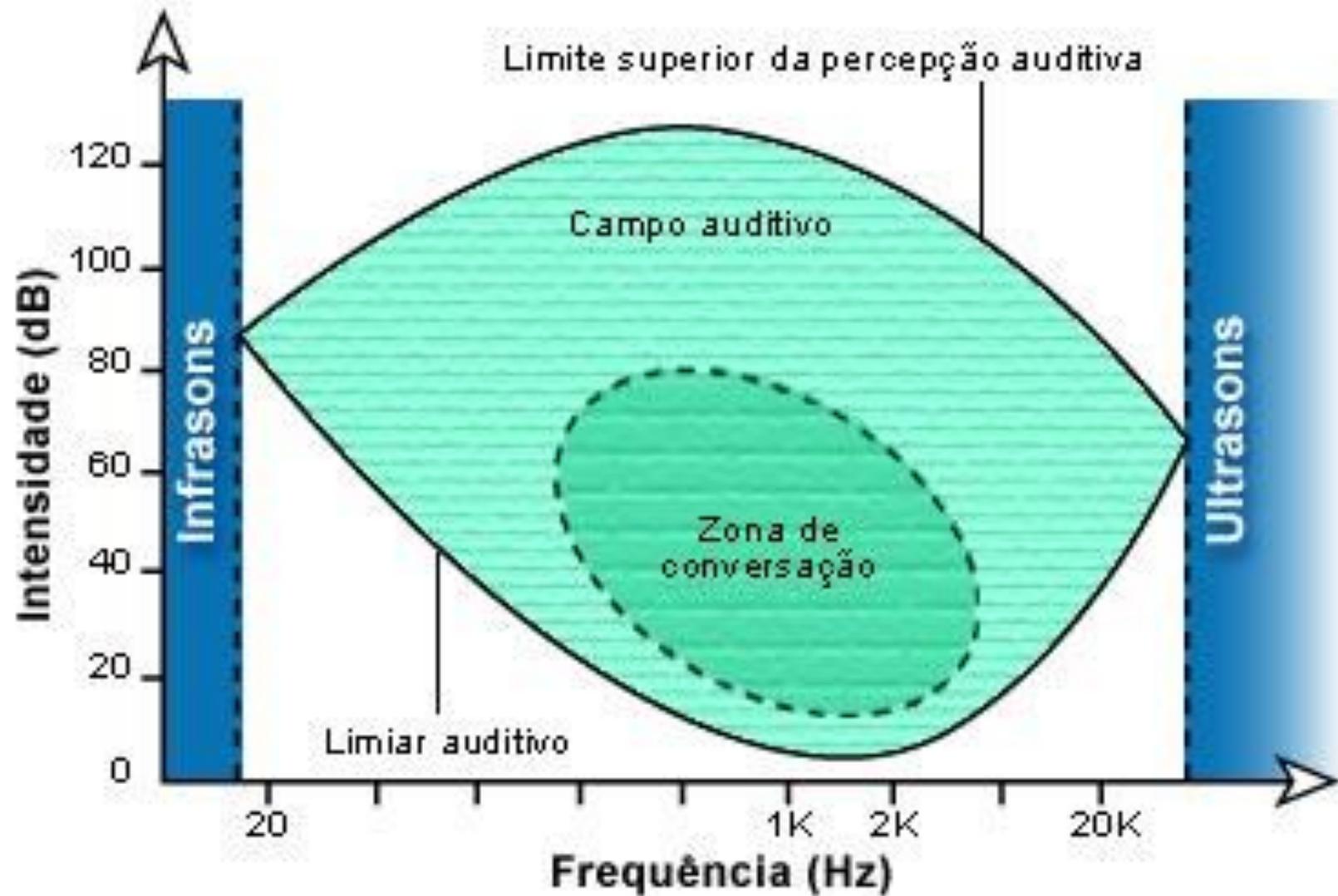
Na prática, usa-se o **decibel (dB)** como unidade de medida, de forma que:

$$\text{Nível de intensidade} = 10 \log(I/I_0).$$

Percepção da música/som



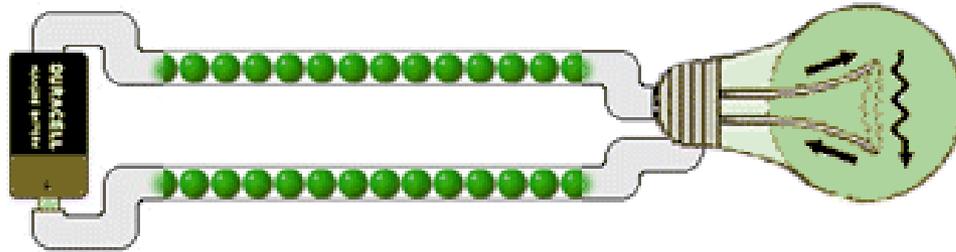
CURVAS DE AUDIBILIDADE HUMANA



Mais Unidades importantes..

Eletricidade

A corrente elétrica (I) é o fluxo de cargas (elétrons)

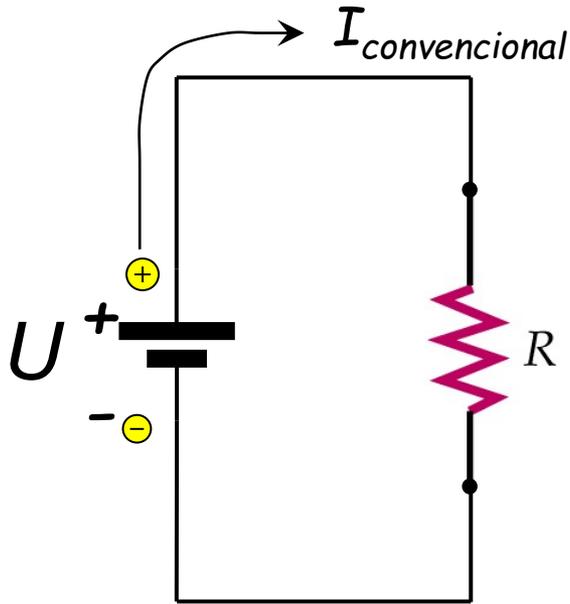


$$I = \frac{\text{cargas passando}}{\text{tempo}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Unidade de corrente:

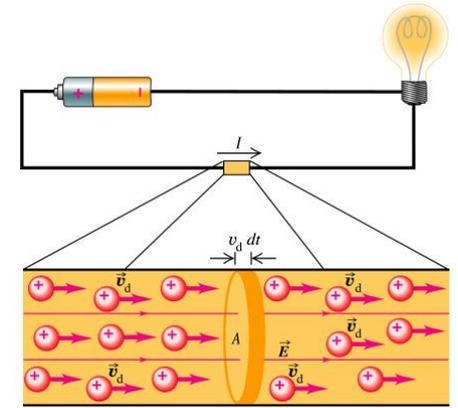
$$\frac{\text{Coulomb}}{\text{segundo}} = \frac{C}{s} = \text{Ampère (A)}$$

Carga elétrica (Q) é medida em Coulomb



Lei de Ohm

$$U = R \cdot I$$



- **Tensão elétrica (U):** medida em Volts (V)
- **Corrente elétrica (I):** deslocamento dos elétrons através dos fios, é medida em Amperes (A)
- **Resistência (R):** oposição do material à passagem de corrente, é medido em Ohm (Ω)

Diferença de potencial = d.d.p. = Volt

- *Tensão elétrica (U) ou ddp:*

Tem unidade Volts = [Energia / Carga] = [Joules / Coulomb]

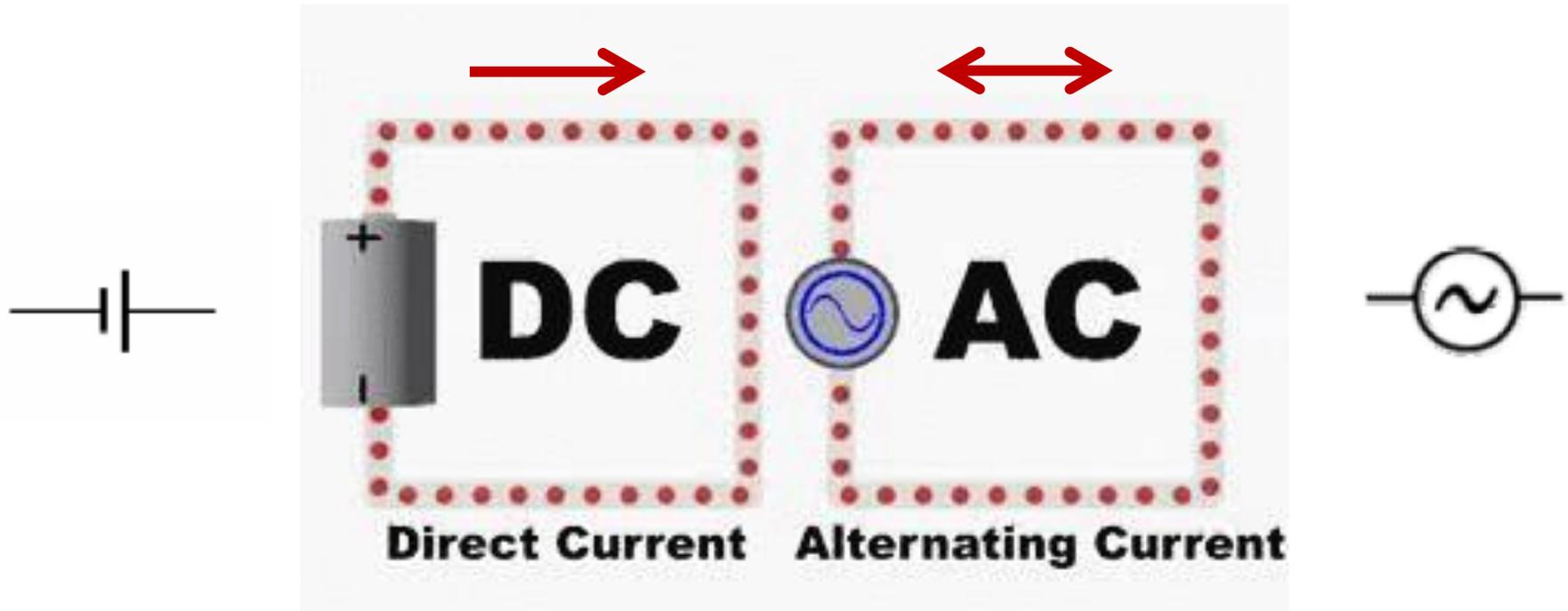
$$\text{Volt}(V) = \frac{\text{Joule}}{\text{Coulomb}} = \frac{J}{C}$$



Fontes de fem - Tipos

- Fonte de Corrente Contínua (CC ou DC em inglês)

- Fonte de Corrente Alternada (CA ou AC em inglês)



Conceitos fundamentais

Potência em circuitos elétricos:

$$P = IU$$

Watt = Volt.Ampere

W = V.A

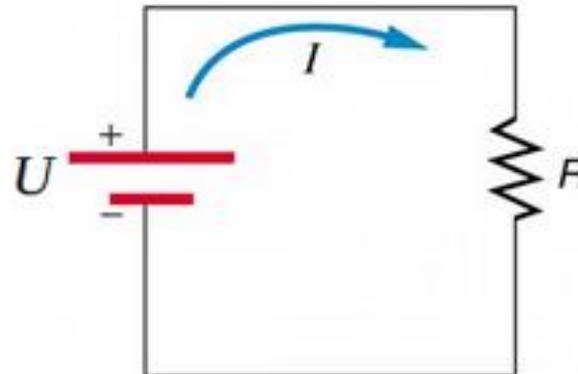
I → Corrente elétrica passando na lâmpada (Unidade: Ampère)

U → Tensão elétrica na lâmpada (Unidade: Volts)

Circuito elétrico



Representação esquemática



Lei de Ohm

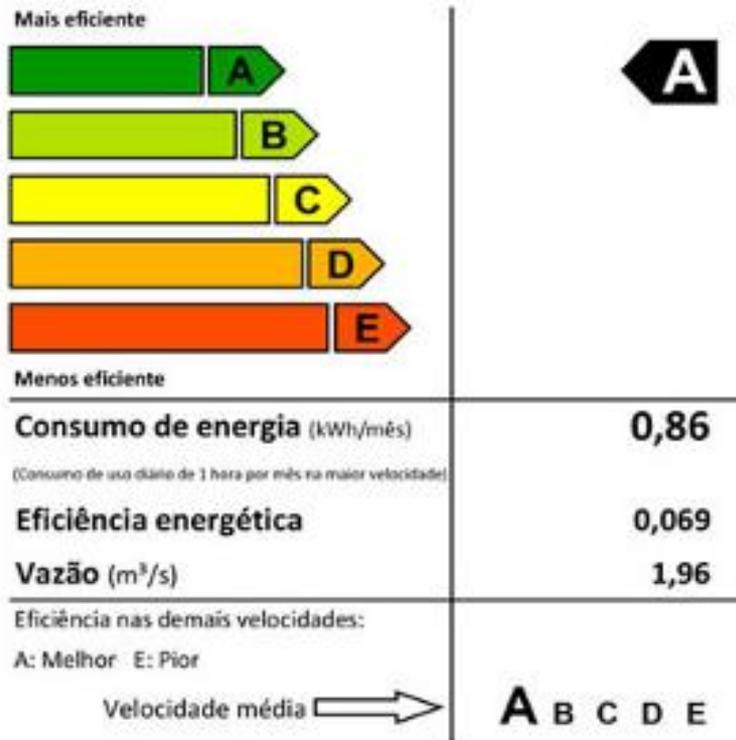
$$U = R \cdot I$$

Ex: Pilha de U = 12 Volts, passando corrente de I = 0,5 Ampères, a potência emitida pela Lâmpada é P = 6 Watts

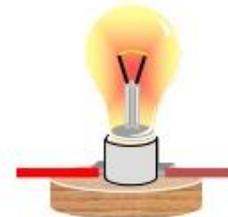
Potência elétrica

“Energia por tempo”

Unidade de medida:
[Watts] = [J/s]



60 W



60 Watts →
“consumindo 60
joules de energia
por segundo”

100 W



Quilowatt-hora (KWh) é uma unidade de Energia

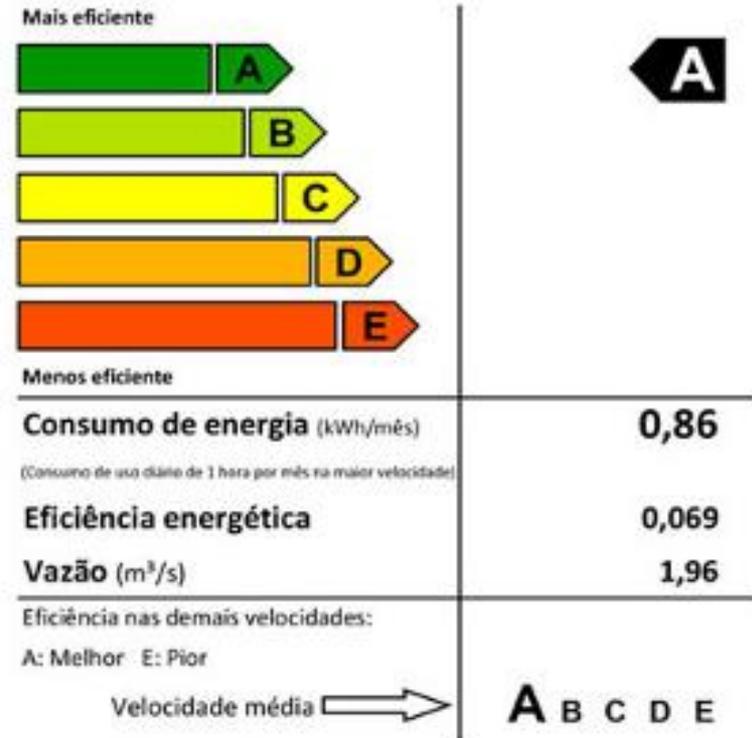
$$P = \frac{\varepsilon}{\Delta t}$$

$$\varepsilon = P \cdot \Delta t$$

$$1kWh = (1kW) \cdot (1h)$$

$$1kWh = (10^3W) \cdot (3600s)$$

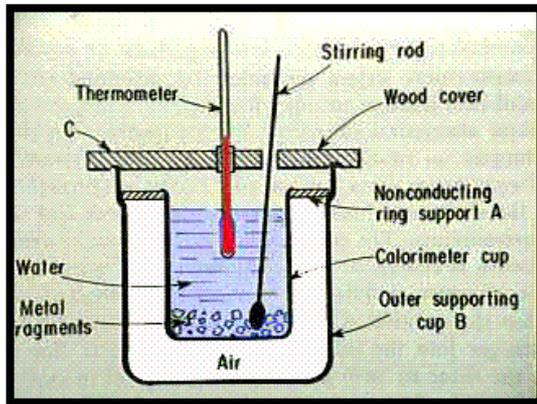
$$1kWh = 3,6 \cdot 10^6 J$$



O watt-hora (Wh) é a medida de energia usualmente utilizada em eletrotécnica. Um watt-hora é a quantidade de energia utilizada para alimentar uma carga com potência de um watt pelo período de uma hora. O valor de 1 Wh é equivalente a $3,6 \times 10^3 J = 3,6 kJ = 3600 J$.

Exercício – Calorímetro (Parte 1)

Considere que uma resistência elétrica (R) está imersa em um Calorímetro, e por essa resistência passa uma corrente elétrica de $I = 2,33 \text{ A}$ [Coulomb/s] e está aplicada uma tensão elétrica de $U = 25,11 \text{ Volts}$ [J/C] durante 1'40" (1 minuto e 40 segundos). Calcule a quantidade de Energia em Joules que a resistência elétrica fornece ao sistema:



Calorímetro

Dados do Exercício:
 $U = 25,11 \text{ Volts}$ [J C^{-1}]
 $I = 2,33 \text{ Ampères}$ [C s^{-1}]
 $\Delta\text{Tempo} = 1'40''$

$$\boxed{Pot = U \cdot I} = (25,11) * (2,33) = 58,5063 \text{ Watts}$$

$$\boxed{Pot = \frac{E}{\Delta t}} \rightarrow E = (Pot) * \Delta t = (58,5063) * (100 \text{ seg}) = \boxed{5850,63 \text{ Joules}}$$

Exercícios

a) Um animal ao ingerir uma ração com valor nutricional de 350 kCal fornecerá quantos kW.h ao organismo? Lembre que $1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$.

b) Por quanto tempo daria para manter uma lâmpada de 100 W acesa?

Resposta:

a) 0,407 kW.h b) 4,07 h

Prefixos para unidades convenientes em fenômenos eletromagnéticos

Potencia de 10	Prefixos	Abreviaturas
10^{-15}	femto-	f
10^{-12}	pico-	p
10^{-9}	nano-	n
10^{-6}	micro-	μ
10^{-3}	mili-	m
10^{-2}	centi-	c
10^3	quilo-	k
10^6	mega-	M
10^9	giga-	G

Exercícios sobre Grandezas Físicas e Sistemas de Unidades...

Exercícios

Você está dirigindo nos EUA e avista essa placa. E agora, a velocidade de 55 MPH (milhas por hora) são quantos km/h ?



R: 88,5139 km/h

A primeira vez que o termo milha foi usado para denotar distância foi na Roma Antiga, onde valia 1000 passos. A **milha** é uma unidade de medida de comprimento definida pelo sistema imperial de medidas como o equivalente a 1609,344 metros

Transformação de Unidades Compostas



Exemplo 1: A quantos km/h equivalem 30 m/s ?

Como $1000 \text{ m} = 1 \text{ km}$, temos que $1 \text{ km} / 1000 \text{ m} = 1$; Da mesma forma, $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$ e, portanto, $3600 \text{ s} / 1 \text{ h} = 1$. Assim,

$$30 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 30 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ km}}{1000 \text{ m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}} = \frac{30 \cdot 3600 \text{ km}}{1000 \text{ h}} = 108 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Transformação de Unidades

Exemplo 2: Expressar a aceleração gravitacional ($g = 9,81 \text{ m s}^{-2}$) na unidade km h^{-2}

Exemplo 3: Quantos litros existem em um metro cúbico?

Tarefas

- Leia o Cap. 1 da Apostila:
 - Física do Ambiente Agrícola
(tem no e-disciplinas pdf)

- Treine exercícios da Lista 1 e do Cap. 1

I beg young people to travel. If you don't have a passport, get one. Take a summer, get a backpack and go to Delhi, go to Saigon, go to Bangkok, go to Kenya. Have your mind blown, eat interesting food, dig some interesting people, have an adventure, be careful. Come back and you're going to see your country differently, you're going to see your president differently, no matter who it is. Music, culture, food, water. Your showers will become shorter. You're going to get a sense of what globalization looks like. It's not what Tom Friedman writes about, I'm sorry. You're going to see that global climate change is very real. And that for some people, their day consists of walking 12 miles for four buckets of water. And so there are lessons that you can't get out of a book that are waiting for you at the other end of that flight. A lot of people - Americans and Europeans - come back and go, "ohhhhh." And the lightbulb goes on.

Henry Rollins