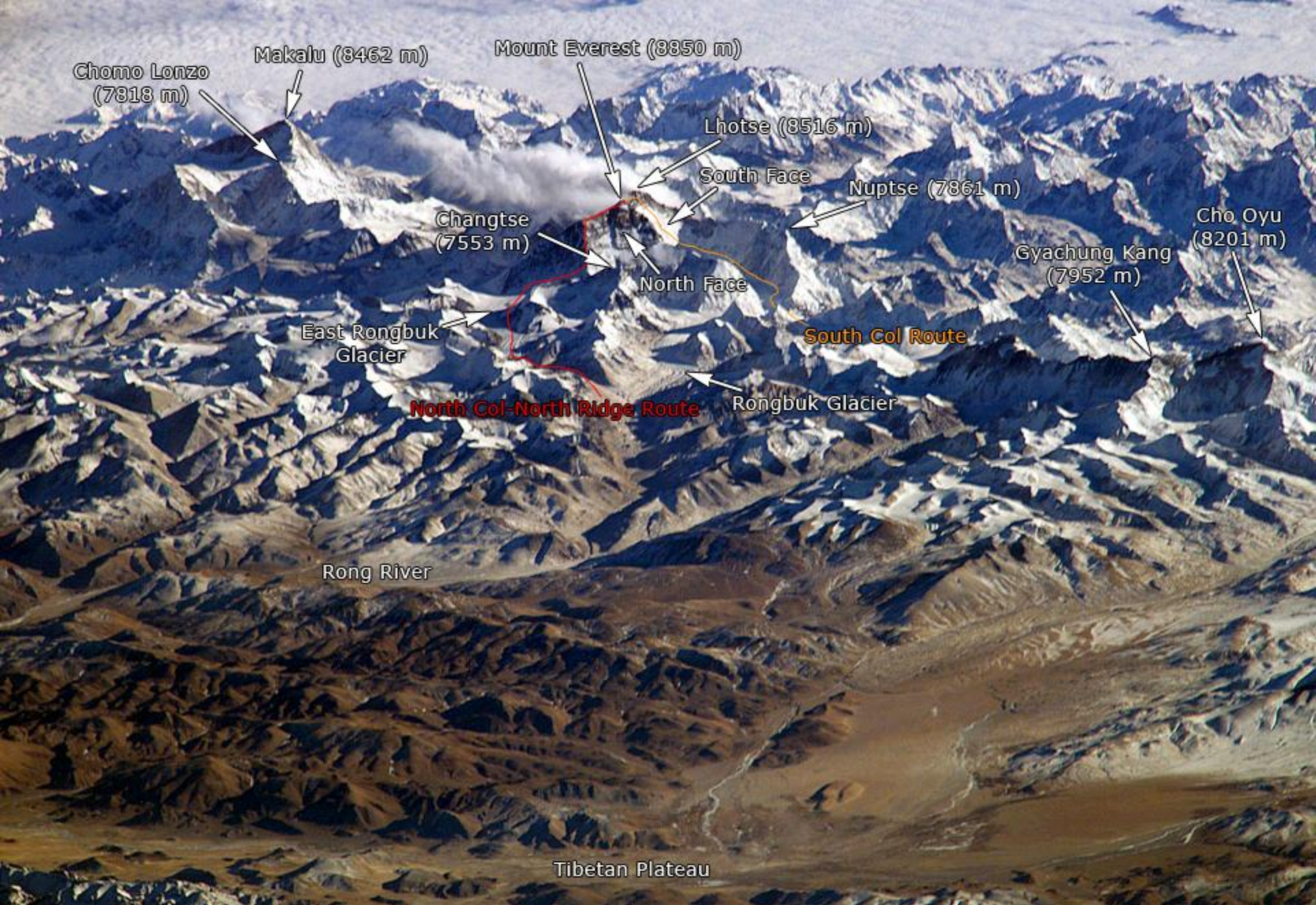


Deformação e Orogénese





Himalaias, tão jovens e tão crescidos!

MONTE EVERESTE 2005



RELEVO VIGOROSO AINDA EM CRESCIMENTO

MÓDULO - TECTÓNICA

Deformação dos materiais rochosos da litosfera (unidade mais externa da Terra)

- ESCALA DOS MATERIAIS ROCHOSOS
(Comportamento mecânico)
- GRANDES DOMÍNIOS LITOSFÉRICOS
– MICROPLACAS E PLACAS TECTÓNICAS

- Comportamento mecânico geral (ideal)
 - Comportamento mecânico das rochas
 - Factores de deformação
 - Estruturas de deformação
 - Deformação em cadeias orogénicas
- Evolução geossinclinal e Tectónica de placas
 - Tipos e mecanismos de deformação
 - Níveis estruturais da crosta

OBJECTIVOS

- Conhecer os factores de deformação ao nível da litosfera e explicar os comportamentos mecânicos das rochas a eles submetidos
 - Conhecer as principais estruturas deformadas e discutir as respectivas configurações, funcionamento e papel na evolução do relevo terrestre
 - Justificar a complexidade do comportamento das rochas na litosfera
 - Conhecer os diferentes tipos de geossinclinais no quadro da Tectónica de Placas
 - Caracterizar e justificar os diferentes níveis estruturais
-
-

Do ponto de vista tectónico, determinados volumes de crosta são estáveis durante grandes intervalos de tempo (centenas de Ma) enquanto outros estão sujeitos a transformações muito rápidas.

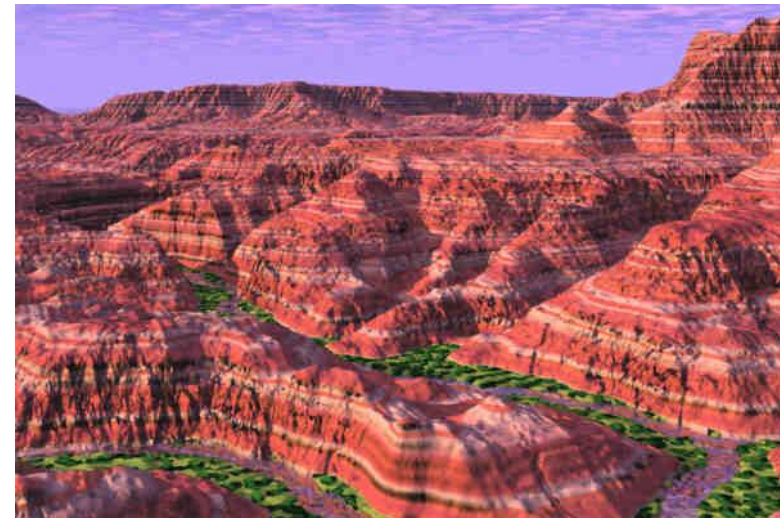
Porquê ?

Do ponto de vista tectónico, determinados volumes de crosta são estáveis durante grandes intervalos de tempo (centenas de Ma) enquanto outros estão sujeitos a transformações muito rápidas.

Que locais ?

Plataformas continentais estáveis

Estratos sem deformação ($\approx$ horizontais) jazem sobre unidades pré-Câmblicas muito complexas (orógeno antigo)



Câmbrico↑

Imagens digitais

←Pré-Câmbrico

Grand Canyon - Colorado

Grandes divisões dos Tempos Geológicos

(Ma – milhões de anos)

F A N E R O Z Ó I C O	ERA CENOZÓICA		Quaternário			
			Holocénico		0,01	
			Plistocénico			1,8
	Terciário	Neogénico	Pliocénico			
			Plistocénico		5	
		Paleogénico	Miocénico		23	
			Oligocénico		38	
	Paleocénico		53			
						60 a 65
	ERA MESOZÓICA (SECUNDÁRIO)		Cretácico	sup. méd. inf.		
		Jurássico	Malm Dogger Lias	136-140		
		Triásico	Keuper Muschelkalk Buntsandstein	180		
					225-240	
ERA PALEOZÓICA (PRIMÁRIO)		Paleogénico	Pérmico			
			Carbónico	280		
		Devónico		345		
		Silúrico		395-410		
		Ordovícico		430-440		
		Câmbrico		500		
PROTEROZÓICO (ou Algonquico)		PRÉCÁMBRICO			570 M	
ARCAICO					2 500	
				4 600		

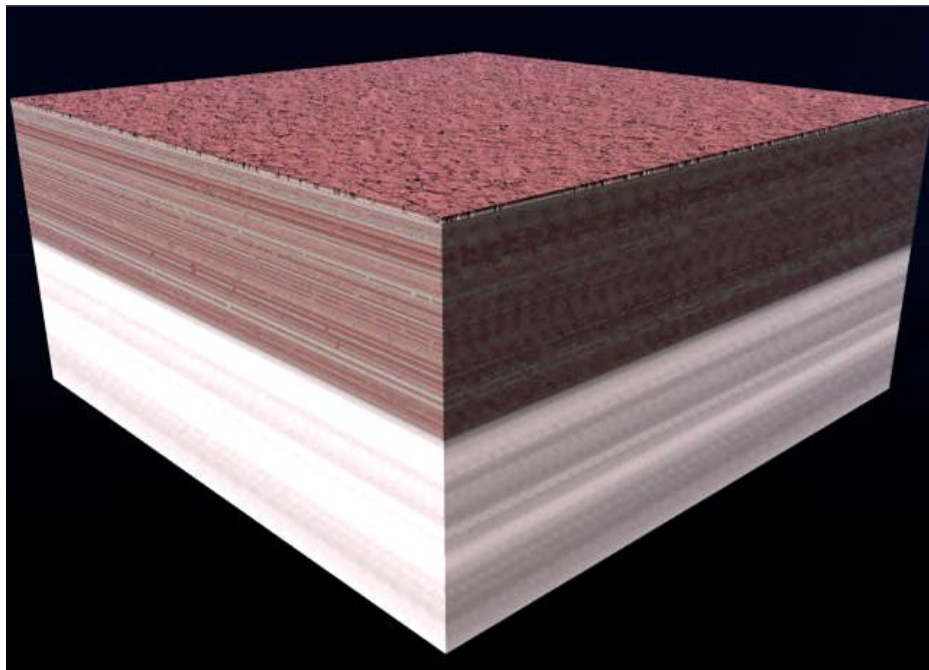
Como datar rochas e acontecimentos?

Datação relativa
(princípios)

Datação absoluta
(decaimento isotópico)

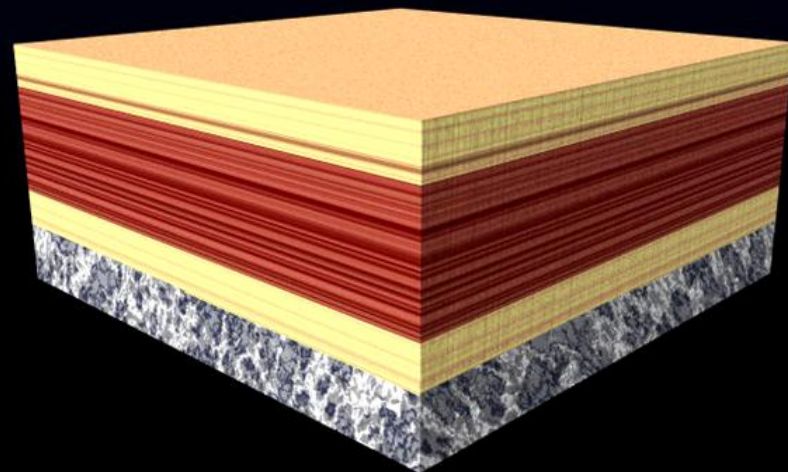
← Pré-Câmbrico

Formação de uma plataforma continental

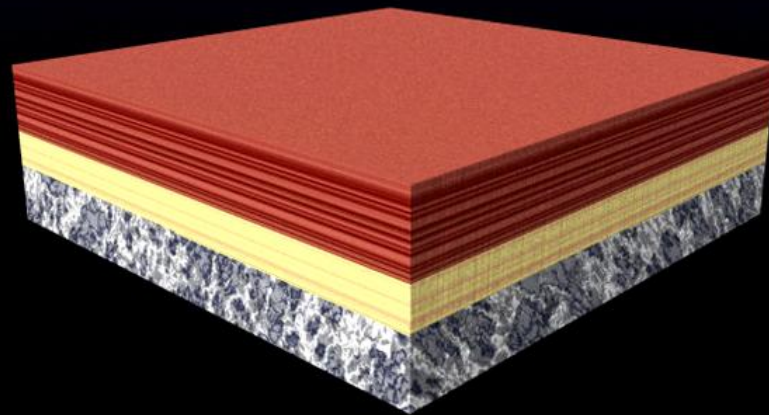


Sucessão de camadas

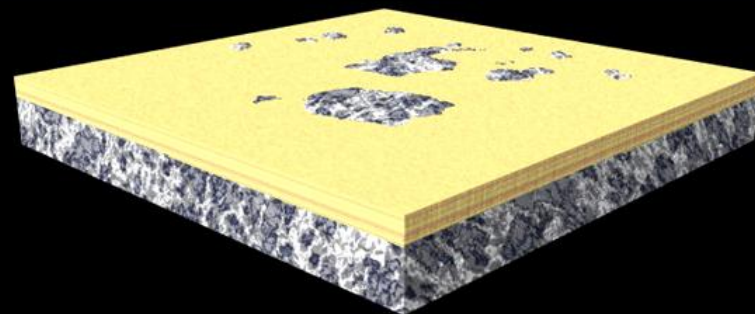
3



2

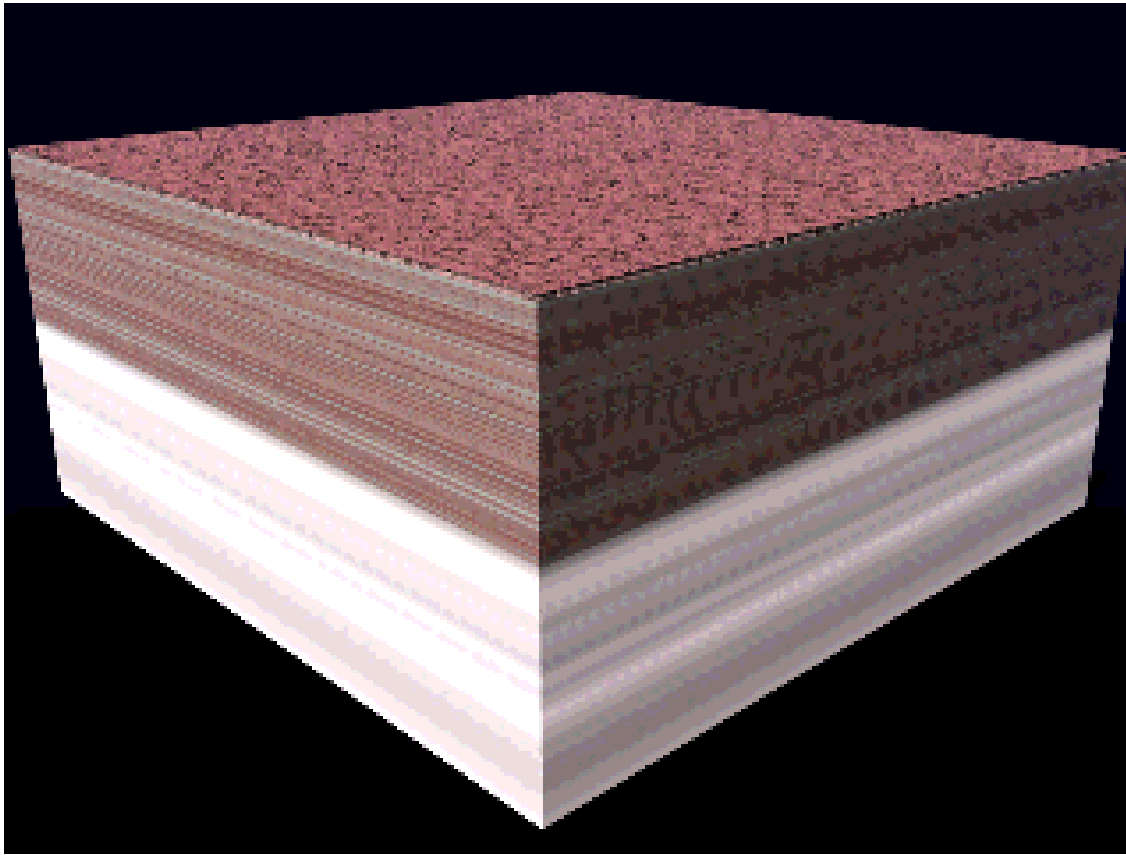


1



Formação de “mesas”

Simulação da erosão



Canyons



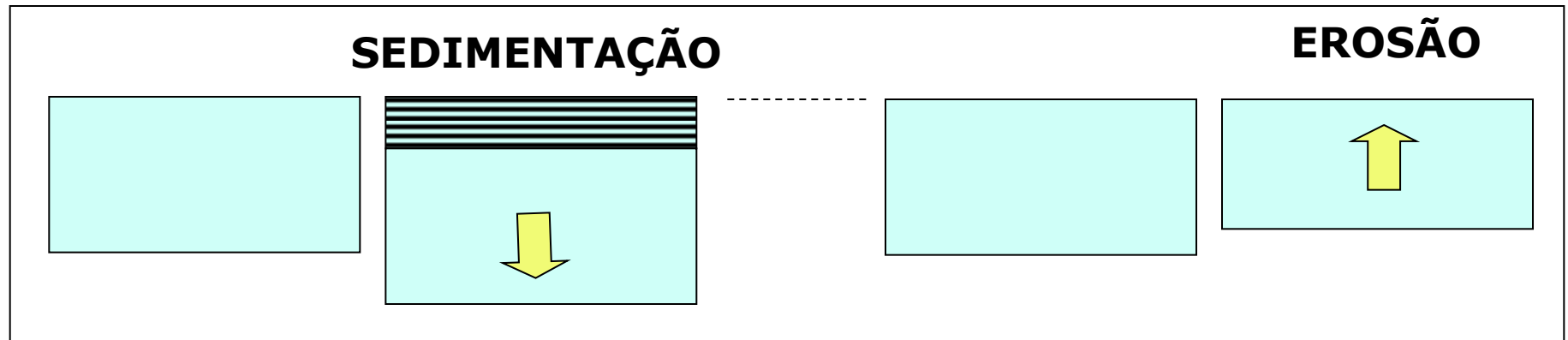
Os estratos representam páginas da História da Terra ordenadas cronologicamente



O Continente Africano nas últimas centenas de Ma tem funcionado como um bloco rígido sujeito, praticamente, a movimentos verticais.

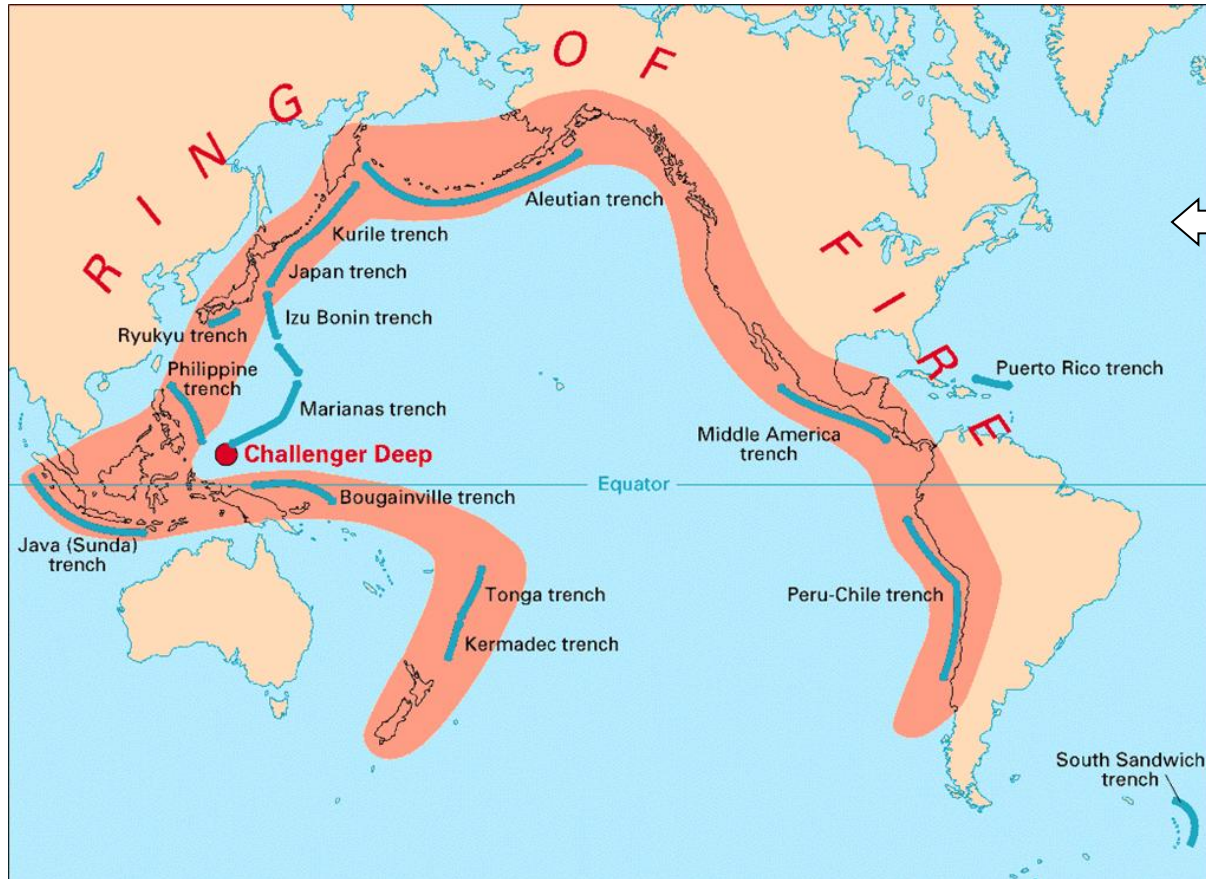
Qual a maior evidência deste aspecto?

Horizontalidade dos estratos nesse período



Estes movimentos dependem do equilíbrio isostático e geram ciclos de sedimentação/erosão com formação de mares pouco profundos na sua periferia – mares epicontinentais.

...outras zonas do globo são bastante instáveis!



Anel de Fogo
do Pacífico

Cintura
Mesogea
(ex.Mediterrâneo)

- Novas porções da crosta e materiais rochosos mais recentes
- Faixas orogénicas activas
- Elevada sismicidade
- Actividade magmática (ex.vulcanismo)

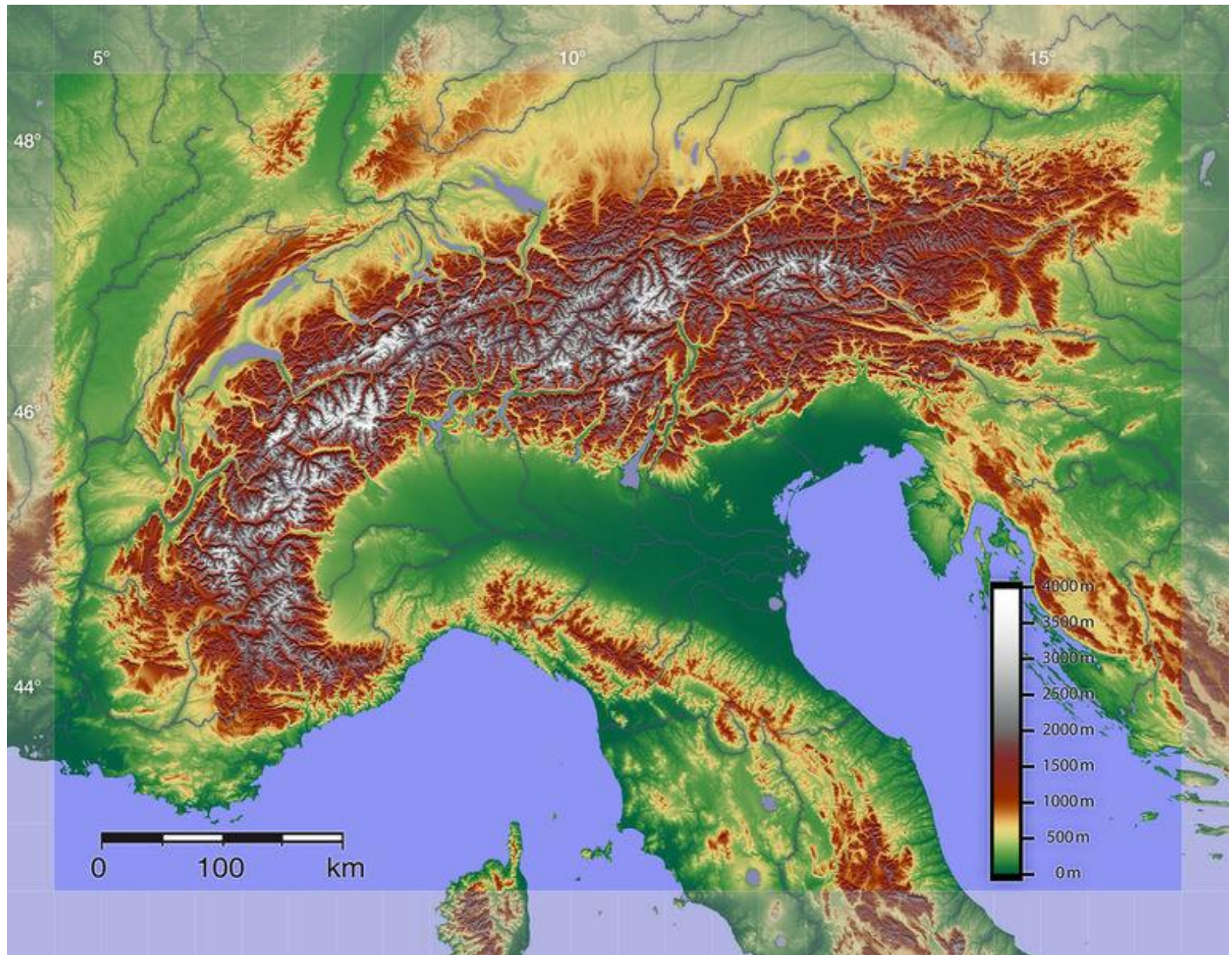
Sedimentos mesozóicos e cenozóicos
Esforços compressivos
Estruturas fortemente dobradas



Alpes

ALPES E PIRINÉUS

MANIFESTAÇÕES DE UMA FASE OROGÉNICA RECENTE



ALPES



Alpes Italianos

Do ponto de vista tectónico, determinados volumes de crosta são estáveis durante grandes intervalos de tempo (centenas de Ma) enquanto outros estão sujeitos a transformações muito rápidas.

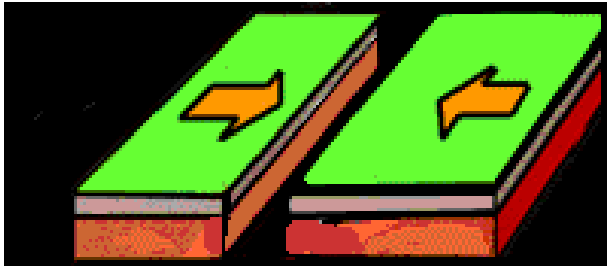
Que transformações ?

Zonas Activas

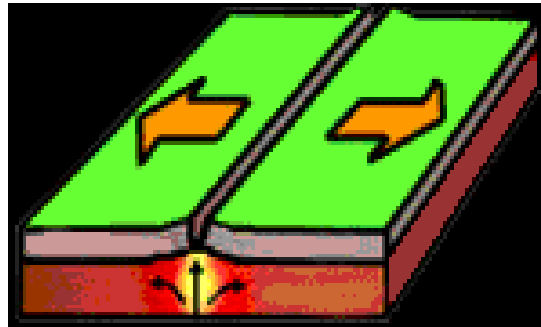
Esforços
compressivos

Esforços
distensivos
ou de tracção

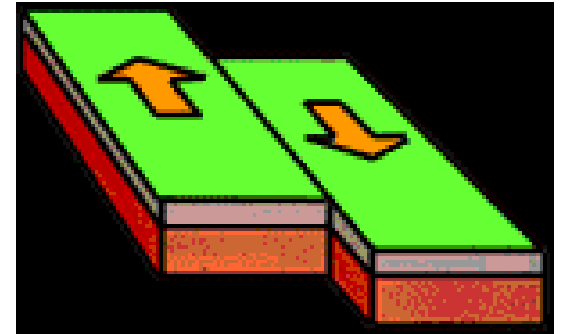
Esforços
tangenciais



Ex. Subducção



Ex. Rifting



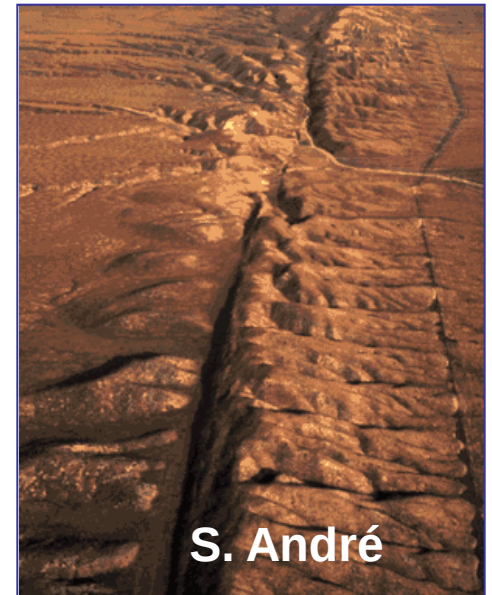
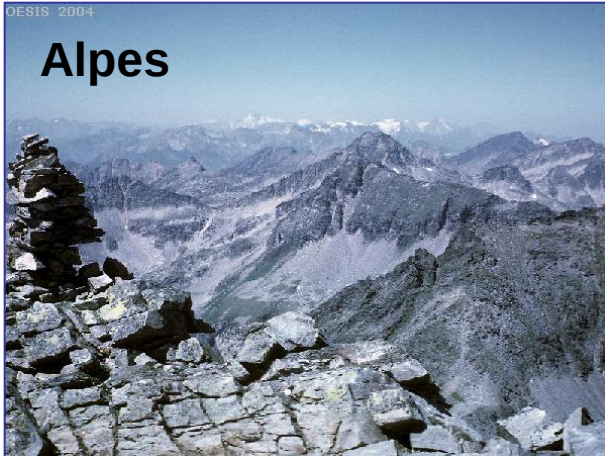
Falhas transformantes

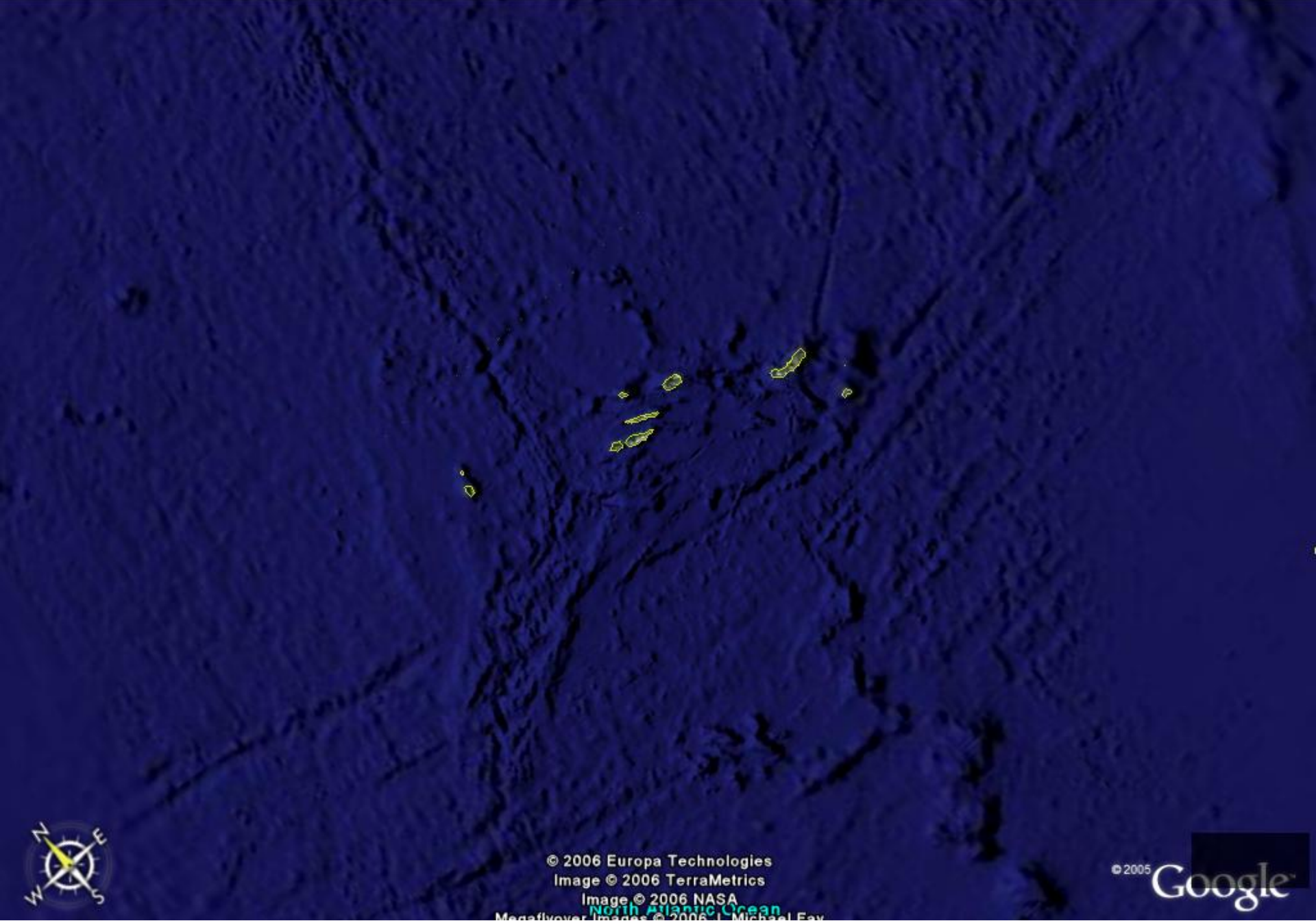
Zonas Activas

Esforços
compressivos

Esforços
distensivos
ou de tracção

Esforços
tangenciais

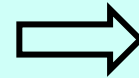




Açores – Local de muitas descobertas científicas

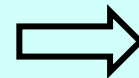
Escalas de deformação

Megascópica



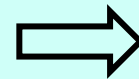
Fotografia aérea
Imagens satélite

Macroscópica



Amostra de mão
Afloramentos

Microscópica



Mineral
Rocha

Qual o tipo de deformação
Que intensidade
Que orientação



**Estrutura
Primária**



**Estrutura
Secundária
(deformada)**

**Resultante do processo
que a origina**

**Resultante da transformação
de uma estrutura primária ou
original**

Dinâmica da Litosfera

**Mecanismos
simples**

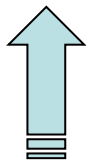
**Heterogeneidade
dos materiais**

**Condições P, T
dos níveis crustais**

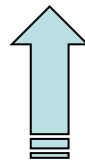
**Compressão
Tracção
Movimentos verticais
Desligamentos**

**Composição
Textura**

Propriedades físicas



**Combinações
diversas**



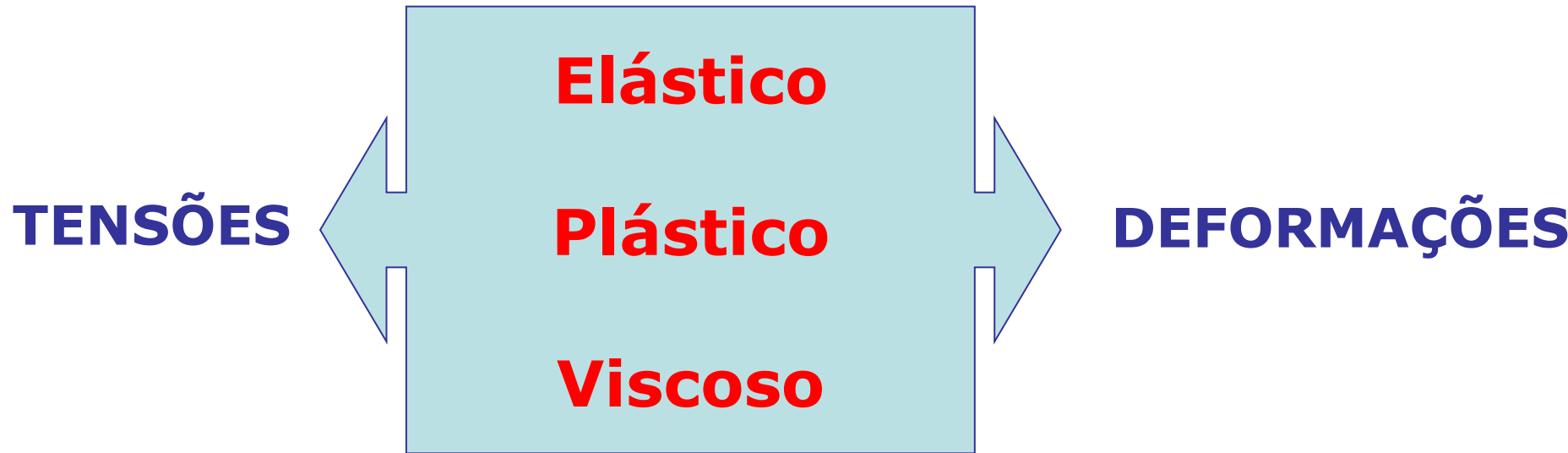
**Comportamento
físico-mecânico
diferenciado**



**Sucessão de fases de
deformação ao longo da
História da Terra**

Comportamentos ideais à deformação

(Laboratório)

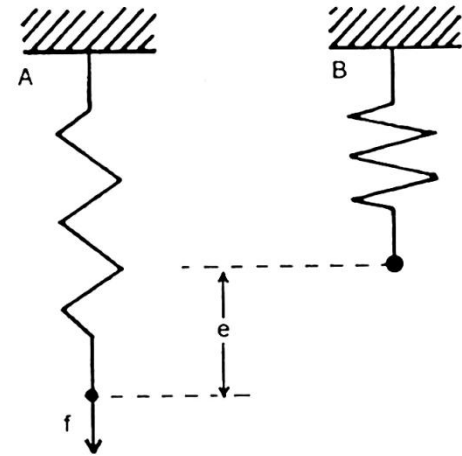
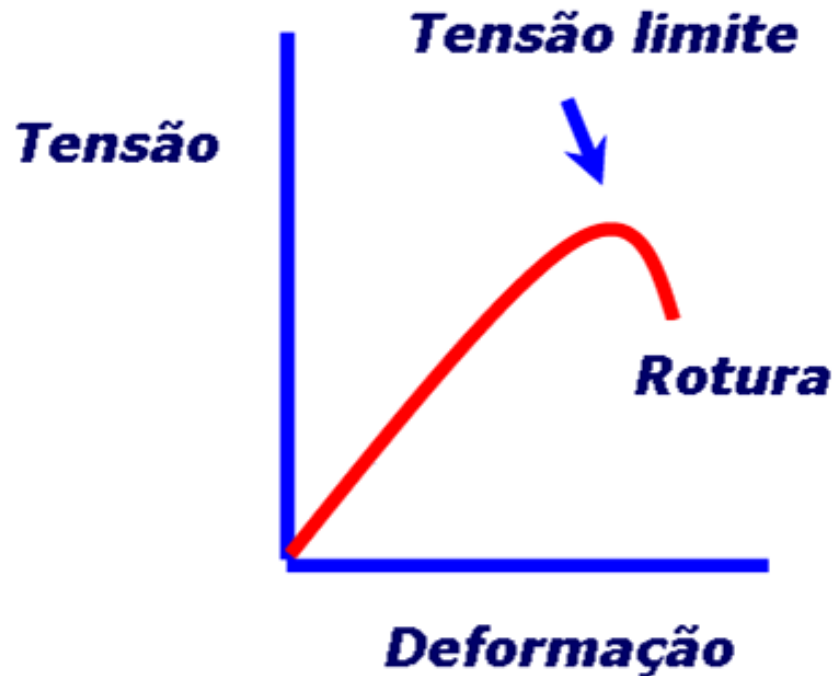


Realidade geológica

Materials geológicos - heterogéneos e anisótipos

Actividade tectónica - intensidade e orientação variável
no tempo

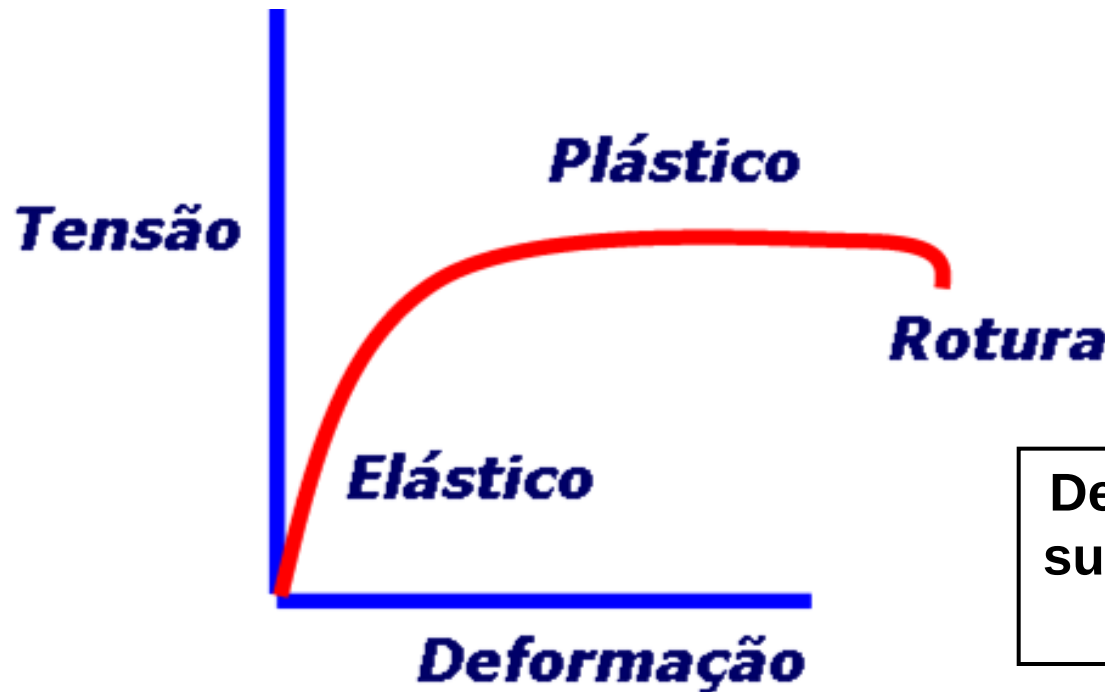
Comportamento mecânico dos materiais (Modelos ideais)



Deformação reversível
Proporcional ao esforço aplicado

Comportamento Elástico

Comportamento mecânico dos materiais (Modelos ideais)

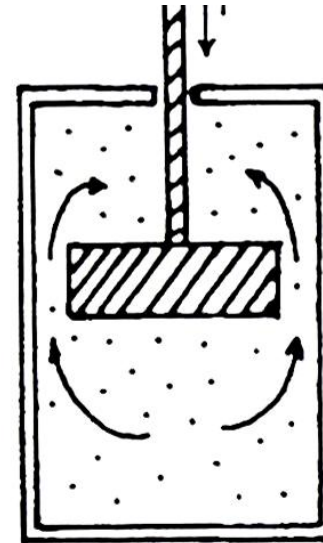
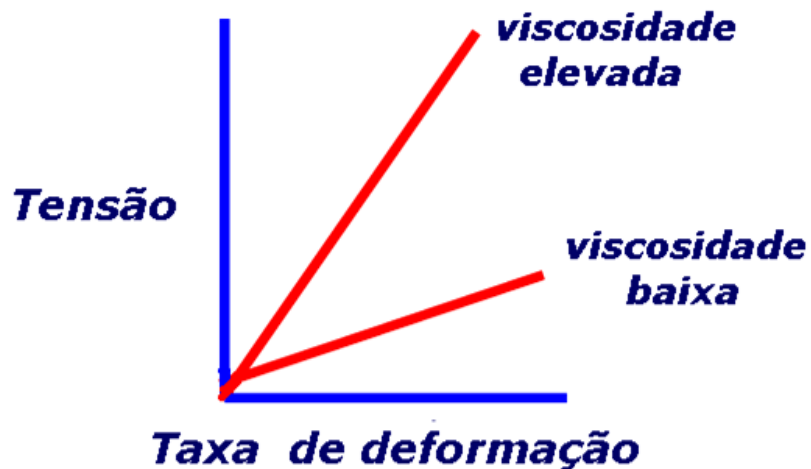
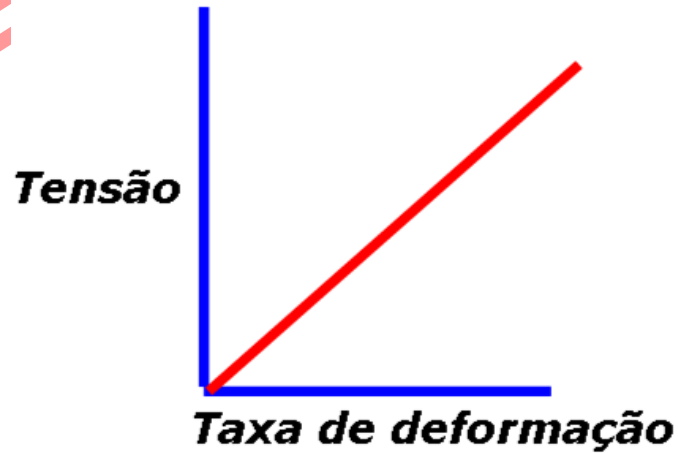


Deformação permanente ao
suprimir o esforço causador.
Ex. argila

Comportamento (Elasto)Plástico

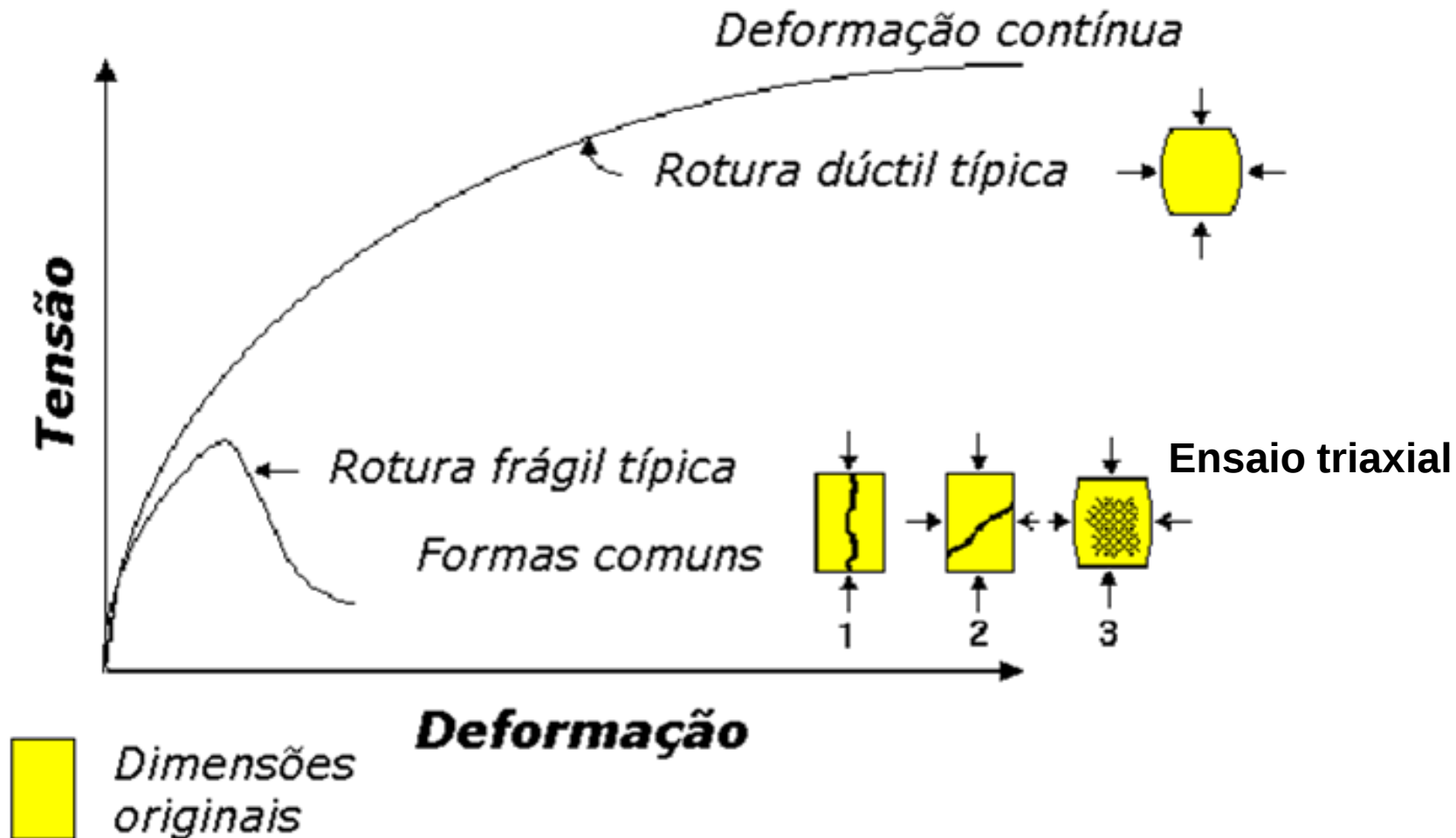
Comportamento mecânico dos materiais (Modelos ideais)

Comportamento Viscoso



Velocidade de deslocamento
proporcional à tensão

Comportamento mecânico das rochas



Factores de Deformação na Litosfera

Extrínsecos

PRESSÃO Litostática ou Confinante

TEMPERATURA

FLUIDOS DE IMPREGNAÇÃO

VELOCIDADE DE DEFORMAÇÃO

EXISTÊNCIA DE ANISOTROPIAS

P e T ↑
Deformação ↑
Ductilidade ↑

Solicitação
Rápida – Rígido
Lenta – Plástico/Elástico

Vector Tensão - anisotropia
(ângulo)

Intrínsecos

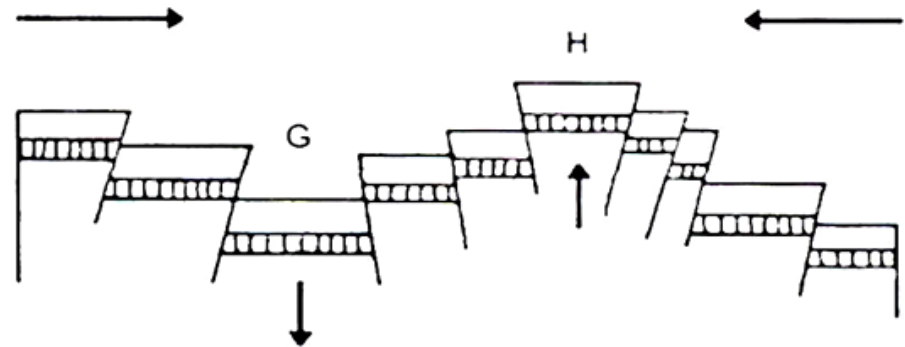
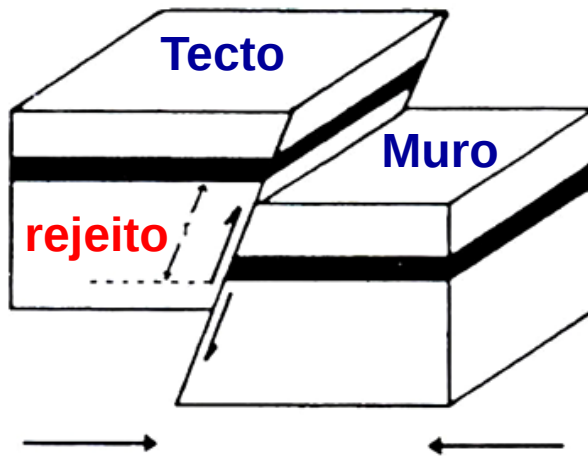
MINERALOGIA

TEXTURA

Diferentes litologias
Diferentes respostas

Estruturas de deformação

Falhas Inversas

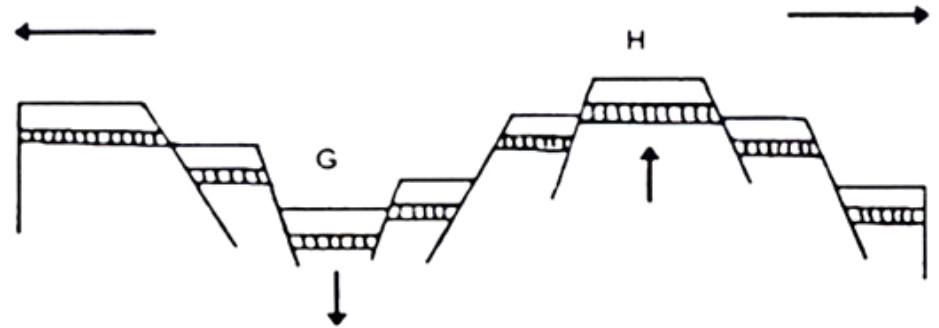
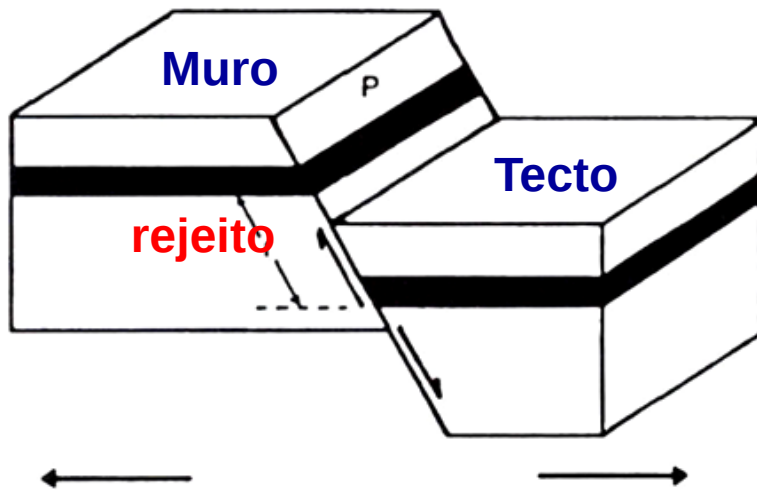


H – horst
G – graben

Esforços compressivos

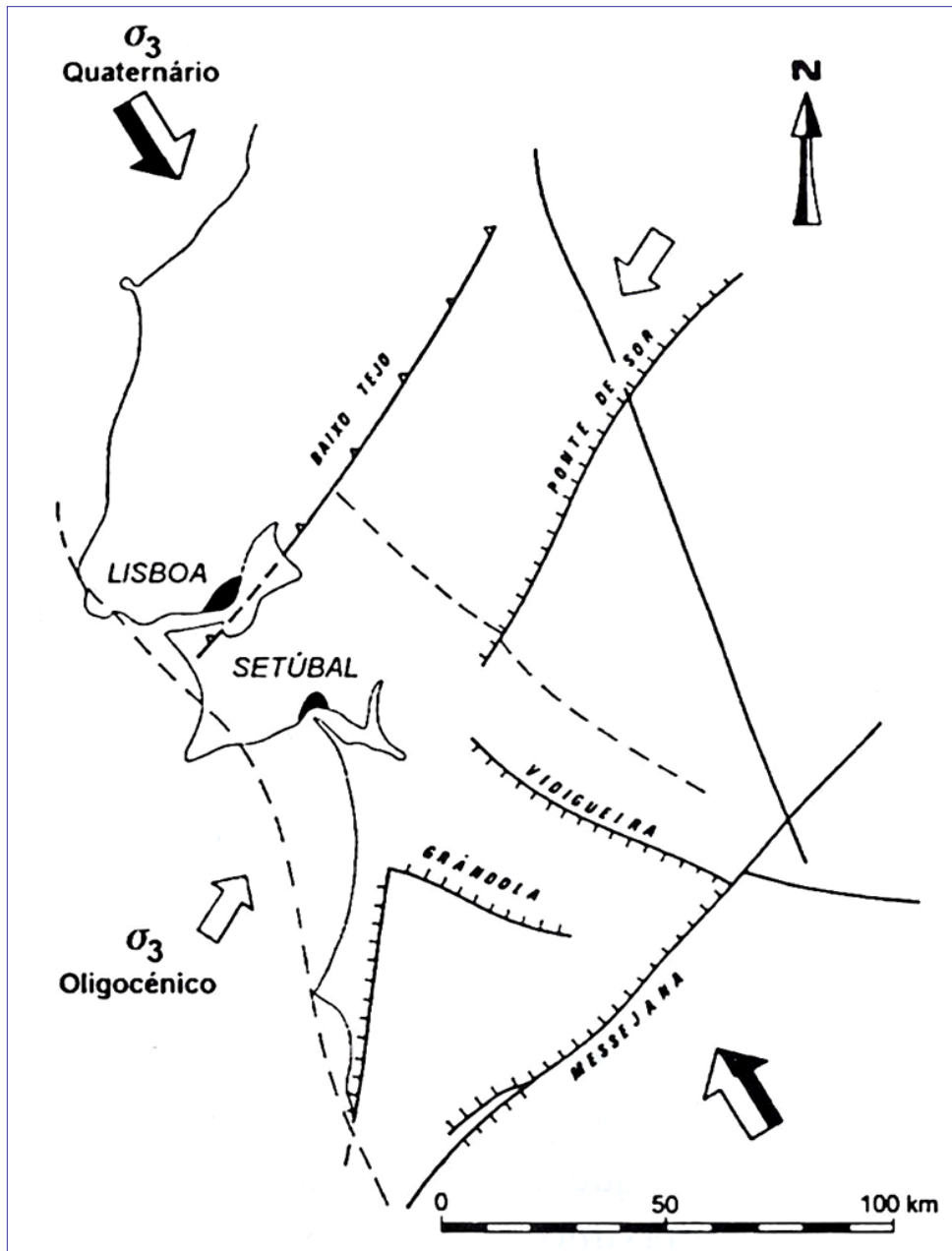
Estruturas de deformação

Falhas normais



Esforços distensivos

H – horst
G – graben

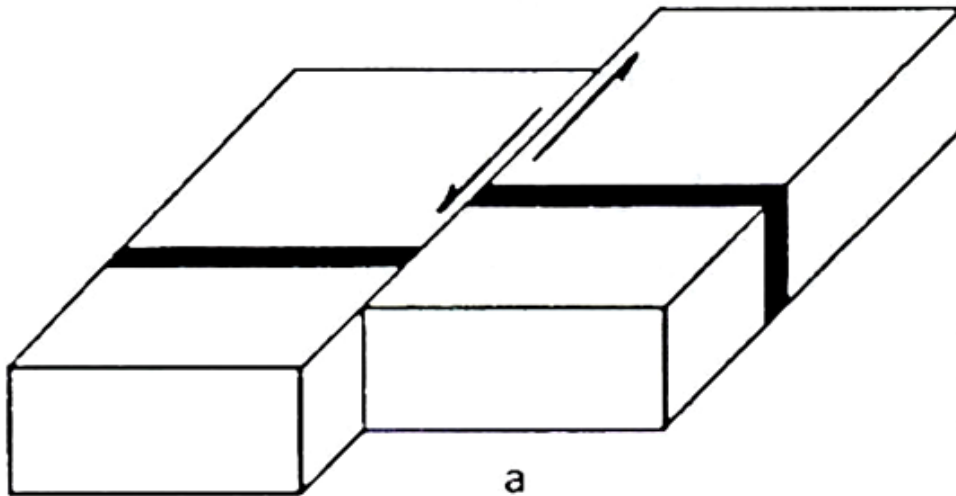


Os limites da Bacia do Tejo e do Sado são controlados por falhas que delimitam blocos abatidos

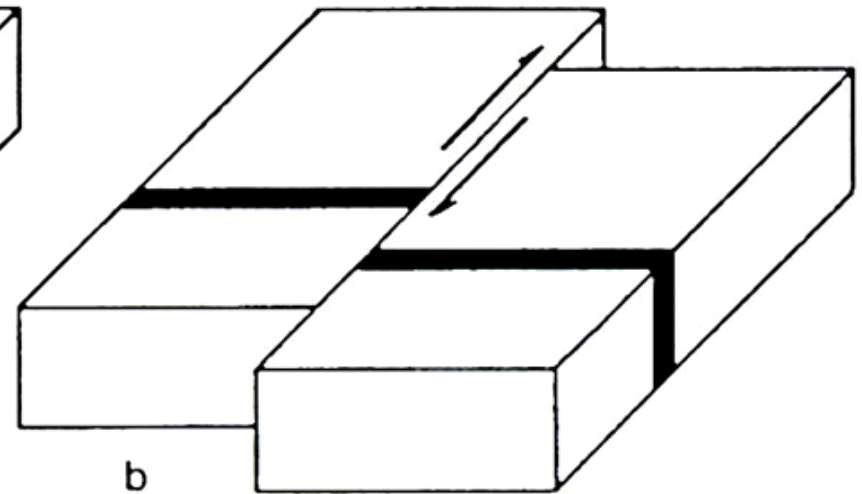
Muitas linhas de água são também controladas pela existência de falhas ou fracturas, exibindo troços rectilíneos

Estruturas de deformação

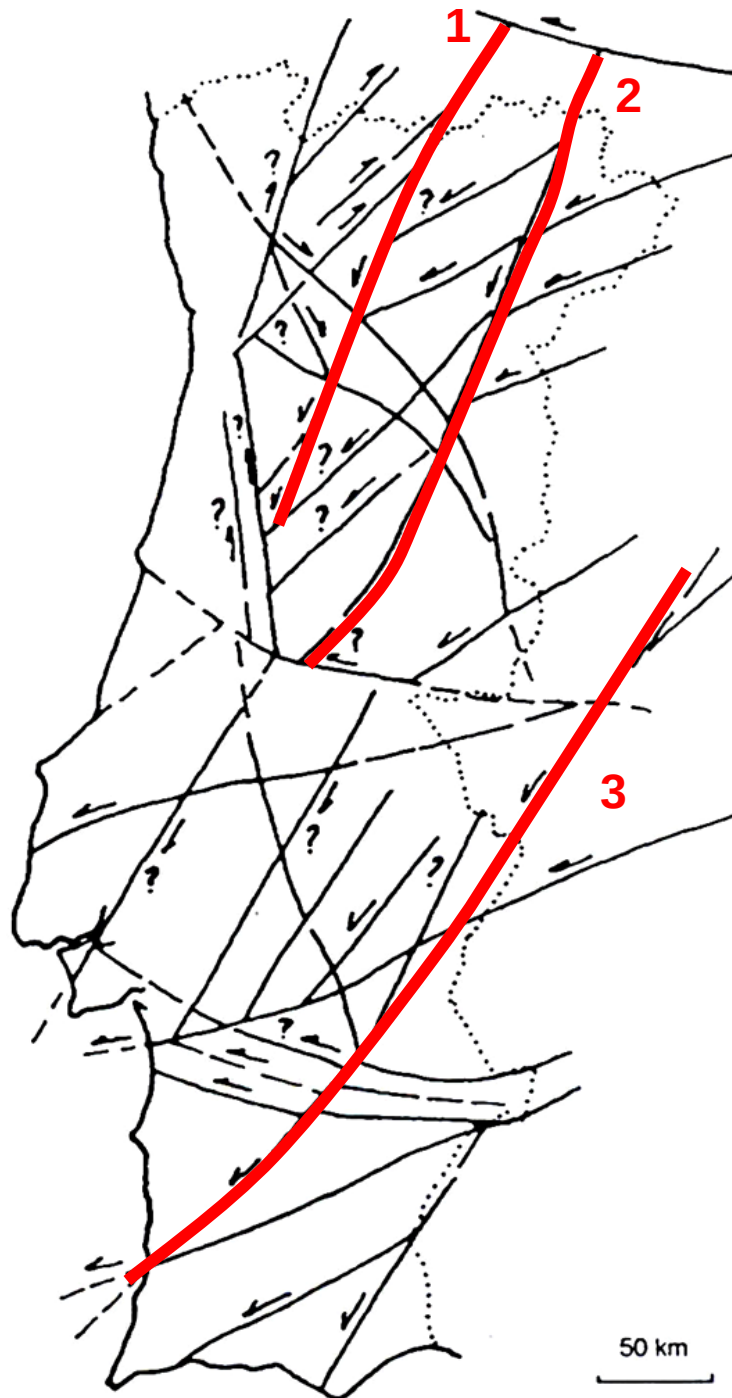
Falhas desligantes



Esquerda



Direita



Principais desligamentos que afectam o território continental português (fotointerpretação)

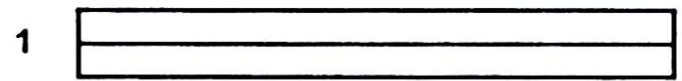
- 1 – Chaves – Castro Daire
- 2 – Bragança – Manteigas
- 3 – Filão dolerítico do Alentejo

**Notar as orientações comuns
a muitos desligamentos**

Estruturas de deformação

Movimentos verticais

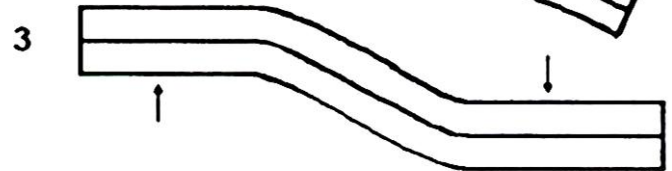
Situação inicial



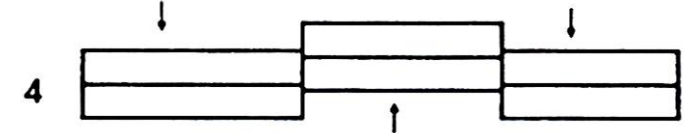
Flexura no bordo de uma placa



Flexura no interior de uma placa



Fracturação + movimentos epirogénicos



Empolamento positivo

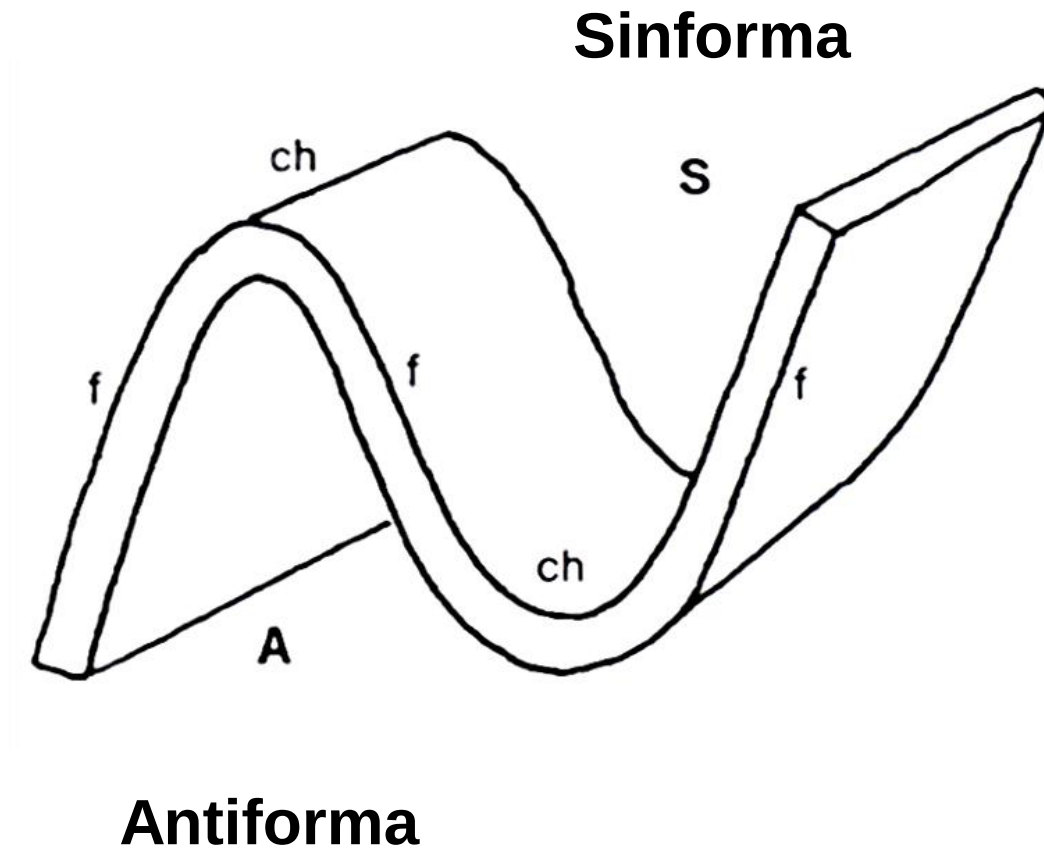


Empolamento negativo



Estruturas de deformação

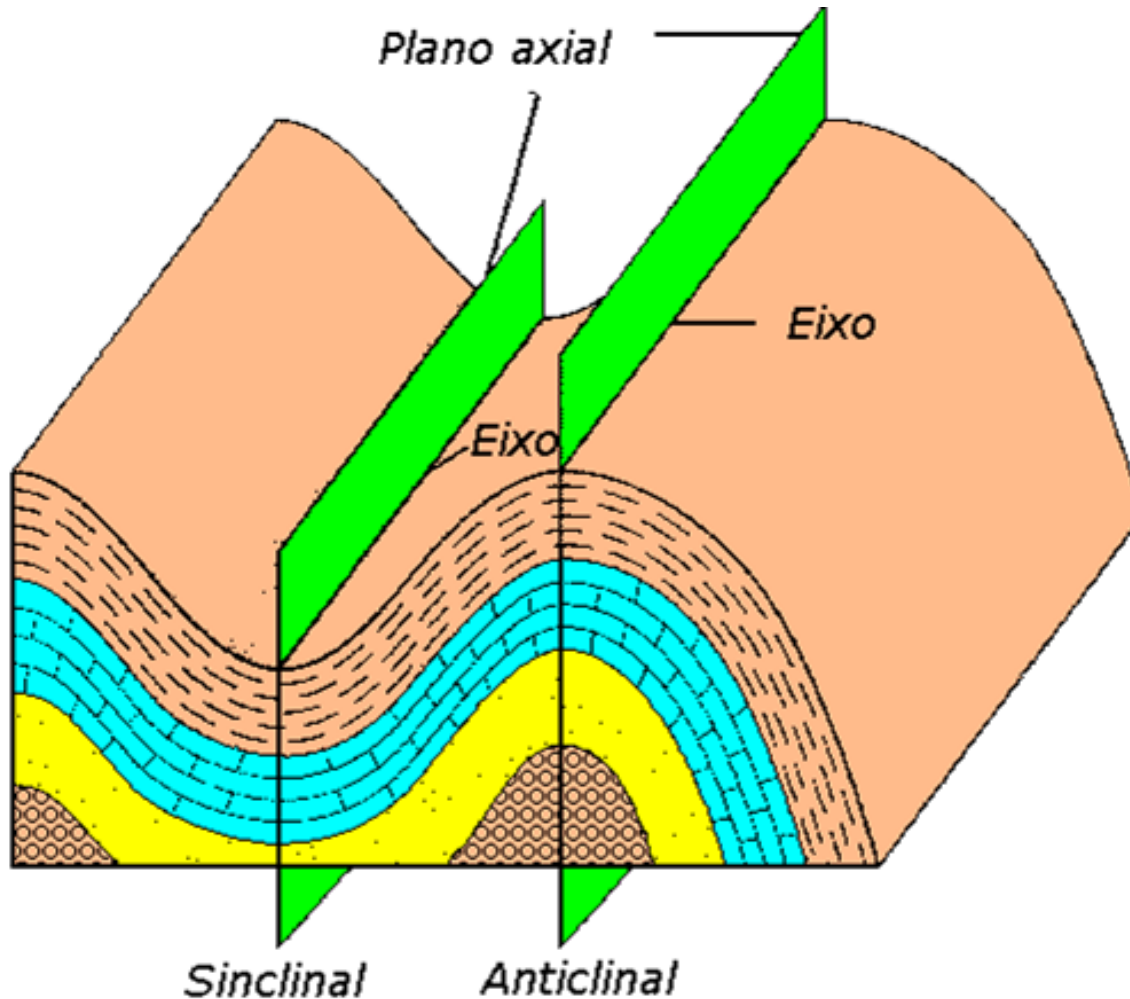
DOBRAS



f – flanco
ch - charneira

Estruturas de deformação

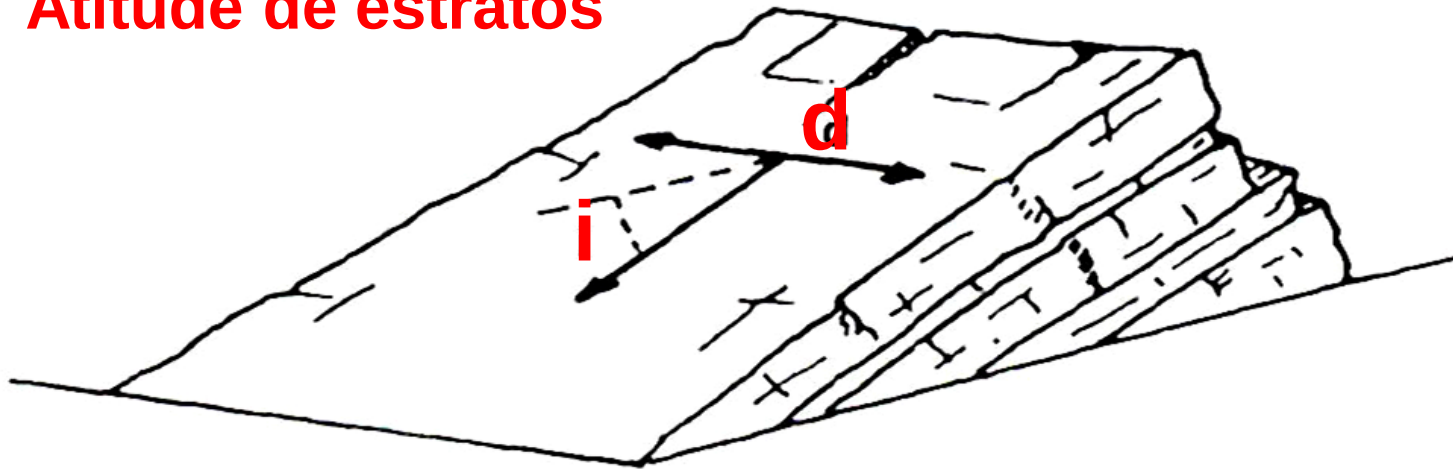
DOBRAS



Estruturas de deformação

Usa-se uma bússola
com clinómetro

Atitude de estratos

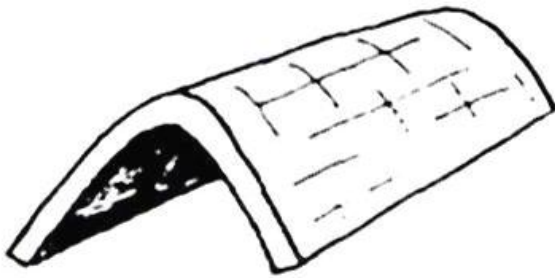


d – direcção da recta de nível

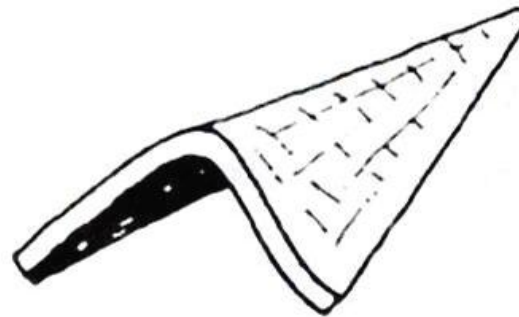
i – inclinação da superfície relativamente a um plano horizontal

Estruturas de deformação

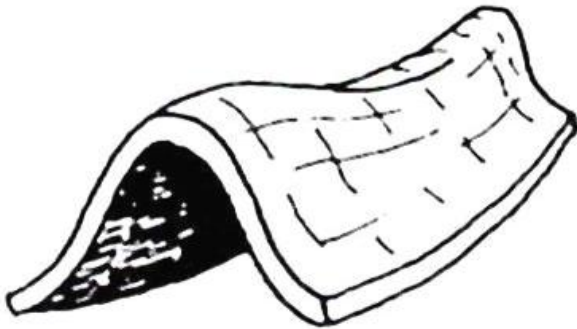
DOBRAS



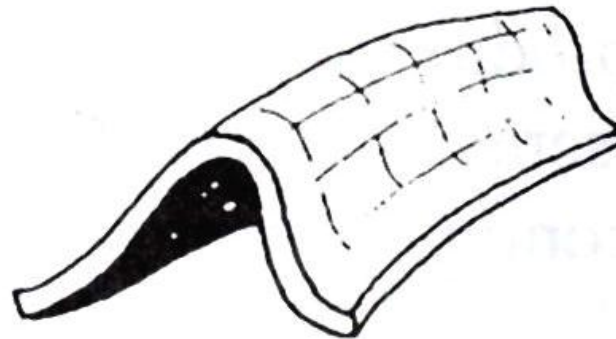
Dobra cilíndrica



Dobra cônica

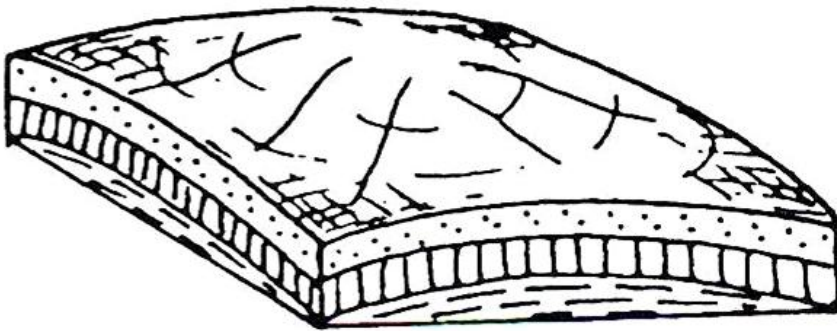


Dobras irregulares

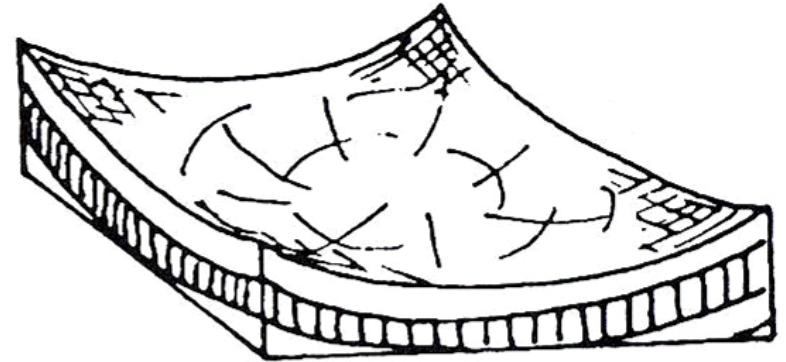


Estruturas de deformação

DOBRAS



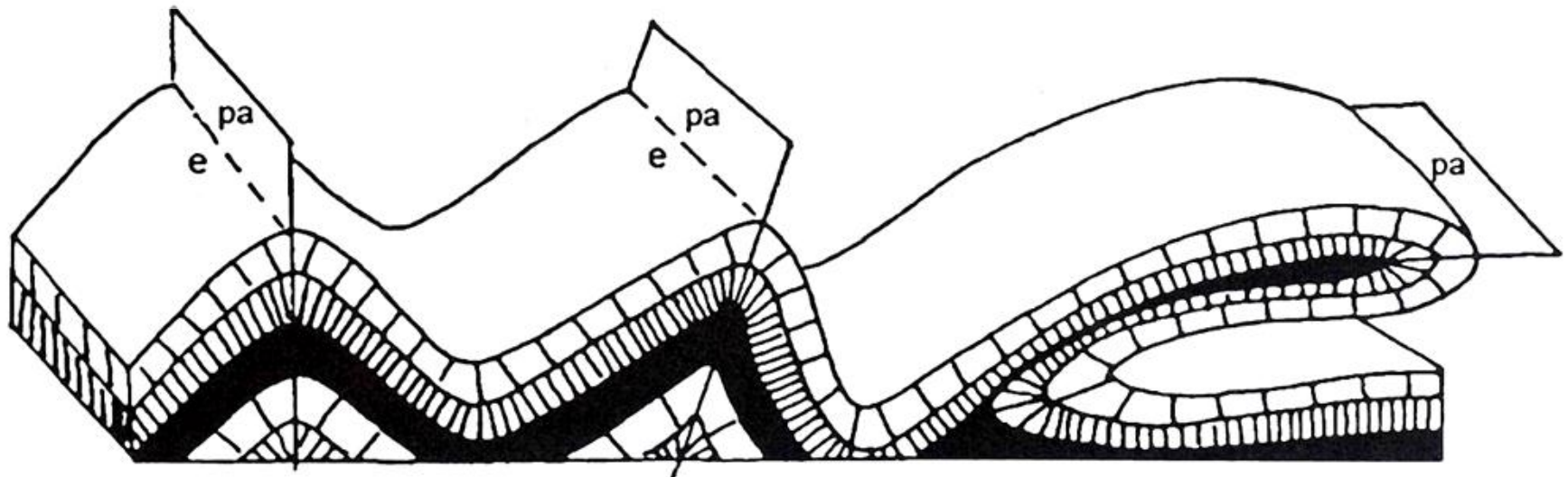
Doma



Bacia ou Cuvette

Estruturas de deformação

DOBRAS



Vertical

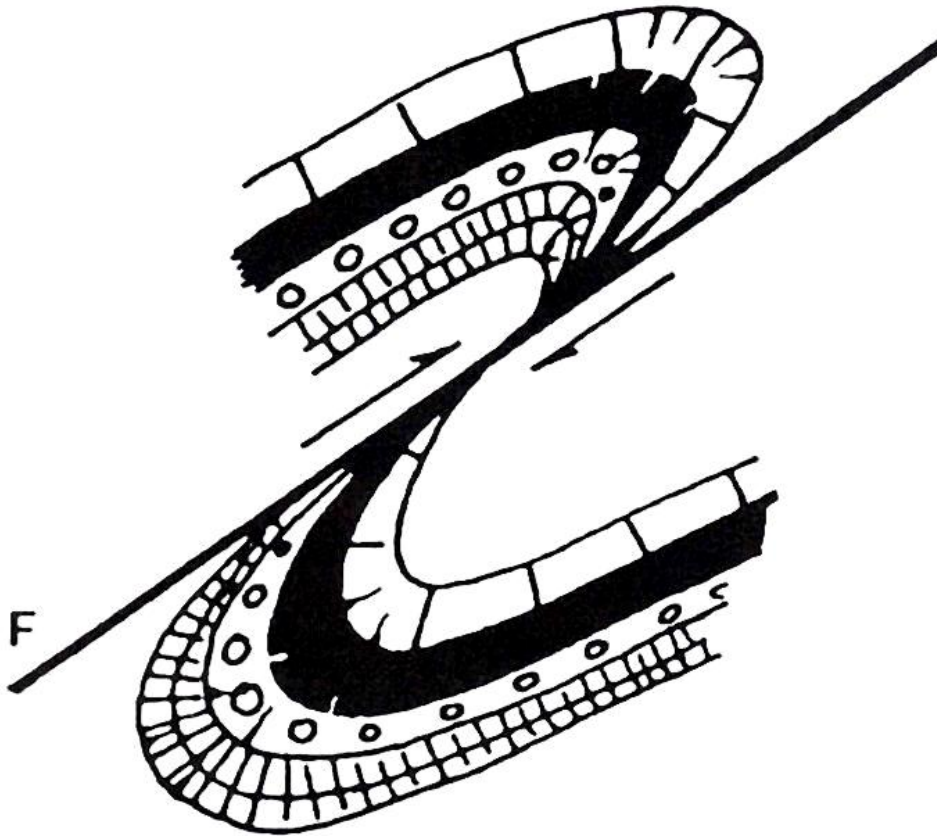
Inclinada

Deitada

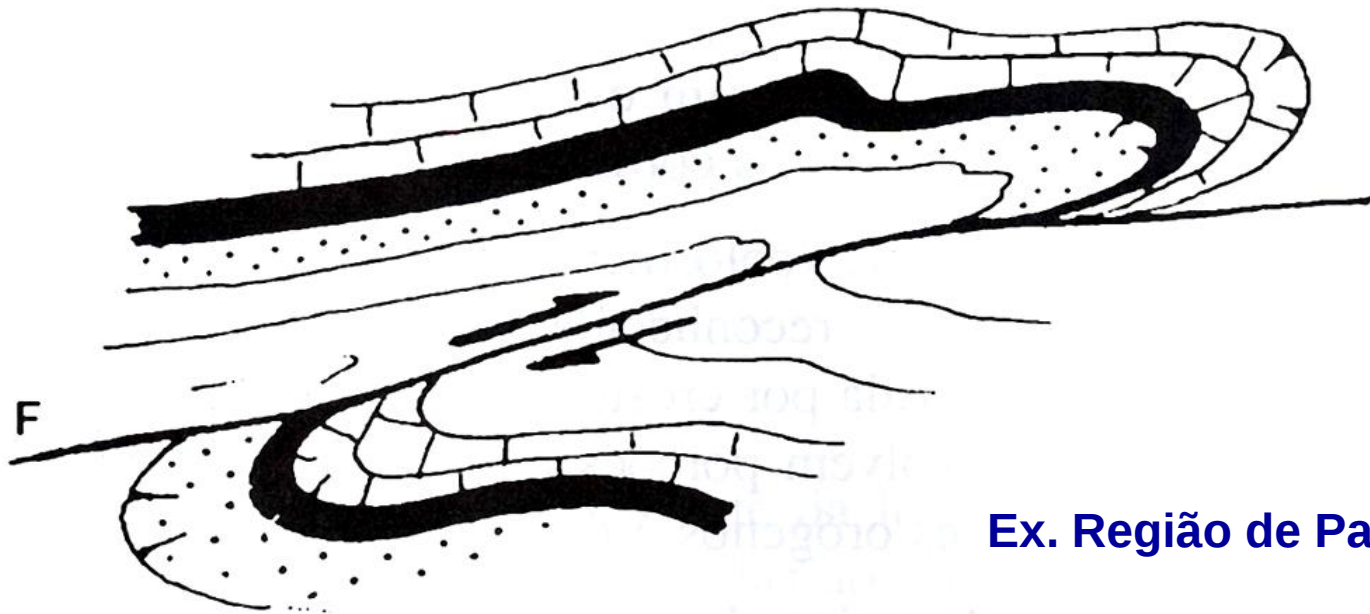
e – eixo
pa – plano axial

Estruturas de deformação

DOBRA-FALHA



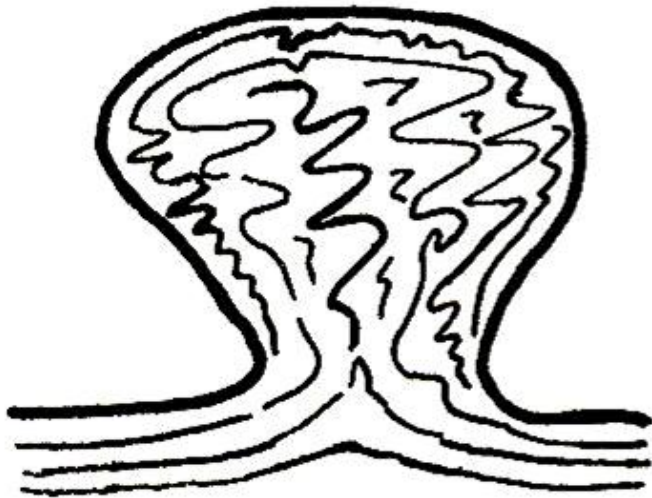
Estruturas de deformação



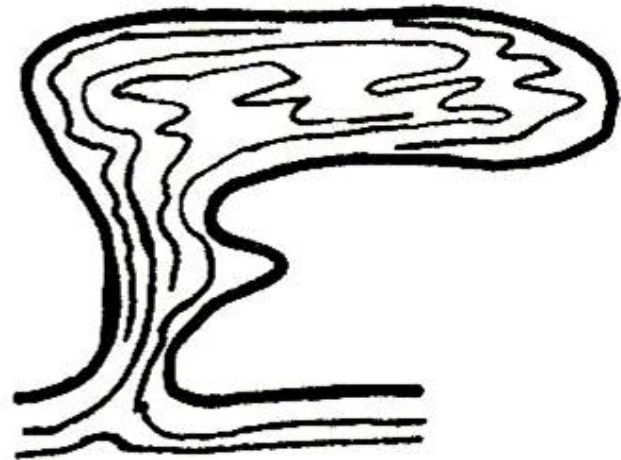
Ex. Região de Palmela

Cavalgamentos e Carreamentos

Estruturas de deformação



Diapiros

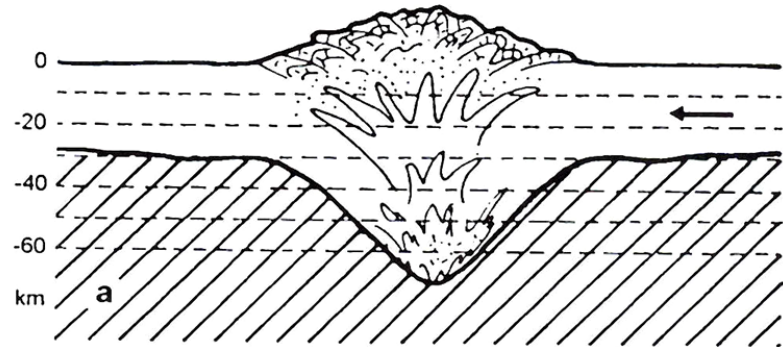


**Ex. formações evaporíticas
Salgema+Gesso**

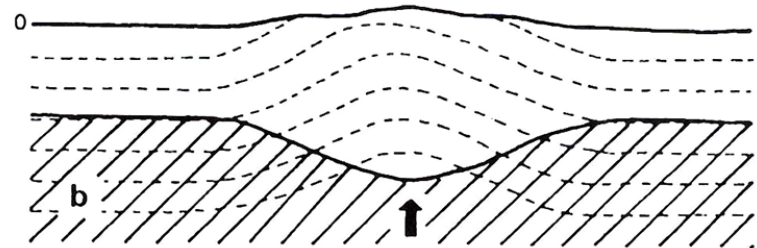
Deformação em cadeias orogénicas

Evolução de uma cadeia montanhosa

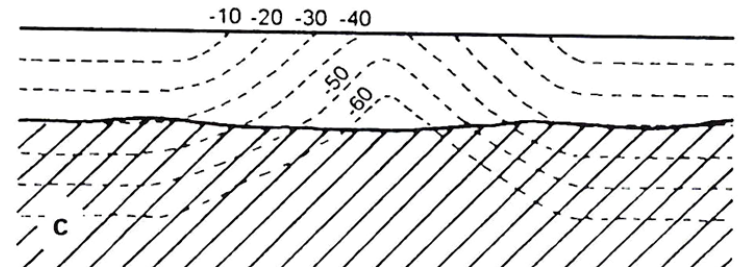
Fase compressiva
Relevos vigorosos
Enraizamento profundo



Erosão
Subida isostática



Aplanamento
Afloramento de rochas geradas a grande profundidade

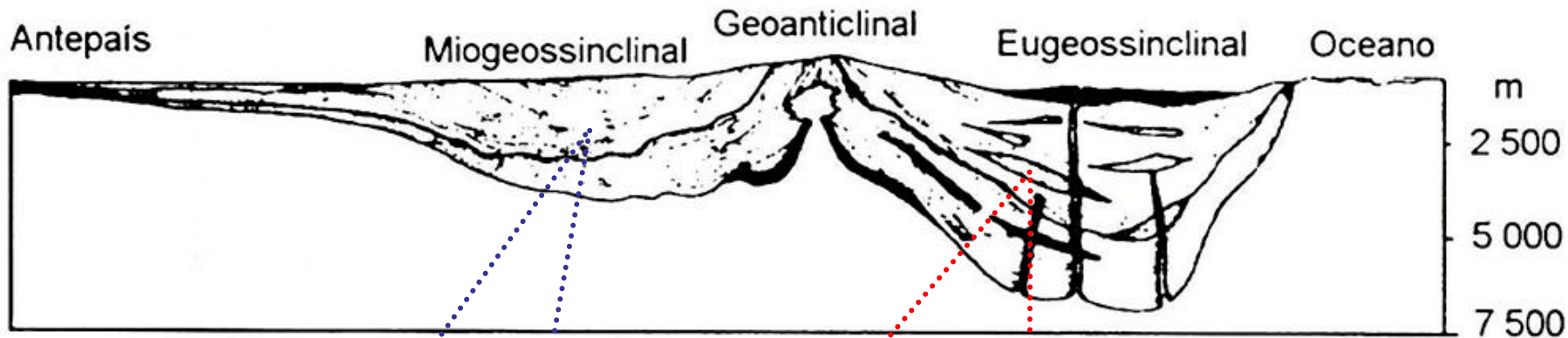


Deformação em cadeias orogénicas

Evolução geossinclinal e Tectónica de placas

Fase de enchimento com duração $\gg 100$ Ma

Fases tectonogénicas com duração muito inferior

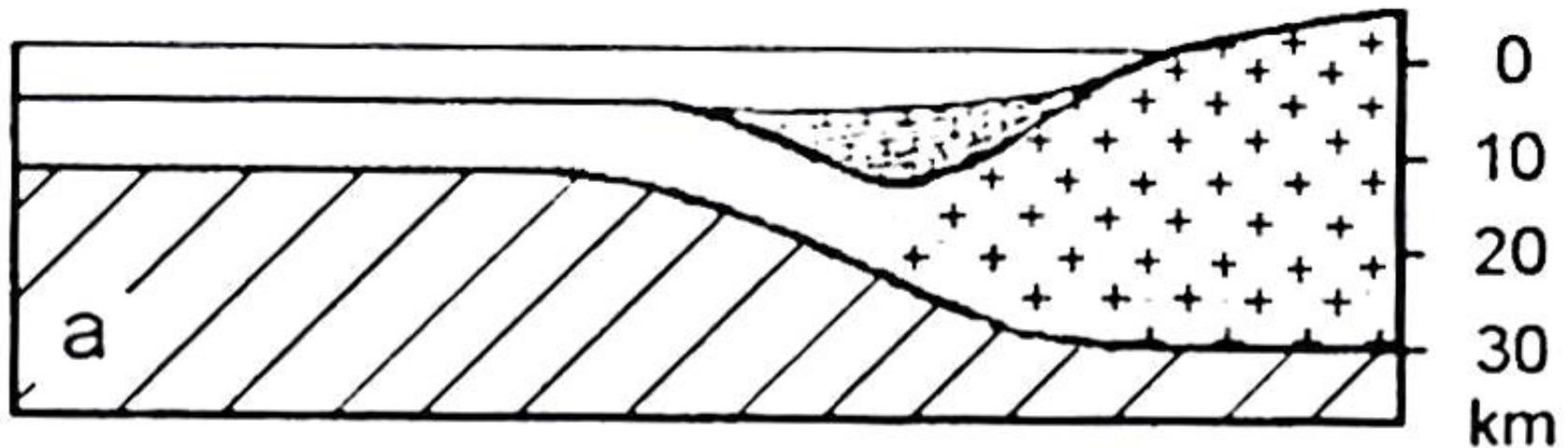


Calcários e rochas
detríticas ou de transição

Xistos e grauvaques (FLYSCHS) +
sedimentos profundos
+ rochas vulcânicas

Deformação em cadeias orogénicas

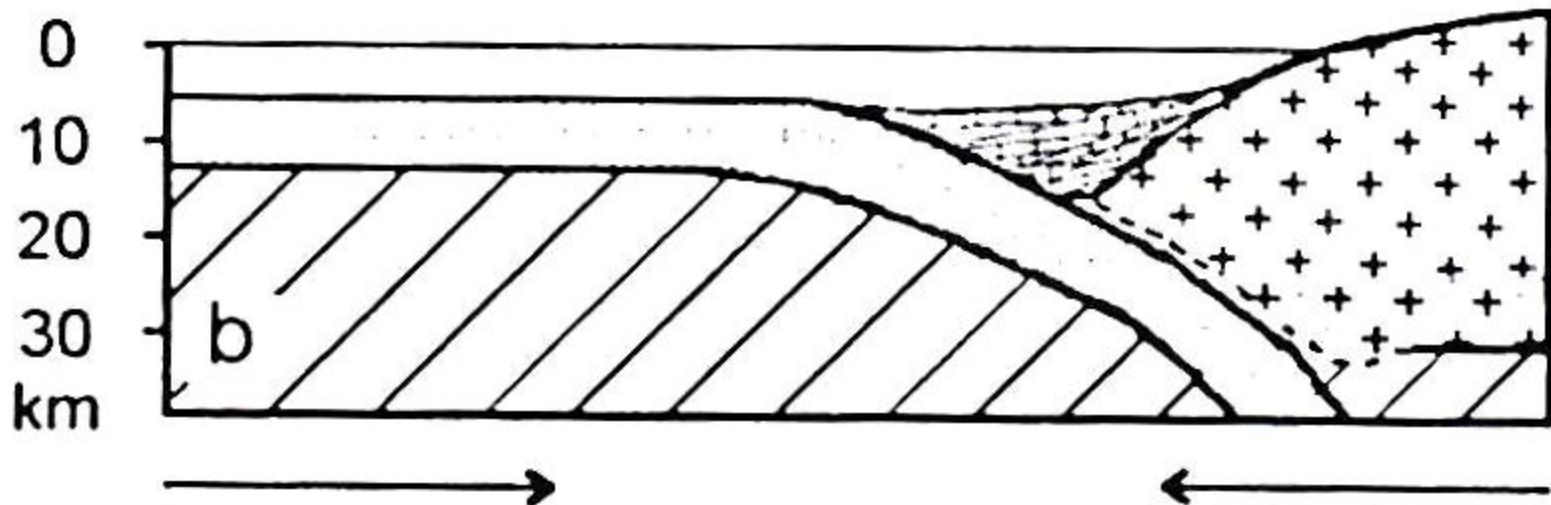
Tipos de geossinclinais



MARGEM CONTINENTAL ESTÁVEL

Deformação em cadeias orogénicas

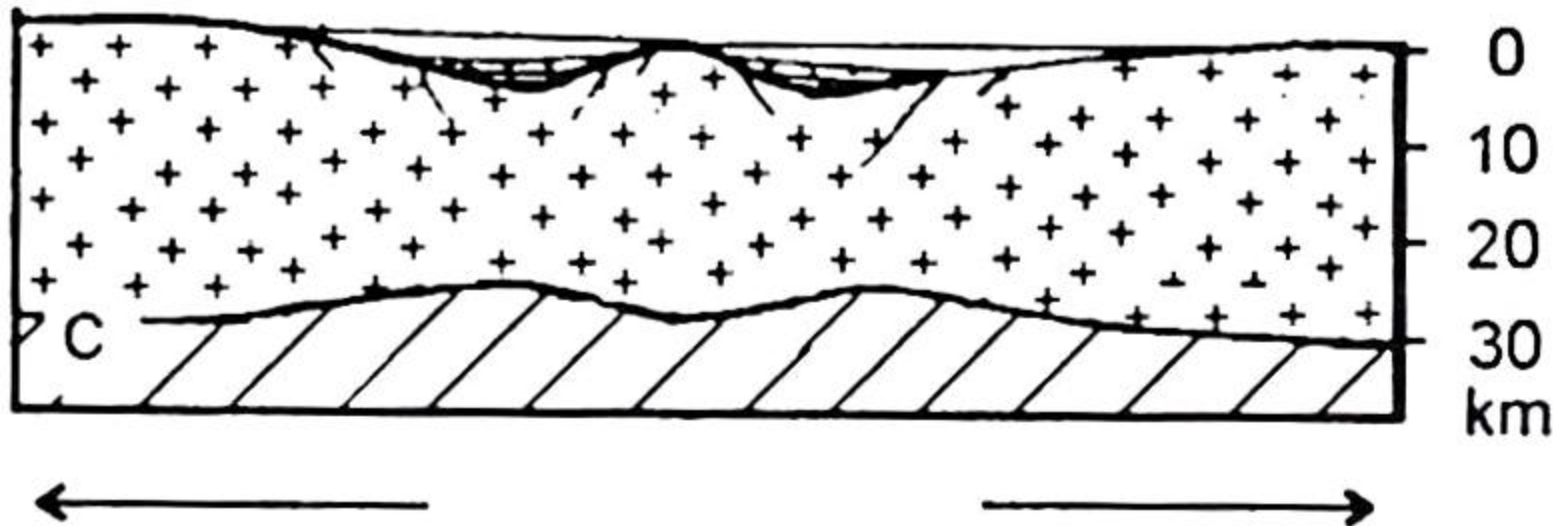
Tipos de geossinclinais



MARGEM CONTINENTAL INSTÁVEL

Deformação em cadeias orogénicas

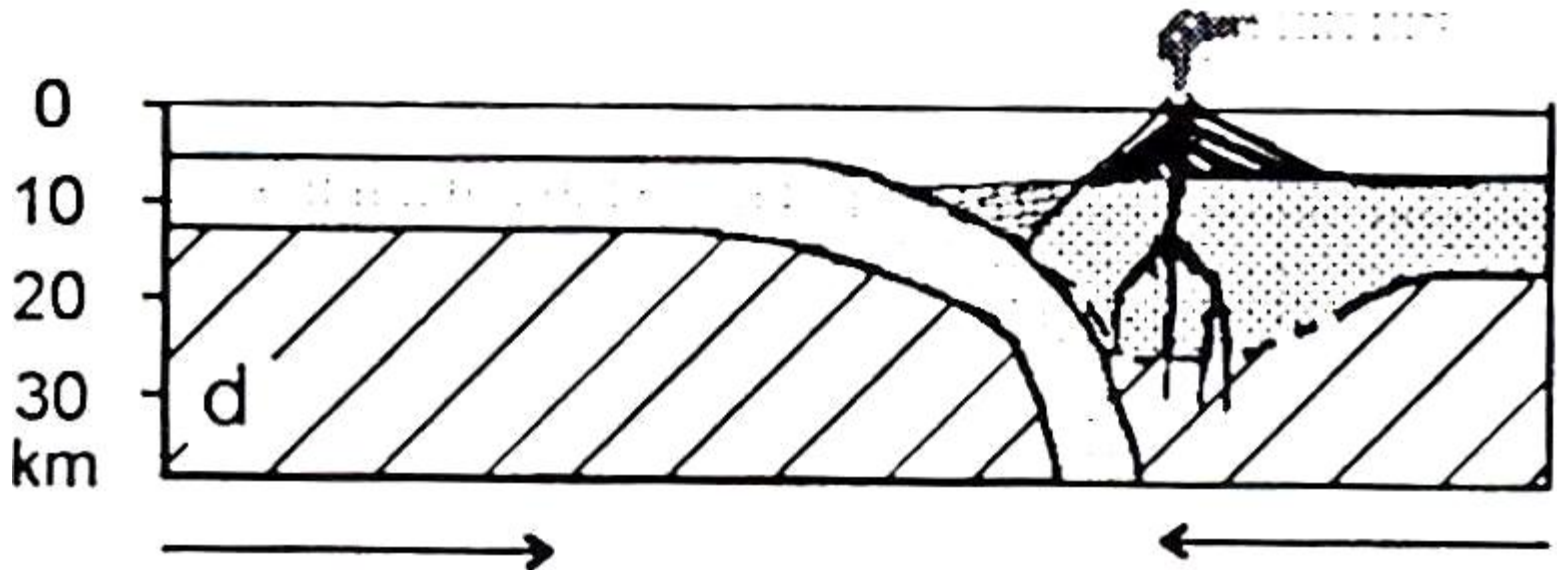
Tipos de geossinclinais



INTRACONTINENTAL

Deformação em cadeias orogénicas

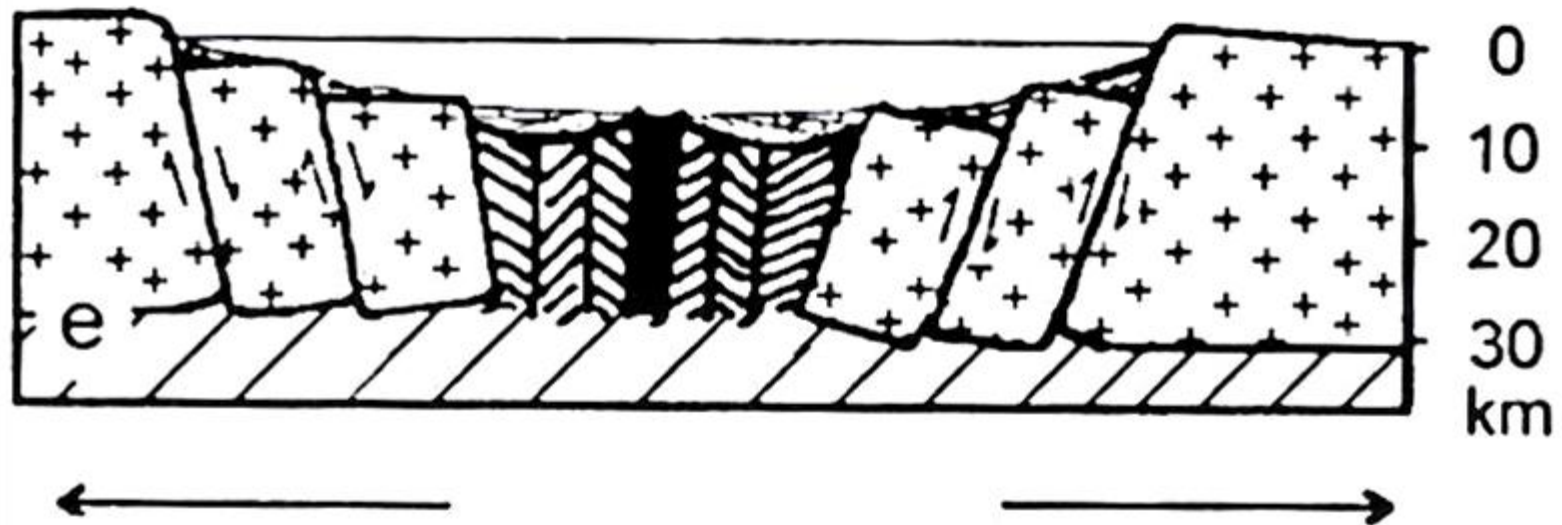
Tipos de geossinclinais



DE ARCO INSULAR

Deformação em cadeias orogénicas

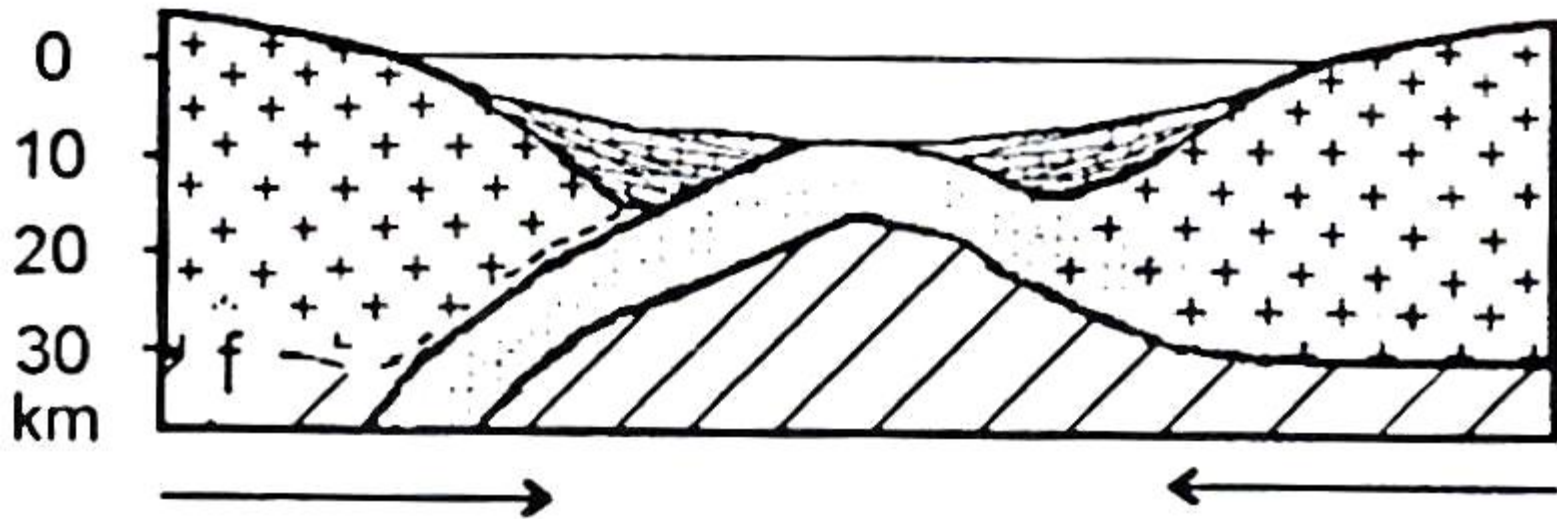
Tipos de geossinclinais



DE OCEANO EMBRIONÁRIO

Deformação em cadeias orogénicas

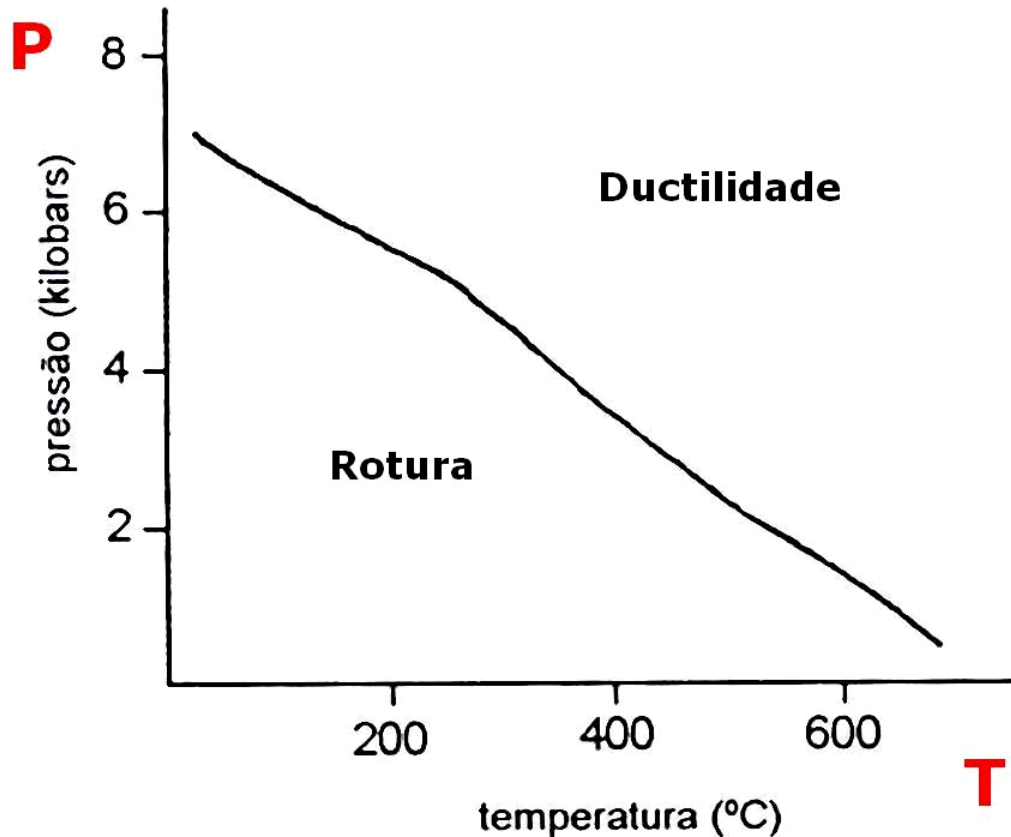
Tipos de geossinclinais



DE OCEANO RESIDUAL

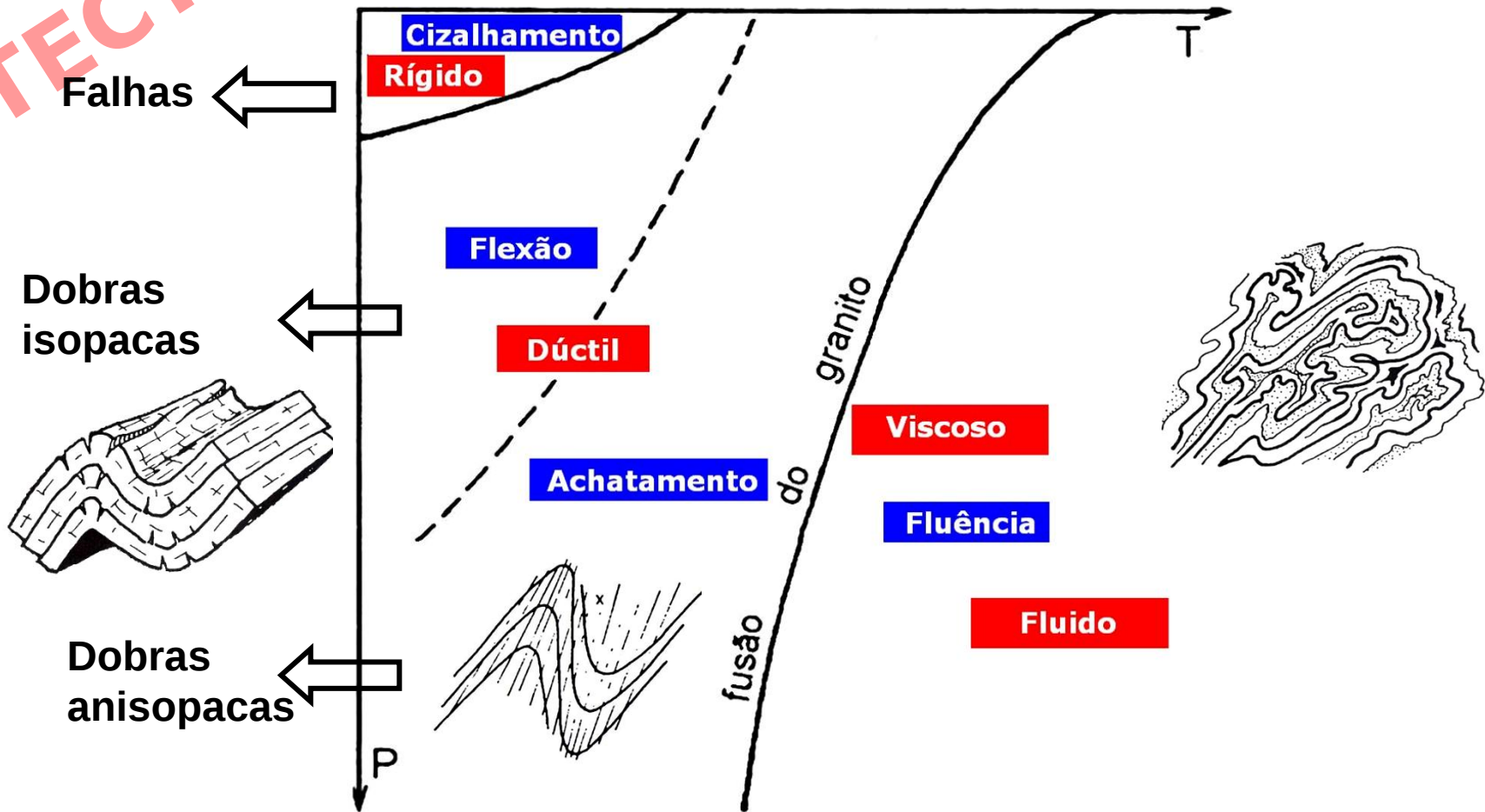
Deformação em cadeias orogénicas

Tipos e mecanismos de deformação orogénica



Comportamento dos materiais no seio da crosta

Deformação em cadeias orogénicas

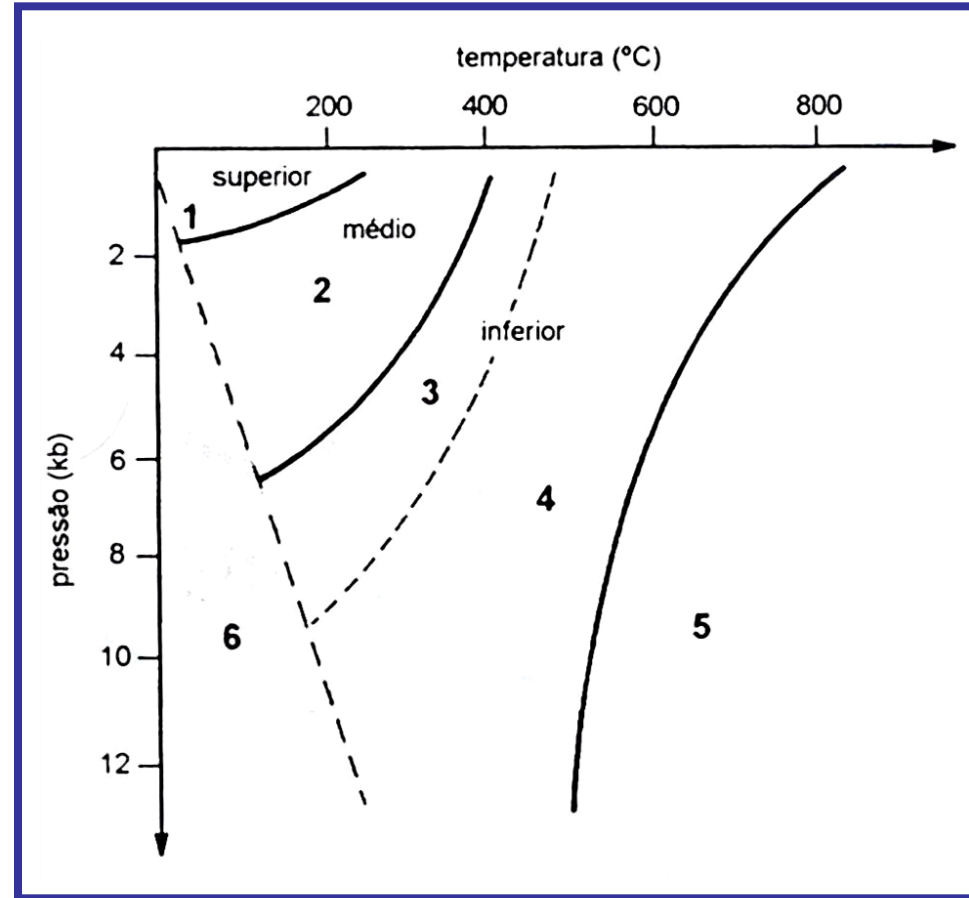


Comportamento e Mecanismos de deformação

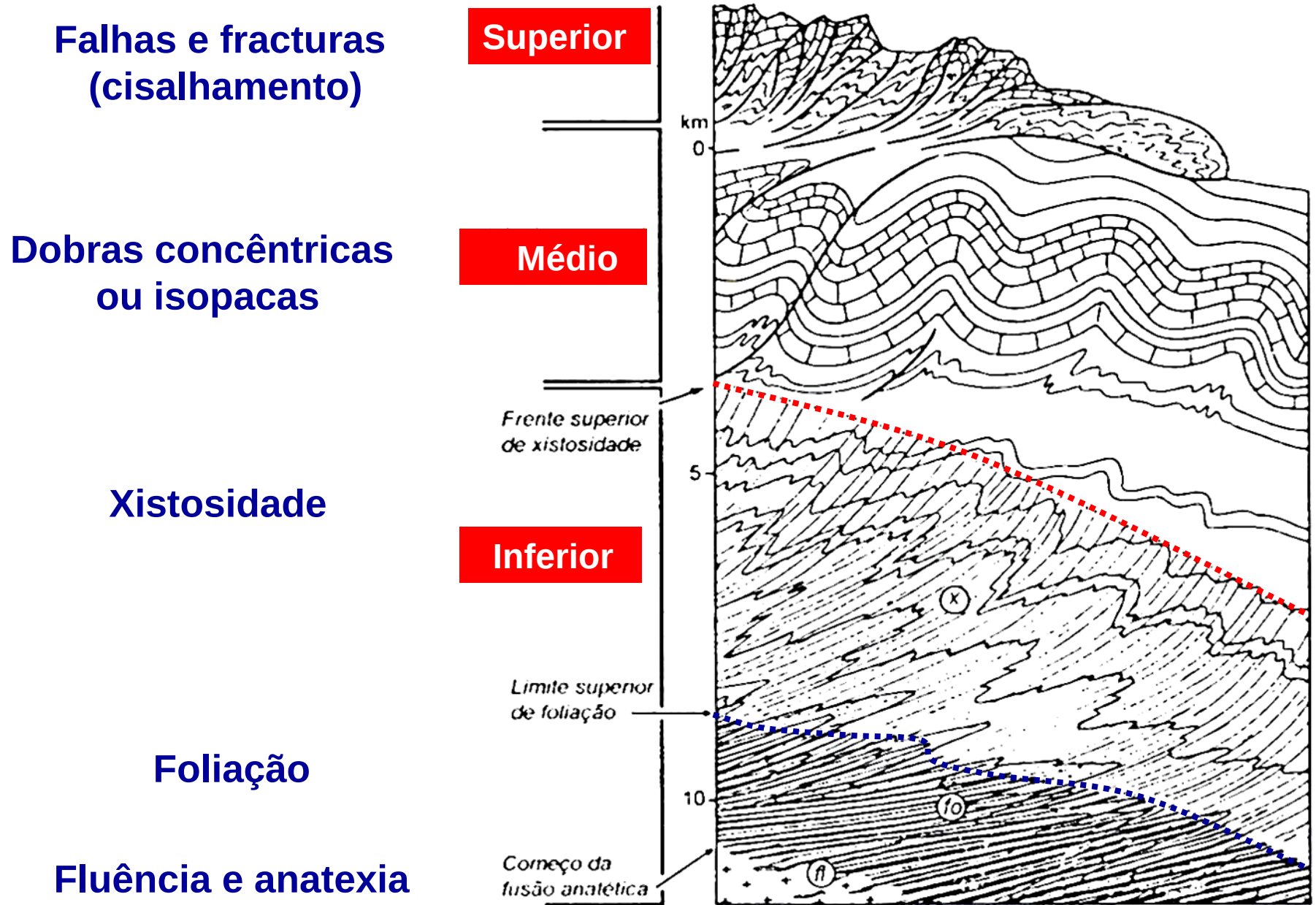
Deformação em cadeias orogénicas

Níveis estruturais da crosta

- 1 – Falhas e fracturas
(cisalhamento)**
- 2 – Dobras concêntricas
ou isopacas**
- 3 – Xistosidade**
- 4 – Foliação**
- 5 – Fluência e anatexia**
- 6 – Condições não
verificadas na crosta**



Níveis estruturais em cadeias orogénicas



*Revê agora os objectivos que tínhamos
proposta para este tema e confirma a tua
aprendizagem*

Nota : Todos os outros temas dos Livros **Petrogénese**
e Orogénese e **Morfogénese e Sedimentogénese**
têm os objectivos bem definidos!