

**Universidade de São Paulo
Instituto de Física de São Carlos - IFSC**

FCM 0410 Física para Engenharia Ambiental

Gravitação

Prof. Dr. José Pedro Donoso

Agradescimentos

O docente da disciplina, Jose Pedro Donoso, gostaria de expressar o seu agradecimento a Flávia O. S. de Sá Lisboa pelo auxílio na montagem da página /web/ da disciplina.

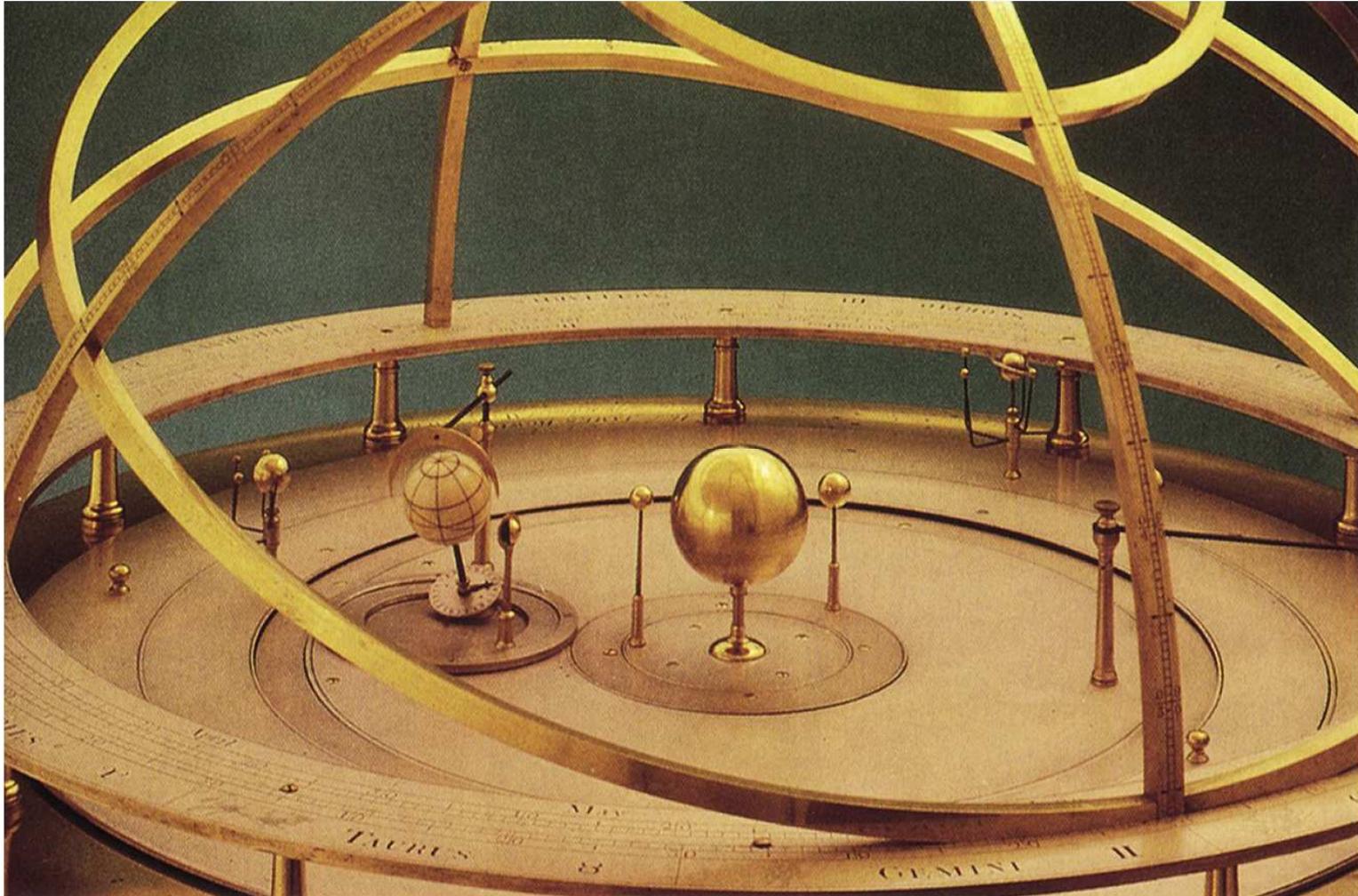
Parte das figuras utilizadas nos slides foram obtidas dos textos "*Física*" de P.A. Tipler e G. Mosca e "Fundamentos de Física" de Halliday, Resnick e Walker, facilitadas aos professores pela editora LTC (Livros Técnicos e Científicos).



Galáxia de Andrômeda,
a 2.3×10^6 anos luz da Terra.
Ref: Halliday, Resnick, Walker,
Fundamentos de Física

Modelo mecânico do sistema solar (*planetário*)

Universidade de Harvard (EUA)

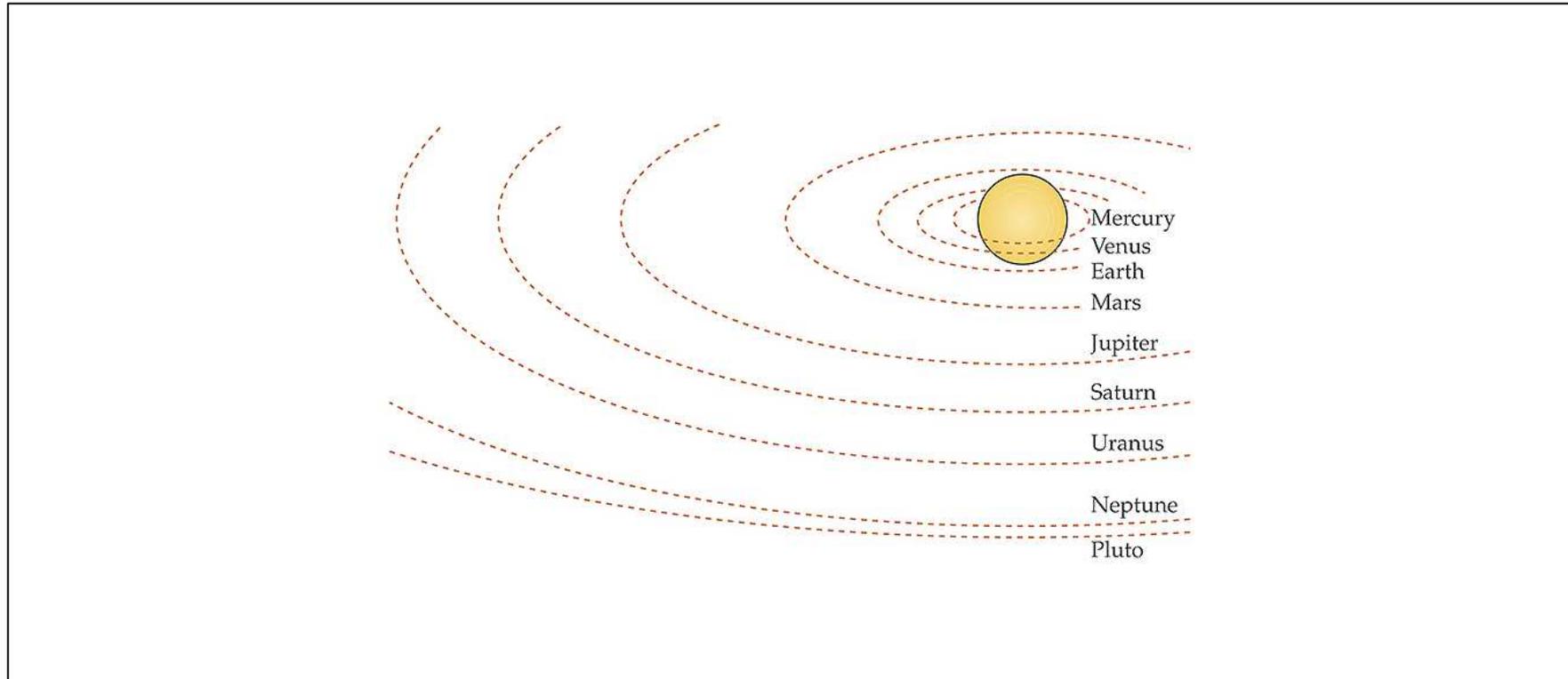


©2008 by W.H. Freeman and Company

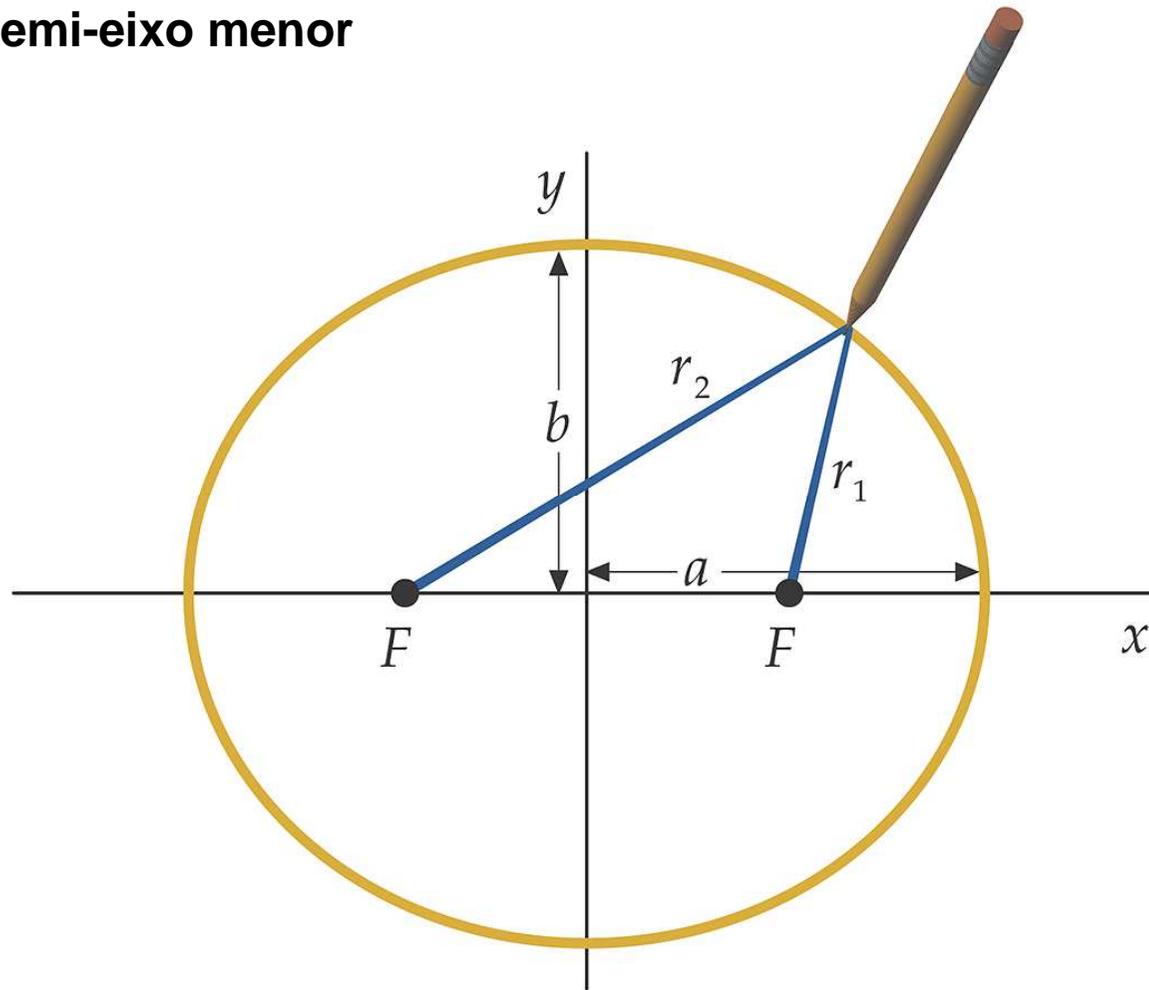
Table 11-1**Mean Orbital Radii and Orbital Periods for the Planets**

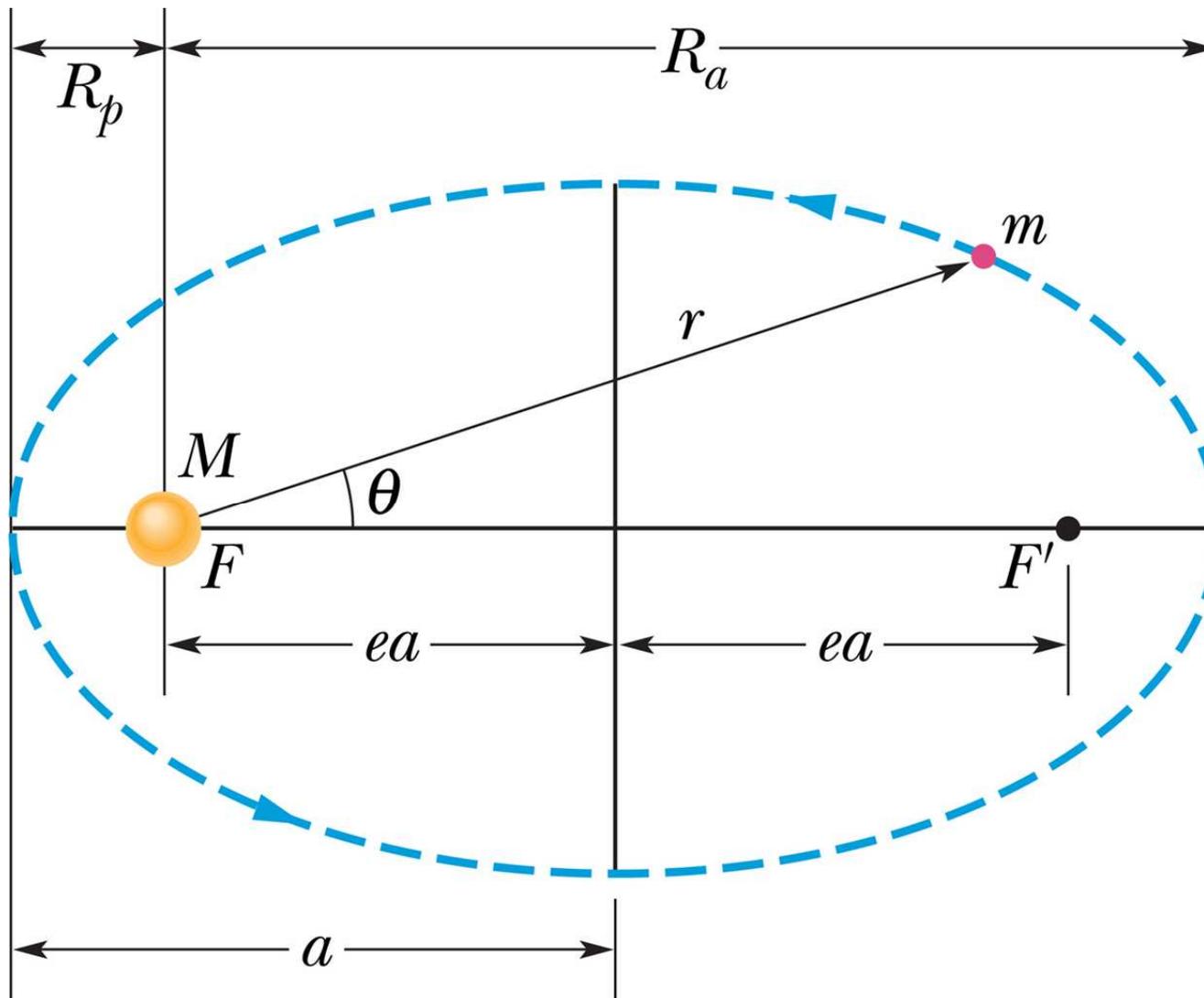
Planet	Mean Radius r ($\times 10^{10}$ m)	Period T (y)
Mercury	5.79	0.241
Venus	10.8	0.615
Earth	15.0	1.00
Mars	22.8	1.88
Jupiter	77.8	11.9
Saturn	143	29.5
Uranus	287	84
Neptune	450	165
Pluto	590	248

Orbitas dos planetas em torno do Sol (as dimensões não estão em escala)



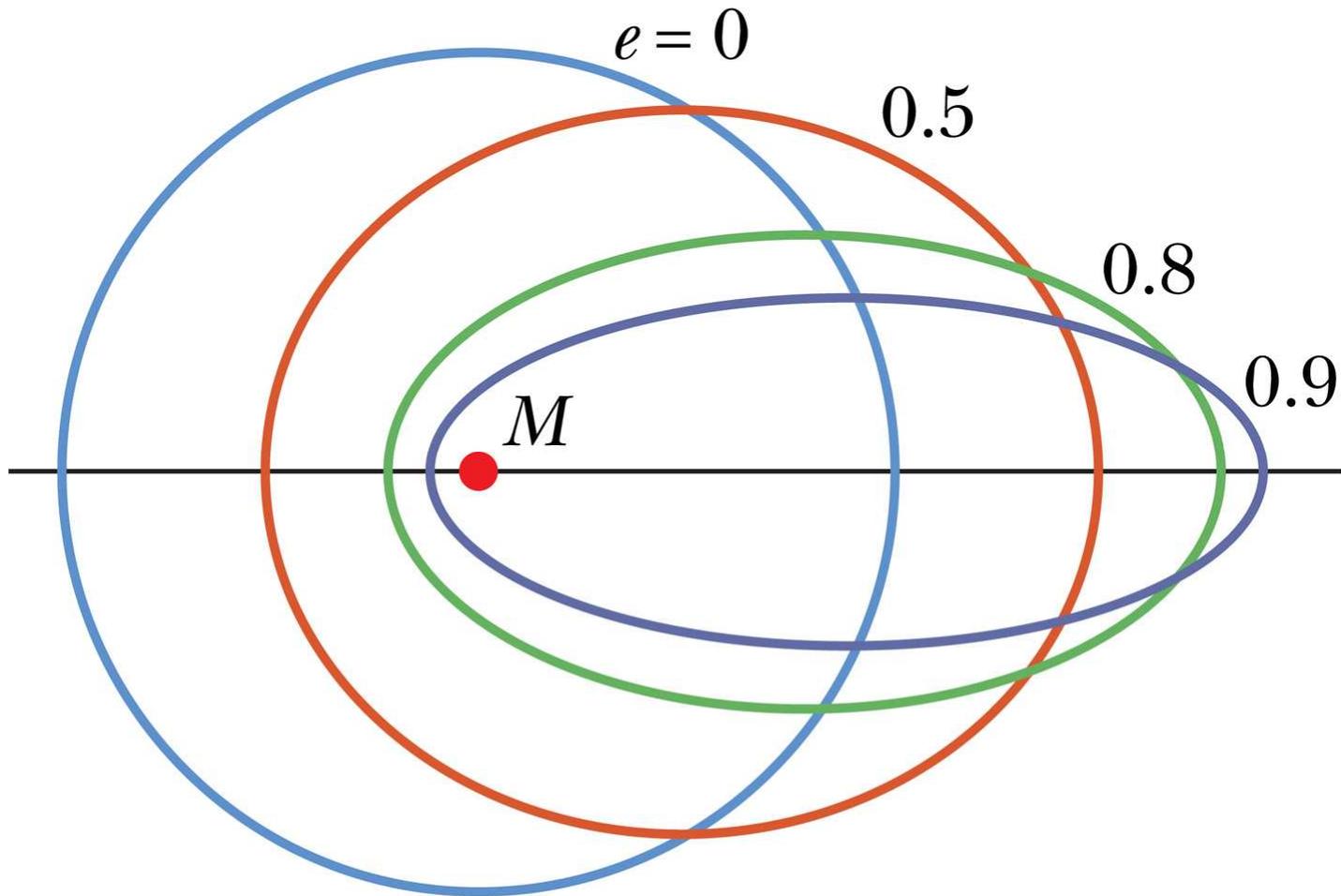
Elipse: $r_1 + r_2 = \text{constante}$
 F : foco
 a : semi-eixo maior
 b : semi-eixo menor





Um planeta em órbita elíptica em torno do Sol, ocupa um foco F da elipse. Os dois focos ficam a uma distância ea do centro da elipse, onde e é a excentricidade

Ref: Halliday, Resnick, Walker, *Fundamentos de Física*

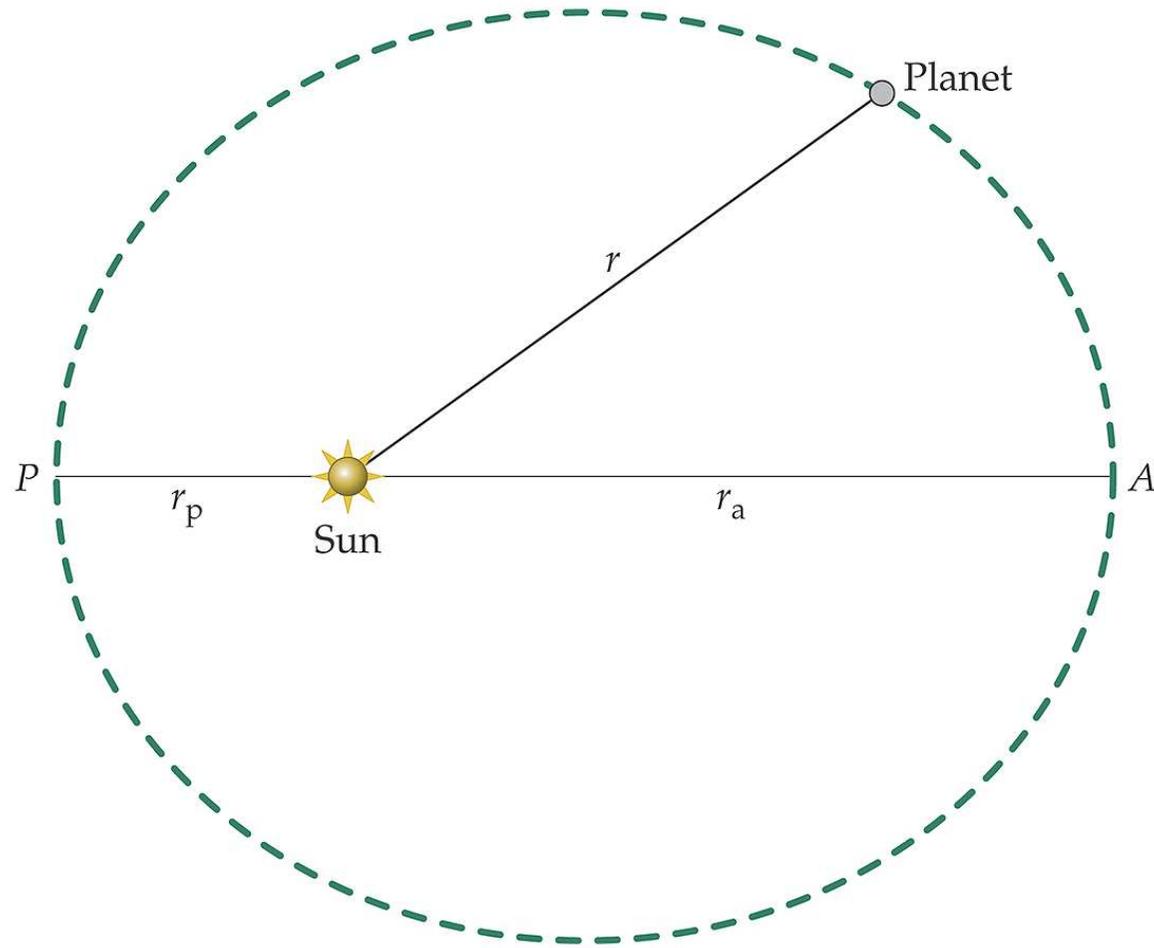


Orbitas com diferentes excentricidades em torno de um corpo de massa M . As quatro órbitas têm o mesmo semi-eixo maior a e, portanto, a mesma energia mecânica.

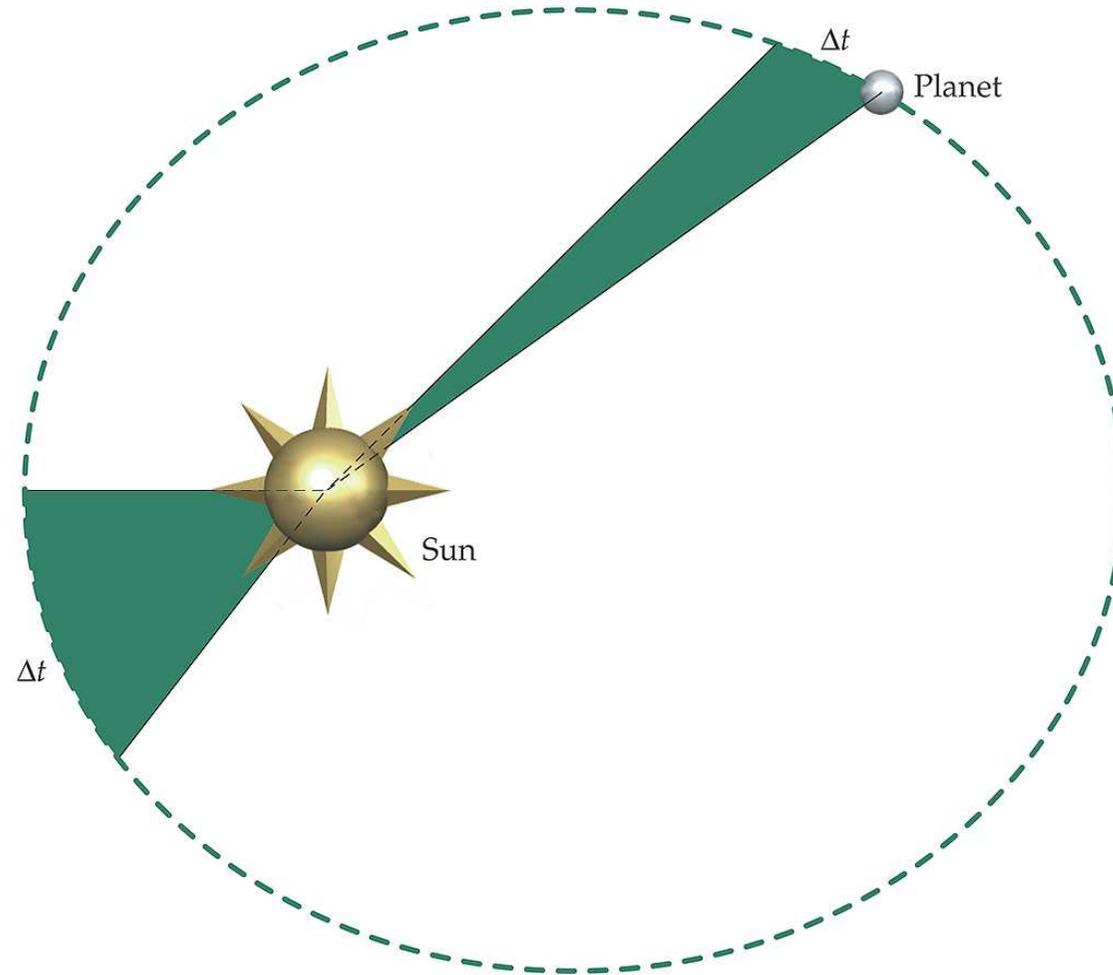
Ref: Halliday, Resnick, Walker, *Fundamentos de Física*

Trajétória elíptica de um planeta com o Sol em um dos focos

Ponto P : periélio, ponto A : afélio

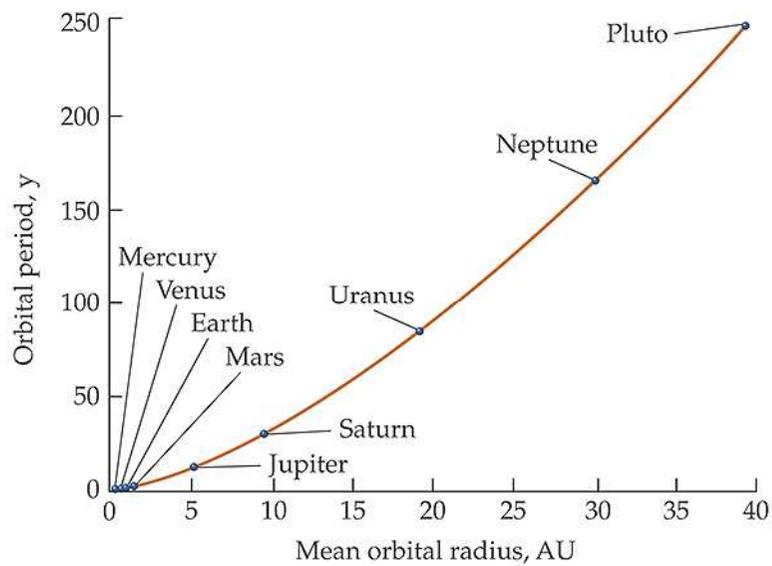


Quando um planeta está próximo do Sol, ele se move mais rapidamente do que quando está mais afastado. As **áreas** varridas num dado intervalo de tempo são iguais.

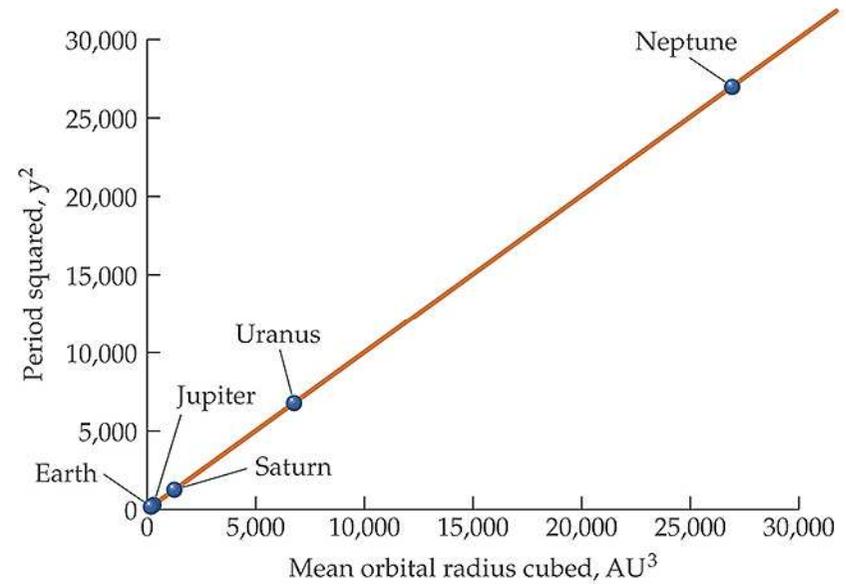


(a) Periodos dos Planetas (T) em função de seus raios orbitais médios (r)

(b) Gráfico T^2 vs r^3 (Terceira Lei de Kepler). Os pontos caem numa linha reta

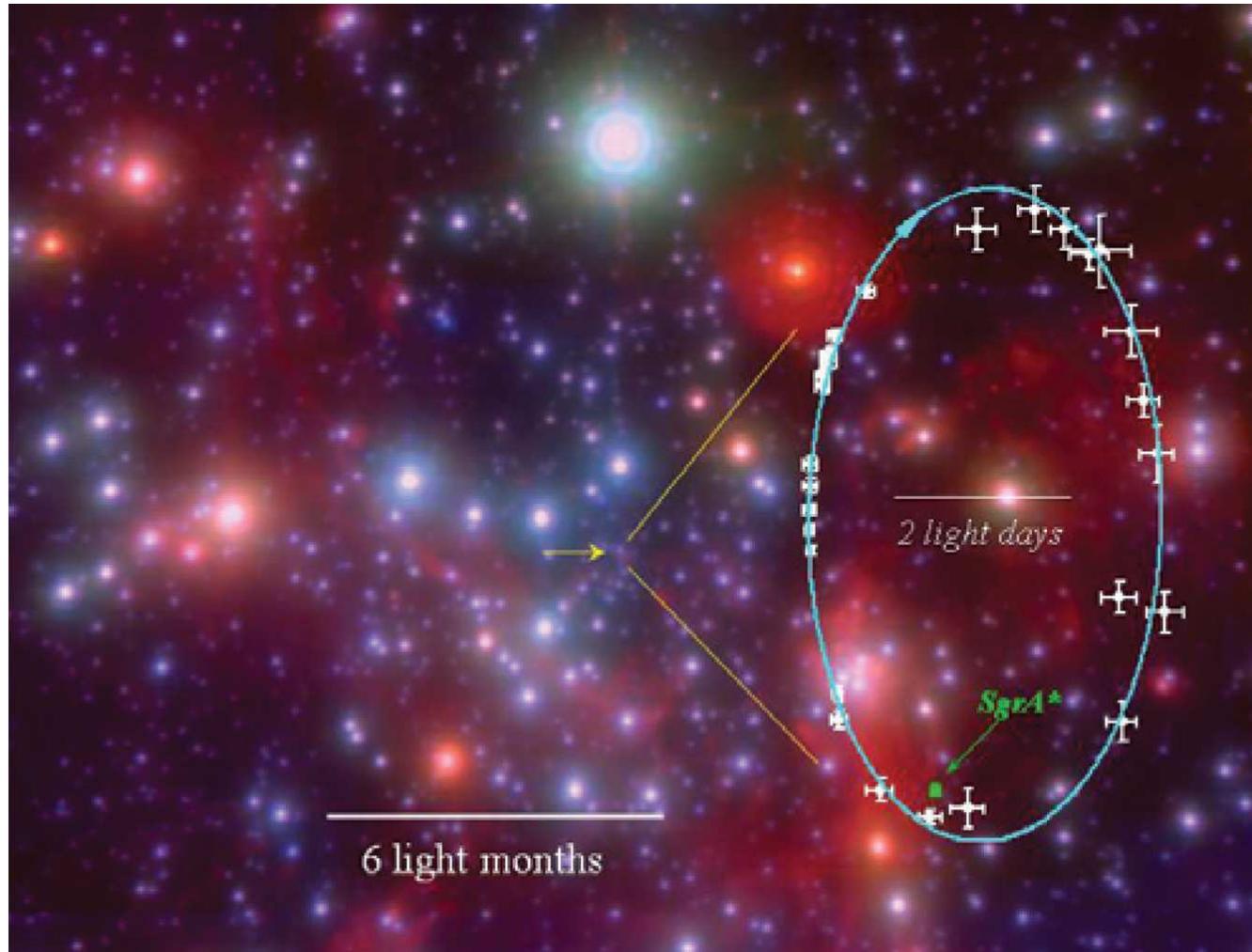


(a)



(b)

Orbita da estrela S2 em torno de Sagitarius (sgrS*): O periodo e o valor do semi-eixo da órbita permitem estimar o valor da massa de SgrA*

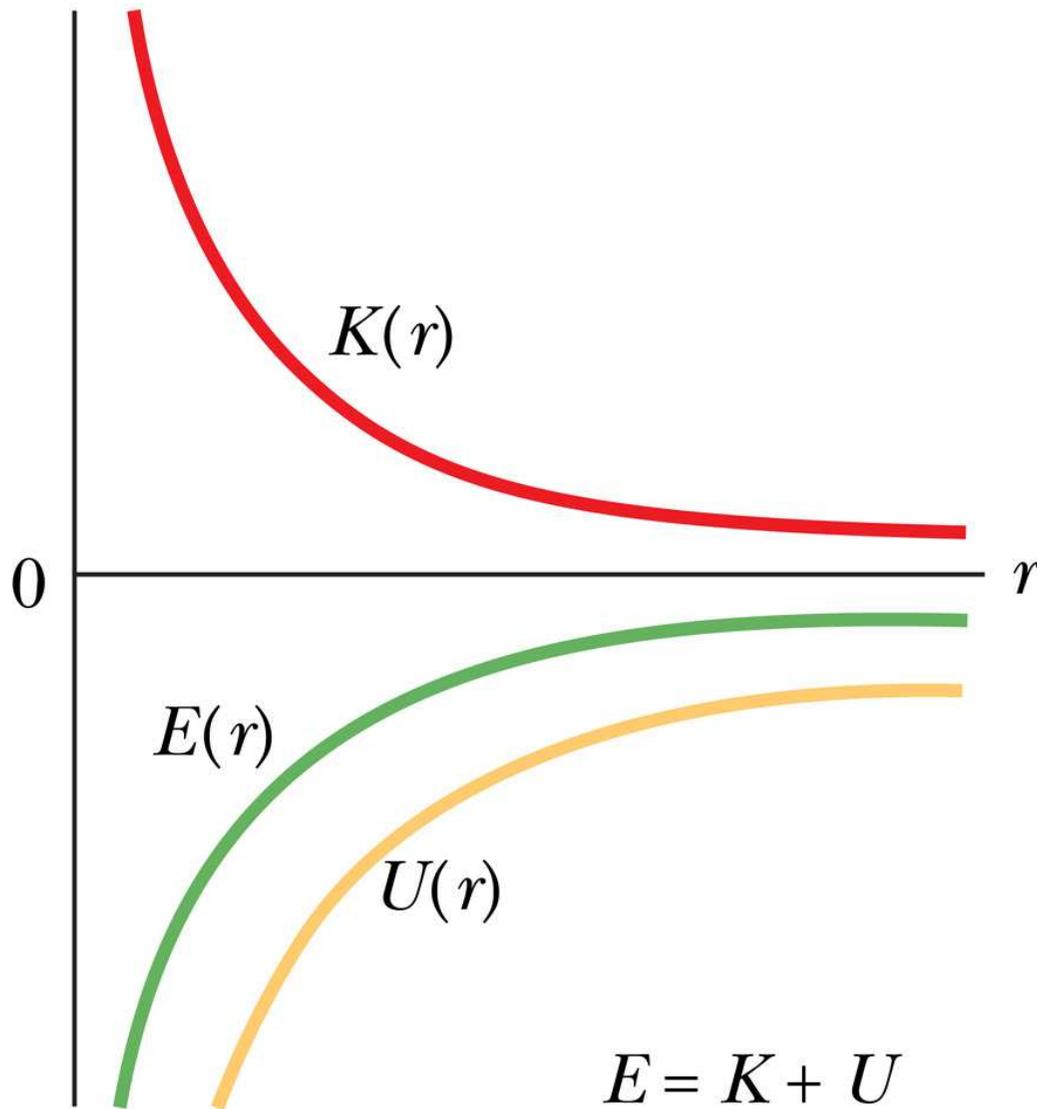


Halliday, Resnick, Walker, *Fundamentos de Física*



©2008 by W.H. Freeman and Company

Energy



Satélite em órbita circular

Varição da energia com o raio da órbita

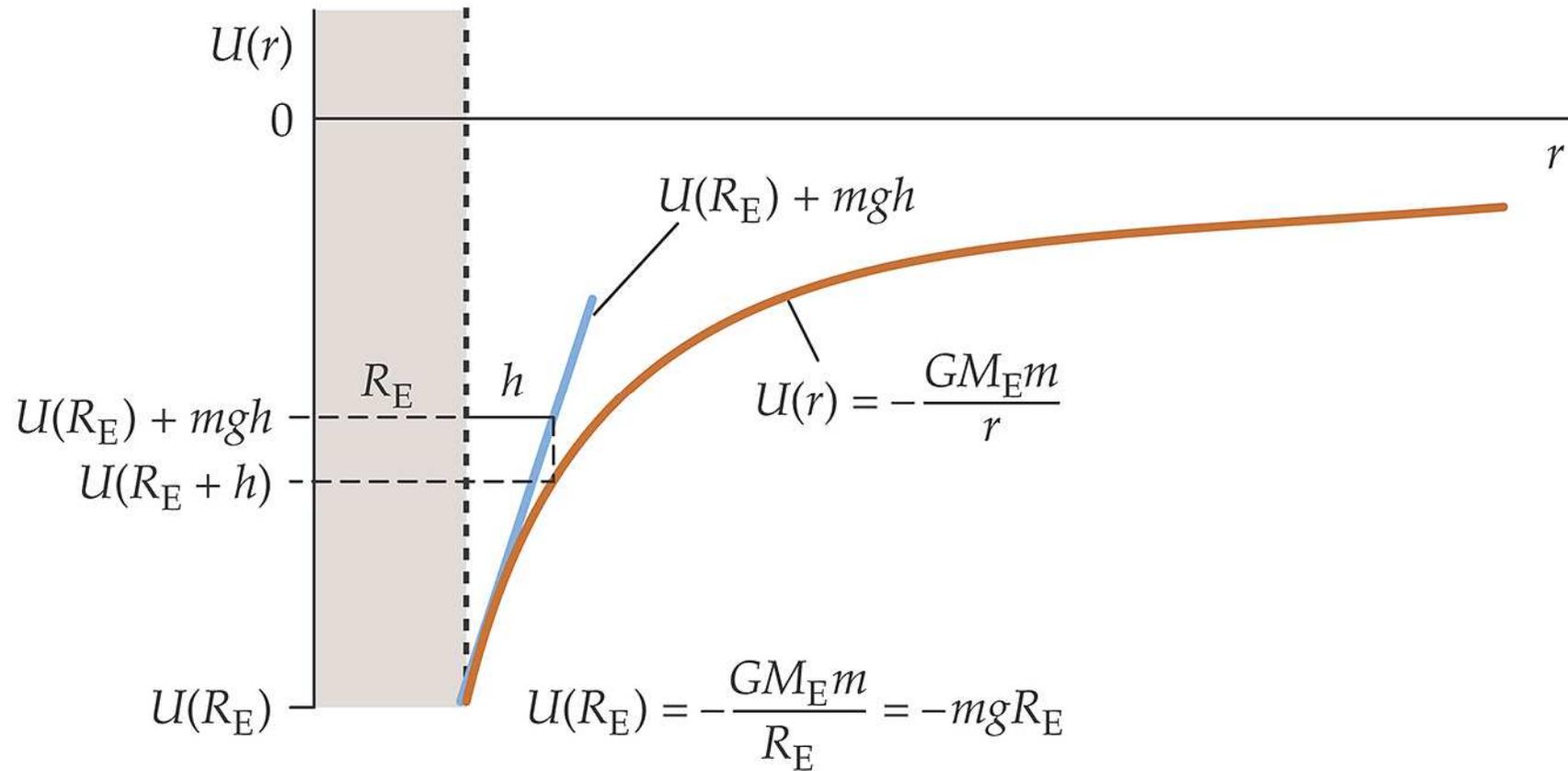
K : energia cinética

U : energia potencial

E : energia total

Ref: Halliday, Resnick, Walker,
Fundamentos de Física

Energia potencial gravitacional: começa no valor negativo na superfície da Terra, e cresce quando r cresce, tendendo a zero quando $r \rightarrow \infty$

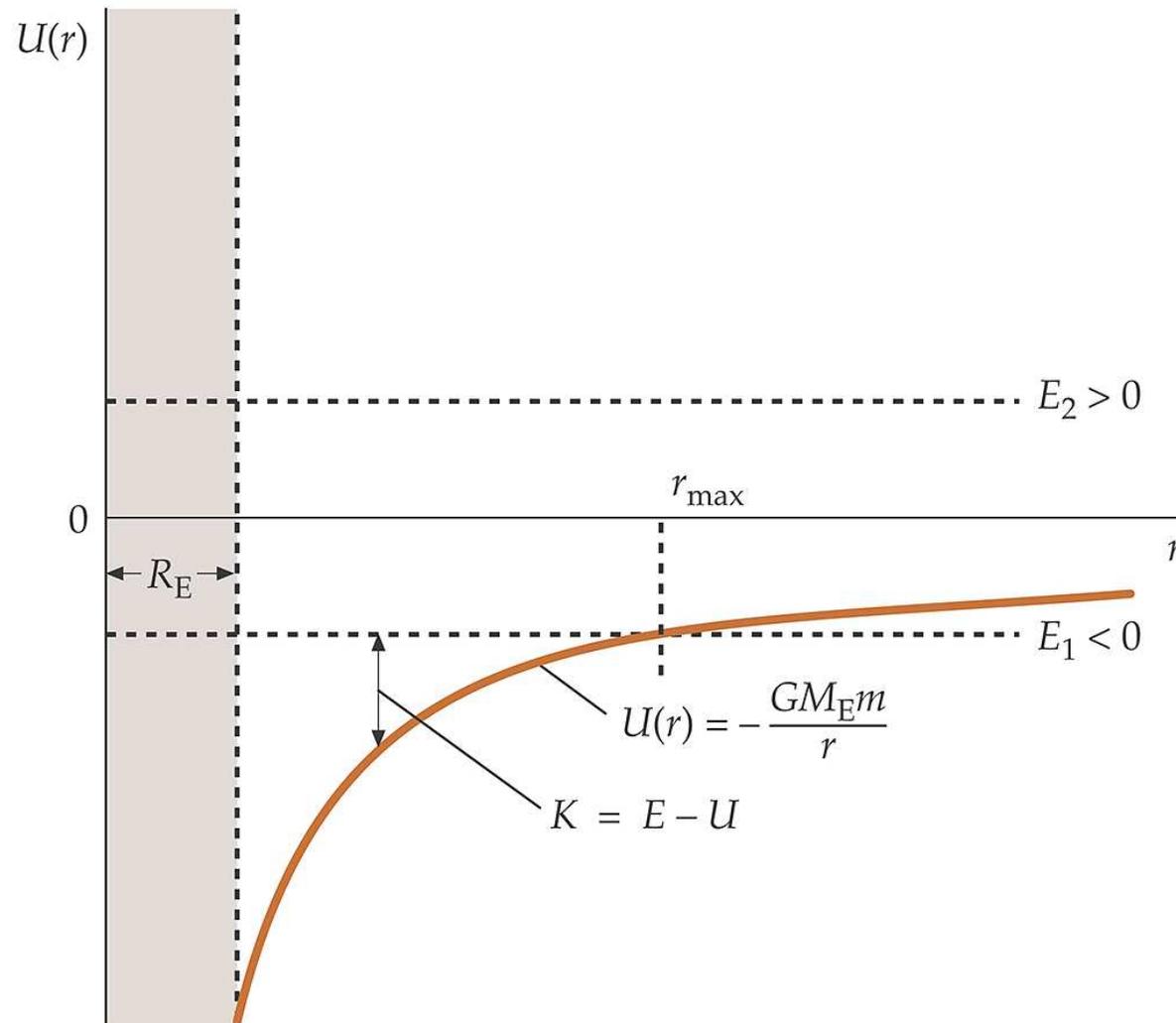


Velocidade de escape (para escapar da gravidade da Terra)



©2008 by W.H. Freeman and Company

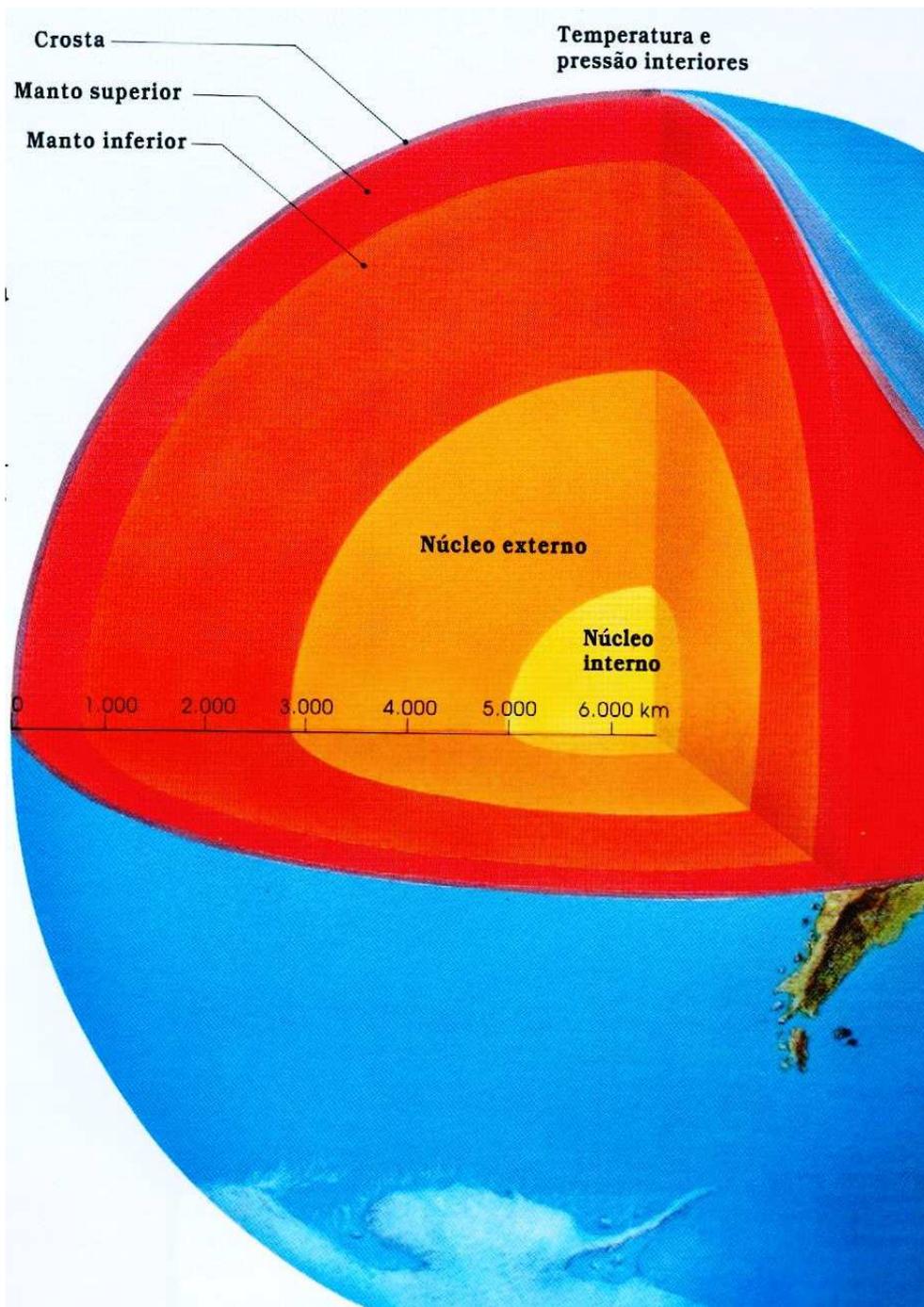
Velocidade de escape: quando a energia total é maior que zero (E_2 na figura), o objeto pode escapar da Terra



Velocidade de escape: atmósferas dos planetas



NASA/JPL/ESA/IPAC



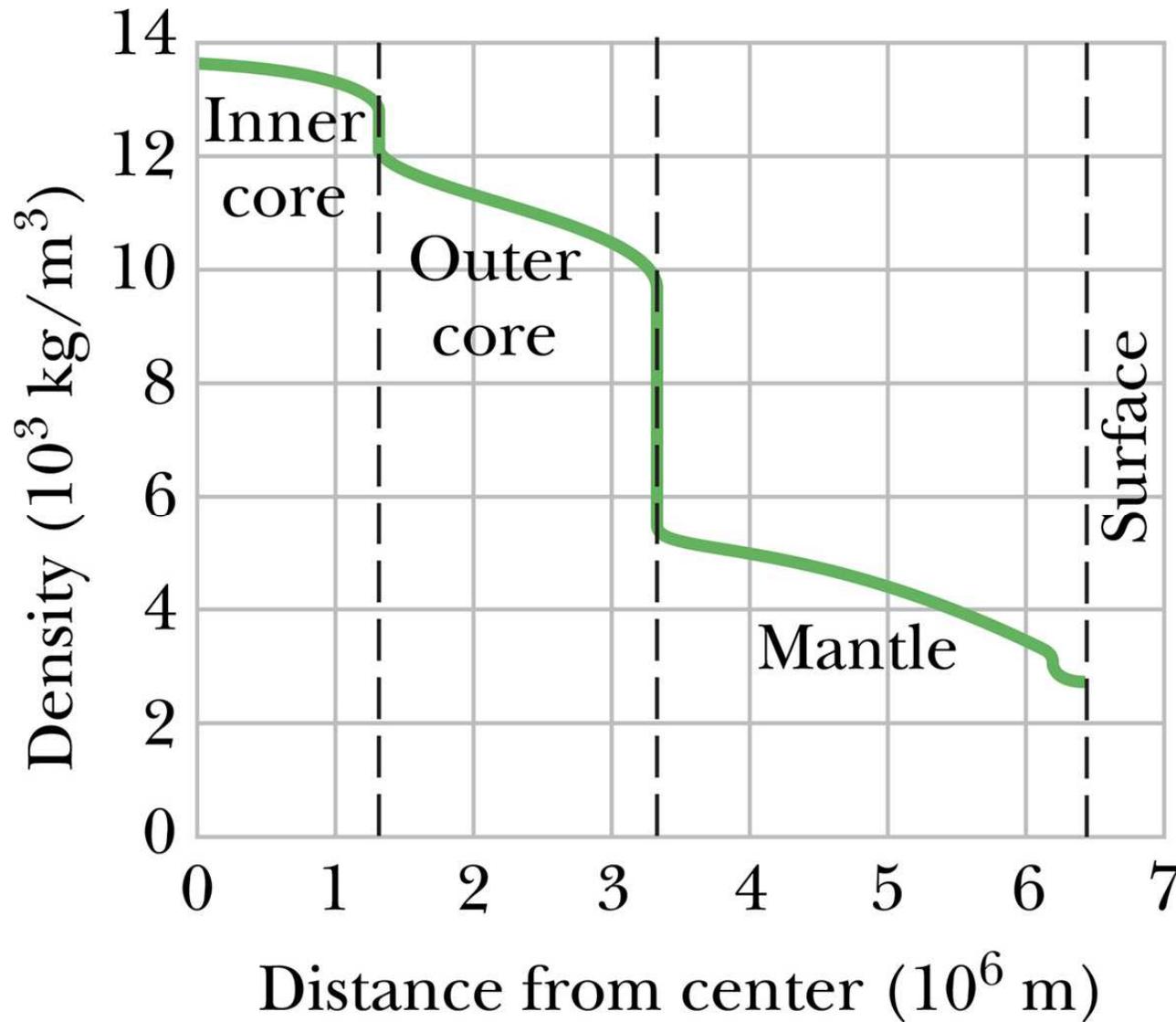
Interior da Terra

A crosta continental é composta de granito e basalto.

O manto, que representa 85% do volume da Terra, consiste de rocha sólida muito quente que se comporta como um fluido viscoso. No manto inferior a rocha é mais densa por causa das grandes pressões.

O núcleo, de níquel e ferro, consiste de uma camada externa fluida e um núcleo interno sólido.

Planeta Terra. Coleção Ciência & Natureza
Time & Life / Abril Livros, 1996



Densidade da Terra em função da distância do centro.

Limites visíveis:

1 - núcleo sólido interno,

2 - núcleo externo

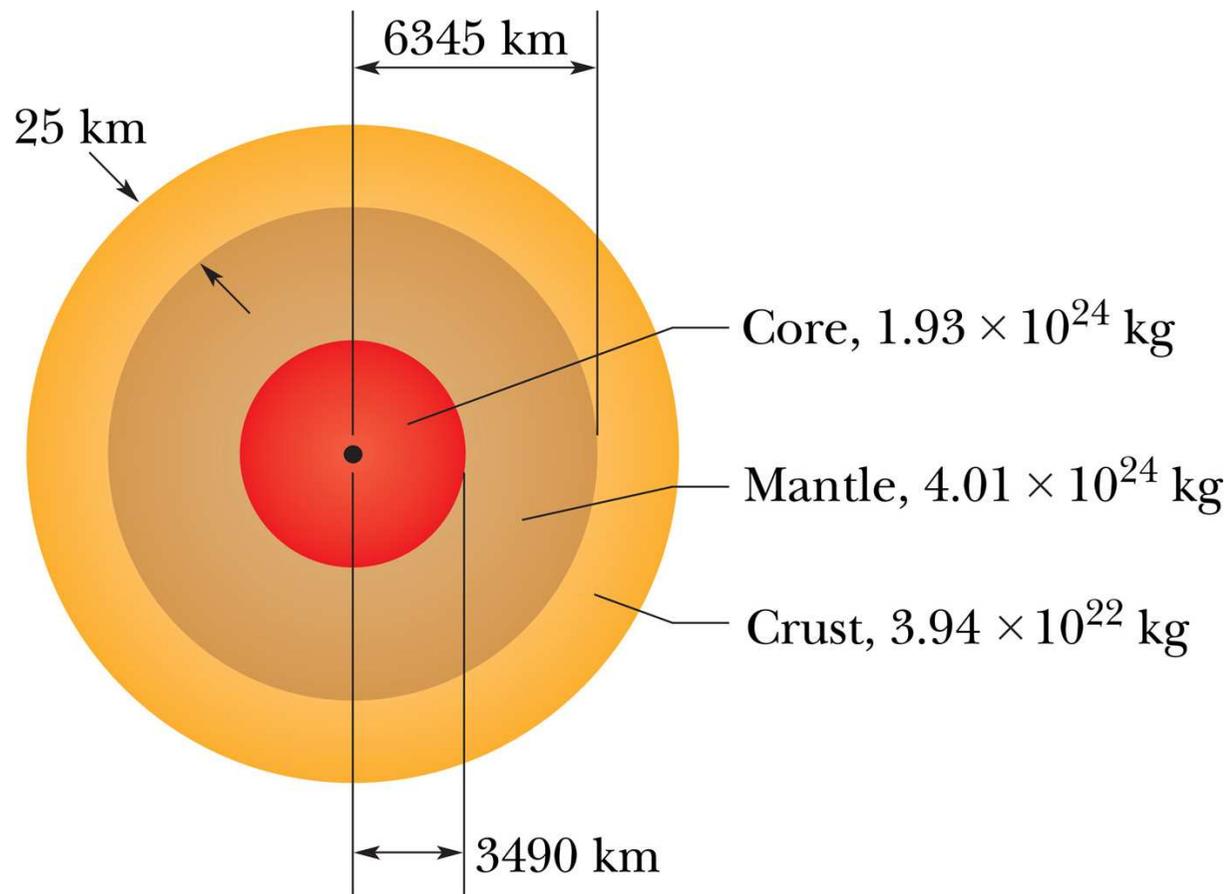
semilíquido

3 – manto sólido

Ref: Halliday, Resnick,

Walker,

Fundamentos de Física

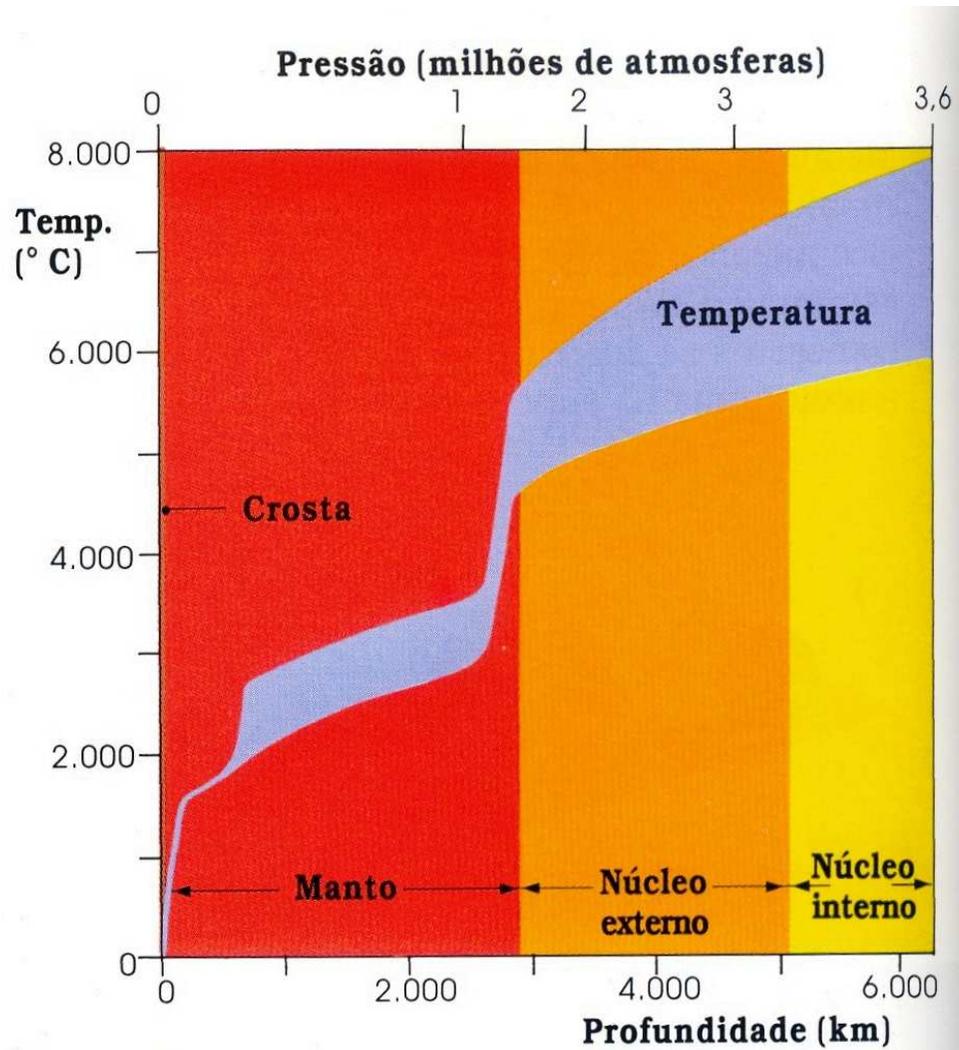


Corte transversal da Terra

O interior da Terra pode ser dividido em três regiões:

- 1 - a crosta,
- 2 - o manto
- 3 - o núcleo

Ref: Halliday, Resnick, Walker,
Fundamentos de Física



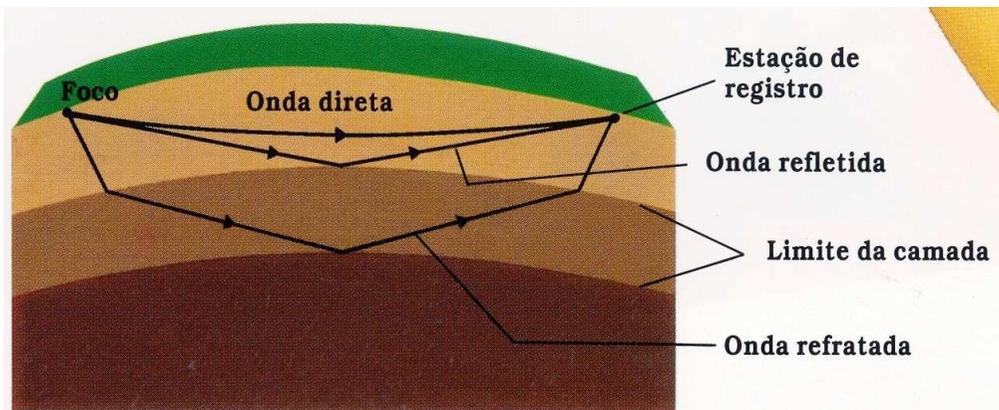
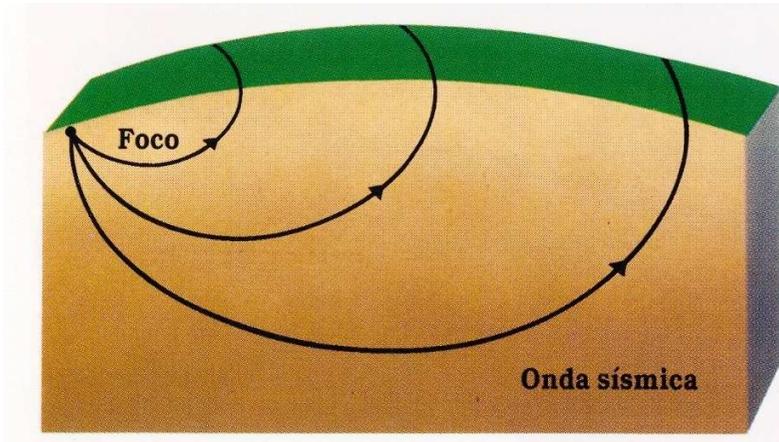
Interior da Terra

Temperatura e pressão interiores

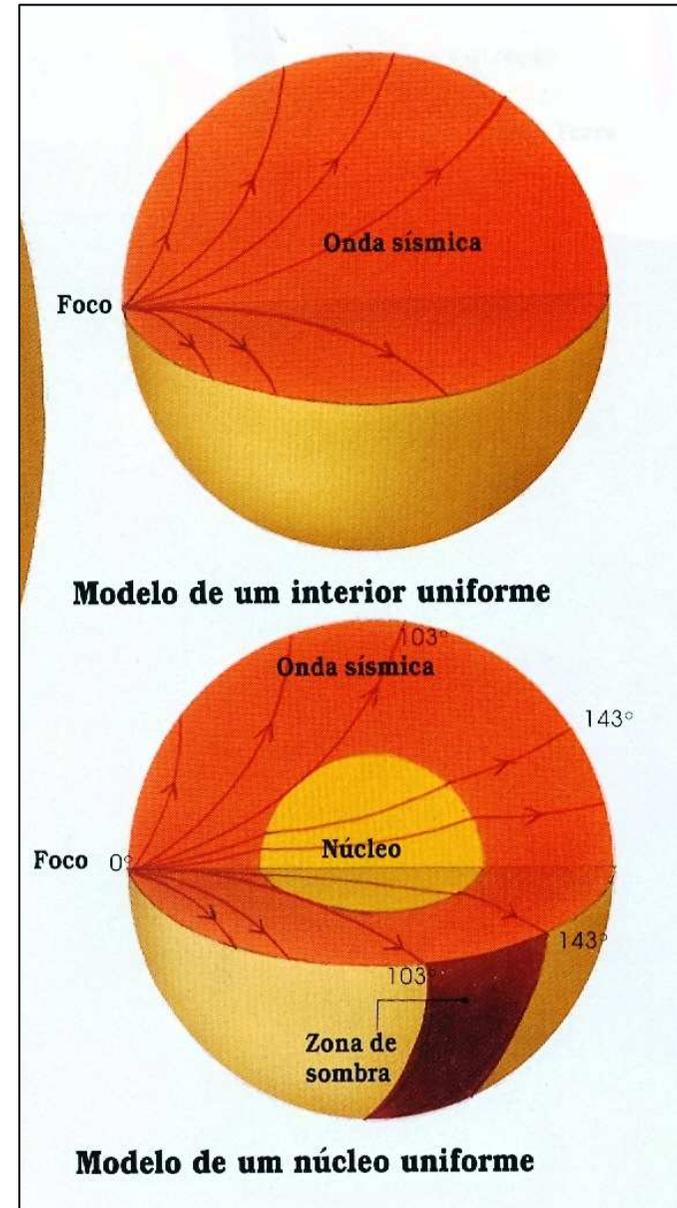
Raio da Terra: 6370 km

Planeta Terra. Coleção Ciência & Natureza
Time & Life / Abril Livros, 1996

Estudando o interior da Terra: a técnica de tomografia sísmica permite obter uma visão 3D da densidade no interior da Terra



Planeta Terra. Coleção Ciência & Natureza
Time & Life / Abril Livros, 1996

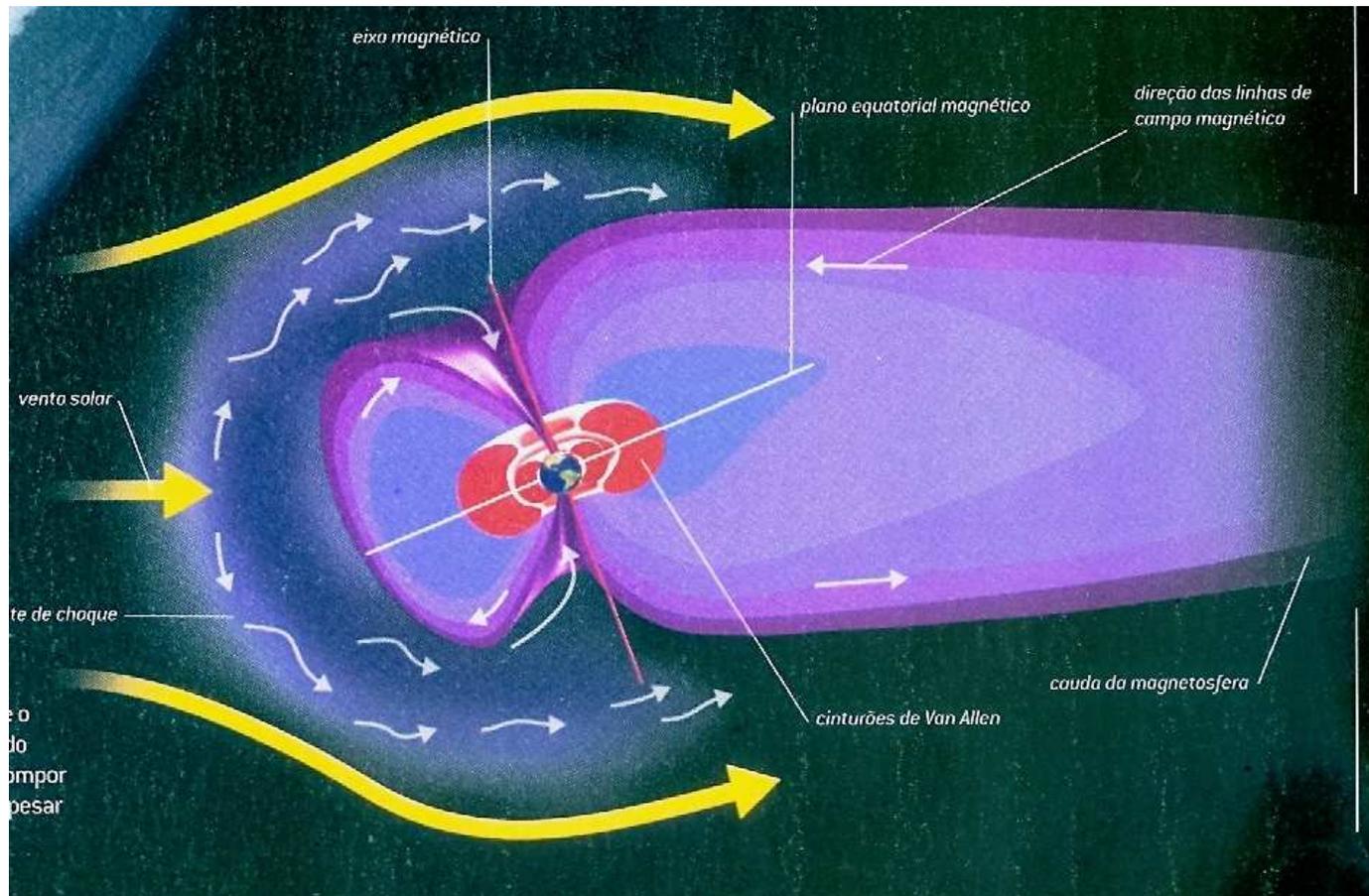


O interior da Terra



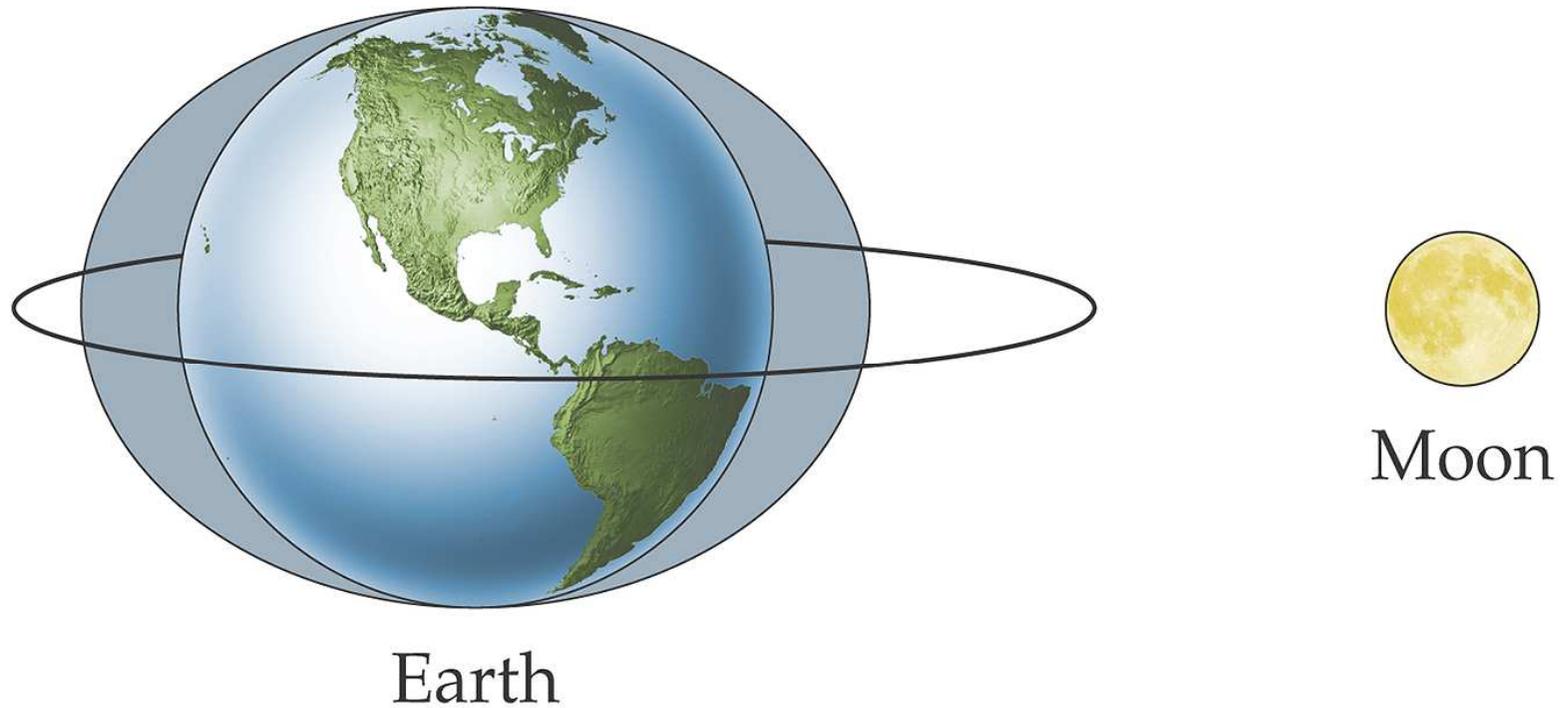
Enciclopedia Ilustrada do Universo
Duetto Editorial, 2008

Magnetosfera terrestre: o campo magnético terrestre deflete o vento solar. As linhas de campo impedem a penetração das partículas de altas energias carregadas pelo vento solar

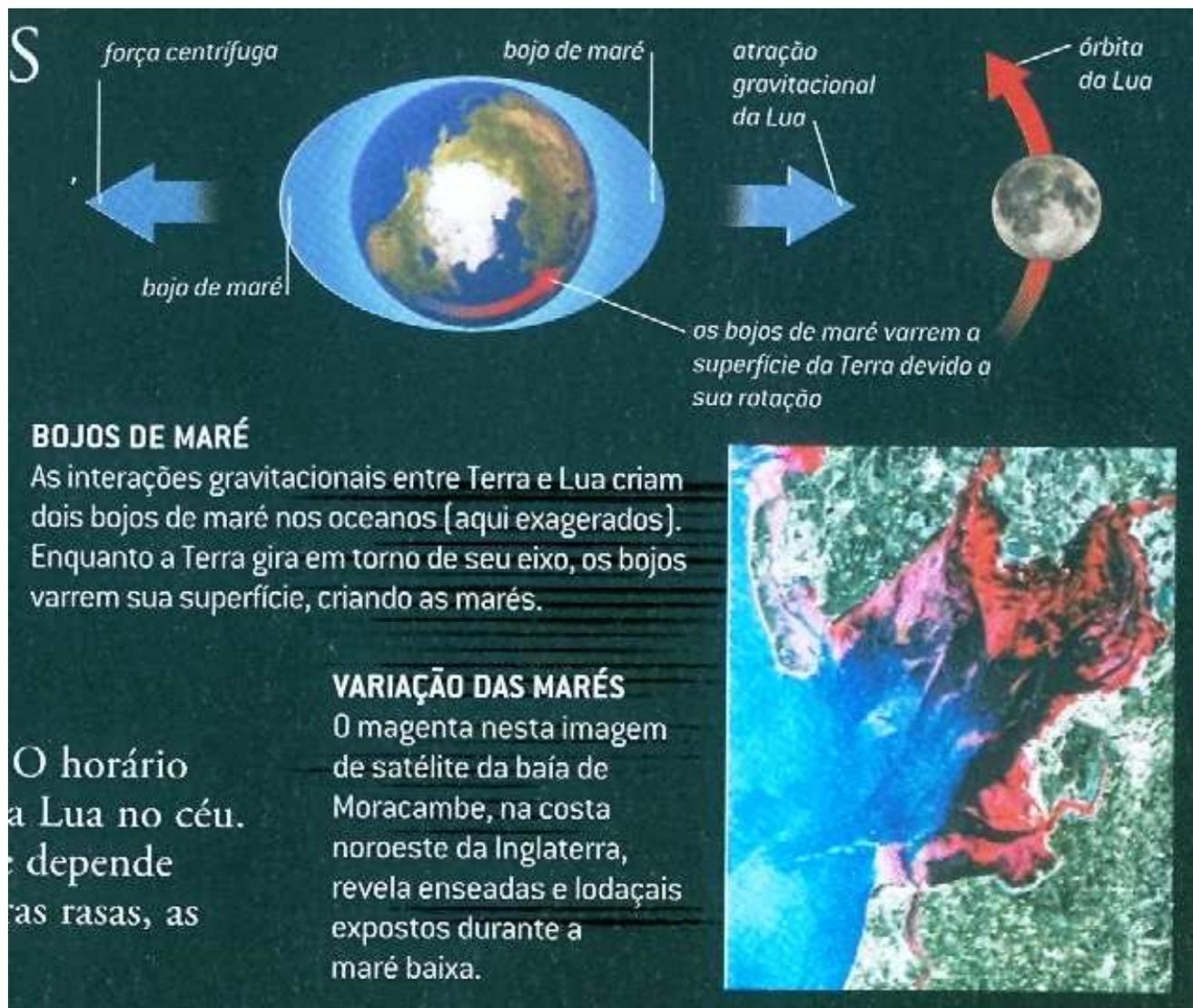


Enciclopedia Ilustrada do Universo
Duetto Editorial, 2008

Marés: a protuberância das marés (exageradas na figura) são causadas pela Diferença entre as ações gravitacionais da Lua sobre lados opostos da Terra)



Influencias lunares: as marés



Enciclopedia Ilustrada do Universo
Duetto Editorial, 2008