



Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF)
Instituto de Ciências Exatas
Depto. de Química

QUI 163 - Química Ambiental

Litosfera (Parte 1)

Prof. Julio C. J. Silva

Juiz de Fora, 2019

A formação do planeta Terra

Segundo a teoria mais aceita pelos cientistas:

Logo no início da formação do Sistema Solar.

Por volta de 5 bilhões de anos atrás.

A Terra era uma grande bola incandescente, com temperaturas próximas a 1.500 graus Celsius (°C).

Com o passar de vários milhões de anos, essa bola incandescente foi aos poucos se resfriando e solidificando na sua parte externa.

FORMANDO

Litosfera

Durante o processo de resfriamento da Terra, houve liberação de gases e vapores (H e O).

Eles deram origem a uma camada de ar chamada **atmosfera**.

Que envolve e protege a Terra.

Por volta de 4,6 bilhões de anos atrás, a temperatura da Terra começou a baixar, dando origem a um grande período de chuvas, por causa da condensação do vapor d'água contido na atmosfera.



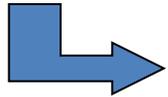
Vulcanismo → emissão de CO_2 , SO_2 , Cl_2



Emissão de gases e vapores → ácidos



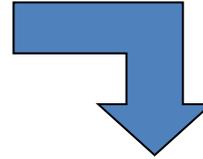
Eles deram origem a uma **atmosfera corrosiva**.



Esses ácidos dissolvidos nas águas das chuvas → líquido corrosivo

- Chuvas permitiram o resfriamento das rochas superficiais, as quais se solidificavam
- Abrasão e o ataque químico → processos de desgaste e desagregação das rochas)
- Estes processos, aliados ao calor escaldante do dia e forte frio à noite, levaram à quebra das rochas em pedaços de diferentes granulometrias tais como pedras, cascalho, areia e argila.

 A chuva caía continuamente.
Acumula-se nas partes mais baixas da superfície.



Formando os oceanos

As águas marinhas e as continentais formam a hidrosfera

- Há aproximadamente 3,5 bilhões de anos, surgiu a vida na Terra

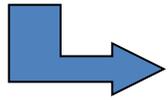


A vida vegetal e animal, que começou a se desenvolver inicialmente nos oceanos (???), graças ao conjunto de influências dessas três esferas - litosfera, atmosfera e hidrosfera -, deu origem à quarta esfera: a **biosfera** ou esfera da vida.

Biosfera: conjunto de todos os ecossistemas da Terra.

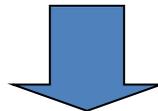
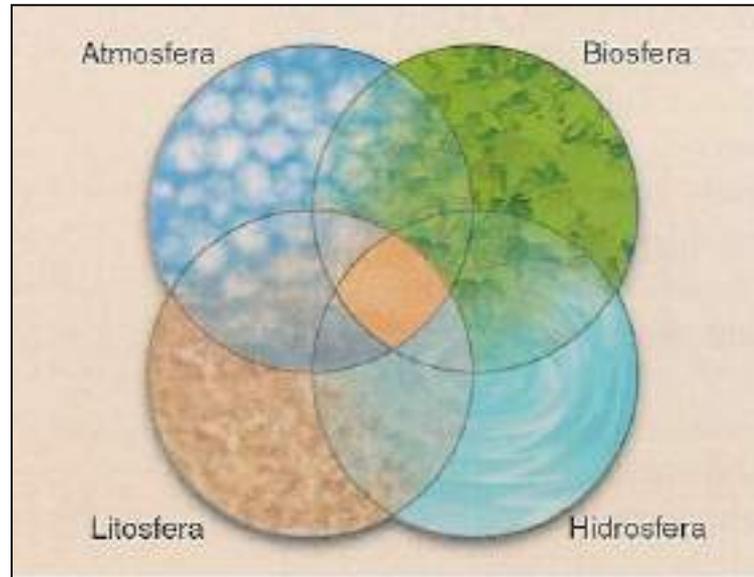
Formação de rochas sedimentares: Oceanos → Superfície → Oceanos

Formação de solos férteis (rochas sedimentares + vegetação)



- Afundaram, em consequência de movimentos tectônicos, e foram recobertos, posteriormente, por novas rochas sedimentares ou mesmo vulcânicas;
- Formação de grandes depósitos de plantas e microrganismos fossilizados;
- Jazidas de carvão e de petróleo;
- Minerais → ferro, enxofre e manganês.

Em todo o processo de formação da Terra,
houve um inter-relacionamento entre as
"esferas".



Crescimento de vegetais na superfície
terrestre



Sistemas complexos: Animais + vegetais + solos

A estrutura interna da Terra e a crosta terrestre

Até hoje não se sabe ao certo do que é formado o interior da Terra



As perfurações mais profundas já feitas atingiram 13 quilômetros.

Isso porque o material que sai do seu interior através dos vulcões vem de profundidades de, no máximo, 200 quilômetros.

As melhores informações são fornecidas pelo estudo da propagação das ondas sísmicas provocadas por vibrações da crosta terrestre, que têm sua origem no interior da Terra.

Essas vibrações são chamadas de **abalos sísmicos**.

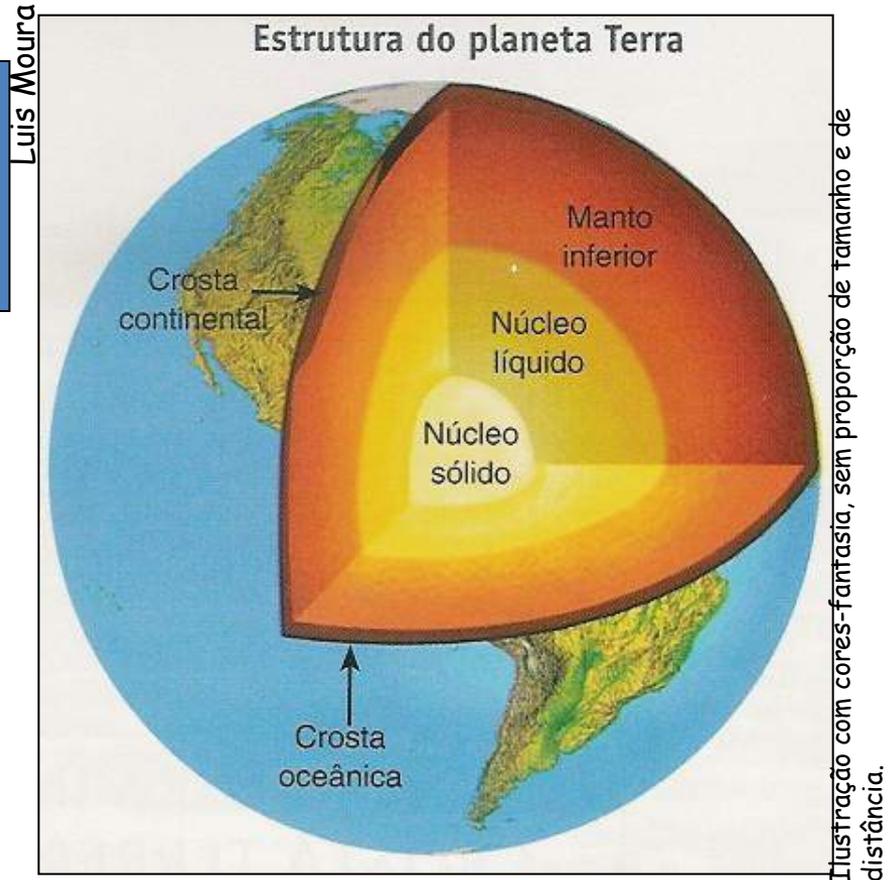
Crosta terrestre, manto e núcleo

A crosta terrestre é a parte superficial ou externa já consolidada no planeta, sobre a qual vivemos.

É constituída de uma camada relativamente fina, com espessura que varia de 5 a 70 quilômetros, aproximadamente, sendo mais espessa nos continentes (até 70 quilômetros) e mais fina no fundo dos oceanos (5 a 10 quilômetros, aproximadamente).

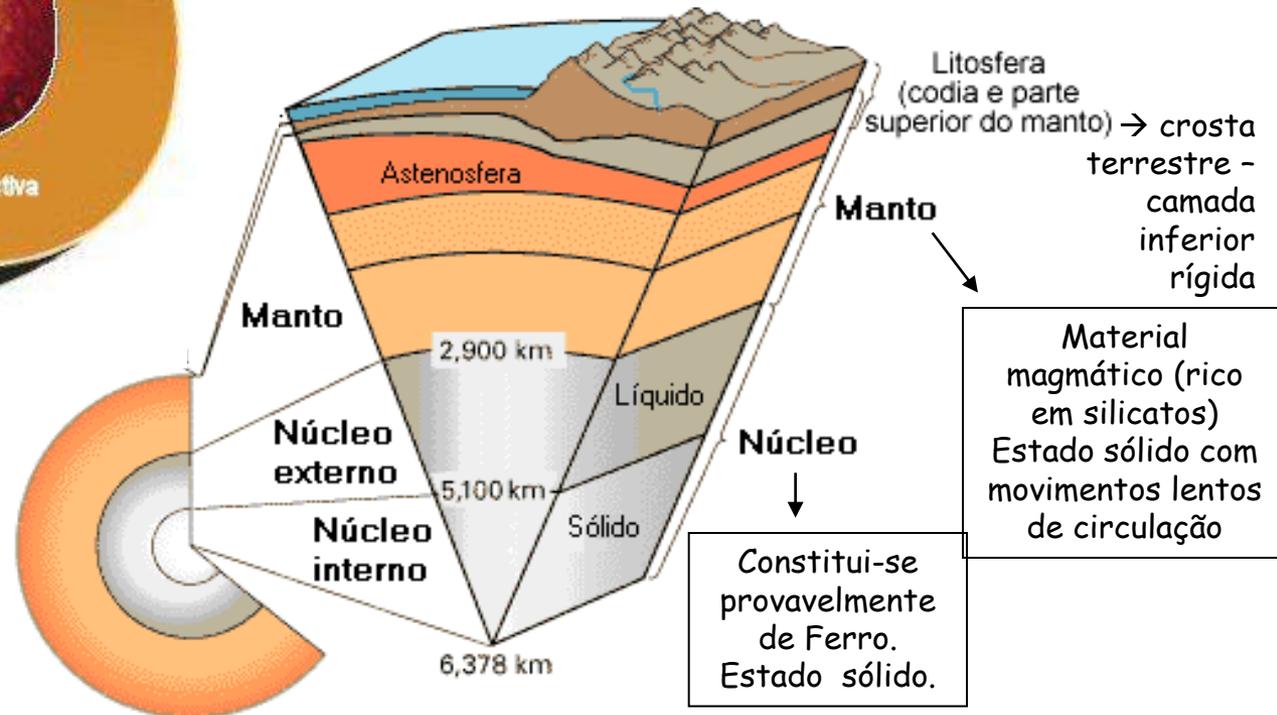
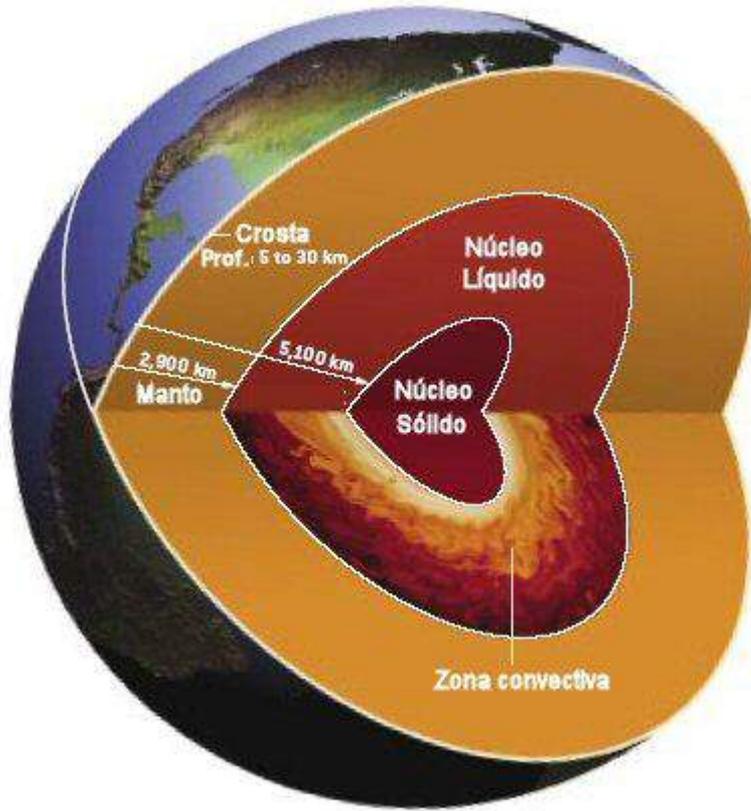
O manto, ou camada intermediária, é composto predominantemente pelo magma.

Abaixo do manto, encontra-se o núcleo. Nele predominam dois minerais, o níquel e o ferro.



Fonte: Dirce Maria Antunes Suertegary (org). *Terra - Feições ilustradas*. Porto Alegre: UFRGS, 2003. p. 16

Estrutura do interior da Terra



Continentes e a mobilidade da crosta terrestre

Em 1912, o cientista alemão Alfred Wegener divulgou uma teoria, chamada **deriva dos continentes**, segundo a qual, há muitos milhões de anos, existia um único bloco continental, que ele denominou **Pangeia**.

Aproximadamente entre 200 e 250 milhões de anos atrás, a Pangeia teria se rompido, formando dois grandes blocos, o continente **Laurasiático** (Norte) e o continente **Gondwana** (Sul).

Após essa primeira separação, outras subdivisões teriam ocorrido, até que os continentes tomassem a forma e a dimensão atuais.

Etapas do processo de afastamento das placas tectônicas, dando origem à formação atual dos continentes, que, no entanto, continua sofrendo alterações:



DERIVA DOS CONTINENTES



PERMIAN
225 million years ago



TRIASSIC
200 million years ago



JURASSIC
135 million years ago

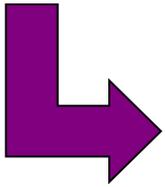


CRETACEOUS
65 million years ago



PRESENT DAY

No princípio, a teoria de Wegener não foi muito aceita.



Isso só mudou com a descoberta de que a crosta terrestre é formada pelas **placas tectônicas** e que realmente não constitui, como se imaginava, uma camada inteira ou contínua.

Essas placas, assentadas sobre a camada pastosa do manto (astenosfera), movimentam-se continuamente.

A velocidade desses movimentos, porém, é muito baixa.

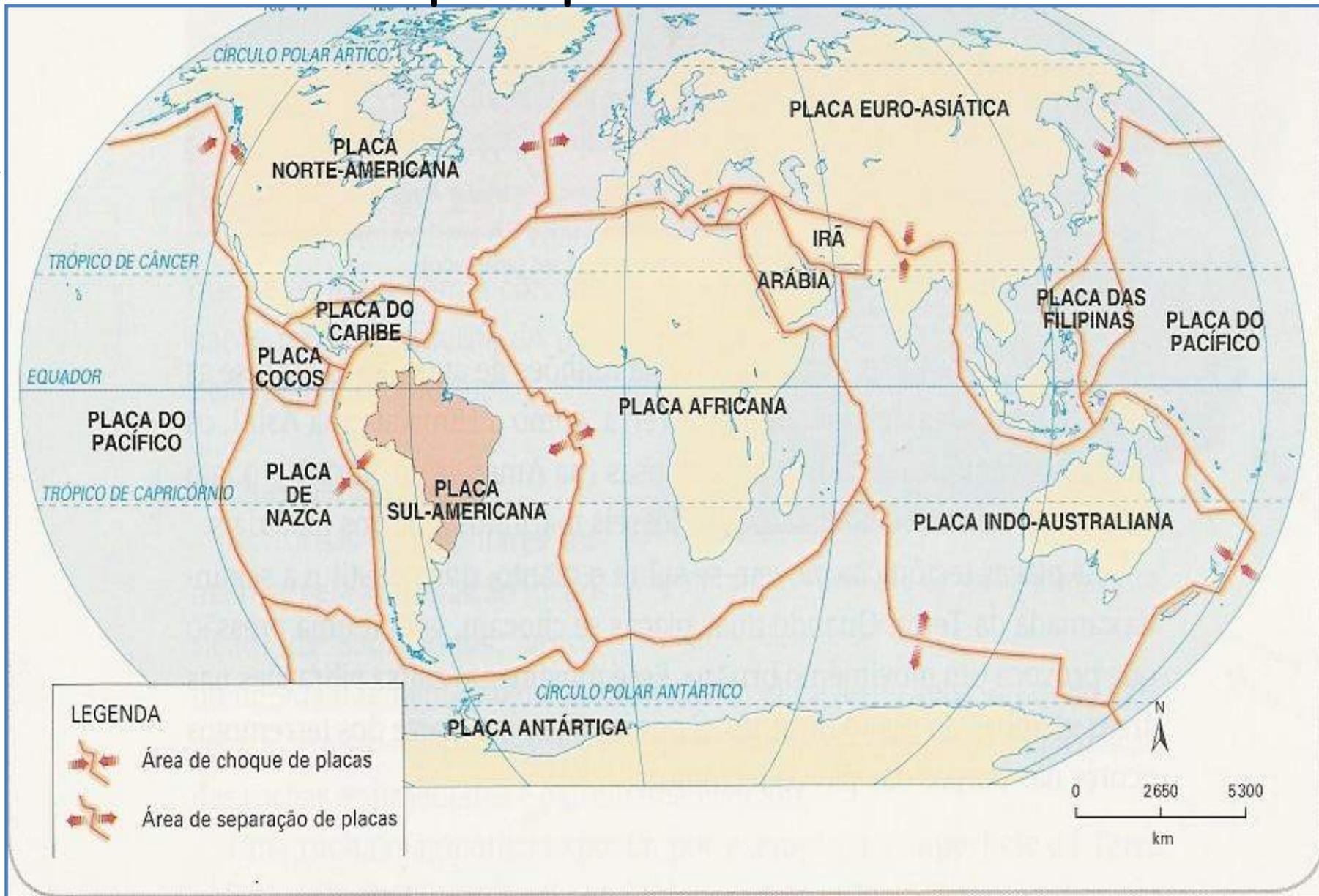
A placa sul-americana, que inclui a América do Sul, por exemplo, afasta-se da placa africana a uma velocidade de aproximadamente 3 centímetros por ano.



A comprovação de que a camada mais externa da Terra se subdivide em várias partes, formando um quebra-cabeças, deu-se em **1984**.

Principais placas tectônicas

Mário Yoshida



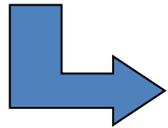
Fonte: *Concise Atlas of the world*. Nova York: Oxford University Press, 1993. p. 5 (adaptado),

O movimento das placas

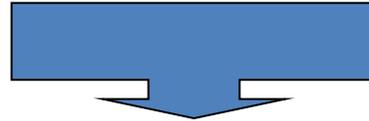
O que faz essas placas se movimentarem.



Segundo uma descoberta recente (década de 1960)



É a ascensão do magma pelas fendas existentes nas grandes cadeias de montanhas submarinas, chamadas de **dorsais oceânicas** ou **cordilheiras meso-oceânicas**.

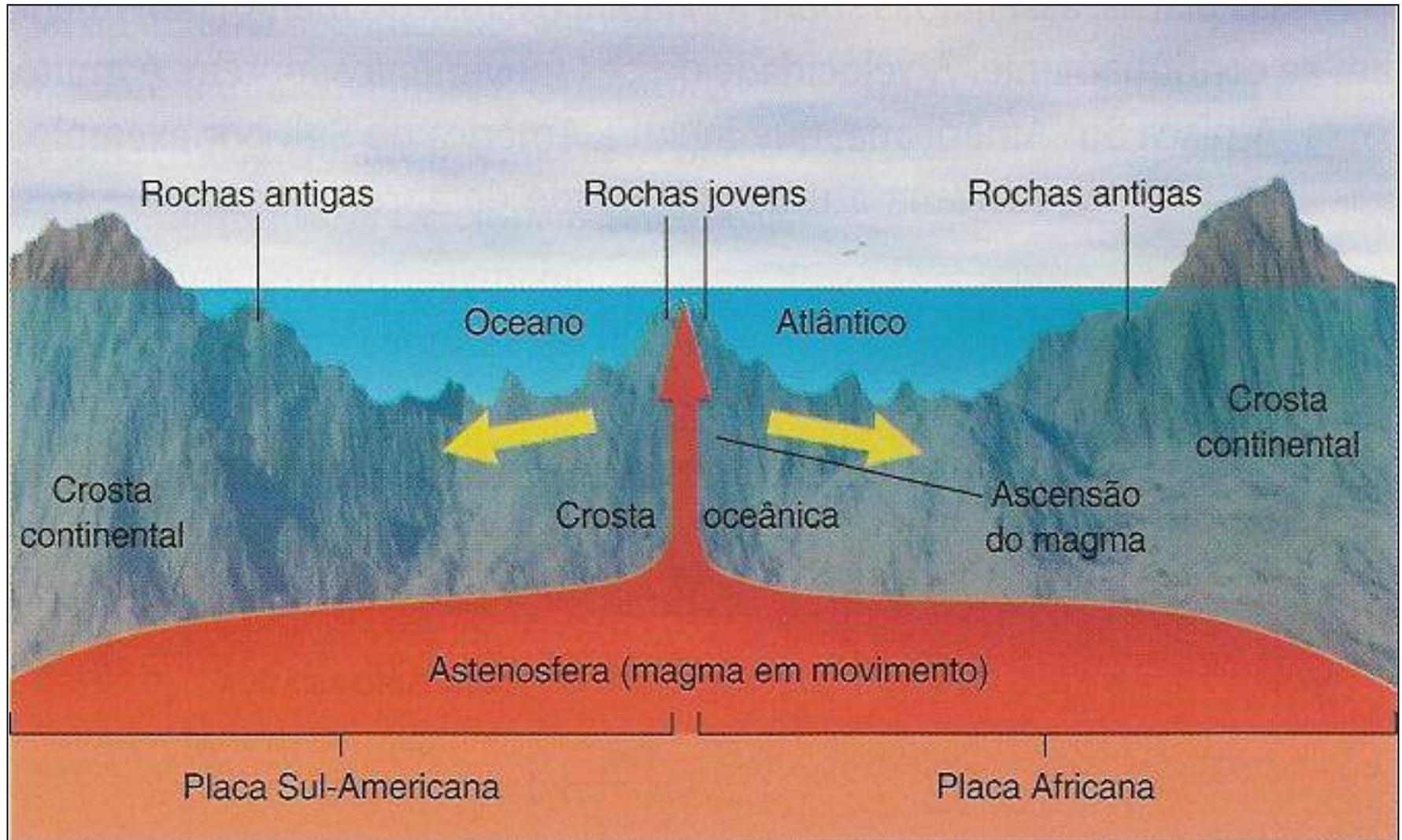


A ascensão do magma provoca o alargamento dessas dorsais, que empurram lateralmente as placas e, conseqüentemente, os continentes que delas fazem parte.



- Esses movimentos laterais dão origem aos deslizamentos e choques entre elas.
- O choque entre duas placas causa o "enrugamento" de uma delas; enquanto a outra afunda no manto.

Formação da cordilheira Meso-oceânica do Atlântico



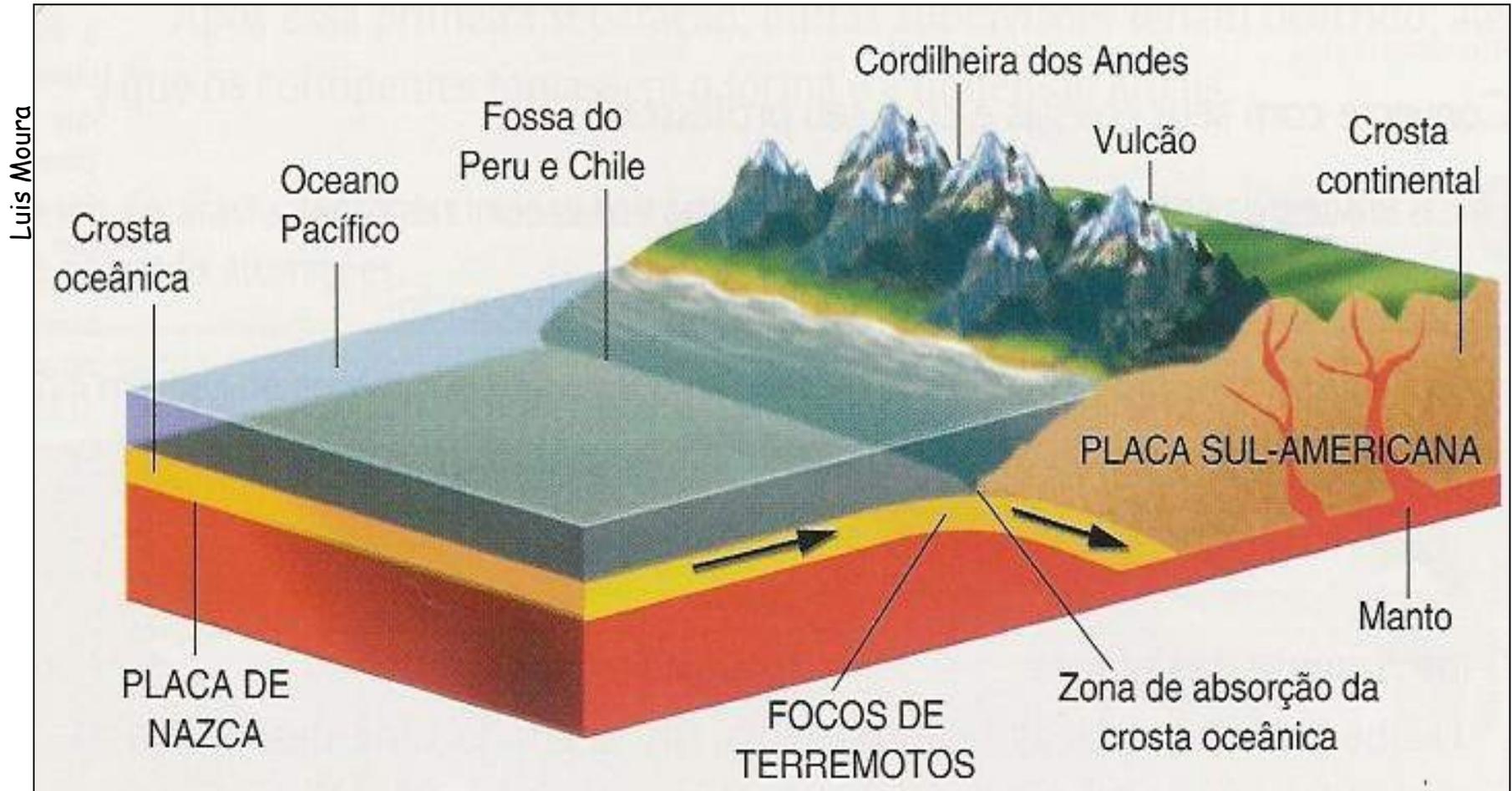
Fonte: Antonio Christofolletti. *Geografia para o mundo atual*. v.I. s/d (adaptado).

Esse enrugamento explica como, há milhões de anos, formaram-se as mais altas cadeias de montanhas da Terra...

Himalaia (na Ásia), os Andes (na América do Sul) e as Rochosas (na América do Norte)...

...e o fato de no alto delas serem encontrados fósseis marinhos e outros materiais de origem sedimentar.

Corte vertical da zona de contato entre a placa de Nazca e a placa Sul-Americana



Fonte: Jurandy L.S. Ross. *Geografia do Brasil*. São Paulo: Edusp/FDE, 1996. p.32 (adaptado)

A placa de Nazca mergulha por baixo da placa Sul-Americana aproximadamente 1 centímetro por ano.

ABUNDÂNCIA RELATIVA DOS ELEMENTOS NA CROSTA TERRESTRE

	PESO (%)	VOLUME (%)
O	46,6	92,0
Si	27,7	0,8
Al	8,1	0,8
Fe	5,0	0,7
Mg	2,1	0,6
Ca	3,6	1,5
Na	2,8	1,6
K	2,6	2,1

Óxidos	Porcentagem
SiO ₂	59.71
Al ₂ O ₃	15.41
CaO	4.90
MgO	4.36
Na ₂ O	3.55
FeO	3.52
K ₂ O	2.80
Fe ₂ O ₃	2.63
H ₂ O	1.52
TiO ₂	0.60
P ₂ O ₅	0.22
Total	99.22

Rochas e Minerais

Minerais:

- Os diversos elementos químicos ocorrem na forma de minerais de estrutura e composição definidos.
- Substancia de ocorrência natural

Rochas:

- Agregados naturais de um ou mais minerais. Material consolidado, constituído de uma ou mais espécies minerais.
- As rochas são unidades definidas na composição da crosta terrestre.

MINERAIS MAIS FREQUENTES NAS ROCHAS

Grupo dos carbonatos, sulfatos e óxidos



Quartzo (SiO_2): Presente em quase todo tipo de rocha.

Duro, pouco solúvel e resistente ao ataque químico e mecânico

Calcita (CaCO_3): Constituinte dos calcários e dos mármore.

Relativamente solúvel
(causador das dureza das água).



MINERAIS MAIS FREQUENTES NAS ROCHAS

Grupo dos carbonatos, sulfatos e óxidos

Limonitas - Óxidos férricos hidratados ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$).



Gesso - Sulfato de cálcio hidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$), bastante solúvel- fonte de sulfatos em águas subterrâneas.

As rochas componentes da crosta terrestre

A crosta terrestre constitui-se predominantemente de rochas.

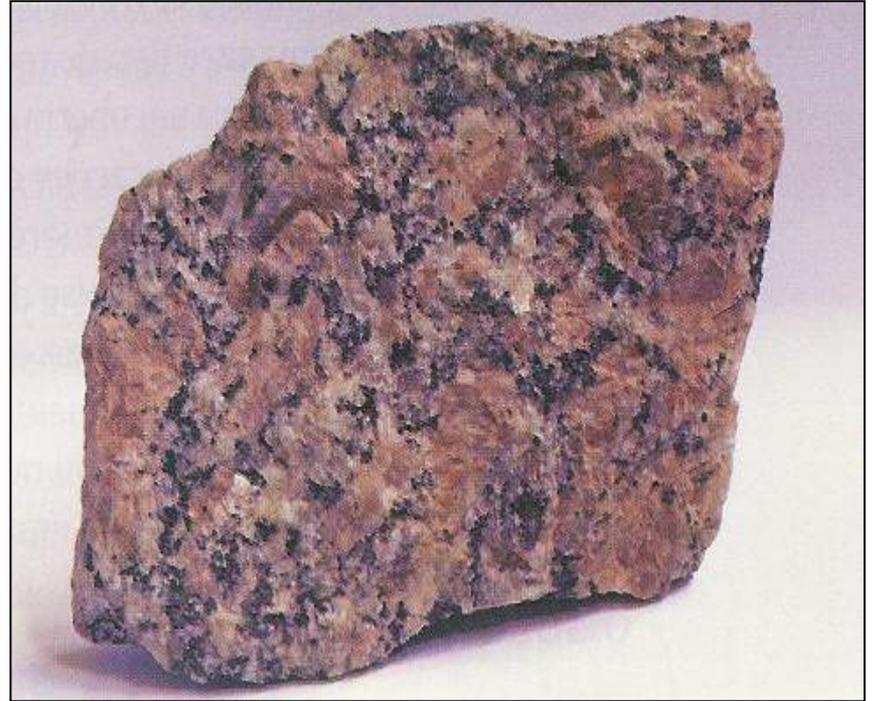
A areia, o granito, o mármore e a argila são algumas das rochas nela encontradas.

De acordo com a sua origem ou formação, essas rochas podem ser agrupadas em magmáticas, sedimentares e metamórficas.

Rochas Magmáticas

Esses tipos de rochas são resultantes do resfriamento e consolidação do magma, que provém do interior da Terra e é o principal componente do manto.

Fabio Colombini



O granito (rocha magmática)

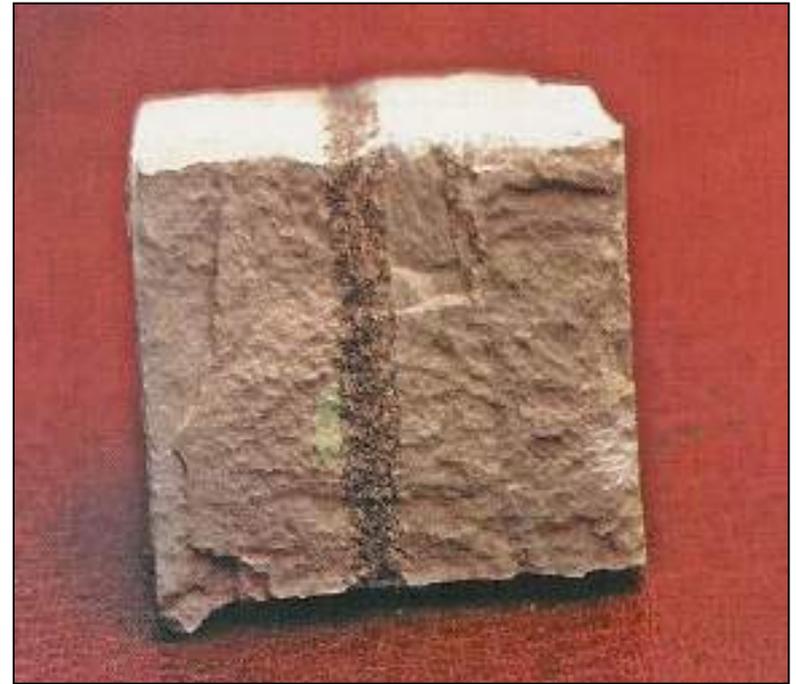
Foram os primeiros tipos de rochas que se formaram, com a consolidação da parte externa do planeta, há bilhões de anos.

A solidificação do magma pode se realizar tanto sobre a superfície terrestre como no interior da crosta.

Rochas Sedimentares

Formam-se pela acumulação (deposição) de sedimentos, provenientes da fragmentação de outras rochas; pela ação da água, do vento e do gelo; e de restos de organismos animais e vegetais.

O processo de formação das rochas sedimentares é extremamente lento.



O calcário (rocha sedimentar)

- Uma rocha magmática exposta, por exemplo, na superfície da Terra sofre a ação do tempo e vai sendo decomposta.
- Os sedimentos, por sua vez, depositam-se aos poucos no fundo de um lago ou oceano.
- Nesse local, eles vão sendo comprimidos em camadas que, depois de muito tempo, formam rochas sedimentares, como o arenito.

Rochas Metamórficas

Esses tipos de rochas são resultados da transformação de rochas sedimentares ou magmáticas, submetidas a grandes pressões (peso) e elevadas temperaturas.

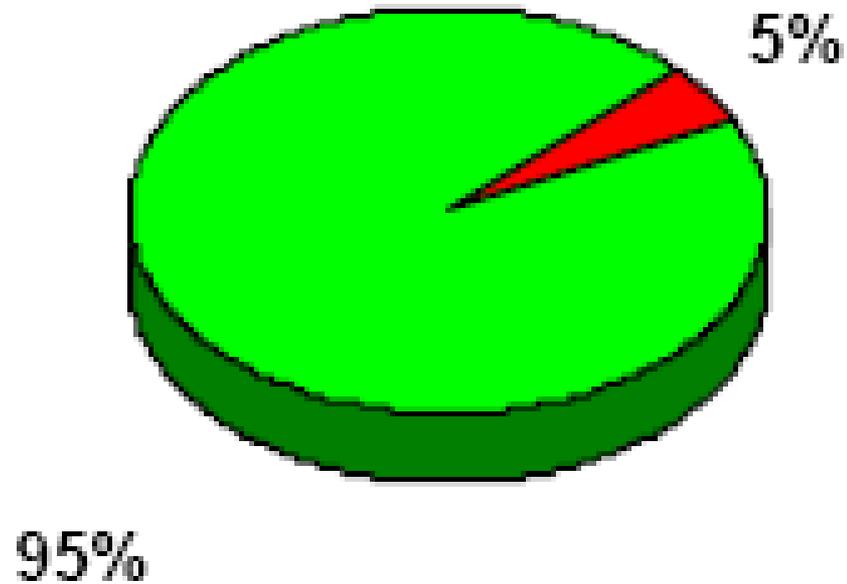
Embora possam manter características da rocha original, as rochas metamórficas geralmente adquirem características novas. Elas costumam se formar abaixo da superfície, em grande profundidade.

As rochas metamórficas geralmente são ricas em metais. Quando possuem grãos de ouro, prata, ferro ou outros metais são chamadas **minérios**, todas de valor comercial.

Age FotoStock / Keystock/Keystone



Jazida de mármore em Carrara, na Itália.



- Rochas Sedimentares
- Rochas Magmáticas (e Metamórficas)

CICLO SEDIMENTAR

Os minerais e as rochas sofrem um processo de transformação de natureza cíclica;

Materiais da superfície terrestre



Erosão



Transporte para bacias sedimentares onde acumulam-se



Transformam-se em rochas sedimentares - em camadas mais profundas podem ser transformadas em metamórficas por meio de aquecimento e deformação.

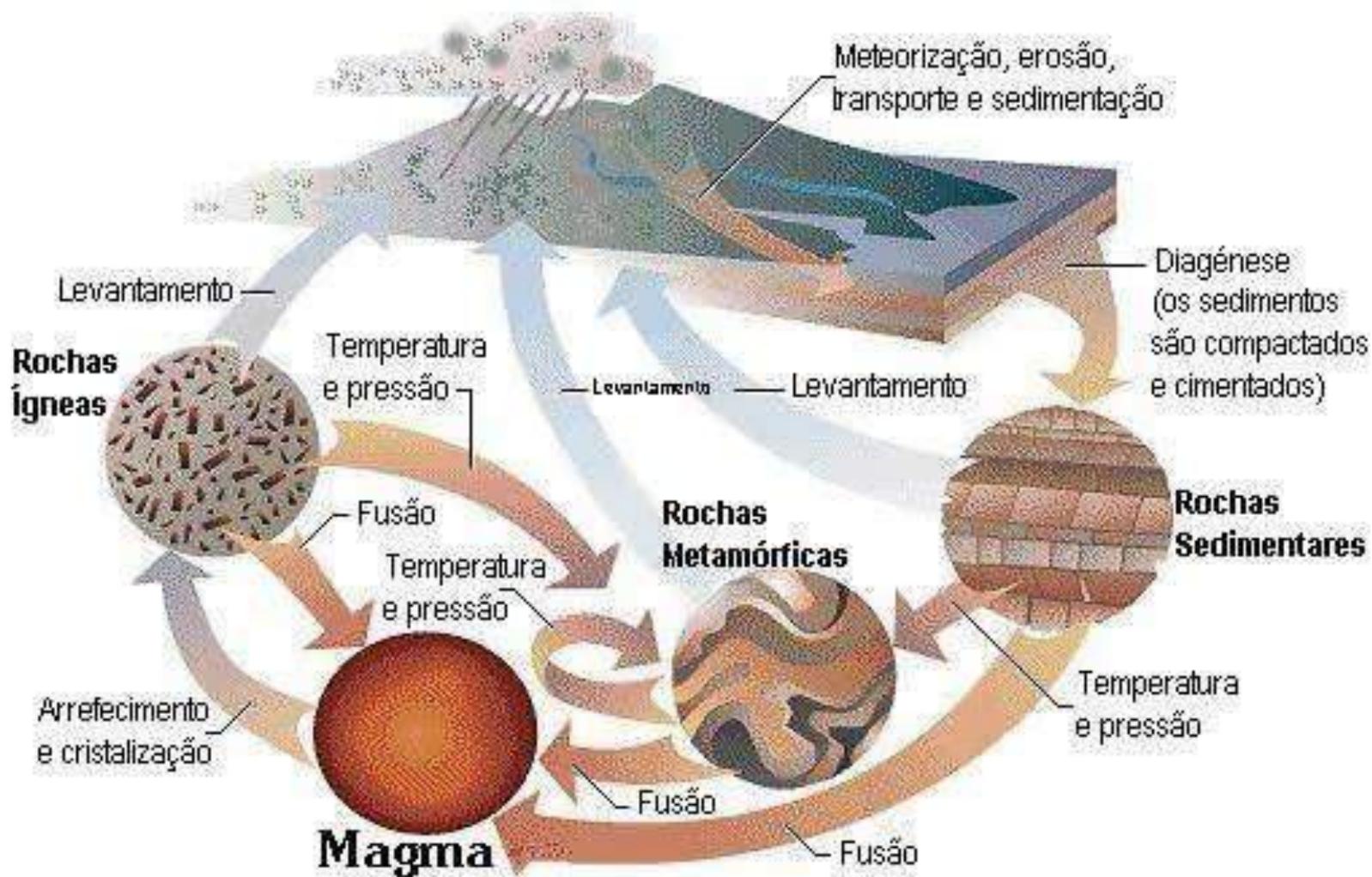


A profundidade ainda maiores essas rochas podem fundir e formar o magma.



Movimentos de ascensão trazem a superfície diversas rochas formadas no interior e o material magmático (alta mobilidade causa atividade vulcânica)

CICLO SEDIMENTAR



INTEMPERISMO

Qualquer rocha só é estável no ambiente onde foi formada
(condições de temperatura e pressão, etc.)

Após a formação, as rochas sofrem um processo permanente de degradação, uma vez expostas a ambientes desfavoráveis

Rocha matriz exposta.

Chuva, vento e sol desgastam a rocha formando fendas e buracos

Microrganismos como bactérias e algas se depositam nestes espaços, ajudando a decompor a rocha.

Ocorre acúmulo de água e restos dos microrganismos.

Organismos um pouco maiores como fungos e musgos, começam a se desenvolver.

O solo vai ficando mais espesso e outros vegetais vão surgindo, além de pequenos animais.

O processo continua até atingir o equilíbrio, determinando a paisagem de um local.

Vegetais maiores colonizam o ambiente, protegidos pela sombra de outros.