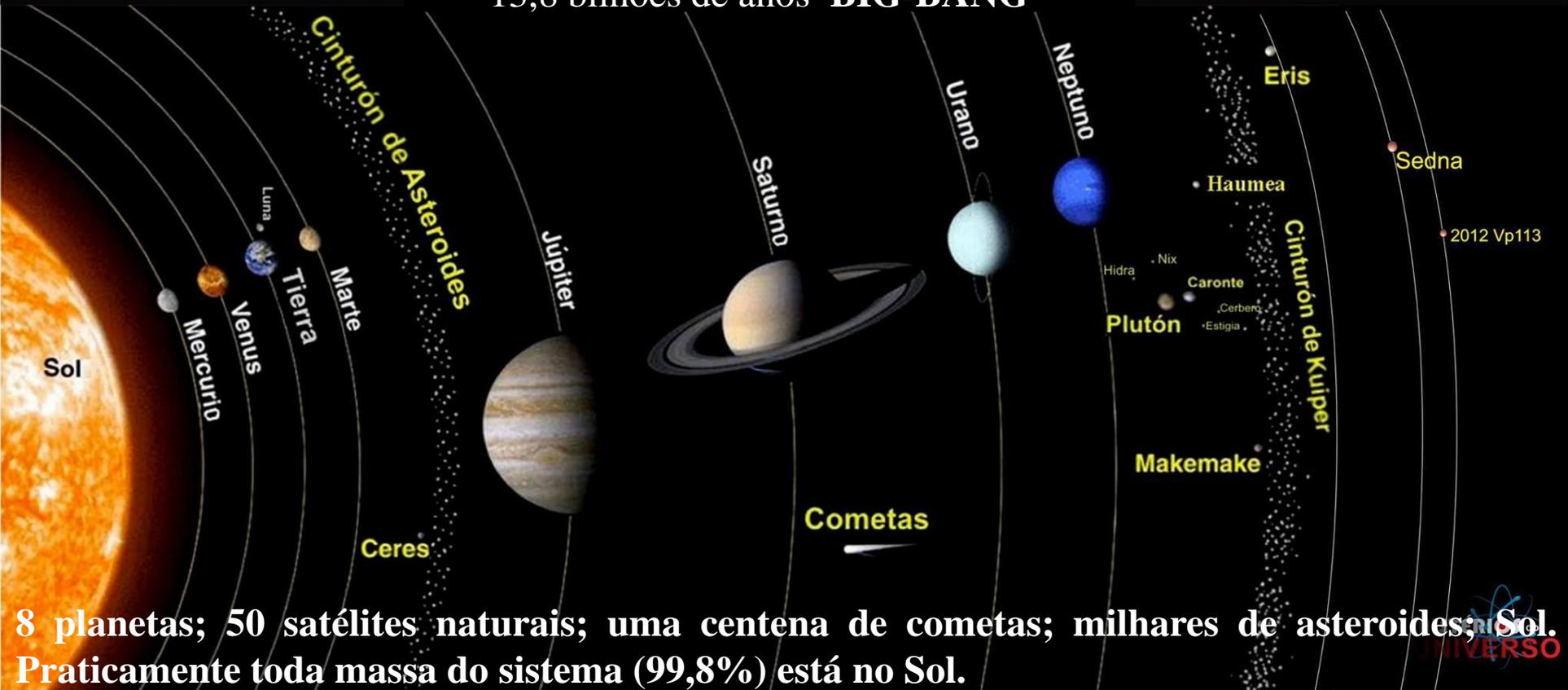


NOTAS DE AULA

# ***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

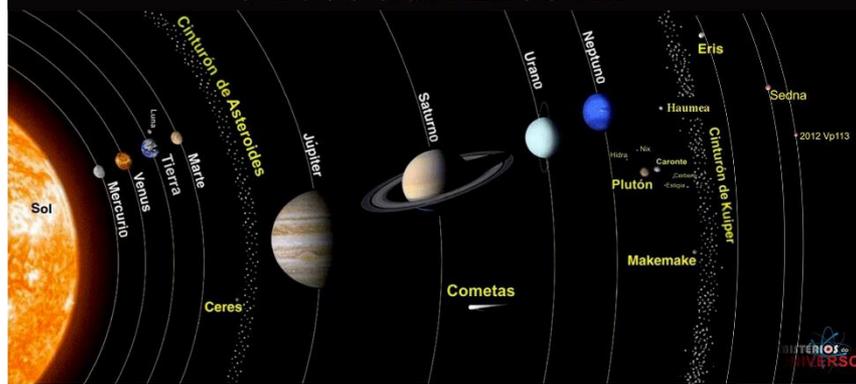
## Internos

## 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 <sup>3</sup> )	5,4	5,2	5,5	3,9	1,3	0,7	1,3	1,6
Atmosfera (%)	fina e rarefeita	CO <sub>2</sub> (96) N (3)	N (78) O (21)	CO <sub>2</sub> (95) N (3)	H (78) He (20) espessa comp. Sol	H (78) He (20)	H+He (15) H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> (60)	H+He (10) H <sub>2</sub> O, CH <sub>4</sub> , NH <sub>3</sub> (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

**Trajetoária:** 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%)**



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

**Acondritos  
(9%)**

**Composição: semelhante aos  
basaltos; olivina, piroxênio,  
plagioclásio**  
**Sem côneulos**  
**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**

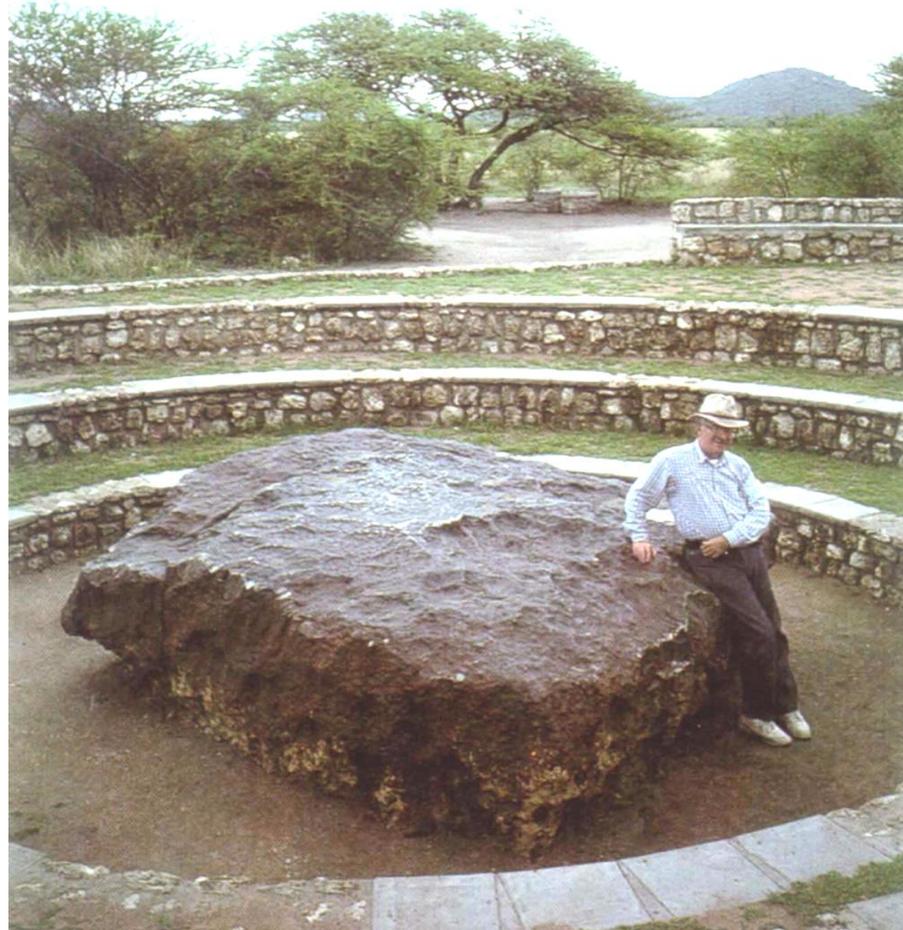




Condrito ordinário Sahara 95035

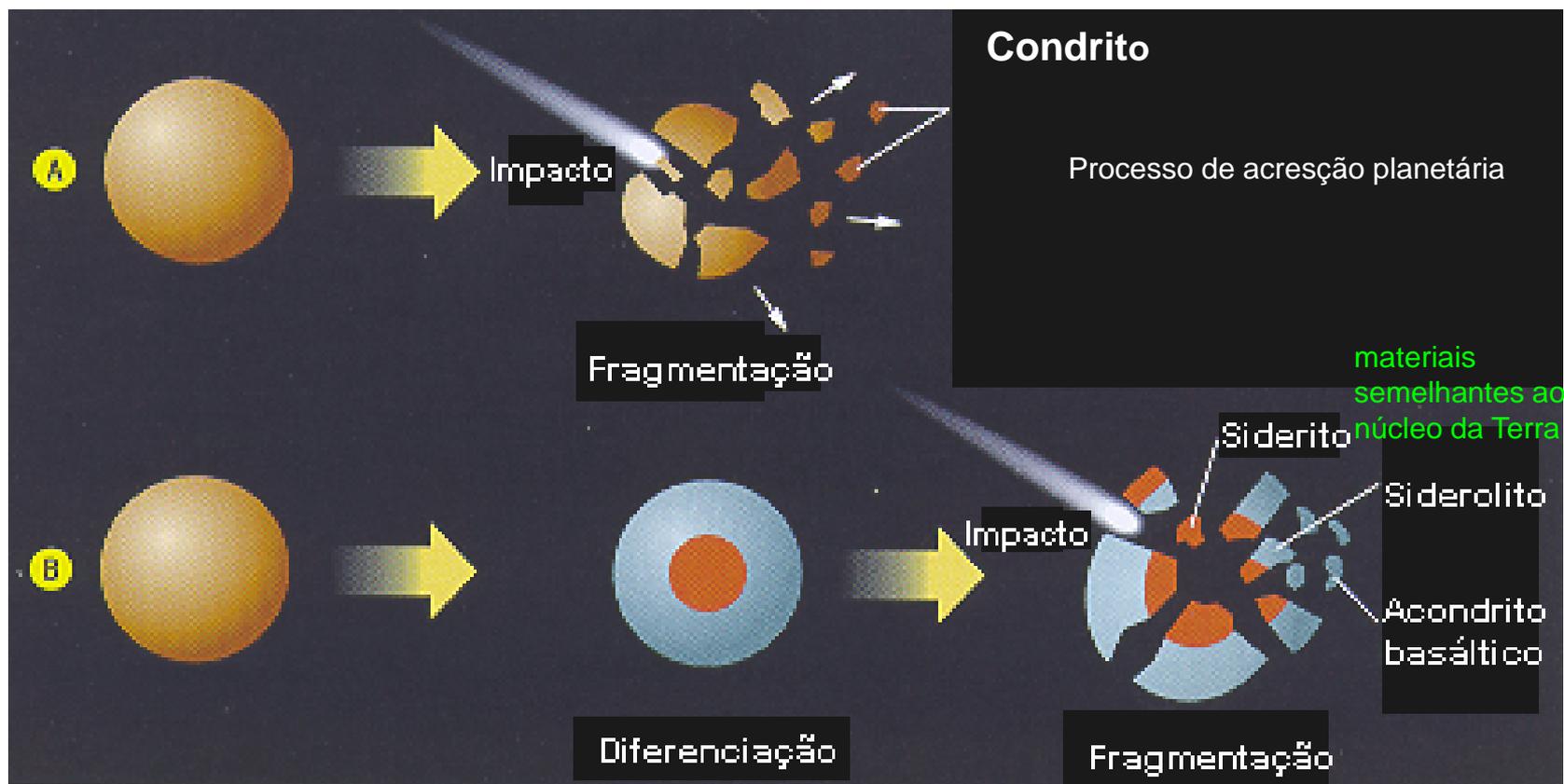
# Meteorito Hoba (siderito), Namíbia

## 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

- A) Fragmentação de um asteróide não diferenciado dá origem a meteoritos do tipo condrito.
- B) 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)**

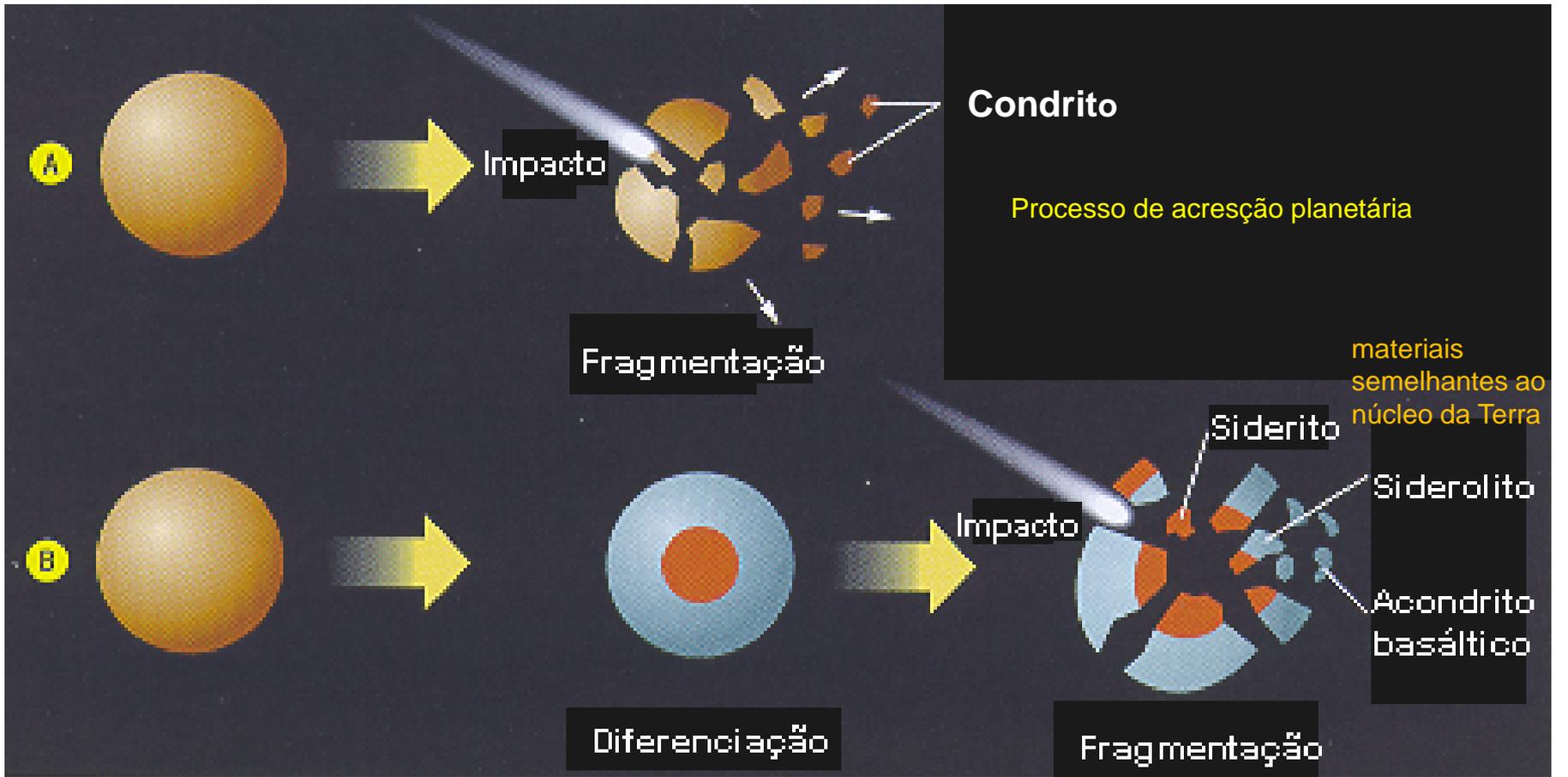
elementos pesados (Fe, Ni) - núcleo

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

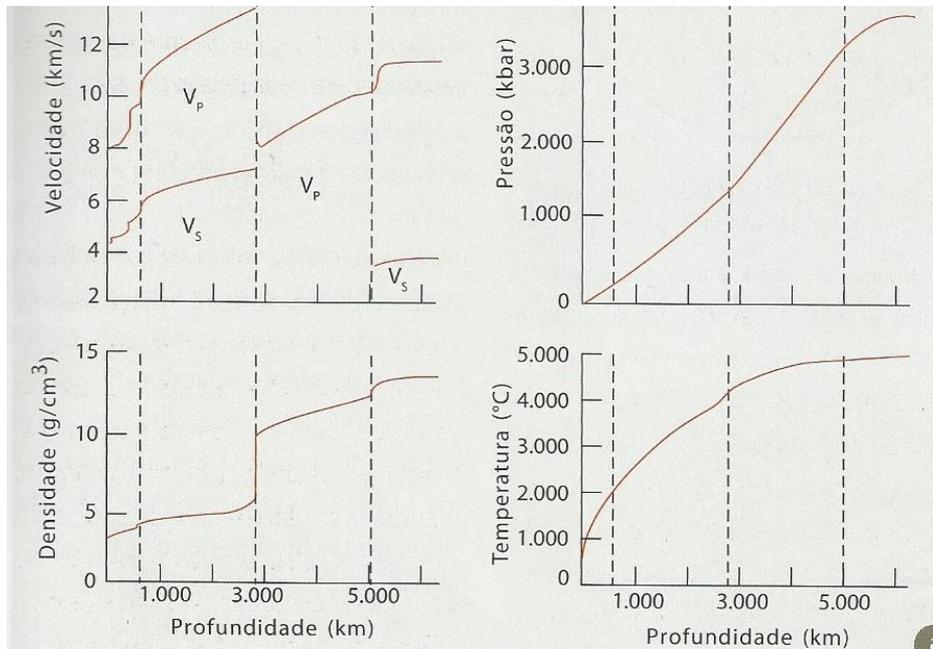
**Ondas Love-Rayleigh** - dois tipos de ondas que se propagam na superfície; são as ondas mais destrutivas de um terremoto.

# 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**

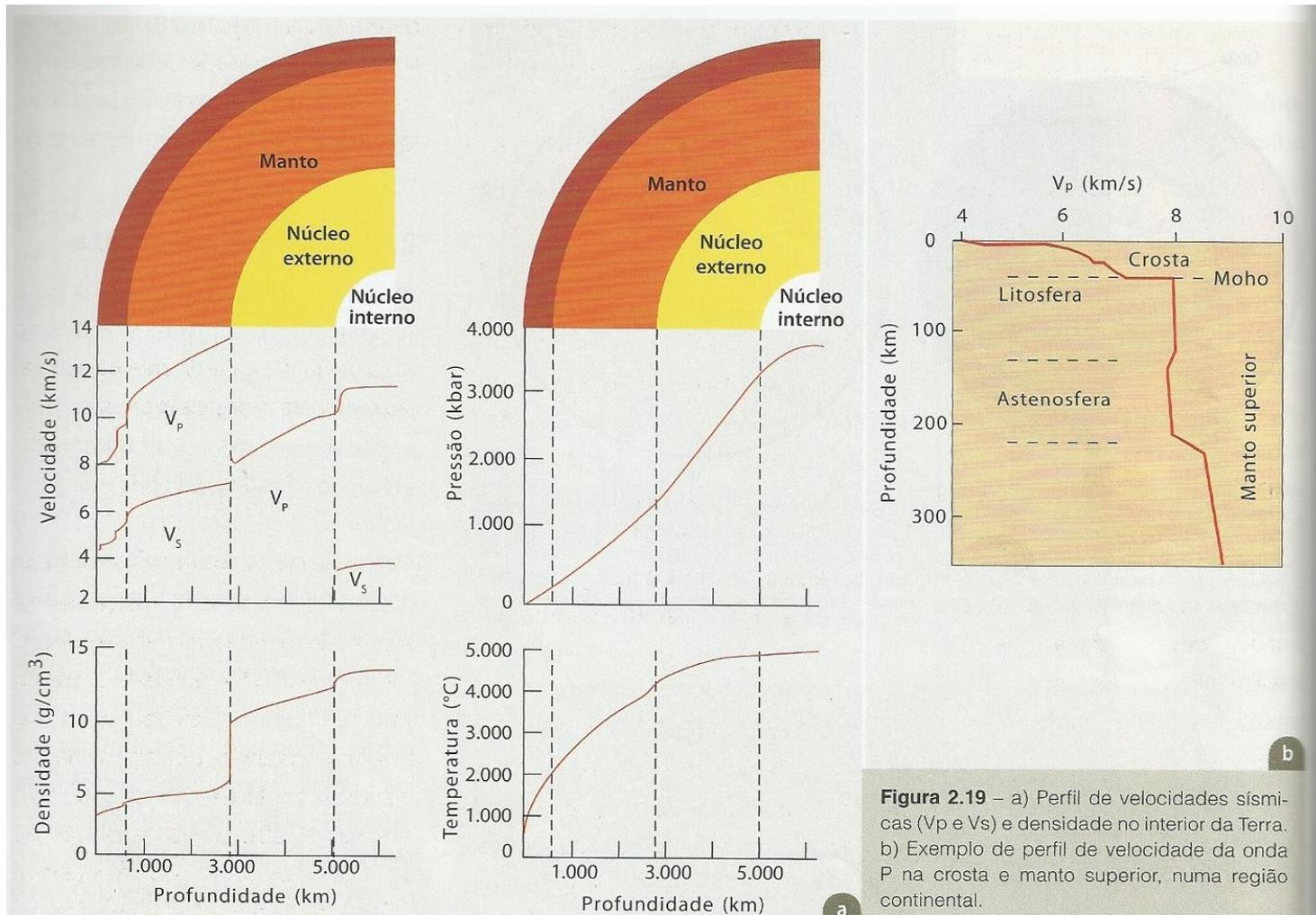


**Figura 2.19** – a) Perfil de velocidades sísmicas ( $V_P$  e  $V_S$ ) e densidade no interior da Terra. b) Exemplo de perfil de velocidade da onda P na crosta e manto superior, numa região continental.

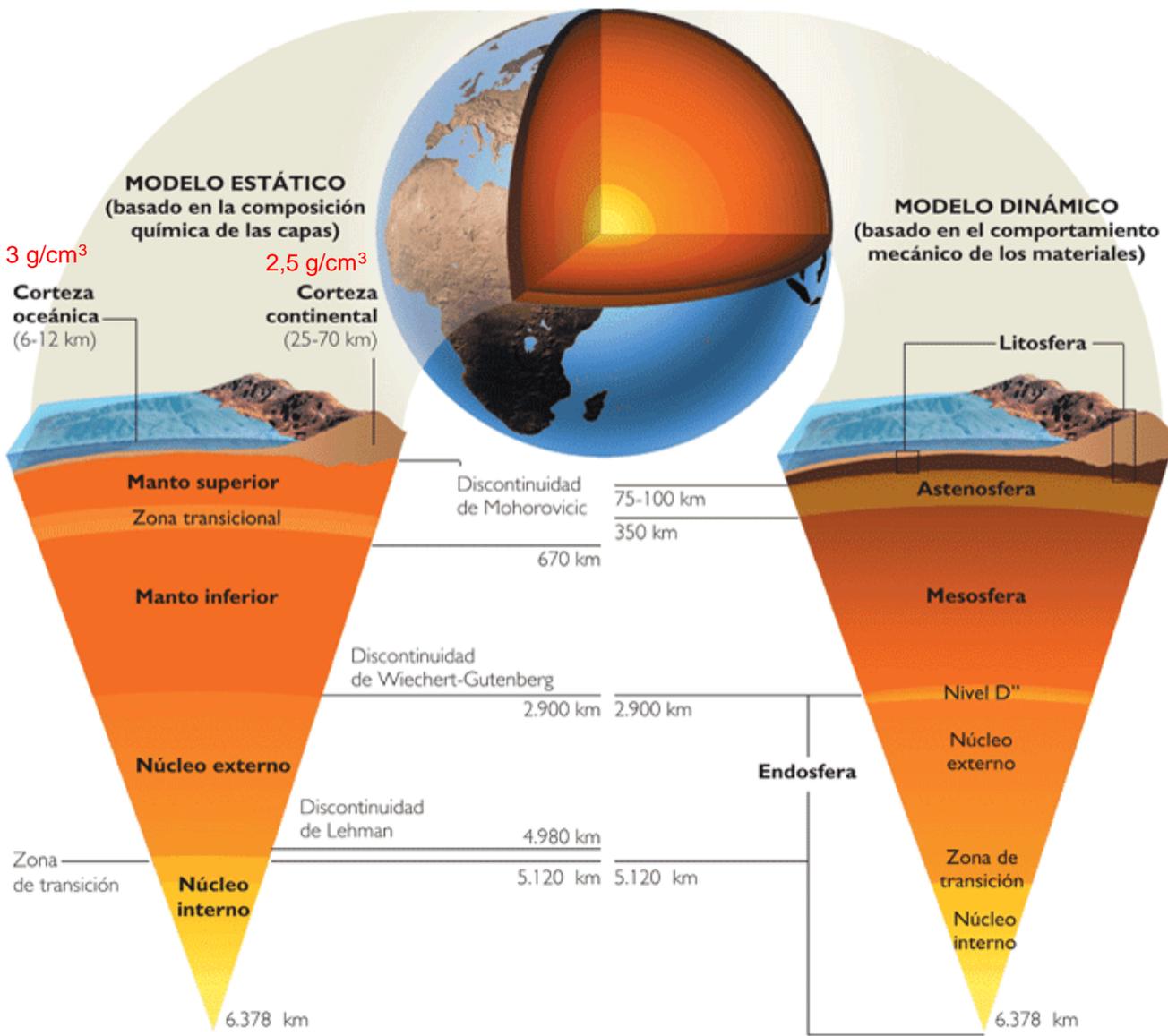
a

# 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.

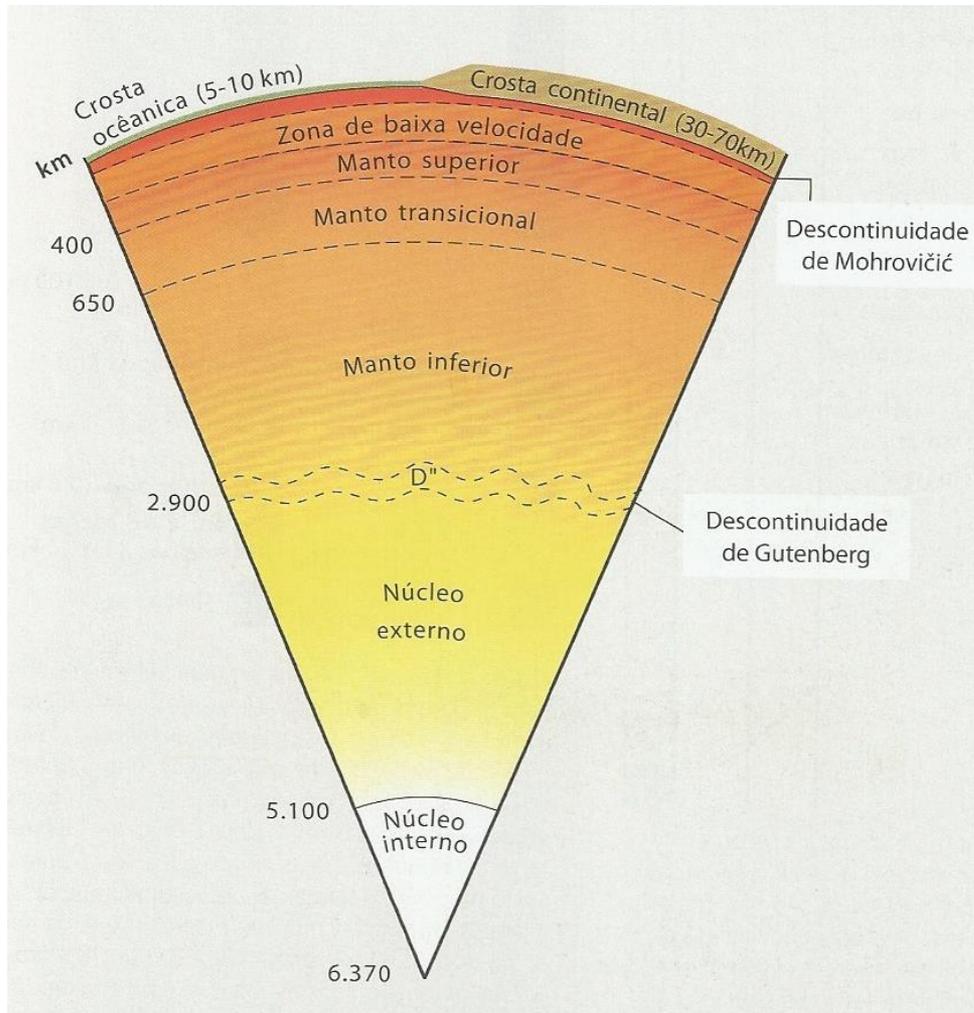


**Crosta terrestre** - heterogênea quanto a composição e estrutura

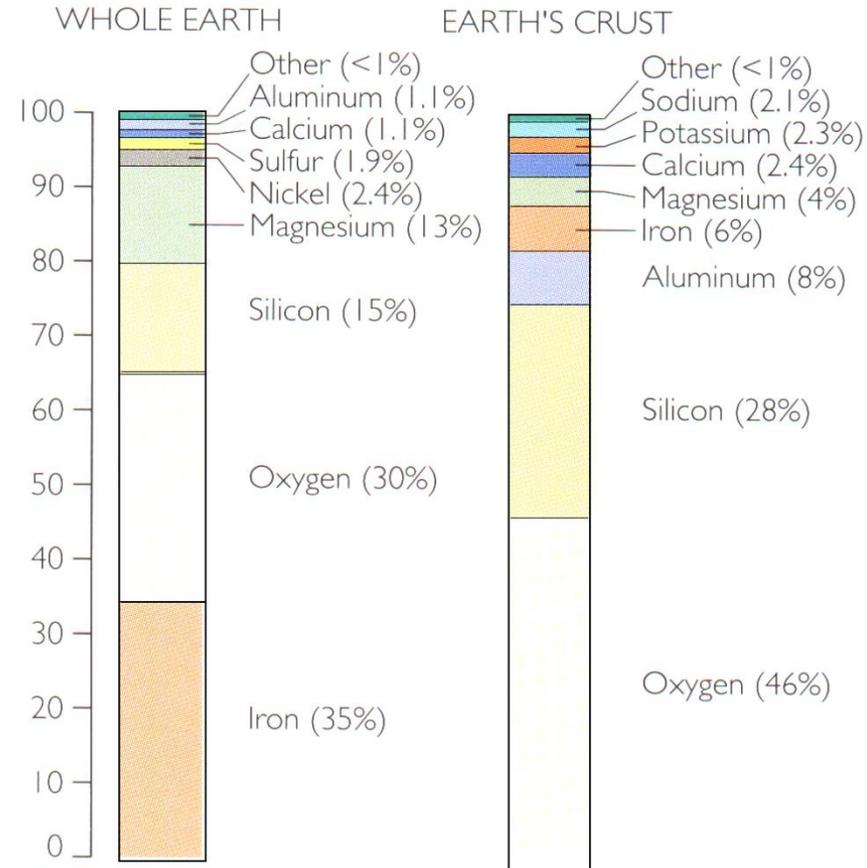
- continental** - 30-70km- rochas claras (Si, Al)
- oceânica** - 5-10 km - rochas escuras, basaltos (Si, Mg) e sedimentos

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

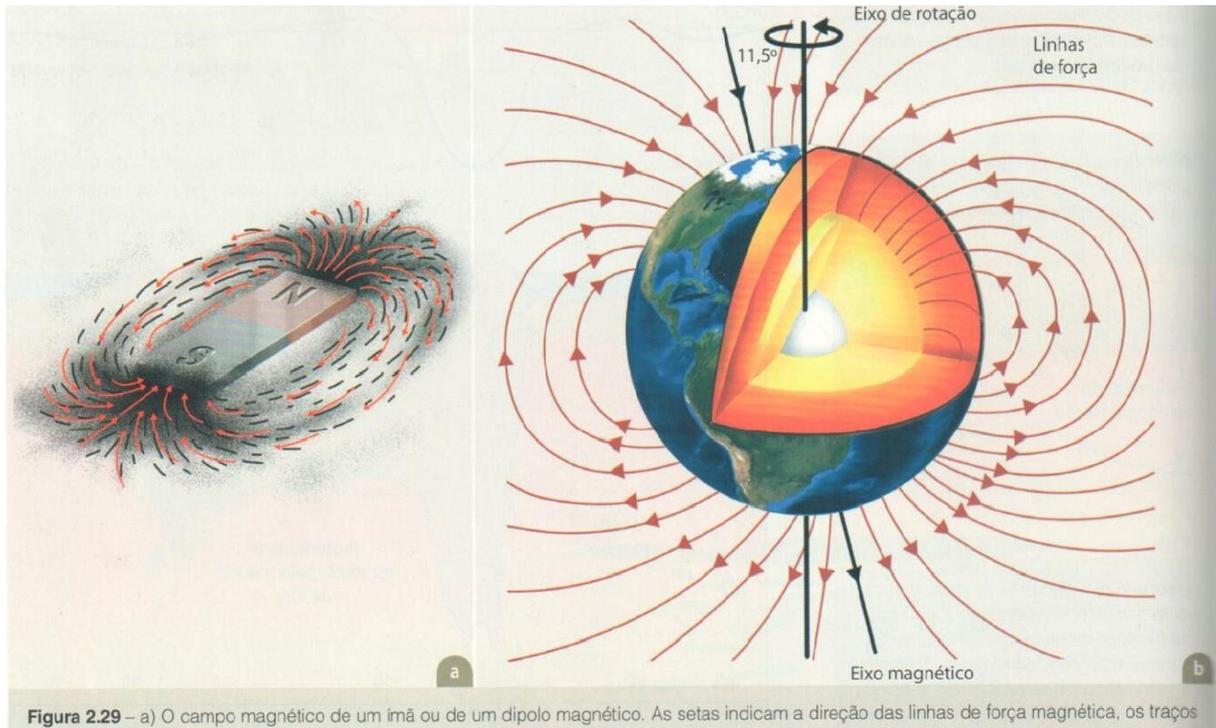
**Núcleo** - Fe e Ni; núcleo externo líquido e interno sólido



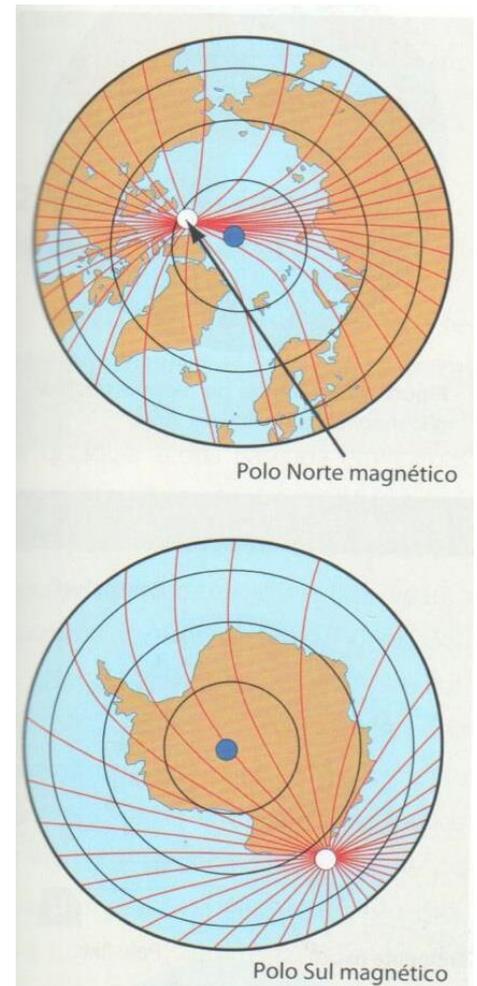
Teixeira et al. (2009)



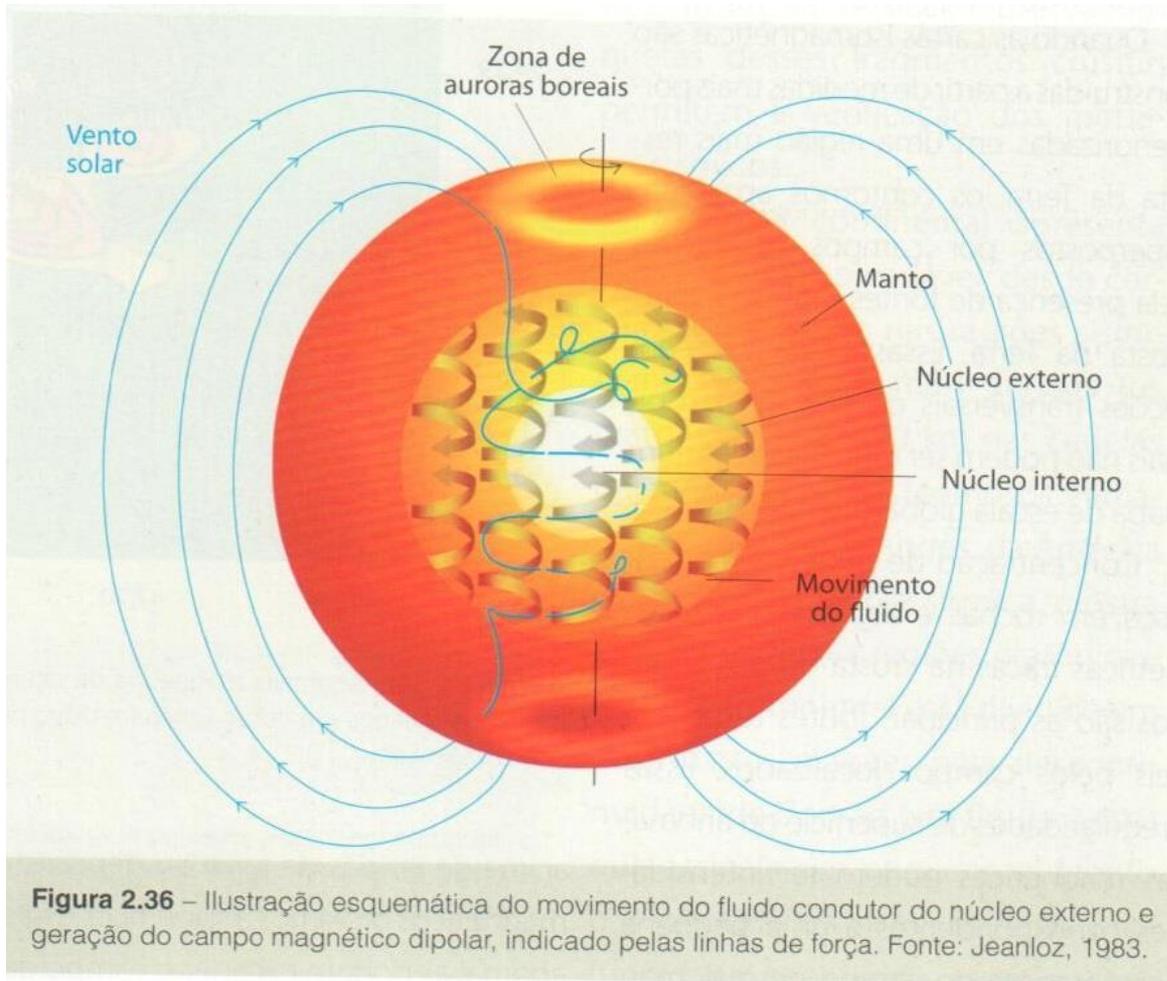
**FIGURE 1.7** The relative abundance of elements in the whole Earth compared to that of elements in Earth's crust, given as percentages by weight. Differentiation has created a light crust, depleted of iron and rich in oxygen, silicon, aluminum, calcium, potassium, and sodium. Note that oxygen, silicon,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

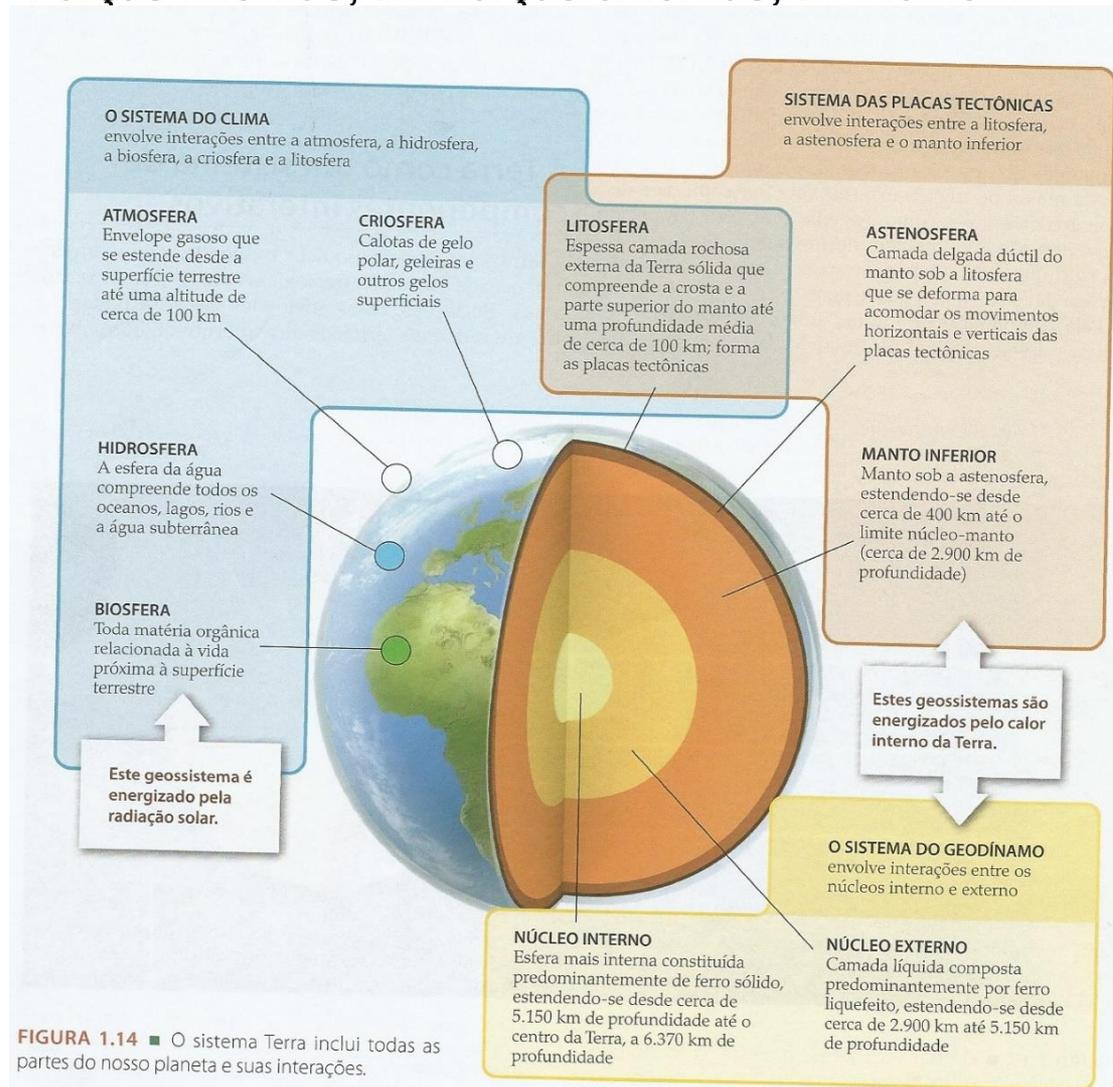


FIGURA 1.14 ■ O sistema Terra inclui todas as partes do nosso planeta e suas interações.