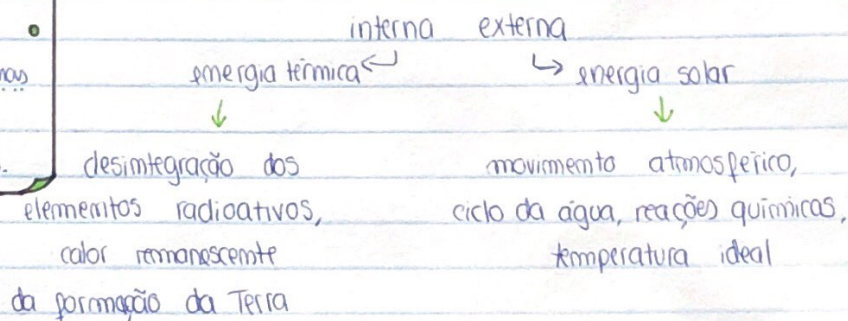


SUBSISTEMAS terrestres

Atividade geológica → ação da energia

• NOTA:
Todos os subsistemas da Terra são sistemas abertos.



SISTEMA → qualquer porção do Universo, com diferentes componentes devidamente organizados, em interação; possui sempre uma fronteira (limite do sistema)

Sistema aberto

ex.: célula, floresta, oceano, ...



Existe troca de matéria e energia com o meio envolvente

Sistema fechado

ex.: Terra, panela de pressão, ...



Existe troca de energia, mas não existe troca de matéria

Sistema isolado

ex.: laboratório no vácuo, ...



Não existe troca de matéria nem de energia
▶ Não existem na Natureza!

TERRA → Sistema composto quase fechado

- ↳ recebe energia (sol) → forma de calor
- ↳ transfere energia térmica (interior do planeta) → forma de IV

- troca de matéria é insignificante
ex.: meteoritos, ...

Sistema composto → subsistemas que estabelecem relações entre si

inconvenientes

RRA

- recursos limitados e finitos (são tudo o que temos na atualidade e no futuro)
- recursos poluentes (vão-se acumulando no planeta, podendo ter más consequências)
- qualquer alteração num dos subsistemas terrestres afeta os outros (são abertos, dinâmicos e independentes uns dos outros)

GEOSEFERA: parte sólida da Terra, quer superficial quer profunda (maiores dimensões)
L^{ex}: fundo dos oceanos, núcleo externo, rochas e minerais,
funções: • fonte de materiais de construção, rochas e minerais
• obtenção de fontes de energia possíveis (gás, petróleo e carvão)

HIDROSEFERA: todos os reservatórios de água existentes na Terra
(**CRIOSEFERA** - água no estado sólido) L^{ex}: oceanos, lagos, rios, glaciares, águas subterrâneas,
funções: • obtenção de água para: agricultura, indústria, produção de energia, saúde,
• estabilização do clima terrestre
• os oceanos absorvem radiação solar (distribuída nas correntes oceânicas)
Água no planeta: - 97% é salgada
- 3% é doce: - 97% são glaciares
- água líquida: - 97% são águas subterrâneas

ATMOSFERA: Camada gasosa que envolve os outros subsistemas
L mistura de gases (azoto, oxigénio, argón e CO₂)
vapor de água, fumos, poeiras e matéria orgânica
funções: • principal regulador do clima
• protege a Terra dos efeitos das radiações solares e de meteoritos ou outras partículas sólidas provenientes do espaço

BIOSFERA: todos os seres vivos que povoam a Terra (meio abiótico)
(**ANTROPOSEFERA** - espécie humana)

• **NOTA:**

O Homem é aquele que consegue estabelecer um maior número de relações com todos os subsistemas.

INTERAÇÕES

interações

Geosfera ↔ Atmosfera

erupções vulcânicas

libertação de gases e poeiras para a atmosfera

substâncias podem influenciar a quantidade de radiação solar que atinge o planeta

alteração nos mecanismos de evaporação e evapotranspiração

alteração do regime das chuvas

alteração nos mecanismos de meteorização e erosão das rochas

Geosfera ↔ Hidrosfera

· águas dos grandes reservatórios naturais estão sempre em contacto com rochas

ou seja:

também há alterações físicas e químicas dos minerais e das rochas

Geosfera ↔ Biosfera

· metabolismo de seres vivos pode resultar de rochas sedimentares de origem biogénica

⊕ · animais e plantas são agentes de meteorização física e química das rochas

⊕ · decompositores passam matéria orgânica para matéria mineral

Atmosfera ↔ Hidrosfera

· ciclo da água (evaporação, condensação, precipitação)

Biosfera ↔ Hidrosfera

· água é o principal constituinte dos seres vivos

⊕ · reprodução de peixes e anfíbios

Atmosfera ↔ Biosfera

· quantidade de CO_2 e O_2 na atmosfera pode variar com o tempo os processos metabólicos realizados pelas plantas e animais

⊕ · presença de ozono protege os seres vivos dos raios UV

⊕ · fotossíntese, respiração, transpiração

geosfera ↔ hidrosfera ↔ biosfera ↔ atmosfera
ciclos bioquímicos da água, do carbono e do ozono

ROCHAS sedimentares

→ formadas a partir de rochas pré-existentes (não necessariamente sedimentares)

- 5% do volume da crosta (com pressão e o calor)
 - 75% da área dos continentes
- formadas à superfície da crosta → melhor capacidade de registar fenómenos que ocorrem à superfície
- encontram-se mais no interior da Terra (vão sendo empurradas para baixo por camadas sedimentares acumuladas em cima)

PROCESSOS DE FORMAÇÃO:

SEDIMENTOGÉNESE → formação de sedimentos

① METEORIZAÇÃO

- ↳ alteração das rochas pelos agentes de meteorização
- Física — forma das rochas altera-se (pelo desgaste)
 - ↳ ex.: chaminés de fada
- Química — minerais das rochas transformam-se
 - ↳ ex.: oxidação, hidrólise

② EROSAO

- ↳ remoção das partículas que foram alteradas pelos agentes erosivos

[água, vento, seres vivos, gravidade, ...]

③ TRANSPORTE

- ↳ movimentação dos detritos ou clastos
- ↳ por agentes
 - ↳ vento → sedimentos mais pequenos, leves e semelhantes a pó
 - ↳ água → sedimentos mais variados e grossos
 - ↳ glaciares → sedimentos mais achatados (sem grande variação)

• NOTA:
Detritos ou clastos são partículas/fragmentos de diversas dimensões que podem estar dissolvidos ou suspensos em água.

- ↳ arredondamento (choques entre si)
- ↳ granotriagem (separados pelo tamanho, forma e densidade)

[⊕ longo o transporte,
⊕ pequenos e redondos
os sedimentos]

④ SEDIMENTAÇÃO

possibilização

↳ deposição dos detritos por ação da gravidade

↳ condicionada pelas dimensões e densidade dos materiais

Primeiro depositam-se os maiores e mais densos (arrastamento)

• NOTA:

Princípios Estratigráficos

↳ ver páginas

11 e 12

camadas ou estratos

horizontais

Se estão inclinados, houve uma falha (movimento de placas)

cada estrato corresponde a um período de tempo com condições constantes

• estratos diferentes porque:

- diferentes origens
- componentes diferentes
- não se depositam ao mesmo tempo

• NOTA:

A sedimentação é mais frequente debaixo de água, porque os detritos não estão expostos aos agentes.

DIAGÊNESE

→ formação da rocha sedimentar consolidada

① DESIDRATAÇÃO

↳ sedimentos perdem água (calor e pressão)

↳ precipitação dos sais → aumento da concentração de sais

② COMPACTAÇÃO

↳ sedimentos sofrem compressão das camadas superiores,

↳ certos minerais podem ficar orientados

③ CIMENTAÇÃO

↳ os espaços vazios (entre os sedimentos)

podem ser preenchidos por materiais

resultantes da precipitação de substâncias

químicas dissolvidas na água (sílica e carbonato de cálcio)

cimento

ROCHA CONSOLIDADA

SEDIMENTAR

◀ liga os sedimentos

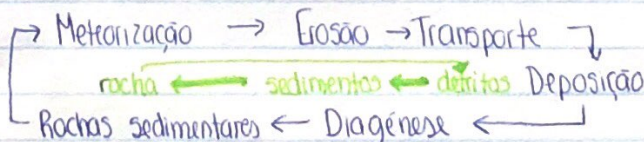
• NOTA:

Argila e cimento não passam por cimentação (muito finos)

• NOTA:

É nas rochas sedimentares que está armazenado o petróleo, gás natural, água e carvão.

CICLO DAS ROCHAS SEDIMENTARES



→ Detriticas - sedimentos ou rochas pré-existent

→ Químicas ou Quimiogénicas - precipitação de químicos dissolvidos (água)

→ Biológicas ou Biogénicas - acumulação de organismos mortos

EXEMPLOS:

vales glaciares

Argila → Di → Argilito

Areia → Di → Arenito

Balastos { Brecha ▲
Conglomerado ●

NOTA:

Rochas sedimentares quimiogênicas

- ROCHAS SALINAS ou EVAPORITOS
↳ precipitação provocada por evaporação de água
ex.: gesso, sal gema
- ROCHAS CARBONATADAS
↳ precipitação provocada por alterações de pressão e temperatura do ambiente
ex.: calcários de precipitação

regressão marinha → sedimentos maiores (base → topo)
transgressão marinha → aquecimento global

→ ver página 14

Que informação nos dão??

- ↳ ambiente de sedimentação agente de transporte
- ↳ flora e fauna do lugar ao haver deposição de sedimentos → **FOSSILÍFERAS**
- ↳ seres vivos que existiram no passado e sua idade ←
- ↳ estudo das rochas que deram origem aos sedimentos

ROCHAS magmáticas

→ formadas no interior da Terra

pressão e temperatura

→ fusão das rochas (MAGMA)

O magma é menos denso do que as rochas envolvidas

→ "sobe" na crosta

arrefecimento

do magma

consolidação e

formação das

ROCHAS MAGMÁTICAS

• NOTA:

O **MAGMA** é uma mistura silicatada e complexa de substâncias fundidas (cristais em suspensão e gases dissolvidos).

ROCHAS INTRUSIVAS

ou
ROCHAS PLUTÔNICAS

ex.: granito

(micas, quartzo, feldspato)

• magma sobe lentamente, consolidando no interior da crosta terrestre (arrefecimento lento e em profundidade)

• textura porfirítica → minerais e cristais visíveis a "olho nu", pois tiveram tempo para se formarem

ROCHAS EXTRUSIVAS

ou
ROCHAS VULCÂNICAS

ex.: basalto

(denso; cristais → olivina)

• magma vai-se aproximando da superfície, perdendo os gases, transformando-se em lava, que sai rapidamente do vulcão (arrefecimento muito rápido)

• textura afanítica → minerais e cristais não são visíveis a "olho nu", pois não têm tempo de crescer

textura amorfa (brilhante)

vidro vulcânico, obsidiana

não há cristalização → arrefecimento instantâneo

• NOTA:

casos de blocos → granito (no interior) → superfície
arredondamento de arestas ← agente → pedras
paisagem magmática plutônica ← espande-se ← dim. temp.

Que informação nos dão ??

→ condições em que se formaram - profundidade ou superfície

NOTA: não dão informação sobre a qualidade dos seres vivos, porque se formam a partir ^{da fusão} do magma

ROCHAS metamórficas

→ resultam da alteração de rochas pré-existent, por agentes de metamorfismo

→ só no estado sólido

→ sempre em profundidade

- deslocações das rochas para zonas com diferentes condições (pressão, temperatura)
- instabilidade (novas condições)
- transformações ± profundas
- alterações mineralógicas
- modificações na forma
- distribuição e orientação dos minerais

fatores de metamorfismo:

↳ calor

↳ pressão

↳ fluidos de circulação

↳ tempo

← magma
água
desidratação das rochas que afundam

METAMORFISMO REGIONAL

- pressão e temperatura elevada

zonas orogénicas

↳ foliação e deformação

ex: gnaísses (granito) / mica xisto (argilito → xisto)

orientação dos minerais

foliação xistosa

(compressão → minerais reorientam-se)

METAMORFISMO DE CONTACTO

- temperaturas elevadas (magma)

- contacto com os fluidos → intrusões magmáticas

RECRISTALIZAÇÃO

ex: mármore (calcário)

→ minerais que se transformam em magmas

• **NOTA:**

A ardósia é um exemplo de uma rocha metamórfica com fossilização (pouco metamorfismo).

Que informação nos dão ??

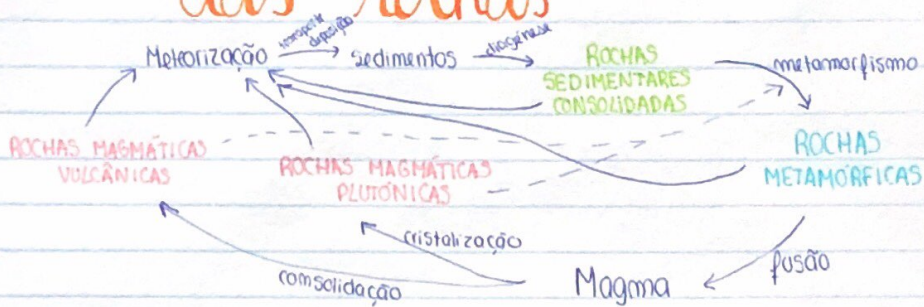
→ condições em que se formaram -

- pressão e temperatura que teve na sua origem, principalmente

• **NOTA:**

Ambientes orogénicos são regiões onde se formam relevos

CICLO das rochas

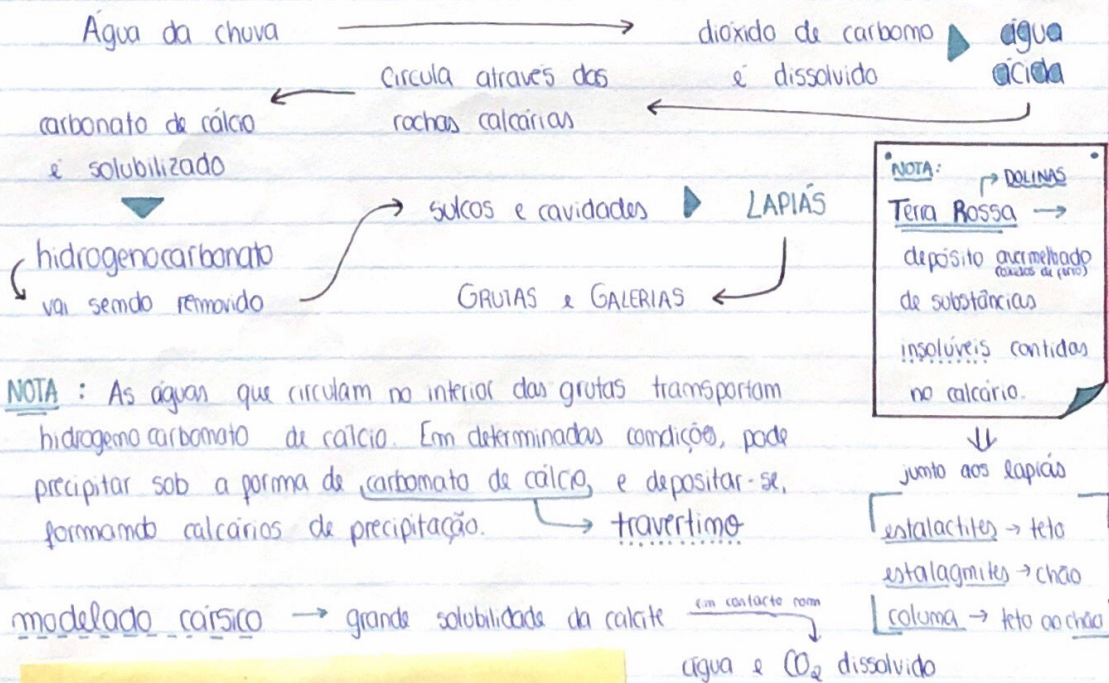


• **NOTA:**
As rochas registam fenômenos geológicos, geográficos e biológicos.
ver página 11

Desvantagem do ciclo das rochas

A transformação das rochas em resultado da dinâmica terrestre, "apaga" parte da história da Terra, o que pode condicionar o seu estudo e interpretação.

MODELADO cárstico



• **NOTA:**
→ **DOLINAS**
Terra Rossa → depósito avermelhado (óxido de ferro) de substâncias insolúveis contidas no calcário.

NOTA: As águas que circulam no interior das grutas transportam **hidrocarbonato de cálcio**. Em determinadas condições, pode precipitar sob a forma de **carbonato de cálcio**, e depositar-se, formando **calcários de precipitação**.

• **NOTA:**
POUZE → extensa depressão aplanada, resultante de grandes abatimentos de origem tectónica, em geral.
ALGAR → poços naturais (profundos) através dos quais as águas de escorrência superficial se perdem, passando a escoar em profundidade.

- **Insurgência** → na superfície → **algar** → profundidade
- **Exurgência** → água subterrânea → superfície

FÓSSEIS

fósseis

FÓSSIL → qualquer resto material de um ser vivo ou vestígio da sua atividade, encontrado em materiais naturais (tipicamente em rochas sedimentares) de áreas geológicas anteriores à atual

FÓSSILIZAÇÃO → conjunto de processos físico-químicos e biológicos que conduzem à formação de fósseis

Como se forma um fóssil??

- ① Depois da morte, o organismo é envolvido por sedimentos, ficando soterrado;
- ② Há sucessivas deposições de sedimentos, que cobrem os restos enterrados;
- ③ Certos fenômenos que afetam os terrenos trazem à superfície os fósseis, permitindo a sua descoberta (mobilidade das placas e erosão dos estratos).

NOTA:

Também podem existir fósseis em rochas metamórficas (ardósia), mas são mais comuns nas sedimentares.

Condições de formação dos fósseis:

- Isolamento do cadáver e restos de seres vivos da erosão atmosférica
 - ↳ rapidamente isolado dos agentes erosivos, poder de oxidação e microbiano decomposição
- Presença de esqueleto interno ou externo resistente
 - ↳ organismos com esqueleto → maior probabilidade de fossilização
 - ↳ organismos de corpo mole → menor probabilidade de fossilização
- Natureza dos Sedimentos envolventes
 - ↳ sedimentos de menor granulagem → fossilização mais bem sucedida
- Geoquímica do meio
 - ↳ meio reduzidor ou anaeróbico → melhor fossilização e conservação das partes duras e moles
meio oxidante
- Características do meio ambiente
 - ↳ lagunas de baixa profundidade e bacias oceânicas recém formadas sem contacto com o cimento → melhor fossilização
- Clima
 - ↳ tropicais quentes e húmidos ≠ secos → preservação (inibição de bactérias) decomposição

PROCESSOS DE FOSSILIZAÇÃO:

Moldagem → ausência do organismo → representado na rocha por um molde

- molde externo → morfologia externa do indivíduo
- molde interno → morfologia da parede interna do organismo

- Etapas:
- 1- Morte do organismo
 - 2- Enterramento em sedimentos finos
 - 3- Compactação dos sedimentos
 - 4- Dissolução do organismo
 - 5- Registro da forma do organismo nos sedimentos

• **Impressões** → moldes externos de estruturas muito finas
ex: nervação de folhas, penas ou asas de insetos (marcados na rocha)

Mineralização → transformação química (matéria orgânica → matéria mineral)
ex: trilobite, (caulinite, pirinite, sílica)

Conservação → organismo, ou parte dele, é conservado por materiais que o isolam do contacto com o meio, impedindo a sua decomposição
ex: âmbar, gelo,

TIPOS DE FÓSSEIS:

ICNOFÓSSEIS → vestígios da atividade dos indivíduos, não ficando preservada ou marcada na rocha qualquer parte do organismo ou da sua estrutura

- ex:
- pegadas e outras pistas de locomoção;
 - coprolitos (excrementos);
 - cascas de ovos;
 - gastrolitos (pequenas rochas que facilitavam a digestão);
 - cavidades de alojamento.

FÓSSEIS DE IDADE → permitem datar as rochas e eventos geológicos

Características:

- viveram num curto período de tempo;
- abrangiram uma grande área de dispersão geográfica;
- existiram em grande abundância
- curta dispersão estratigráfica

FÓSSEIS DE FÁCEIS → fornecem informações sobre o ambiente/meio onde o ser

ex: corais vivo viveu → **PALEOAMBIENTAIS**

FÓSSEIS VIVOS → seres vivos atuais que existiram no passado geológico com mais abundância e diversidade que na atualidade
ex: celacanto, ginkgo.

• NOTA:

São bons fósseis de faças os seres restringidos a características bem definidas

Que informações nos dão os fósseis??

- estrutura biológica do organismo que o originou, ambiente em que viveu, momento em que a rocha se formou, e sua evolução
- conhecer os seres vivos do passado
- fazer a datação das rochas em que se encontram (p-14) e dos estratos

MEDIDA do Tempo

Acontecimentos que marcaram a história da Terra:

- mobilidade dos continentes
- colisão dos continentes
- modo de sedimentação
- erosão das rochas
- formação e destruição de montanhas
- períodos de extinção em massa
- profundidade dos mares
- condições físico-químicas das águas
- alterações climáticas
- sismos
- períodos de vida pujante
- erupções vulcânicas

EXTINÇÃO: redução gradual do número dos indivíduos ao seu desaparecimento

Datação Relativa → uma comparação que permite determinar a idade de um estrato em relação a outro (qual o mais antigo e o mais recente)

Datação Absoluta → estabelecimento de uma data quantitativa (sem recorrer a comparações) que permite determinar a idade da rocha em milhões de anos

DATAÇÃO
RELATIVA

- primeira a ser utilizada
- permite estabelecer a ordem cronológica de uma determinada sequência de fenômenos geológicos sem recorrer a unidades de tempo

Princípios Estratigráficos:

Princípio da horizontalidade inicial

- a acumulação de sedimentos ocorre, na maioria das vezes, na horizontal ou muito próxima da horizontal
- qualquer fenômeno que altere a horizontalidade é sempre posterior à sedimentação

Princípio da sobreposição dos estratos

- numa sequência de estratos não deformados, um estrato mais recente sobrepõe-se ao estrato mais antigo
- deformações e erosão, que pode remover camadas inteiras, dificultam a datação

Princípio da continuidade lateral

- é possível estabelecer relação entre columnas afastadas se surgirem as mesmas sequências sedimentares

Princípio da identidade paleontológica

- as rochas têm a mesma idade que os fósseis que contêm
- as rochas com os mesmos fósseis têm a mesma idade
fósseis de idade → ver página 10

Princípio da interseção

- sempre que uma estrutura é interseçada por outra, a que interseca é a mais recente

Princípio da inclusão

- o estrato que apresenta a inclusão é mais recente que a inclusão
- fragmentos incluídos numa rocha são mais antigos que a rocha que os contém

DATAÇÃO

ABSOLUTA

- característica das rochas magmáticas
- baseia-se na desintegração regular dos isótopos radioativos naturais (decaimento)

- O magma é constituído por vários elementos químicos, que têm isótopos estáveis e instáveis (radioativos).
- Quando o magma solidifica e contém um isótopo instável, forma uma rocha que contém esse isótopo, cujo o núcleo está constantemente a desintegrar-se, espontaneamente, a uma velocidade constante, acabando por se tornar num átomo de um elemento químico diferente.

isótopos - pai → isótopos - filho
↳ formam novos átomos mais estáveis

- logo, quando o magma solidifica e forma uma rocha que contém isótopos-pai, estes vão sofrendo decaimento radioativo, libertando energia, até se transformarem em isótopos-filho.

Decaimento radioativo → processo de transformação do isótopo-pai no isótopo-filho, com libertação de energia. Tem uma velocidade constante para cada elemento químico.

• NOTA:

Depois de um isótopo - se desintegrar, não volta a adquirir as propriedades iniciais, ou seja, o decaimento radioativo é irreversível.

Tempo de semi-vida → tempo necessário para que metade dos isótopos-pai radioativos sofra decaimento radioativo, transformando-se em isótopos-filho.

Aos átomos instáveis chamamos átomos-pai e aos átomos que resultam da sua desintegração chamamos átomos-filho.

vai sempre restar alguns isótopos-pai (os isótopos-filho vão se tornando infinitamente pequenos).

exemplo: Se o tempo de semi-vida de um elemento químico for de 4500 M.a., e encontrarmos uma rocha onde 50% desse elemento químico já se transformou no isótopo-filho, significa que esta rocha tem 4500 M.a.

O melhor isótopo para datar rochas jovens é o Carbono-14 porque tem um tempo de semi-vida mais curto. Para além disso, como está presente na matéria orgânica (incluindo seres vivos), é ele que usamos para datar fósseis.

As rochas magmáticas são as que contêm mais isótopos radioativos diferentes. Como a solidificação destas rochas é brusca (à escala geológica), faz com que todos os fragmentos dessa rocha tenham sido criados ao mesmo tempo. Quando o magma inicia o processo de cristalização, transfere para os seus cristais uma certa quantidade de isótopos radioativos. Logo, a quantidade de átomos-filho é nula.

As rochas sedimentares não permitem que se realize a datação absoluta, que as formam são provenientes de rochas pré-existent, logo já tinham átomos antes de fazerem parte da rocha sedimentar.

As rochas metamórficas, durante o processo de metamorfismo, não perdem completo os átomos-filho que a rocha que a formou tinha inicialmente, o que faz com que pareçam mais antigas do que são.

• NOTA:

É quase impossível datar as rochas por completo, devido ao ciclo das rochas. Logo, o melhor a fazer é combinar os dois tipos de datação para obter uma idade mais correta das rochas.

HISTÓRIA DA TERRA

- Acontecimentos lentos e graduais
- Acontecimentos catastróficos
- Extinção das espécies

EXTINÇÃO: redução gradual do número de indivíduos até ao seu desaparecimento

Causas das extinções em massa:

Causas geológicas

Transgressões e regressões marinhas

Atividade vulcânica

Tectónica de Placas

Meteoritos

- Períodos de intensa atividade vulcânica - grandes escoadas de lava basáltica

↳ Os vulcões, ao libertarem grandes quantidades de gases e poeiras, terão criado um enorme desequilíbrio nas condições atmosféricas.

→ escoadas do Deccão (Índia) - basalto

- Períodos de aquecimento ou arrefecimento global

↳ Os glaciares deixaram marcas em regiões temperadas atualmente.

→ vale glacial (em U) na Serra da Estrela

- Períodos *prolongados de subida ou descida do nível do mar

↳ Grandes variações nas áreas da superfície terrestre coberta por água -

- a quantidade de rochas sedimentares é afetada devido às variações na dimensão das bacias sedimentares.

Transgressão marinha

grosso → **fino**
base topo

- No fundo de uma zona litoral, o sedimento que se deposita é essencialmente cascalho.

- O nível do mar sobe. A linha da costa migra para o interior continente. No mesmo local, a dinâmica é agora muito baixa depositam-se areias.

- O nível do mar continua a subir e a linha da costa está a uns bons km no interior do continente. Depositam-se agora argilas.

- Com o avanço da linha da costa, em consequência da subida do nível do mar, para o interior, depositam-se agora carbonatos.

Regressão marinha

fino → **grosso**
base topo

- Aumento do tamanho do grão da base para o topo

• NOTA:

O mar, na zona mais afastada da costa, fica mais calma, havendo uma deposição dos sedimentos mais finos.

- Impacto na superfície da Terra com corpos vindos do espaço

↳ Presença de crateras na superfície terrestre

↳ Queda de meteorito

luz solar não a
atravessava e chegava ao solo

levantou uma nuvem de
poeira e pequenas partículas

irídio → metal comum dos meteoritos

- Mais de 90% das espécies que viveram no passado desapareceram.
- Combinando a datação relativa e absolutas → escala do tempo geológico 
calendário da história da Terra
6400 M.a. — hoje

Pré - Câmbrio

aparecimento de uma grande variedade de seres vivos multicelulares
seres unicelulares procariontes, eucariontes e primeiros seres multicelulares

expansão
dos organis-
mos multi-
celulares

Fanerozoico ("vida visível")

grande explosão e diversidade de vida na Terra

3 eras:

Paleozoico

- novas formas de vida no registro fóssil
- desenvolvimento dos animais invertebrados
- seres vivos conquistam ambientes continentais
- evolução de peixes, répteis, insetos, ...
- formação do supercontinente Pangeia

Mesozoico

- desenvolvimento de répteis (dinossauros)
- 1^{as} pequenos mamíferos
- plantas com flor
- aves
- ambientes marinhos profundos (amônites)
- abertura do Oceano Atlântico

Cenozoico

- desenvolvimento de mamíferos
- mamíferos de grandes dimensões
- glaciação → extinção de grandes mamíferos
- plantas com flor
- 1^{as} homínidos

em massa
de espécies
marinhas

extinção
em massa
dos vegetais
e dinossauros

• NOTA:

As divisões baseiam-se em grandes eventos geológicos e mudanças na biodiversidade ocorridos ao longo deste tempo.

- Extinção em massa
- Transgressões e regressões marinhas
- Formação de cadeias montanhosas

CATASTROFISMO

catastrofismo

- Todas as grandes alterações ocorreram devido a fenômenos violentos e rápidos
- aceita até meados do séc. XVIII - vontade divina
- CUVIER

catastrofes
vulcanismo
queda de meteoritos
grandes inundações, ...

UNIFORMITARISMO

uniformitarismo

- As alterações que se dão no planeta são lentas e graduais.
- HUTTON
 - As mudanças geológicas são cíclicas.
 - As leis físicas e químicas têm uma validade temporariamente ilimitada.
 - As leis naturais são constantes no espaço e no tempo.
 - Os movimentos tectônicos atuavam de uma forma gradual
 - ↳ Os processos geológicos são lentos e graduais, agora e no passado.

GRADUALISMO

- As causas que provocaram certos fenômenos no passado são idênticas às que provocam o mesmo tipo de causas hoje em dia.
 - ↳ O passado pode ser explicado com base no que se observa hoje.

ATUALISMO

CATASTROFISMO

+

UNIFORMITARISMO

→

NEOCATASTROFISMO

neocatastrofismo

- A maior parte dos fenômenos que ocorrem na Terra são graduais, mas podem ter ocorrido também fenômenos repentinos que fizeram grandes alterações.
 - Uniformitarismo → processos geológicos
 - Catastrofismo → agentes de evolução da Terra
 - Sismos, vulcões, tsunamis são manifestações violentas da tectônica terrestre, que se repetem → acontecimentos cíclicos

MOBILISMO geológico

TEORIA DA DERIVA CONTINENTAL → Wegener

Há milhões de anos:

- Os continentes estiveram todos juntos — supercontinente **PANGÉIA**
- existia apenas um oceano — superoceano **PANTALASSA**

Posteriormente fragmentou-se o supercontinente em 2:

- norte — **LAURÁSIA**
- sul — **GONDUANA**

PROVAS:

Dados Morfológicos

linhas de costa de alguns continentes encaixam-se perfeitamente

Dados Paleontológicos

posses de mesmos seres vivos em regiões atualmente distantes (com camadas rochosas da mesma idade)

Dados Geológicos

rochas idênticas em diferentes continentes (magmáticas)

Dados Paleoclimáticos

depósitos glaciares em rochas sedimentares de zonas onde, atualmente, estão em climas quentes



Esta teoria trouxe a ideia de que a superfície da Terra é dinâmica e está em constante transformação e movimento — **mobilismo**.

TEORIA DA TECTÓNICA DE PLACAS

→ A superfície da Terra encontra-se fragmentada em diferentes porções rígidas, que se encontram em constante movimento e se encaixam umas nas outras.

PLACAS LITOSFÉRICAS

A litosfera está dividida em placas que estão em constante movimento, deslizando sobre a astenosfera.

Sob a litosfera, o magma forma correntes de convecção, que são responsáveis pelos movimentos de placas tectônicas.

flutuam na astenosfera e recobrem toda a superfície terrestre

↓
deslocam-se lentamente

afastam nas dorsais oceânicas

mergulham nas zonas de subdução

limites construtivos ← ou divergentes →

As placas tectônicas afastam-se umas das outras devido à subida do magma.

forma-se nova litosfera
causa sismos e atividade vulcânica
formam-se em dorsais oceânicas

exemplos: Dorsal Médio Atlântica
Rifte Africano

limites destrutivos → ou convergentes ←

① continental — continental
sismos

não há subdução !!

As placas tectônicas aproximam-se, colidindo uma com a outra.

exemplo: Himalaias

destruição da litosfera

formam-se em zonas de subdução, fossas abissais
causam cadeias montanhosas, sismos e vulcões

② oceânica — oceânica

arco de ilhas vulcânicas

aproximação de placas

fricção → aquecimento

destruição na zona de subdução

exemplo: Caraíbas

fusão

formação de arco de ilhas vulcânicas

ascensão de magma

③ continental — oceânica

sismos e vulcões

ascensão de magma

montanhas e vulcões

exemplo: Placa Alasca
e Placa dos Andes

aproximação
de placas

fricção

(P & T)

metamorfismo

fusão

↗ limites conservativos ↖

exemplo: Falha de Santo André

As placas deslizam uma em relação à outra, lentamente

Não há formação nem destruição da litosfera
provoca sismos.

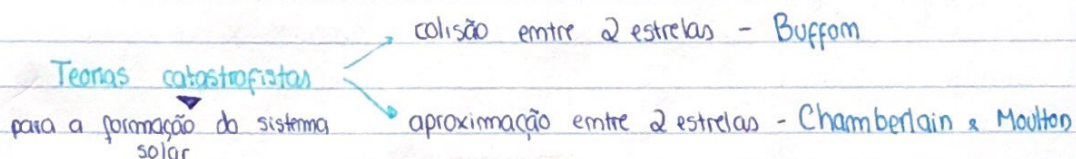
SISTEMA Teorias solar

Teorias aceitas:

TEORIA
do Big Bang
(formação do universo)

&

TEORIA
Nebular Reformulada
(formação do sistema solar)

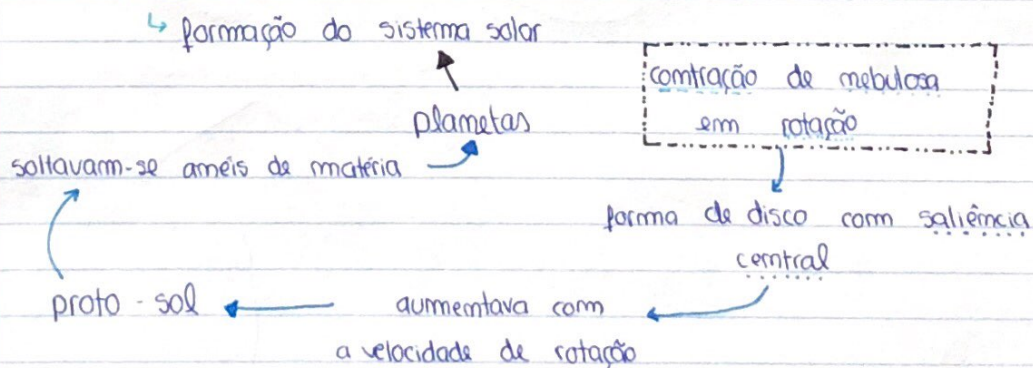


Teorias anteriores:

Teoria geocêntrica → A Terra no centro do Universo.
↳ Ptolomeu

O Sol no centro do Universo ← Correção heliocêntrica
↳ Copérnico

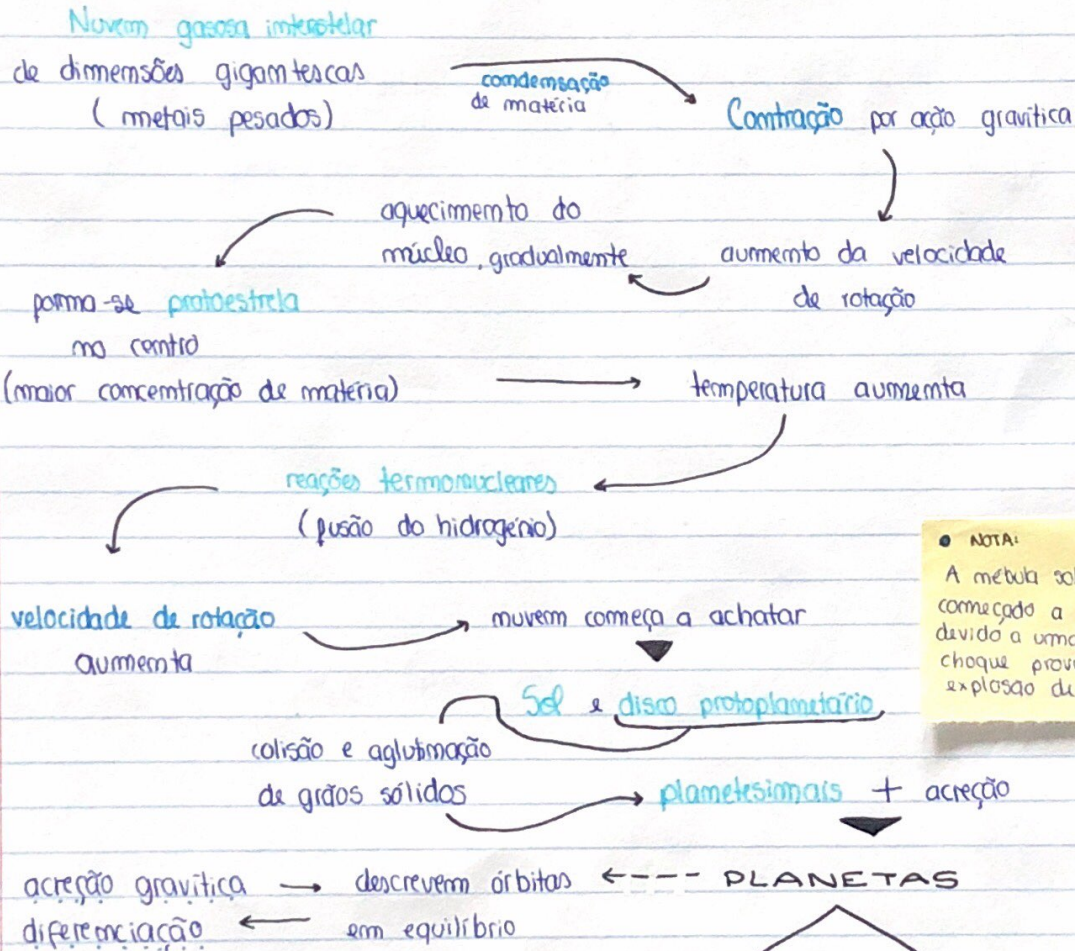
Teoria Nebular



• **Objeções:**

A velocidade atual da rotação do Sol deveria ser maior e os gases ter-se-iam espalhado pelo Espaço, em vez de condensarem em planetas.

TEORIA NEBULAR REFORMULADA TEORIA



NOTA:

A nébula solar pode ter começado a sua contração devido a uma onda de choque provocada pela explosão de uma estrela.

ACREÇÃO:

disco de gás e poeira
girando ao redor do Sol;
→ grãos de poeira unem-se
e formam planetesimais;
planetesimais colidem e unem-se
para formar os planetas.

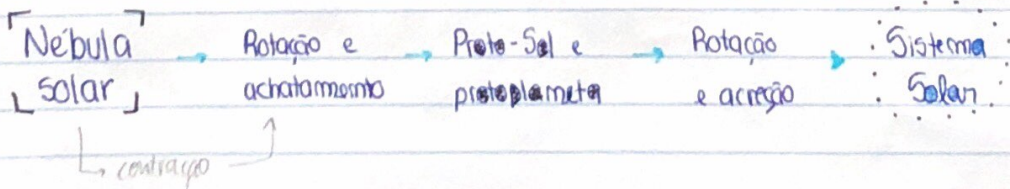
telúricos

(+ próximo do Sol)
acreção de
partículas

gasosos

(temp. baixas - externo)
condensação
acreção de gases

RESUMO:



Argumentos a favor da Teoria Nebular:

- idade
 - Todos os corpos do Sistema Solar têm a mesma idade;
- plano equatorial
 - Os planetas encontram-se no mesmo plano equatorial que o Sol;
- movimento ^{tr} igual
 - Os movimentos dos planetas, nas suas órbitas, são no mesmo sentido;
- movimento ^{rot} igual
 - Os planetas têm o mesmo sentido no movimento de rotação (exceto Vênus e Urano);
- densidade
 - A densidade dos planetas mais próximos do Sol é maior à dos mais afastados, tal como o ponto de fusão dos materiais.
- velocidade de rot.
 - Os planetas gasosos, que se encontram na parte mais exterior do S.S., têm uma maior velocidade de rotação, devido ao movimento da nebulosa primitiva que lhes deu origem.

Parte externa do S. Solar

planetas gasosos
+ massa
- densidade
silicatos e gelos

Parte interna do S. Solar

planetas telúricos
- massa
+ densidade
silicatos

Formação dos planetas:

1º ACREÇÃO

↳ matéria junta-se → aumento da temperatura

Impacto dos planetesimais

energia cinética → calor

Compressão

zonas internas comprimem → + peso de interior da Terra
↑
maior calor acumulado

NOTA:

A diferenciação em camadas é semelhante à dos asteróides e meteoritos. Estes são utilizados no estudo do interior da Terra.

NOTA:

Mas ainda não se explicou a baixa velocidade de rotação do Sol.

Desintegração radioativa

elementos pesados (urânio, tório, ...) emitem energia ← desintegração

2º DIFERENCIAÇÃO

pressão interna, migração e distribuição dos materiais por densidades (+ densos, + profundos)

3º Depois:

A superfície terrestre arrefeceu

crosta primitiva foi transformada

crosta continental
↳ atual já é secundária

magma primitivo sobe à superfície

bombardada por meteoritos

crosta primitiva, fina e quebradiça

Formação da atmosfera:

gases capturados na nebulosa primitiva → removidos pelo intenso vento solar → **ATMOSFERA PRIMORDIAL**

gases libertados por rochas solidificavam → gases libertados pelos vulcões

ATMOSFERA PRIMITIVA
(CO_2 , N_2 , H_2O e CH_4) → sem O_2

vapor de água libertado → arrefeceu → condensou → chuvas → **OCEANO PRIMITIVO**

CONCLUSÃO

origem da Terra ↔ gênese do Sistema Solar

↓
gelo dos cometas

SISTEMA solar

SOL

raio → 700 000 Km → estrela modesta em tamanho e brilho
→ constituído por Hidrogénio e Hélio

PLANETAS

clássicos

telúricos gigantes anões

PLANETAS

GIGANTES

- ↳ grandes dimensões
- ↳ baixa densidade; gasosos (H e He)
- ↳ muitos satélites naturais e m. rotação rápida
- ↳ água em forma de gelo

PLANETAS

TELÚRICOS

- ↳ assemelham-se à Terra
- ↳ pequenas dimensões
- ↳ + densidade; rochosos
- ↳ muitas crateras de impacto
- ↳ movi. de rotação lento
- ↳ poucos satélites naturais

NOTA:

Todos os planetas do Sistema Solar giram no **sentido direto**, exceto Vénus (e Urano) que rodaram no **sentido retrógrado**.

PLANETAS

ANÕES

- massa suficiente para terem forma esférica
- não tem força gravitica suficiente para atrair corpos
- não tem órbita desimpedida

pequenos corpos

→ corpos celestes de menor dimensão do que 1 planeta anão

asteróides cometas meteoróides meteoritos

ASTERÓIDES

- Cintura de asteróides → entre Marte e Júpiter
- ↳ próximos da Terra → órbitas elípticas; podem colidir com a Terra
- ↳ asteróides troianos → ao longo da órbita de Júpiter

NOTA:

Alguns pensam que os asteróides possam ser cometas mortos.

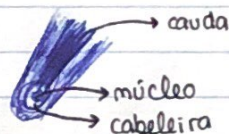
COMETAS

- ↳ corpos com órbitas muito excêntricas
- ↳ corpos primitivos do sistema solar
- ↳ desviados das órbitas devido à influência dos planetas

aproximam-se do Sol → gelo vaporiza

perdem material
chuva de estrelas

cauda
no sentido
contrário
ao Sol



cabeleira
nuvem de gases e poeiras

NOTA:

Como os gases e partículas sólidas têm densidades diferentes, são defletidos de maneira diferente pelo vento solar, fazendo com que a cauda de poeiras e a cauda iônica nem sempre coincidam.

METEORÓIDES

- ↳ colisão entre asteróides ou desagregação de cometas
 - ↳ partículas rochosas de várias dimensões
 - ↳ a maioria são partículas minúsculas que se vaporizam ao entrar na atmosfera
- estrela cadente - **meteoro** ← rasto luminoso

METEORITOS

- ↳ meteoros de grande dimensões que atingem a superfície da Terra
- ↳ provêm de cometas ou corpos da cintura de asteróides
- ↳ trazem informação sobre a evolução primordial da Terra
- ↳ originam crateras de impacto

SIDERITOS

metálico
(ferreos)

SIDERÓLITOS

metaló-rochoso
(petro-ferreos)

AERÓLITOS

rochoso
(petreos)

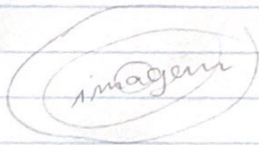
Comdritos

(comdrulos)

Ordinários

Carbonosos

Acomdritos
(homogéneo)



ATIVIDADE geológica

ESTRUTURAS

Endógenas

processos que atuam no
interior do planeta

ex.: dobras, falhas,
cones vulcânicos,...

Exógenas

ocorrem na
superfície do planeta

ex.: rios, dunas,
ravinaamentos,...

Exóticas

têm origem no
exterior do planeta

ex.: impacto de
corpos celestes,...

PLANETAS

Geologicamente **ativos** → apresentam
sinais de dinâmica interna e/ou
externa ► **TERRA** e **VÊNUS**

Geologicamente **inativos** → não apresentam
sinais de dinâmica interna ou
externa ► **MERCÚRIO** e **MARTE**

ATIVIDADE GEOLÓGICA INTERNA

→ movimento das placas tectônicas
(sismos, manifest. vulcânicas, montanhas, evolução dos fundos oceânicos)

fontes de energia:

Radioatividade - desintegração atômica libera grandes quantidades de energia

Contração gravitacional - temperatura aumenta com o aumento da pressão

Bombardamento primitivo - acumulou grandes quantidades de energia que gradualmente vai libertando

Efeito das marés - ciclos alternados de contração e dilatação com libertação de energia

MERCÚRIO

① superfície apresenta materiais com 4000 M.a.
→ evolução terminou à 3000 M.a.

↳ geologicamente **inativo** ② arrefecimento muito rápido → perda de calor interno

③ superfície com crateras de impacto de meteoritos tamanho reduzido →

→ atividade vulcânica

④ sem atmosfera

⑤ grandes amplitudes térmicas

VÊNUS

① manifestações vulcânicas (ativ. geológica interna)

atividade vulcânica:

rochas refletem a luz (derretimes de lava recentes)

superfície com a mesma idade (500 M.a.)
crateras de vulcões

↳ geologicamente **ativo**

informações:

- semelhante à Terra (tamanho e composição)
- diferente da Terra (presença de água e composição da atmosfera)
- poucos sinais de erosão
- efeito de estufa
- temperatura alta (430°C)
- 95% de CO₂
- atmosfera densa (reflete luz solar)
- pressão atmosférica 90x superior à da Terra
- grandes impactos meteoríticos (fraturação e metamorfização)

MARTE

↳ geologicamente **inativo**

① Superfície tem 2000 M.a.

② arrefecimento rápido (tectonicamente inativo há 2000 M.a.)

④ maior vulcão do Sist. Solar

↳ Monte Olimpo

③ vestígios de atividade vulcânica

↳ impactos meteoríticos

• **NOTA:**

A erosão ocorre devido às frequentes tempestades de poeira que assolam sua superfície.

⑤ uma placa litosférica sem movimento (não é reciclada)

informações:

• apresenta estruturas geológicas semelhantes a uma rede hidrográfica

• vestígios da existência de água no passado

↳ minerais cuja gênese depende da água (sulfato, nódulos de hematite, ...)

• impactos meteoríticos

• atmosfera (95% de CO_2) muito tenue / pouco densa

↳ menos de 1% da atmosférica terrestre
pressão

ATIVIDADE GEOLÓGICA EXTERNA

TERRA

fontes de energia:

Sol - energia que ativa os agentes que modelam a superfície da Terra

Atividade vulcânica - calor libertado junto das cristas oceânicas que aquecem a água do mar, aquecendo a atmosfera e provocando alterações climáticas

Impactismo - impacto de corpos celestes liberta energia, provocando o aumento da temperatura (pouca expressão)

alterações morfológicas

↳ erosão

↳ meteorização

↳ crateras de impacto

energia solar

meteorização e erosão e transporte

água

(no estado líquido)

• distância ao Sol

• dimensão do planeta

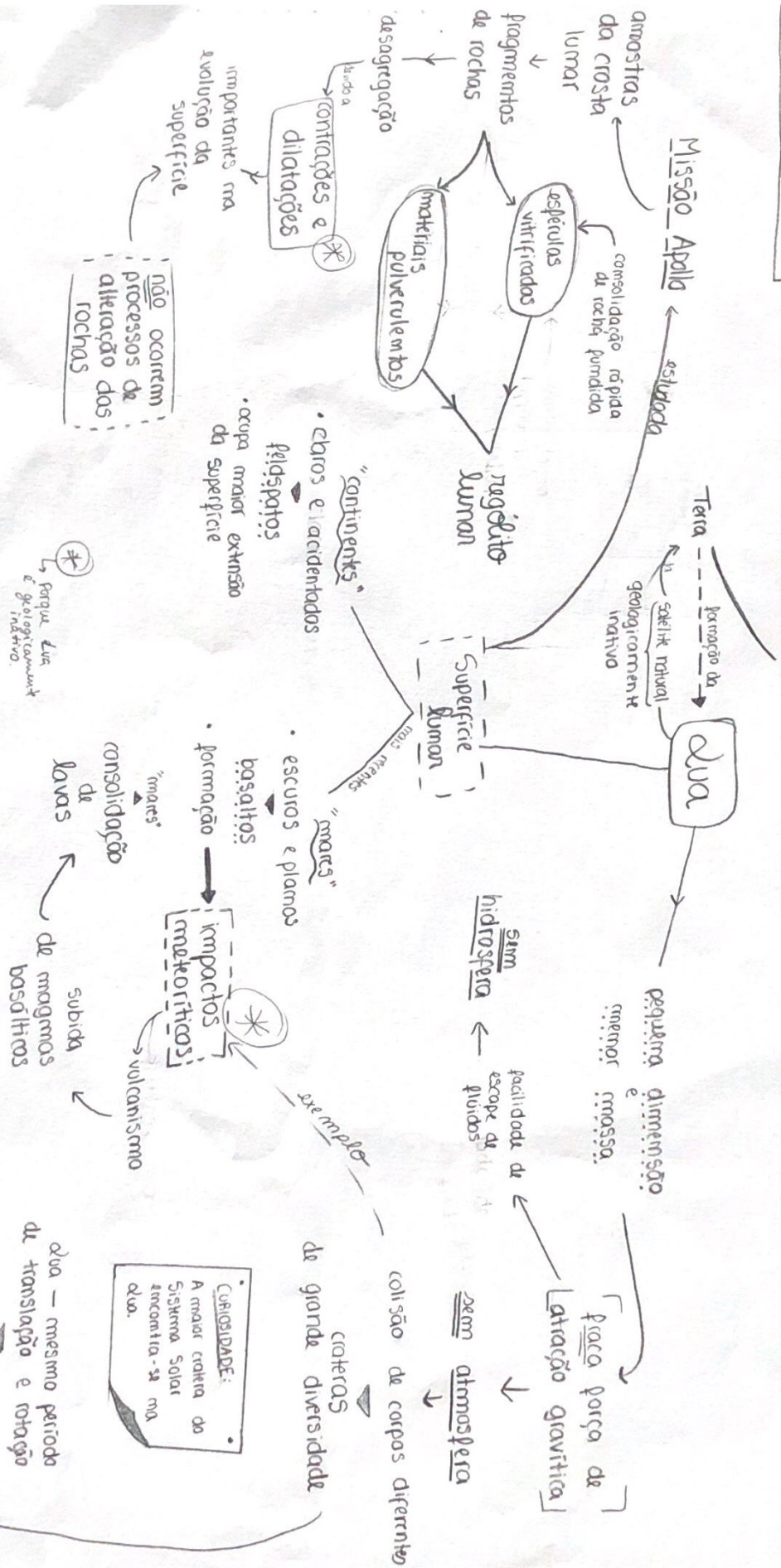
atmosfera

0,03% de CO_2

• **NOTA:**

A Terra apresenta grandes reservatórios de carbono nas rochas, nos oceanos e nos seres vivos

SISTEMA TERRA - LUA



Terra $\iff$ Lua

Muito Bem!

Visto que tem perfite a luz obaq espem

lua - mesmo período de translação e rotação
mesma para virada para a Terra
mais crateras no lado oculto

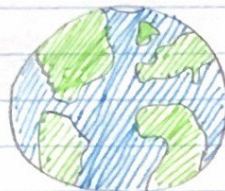
- exemplos:
- (mar alta $\leftarrow$ lua nova / lua cheia) $\rightarrow$ marés
 - mº de movimentos
 - deslocações na Espaço $\rightarrow$ duração dos dias

TERRA

Terra

Planeta com vida

- valor médio de distância ao Sol
- temperatura superficial adequada
- camada de ozônio
- densidade da atmosfera adequada
- água no estado líquido



FACE

CONTINENTES

- predominam rochas graníticas
- menos densos

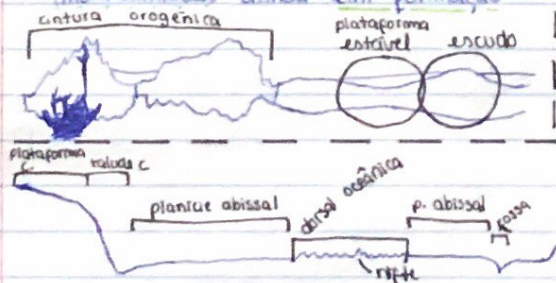
- 36% da superfície terrestre
- 20-70 Km de espessura
- 65% no hemisfério norte

Áreas continentais emersas

escudos (cratons) → extensões onde afloram rochas muito antigas desgastadas pela erosão; estáveis durante milhões de anos; sinais de erosão, dobradas, metamorfização, com inclusões

plataformas estáveis → zonas dos escudos que não afloram; cobertas por sedimentos de origem marinha

cadeias orogênicas recentes → cadeias montanhosas ainda em formação



OCEANOS

- predominam rochas basálticos
- mais densos

- 2/3 da superfície terrestre

Domínio continental:

plataforma continental → parte da crosta que se prolonga sob o mar (200m); baixo declive

talude continental → limite da parte imersa do domínio continental; parte declive (200 → 2500 m)

Domínio oceânico:

ressacos oceânicos → perto da base do talude continental, de cadeias montanhosas, declives acentuados, maioria no O. Pacífico

dorsais oceânicas → parte média / bordas dos oceanos; elevam-se 3000 m acima do fundo das planícies; riftes no centro, falhas transversais, lavas consolidadas nas encostas

planícies abissais → talude + cristas medio-oceânicas; 50% da superfície; montanhas submarinas, deposição de sedimentos finos e matéria orgânica

MÉTODOS DE estudo para o interior da GEOSFERA

MÉTODOS DE ESTUDO

Diretos ————— Indiretos

baseados na observação direta

baseados em cálculos e teorias

MÉTODOS DIRETOS

- 1) Observação e estudo direto da superfície visível
- 2) Exploração de jazigos minerais em minas e escavações
- 3) Sondagens

problemas: econômico - as perfurações são

extremamente dispendiosas

4) Magmas e xenólitos

materiais vindos de profundidade mostram condições do ambiente em que foram gerados (pressão, temperatura e composição)

técnica - os materiais utilizados têm

de ser resistentes às temperaturas

elevadas, e leves para serem manuseadas

Ao ascender, o magma arranca fragmentos das rochas encaixantes → fragmentos do manto - xenólitos terrestre

• Movimentos tectônicos

limites convergentes de placas

deformações da litosfera

forças de compressão

exposição das rochas

erosão

vestígios de fundos oceânicos no alto de uma montanha

1) Planetologia e Astrogeologia

↳ as técnicas utilizadas no estudo de outros planetas do Sistema Solar podem ser usadas no estudo (do interior) da Terra.

meteoritos → natureza e composição comparados com zonas do interior da Terra

satélites → diâmetro: volume

↳ leis físicas: massa

↳ massa e volume: densidade

→ da Terra

MÉTODOS INDIRETOS

- 2) Métodos geofísicos → Geofísica: física e matemática, com o uso de instrumentos de medição precisos para determinar as propriedades físicas da Terra

MÉTODOS GEOFÍSICOS

"Gosto de gomas sem grudeira."

Gravimetria

Densidade terrestre

Geomagnetismo

Sismologia

Geotermismo

GRAVIMETRIA

→ Qualquer corpo situado à superfície da Terra experimenta uma força (F) de atração para o centro da Terra → força gravítica

$$F = G \frac{m \times M}{R^2}$$

$$g = F/m$$

aceleração da gravidade

- máximo nos polos
- mínimo no Equador
- diminui com a latitude
- diminui com a altitude

superfície da Terra
varia com a densidade
(diretamente proporcional)

nível do mar → $9,8 \text{ m/s}^2$

NOTA:

A gravimetria é o método utilizado para prospecção mineral e de petróleo (jazigos).

GRAVÍMETROS: identificam o valor da aceleração anomalias gravimétricas

variações em relação ao valor médio da gravidade

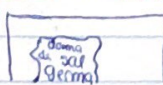
positivas
acima da média

negativas
abaixo da média

Porque ocorrem?

↳ Devido à presença de corpos rochosos com diferentes densidades no interior da crosta.

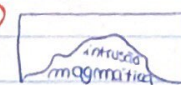
①



densidade inferior
à das rochas encaixantes

anomalia negativa

②



densidade superior
à das rochas encaixantes

anomalia positiva

← intensidade da força da gravidade

Mas... grandes cadeias montanhosas → anomalias gravimétricas negativas

Porquê?

1885 → Airy ► modelo de compensação de densidades

crosta terrestre
(menos densa)

→ em regiões montanhosas afunda-se mais no manto (mais denso)
do que em regiões de baixa altitude

- limite entre a crosta terrestre e o manto aproxima-se da superfície à medida que as cadeias montanhosas vão sendo erodidas

DENSIDADE

→ densidade global da Terra → 5,5

→ densidades das rochas da superfície terrestre → 2,8

↳ Deduz-se então que no interior da Terra devem existir materiais de densidade muito superior no interior da Terra.

GEOMAGNETISMO

→ **TERRA** → campo magnético
→ campo de forças magnético → **MAGNETOSFERA**

- Qualquer corpo magnético livre orienta-se segundo a direção dos polos magnéticos N-S (agulhas das bússolas)

Como se gera o campo magnético?

↳ hipótese mais aceita → material do núcleo

externo em movimento de rotação (condutor de eletricidade)

corrente elétrica → composição metálica
→ campo magnético terrestre

Linhas de forças do campo magnético

→ polos magnéticos

intensidade {
valor mínimo - Equador
valor máximo - polos

• **Basalto** → **minerais ferromagnéticos** → **magnetite**

rocha que magnetiza o campo magnético terrestre quando se formam os minerais

→ campo paleomagnético

ímãs
polaridade paralela à do campo magnético terrestre

na altura da sua formação

- confere à rocha uma polaridade idêntica

• cristais → polaridade igual à do campo magnético terrestre quando estes se formaram

→ conservam polaridade, a não ser que sejam aquecidos acima do ponto de Curie

inversão do campo magnético

↳ polo magnético próximo do polo Norte move-se para perto do polo Sul, e vice-versa

polaridade
normal (atual) S → N
inversa N → S

NOTA:

Os minerais ferromagnéticos das rochas sedimentares também conservam, no momento da sedimentação, a polaridade do campo magnético na altura da sua formação.

MAGNETÔMETRO → intensidade dos campos magnéticos e direção e sentido do campo magnético "fossilizado" nas rochas

perfil magnético dos
fundos oceânicos

intensidade superior

intensidade inferior

→ a mudança atual

→ **anomalia positiva**

→ **anomalia negativa**

- normal

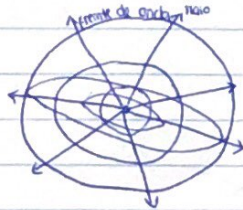
- inversa

PALEOMAGNETISMO → registra informações da polaridade do campo magnético terrestre; apoia hipóteses da tectônica de placas e fundos oceânicos; posição dos continentes (polos magnéticos); latitude geográfica da rocha ao formar-se.

SISMOLOGIA

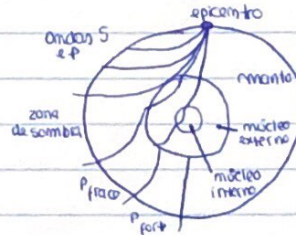
→ comportamento das ondas sísmicas que se propagam através do Globo → interior da Terra

Se a Terra fosse homogênea, a velocidade das ondas sísmicas manter-se-ia constante em qualquer direção e a trajetória dos raios sísmicos seria retilínea.



ver página 45 para sismologia

Contudo, à alterações na velocidade das ondas sísmicas da Terra, sendo desviadas e algumas deixam de se propagar a partir de certa profundidade.



GEOTERMISMO

→ gradiente geotérmico → variação da temperatura com a profundidade ($1^{\circ}\text{C}/\text{km}$);
aumenta da temperatura com a profundidade minas e sondagens

grau geotérmico → nº de metros necessária aprofundar para que a temperatura aumente 1°C

fluxo geotérmico → dissipação do calor interno da Terra (quantidade de calor libertado por unidade de superfície e tempo)

exemplos de libertação do calor interno:
sismos, vulcões e fontes termais

calor é dissipado

baixa condutividade da crosta

ver página 53 para estrutura interna da geosfera

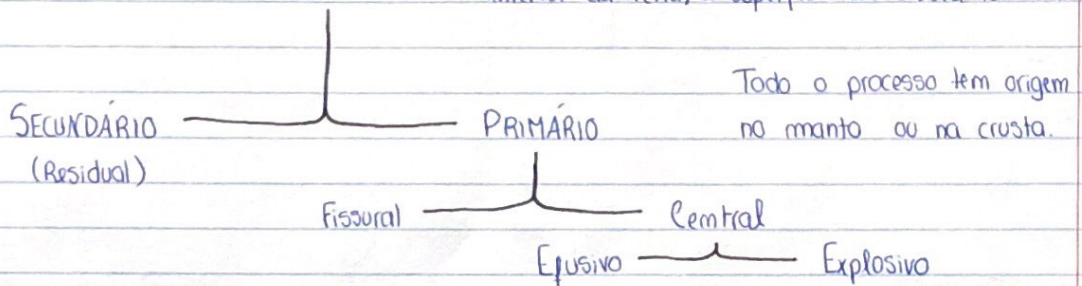
VULCANOLOGIA

vulcanologia

→ ramo da Geologia que estuda a formação, a distribuição e a classificação dos fenômenos vulcânicos

vulcanismo

processos pelos quais o magma e os gases a ele associados ascendem, a partir do interior da Terra, à superfície da crosta terrestre



VULCANISMO PRIMÁRIO

→ ocorrência de erupções vulcânicas, com emissão de materiais no estado sólido, líquido e gasoso, através de APARELHOS VULCÂNICOS

central

o aparelho vulcânico é o **VULCÃO**

magma é menos denso do que as rochas e sobe (anomalia positiva)

acumula-se em câmaras magmáticas

aumento de pressão

aumento de fraturas

aumento do volume

descompressão do magma

favorece a ascensão

câmaras mais superficiais
através da (-pressão) ^{dentro} chaminé → Superfície

gases dissolvidos menos solúveis
→ bolhas

CALDEIRA VULCÂNICA

cratera vulcânica
chaminé vulcânica
cone vulcânico
cone secundário
câmara magmática



NOTA:
Podem ocorrer emissões através de fendas que se abrem no cone principal. São crateras adventícias e a partir delas formam-se cones secundários.

- ↳ Quando ocorre o esvaziamento total ou parcial da câmara magmática ~~instantaneamente~~, o aparelho vulcânico fica instável, por falta de apoio, e colapsa. → por subsidência,
- ↳ Quando ocorrem grandes e sucessivas explosões.

NOTA:
Ao reterem águas pluviais, transformam-se em lagoas.

fissural

erupções ocorrem ao longo de **FRATURAS** da superfície terrestre

- É o tipo mais comum de vulcanismo;
- Quando as erupções são **aquáticas**, originam novas **fontes oceânicas** - no rifte / na dorsal;
- Quando as erupções são **continentais**, originam extensas **plumas de lava basáltica** - Deixão, por exemplo, as lavas expelidas são **basálticas** → logo, são **fluidas**

MAGMAS

↳ Como se formam? ↓

MAGMA → material rochoso silicatado fundido, com gases e cristais em suspensão

fusão parcial das rochas do **manto superior**

temperatura muito próxima do ponto de fusão

câmaras magmáticas

NOTA:

O **magma** não é rocha líquida, mas sim rocha **sobreaquecida**.

LAVA ≠ MAGMA

- matéria magmática fundida expelida pelos vulcões
- sofreu importante **degaseificação**

A **atividade vulcânica** é influenciada por vários fatores:

- Composição do magma;
- Temperatura;
- Quantidade de gases dissolvidos.

TIPO DE MAGMA

Básico
(Basalto)

Intermediário
(Andesito)

Ácido
(Granito / Riolito)

- Pouca sílica (50%) → fluida
- correntes de lava
- cones baixos e largos
- muitos minerais FM (típica do fissural)
- sem **piroclastos**
- poucos gases dissolvidos

Sílica (50-70%)

- Muita sílica (>70%) → viscosa
- solidifica no topo, tapando a cratera
- cones altos e finos
- poucos minerais FM
- com **piroclastos**
- muitos gases dissolvidos

viscosidade

resistência da substância em fluir

- Temperatura (necessária à solidificação e quando é expelida)

Quanto maior for a riqueza da lava em silica, mais baixa é a temperatura necessária para a manter no estado líquido e maior é a sua viscosidade.

- Composição (% de silica e gases)

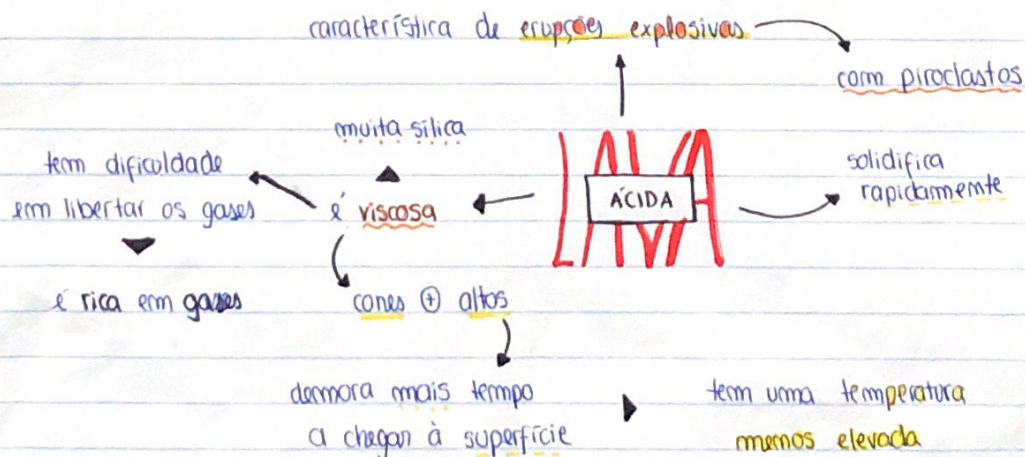
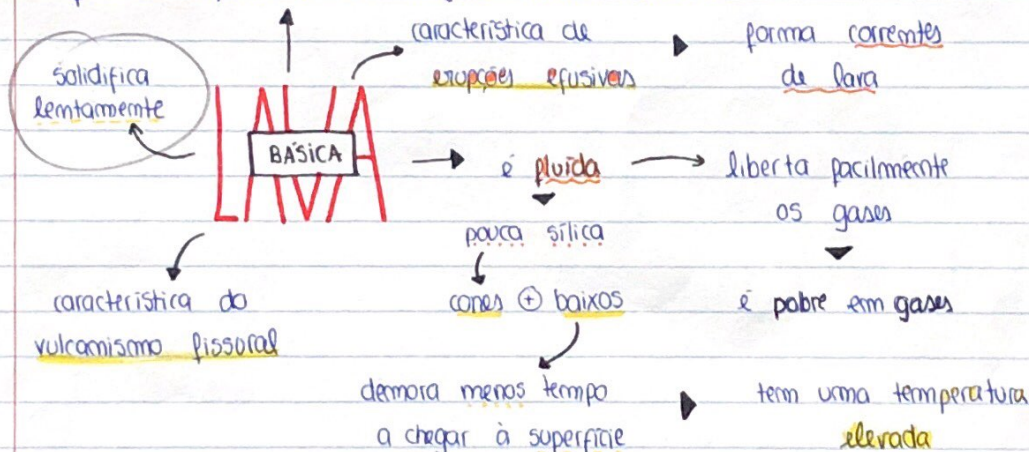
Quanto maior for a riqueza da lava em silica, (mais baixa é a temperatura necessária para a manter no estado líquido e) maior é a sua viscosidade.

Grande teor em silica → grande capacidade de ligação entre si das moléculas de polimerização de silica

→ muita viscosidade

NOTA:
A parte gasosa do magma vai-se perdendo, formando LAVA.

formada a partir de um magma básico, basáltico



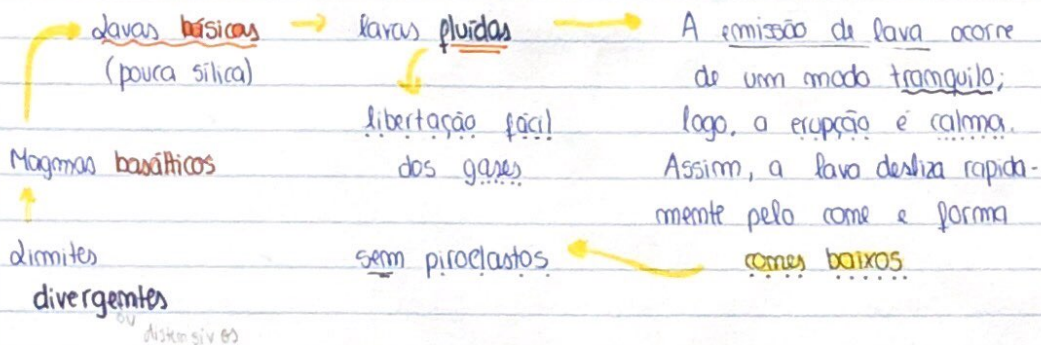
ATIVIDADE vulcânica

EFUSIVA (havaiana)

Vulcanismo da Serreta

Açores

→ piroclastos ocios e com gases borbulharam no oceano



Como é uma lava fluida, sobe mais rapidamente pelo cone, e chega à superfície com uma temperatura mais elevada, pois não teve tempo para arrefecer. solidifica mais lentamente

Ao deslocar-se / escorrer facilmente, a lava fluida forma escorridos de lava (terreiros planos → mantos de lava; terrenos inclinados → correntes de lava).

Tipos de SOLIDIFICAÇÃO de LAVAS FLUIDAS

Emcorreadas
ou pahoehoe

Escoriáceas
ou aa

Em Almofada
ou pillow lavas

- lavas encorreadas → lavas muito fluidas → deslocam-se facilmente
 - ↳ durante o seu arrefecimento, a parte exterior consolida mais rapidamente, mantendo-se o interior fluido.
 - formam escorridos de lava
 - superfícies lisas, com aspeto semelhante a cordas, depois de solidificarem
- lavas escoriáceas → lavas fluidas → deslocam-se lentamente
 - ↳ durante o seu arrefecimento, a superfície externa da lava rompe-se e torna-se extremamente rugosa, irregular
 - perdem rapidamente os gases
 - adquirem uma superfície áspera, e muito fissurada, ao solidificarem
- lavas em almofada → lavas fluidas → arrefecem dentro de água
 - ↳ fundos oceânicos
 - aspeto de almofada, ao solidificarem
 - rápido arrefecimento
 - revestida por película de vidro vulcânico

MISTA

Efusiva + Explosiva

EXPLOSIVA (película)

Quando há uma nova erupção, ocorre a quebra da rocha solidificada

Tapa a cratera, impedindo a saída de magma

com vertentes íngremas porque passa a fazer parte do cone

corrosão

limites convergentes

lavas andesíticas e ríolíticas

lava ácida

solidifica nas chaminés

lava viscosa

grande explosão : violenta
expelindo dos piroclastos

difícil libertação de gases

forma escadas de lava muito ríspida

Como é lava viscosa, demora mais tempo a chegar à superfície. Logo, tem mais tempo para arrefecer e, quando chega ao exterior, vem com uma temperatura mais baixa e arrefece mais rapidamente

NOTA:

Muitas vezes, nas erupções explosivas, a lava é tão viscosa que nem escorre. Fica a fazer parte do cone e só há libertação de gases.

Quando a lava solidifica:

Tipos de SOLIDIFICAÇÃO de LAVAS VISCOSAS e FENÔMENOS ASSOCIADOS

• Aguilhas vulcânicas → lava viscosa solidifica na chaminé

• Domos ou cúpulas → lava viscosa solidifica na cratera

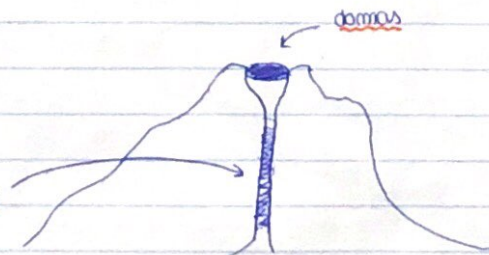
sobre a abertura vulcânica

• Núvens ardentes ou escadas piroclásticas → massas densas de cinzas e gases incandescentes, libertados de modo explosivo
deslocam-se próximo da superfície

EXPLOÇÃO:

Como a cratera está tapada, o magma não consegue libertar gases, tornando a explosão ainda mais violenta.

aguiha vulcânica



→ Muitas vezes, quando a explosão é muito violenta, há a quebra do cone.

• Materiais expelidos pelos vulcões •

SÓLIDOS

- **Piroclastos** → fragmentos de rocha diretamente ligados com o magma ejetado na forma de um spray, ou com fragmentação das paredes das rochas pré-existent (câmaras magmáticas)
- **Bombas** → também são expelidos blocos, de dimensões idênticas mas mais ou menos angulosos, pesados
- **Lapilli** → bagacima
- **Cinzas**

LÍQUIDOS

- **Lava** → material rochoso fundido com origem no magma, mas com composições diferentes, visto que perdeu parte dos gases
 - ↳ forma-se a partir do magma, mas apenas contém parte dos seus constituintes:
 - componentes voláteis → escapam-se, em grande parte, para a atmosfera.
 - componentes não voláteis → sofrem alterações, devido às diferentes condições ambientais a que o magma fica sujeito durante a sua ascensão através da crosta
- capacidade explosiva do magma
- maior % de água
- mais viscosa
- mais gases → maior capacidade explosiva
- capacidade em transformar estado

GASOSOS

- **Fumarolas** → gases saem através da cratera principal.
- **Gases** (libertados durante a erupção): vapor de água, CO_2 , CO , H_2 , N_2 , NaCl .

NOTA:

Quando o magma está a arrefecer, primeiro solidificam os minerais de maior ponto de fusão.

* O **vulcão** comporta-se de maneira diferente ao longo da sua história *
(geológica).

VULCANISMO

SECUNDÁRIO

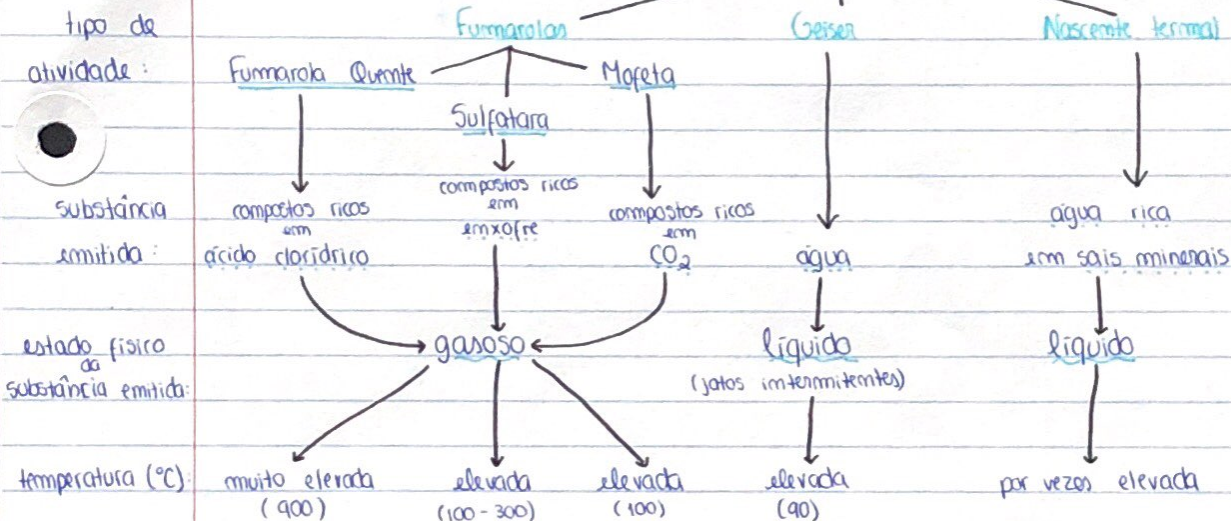
ou
RESIDUAL

→ fenômenos vulcânicos que ocorrem entre erupções vulcânicas ou após uma erupção vulcânica

→ na maioria das vezes manifesta-se após as erupções terminarem

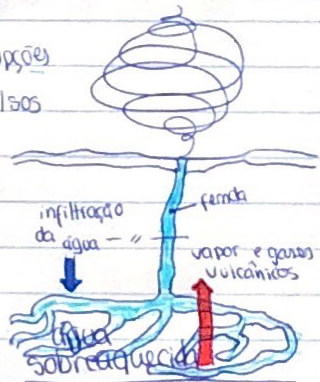
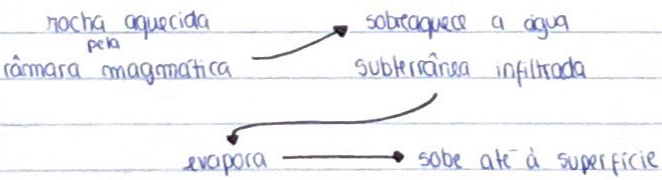
→ manifestações menos violentas, através da libertação de gases e/ou água a temperaturas elevadas

VULCANISMO SECUNDÁRIO



FUMAROLAS

os gases libertados nas erupções vulcânicas continuam a ser expulsos



NOTA: ver aqui os tipos de fumarolas!

NOTA: após de lama fervendo ascensão → + solo

na ascensão, mistura-se com água (solo)

termas

águas aquecidas ricas em sais minerais que provêm da condensação do vapor de água libertado pelo magma ou água da chuva que se infiltra no solo, aquece e regressa à superfície sem fraturas ou falhas



~~rocha aquecida~~
~~câmara magmática~~

NOTA: são utilizadas para o tratamento/prevenção de certas doenças

GEISERS

fontes termais que expulsam, em intervalos, jatos de água e vapor

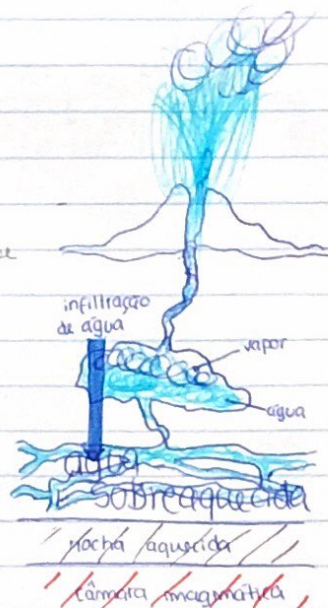
água subterrânea aquecida entra em ebulição na parte superior do sistema

após a erupção, a água subterrânea volta a preencher o reservatório, permanecendo, até que a pressão se torne, de novo, insustentável

decarcanga inicial de vapor

pressão diminui, em profundidade

a água transforma-se, de forma explosiva (em vapor), brotando à superfície



VULCANISMO em Portugal

- última erupção → vulcão dos Capelinhos
- Açores: vulcões submarinos, vulcanismo secundário
- Madeira: vulcanismo extinto
- Portugal Continental: tufos vulcânicos

rochas de aspeto estratificado, formadas por acumulação de depósitos de cinzas e lapilli previamente projetados em altitude

BENEFÍCIOS DOS VULCÕES

- energia geotérmica
 - ↳ baixa entalpia → regiões sem vulcanismo ativo, temperaturas inferiores a 150°C, aquecimento industrial, estufas, aquecimentos...
 - ↳ alta entalpia → regiões de vulcanismo ativo, temperaturas superiores a 150°C, produção de energia elétrica
- ↳ fertilização dos solos
 - ↳ deposição de cinzas vulcânicas
- ↳ desenvolvimento turístico
 - ↳ paisagens únicas
- ↳ recursos minerais
 - ↳ jazigos minerais
 - ↳ construção → pedra pómea e lapillis → fabrico de cimento
 - ↳ diversas aplicações industriais

VULCÕES

tectónica de placas

DISTRIBUIÇÃO geográfica dos VULCÕES:

- Anel de fogo do Pacífico
- Dorsal do Leste-Pacífico
- Cintura Mediterrânica
- Dorsal Meso Atlântica
- Dorsal do Sudeste-Indiano

A distribuição dos vulcões evidencia dois factos:

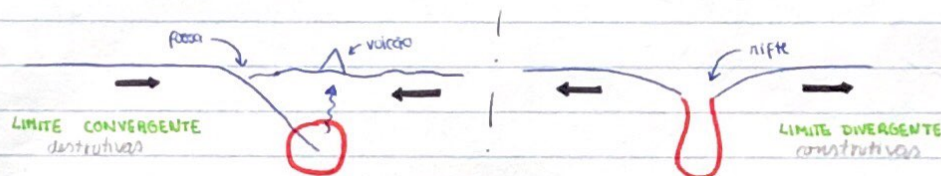
- ↳ a atividade vulcânica coincide, essencialmente, com zonas de fronteiras de placas
- ↳ o tipo de atividade vulcânica depende do contexto tectónico

VULCANISMO

INTERPLACA

limites divergentes → 15% dos vulcões

limites convergentes → 80% dos vulcões



$O \leftrightarrow C$

placa mais densa mergulha sob a outra (continental)
desidratação e fusão da crosta (oceânica)

formação de magma → lava intermédia

[cadeias de montanhas de origem vulcânica]

ex: Andes, Filipinas

$C \leftrightarrow C$

choque entre 2 placas continentais

aumento da pressão e temperatura em profundidade

fusão das rochas constituintes da crosta continental
magma rico em sílica (SiO_2 e CO_2)

lava viscosa - ácida

ex: Himalaias

[cadeias de montanhas]

$O \leftrightarrow O$ (como $O \leftrightarrow C$)

[arco de ilhas vulcânicas]

VULCANISMO
EXPLOSIVO

material do manto ascende
funde parcialmente
diminuição da pressão
formação de magma → lava pouco viscosa - básica

[zonas de rifta]

ex: Dorsal Médio-Atlântica (África)

VULCANISMO
EFUSIVO

NOTA: A água, trazida dos sedimentos para as zonas mais profundas da subducção, a altas pressões, faz baixar o ponto de fusão dos materiais (como a subducção).

Próximo da superfície, este efeito diminui de se verifica por diminuição da pressão, encontrando-se assim a sua volatilidade.

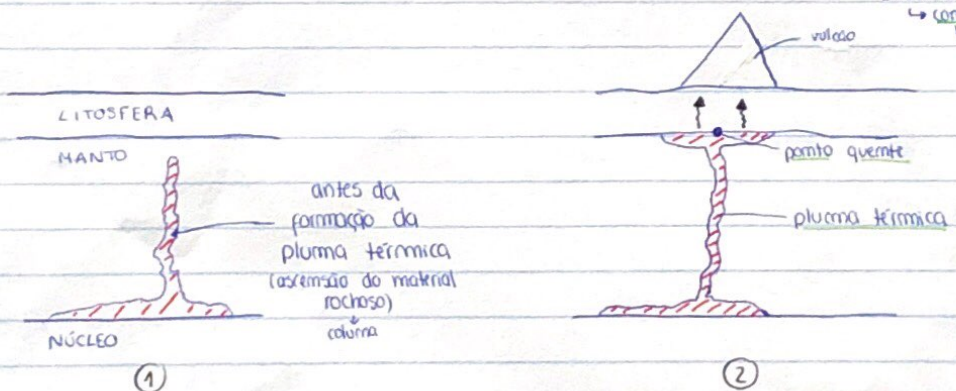
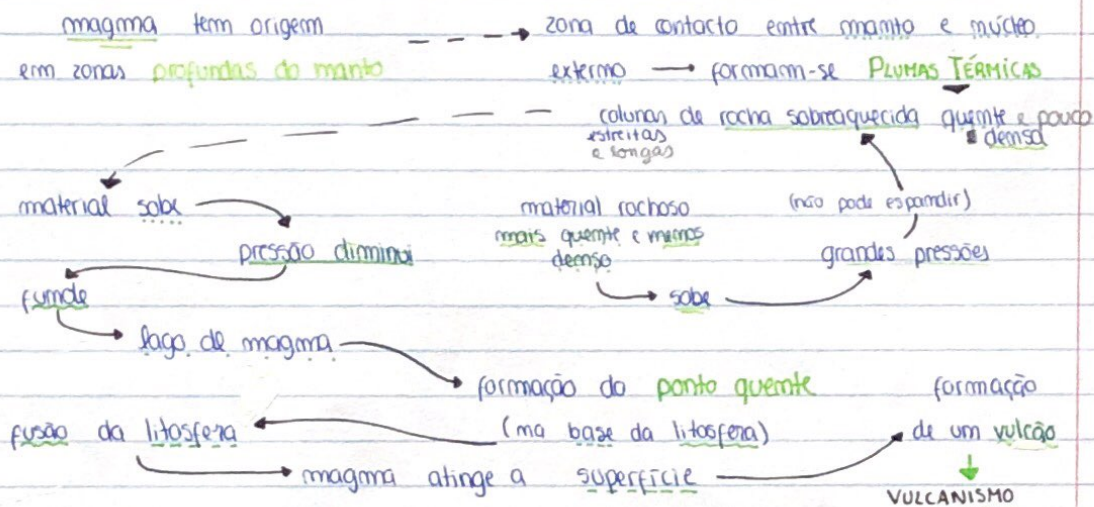
VULCANISMO

INTRAPLACA

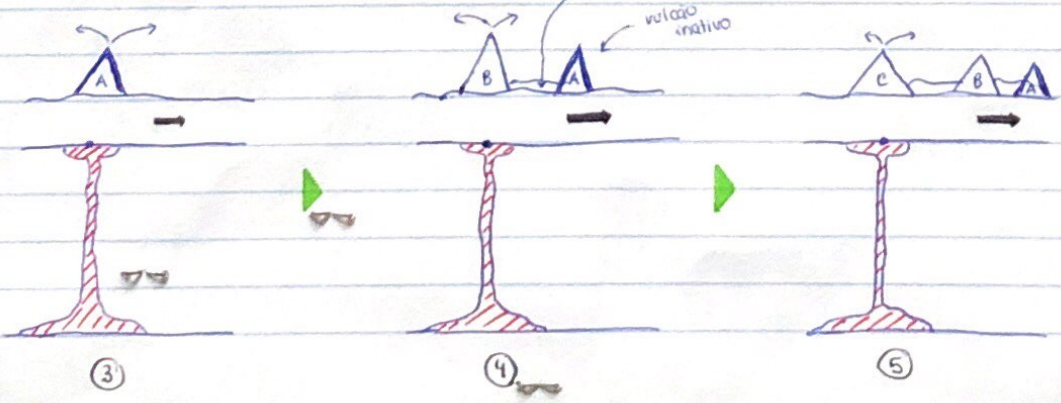
→ 5% dos vulcões

→ associado a pontos quentes

- lavas:
- básicas → ascensão de magma ocorre numa placa oceânica ▶ Havai
 - ácidas → ascensão de magma ocorre numa placa com costa continental ▶ Yellowstone



O ponto quente é fixo!! A placa litosférica é que se vai movimentando, levando e formando vulcões.



MINIMIZAÇÃO DE RISCOS VULCÂNICOS

Previsão e Prevenção

Erupção vulcânica não pode evitar-se, mas pode prever-se, minimizando os riscos:

- história da atividade eruptiva do vulcão
- sua vigilância:
 - ↳ inclinômetros → detectam deformação do cone vulcânico
 - ↳ magnetômetros → variação do campo magnético
 - ↳ sismógrafos → registam sismos
 - ↳ gravímetros → detectam variações da força gravítica
 - ↳ recolha de gases → analisam composição química de gases libertados (estações geoquímicas)
 - ↳ registar variações da temperatura no solo nas proximidades do vulcão e das fumarolas, fontes termais, água dos lagos e poços próximos

- evacuação atempada;
- sensibilização da população;
- mapas de zonas de risco;
- construção à prova de sismo,
(...)

água ^{→ volátil} → ⊖ ponto de fusão dos minerais
sedimentos → zonas de subducção

SISMOLOGIA

Sismoologia

SISMOS → movimentos vibratórios, com origem em camadas superiores da Terra, provocados por uma libertação brusca de energia
 ↳ podem ser precedidos e sucedidos de sismos menores
 abalos pressomitórios ↔ réplicas

Causas:

NATURAIS → de colapso, vulcânicos e tectónicos

ARTIFICIAIS → explosões, armazenamento de água em barragens, desabamentos de minas, ...

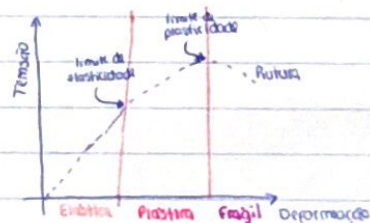
SISMOS Tectónicos → devido a movimentos tectónicos associados a falhas
 → mais frequentes e de maior importância

• As tensões acumuladas lentamente em profundidade formam ou reactivam uma falha - acidente tectónico em que a ruptura das rochas é acompanhada de deslocação dos blocos

Como se forma uma falha?

As forças tectónicas que se geram no interior do globo, ao atuarem continuamente sobre as rochas em sentidos contrários, provocam a deformação do material rochoso.

rochas → limite de plasticidade
 limite de deformação elástica



Quando este limite é atingido, as rochas fraturam, libertando energia → origina-se uma falha.
 comportamento frágil da rocha

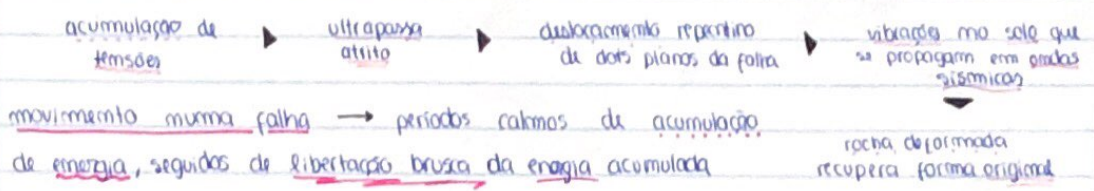
Ocorre sismo quando é ultrapassada a força de atrito,
 força de repulsão

Os dois lados da falha sofrem deslocamento em sentido oposto → **RESSALTO ELÁSTICO**

NOTA:
Comportamento dos materiais
 Frágil - quebra da rocha
 Dúctil - dobra da rocha, material

RESSALTO elástico

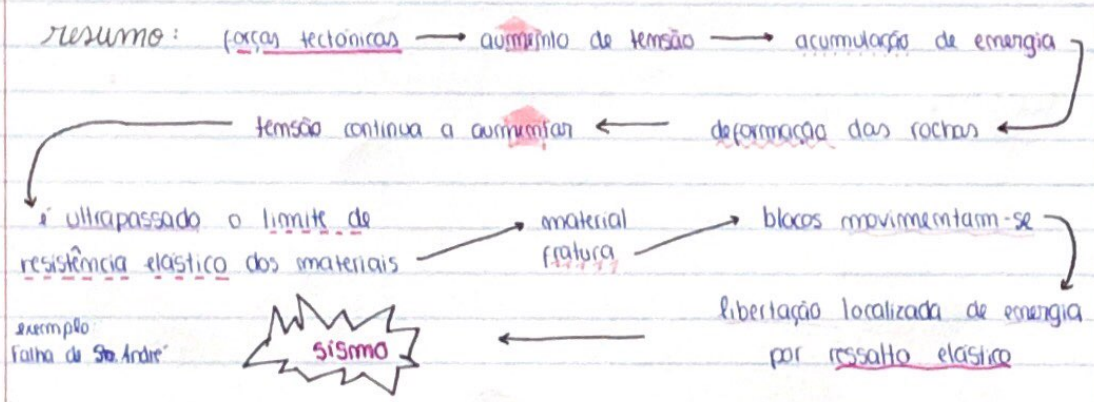
- rocha regressa ao seu estado inicial
- rocha tem comportamento elástico



Se a falha é mova, a força a vencer na propagação da falha é a força de coesão da rocha.

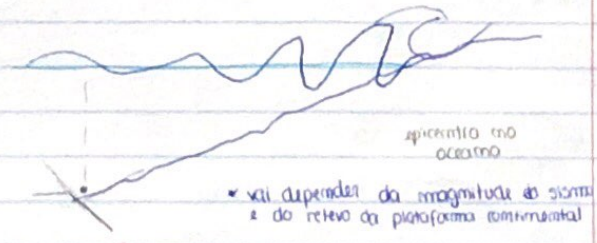
Se o movimento ocorre numa falha pressente (mais frequente), a força a vencer é a força de atrito.

limite de resistência (a não por explicitação)

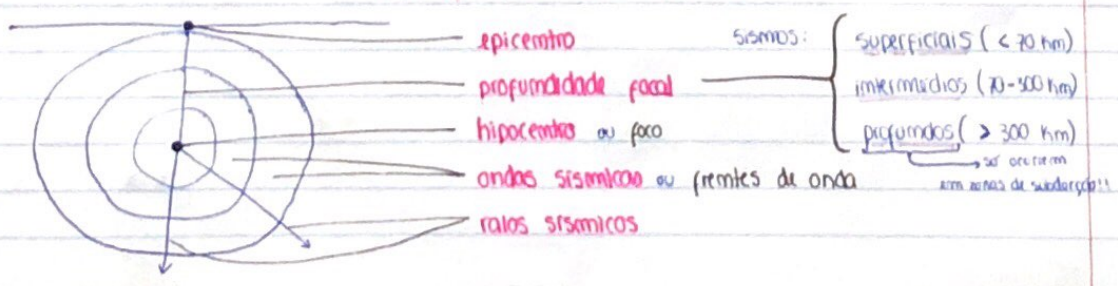


Quando as falhas de deslocamento vertical ocorrem no fundo marinho, podem ocasionar tsunamis.

↓
velocidade da onda diminui na proximidade da costa, enquanto que a onda aumenta rapidamente



ONDAS sísmicas



Caracterização Sismica:

Hipocentro → zona do interior do globo onde se origina o sismo.

Epicentro → zona da superfície do globo, na vertical do foco, onde o sismo é normalmente sentido primeiro e com maior intensidade.

Frentes de onda → transmissão da energia segundo superfícies concêntricas, cada uma separa uma região que experimenta uma perturbação sísmica particular da outra que ainda não experimentou.

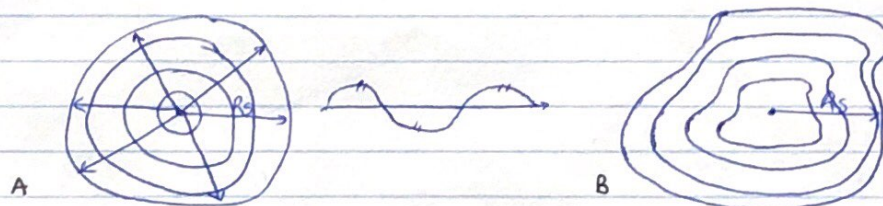
Raio sísmico → direção de propagação da onda sísmica perpendicular à frente de onda.

Profundidade focal → distância entre o foco e o epicentro.

A energia sísmica dispersa-se, a partir do foco, em todos os sentidos e direções, obrigando as partículas que constituem os materiais rochosos a vibrar.

Estas vibrações propagam-se sucessivamente às outras partículas originando ondas sísmicas que fazem tremer a Terra.

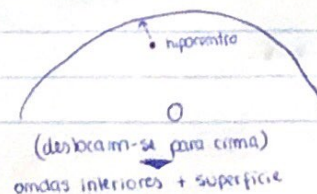
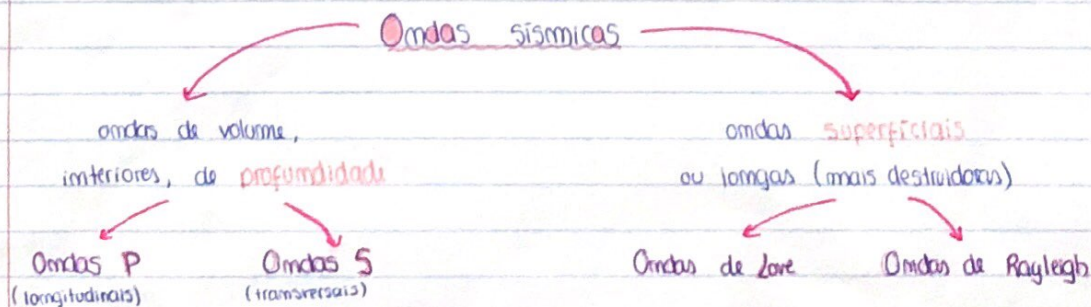
Estas ondas atingem a superfície terrestre com uma violência máxima no epicentro.



A) Num meio homogêneo, a energia sísmica expande-se sob a forma de uma esfera, com centro no foco.

B) Na Terra, devido à sua composição heterogênea, o trajeto das ondas sísmicas é geralmente curvilíneo.

TIPOS de ondas SÍSMICAS



ONDAS P

primárias, longitudinais, de compressão

↓
primeiras ondas a serem registradas nos sismógrafos, visto que são as de maior velocidade

- Propagam-se em todos os meios sólidos, líquidos e gasosos, mas a velocidade de propagação varia consoante o meio, sendo menor no meio líquido.

- Não provocam alterações na forma do material atravessado, mas sim no seu volume.

- A energia libertada no hipocentro é toda igual; o que define a amplitude e velocidade das ondas são os materiais que atravessam, que são diferentes.

- Comprimem e distendem a matéria e as partículas dos materiais rochosos vibram na mesma direção de propagação da onda.
↳ longitudinal

↓
facilita a propagação da onda

maior velocidade e menor amplitude

↳ nota:
Quando atingem a superfície terrestre, parte da sua energia pode ainda ser transmitida sob a forma de ondas sonoras.

ONDAS S

secundárias, transversais

↓
segundas ondas a serem registradas nos sismógrafos, visto que são mais lentas do que as ondas P

- Só se propagam em meio sólido.
- Não provocam alterações no volume do material atravessado, mas sim na forma.

ondas de corte

- As partículas dos materiais rochosos vibram perpendicularmente à direção de propagação da onda. ↳ transversal

↓
dificulta a propagação da onda

menor velocidade < maior amplitude
(do que as ondas P)

- Deformam e sacodem a Terra e as construções como um "tapete"

↓
Mais destruidoras do que as ondas P.

A velocidade de propagação das ondas sísmicas depende das propriedades das rochas atravessadas:

↳ rigidez (r)

↳ densidade (d)

↳ incompressibilidade (k)

↳ gases — líquidos — sólidos
> (+/-) <

meio líquido → $r=0$

P → menor velocidade

S → não se propaga

$$V_p = \sqrt{\frac{k + \frac{4}{3}r}{d}}$$

$$V_s = \sqrt{\frac{r}{d}}$$

[aumenta profundidade
diminui densidade
aumenta velocidade]

ONDAS

- Têm uma grande amplitude e são as mais lentas - últimas a serem registadas nos sismógrafos.

- São as mais destrutivas!
- Só se formam à superfície.
- Só se propagam à superfície e não no interior do globo.
- Resultam da interação das ondas internas (P e S) com a superfície da geosfera.

Ondas de Rayleigh

- Agitam o solo segundo uma trajetória elíptica, como ondas do mar.
- Ondas transversais.
- Propagam-se em meios sólidos e líquidos.

Ondas de Love

- Varrem horizontalmente a superfície terrestre segundo movimentos de torção.
- Ondas transversais.
- Propagam-se em meios sólidos.
- Mais rápidas e menos destrutivas do que R.

Como se fazem o registo e detetam as ondas sísmicas?

↳ Através de Sismógrafos, que fazem a deteção e o registo das ondas sísmicas - sismograma.

↳ ordem da chegada das ondas:

• Quando a estação sísmográfica está muito próxima do epicentro, os 3 tipos de onda chegam quase ao mesmo tempo, não sendo possível distingui-las no sismograma.

1º - Ondas P (maior velocidade)

2º - Ondas S

3º - Ondas L

→ Mas, quanto maior a distância entre o epicentro e a estação, maior o atraso na chegada das Ondas S relativamente às Ondas P. → distância epicentral por cálculo ou gráfico

AVALIAÇÃO dos sismos

Intensidade

→ avalia os efeitos produzidos sobre os edifícios, os terrenos e as pessoas.

→ escala de Mercalli, modificada - I - XII

→ escala macro-sísmica ou EMS - mais rigorosa (vulnerabilidade dos edifícios)

NOTA:

A distância do local ao epicentro ^{esta} ~~não~~ está relacionado com a intensidade dos estragos.

mapa de isossistas → linhas que separam as áreas onde se verificam diferentes intensidades, sendo a mais central a área de intensidade máxima que corresponde à região epicentral.

↳ Dependem de:

- tipos de materiais
- densidade populacional
- densidade dos materiais

• NOTA:

As linhas não continuam no oceano porque não há dados / densidade populacional, não sendo possível indicar a intensidade.

e, por isso, não são circunferências.

magnitude

→ mede a energia libertada por um sismo no hipocentro - valor único para cada sismo.

→ escala de Richter

↳ É calculada através de uma fórmula matemática, a partir dos dados dos sismogramas, ou determinada graficamente, com os mesmos dados.

• $M > 7$ → sismo raro
grande magnitude

• $M < 2$ → sismo não sentido
magnitude pequena

sismos e tectónica de placas

• 95% da sismicidade ocorre junto às fronteiras das placas tectónicas

sismicidade interplacas

• limites das placas são sempre zonas sísmicas, mas nem sempre zonas vulcânicas
↳ nos limites conservativos e limites convergentes sem subdução (Himalaias), não existe atividade vulcânica associada

zonas de subdução → sismos mais profundos (300-700 km)

• distribuição dos focos sísmicos

- ↳ afundamento da litosfera oceânica no manto
- ↳ definição da inclinação do respetivo mergulho



FRONTEIRAS CONVERGENTES

↳ zonas mais sísmicas (80%)

1) Anel de fogo do Pacífico

• fossas (placa oceânica mergulha sob a continental) → forças de tensão e compressão
falhas → SISMOS VIOLENTOS

• colisão de 2 placas oceânicas → tensões
↳ exemplo: ilhas Aleutas e arquipélago Indonésio

2) Cintura mediterrânica - asiática

↳ faixa que atravessa o Mediterrâneo até aos Himalaias

Índia foi um continente independente colidiu com a Ásia

choque entre as placas Euroasiática e Indo-Australiana

Ainda hoje estas placas se empurram mutuamente, criando tensões que explicam os sismos (Nepal, China, Afeganistão, ...)

FRONTIÇAS DIVERGENTES

• afastamento de placas continentais
↳ Rift Valley Africano (Mar Vermelho)

• Dorsal Médio-Atlântica → maior cadeia montanhosa (submersa)

↳ centro com grande tensão

↳ 10% dos sismos

falhas perpendiculares ao rift
crescimento desigual da crosta

FRONTIÇAS CONSERVATIVAS

• Falha de Santo André

↳ deslizamento entre 2 placas (Pacífico e Norte-Americana) em sentidos contrários



excessiva atividade sísmica (Califórnia e México)

fortes tensões

NOTA:

As zonas em que as placas se deslocam no mesmo sentido não são sísmicamente ativas

↑ distância em relação às falhas — perigosidade sísmica

↓ densidade populacional — risco sísmico

• 5% da sismicidade ocorre devido a deformações internas nas placas, consequência da existência das falhas ativas no seu interior
↳ exemplo: sismo de 1909, em Benavente

sismicidade intraplacas

SISMICIDADE

em Portugal

- limite entre a placa euro-asiática e a placa africana
- falhas ativas espalhadas pelo país (atividade fraca)
- Açores: ponto triplo (junção de 3 placas tectónicas)
 - ↳ maior atividade em ilhas que se encontram sobre os limites de placas

PREVISÃO

sísmica

- a curto prazo não é possível
- sinais precursor dos abalos sísmicos:

previsão atempada longe da realidade

investir em campanhas de educação das populações

- abertura de fraturas no interior de rochas próximas de zonas sismogénicas
- variação do nível da água em poços próximos de zonas ativas
- anomalias no padrão do comportamento dos animais

PREVENÇÃO

sísmica

- estudo geológico do substrato rochoso

- ↳ cartas neotectónicas - localização de falhas ativas
- ↳ cartas de isossistas de intensidade máxima expectível
- * planejamento e ordenamento do território *

- amortecedores de fluido viscoso
- isoladores
- rolamento

▲ triângulo da vida ▲

ESTRUTURA INTERNA DA TERRA

GEOLOGIA
10º ANO

①

Os modelos de estrutura interna da Terra resultam do cruzamento de dados vindos de:

- ↳ estudo de ondas sísmicas → **descontinuidades**
- ↳ estudos geofísicos
- ↳ dados de meteoritos
- (...)

A Terra subdivide-se então, segundo ② critérios:

