



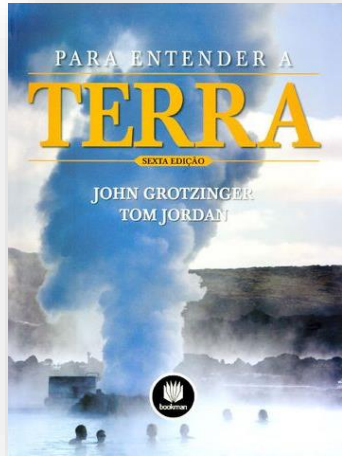
**Universidade Federal de Sergipe
Departamento de Geologia
Fundamentos de Geologia 2022.2**



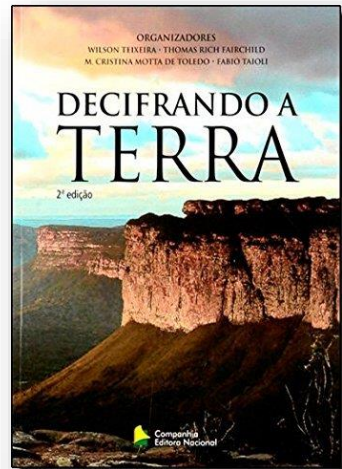
Terra: origem, formação e estrutura interna

Docente: Carlos Santana Sousa

Referências



- Grotzinger, J., Jordan, T. **Para Entender a Terra**, 6ª ed. Bookman, 2013.
- Capítulos 1 e 9
- Número de chamada (biblioteca central – UFS) – **55 G881p 6. ed.**



- Teixeira W., Toledo M.C.M., Oliveira S.M.B., Melfi J.A. **Decifrando a Terra**, 2a ed. Oficina de Textos, 2009
- Número de chamada (biblioteca central – UFS) – **55 D294d 2. ed.**

Introdução

Planeta Terra



Características

← 3° planeta mais próximo do sol no sistema solar

← Possui condições que permitem a vida de milhares de organismos

← É o único planeta do sistema solar em que a água pode ser encontrada no três estados

← 70% de sua superfície são cobertos de água

Origem do Universo

Como o universo se originou?

A teoria mais aceita é a da grande explosão (Big Bang)

**Explosão cósmica
(13,7 Ga)**



**Expansão
(ainda em atividade)**



**Origem de galáxias e
estrelas**



A Origem do Sistema Solar

Hipótese da nebulosa

Nebulosa – nuvem de gás e poeira em rotação

Os gases são **H** e **He** predominantemente

Nuvens difusas em rotação lenta **contraem-se**
devido à força da **gravidade**

A **contração acelera** a rotação das partículas que
achata as nuvens em forma de **disco**



A Origem do Sistema Solar

A formação do Sol

Origem atribuída a localização central do Sistema Solar

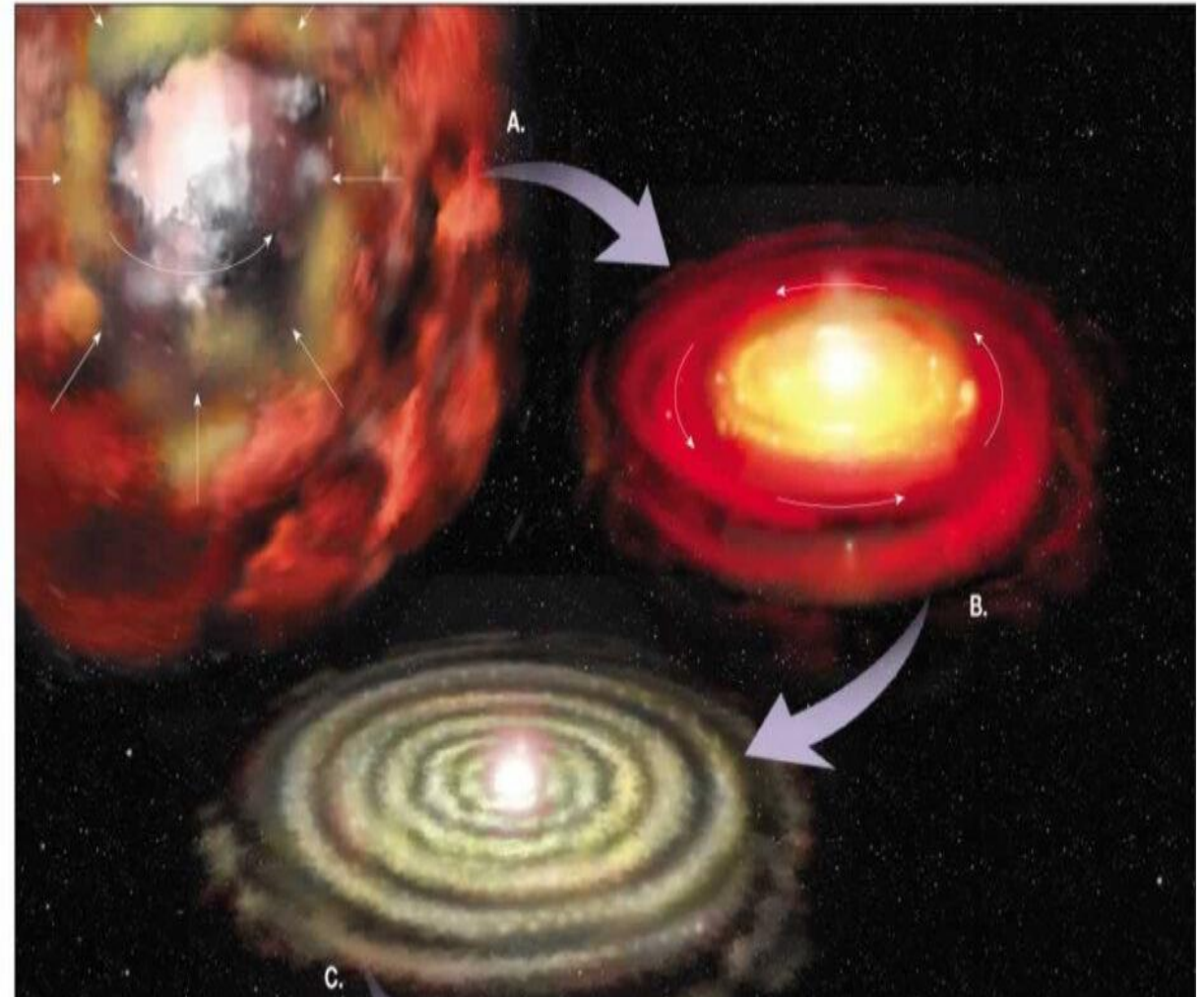
Local onde a matéria começou a deslocar-se para o **centro** e a **acumular**

Compressão devido seu próprio peso

Material do **protossol** torna-se mais **denso** e **quente**

Alta pressão e temperatura = **fusão nuclear**

$H + H = He + \text{energia}$



A Origem do Sistema Solar

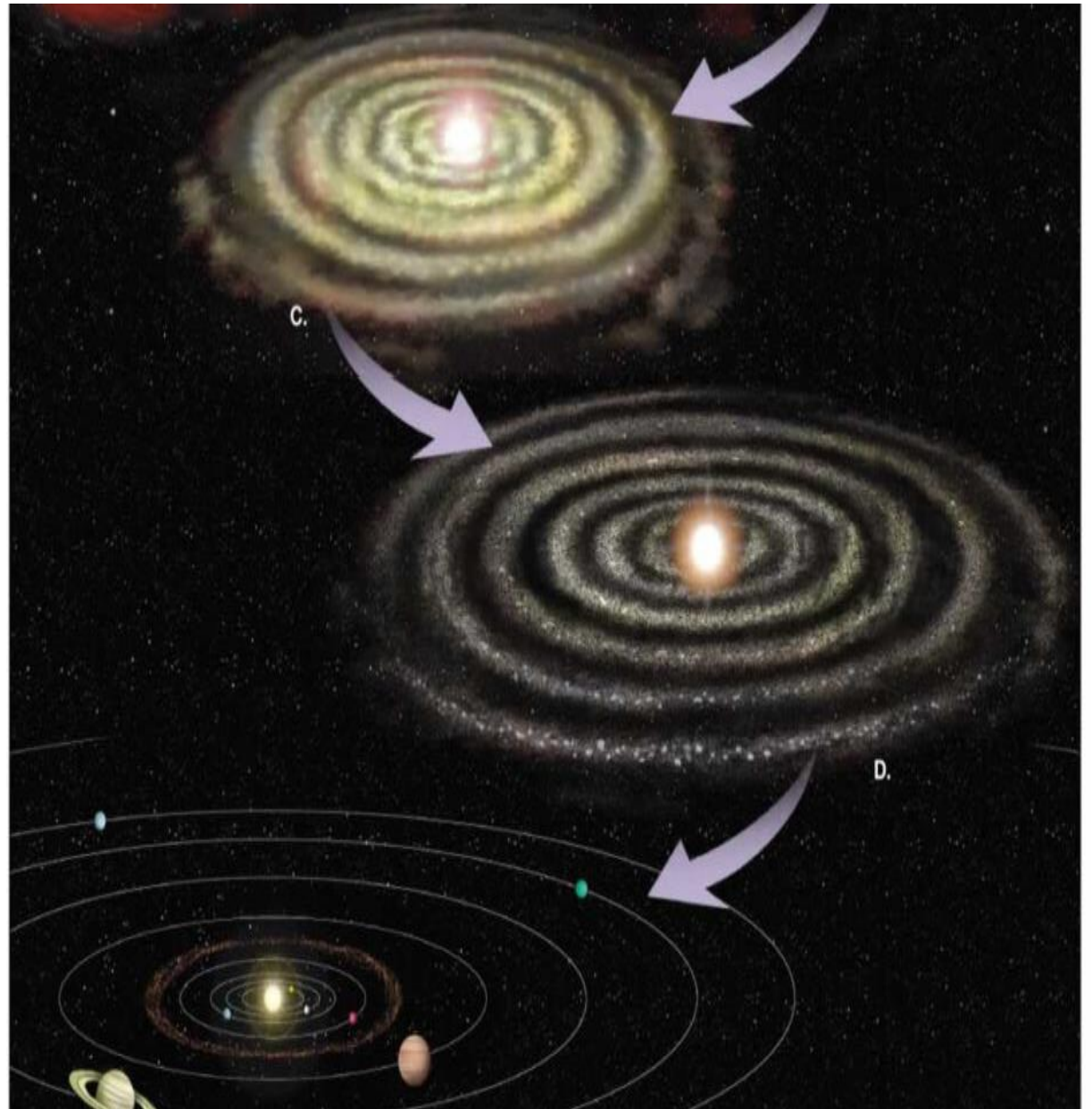
A formação dos planetas

Maioria da matéria se concentrou no protossol

Restou um disco de gás e poeira o envolvendo
(nebulosa solar)

A gravidade agregou a poeira e material
condensado por meio de colisões em pequenos
blocos ou planetesimais (1 km)

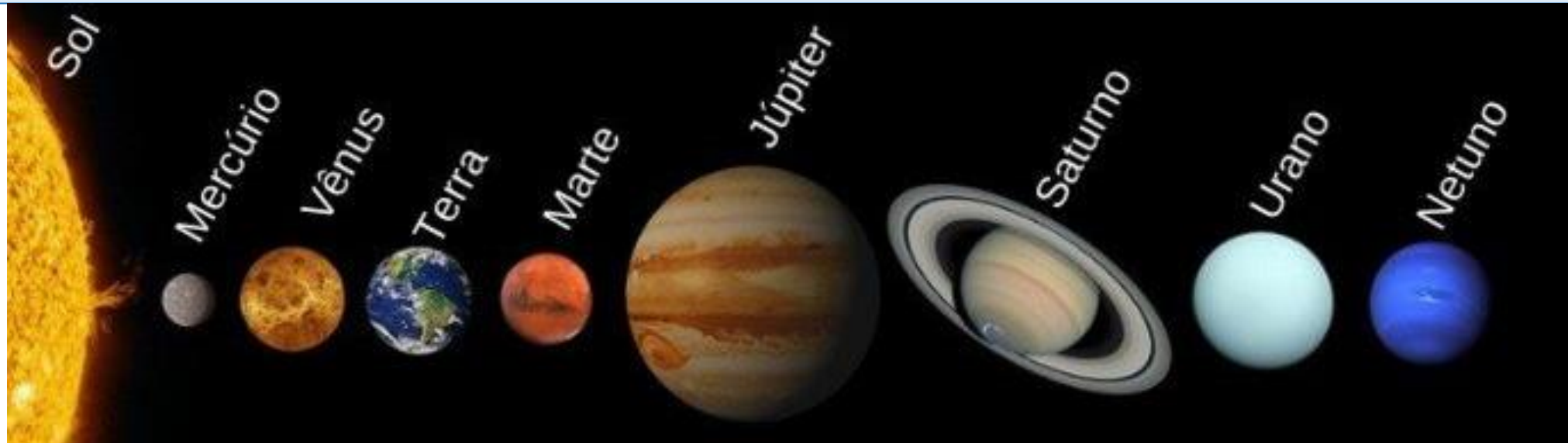
Atração de corpos através de impactos = corpos
cada vez maiores = planetas do sistema solar



A Origem do Sistema Solar

A formação dos planetas

Os planetas mais próximos dos sol desenvolveram-se de maneira diferente daqueles com órbitas mais afastadas



Planetas terrestres

- Maiores temperaturas
- Maioria dos voláteis não pôde ser retida
- Formados pela matéria densa deixada para trás

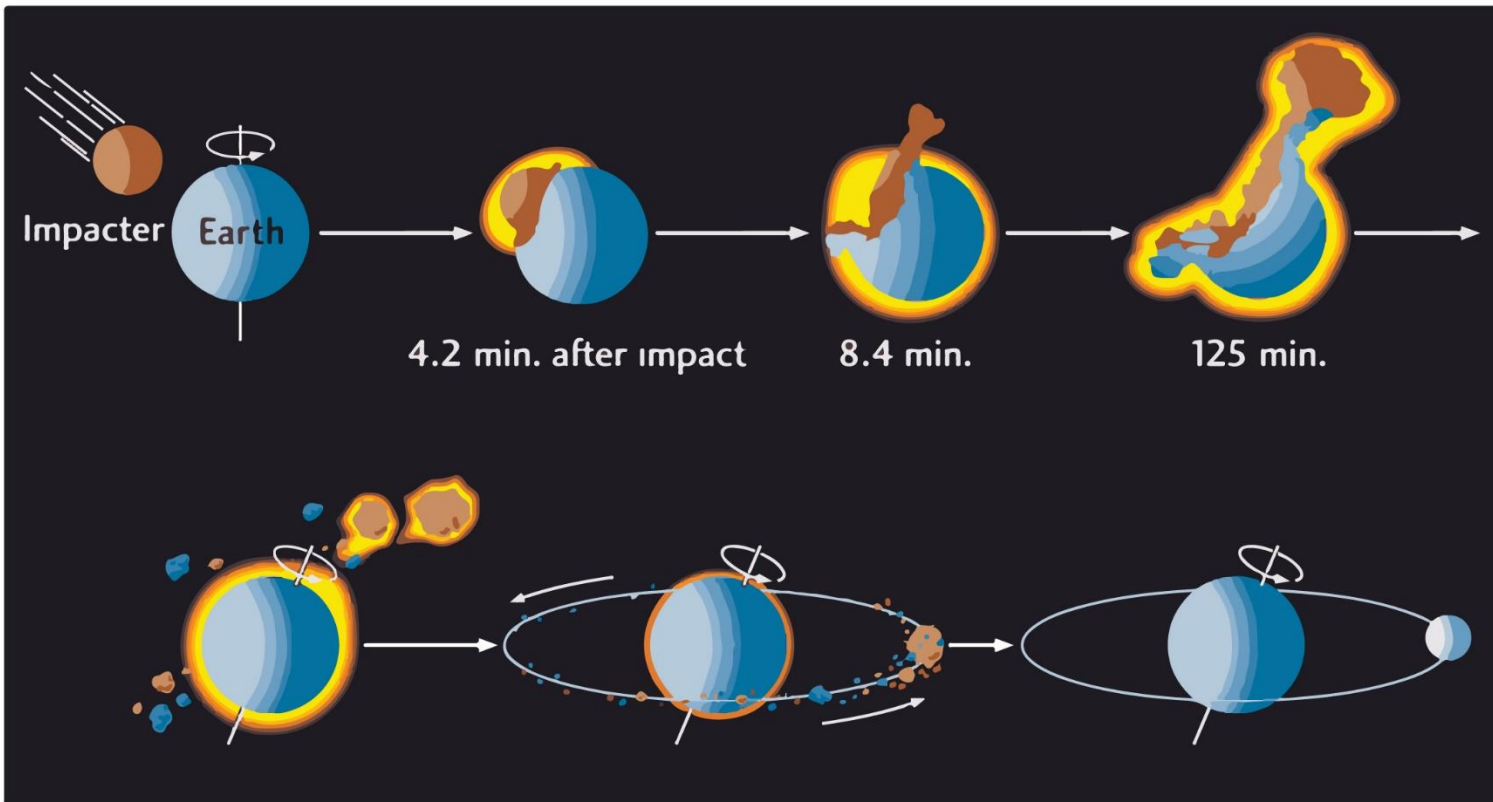
Planetas exteriores

- Formados pelos materiais voláteis varridos dos planetas interiores
- Compostos predominantemente por H e He
- Núcleos rochosos e ricos em metais

A Origem e Formação da Terra

Colisões com asteroides maiores eram comuns no início da história do sistema solar

Grande cataclismo e formação da lua



Impacto de um corpo do tamanho de Marte

Geração de detritos

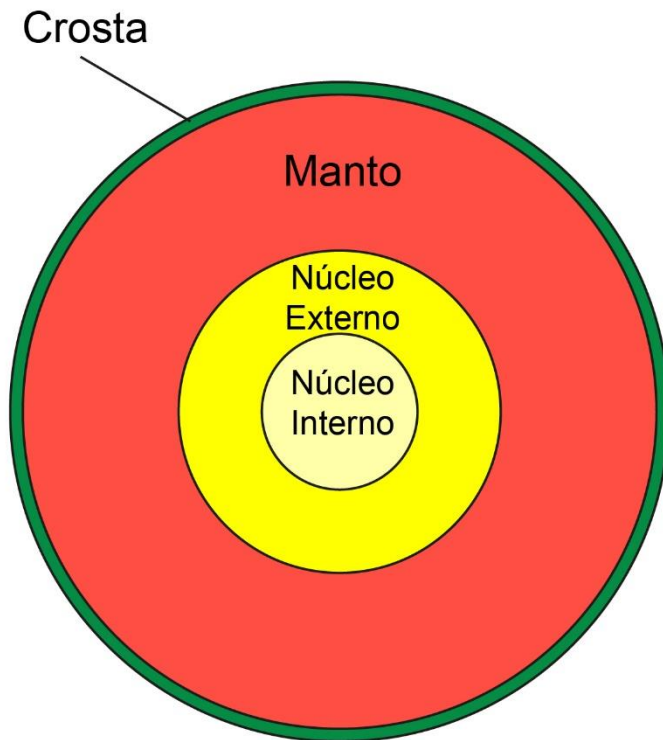
A lua agregou-se a partir dos detritos

Aceleração da velocidade de rotação da Terra

Mudança do eixo de rotação (23°)

A Origem e Formação da Terra

Diferenciação



A energia do impacto é absorvida, aquecendo a Terra e propiciando a fusão

Com a fusão, os componentes podiam se mover de um lado para o outro

Outra fonte de calor que causou a fusão foi a radioatividade

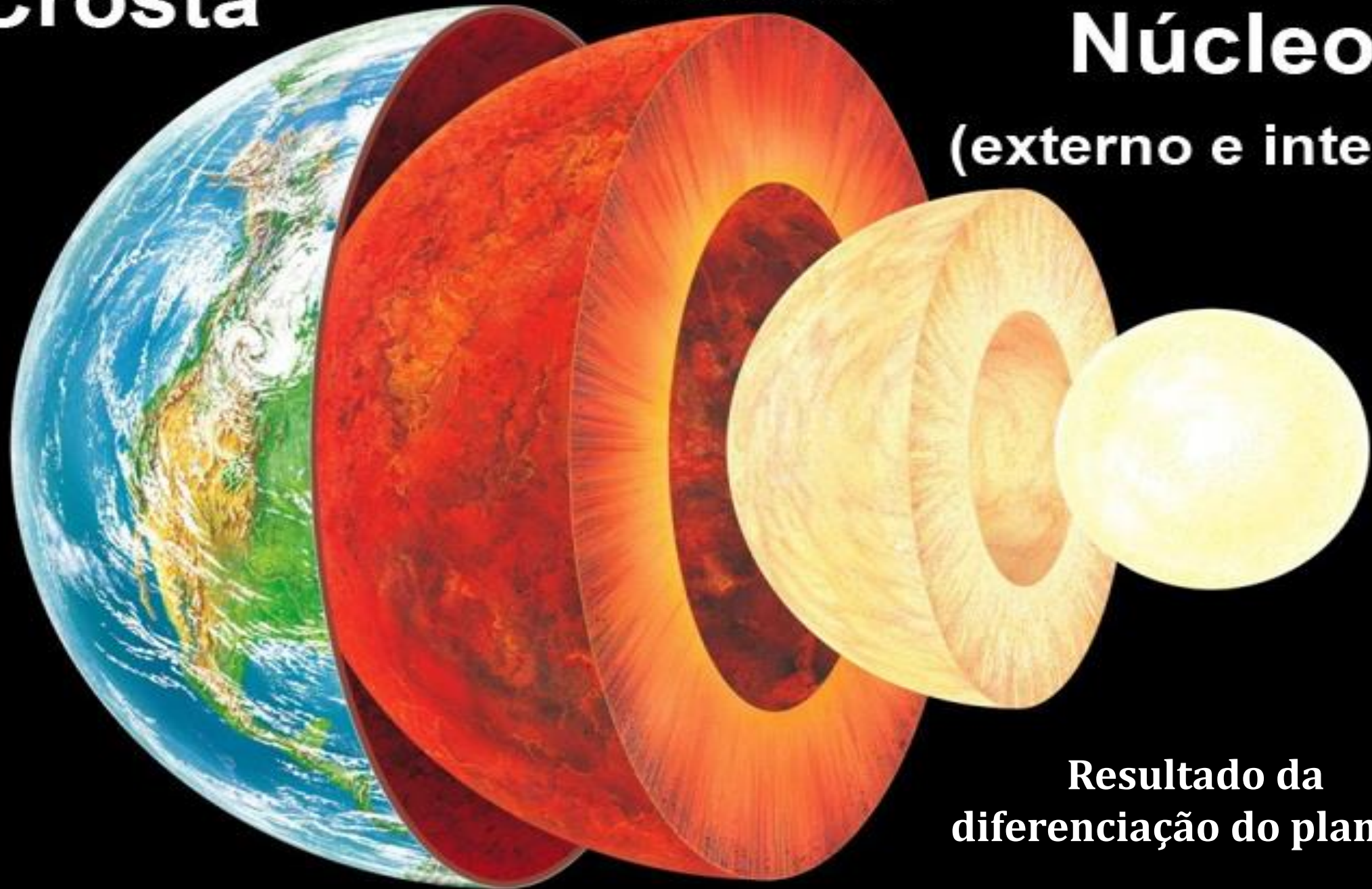
Segregação em diversas camadas com características composicionais e estruturais distintas

Crosta

Manto

Núcleo

(externo e interno)




**Resultado da
diferenciação do planeta**

Estrutura Interna da Terra

Como foi identificada a estruturação interna da Terra?

A) Observações diretas 

Perfurações produzidas em pesquisas científicas não ultrapassam 15 km do seu interior

B) Método sísmico 

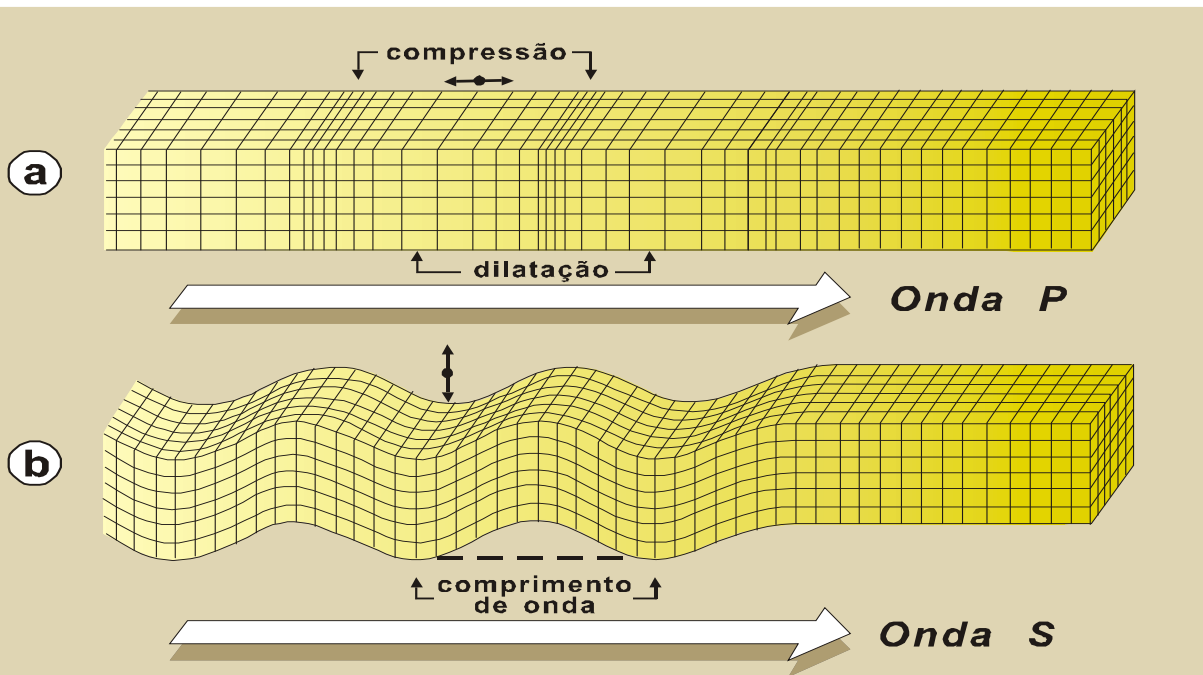


Estrutura Interna da Terra

Método Sísmico

Ondas elásticas artificiais são emitidas com equipamentos de monitoramento que medem o tempo, a distância e o caminho percorrido pelas ondas

Dados sísmicos são baseados no comportamento das ondas P e S:



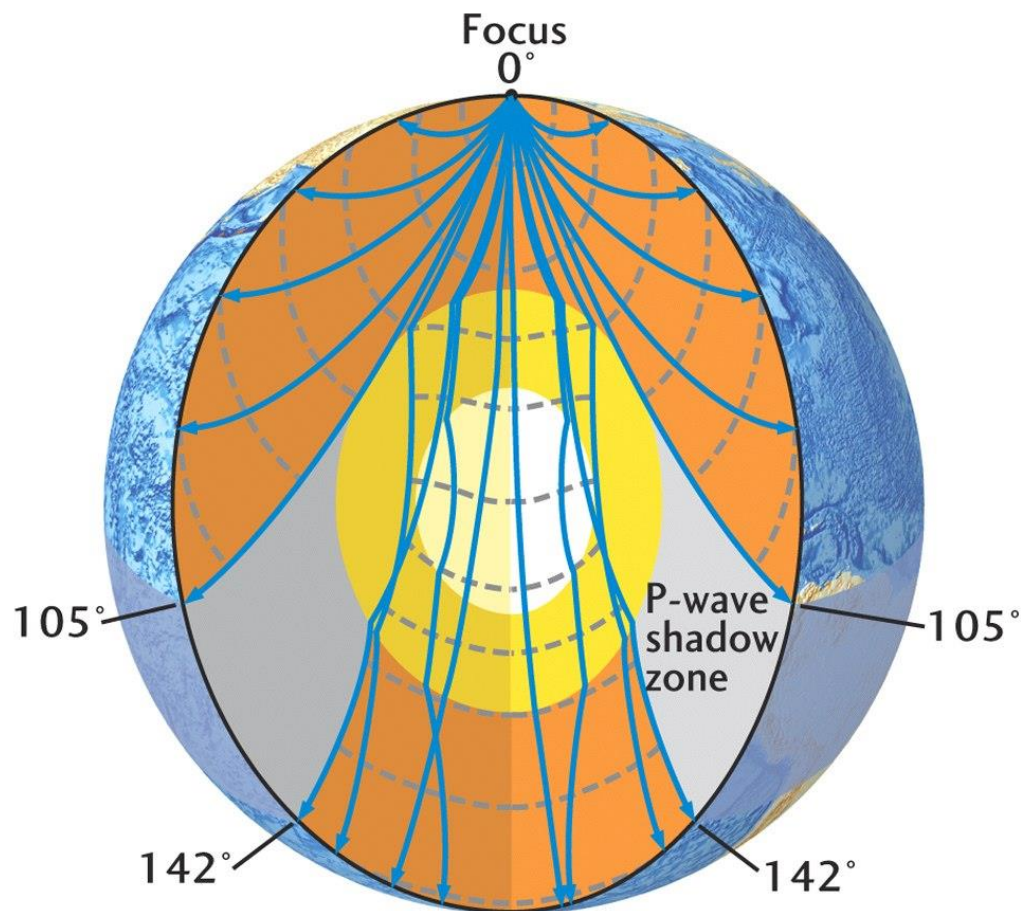
Onda P: primárias ou compressionais, vibram paralelamente à direção de propagação. Se propaga em meios **líquidos, gasosos e sólidos**

Onda S: secundárias ou de cisalhamento, as vibrações são perpendiculares à direção de propagação. Se propaga em meio **sólido**

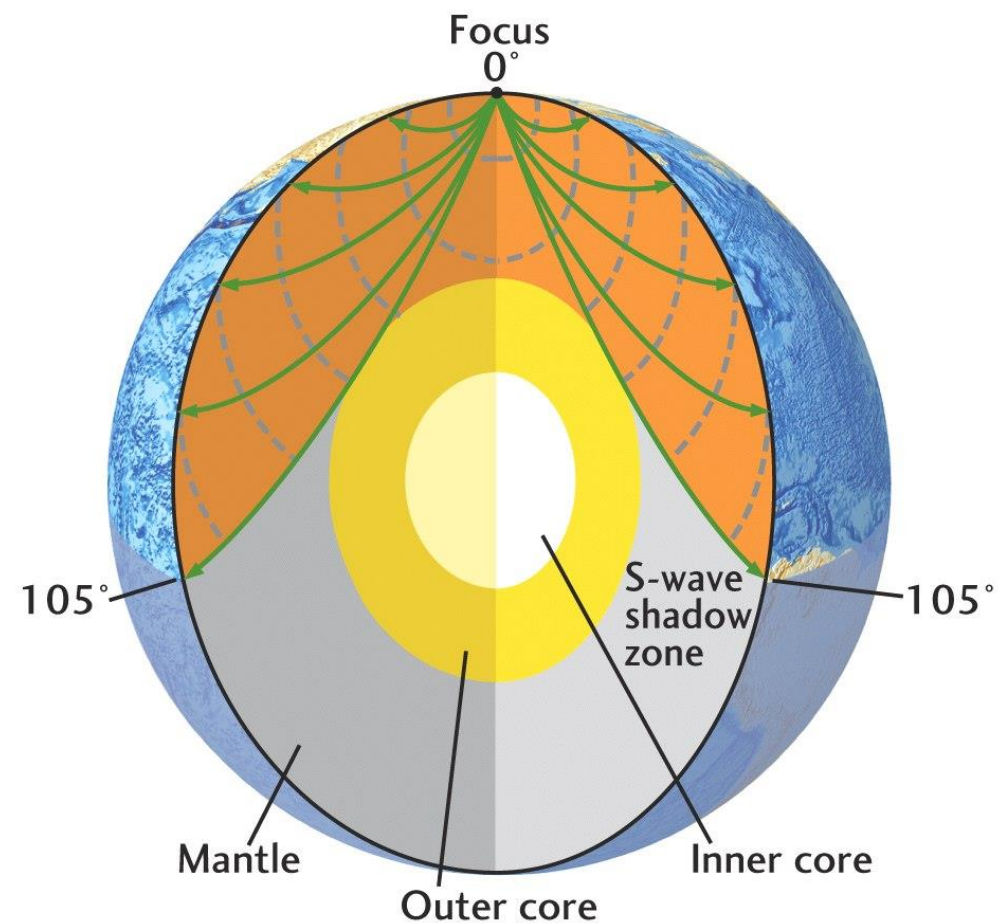
Estrutura Interna da Terra

Como foi identificada a estruturação interna da Terra?

The pattern of P-wave paths through Earth's interior



The pattern of S-wave paths through Earth's interior



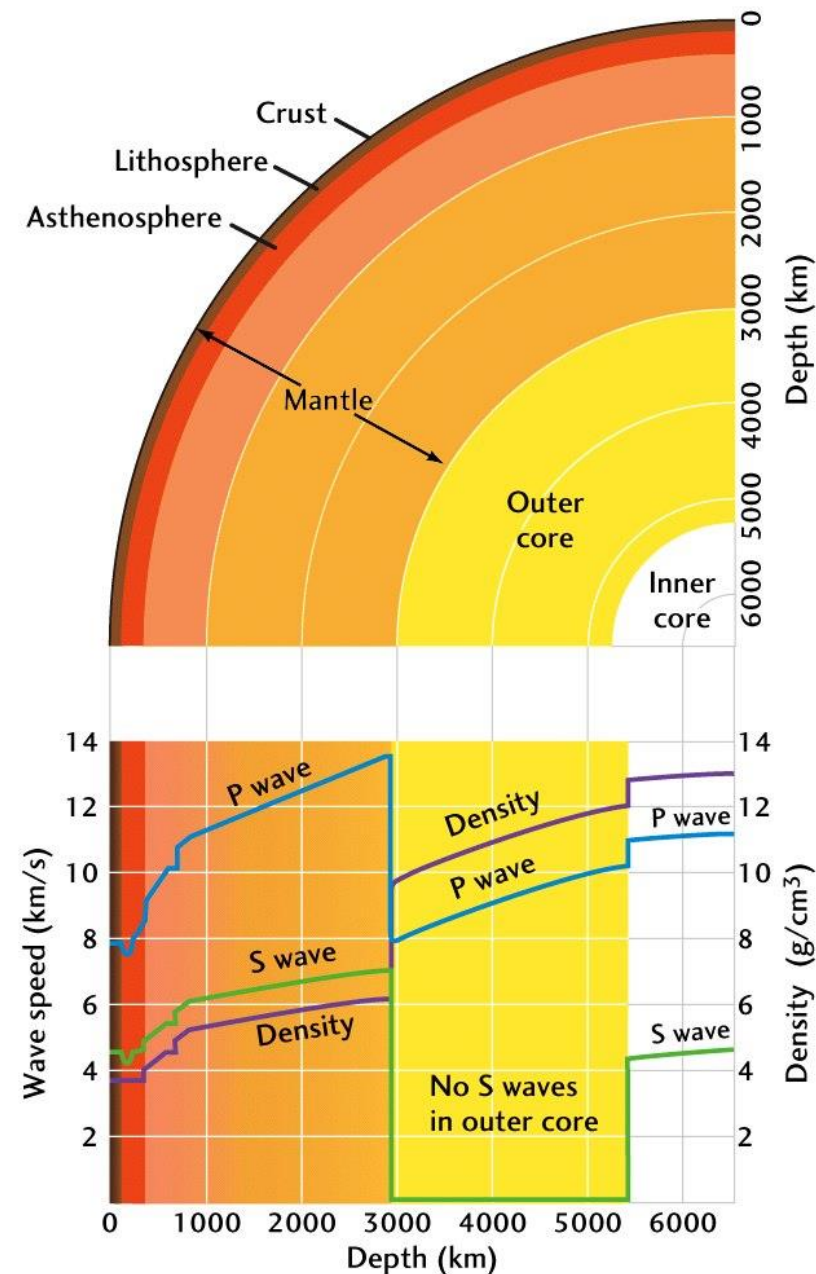
Estrutura Interna da Terra

Como foi identificada a estrutura interna da Terra?

As velocidades de propagação das ondas P e S dependem do meio por onde elas passam

Quanto maior a densidade de uma rocha, maior a velocidade de propagação da onda

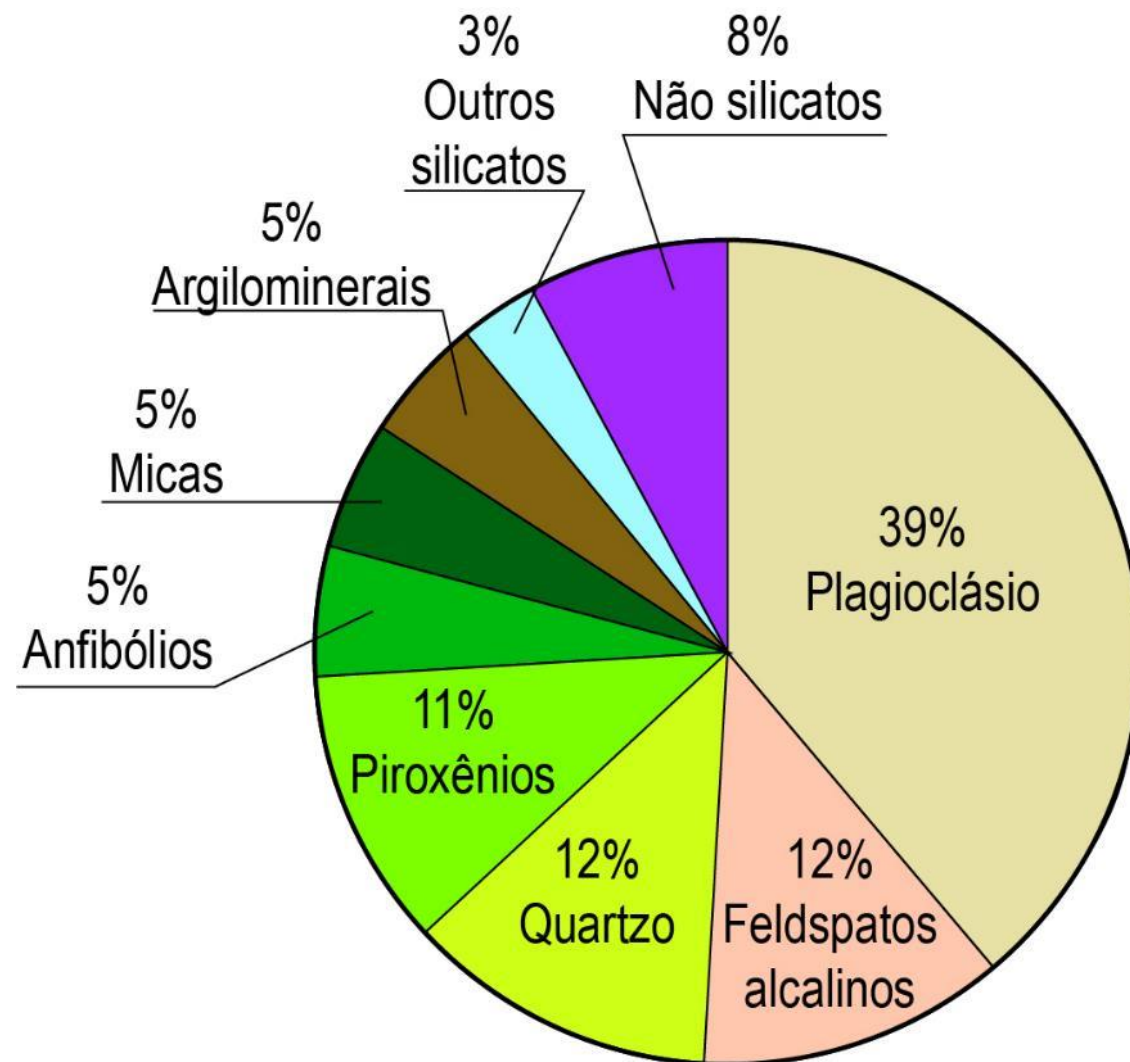
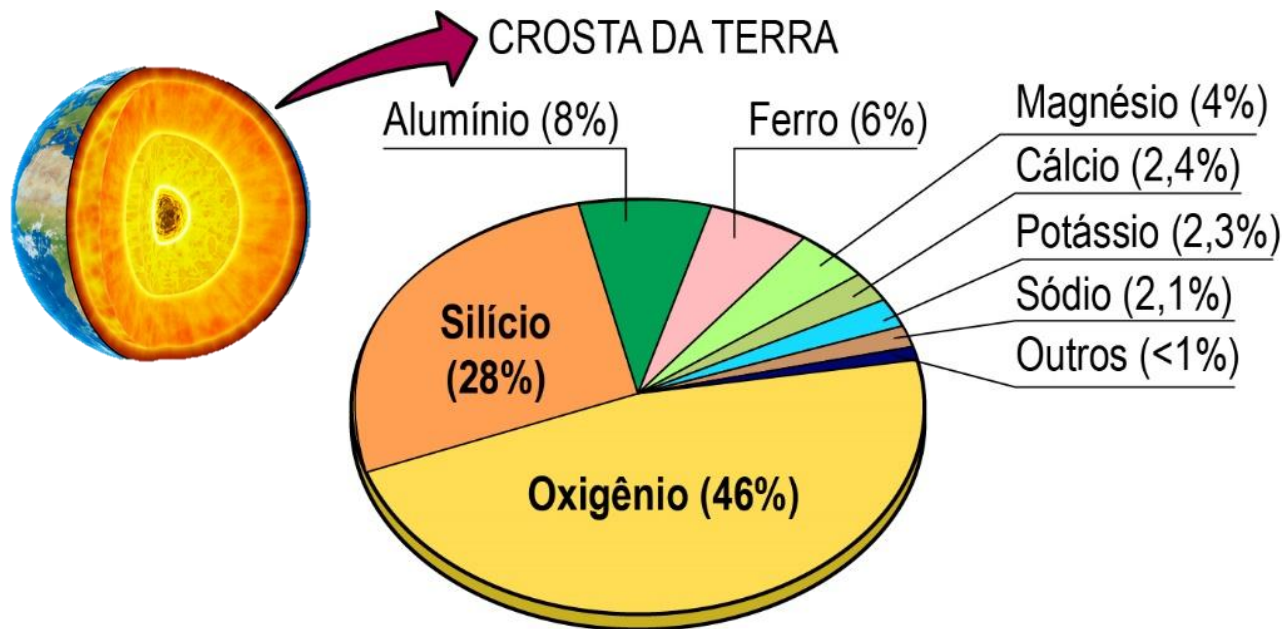
Esta propriedade permite obter informações sobre a estrutura e composição em grandes profundidades



Estrutura Interna da Terra

Crosta

É a menor e mais externa camada da Terra



Estrutura Interna da Terra

Crosta

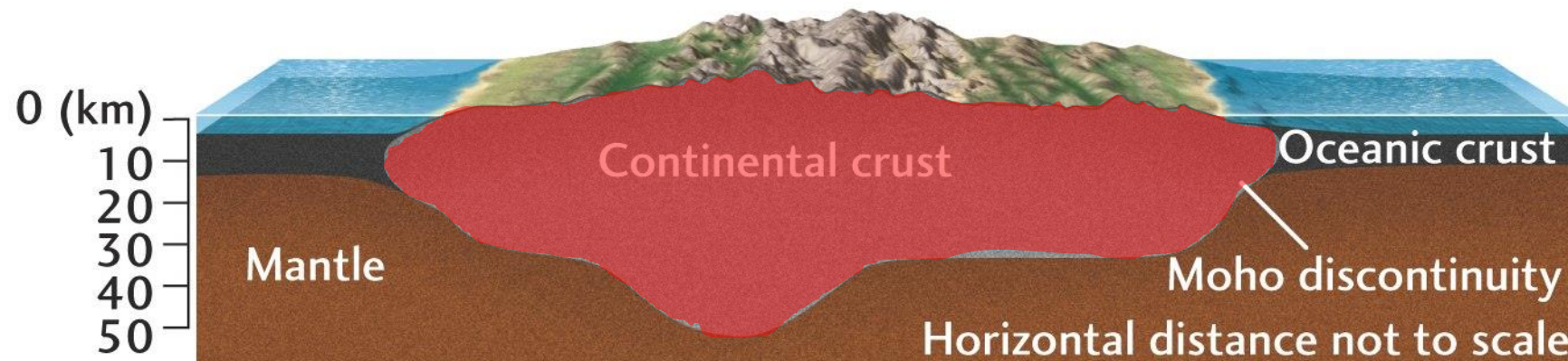
É a menor e mais externa camada da Terra

Crosta oceânica:

- é **mais densa** que a crosta continental
- Espessura média de **6 a 7 km**
- Idades mais recentes (não ultrapassam 200 Ma)
- Rica em silício e magnésio (composição **sima**)
- Composta majoritariamente **por basalto**

Crosta Continental:

- Menos densa
- Espessura média de **35 km** (máximo de 70 sob cadeias de montanhas)
- Idades mais antigas (algumas com cerca de 4 Ga)
- Rica em silício e alumínio (composição **sial**)
- Composição **granítica**



Estrutura Interna da Terra

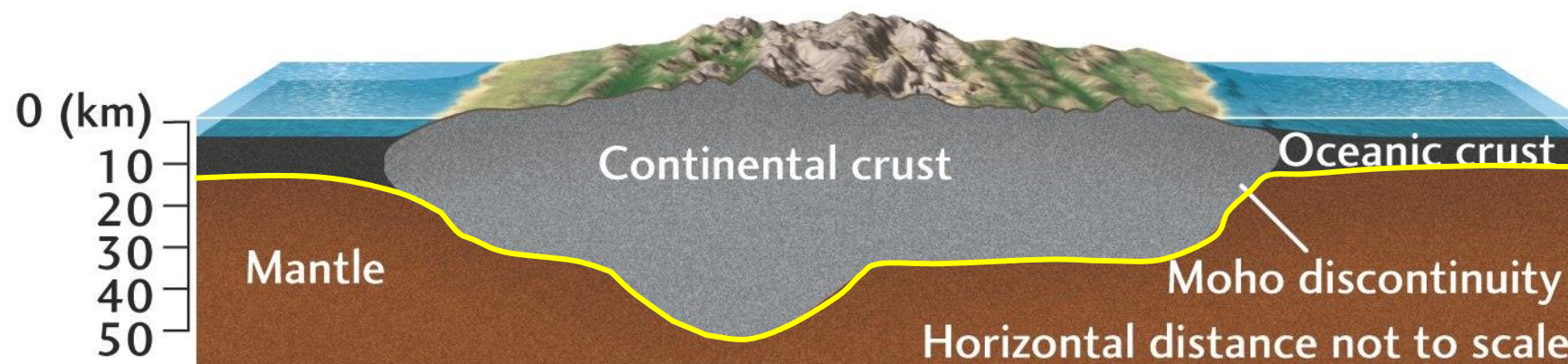
Descontinuidade de Mohorovicic

Divisa entre a crosta e o manto

Distância do limite é variável devido a espessura da crosta continental e da oceânica

Após esta descontinuidade as velocidade das ondas P aumenta bruscamente

O aumento da velocidade indica que o manto é mais rígido e denso que a crosta



Estrutura Interna da Terra

Manto

Maior e mais volumosa(85%) camada da Terra

Atinge profundidade de 2891 km

Pode alcançar temperaturas de 2000 °C

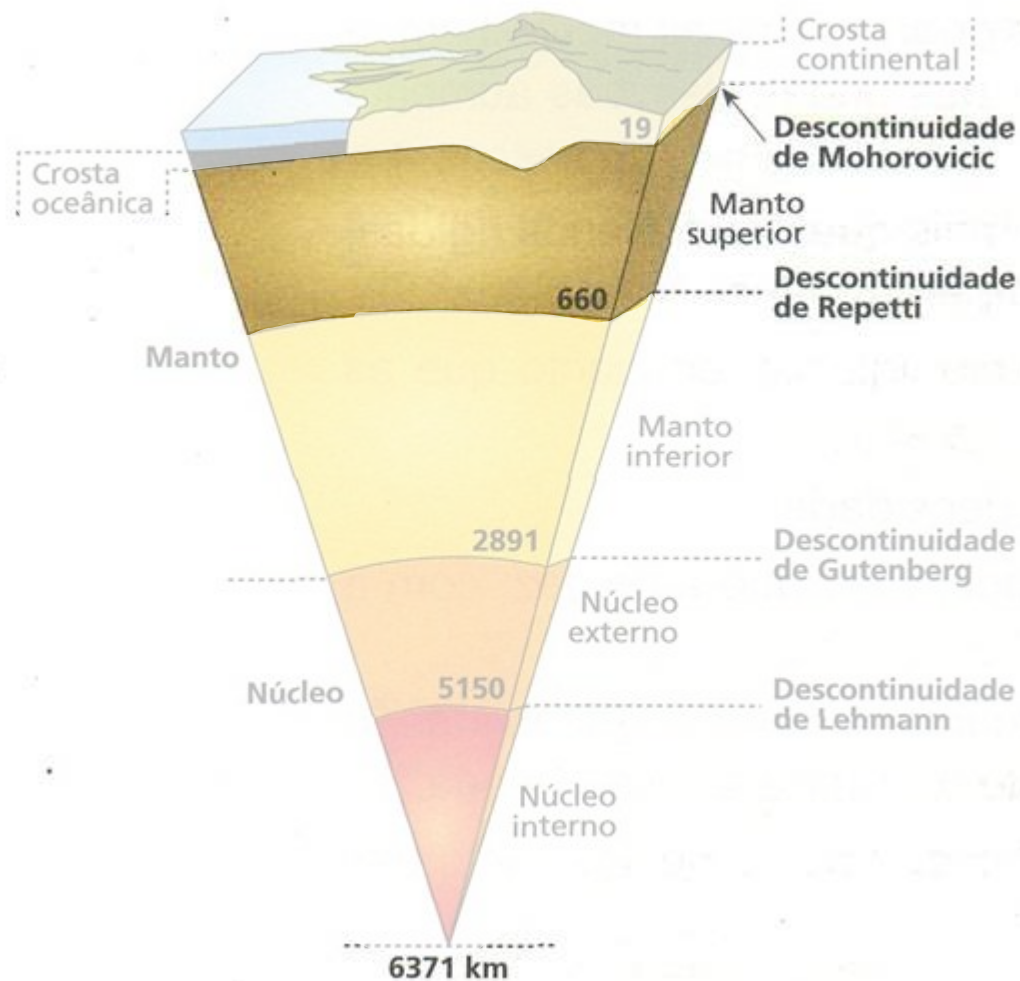
Manto Superior:

Estende-se até 660 km de profundidade

Nele encontra-se a astenosfera (400 km)

Grande quantidade de ferro, o que eleva a sua densidade

Rico em silicatos ferromagnesianos e calcioaluminosos



Estrutura Interna da Terra

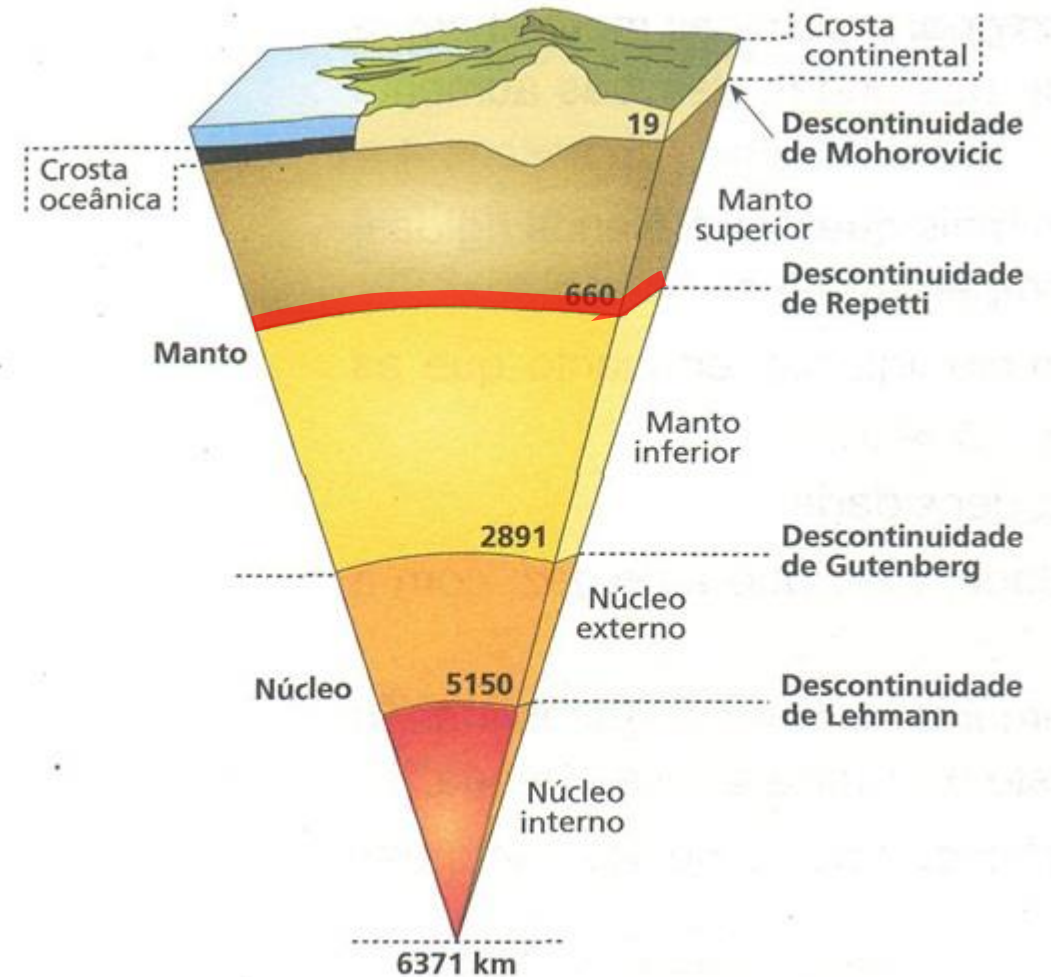
Manto

Descontinuidade de Repetti:

Limite entre o manto superior e inferior

Corresponde a uma faixa entre 400 e 660 km

Aumento de Fe em relação ao Mg e densidade dos minerais



Estrutura Interna da Terra

Manto

Manto Inferior:

De 660 a 2891 km de profundidade

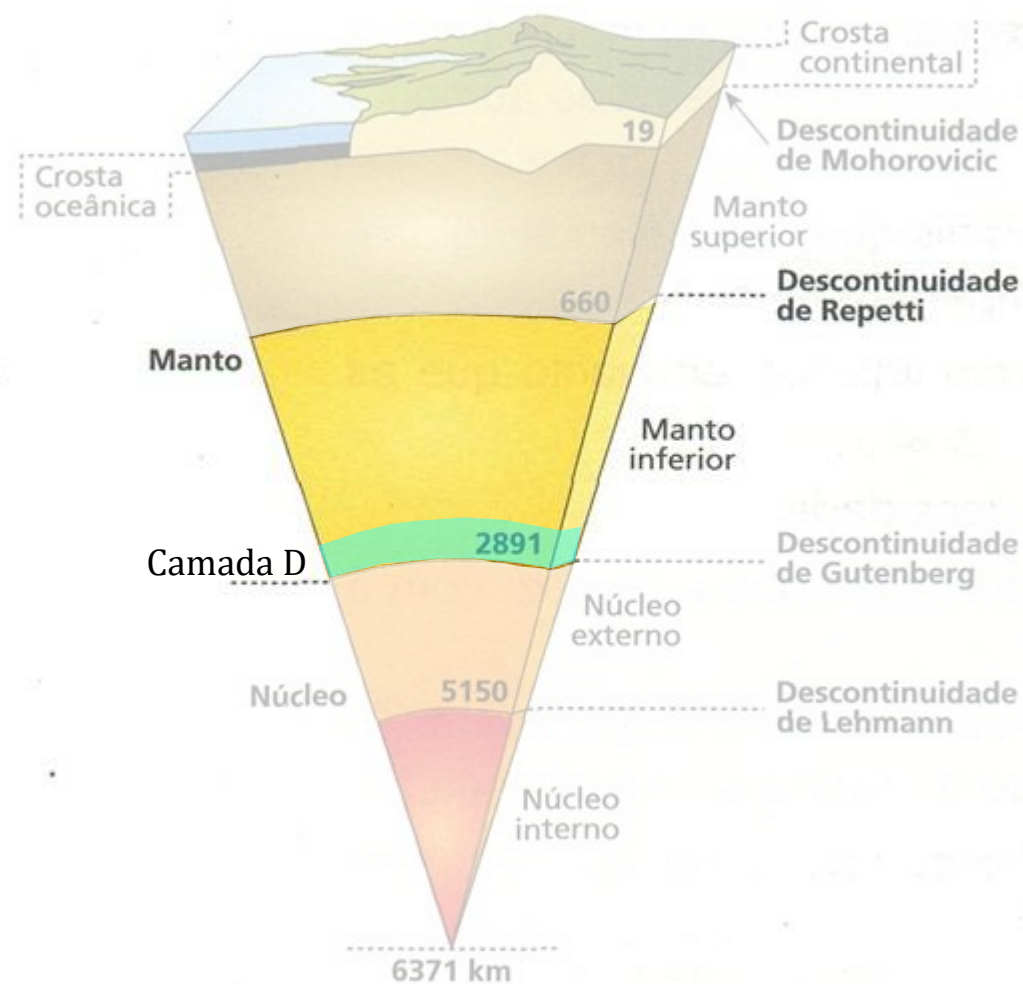
Comportamento homogêneo até cerca de 2600 km

Estrutura cristalina compacta dos minerais (silicatos de Fe e Mg)

2600 a 2891 km - anomalia chamada de **camada D**

Camada D: zona por onde o material líquido do núcleo sobe por capilaridade e cria zonas de reação com o manto

A movimentação dessa camada gera **plumas do manto**



Estrutura Interna da Terra

Núcleo

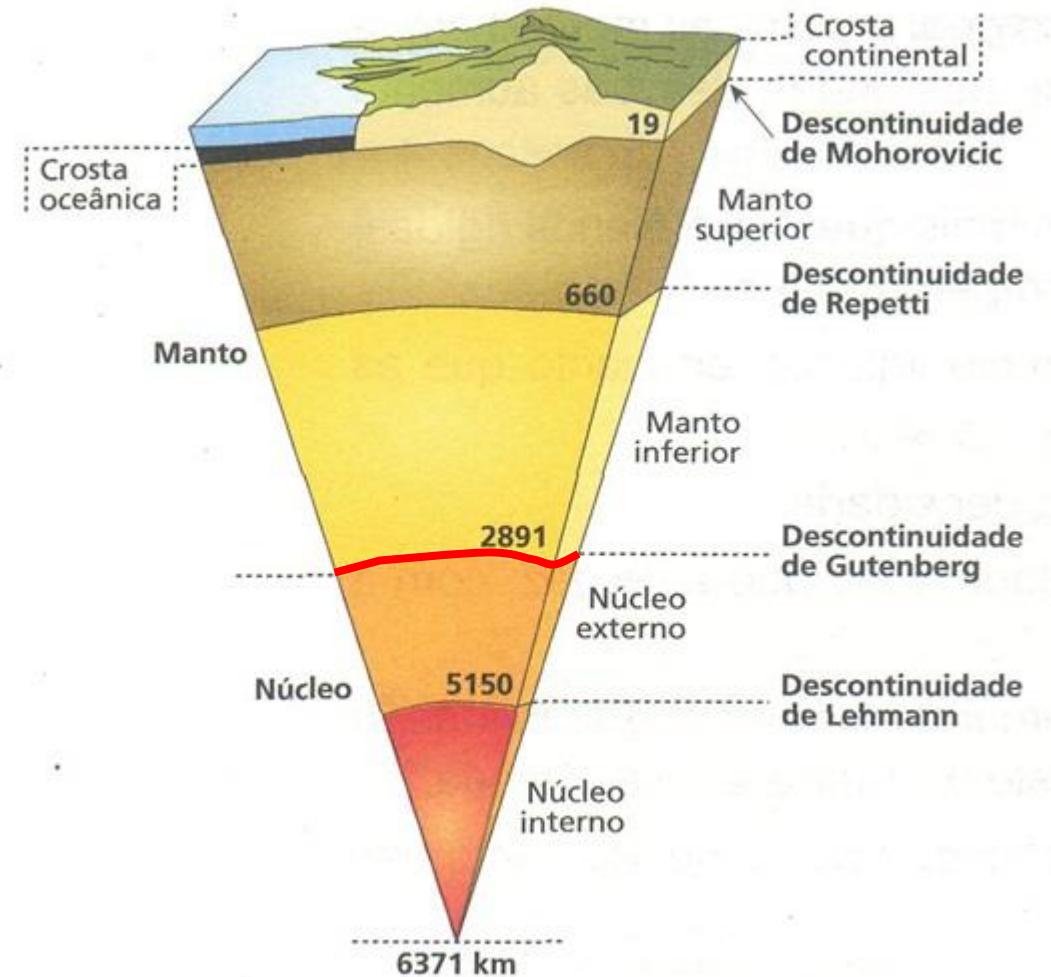
Descontinuidade de Gutenberg:

Limite entre o manto inferior e o núcleo externo

Ocorre a 2891 km de profundidade

A partir desta descontinuidade **as ondas S não se propagam**

Ou seja, **após esse limite**, os constituintes estão no estado **líquido**



Estrutura Interna da Terra

Núcleo

Núcleo externo:

De 2891 a 5150 km de profundidade

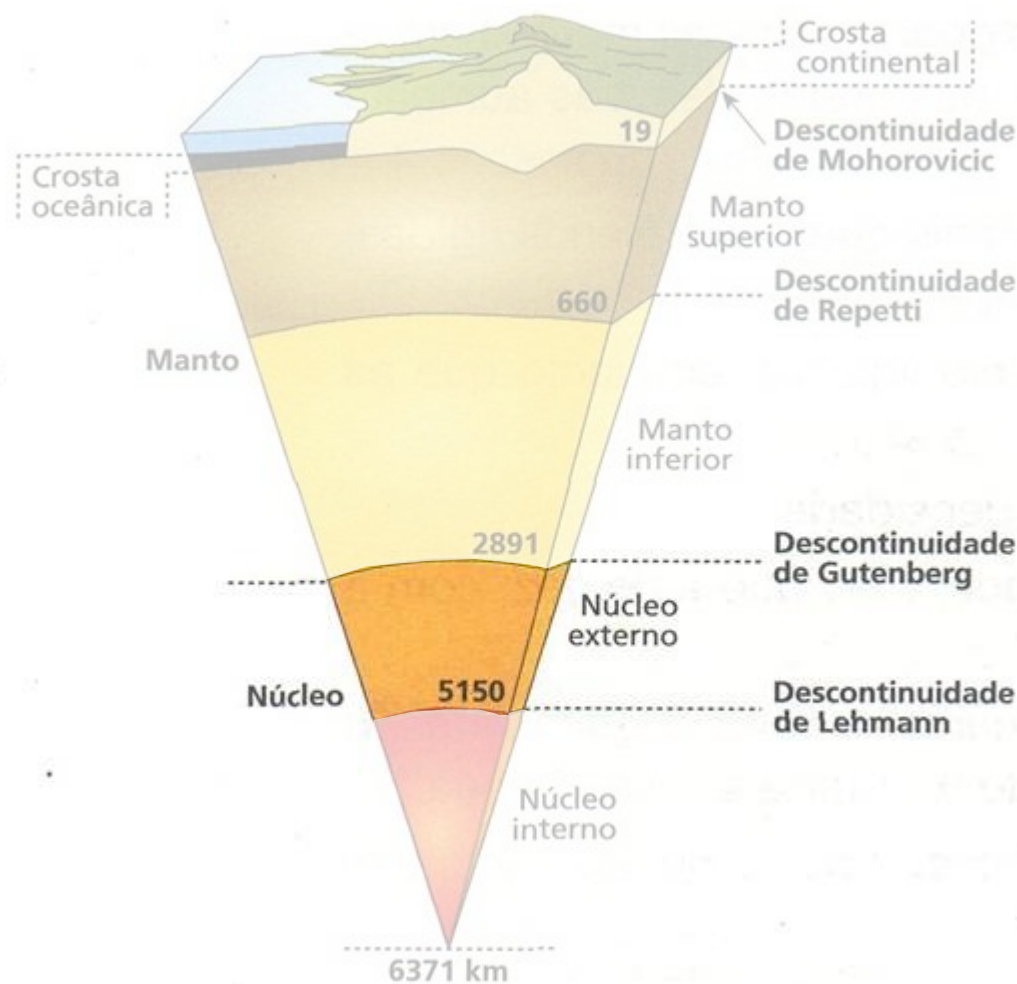
É líquido

Fluidez muito maior que a do manto

Temperaturas $\sim 3.000\text{ }^{\circ}\text{C}$

Rico em ferro, porém, provavelmente forme ligas com silício e enxofre

Ondas S não se propagam



Estrutura Interna da Terra

Núcleo

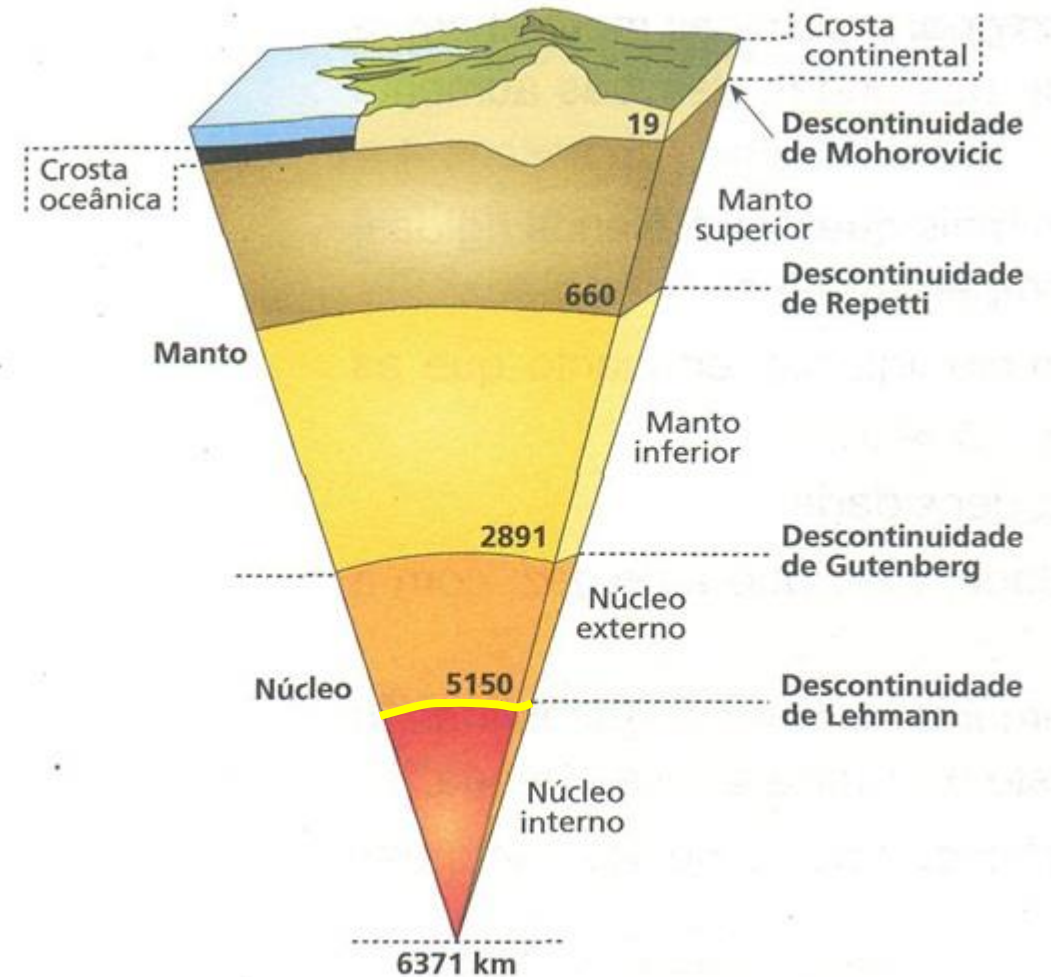
Descontinuidade de Lehmann:

Limite entre núcleo externo e interno

Ocorre em 5150 km de profundidade

Aumento importante na velocidade da onda P

Marca a principal diferença entre o núcleo externo e interno: a mudança de fase líquida para a fase sólida



Estrutura Interna da Terra

Núcleo

Núcleo Interno:

De 5150 a 6371 km de profundidade

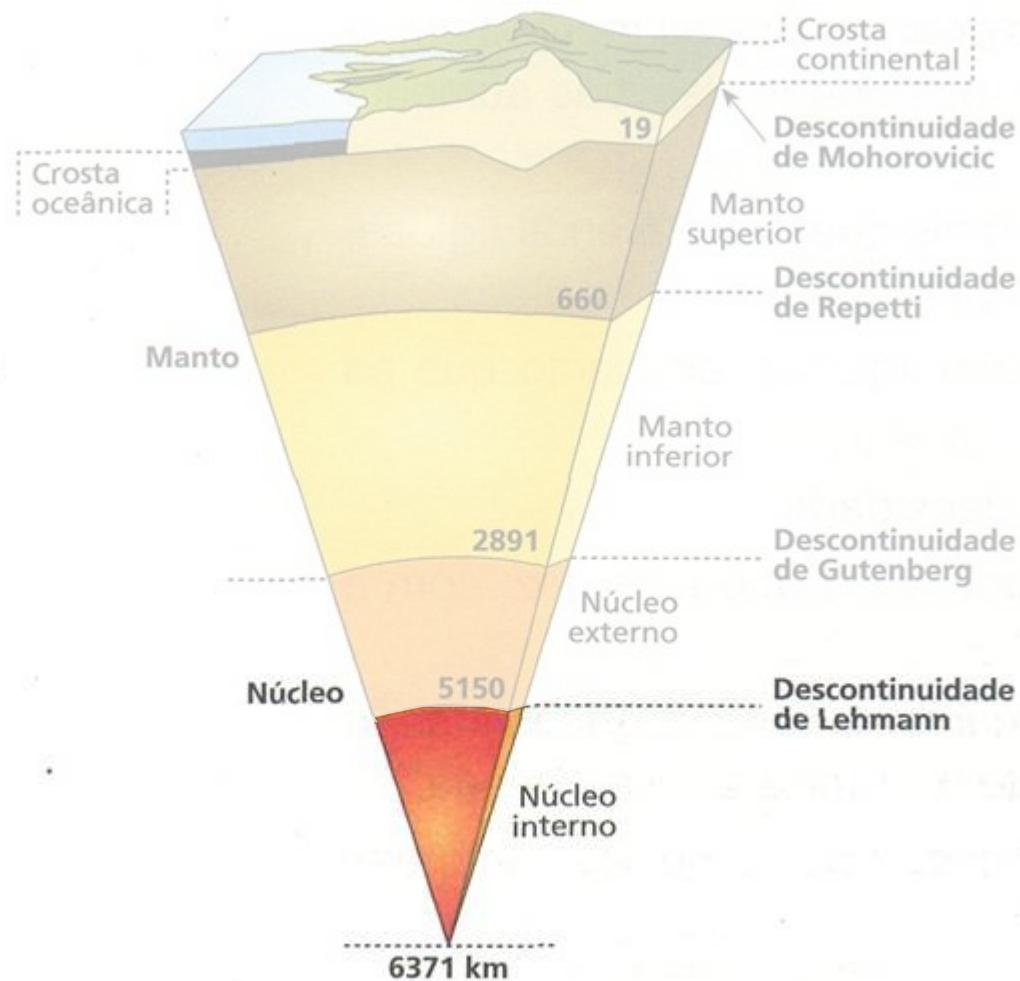
Sólido e metálico

Composto de ferro, com um pouco de níquel e outros materiais misturados

Temperatura de $\sim 6.000\text{ }^{\circ}\text{C}$

Por que o ferro não se funde nessa temperatura tão elevada?

A pressão é muito alta para o ferro se fundir



Estrutura Interna da Terra

Núcleo

Núcleo Interno:

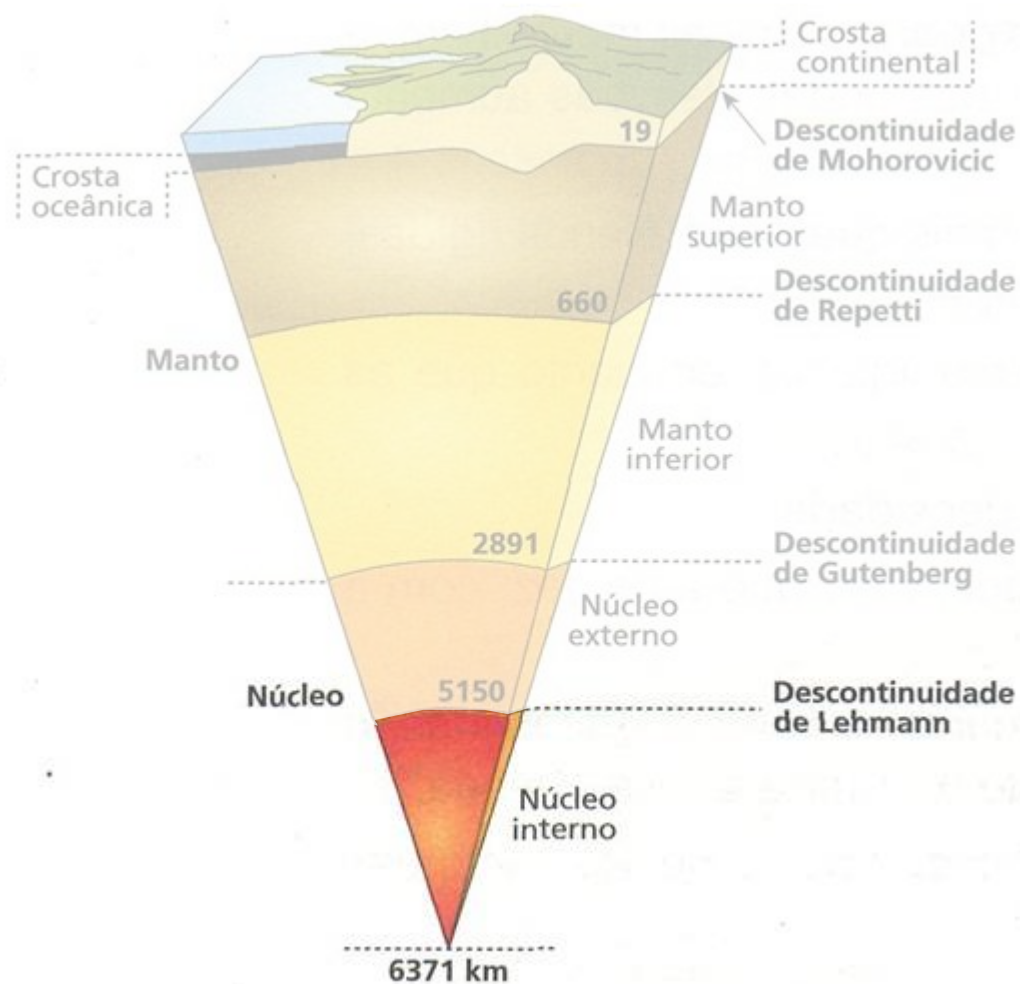
O núcleo interno gira a uma velocidade superior à rotação da Terra

O que indica que, no passado, o nosso planeta girava mais rápido

Como pode o núcleo interno girar mais rápido do que o restante do planeta?

Ele está isolado mecanicamente do restante do planeta pelo núcleo externo líquido

Conservação da velocidade anterior pelo princípio da inércia



Estrutura Interna da Terra

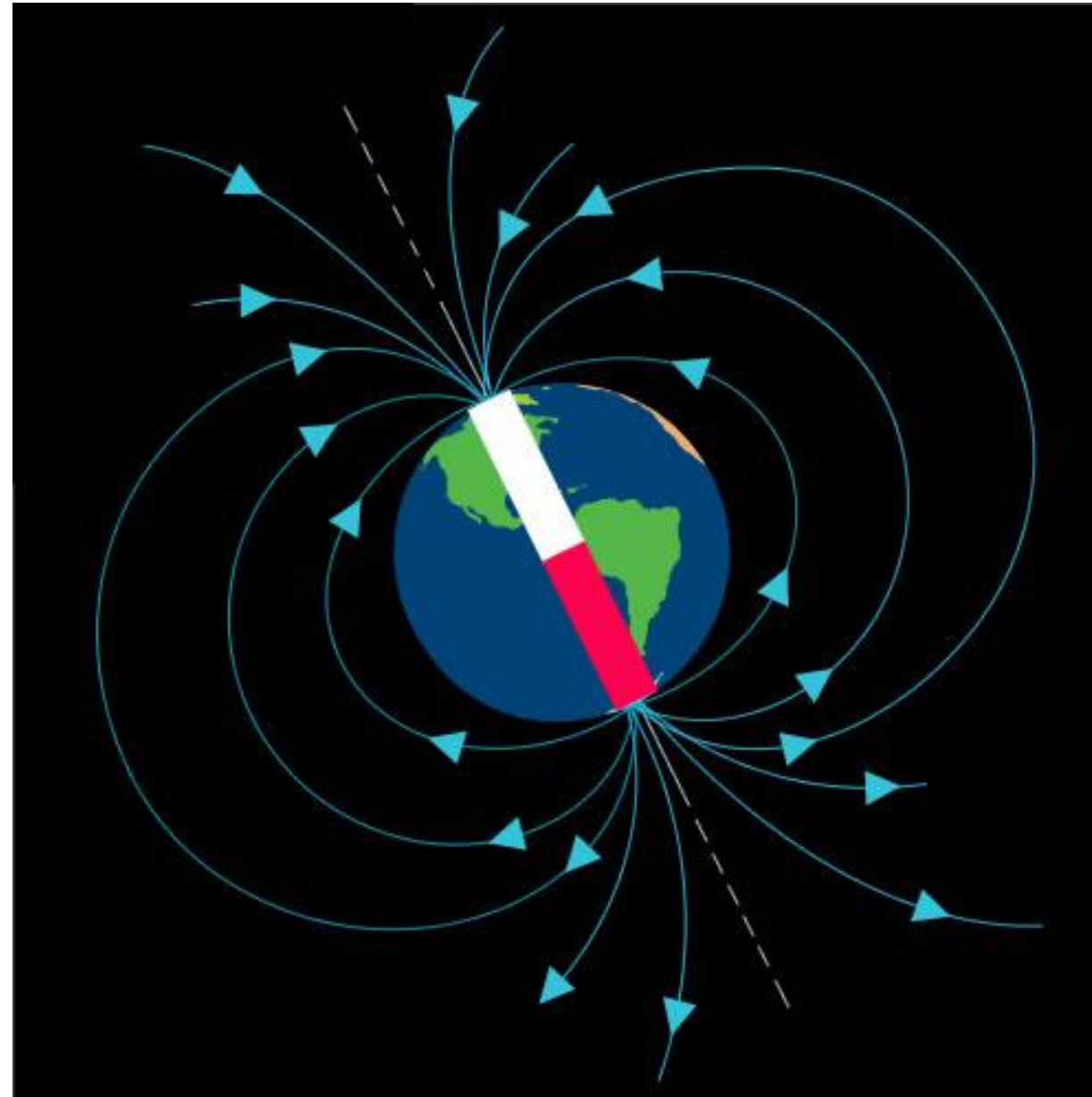
Núcleo

Núcleo Interno:

A rotação do núcleo interno, junto com as correntes de convecção do manto externo, é considerada como geradora do campo magnético terrestre

O campo magnético é responsável por:

- Imperdir a ação das tempestades solares
- Protege a biosfera contra a radiação solar prejudicial
- Faz com que as bússolas apontem para o norte



Até a próxima aula...

Tectônica de Placas