

# Sistemas de Unidades

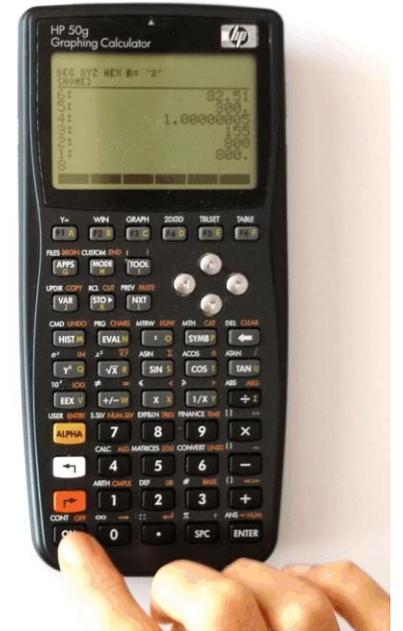
## Nesta aula:

- ❖ Matemática é uma linguagem
  - ❖ Física (Mecânica Clássica) é nosso “estilo”
    - ❖ Problemas de Engenharia são nossos “temas”

*padronizar nossa comunicação*

# Cálculo Numérico

- ❖ Nossas calculadoras e computadores expressam valores com muitos algarismos significativos!
- ❖ Em engenharia, raramente se erra menos que 1% !!!  
ver: *erro, incerteza, intervalo de confiança, ...*
- ❖ Vamos usar 3 ou 4 algarismos significativos nas respostas. Podemos usar mais durante o desenvolvimento!





## Sistema de Unidade:

“Tudo que existe, existem em alguma quantidade” (*E.L. Thorndike, 1918*)

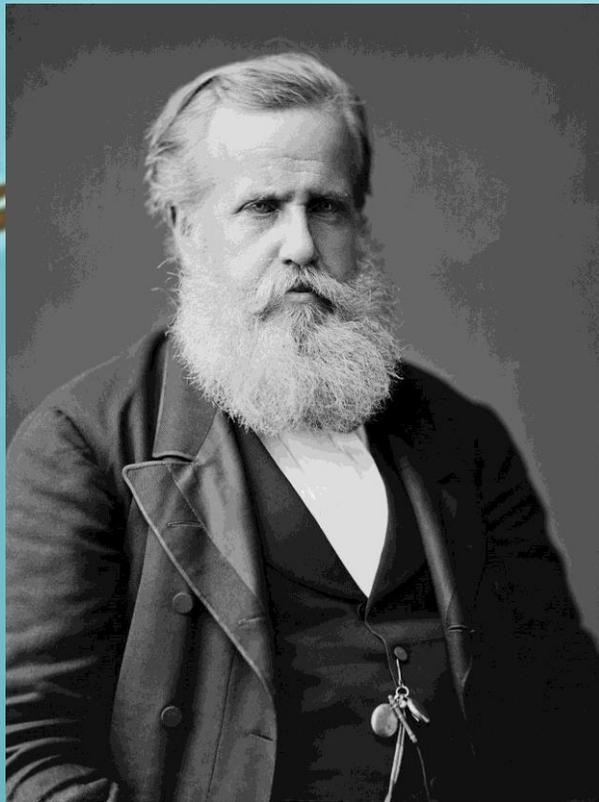
Organização de comunidades primitivas criou a **necessidade de se medir** (*tempo, distâncias, quantidades*) criar padrões

Sistemas de Unidades fornecem uma **base comum** para descrever/definir quantidades e suas relações mútuas

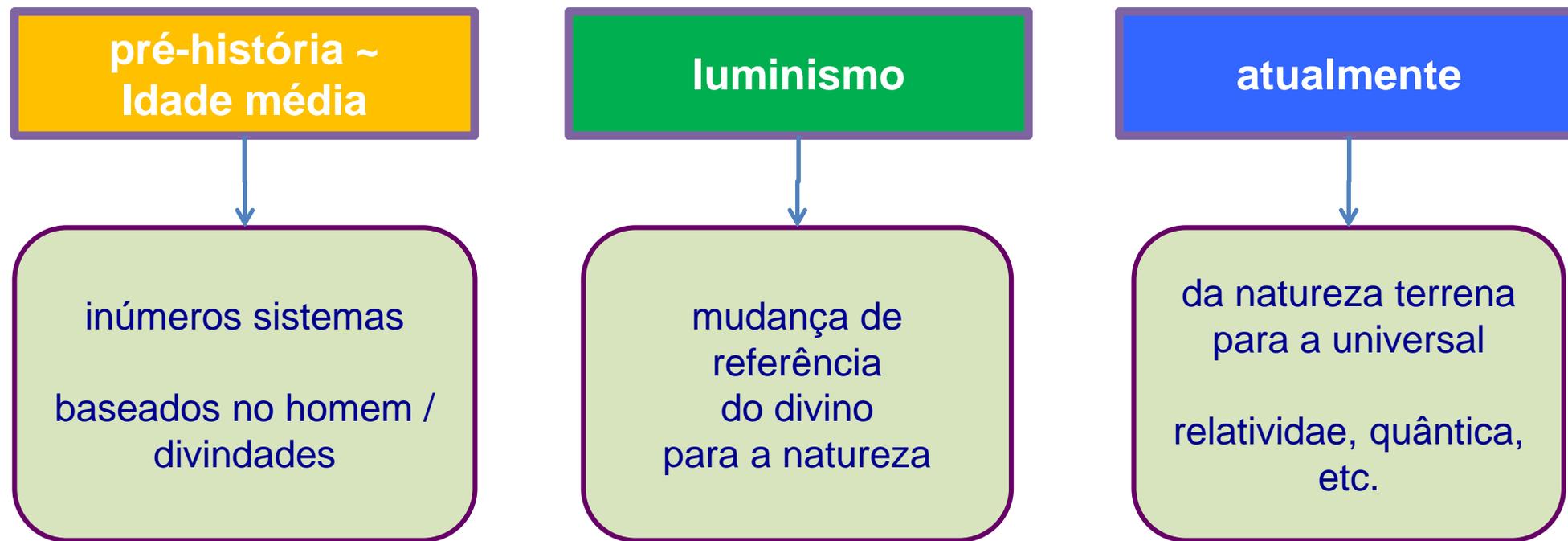
# Sistema de Unidade:

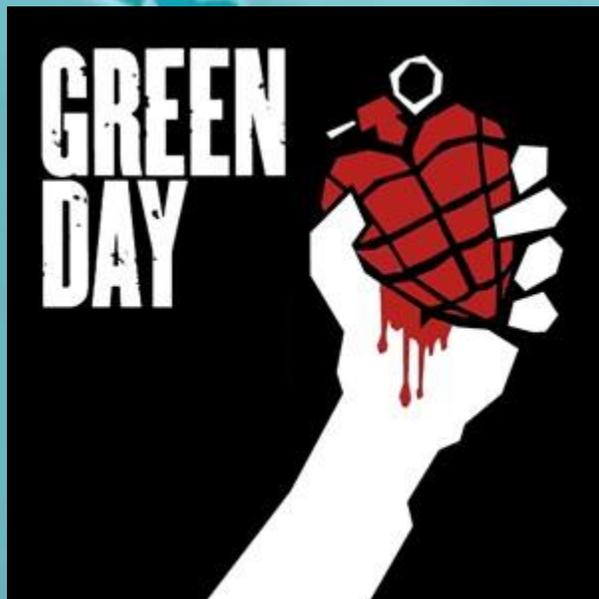
## *Um breve histórico*

fonte: “[Porque o Sistema Métrico importa – \(TED Ed - Matt Anticole\)](#)”



- O Brasil adotou o **Sistema Métrico Decimal (SMD)** Frances em 1862 por ordem do imperador D. Pedro II;
- Foi **uma das 17 nações signatárias da Convenção do Metro**, assinada em Paris em **20 de maio de 1875**;
- A Convenção do Metro deu origem ao ***Bureau International de Pesos e Medidas*** (BIPM);
- O BIPM é mantido por 48 países membros e tem por missão assegurar a **unificação mundial das medidas físicas**;
- Estabelece as unidades e os **padrões internacionais** das principais grandezas físicas;
- Conserva os **protótipos internacionais**;
- Efetuar a comparação dos padrões nacionais e internacionais;
- Após a criação do SI em 1960, o Brasil o adota o S.I. como sistema oficial em 1962.





- O **Sistema Tradicional Americano** é derivado do **Sistema Imperial**, adotado pela Inglaterra e imposto em suas colônias
- Dificuldades:
  - Base não decimal
  - Uso frequente de frações e múltiplos de 12
  - Algumas relações de leis físicas acabam precisando de constantes
  - Certas unidades têm valores diferentes para tratar de *sólidos* e *líquidos*, *distancias em terra*, *mar* ou *ar*, etc.

## Sistema de Unidade:

# *Definições*

# Sistema de Unidade: Unidades de Base

GRANDEZA	UNIDADE	SÍMBOLO
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente Elétrica	ampère	A
Temperatura	kelvin	K
Qtd. de matéria	mole	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

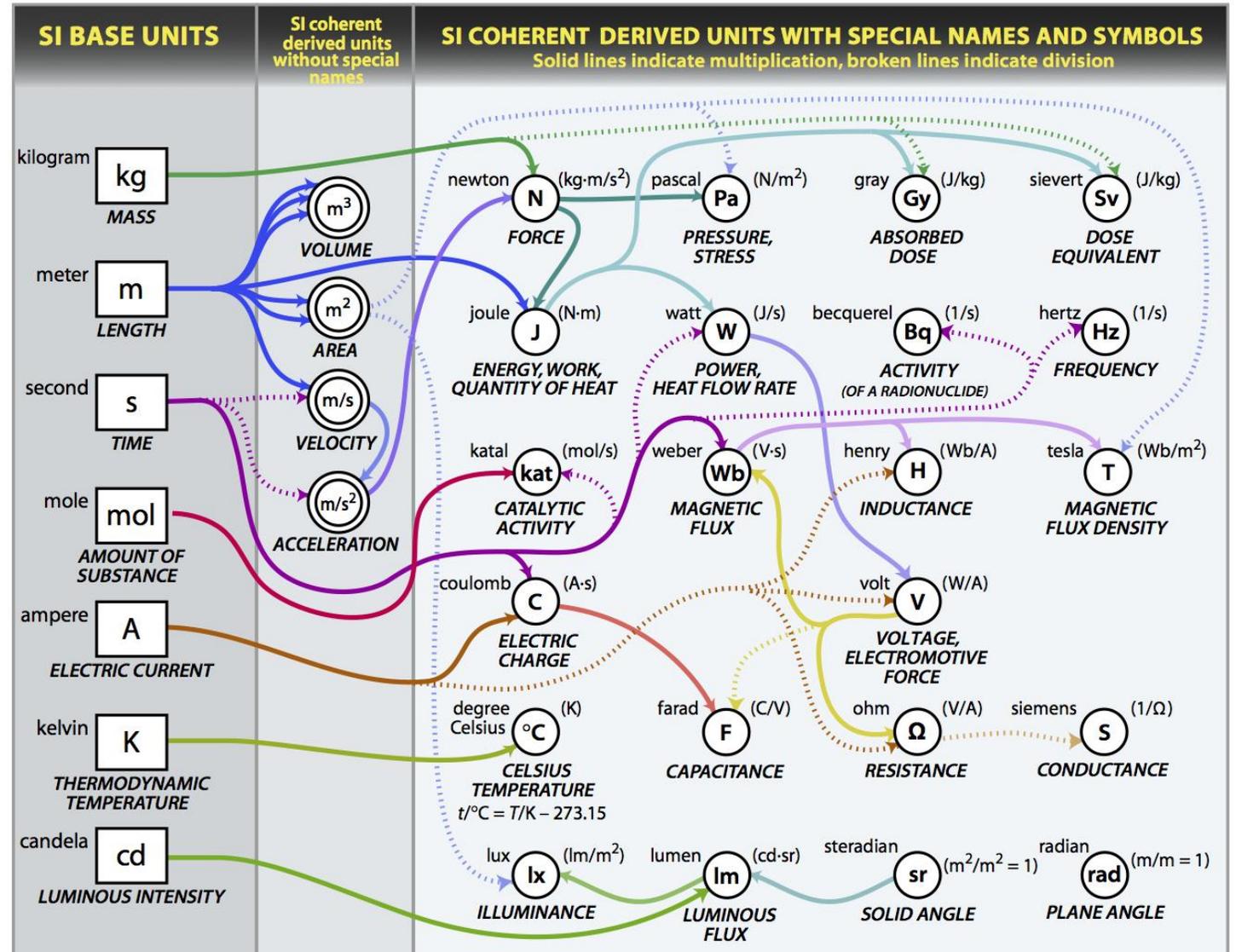
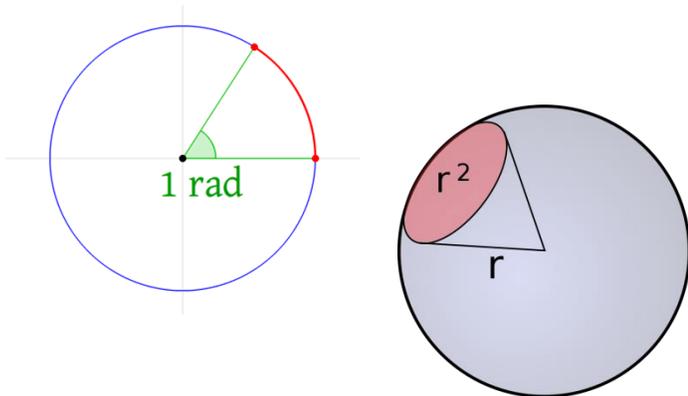
# Sistema de Unidade: Unidades Derivadas

## (Suplementares)

GRANDEZA	Fórmula	UNIDADE	SÍMBOLO
Força	$\text{kg m} / \text{s}^2$	newton	N
Trabalho	$\text{N m} = \text{kg m}^2 / \text{s}^2$	joule	J
Potência	$\text{N m s}^{-1} = \text{kg m}^2 / \text{s}^3$	watt	W
Pressão	$\text{N/m}^2 = \text{kg m}^2/\text{s}^2$		
Frequência	$1/\text{s}$	Hertz	Hz
Carga elétrica	A s	coulomb	C
Potencial Elétrico	J/C	Volt	V
Momento de uma força	N m	-	-
Campo elétrico	V / m	-	-

# Sistema de Unidade: Relações entre Unidades

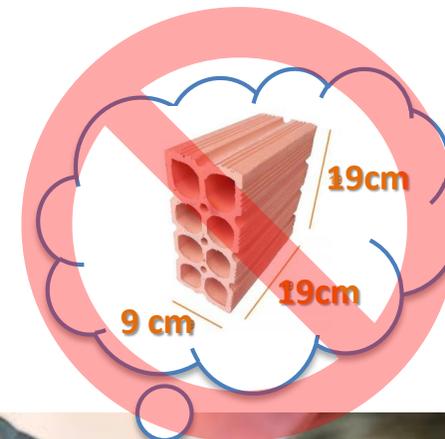
- atenção com **MAIÚSCULAS** e **minúsculas**
- unidades e prefixos*
- consistência de unidades em leis e equações
- Unidades adimensionais (rd, sr, dB,...)



# Sistema de Unidade: Prefixos

FATOR	PREFIXO	SÍMBOLO	FATOR	PREFIXO	SÍMBOLO
$10^{24}$	yotta	Y	$10^{-1}$	deci	d
$10^{21}$	zetta	Z	$10^{-2}$	centi	c
$10^{18}$	exa	E	$10^{-3}$	mili	m
$10^{15}$	peta	P	$10^{-6}$	micro	μ
$10^{12}$	tera	T	$10^{-9}$	nano	n
$10^9$	giga	G	$10^{-12}$	pico	p
$10^6$	mega	M	$10^{-15}$	femto	f
$10^3$	quilo	k	$10^{-18}$	atto	a
$10^2$	hecto	h	$10^{-21}$	zepto	z
$10^1$	deca	da	$10^{-24}$	yocto	y

# Sistema de Unidade: Usos Corriqueiros



eng. mecânica:  
milímetros [mm]

ruído:  
decibel [dB]



# Sistema de Unidade: Usos Corriqueiros

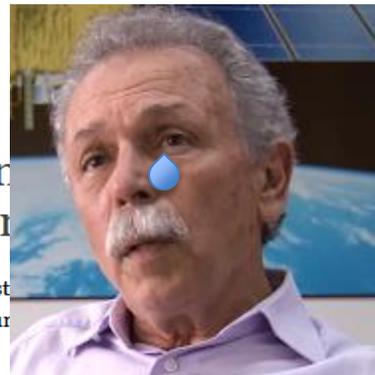


altura de voo:  
pés [ft]



Desmatamento na Amazônia maior em 5 anos, aponta Inpe

Em meio a pressão internacional, devastação da floresta consecutiva, com salto de mais de 10% em relação a junho do primeiro semestre, alta foi de 25%.

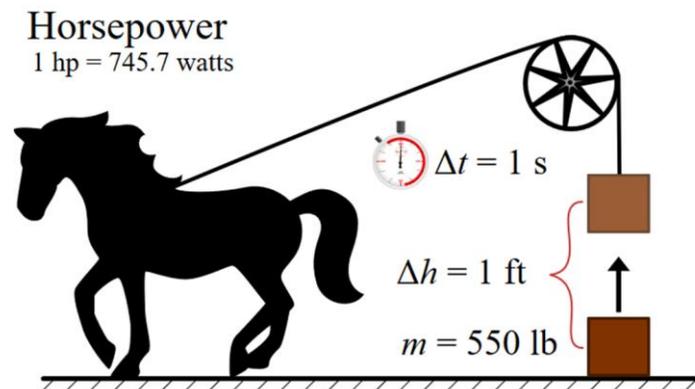


Os dados são do Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite (Prodes), que utiliza imagens do satélite Landsat ou similares para registrar e quantificar as áreas desmatadas maiores que **6,25 hectares**, segundo o Inpe.

A destruição da Amazônia aumentou 10,6% em relação a junho de 2019, atingindo 1.034 km<sup>2</sup>

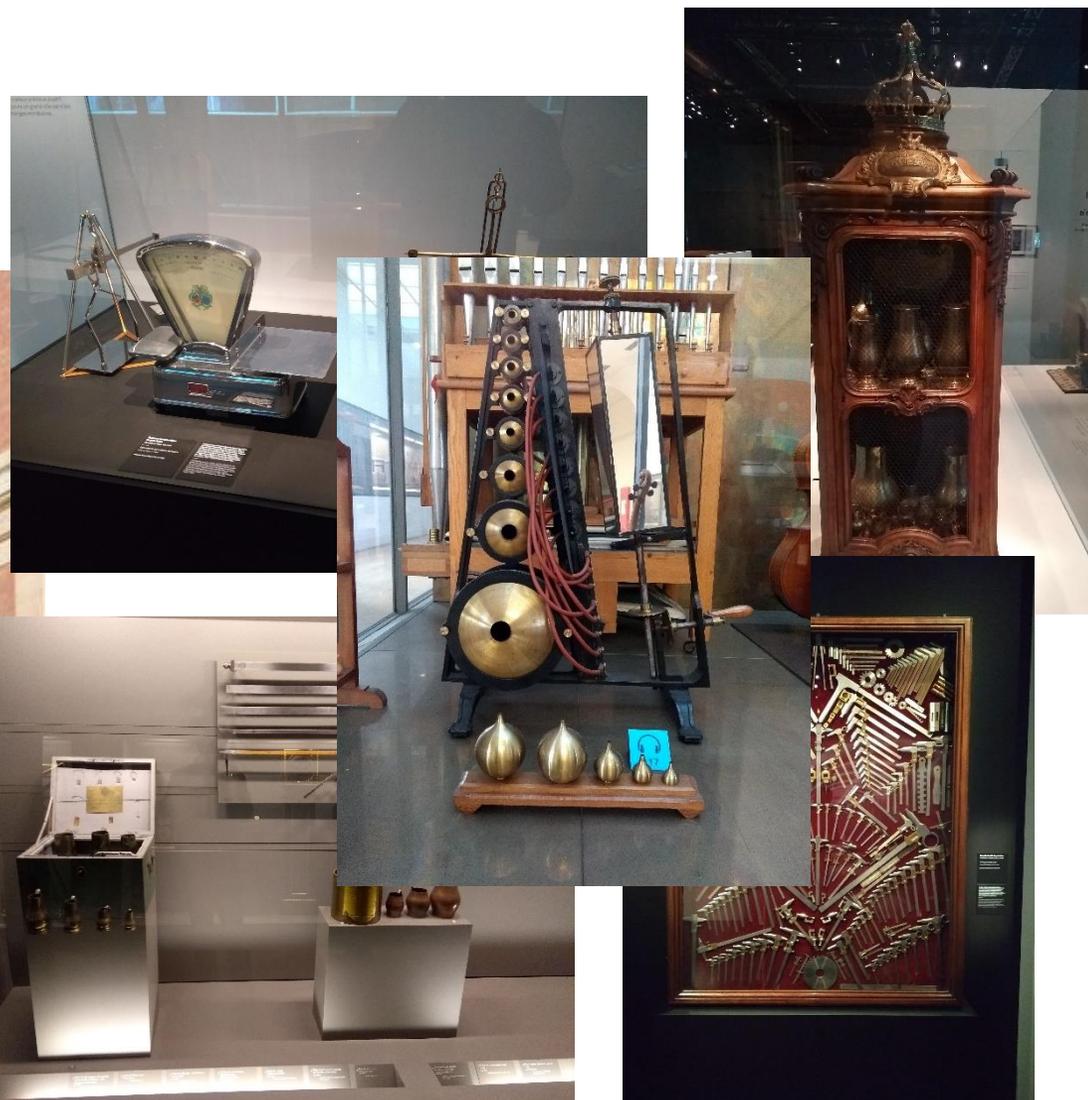


potência de motores: cavalos [cv]  
velocidade angular: [RPM]



# Museu de Artes e Ofícios

*Musée des Arts et Métiers*



# Museu de Artes e Ofícios

*Musée des Arts et Métiers*

viagem didática!?

SAMECA e SAdEM, fica a dica...

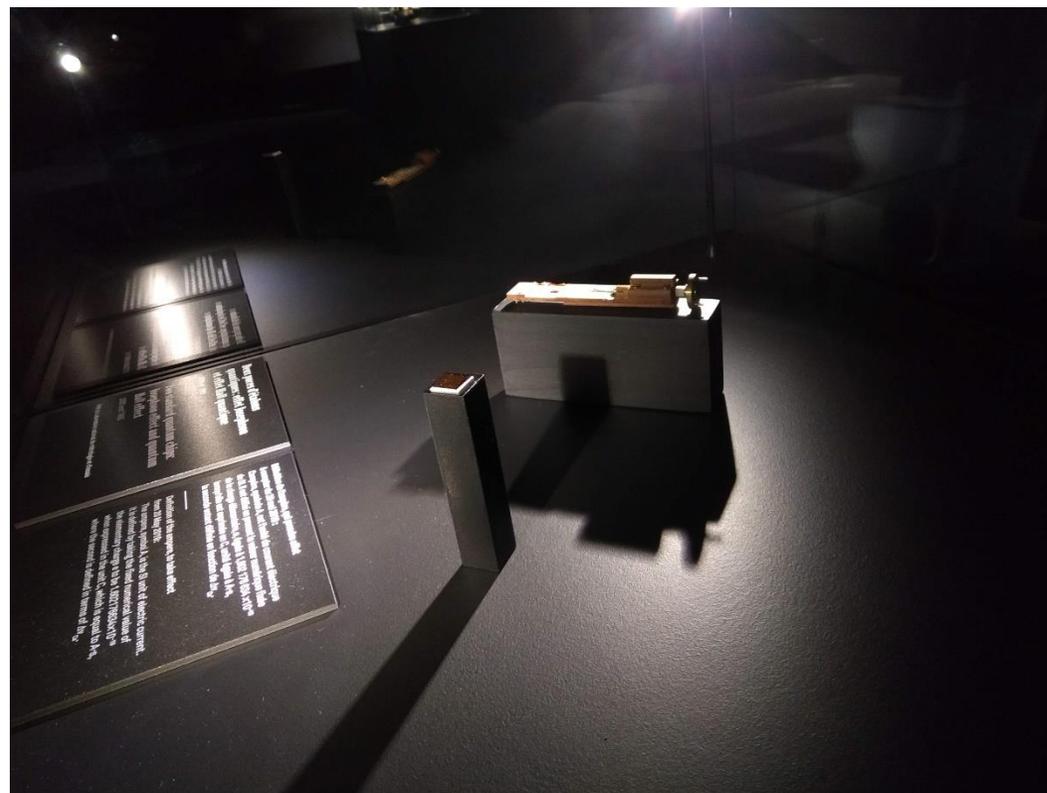


# Padrões do sistema métrico

## Chip quântico de efeito Hall

*Usado para a definição do Ampère [A]*

(1948) “O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida em dois condutores paralelos, retilíneos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível, e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produz entre estes condutores uma força igual a  $2 \times 10^{-7}$  newton por metro de comprimento.”



# Padrões do sistema métrico

**Ressonador acústico esférico com  
cavidade de micro-ondas**  
*Usado para a definição do Kelvin [K]*

(1954) “O kelvin, unidade de temperatura termodinâmica, é a fração  $1/273,16$  da temperatura termodinâmica no ponto tríplice da água.”

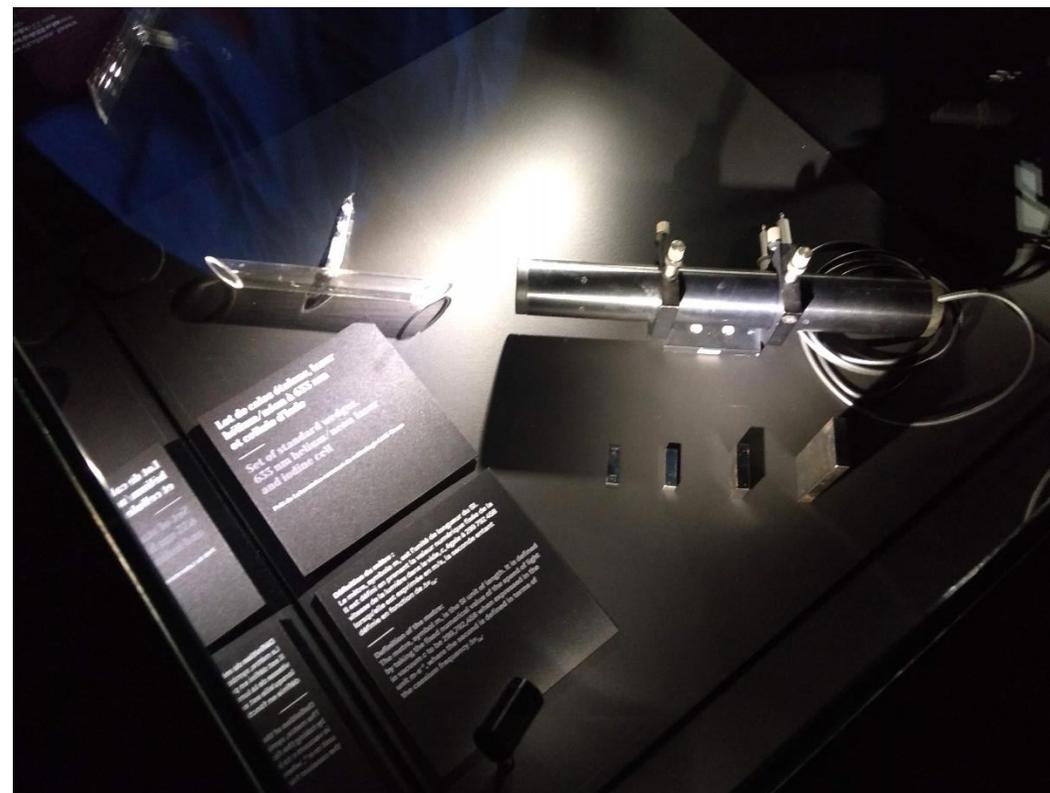


# Padrões do sistema métrico

Aparato para definição de comprimento

*Usado para a definição do metro [m]*

(1960) “O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante um intervalo de tempo de  $1/299\,792\,458$  de segundo.”



# Padrões do sistema métrico

**Aparato para definição de intensidade luminosa**

*Usado para a definição da candela [cd]*

**(1967) “A candela é a intensidade luminosa, numa dada direção de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência  $540 \cdot 10^{12}$  hertz e cuja intensidade energética nessa direção é 1/683 watt por esterradiano.”**

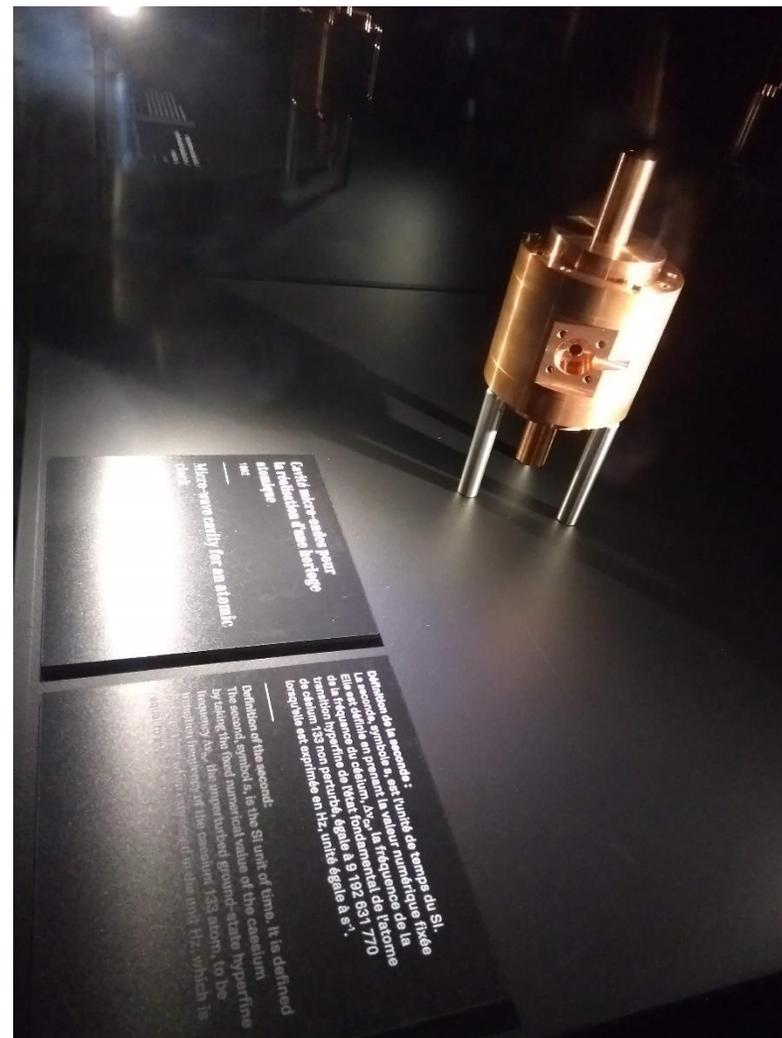


# Padrões do sistema métrico

Cavidade de micro-ondas para relógio atômico

*Usado para a definição do segundo [s]*

(1967) “O segundo é a duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.”



# Padrões do sistema métrico

## Padrão de Platina-iridium

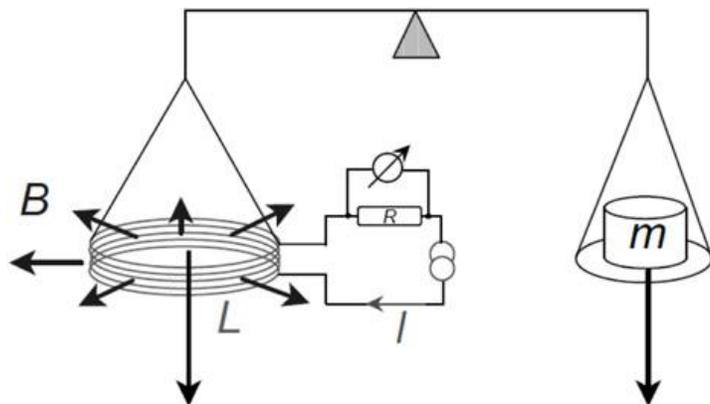
*A definição do quilograma [kg]...*

*... ou não?*

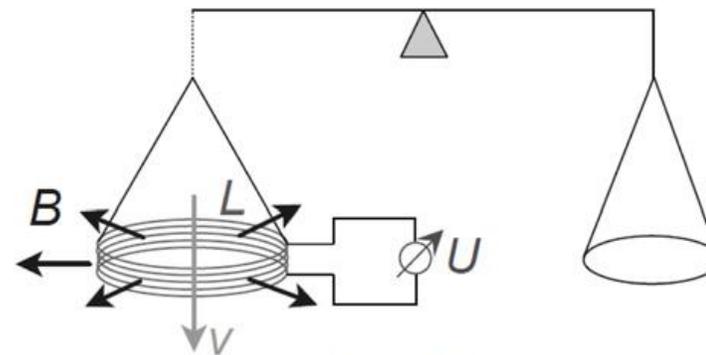
**(1899) “O quilograma é a unidade de massa (e não de peso, nem força); ele é igual à massa do protótipo internacional do quilograma.” \***



# Padrões do sistema métrico



$$BLi = mg$$



$$U = BLv$$

$$\frac{U}{v} = BL = \frac{mg}{i} \Rightarrow Ui [W] = mgv [W]$$

## Sumário

- ❖ Usem 3 ou 4 algarismos significativos
- ❖ Indiquem as unidades (SI) nas respostas



# Atualização nas definições do SI

mais sobre o assunto:

- [Sistema Métrico \(TEDed\)](#)
- [The American Kilogram](#)
- [World's Roundest Object](#)
- [How We're Redefining the kg](#)

## No próxima aula:

- ❖ Vetores: operações e propriedades
- ❖ Vetores de força
- ❖ Vetores posição