

# 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**

2023/01

## LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

### 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.

2023/01

#### **Professores Ministrantes:**

Prof. Tiago Bueno de Moraes      e-mail: [tiago.moraes@usp.br](mailto:tiago.moraes@usp.br)  
Prof. Jarbas Honorio de Miranda      e-mail: [jhmirand@usp.br](mailto:jhmirand@usp.br)

Sala Prof. Tiago (ESALQ): 3447-5041  
Sala Prof. Jarbas (ESALQ): 3447-5040

#### **Estagiária PAE:**

Mestranda Bruna Marques de Queiroz  
(Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Sistemas Agrícolas – PPGESA)  
Email: [bruna.marques.queiroz@usp.br](mailto:bruna.marques.queiroz@usp.br)

## Turma de Segunda e Sexta

### Horário:

Segunda-feira e Sexta-Feira: 10:00 às 11:40

**Local das aulas:** Anfiteatro do Pavilhão de Engenharia (Depto. de Engenharia de Biosistemas)

**Período Letivo:** 13/03/2023 a 15/07/2023

### Avaliação:

Os estudantes serão avaliados por Exercícios e **3 Provas** que ocorrerão nas seguintes datas:

Atividade	Data	Peso
Exercícios		10%
PROVA 1	17/04/2023 (segunda-feira)	30%
PROVA 2	19/05/2023 (sexta-feira)	30%
PROVA 3	30/06/2023 (sexta-feira)	30%
PROVA SUBSTITUTIVA	07/07/2023 (sexta-feira)	(substituirá a menor nota das provas ao longo do semestre)

## Turma de Terça e Quinta

### Horário:

Terça-feira e Quinta-Feira: 14:00 às 15:40

**Local das aulas:** Anfiteatro do Pavilhão de Engenharia (Depto. de Engenharia de Biossistemas)

**Período Letivo:** 13/03/2023 a 15/07/2023

### Avaliação:

Os estudantes serão avaliados por Exercícios e **3 Provas** que ocorrerão nas seguintes datas:

Atividade	Data	Peso
<b>Exercícios</b>		10%
<b>PROVA 1</b>	18/04/2023 (terça-feira)	30%
<b>PROVA 2</b>	18/05/2023 (quinta-feira)	30%
<b>PROVA 3</b>	29/06/2023 (quinta-feira)	30%
<b>PROVA SUBSTITUTIVA</b>	06/07/2023 (quinta-feira)	(substituirá a menor nota das provas ao longo do semestre)

## 3 Provas

• P1 → abril (30%)

• P2 → maio (30%)

• P3 → junho (30%)

+ Lista de exercícios (10%)

Será aprovado se:

**Frequência  $\geq 70\%$**

**Nota Final  $\geq 5$  pontos**

# LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

Mês	Dia	Assunto	Aula
Março	13	Início das Aulas (Apresentação da Disciplina)	Prof. Tiago
	17	Aula 1 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	20	Aula 2 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	24	Aula 3 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional + Exercícios	Prof. Tiago
	27	Aula 4 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional + Exercícios	Prof. Tiago
	31	Aula 5 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos	Prof. Tiago
Abril	03	<i>Semana Santa. Não haverá aula.</i>	-
	07	<i>Semana Santa. Não haverá aula.</i>	-
	10	Aula 6 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos	Prof. Tiago
	14	Aula 7 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos + Exercícios	Prof. Tiago
	17	<b>Prova P1</b>	Prof. Tiago
	21	<i>Feriado Tiradentes. Não haverá aula.</i>	-
	24	Aula 9 – Termodinâmica - Processo Adiabático	Prof. Tiago
	28	Aula 10 – Termodinâmica - Processo Adiabático	Prof. Tiago
Maio	01	<i>Feriado dia do Trabalho. Não haverá aula.</i>	-
	05	Aula 11 – Termodinâmica - Processo Adiabático (Exercícios)	Prof. Tiago
	08	Aula 12 – Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	12	Aula 13 – Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	15	Aula 14 – Leis da Radiação <u>Térmica</u> + Exercícios	Prof. Jarbas
	19	<b>Prova P2</b>	Prof. Jarbas

Seg-Sex

# LEB0200 - Física do Ambiente agrícola

## Calendário

Ter-Qui

Mês	Dia	Assunto	Aula
Março	14	Início das Aulas (Apresentação da Disciplina)	Prof. Tiago
	16	Aula 1 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	21	Aula 2 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional	Prof. Tiago
	23	Aula 3 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional + Exercícios	Prof. Tiago
	28	Aula 4 – Sistemas de Unidades e Análise Dimensional + Exercícios	Prof. Tiago
	30	Aula 5 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos	Prof. Tiago
Abril	04	<i>Semana Santa. Não haverá aula.</i>	-
	06	<i>Semana Santa. Não haverá aula.</i>	-
	11	Aula 6 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos	Prof. Tiago
	13	Aula 7 – Termodinâmica de Sistemas Gasosos + Exercícios	Prof. Tiago
	18	<b>Prova P1</b>	Prof. Tiago
	20	Aula 9 – Termodinâmica - Processo Adiabático	Prof. Tiago
	25	Aula 10 – Termodinâmica - Processo Adiabático	Prof. Tiago
	27	Aula 11 – Termodinâmica Proc. Adiabático + Exercícios	Prof. Tiago
	02	Aula 12 – Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	04	Aula 13 – Leis da Radiação Térmica	Prof. Jarbas
	09	Aula 14 – Leis da Radiação Térmica + Exercícios	Prof. Jarbas

## **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)

# Títulos acadêmicos

## 2011 - 2016 Doutorado em Física Aplicada



Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos-SP, Brasil.



Orientador: Prof. Dr. Luiz Alberto Colnago, pesquisador da EMBRAPA Instrumentação. Bolsista: FAPESP.

(2014 - 2015) Bolsa de Estágio de Pesquisa no Exterior (BEPE)

*Institut für Technische und Makromolekulare Chemie (ITMC),*

*RWTH Aachen University, Alemanha. FAPESP. Prof. Dr. Bernhard Blüemich.*

## 2009 - 2011 Mestrado em Física



Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos-SP, Brasil. Orientador: Prof. Dr. Cláudio José Magon. Bolsista: CNPq.

## 2005 – 2008 Graduação em Bacharelado em Física



Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (USP), São Carlos-SP, Brasil.



**2017 - 2017** **Professor substituto**, na UNESP, campus de Araraquara/SP.  
Física I, Física II e laboratórios de Física I e II.



**2018 - 2019** **Professor substituto**, na UFSCar, campus de São Carlos/SP.  
Física Experimental B – Introdução à eletricidade e eletrônica  
Introdução física ondulatória



**2020 – 2022** **Professor Adjunto**, na UFMG, campus de Belo Horizonte/MG.  
Instituto de Ciências Exatas (ICEx – UFMG)



**(2017 - 2019) Pós-doutorado USP – Petrobras / CENPES**  
*“Desenvolvimento e implantação de sequências de pulsos por TD-NMR aplicadas a materiais poliméricos e outros materiais de interesse da Indústria do Petróleo”* Projeto CENPES / Petrobrás e IFSC - USP



# Sensores e espectroscopia

- Espectroscopias ópticas (UV-vis, Infravermelho, NIR, etc..)
- Ressonância Magnética *Eletrônica e Nuclear*, etc..

➤ *Propriedades Físicas e Químicas de materiais*

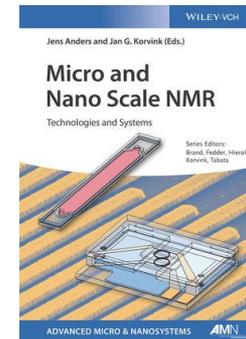
## Linhas de Pesquisa

- ❑ **Desenvolvimento de novos métodos;**

*Instrumentação, Métodos, Processamento de dados, etc;*

- ❑ **Aplicações em sistemas Agrícolas;**

*Sementes, Solos, Plantas, Alimentos, etc.*



Instrumentação



Programação



Experimental



Análise de dados

# Área de Pesquisa



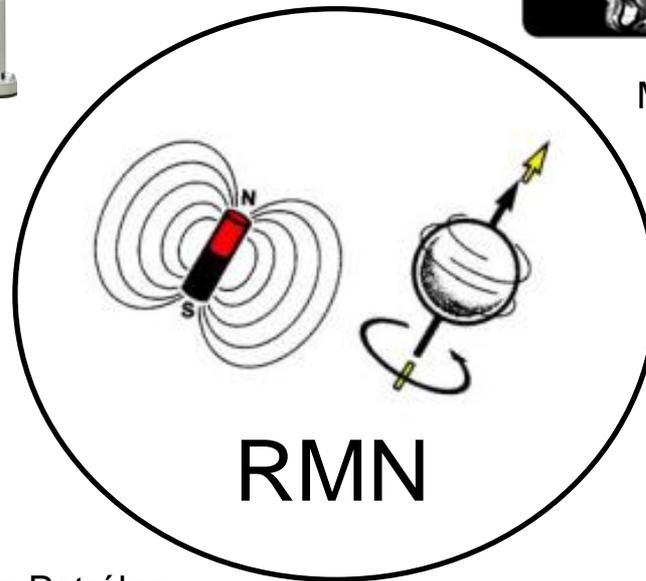
Ressonância Magnética Nuclear de alta resolução



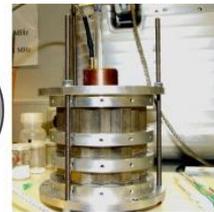
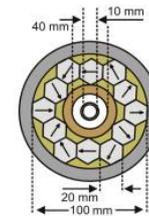
Medicina: Imagens, Fármacos.



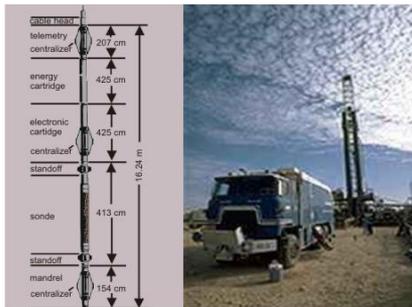
Ressonância Magnética Nuclear de baixa resolução;



RMN

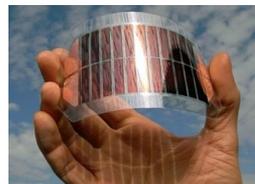


Instrumentação eletrônica, simulação e processamento de dados

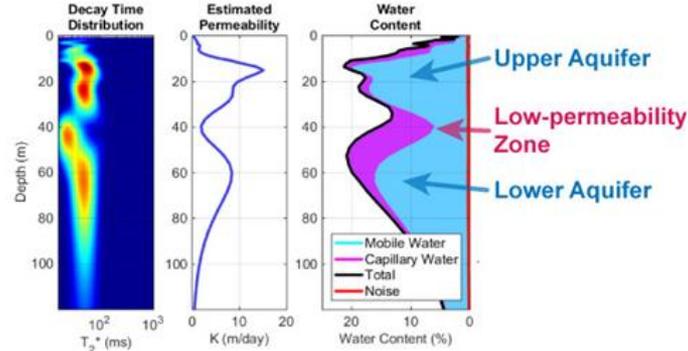


Industria do Petróleo, engenharia química, eng. de materiais..

Estudo e caracterização de materiais biológicos, biomassas, etc

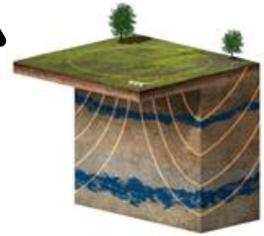


# Ressonância Magnética: Escala de investigação



Aquíferos

Escala



1 Km



Macroscópico

1  $\mu$ m

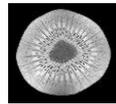
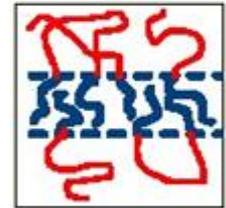


Imagem RMN



Relaxometria



Mesoscópico

10 nm



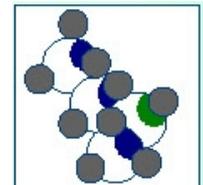
1 nm



Espectroscopia de RMN  
High resolution

Estrutura atômica  
molecular

0,1 nm



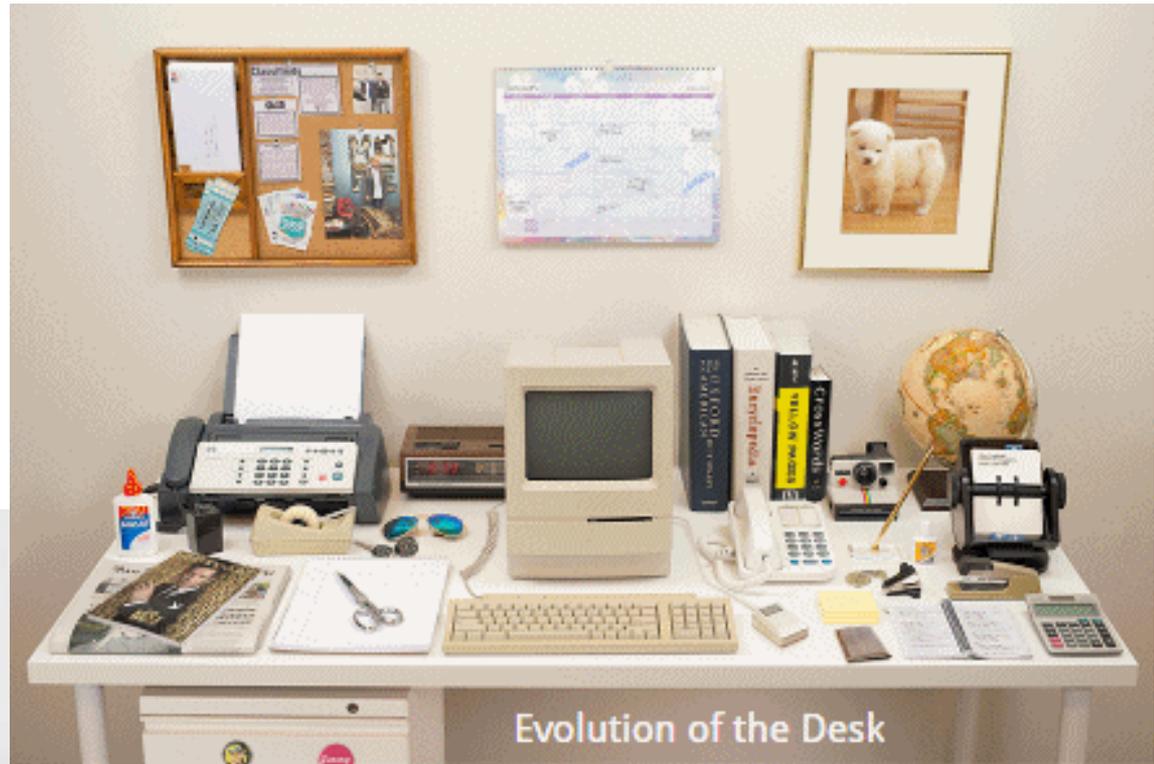
# Instrumentação

- Laboratório de Instrumentação eletrônica área Agrícola
  - Sensores, instrumentação, automação para Sistemas Agrícolas;
  - Agricultura digital; robótica; Arduino;
  - Desenvolver soluções tecnológicas no contexto da agricultura digital;



# Introdução

# Futuro



Evolution of the Desk

1980



?



# Futuro

2005



- Revolução dos notebooks
- Revolução dos smartphones
- Youtube, redes sociais, Chat GPT, etc..



*A logical extension of today's telephone service...*

## **Bell System introduces PICTUREPHONE service**

*Both ends of telephone conversations are pictured: people phone by appointment from family-type booths in attended centers.*

■  
*New York (Grand Central Station), Chicago (Prudential Building), Washington (National Geographic Society Building) have service.*

Bell System PICTUREPHONE service now lets callers see as well as talk on the telephone. And "hands-free" if they wish.

For the first time, people can make a visual telephone call to another city—the latest example of the research, invention and development that are constantly improving the communications we provide.

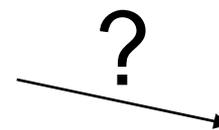
The new service is being offered in the

cities listed at the left. Bell System attendants at each local center help callers enjoy pre-arranged face-to-face visits with friends or relatives in either of the other cities.

Further development of PICTUREPHONE service is still in the future. But the service is another step toward our goal of providing you with better, warmer, more nearly complete communication by telephone.



**Bell System** *Serving you*  
American Telephone & Telegraph Co. and Associated Companies



# Futuro



2019 <https://www.youtube.com/user/BostonDynamics>

# Estudar e aprender exige esforço, treino!



***Muito treino! = Muito estudo!***



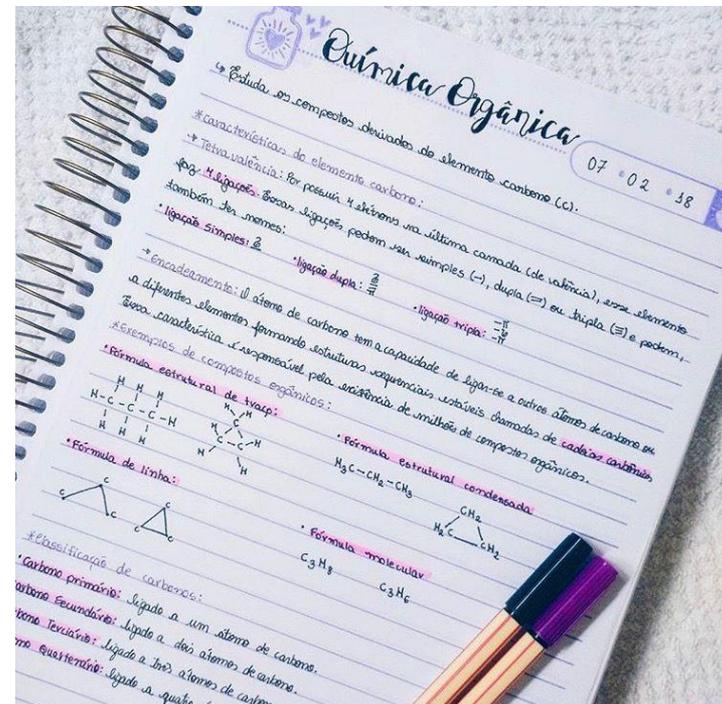
# Aprovação

***Reprovado =(***



# Faça um caderno de estudos!

Anotações são importantes!



## ➤ Resolução das Listas de Exercícios

A satisfação de um trabalho bem feito



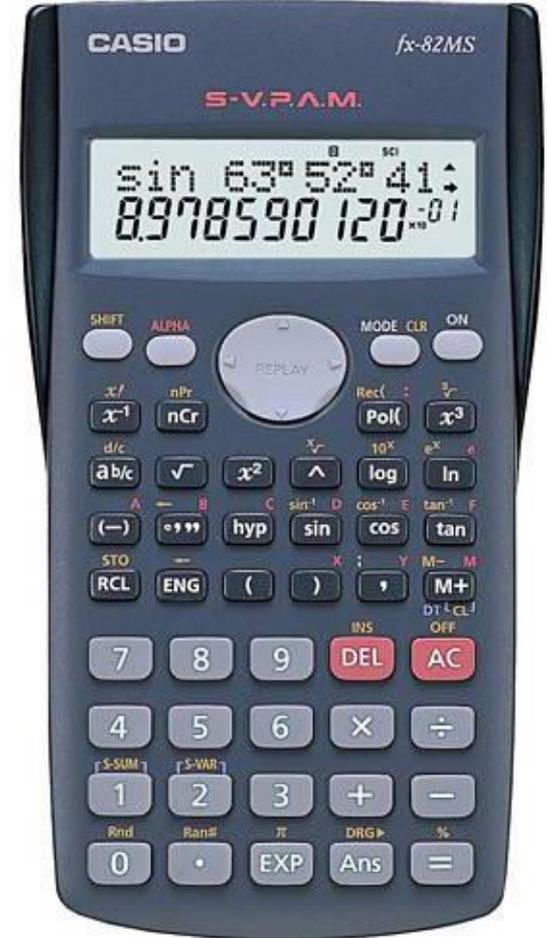
# Calculadora científica

Nesta disciplina uma calculadora científica pode ser uma ferramenta importante para as análises e contas. É uma boa oportunidade para aprender a utilizar.

Nas provas não será aceito o uso de celulares, tablets e notebooks.

Recomendação:

Modelo Calculadora científica fx 82MS Casio



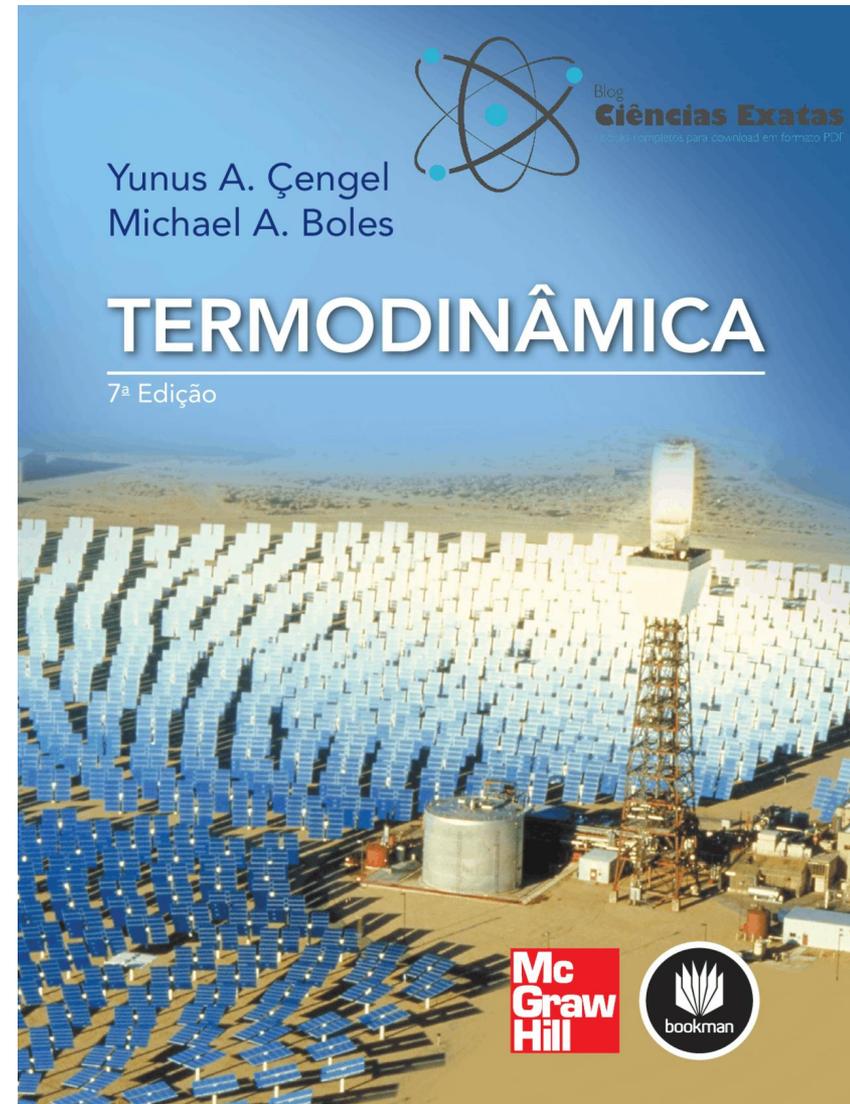


Apostila: Física do Ambiente Agrícola, LEB-ESALQ.  
Tem no e-disciplinas.

### 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)

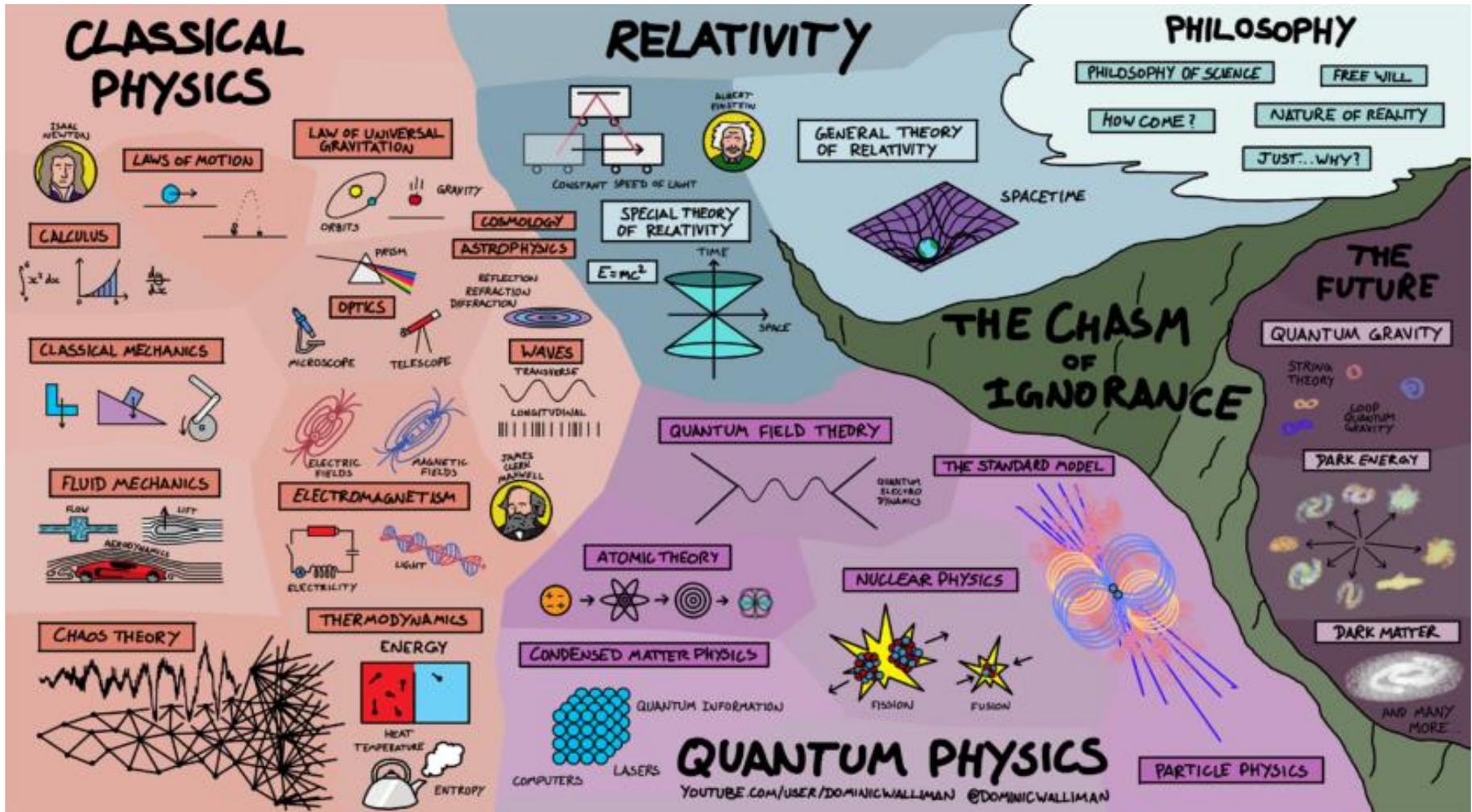
ÇENGEL, Y.A. & BOLES, M.A. Termodinâmica, McGraw Hill, São Paulo, 7ª Edição.



# Perguntem



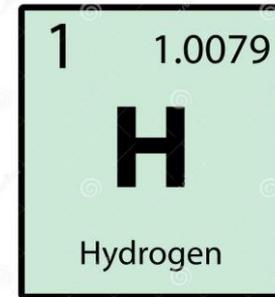
# Diferentes ramos da Física



Mapa da Física: <https://youtu.be/ZihywtixUYo>

# Conceitos fundamentais

**Matéria:** Tudo aquilo que ocupa espaço e tem massa.



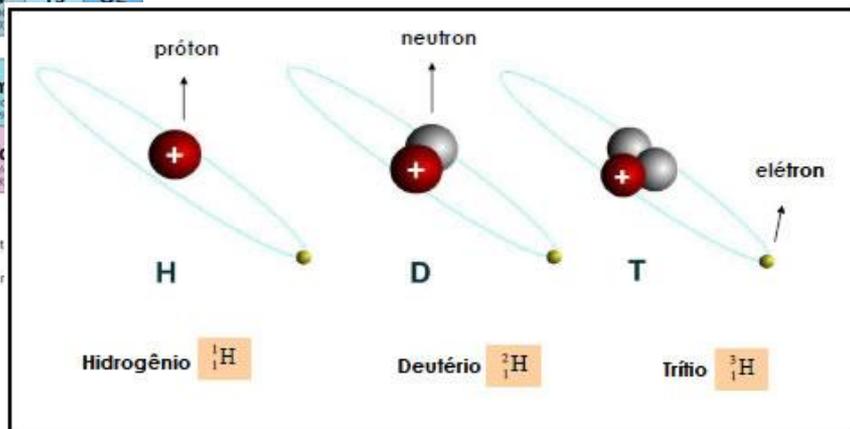
PERÍODO	GRUPO																																																																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																				
1	<b>H</b> hidrogênio 1,008																	<b>He</b> hélio 4,0026																																																				
2	<b>Li</b> lítio 6,94	<b>Be</b> berílio 9,0122											<b>B</b> boro 10,81	<b>C</b> carbono 12,011	<b>N</b> nitrogênio 14,007	<b>O</b> oxigênio 15,999	<b>F</b> flúor 18,998	<b>Ne</b> neônio 20,180																																																				
3	<b>Na</b> sódio 22,990	<b>Mg</b> magnésio 24,305											<b>Al</b> alumínio 26,982	<b>Si</b> silício 28,086	<b>P</b> fósforo 30,974	<b>S</b> enxofre 32,06	<b>Cl</b> cloro 35,45	<b>Ar</b> argônio 39,948																																																				
4	<b>K</b> potássio 39,098	<b>Ca</b> cálcio 40,078(4)	<b>Sc</b> escândio 44,956	<b>Ti</b> titânio 47,867	<b>V</b> vanádio 50,942	<b>Cr</b> cromio 51,996	<b>Mn</b> manganês 54,938	<b>Fe</b> ferro 55,845(2)	<b>Co</b> cobalto 58,933	<b>Ni</b> níquel 58,693	<b>Cu</b> cobre 63,546(3)	<b>Zn</b> zinco 65,38(2)	<b>Ga</b> gálio 69,723	<b>Ge</b> germânio 72,630(8)	<b>As</b> arsênio 74,922	<b>Se</b> selênio 78,971(8)	<b>Br</b> bromo 79,904	<b>Kr</b> criptônio 83,798(2)																																																				
5	<b>Rb</b> rubídio 85,468	<b>Sr</b> estrôncio 87,62	<b>Y</b> ítrio 88,906	<b>Zr</b> zircônio 91,224(2)	<b>Nb</b> nióbio 92,906	<b>Mo</b> molibdênio 95,94	<b>Tc</b> tecnécio [98]	<b>Ru</b> rutênio 101,07(2)	<b>Rh</b> ródio 102,91	<b>Pd</b> paládio 106,42	<b>Ag</b> prata 107,87	<b>Cd</b> cádmio 112,41	<b>In</b> índio 114,82	<b>Sn</b> estanho 118,71	<b>Sb</b> antimônio 121,76	<b>Te</b> telúrio 127,60(3)	<b>I</b> iodo 126,90	<b>Xe</b> xenônio 131,29																																																				
6	<b>Cs</b> césio 132,9	<b>Ba</b> bário 137,33											<b>Hf</b> hafnio 178,49(2)	<b>Ta</b> tântalo 180,95	<b>W</b> tungstênio 183,84	<b>Re</b> rênio 186,21	<b>Os</b> ósio 190,23(2)	<b>Ir</b> íridio 192,22	<b>Pt</b> platina 195,08	<b>Au</b> ouro 196,97	<b>Hg</b> mercúrio 200,59	<b>Tl</b> talho 204,38	<b>Pb</b> chumbo 207,2	<b>Bi</b> bismuto 208,98	<b>Po</b> polônio [209]	<b>At</b> ástato [210]	<b>Rn</b> radônio [222]																																											
7	<b>Fr</b> frâncio [223]	<b>Ra</b> rádio [226]											<b>Rf</b> rutherfordio [261]	<b>Db</b> dubnio [262]	<b>Sg</b> seabórgio [263]	<b>Bh</b> bohrio [264]	<b>Hs</b> hásio [265]	<b>Mt</b> meitnério [266]	<b>Ds</b> darmstádio [267]	<b>Rg</b> roentgênio [268]	<b>Cn</b> copernício [285]	<b>Nh</b> nihônio [286]	<b>Fl</b> fleróvio [289]	<b>Mc</b> moscóvio [288]	<b>Lv</b> livermório [293]	<b>Ts</b> tântalo [294]	<b>Og</b> óganesson [294]																																											
			<table border="1"> <tr> <td>57</td><td>58</td><td>59</td><td>60</td><td>61</td><td>62</td><td>63</td><td>64</td><td>65</td><td>66</td><td>67</td><td>68</td><td>69</td> </tr> <tr> <td><b>La</b> lantânio 138,91</td><td><b>Ce</b> cério 140,12</td><td><b>Pr</b> praseodímio 140,91</td><td><b>Nd</b> neodímio 144,24</td><td><b>Pm</b> promécio [145]</td><td><b>Sm</b> samário 150,36(2)</td><td><b>Eu</b> europio 151,96</td><td><b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)</td><td><b>Tb</b> térbio 158,93</td><td><b>Dy</b> disprósio 162,50</td><td><b>Ho</b> hólio 164,93</td><td><b>Er</b> érbio 167,26</td><td><b>Tm</b> túlio 168,93</td> </tr> <tr> <td>89</td><td>90</td><td>91</td><td>92</td><td>93</td><td>94</td><td>95</td><td>96</td><td>97</td><td>98</td><td>99</td><td>100</td><td>101</td> </tr> <tr> <td><b>Ac</b> actínio [227]</td><td><b>Th</b> tório 232,04</td><td><b>Pa</b> protactínio 231,04</td><td><b>U</b> urânio 238,03</td><td><b>Np</b> netúrio [237]</td><td><b>Pu</b> plutônio [244]</td><td><b>Am</b> américio [243]</td><td><b>Cm</b> cúrio [247]</td><td><b>Bk</b> berquílio [247]</td><td><b>Cf</b> califórnio [251]</td><td><b>Es</b> einstéio [252]</td><td><b>Fm</b> fêrmio [257]</td><td><b>Md</b> mendelívio [258]</td> </tr> </table>																57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	<b>La</b> lantânio 138,91	<b>Ce</b> cério 140,12	<b>Pr</b> praseodímio 140,91	<b>Nd</b> neodímio 144,24	<b>Pm</b> promécio [145]	<b>Sm</b> samário 150,36(2)	<b>Eu</b> europio 151,96	<b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)	<b>Tb</b> térbio 158,93	<b>Dy</b> disprósio 162,50	<b>Ho</b> hólio 164,93	<b>Er</b> érbio 167,26	<b>Tm</b> túlio 168,93	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	<b>Ac</b> actínio [227]	<b>Th</b> tório 232,04	<b>Pa</b> protactínio 231,04	<b>U</b> urânio 238,03	<b>Np</b> netúrio [237]	<b>Pu</b> plutônio [244]	<b>Am</b> américio [243]	<b>Cm</b> cúrio [247]	<b>Bk</b> berquílio [247]	<b>Cf</b> califórnio [251]	<b>Es</b> einstéio [252]	<b>Fm</b> fêrmio [257]	<b>Md</b> mendelívio [258]
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69																																																										
<b>La</b> lantânio 138,91	<b>Ce</b> cério 140,12	<b>Pr</b> praseodímio 140,91	<b>Nd</b> neodímio 144,24	<b>Pm</b> promécio [145]	<b>Sm</b> samário 150,36(2)	<b>Eu</b> europio 151,96	<b>Gd</b> gadolínio 157,25(3)	<b>Tb</b> térbio 158,93	<b>Dy</b> disprósio 162,50	<b>Ho</b> hólio 164,93	<b>Er</b> érbio 167,26	<b>Tm</b> túlio 168,93																																																										
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101																																																										
<b>Ac</b> actínio [227]	<b>Th</b> tório 232,04	<b>Pa</b> protactínio 231,04	<b>U</b> urânio 238,03	<b>Np</b> netúrio [237]	<b>Pu</b> plutônio [244]	<b>Am</b> américio [243]	<b>Cm</b> cúrio [247]	<b>Bk</b> berquílio [247]	<b>Cf</b> califórnio [251]	<b>Es</b> einstéio [252]	<b>Fm</b> fêrmio [257]	<b>Md</b> mendelívio [258]																																																										

número atômico  
 símbolo químico  
 nome  
 peso atômico  
 (ou número de massa do isótopo mais estável)

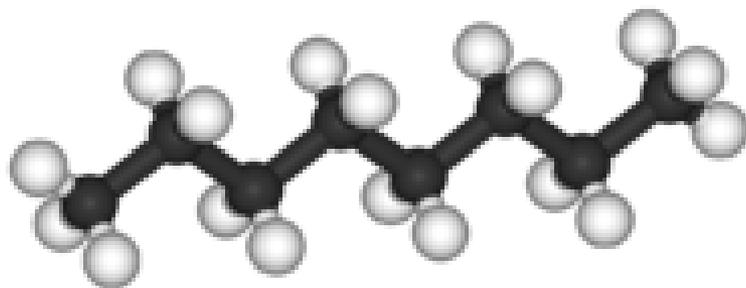
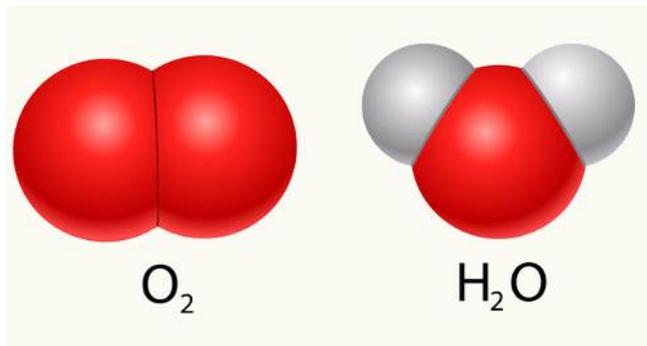
- Não metais
- Metais alcalinos
- Semimetais
- Outros metais
- Lant
- Gases nobres
- Metais alcalino-terrosos
- Halogênios
- Metais de transição
- Actin

Download from [Dreamstime.com](https://www.dreamstime.com)

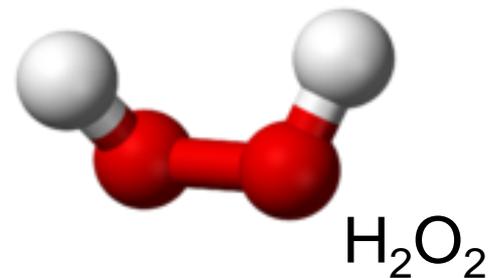
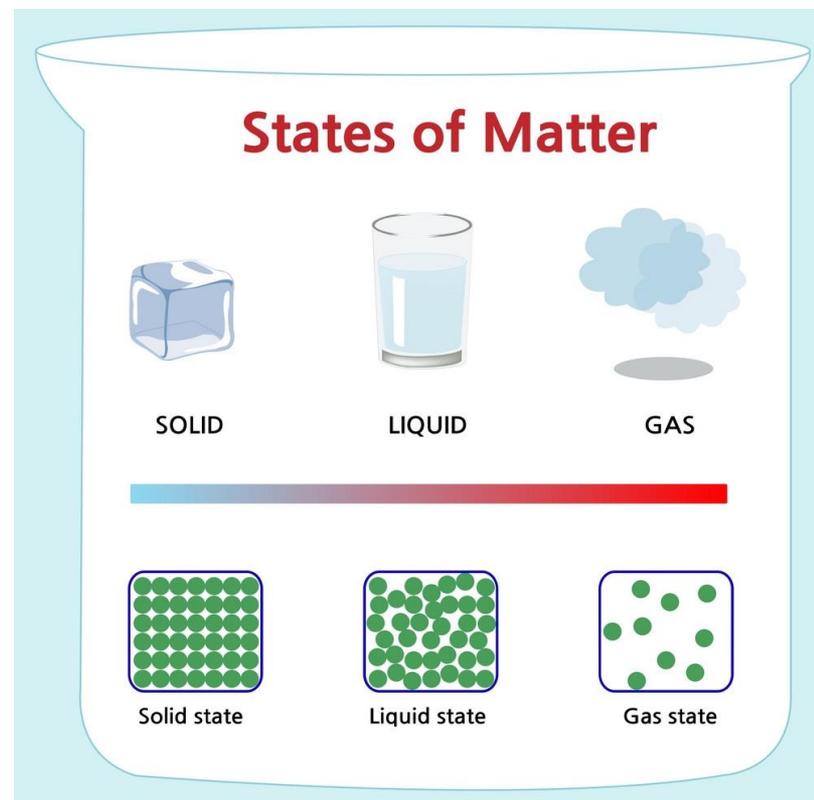
~ 93% dos átomos do universo



# Conceitos fundamentais

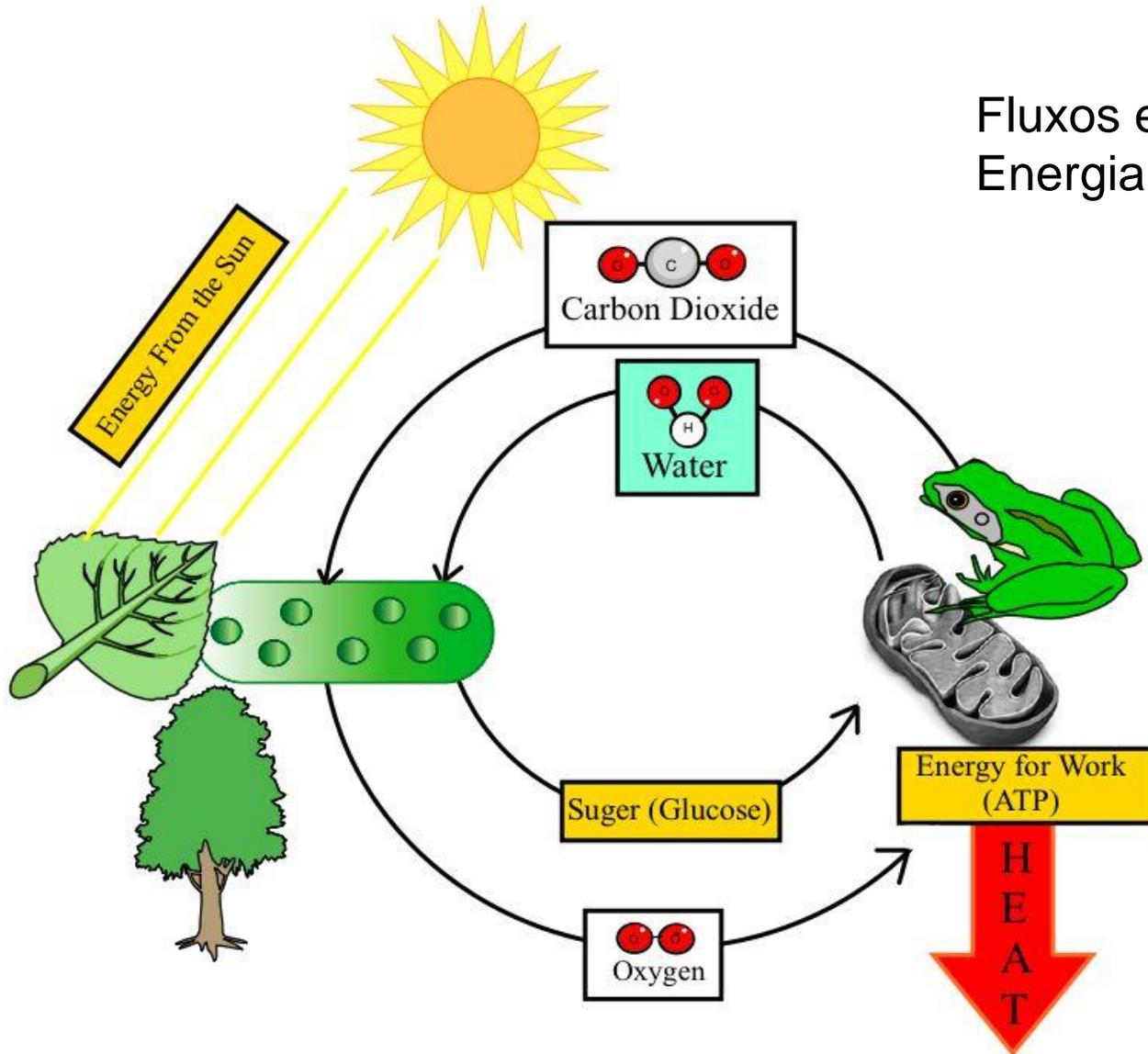


$C_8H_{18}$   
Octano (gasolina)

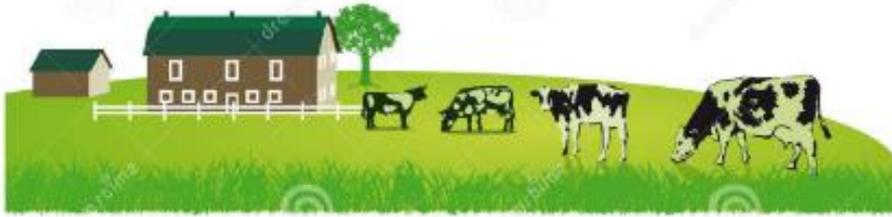


# Termodinâmica está em tudo!

Fluxos e transformações da Energia...



# Descrever Processos Agrícolas



# Descrever clima e processos

## Clima

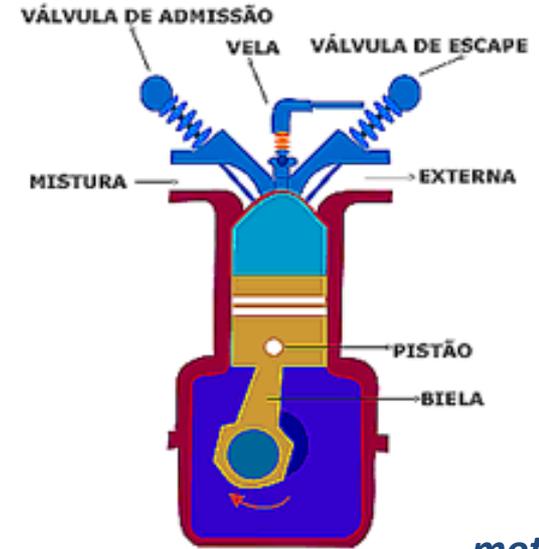
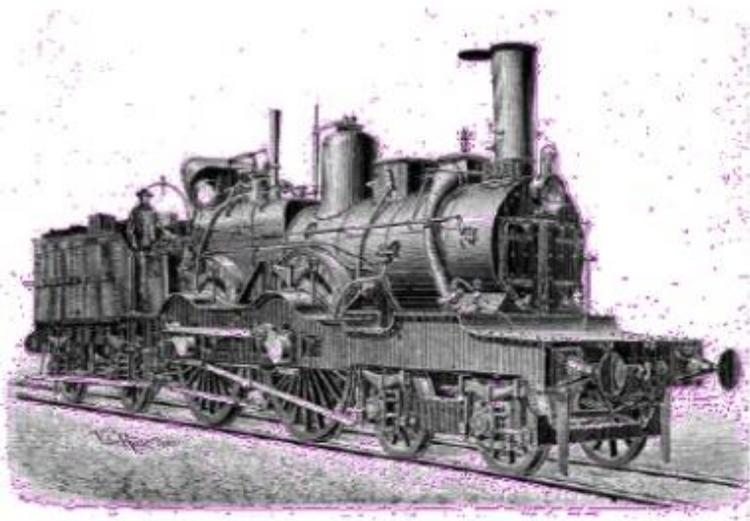


## Engenharia de Água e Solo



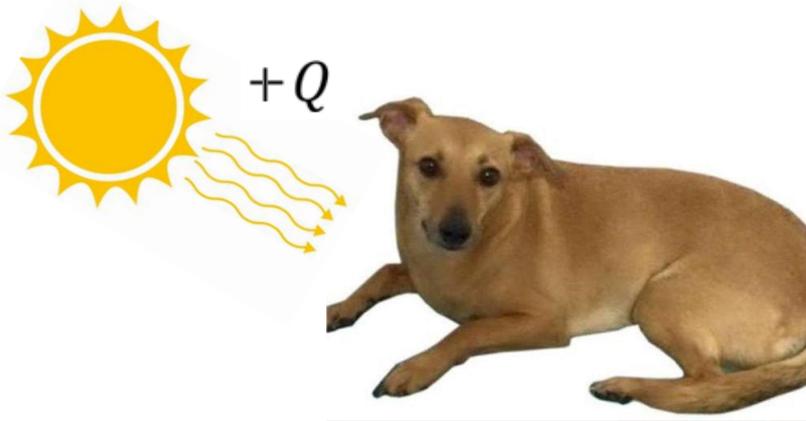
# Termodinâmica clássica

*Século XVII*

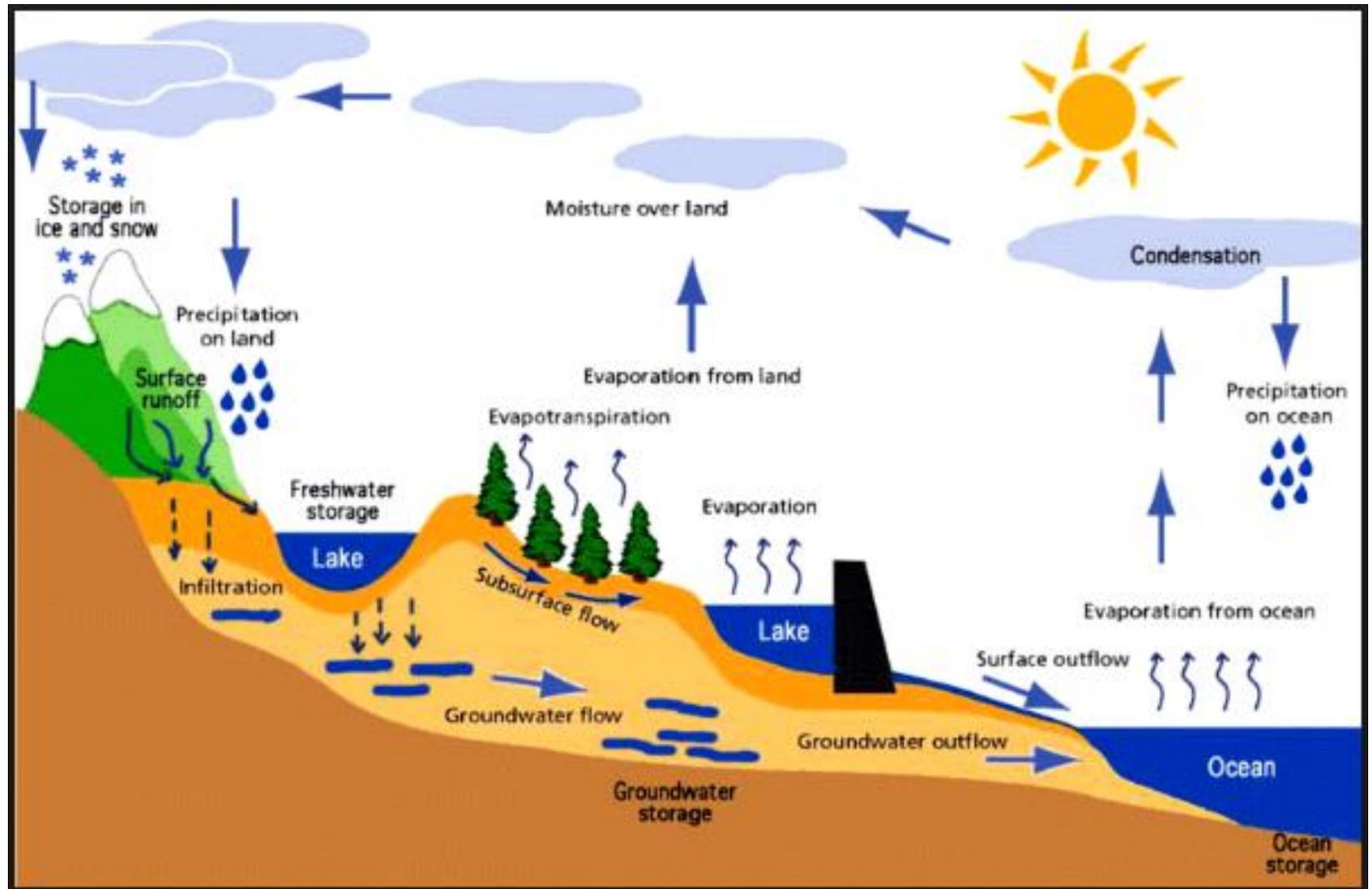


*motores*

## Termodinâmica clássica



# Ciclo Hidrológico

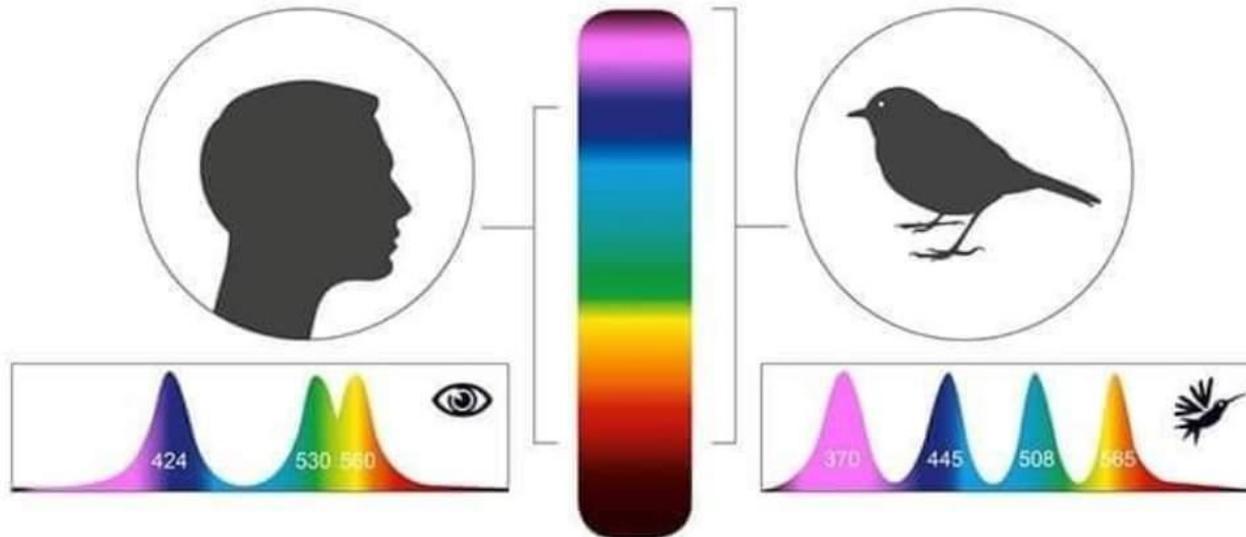


# Física na Biologia



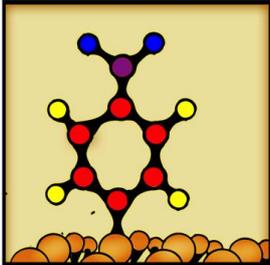
Human Vision

Bird Vision

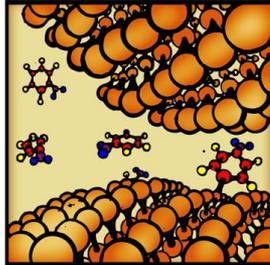


# Física na Biologia

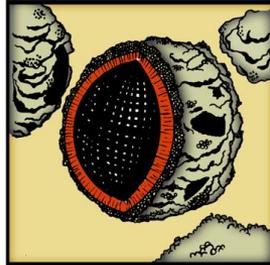
Angstrom  
Molecular  
Complexes



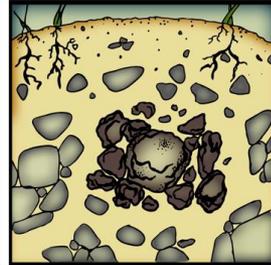
Nano  
Surface  
Sites



Micro  
Grain  
Particle



Milli  
Aggregate  
Structure



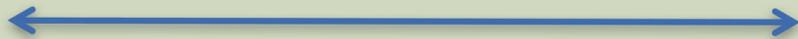
Meso, Soil,  
Sediment  
Profile



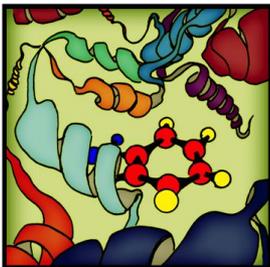
Macro  
Environment  
Field-Scale



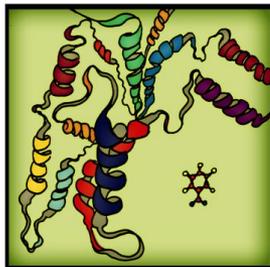
Simplicity, Homogeneity



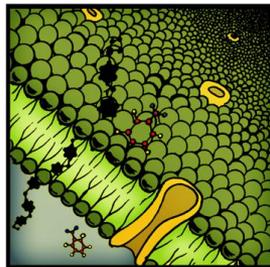
Complexity, Heterogeneity



Enzyme  
Reactive sites  
1°, 2° Structure



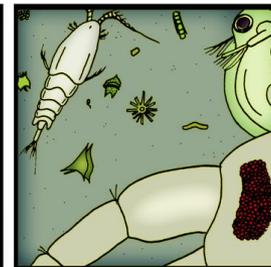
Enzyme  
3°, Supra  
Structure



Membrane  
Organelle



Organism  
Cell

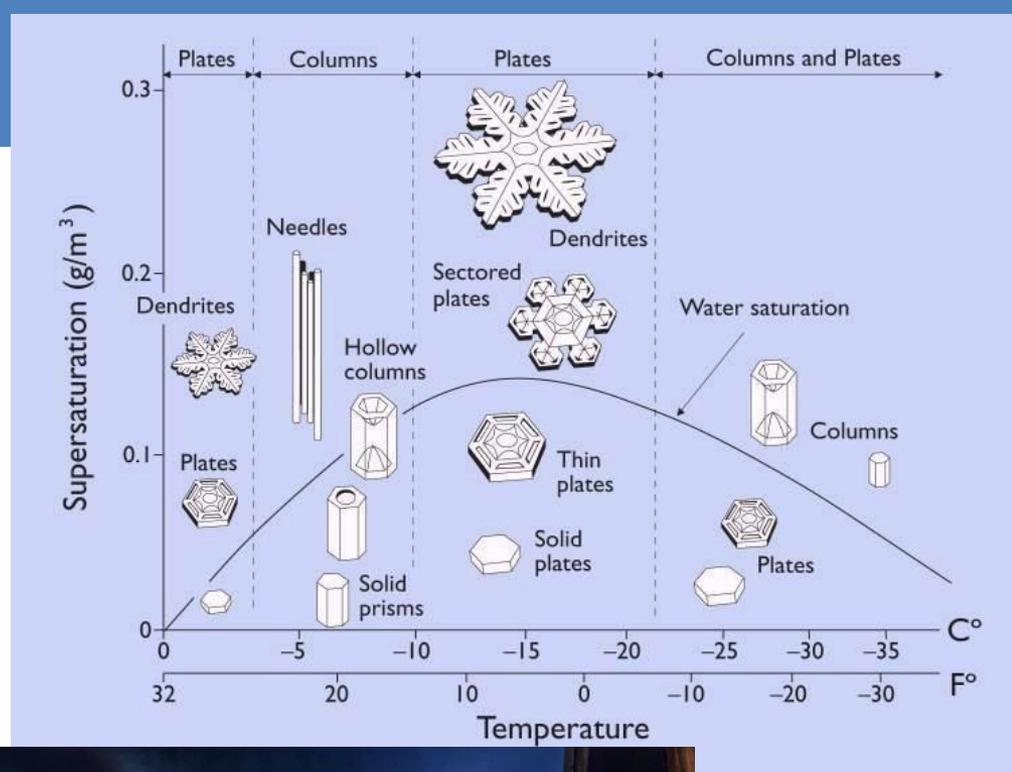


Community  
Population



Environment  
Ecosystem

# Física



Aula de hoje:

# Grandezas físicas e Sistemas de Unidades

# Grandezas Físicas

Nas ciências e engenharia é fundamental a realização de medidas de **grandezas físicas**:



- Comprimento;
- Tempo;
- Massa;
- Energia;
- Temperatura;
- Potência;
- Pressão;
- Cargas elétrica;
- Intensidade luminosa;
- Volume, etc...

**Metrologia** é a ciência da medição que estabelece todos os aspectos teóricos e práticos de uma medição.

# Sistema de Unidades

Na história da humanidade diversas referências (muitas vezes imprecisas) foram utilizadas para quantificar uma medida:

- Comprimento → *medido em “palmos”, “passos”, etc*
- Volume; → *medido em “galões não padronizados”, etc*

A necessidade de *medidas confiáveis* levou a sociedade a desenvolver padrões cada vez mais precisos, e nesse contexto diversos *Sistemas de Unidades de Medidas* foram criados ao longo da história.

## Sistema Internacional de Unidades (SI)

Baseado em 7 grandezas físicas fundamentais:

*Comprimento, massa, tempo, temperatura, quantidade de matéria, corrente elétrica, intensidade luminosa.*

Nas unidades de medidas:

metro (m) | quilograma (kg) | segundo (s) | Kelvin (K)

mol (mol) | ampère (A) | candela (cd)

# Sistema de Unidades

## Sistema Anglo-Saxão (Inglês ou Imperial)

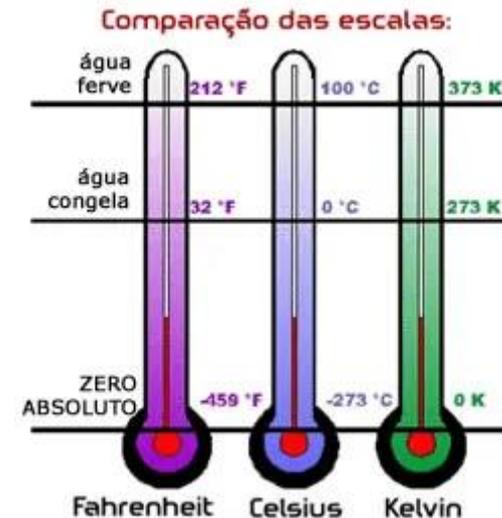
Ainda muito utilizado nos EUA é baseado nas unidades:

- Polegadas, pé, milha, galão, libra, etc.

*1 milha = 1609,34 m*



Temperatura → Grau Fahrenheit (°F)



# Sistema de Unidades

## Sistema MKS (metro, quilograma, segundo)

Muito utilizado em alguns ramos da Física, algumas unidades recebem nomes especiais:

Força  $\vec{F} = m\vec{a}$

$$\text{Newton} = \frac{[kg] \cdot [m]}{[s^2]}$$

Pressão  $P = \frac{\vec{F}}{A}$

$$\text{Pascal} = \frac{[kg]}{[m] \cdot [s^2]}$$

Energia  $E = \vec{F} \cdot d$

$$\text{Joule} = [N] \cdot [m] = \frac{[kg] \cdot [m^2]}{[s^2]}$$

# Sistema de Unidades

## Sistema CGS (centímetro, grama, segundo)

Muito utilizado em alguns outros ramos da Física e engenharia, com nomes especiais:

Força

$$Dina = 10^{-5} [N] = \frac{[g] \cdot [cm]}{[s^2]}$$

Pressão

$$1 \text{ Bar} = 10^5 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ Bar} = 10^6 \frac{[dina]}{[cm^2]}$$

Energia

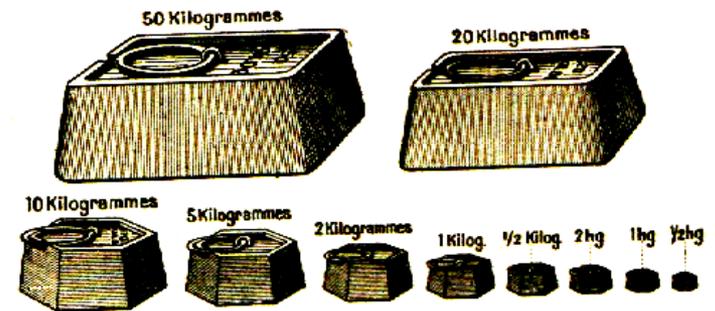
$$Erg = 10^{-7} [\text{Joule}] = \frac{[g][cm^2]}{[s^2]}$$

*atm, Psi, Torr*

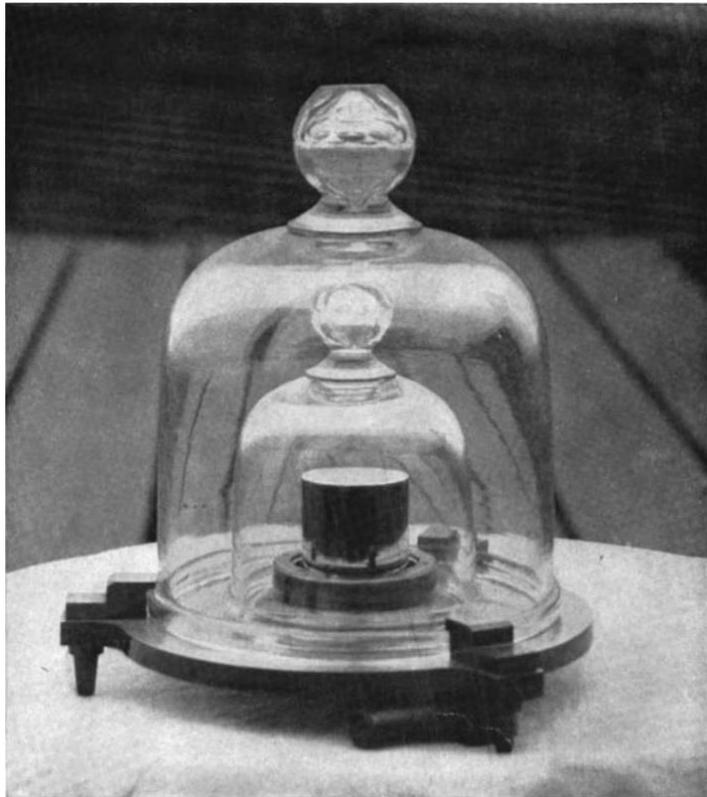
## 1889 - Conférence générale des poids et mesures



Sistema  
internacional de  
unidades  
(SI)



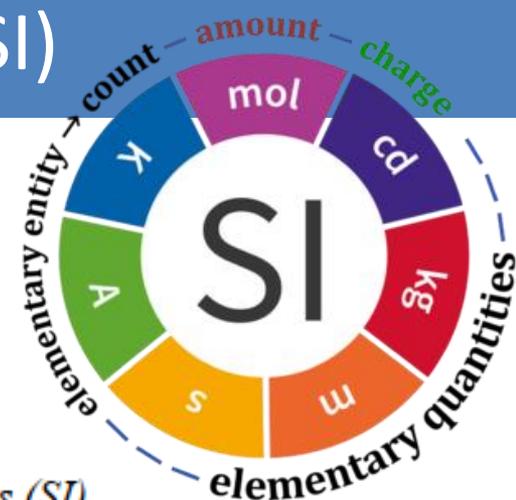
# Sistema Internacional de Unidades (SI)



Academia de Ciências da França construiu, em 1799, o metro padrão, uma barra de uma liga de platina e irídio de um metro de comprimento.

1879 estabeleceu-se um padrão constituído por um cilindro de platina iridiada com massa de 1.000 gramas, chamado de quilograma padrão

# Sistema Internacional de Unidades (SI)



*Tabela 1.1 - Grandezas fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI)*

<b>Grandeza</b>	<b>Unidade</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Definição</b>
comprimento	metro	m	“... o comprimento do percurso coberto pela luz, no vácuo, em 1/299 792 458 de um segundo”. (1983)
massa	quilograma	kg	“... este protótipo (um certo cilindro de liga de platina-irídio) será considerado daqui por diante a unidade de massa”. (1889)  Obs: O protótipo foi baseado na massa de água, a 4 °C, contida em um cubo de 10 centímetros de aresta
tempo	segundo	s	“... a duração de 9 192 631 770 vibrações da transição entre dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133”. (1967)

# Sistema Internacional de Unidades (SI)

corrente elétrica	ampere	A	“... a corrente constante que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e separados pela distância de 1 metro no vácuo, provoca entre estes condutores uma força igual a $2 \cdot 10^{-7}$ Newton por metro de comprimento”. (1946)
temperatura termodinâmica	kelvin	K	“... a fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água”. (1967). Obs.: A temperatura relativa na escala Celsius é definida por: $t = T - T_0$ , onde $T_0 = 273,15$ K, por definição.
quantidade de matéria	mol	mol	“... a quantidade de substância de um sistema que contém tantas entidades elementares quanto são os átomos em 0,012 quilogramas de carbono 12”. (1971)
intensidade luminosa	candela	cd	“... a intensidade luminosa, na direção perpendicular, de uma superfície de $1/600\,000$ metros quadrados, de um corpo negro na temperatura de solidificação da platina, sob a pressão de 101,325 Newton por metro quadrado”. (1967) Obs: a temperatura de solidificação da platina, sob a referida pressão é 2043 K.

# Sistemas de Unidades

*Tabela 1.2 - Grandezas derivadas do Sistema Internacional de Unidades (SI)*

Grandeza	Definição	Unidade SI	Unidades alternativas
Área		$m^2$	ha,
Volume		$m^3$	L, cc
Velocidade	Distância/tempo	$m s^{-1}$	$km h^{-1}$ , nó
Aceleração	Velocidade/tempo	$m s^{-2}$	
Força	Massa x aceleração	N (Newton) = $kg m s^{-2}$	dina
Pressão	Força/área	Pa (Pascal) = $N m^{-2}$	atm, bar, cmHg
Energia	Força x distância	J (Joule) = $N m$	cal, erg, kWh, BTU, eV
Potência	Energia/tempo	W (Watt) = $J s^{-1}$	Cv

# Unidades de Medida: Sistema internacional (SI)

Grandeza	Unidade	Símbolo
Comprimento	metro	m
Massa	quilograma	kg
Tempo	segundo	s
Corrente elétrica	ampére	A
Temperatura	kelvin	K
Quantidade de matéria	mol	Mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Prefixo	Símbolo	Significado
Tera	T	$10^{12}$
Giga	G	$10^9$
Mega	M	$10^6$
Quilo	K	$10^3$
Deci	d	$10^{-1}$
Centi	c	$10^{-2}$
Mili	m	$10^{-3}$

## Unidades SI

Nome	Símbolo	Grandeza
metro	m	Comprimento
quilograma	kg	Massa
segundo	s	Tempo
ampere	A	Corrente elétrica
kelvin	K	Temperatura termodinâmica
mole	mol	Quantidade de substância
candela	Cd	Intensidade luminosa

# Principais prefixos das unidades do SI

Prefixo	Símbolo	Fator
Tera	T	$10^{12}$
giga	G	$10^9$
mega	M	$10^6$
quilo	k	$10^3$
deci	d	$10^{-1}$
centi	c	$10^{-2}$
mili	m	$10^{-3}$
micro	$\mu$	$10^{-6}$
nano	n	$10^{-9}$
pico	p	$10^{-12}$

## O que é necessário?

- Saber usar a tabela de prefixos
- Conhecer o fator de conversão (relação entre as unidades)
- [https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela\\_de\\_convers%C3%A3o\\_de\\_unidades](https://pt.wikipedia.org/wiki/Tabela_de_convers%C3%A3o_de_unidades)

# Conceitos fundamentais

## Notação Científica:

$$602.200.000.000.000.000.000.000 = 6,02 \times 10^{23}$$

$$5000 = 5 \times 10^3$$

$$N \times 10^n$$

$$1 < N < 10$$

**Exemplo:** Como se escreve 568,762 e 0,0000772 em notação científica?

# Conversão de unidades



1 Litro \_\_\_\_\_ 1000 ml  
X \_\_\_\_\_ 234 ml

Aula de hoje:

# Parte 2

## ➤ Escalar

➤ grandeza sem direção associada, caracterizada apenas por um número.

- Massa de uma bola;
- Temperatura;
- Tempos;
- Energia de um corpo;
- Etc..

$70 \text{ kg}$

$60 \text{ J}$

$25 \text{ }^\circ\text{C}$

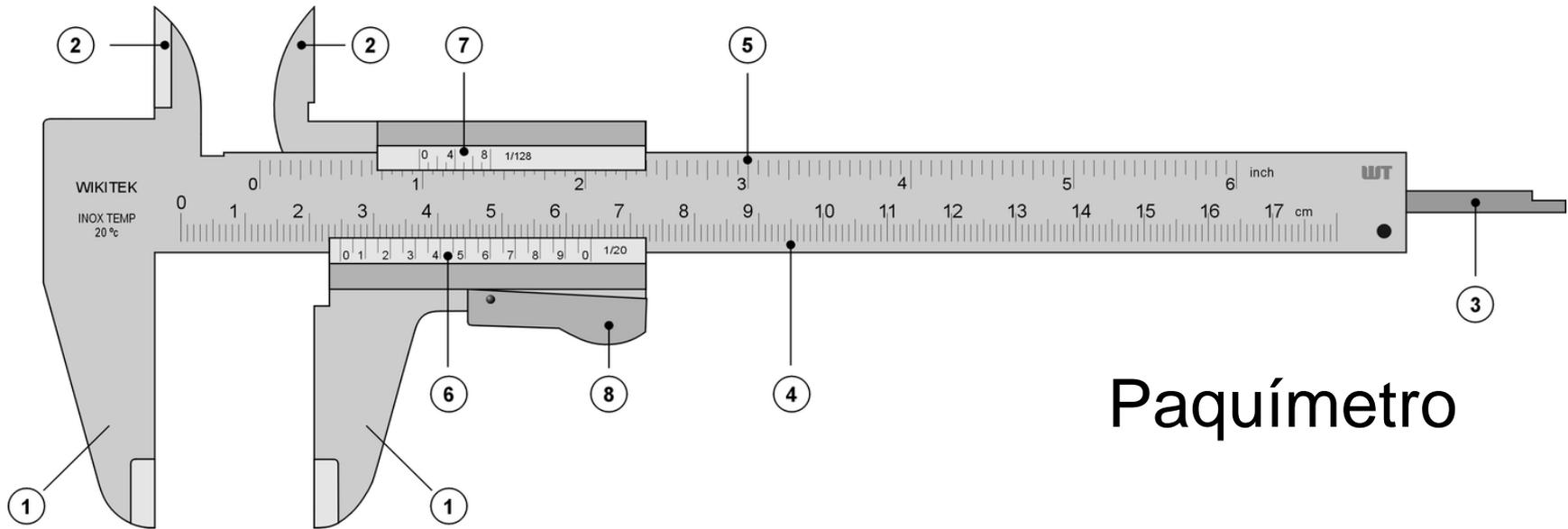
## ➤ Vetor

➤ quantidades descritas por uma magnitude e uma direção (sentido).

- Deslocamento;
- Velocidade;
- Aceleração;
- Força;
- Etc..

$$\vec{r}(t) = 10\hat{x} + 5\hat{y}$$

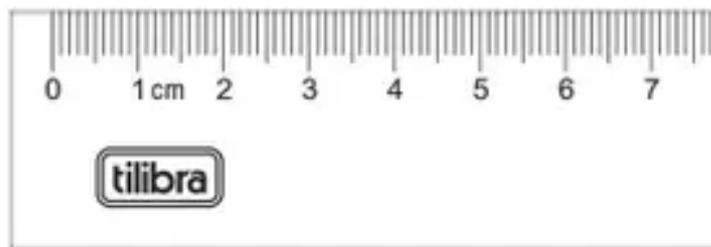
# Precisão de uma medida



## Paquímetro



## Régua



Toda medida possui uma incerteza associada:

Paquímetro  $\rightarrow L = (2,22 \pm 0,02) \text{ cm}$

Régua  $\rightarrow L = (2,2 \pm 0,1) \text{ cm}$

# Conceitos fundamentais

**Algarismos Significativos:** Toda medida possui uma incerteza associada.

$$m = (1,25 \pm 0,05) \text{ Kg}$$

**Ex:** 1 é igual a 1,0?

O último algarismo é sempre o duvidoso.

# Conceitos fundamentais

## Análise dimensional:

Os resultados precisam ser expressos em unidades adequadas.  
(método regra de três)

Exemplo: Quantos metros são 348 cm?

Eu sei que 100 cm = 1 metro, logo:

100 cm \_\_\_\_\_ 1 metro

348 cm \_\_\_\_\_ X

$$X = 348/100 = 3,48 \text{ metros}$$

# Volume

$$1 \text{ litro} = 1000 \text{ ml} = 1000 \text{ cm}^3$$

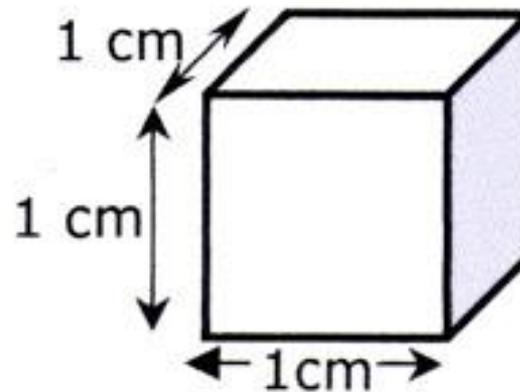


$$1000 \text{ ml} = 1,000 \text{ Litro}$$

$$150 \text{ ml} = 0,150 \text{ Litro}$$

$$15 \text{ ml} = 0,015 \text{ Litro}$$

$$1 \text{ ml} = 1 \text{ cm}^3$$

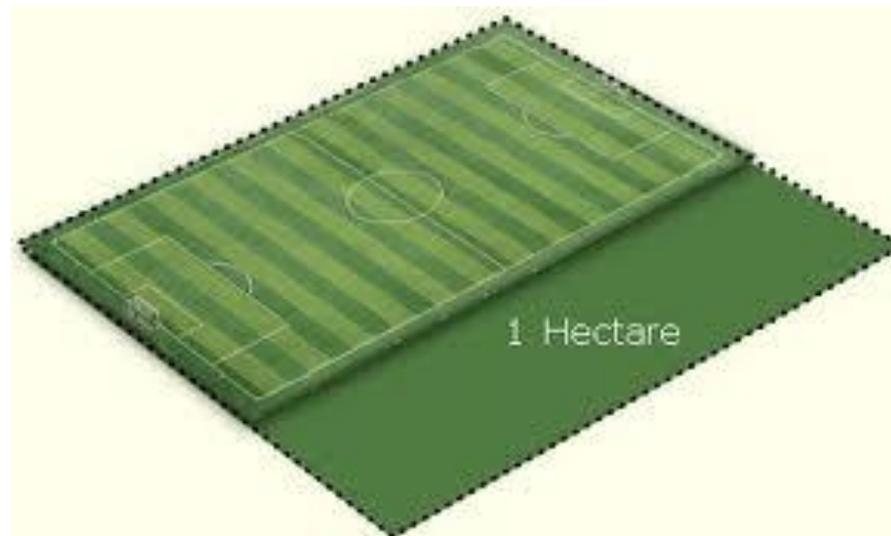
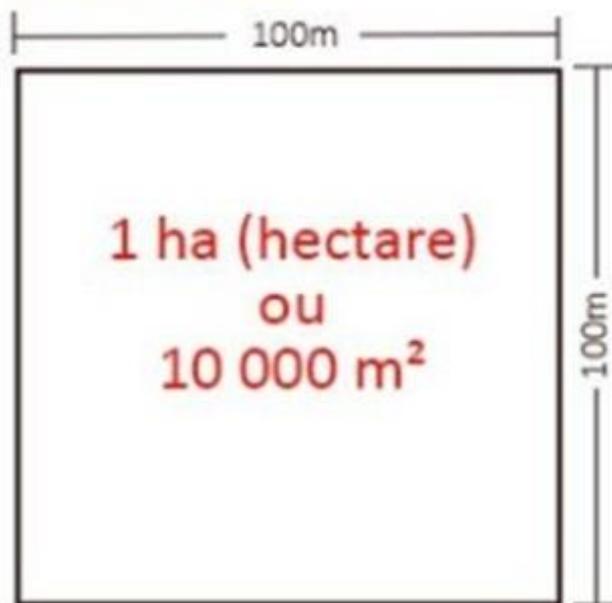


$$\text{Volume} = 1 \text{ cm}^3$$

# Hectare

Um **hectare**, representado pelo símbolo **ha**, é uma unidade de medida de área equivalente a 10 000 metros quadrados

## EXEMPLO:



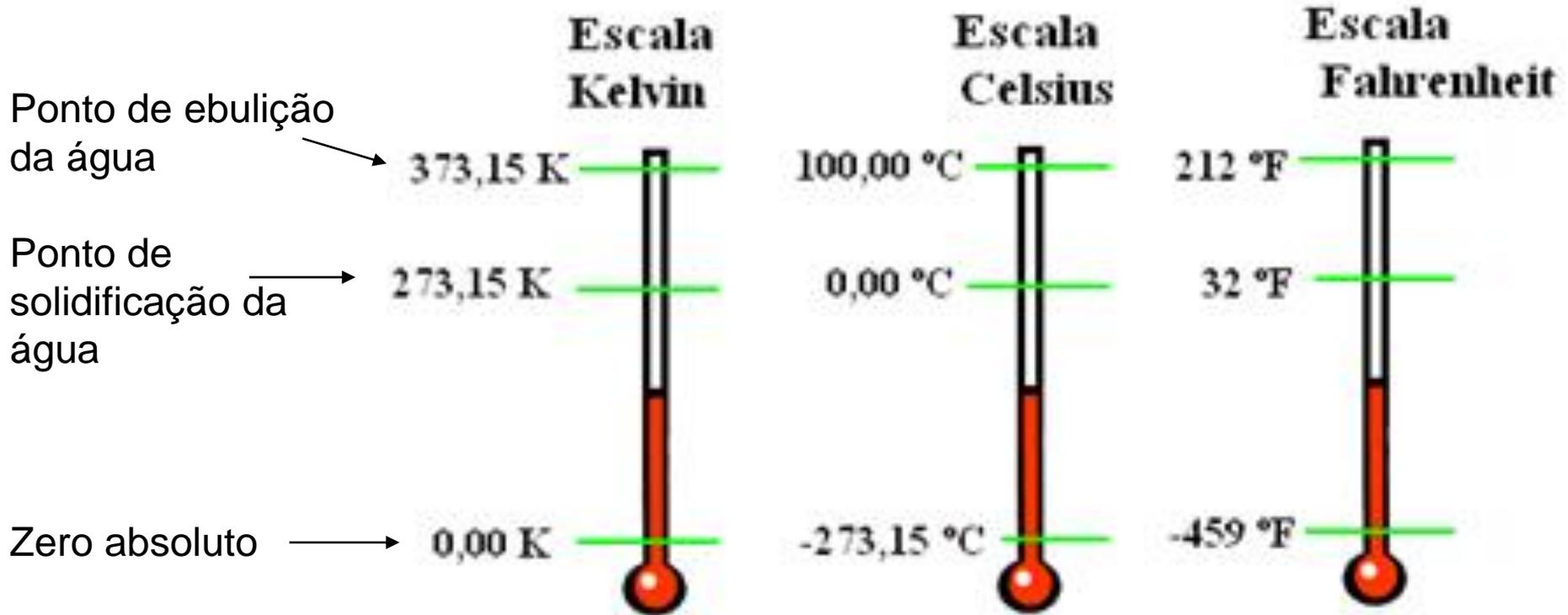
Para ter uma noção de uma área medindo 1 há (hectare) é só imaginar um campo de futebol oficial  
\*obs: um campo de futebol corresponde aproximadamente à 1 ha (hectare)

# Alqueire

As principais medidas agrárias utilizadas no Brasil são o hectare e o alqueire. O hectare, equivalente a 10 mil m<sup>2</sup>, não muda. O alqueire muda conforme a região.

<b>Multiplique o número de</b>	<b>Por</b>	<b>Para o equivalente em</b>
<b>Acres</b>	4.047	metros quadrados
<b>Acres</b>	0,4047	hectares
<b>Hectares</b>	10.000	metros quadrados
<b>Quilômetros quadrados</b>	1.000.000	metros quadrados
<b>Alqueires paulistas</b>	24.200	metros quadrados
<b>Alqueires paulistas</b>	2,42	hectares
<b>Alqueires mineiros</b>	48.400	metros quadrados
<b>Alqueires mineiros</b>	4,84	hectares
<b>Alqueirão</b>	193.600	metros quadrados
<b>Alqueirão</b>	19,36	hectares
<b>Are</b>	100	metros quadrados

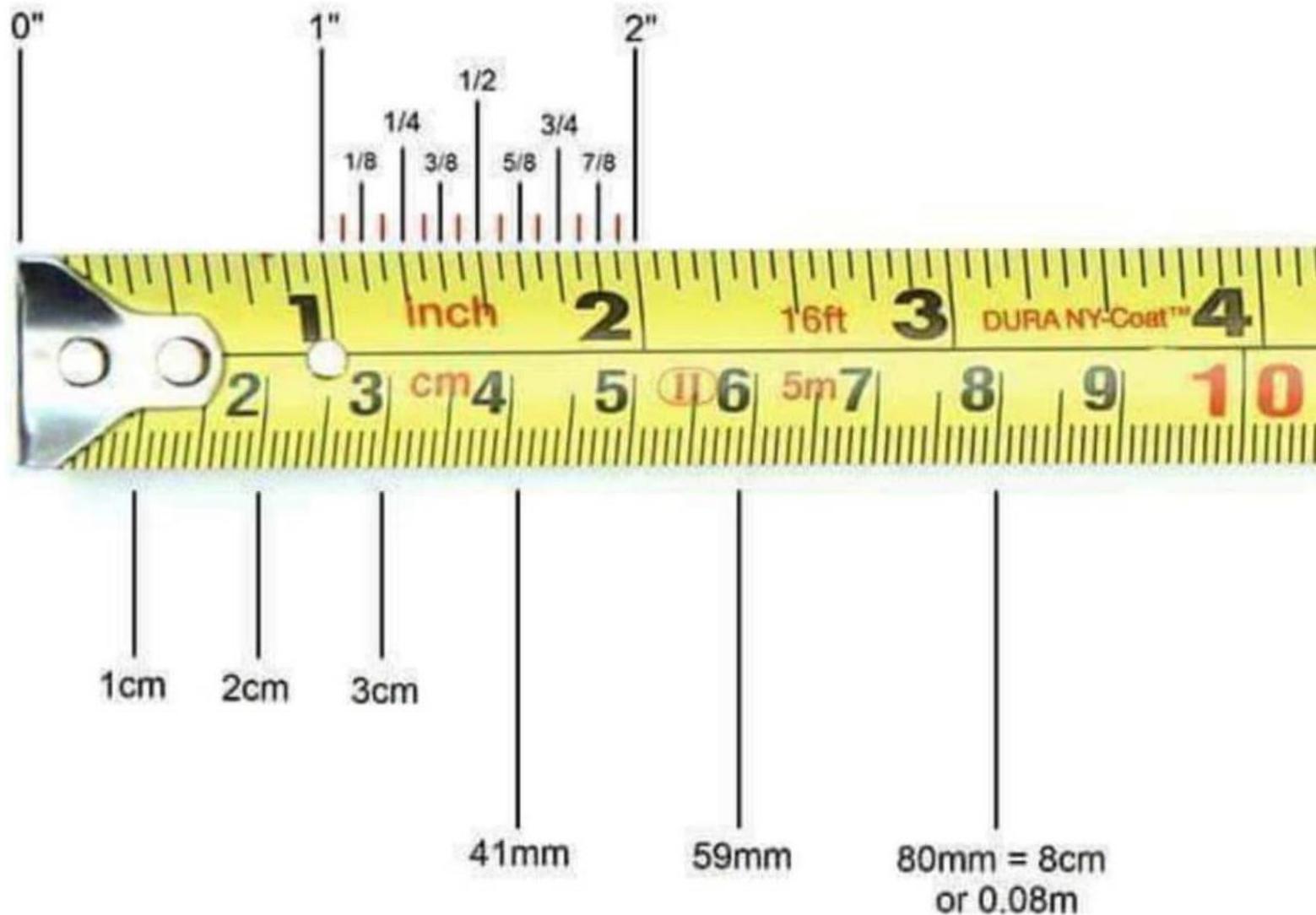
# Escalas de Temperatura



$$T_{\text{°C}} = T_{\text{K}} - 273$$

$$T_{\text{°C}} = (T_{\text{°F}} - 32) / 1,8$$

# Entenda as marcações da sua trena



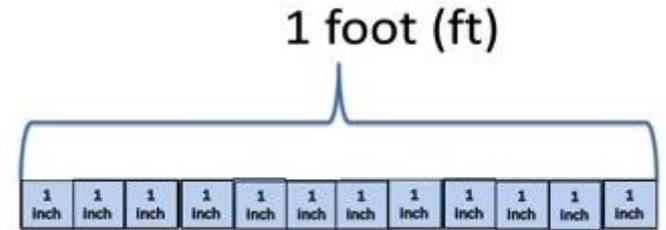
# Grandezas Físicas

" = inches

' = feet

(polegadas)

(pés)



12 inches (in) = 1 foot (ft)



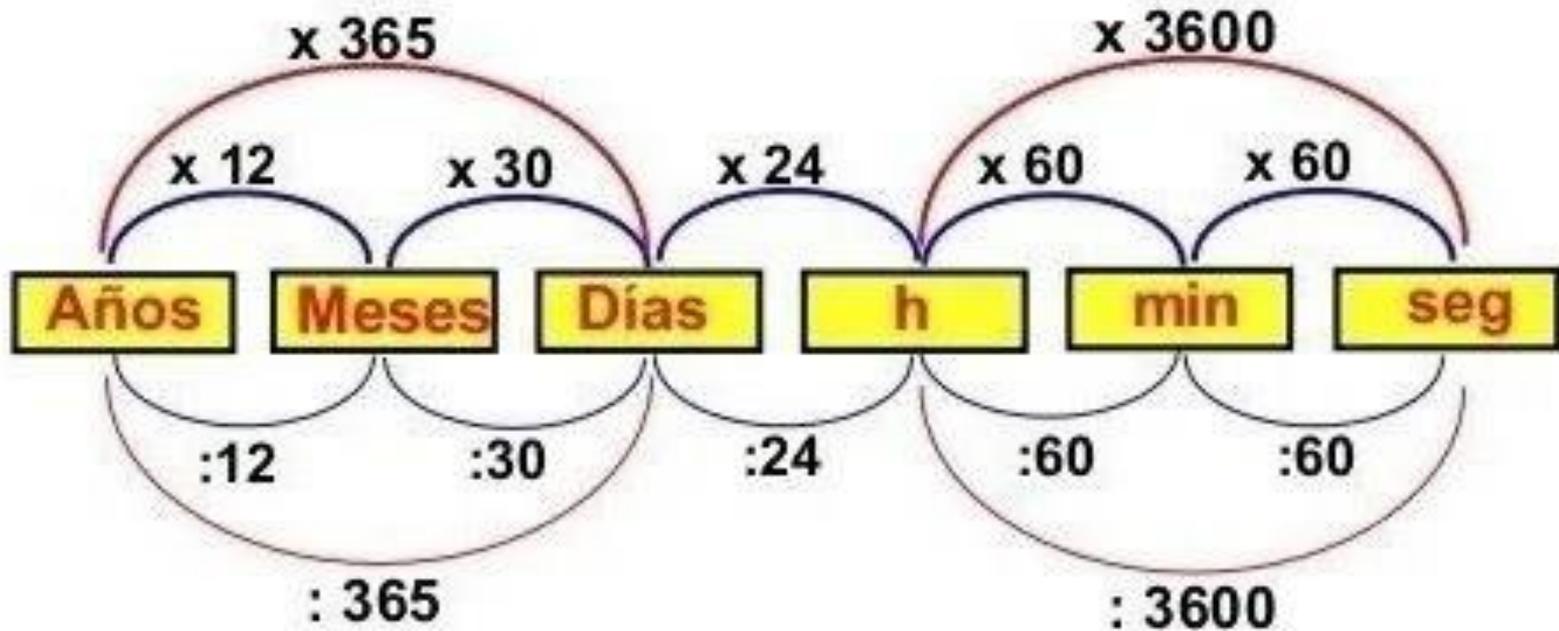
Height (cm)
178
182
168
155
190
159
187



Height (Ft' in'')
5' 10''
5' 12''
5' 6''
5' 1''
6' 3''
5' 3''
6' 2''

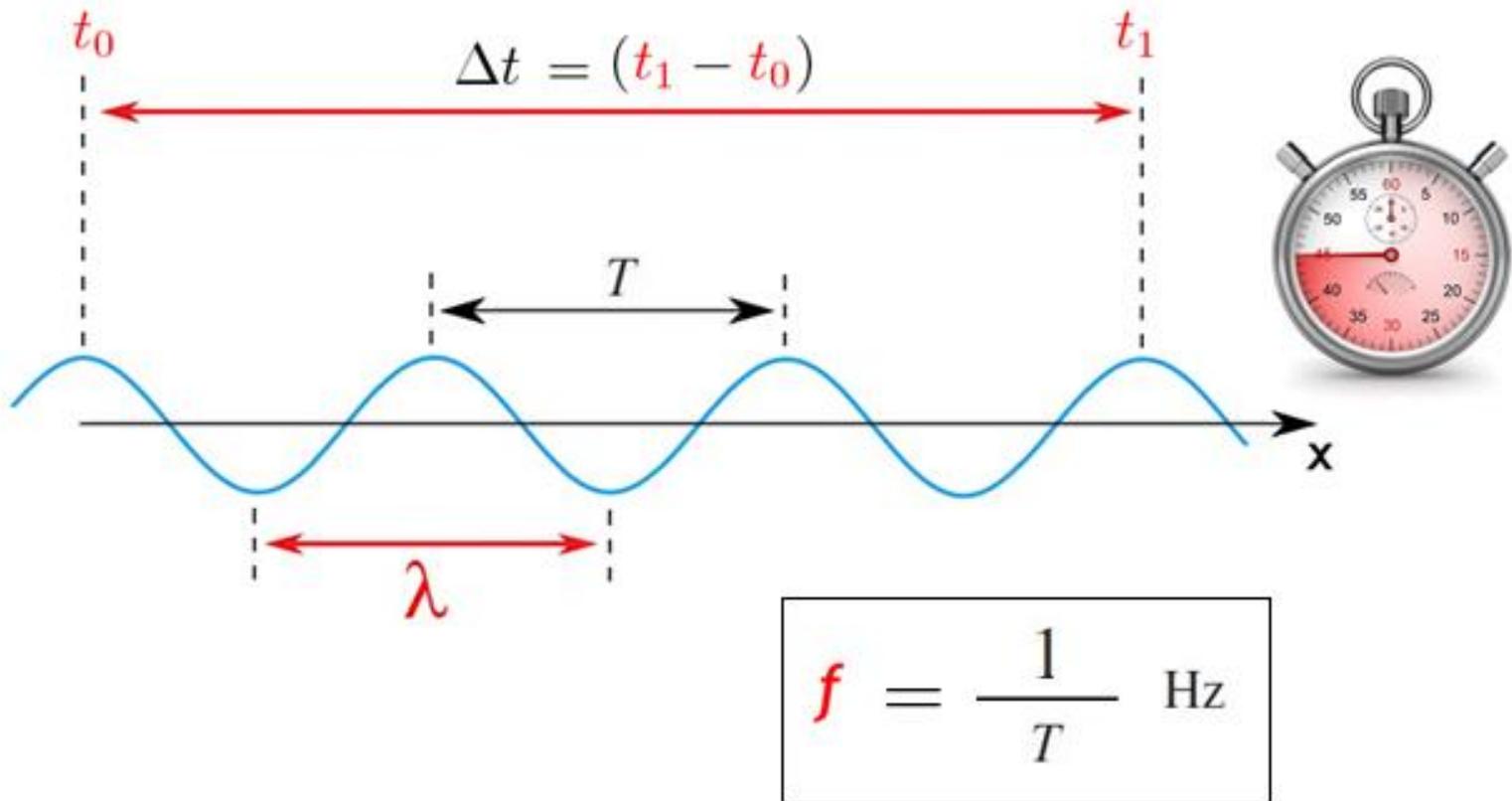
# Tempo

## Conversão unidades de tempo



# Frequência

## Inverso do tempo



Unidade de Medida  $\rightarrow [1/s] = \text{Hertz [Hz]}$

# Unidade de Energia: kWh

Atenção:

kW → quilowatt é uma unidade de **Potência!**

kWh → quilowatt-hora é uma unidade de **Energia!**

$$\text{potência} = \frac{\text{energia}}{\text{tempo}}$$

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

Potência da  
Lâmpada:



100 (W)

X

TEMPO



9 horas

=

Consumo de  
Energia:

900 Wh

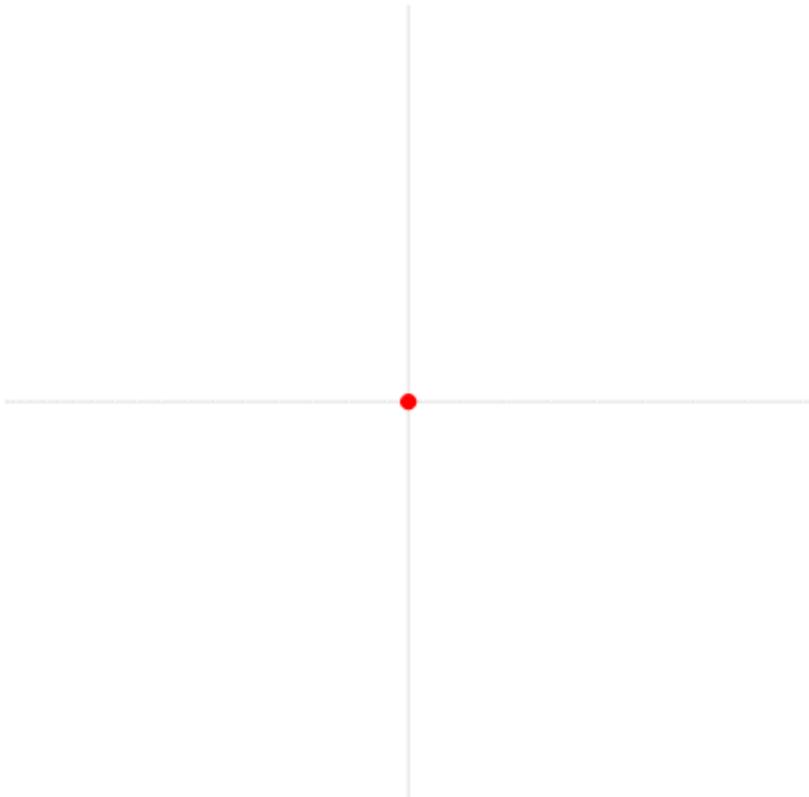
(0,9 kWh)

# Unidades de ângulo

Converta  $30^\circ$  em radianos?

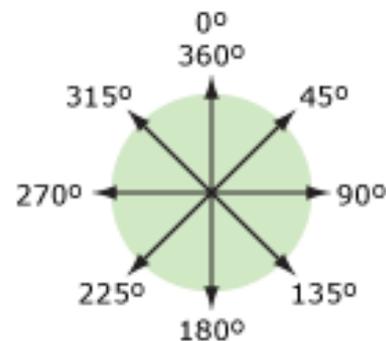
$$\frac{\pi}{180^\circ} = \frac{x}{30^\circ}$$

$$x = \frac{\pi}{6}$$



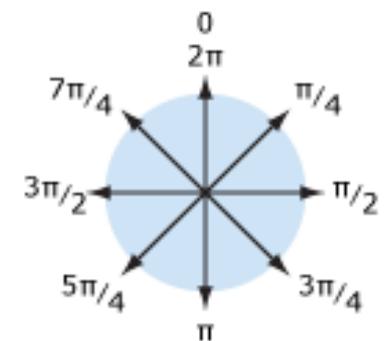
° graus

deg



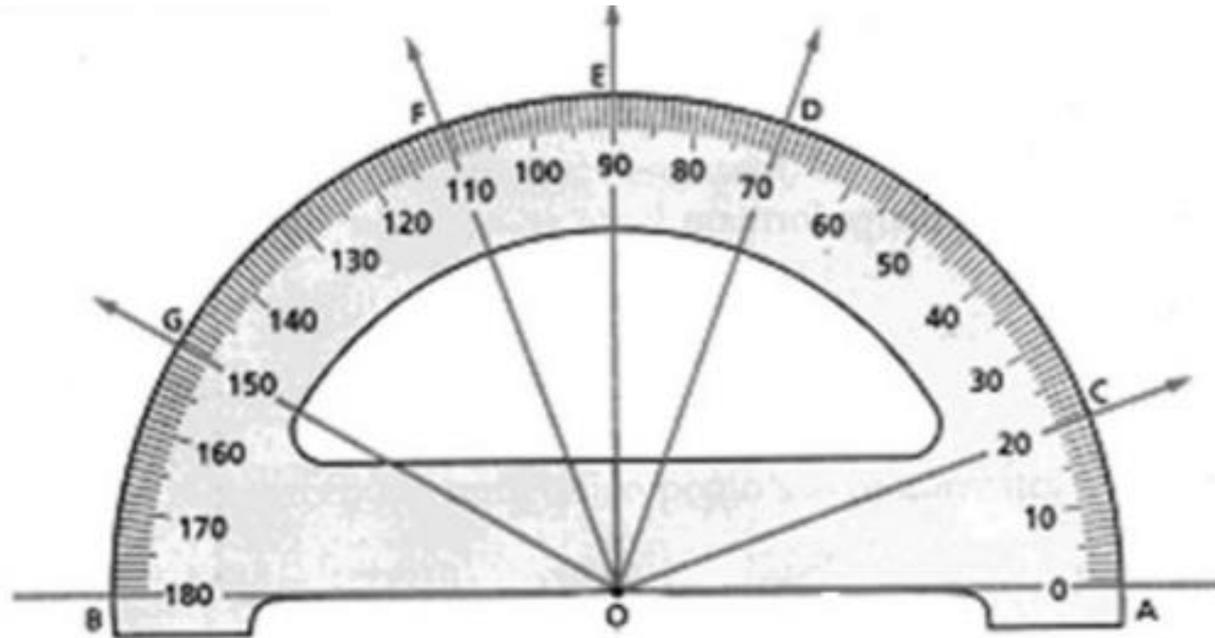
radianos

rad



# Unidades de ângulo

Calcule em radianos cada ângulo



a)  $\hat{A}OB$  - \_\_\_\_\_

b)  $\hat{A}OC$  - \_\_\_\_\_

c)  $\hat{A}OD$  - \_\_\_\_\_

d)  $\hat{AOE}$  - \_\_\_\_\_

e)  $\hat{AOF}$  - \_\_\_\_\_

f)  $\hat{AOG}$  - \_\_\_\_\_

# 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

# Exercícios

1) Calcule a distância do vão livre conforme a placa de sinalização abaixo:



1 ft = 30,48 cm

1 in = 2,54 cm

Resposta: 3,81 m

# Conversão de Unidades

2) Agora faça a conversão contrária... Escreva 178 cm no formato:  $X' - Y''$

Resposta:

Height (cm)		Height (Ft' in")
178		5' 10"
182		5' 12"
168		5' 6"
155		5' 1"
190		6' 3"
159		5' 3"
187		6' 2"

# Exercícios

- 1.1 O micrômetro ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$ ) é comumente chamado de *mícron*.
- a) Quantos mícrons existem em 1 km? **R:  $1.10^9 \mu\text{m}$**
  - b) Que fração do cm é igual a  $1 \mu\text{m}$ ? **R: 0,0001 cm**
- 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**
- 1.3 Uma unidade astronômica (UA) é a distância média da Terra ao Sol, aproximadamente igual a 150.000.000 km. A velocidade da luz vale cerca de  $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ . Escreva esta velocidade em termos de unidades astronômicas por minuto. **R: 0,12 UA/min**
- 1.4 Uma unidade de área freqüentemente utilizada para expressar áreas de terra é o *hectare*, definido como  $10^4 \text{ m}^2$ . Uma mina de carvão a céu aberto consome 75 hectares de terra, a uma profundidade de 26 m por ano. Calcule o volume de terra retirada neste tempo em  $\text{km}^3$ . **R: 0,0195  $\text{km}^3$**
- 1.5 Rendimento agrícola norte-americano é expresso freqüentemente em bushels/acre. A quantas toneladas por hectare equivale um rendimento de soja de 40 bushels/acre? ( $1 \text{ acre} = 4047 \text{ m}^2$ ;  $1 \text{ bushel soja} = 0,0272 \text{ ton}$ ).  
**R: 2,69 ton/ha**

# Exercícios

- 1.6 A densidade da água é igual a  $1 \text{ g cm}^{-3}$ . Qual é a densidade da água expressa na unidade:
- a)  $\text{kg/L}$             **R: 1 kg/L**
  - b)  $\text{kg m}^{-3}$            **R: 1000 kg/m<sup>3</sup>**
  - c) libras por pé cúbico ( $1 \text{ lb} = 0,454 \text{ kg}$ ;  $1 \text{ pé} = 30,48 \text{ cm}$ )    **R: 62,35 lb ft<sup>3</sup>**
- 1.7 Uma estação meteorológica observou em determinado dia uma chuva de 18 mm. Quantos litros de água precipitaram durante esta chuva em cada hectare? **R: 180 000 L/ha**
- 1.8 Um cavalo-vapor (cv) equivale a 735,5 W. Qual é o consumo de energia de uma máquina de 5 cv que funciona durante 10 horas, em Joule e em eV? ( $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ) **R: 132.390.000 J ou 8,2631.10<sup>26</sup> eV**
- 1.9 Um suíno, na fase de creche, ganha 30 gramas por dia.
- a) Qual é o ganho de massa por unidade de tempo, em miligramas por segundo? **R: 0,3472 mg/s**
  - b) Qual é o ganho de peso por unidade de tempo, em Newton por hora? **R: 0,0122 N/h**
- 1.10 A quantidade média de radiação solar que chega na superfície da Terra está em torno de  $1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$ . Expressar essa quantidade em unidades do Sistema Internacional, sabendo que 1 caloria equivale a 4,18 J. **R: 696,7 J m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>**
- 1.11 Transforme as grandezas abaixo para as respectivas unidades:
- a)  $9810 \text{ dinas} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf}$             **R: 0,01 kgf**
  - b)  $7814 \text{ N} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf}$                 **R: 796,53 kgf**
  - c)  $200 \text{ cm s}^{-2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ ms}^{-2}$             **R: 2 m s<sup>-2</sup>**
  - d)  $80 \text{ km h}^{-1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m s}^{-1}$             **R: 22,22 m s<sup>-1</sup>**
  - e)  $3.000 \text{ L h}^{-1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$            **R: 8,33.10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>**
  - f)  $7.500 \text{ N m}^{-2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf m}^{-2}$            **R: 764,52 kgf m<sup>-2</sup>**
  - g)  $7 \text{ kgf cm}^{-2} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf m}^{-2}$            **R: 70.000 kgf m<sup>-2</sup>**
  - h)  $820 \text{ N m}^{-3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf m}^{-3}$             **R: 83,59 kgf m<sup>-3</sup>**
  - i)  $8.000.000 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$     **R: 800 m<sup>2</sup> s<sup>-1</sup>**
  - j)  $9.700 \text{ din cm}^{-3} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kgf m}^{-3}$        **R: 9887,87 kgf m<sup>-3</sup>**

## REVISÃO E RESUMO

**A Medição na Física** A física se baseia na medição de grandezas físicas. Algumas grandezas físicas, como comprimento, tempo e massa, foram escolhidas como **grandezas fundamentais**; cada uma foi definida através de um **padrão** e recebeu uma **unidade** de medida (como metro, segundo e quilograma). Outras grandezas físicas são definidas em termos das grandezas fundamentais e de seus padrões e unidades.

**Unidades do SI** O sistema de unidades adotado neste livro é o Sistema Internacional de Unidades (SI). As três grandezas físicas mostradas na Tabela 1-1 são usadas nos primeiros capítulos. Os padrões, que têm que ser acessíveis e invariáveis, foram estabelecidos para essas grandezas fundamentais por um acordo internacional. Esses padrões são usados em todas as medições físicas, tanto das grandezas fundamentais quanto das grandezas secundárias. A notação científica e os prefixos da Tabela 1-2 são usados para simplificar a notação das medições.

**Mudança de Unidades** A conversão de unidades pode ser feita usando o método de *conversão em cadeia*, no qual os dados originais são multiplicados sucessivamente por fatores de conversão unitários

e as unidades são manipuladas como quantidades algébricas até que apenas as unidades desejadas permaneçam.

**Comprimento** O metro é definido como a distância percorrida pela luz durante um intervalo de tempo especificado.

**Tempo** O segundo é definido em termos das oscilações da luz emitida por um isótopo de um certo elemento químico (césio 133). Sinais de tempo precisos são enviados a todo o mundo por sinais de rádio sincronizados por relógios atômicos em laboratórios de padronização.

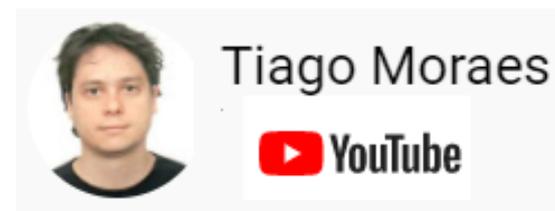
**Massa** O quilograma é definido em termos de um padrão de massa de platina-irídio mantido em um laboratório nas vizinhanças de Paris. Para medições em escala atômica, é comumente usada a unidade de massa atômica, definida em termos do átomo de carbono 12.

**Massa específica** A massa específica  $\rho$  de uma substância é a massa por unidade de volume:

$$\rho = \frac{m}{V}. \quad (1-8)$$

# Aulas e exercícios resolvidos:

<https://www.youtube.com/watch?v=aobB016VhXs&list=PL2LQTWHzmXcC8SIW6cjPpEapv1kPeQWOi>



# Pesquisa

<https://sites.google.com/view/tiagomoraes/home>

## Bibliografia

Arquivos de aula: Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/ler0140/ler140.html>

Arquivos de aula: Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce200/lce200.html>

Arquivos de aula: Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/aulas/lce1302/lce1302.html>

**ÇENGEL, Y.A. & BOLES, M.A. Termodinâmica, McGraw Hill, São Paulo, 2006.**

FELLOWS, P.J. Tecnologia do Processamento de Alimentos. Princípios e Prática. Artmed, Porto Alegre, 2006.

SERWAY, R.A. & JEWETT Jr., J.W. Princípios de Física. volumes 1, 2, 3 e 4. Thomson, São Paulo, 2004.

LIBARDI, P.L. – Dinâmica da Água no Solo. Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), São Paulo, 352 p., 2018.

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.