

NOTAS DE AULA

A Terra: suas origens e posição no Universo

SISTEMA SOLAR ~ 4,6 bilhões de anos
13,8 bilhões de anos BIG-BANG



Planetas internos ou terrestres
(Mercúrio, Vênus, Terra, Marte)

Planetas externos
(Júpiter, Saturno, Urano, Netuno)

O raio da **Terra** é de 6.370 km, o de **Júpiter** é da ordem de 71.500 km, e o do **Sol** é de 700.000 km

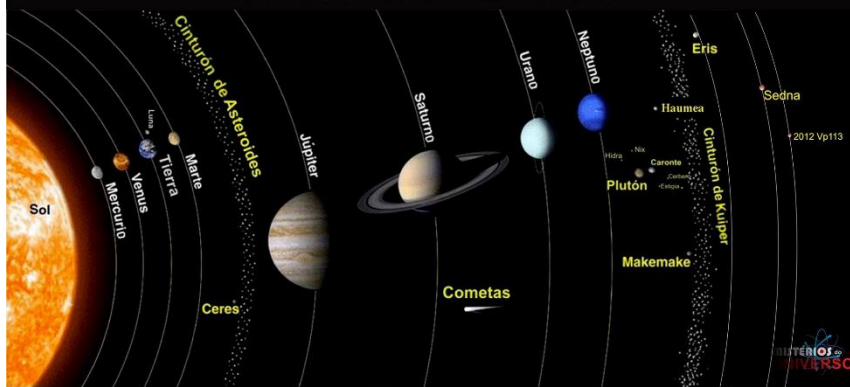
Internos

Externos

Planeta	Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno
Raio(R_{\oplus})	0,38	0,95	1	0,53	11,21	9,45	4	3,88
Massa(M_{\oplus})	0,055	0,814	1	0,104	317,7	99,66	14,53	17,06
Densidade (g/cm ³)	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,3	1,6
Atmosfera (%)	fina e rarefeita	CO ₂ (96) N (3)	N (78) O (21)	CO ₂ (95) N (3)	H (78) He (20) espessa comp. Sol	H (78) He (20)	H+He (15) H ₂ O, CH ₄ , NH ₃ (60)	H+He (10) H ₂ O, CH ₄ , NH ₃ (60)
Satélites	poucos		1	2	16	18	15	8 muitos
Distância (UA)	0,39	0,72	1	1,52	5,2	9,55	19,19	30,11
Duração do ano dias terrestres	88	225	365 ¼	687	4.347	10.775	30.680	60.266
Rotação (dia)	58,6	-243	0,99	1,03	0,41	0,45	-0,72	0,67
Excentricidade	0,21	0,01	0,02	0,09	0,05	0,06	0,05	0,01
Diâmetro do equador (km)	4.879	12.104	12.756	6.794	142.984	120.536	51.118	49.528
Inclinação orbital	7,00	3,39	0	1,85	1,31	2,49	0,77	1,77

R_{\oplus} e M_{\oplus} , respectivamente, raio (6.378km) e massa ($5,98 \times 10^{21}$ t) da Terra.

O NOVO SISTEMA SOLAR



METEORITOS

Definição: fragmentos de matéria sólida proveniente do espaço

Tamanho: pequenos - volatilizam
grandes - atravessam a atmosfera e alcançam a superfície da Terra

Trajatória: fonte: cinturão dos asteróides. Existem hipóteses que poderiam vir da Lua ou de Marte

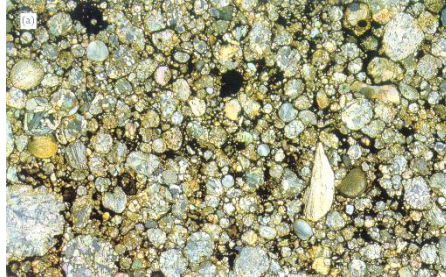
Classificação: 3 grandes classes



Cratera meteorítica do Arizona
1200 m de diâmetro e 180 m de Profundidade (130.000 t – 50mil anos)

**Meteoritos
rochosos (95%)**

**Condritos
(86%)**



**Acondritos
(9%)**

**Composição: olivina, piroxênio e
minerais metálicos (Fe, Ni)**
Presença de côneos
**Proveniência: cinturão de aste-
róides**

**Composição: semelhante aos
basaltos; olivina, piroxênio,
plagioclásio**
Sem côneos
**Proveniência: cinturão de aste-
róides**

**Meteoritos
Ferro-pétreos
(1%)
(siderolitos)**

**Composição: minerais silicáticos e minerais
metálicos (Fe + Ni)**
Proveniência: cinturão de asteróides

**Meteoritos
Metálicos (4%)
(sideritos)**

Composição: minerais metálicos (Fe + Ni)
Proveniência: cinturão de asteróides

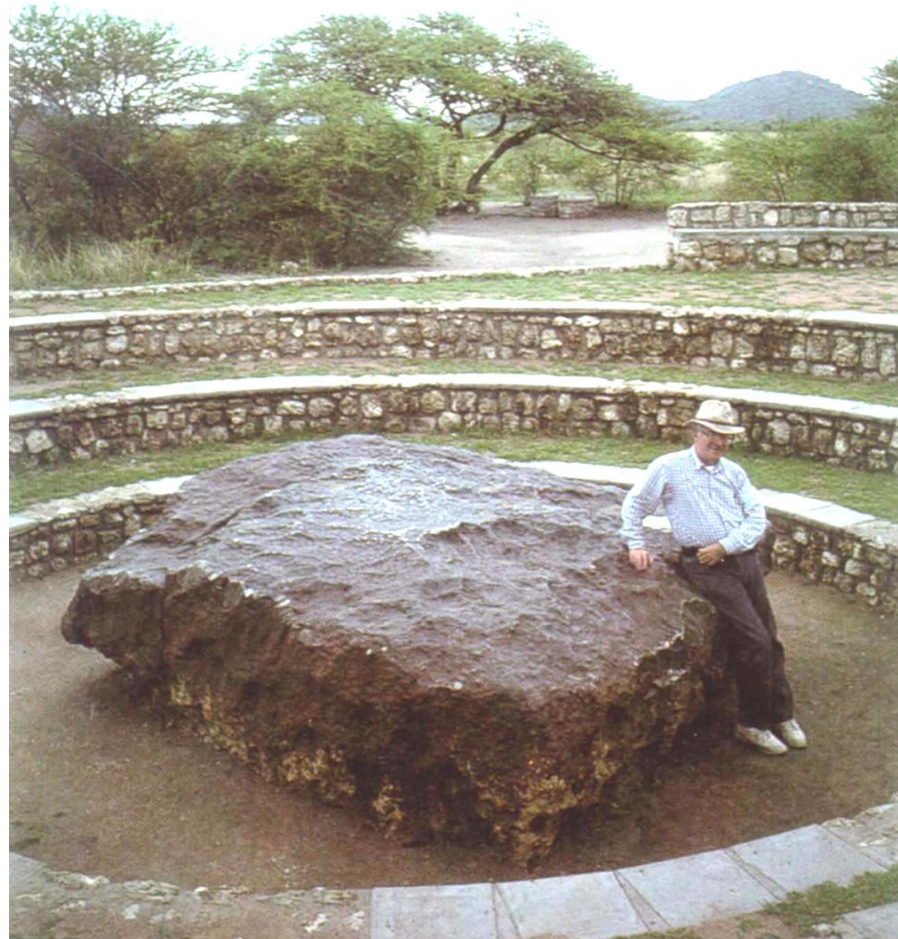




Condrito ordinário Sahara 95035

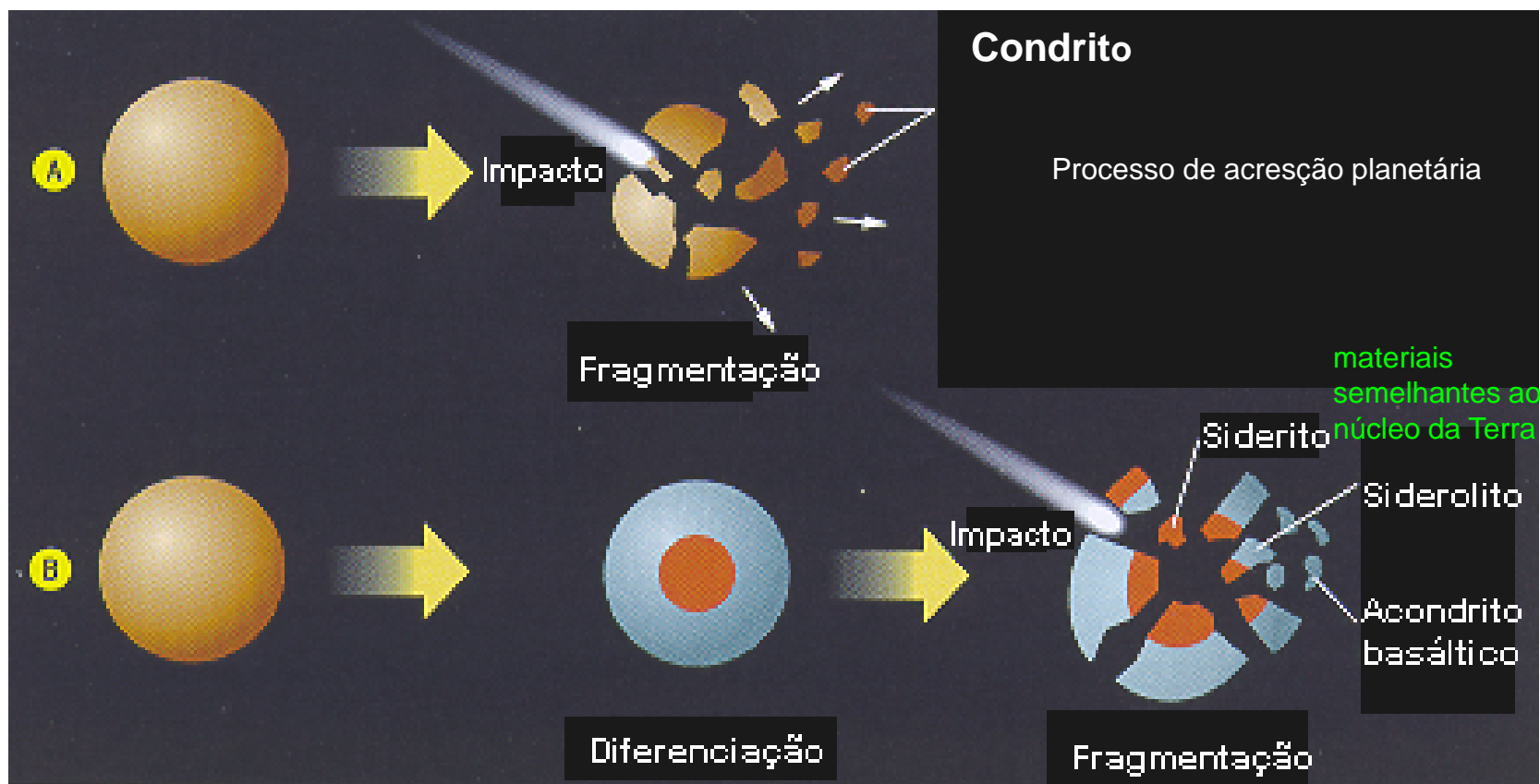
Meteorito Hoba (siderito), Namíbia

60 toneladas



80.000 anos

Importantes pois trazem informações sobre a origem do sistema solar e estrutura interna da Terra, partindo da premissa que representam fragmentos de um planeta semelhante a Terra.



adaptada de Trompette (2003)

Gênese dos meteoritos por fragmentação de asteróides

- Fragmentação de um asteróide não diferenciado dá origem a meteoritos do tipo condrito.**
- Fragmentação de um asteróide diferenciado (diferenciação supõe um corpo volumoso e de grande massa) produz acondritos basáltico (manto), sideritos (núcleo) e raros siderolitos (transição manto/núcleo)**



Como a Terra se formou

Diferenciação da Terra



Primeiro 1/2 bilhão de anos **Terra foi bombardeada por meteoritos**

Posteriormente Terra estacionária, com pouca entrada de material

Logo formada **Terra começou se aquecer (t interna - 2000°C)**
(**coalisão dos fragmentos – formar a terra- , compressão dos fragmentos durante o crescimento, decaimento radioativo**)



Temperatura alta
(**fusão quase total; formação de camadas concêntricas**)

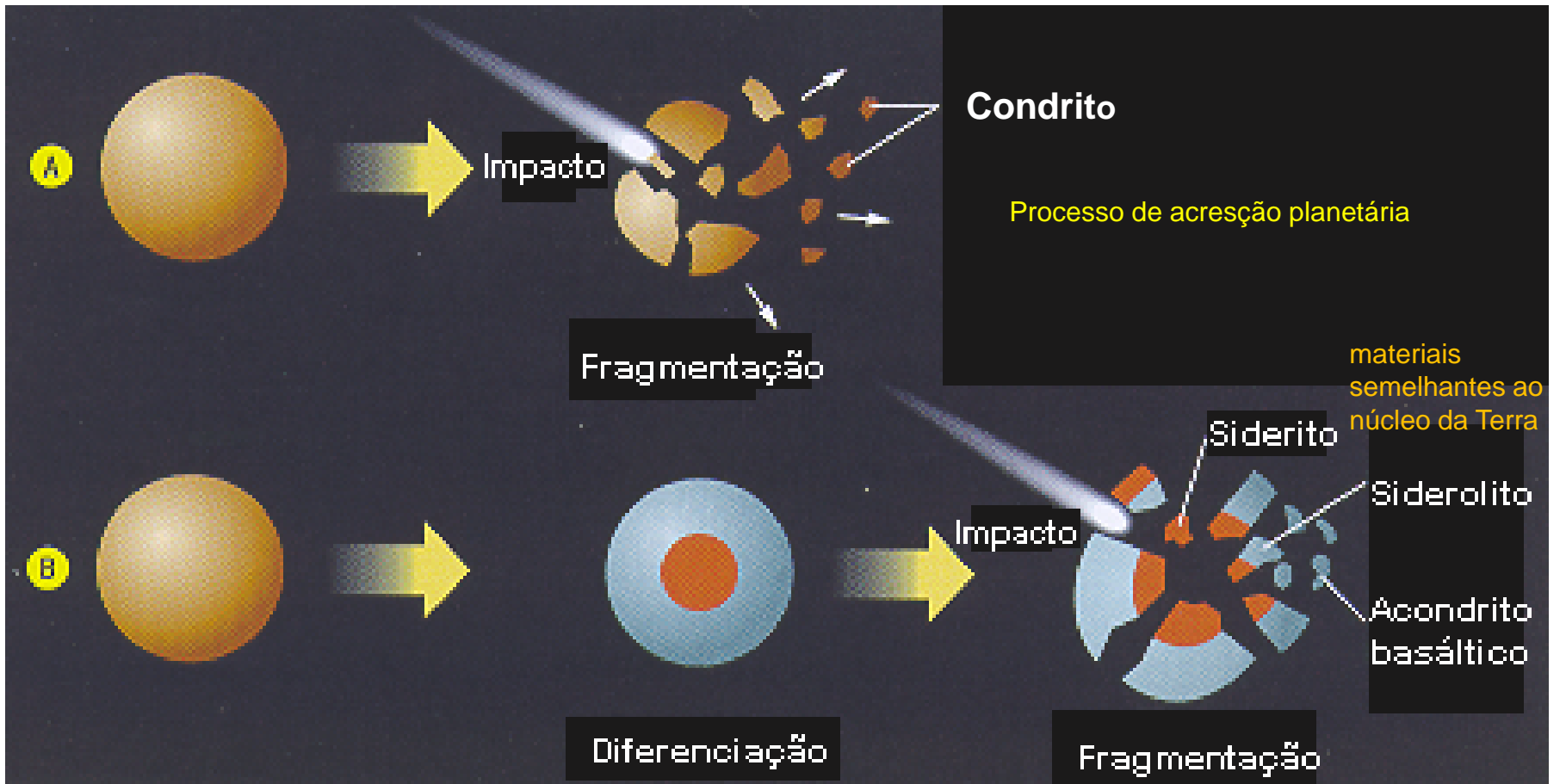
elementos pesados (Fe, Ni) - núcleo

elementos leves (O, Si, Al, Mg, Ca, K, Na) -
flutuam e sobem para a superfície

Modelo da estrutura interna da Terra

Modelizada - **dados diretos** (sondagens – poucos quilômetros)

dados indiretos (terremotos, meteoritos – comp. química e mineralógica)



Terremotos - Ondas sísmicas

3 tipos de ondas que se propagam em todas as direções

Ondas P

Ondas S

Ondas Love e Rayleigh

Ondas P (longitudinais) - propagam com maior velocidade, em qualquer meio e chegam primeiro nos registros sismográficos. Velocidade aumenta com a densidade do meio

Ondas S (transversais) - velocidade menor e se propagam somente em meios sólidos

Ondas Love-Rayleigh - dois tipos de ondas que se propagam na superfície; são as ondas mais destrutivas de um terremoto.

Modelo da estrutura interna da Terra

Comportamento físico das ondas sísmicas

Ondas P (longitudinais) - propagam com **maior velocidade**, em qualquer meio e chegam primeiro nos registros sismográficos. **Velocidade aumenta com a densidade do meio**

Ondas S (transversais) - **velocidade menor** e se propagam somente em meios sólidos

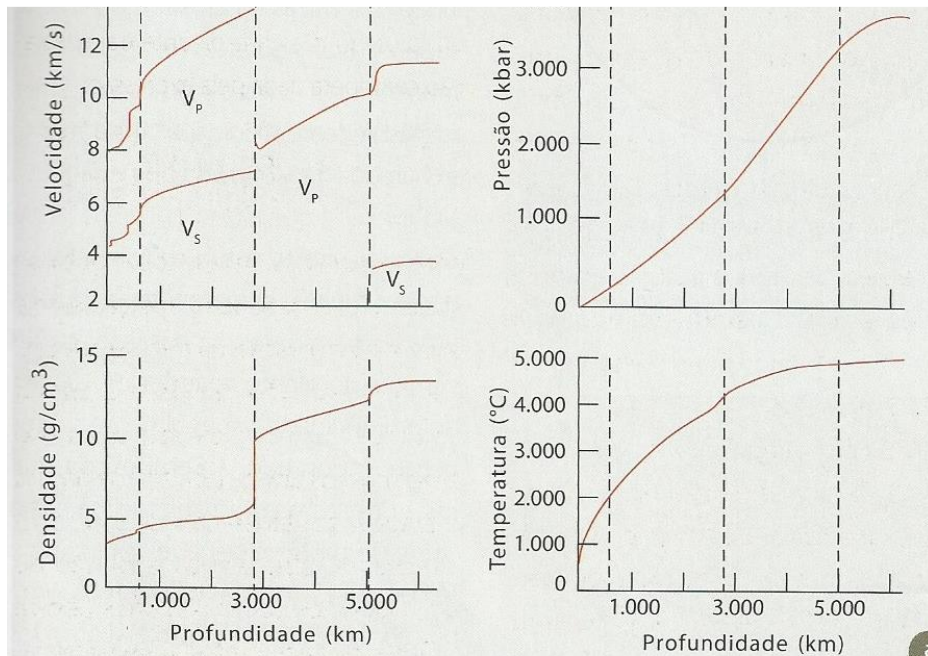


Figura 2.19 – a) Perfil de velocidades sísmicas (V_P e V_S) e densidade no interior da Terra. b) Exemplo de perfil de velocidade da onda P na crosta e manto superior, numa região continental.

a

Modelo da estrutura interna da Terra

Comportamento físico das ondas sísmicas

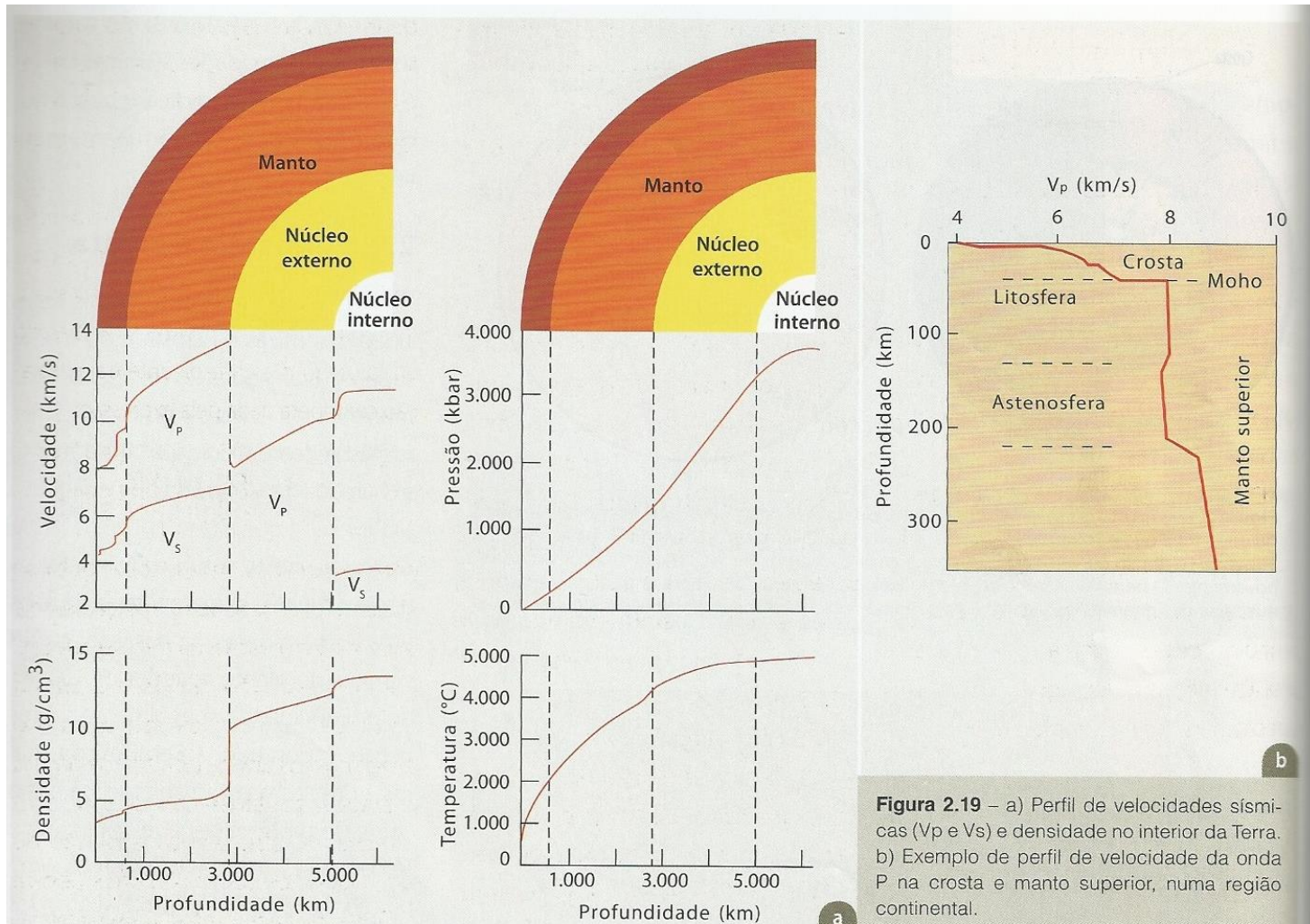
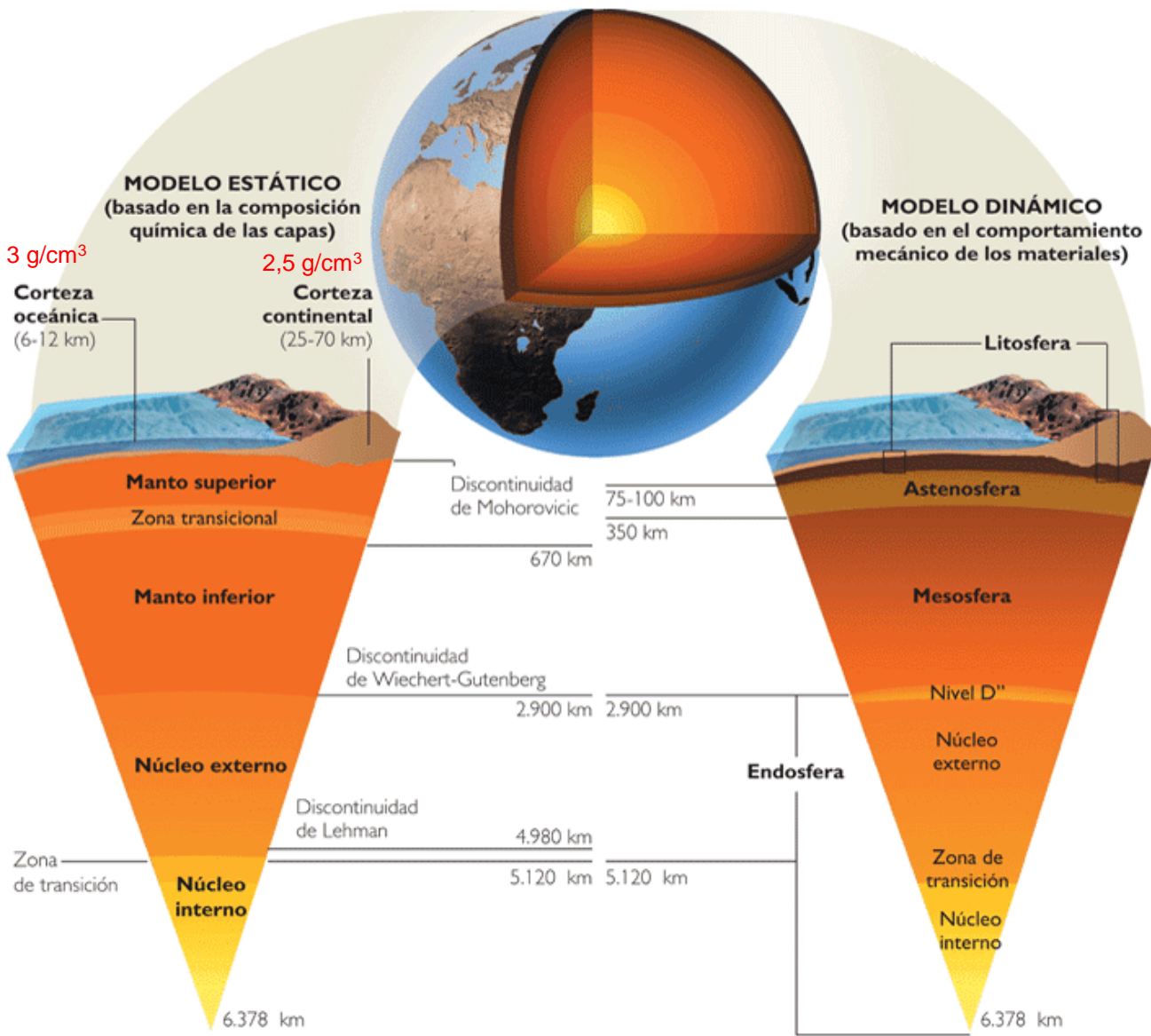


Figura 2.19 – a) Perfil de velocidades sísmicas (V_p e V_s) e densidade no interior da Terra. b) Exemplo de perfil de velocidade da onda P na crosta e manto superior, numa região continental.

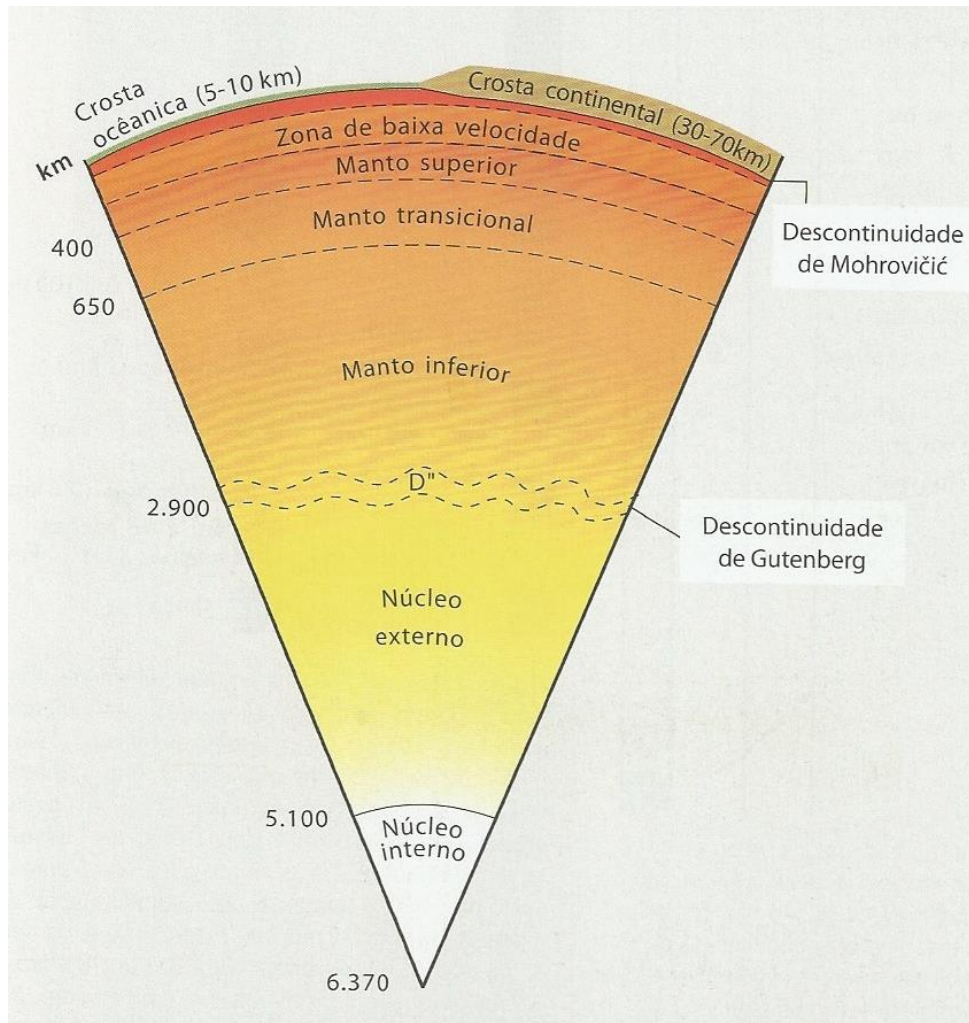


Crosta terrestre - heterogênea quanto a composição e estrutura

- continental** - 30-70km- rochas claras (Si, Al)
- oceânica** - 5-10 km - rochas escuras, basaltos (Si, Mg) e sedimentos

Manto - 100 a 2900km, rochas escuras (ultramáficas - Si, Mg), densas (3,2 a 3,7g/cm³), com olivina e piroxênios

Núcleo - Fe e Ni; núcleo externo líquido e interno sólido



Teixeira et al. (2009)

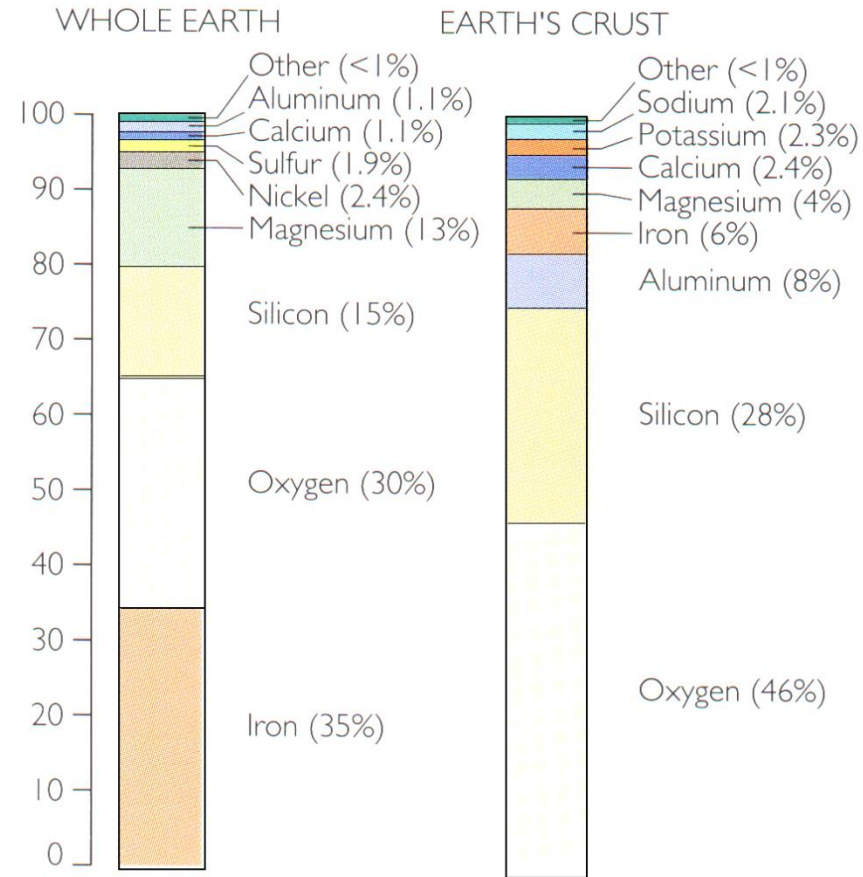


FIGURE 1.7 The relative abundance of elements in the whole Earth compared to that of elements in Earth's crust, given as percentages by weight. Differentiation has created a light crust, depleted of iron and rich in oxygen, silicon, aluminum, calcium, potassium, and sodium. Note that oxygen, silicon, and aluminum alone account for over 80 percent of the crust.

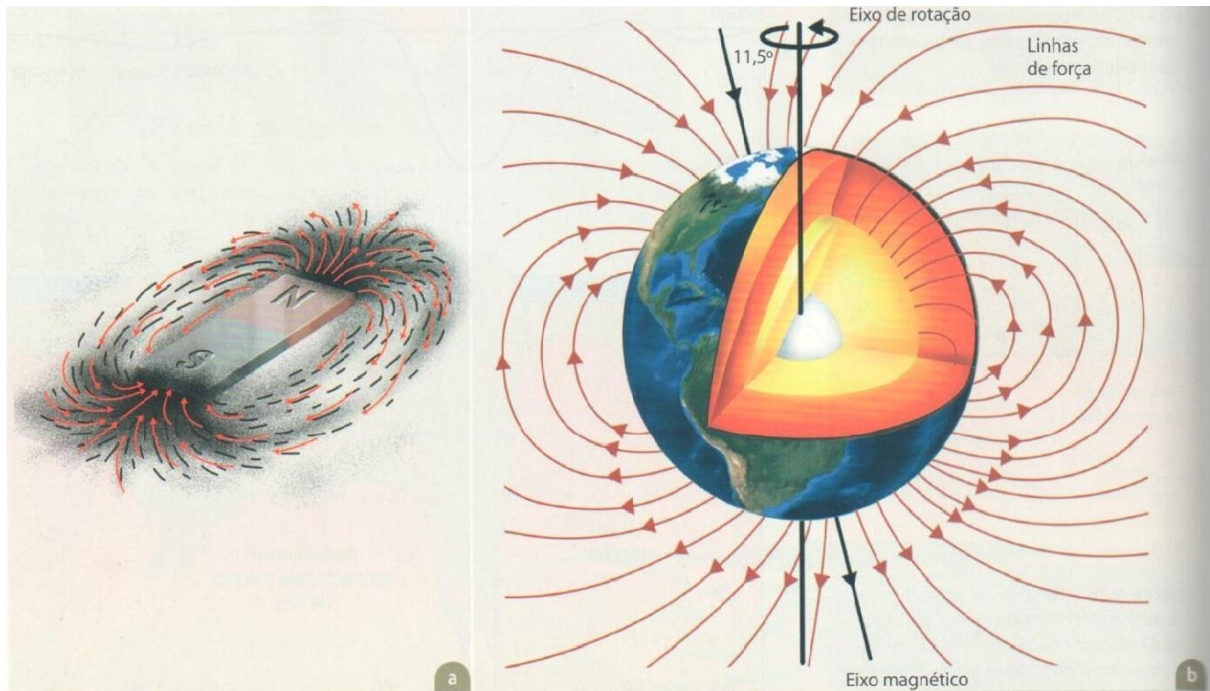


Figura 2.29 – a) O campo magnético de um ímã ou de um dipolo magnético. As setas indicam a direção das linhas de força magnética, os traços curtos e interrompidos representam a distribuição de limalhas de ferro jogadas no plano ao redor do ímã. Por convenção, as linhas de força saem do polo norte e entram no polo sul do ímã. Há uma maior concentração de limalhas de ferro nos extremos, norte e sul, do ímã, onde o campo é mais intenso. Campo magnético é o conjunto (distribuição espacial e intensidade) das forças magnéticas. b) Representação do campo magnético da Terra, ou campo geomagnético, onde 90% do campo tem natureza dipolar e similar ao campo produzido por um ímã localizado no centro da Terra e cujo eixo está inclinado $11,5^\circ$ em relação ao eixo de rotação da Terra.

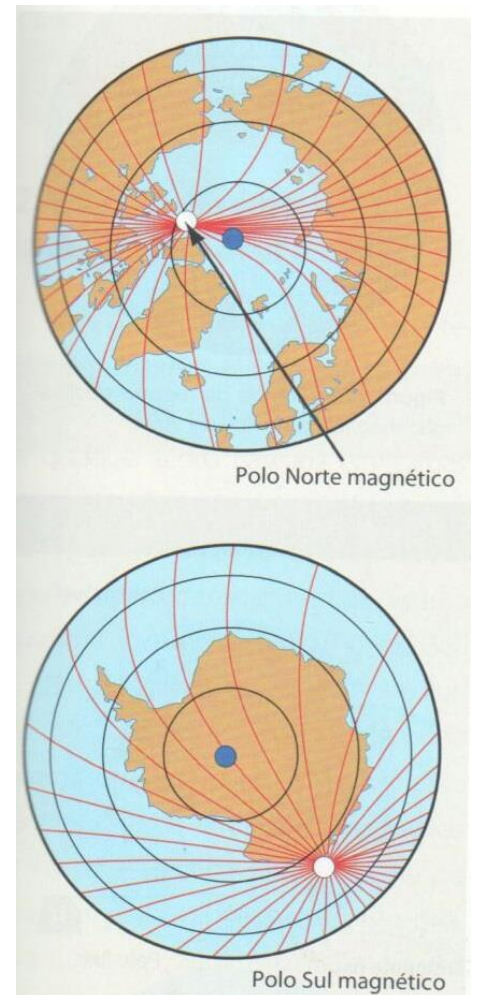
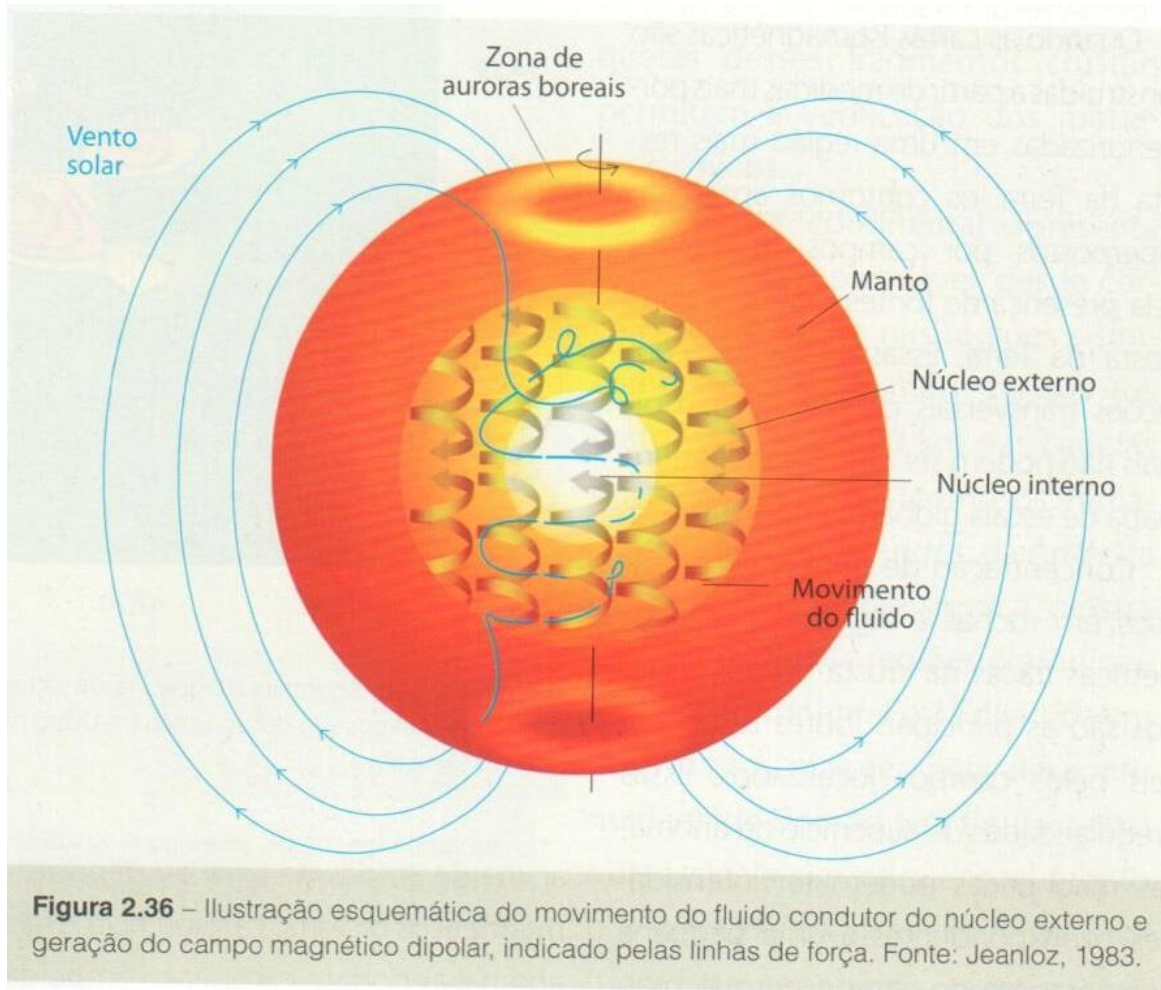


Figura 2.30 – Posição média dos Polos Norte e Sul geomagnéticos (círculos brancos) em relação aos Polos Norte e Sul geográficos (círculos azuis) em 2005. O Polo Norte magnético, na costa norte do Canadá, no oceano Ártico. O Polo Sul magnético está ao leste da Antártica, no oceano Pacífico. Os grandes círculos vermelhos que convergem nos polos magnéticos são as linhas do campo magnético (Figura 2.29) projetadas sobre a Terra.



Terra não é um planeta estático e imutável;

Tem que ser estudada como um sistema;

É um planeta dinâmico que se encontra em constante transformação:

► Forças internas; ► Forças externas; ► Homem

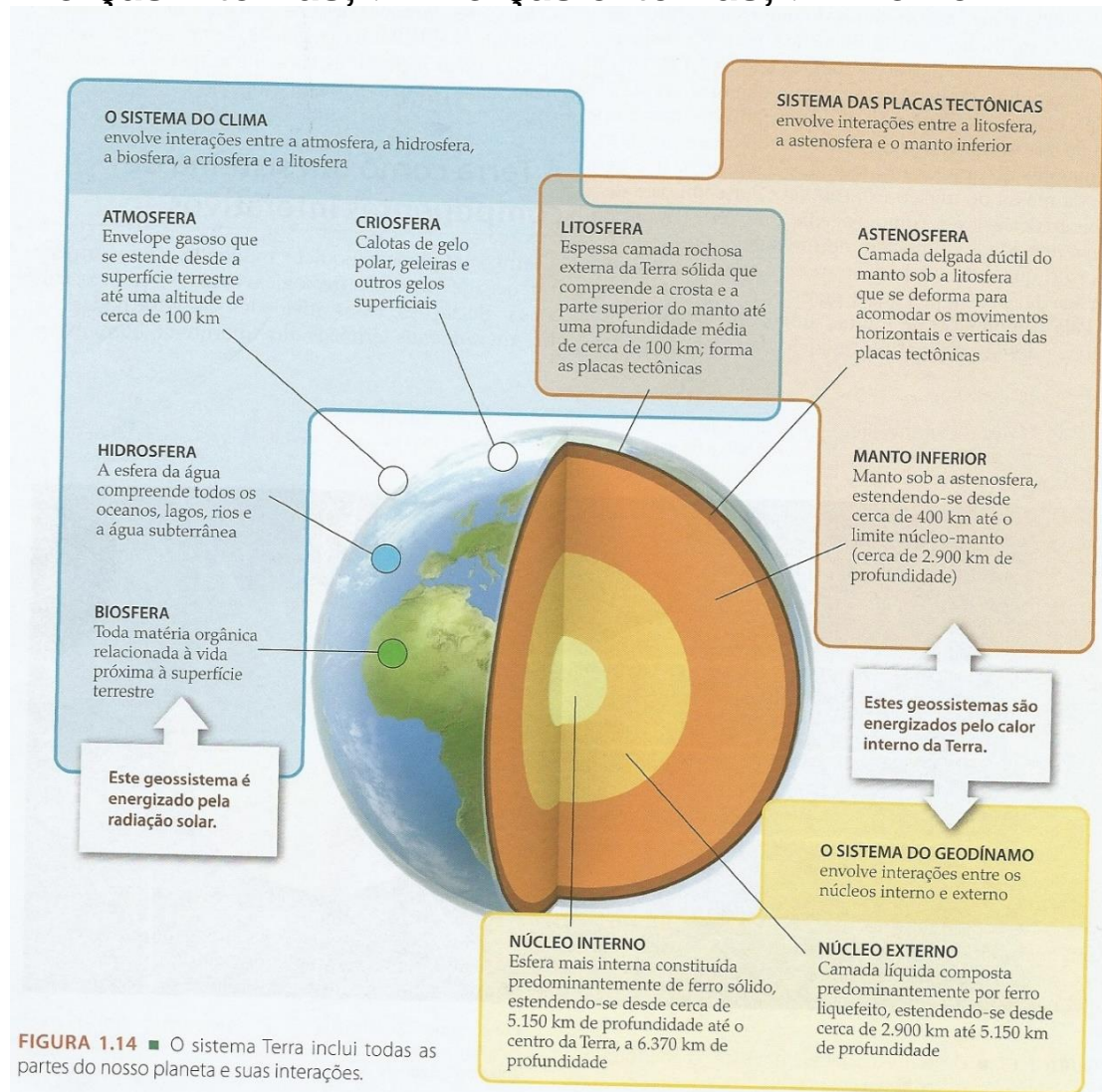


FIGURA 1.14 ■ O sistema Terra inclui todas as partes do nosso planeta e suas interações.