

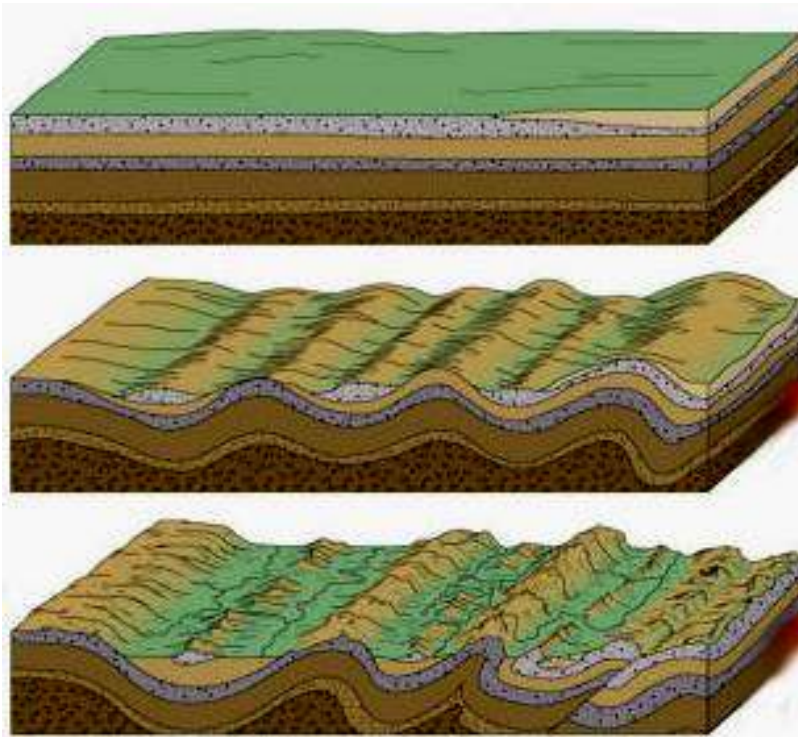
# DEFORMAÇÃO FRÁGIL E DÚCTIL

## Como pode manifestar-se o dinamismo interno da Terra?

As deformações surgem por tensões que alteram a forma e ou o volume das rochas.

As rochas estão sujeitas a tensões provocadas pela:

1. mobilidade das placas litosféricas.
2. pressão das camadas suprajacentes.

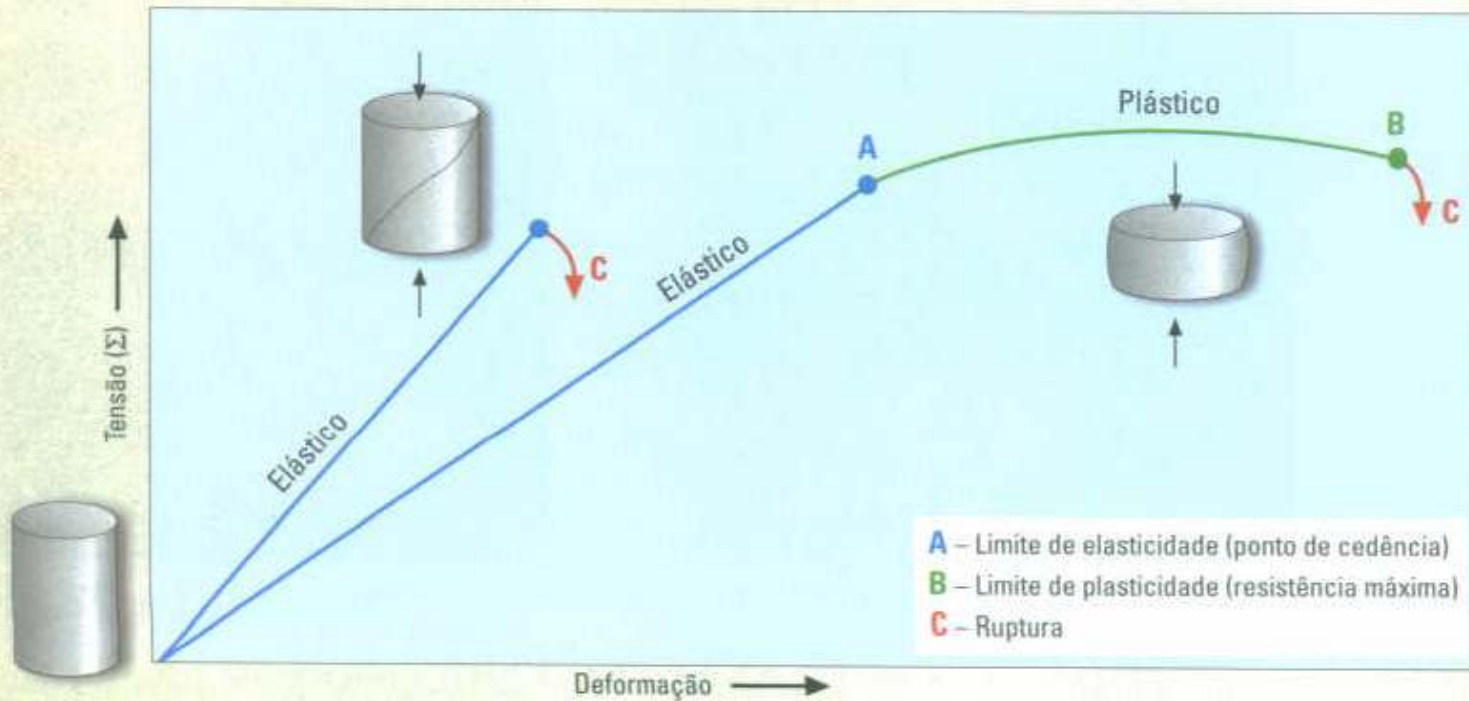


O comportamento das rochas em relação à tensão que lhes é aplicada é variável e depende:

1. do tipo de rocha.
2. das condições de pressão e temperatura a que a rocha está sujeita.
3. da intensidade da tensão.

**Tensão** – força exercida por unidade de área

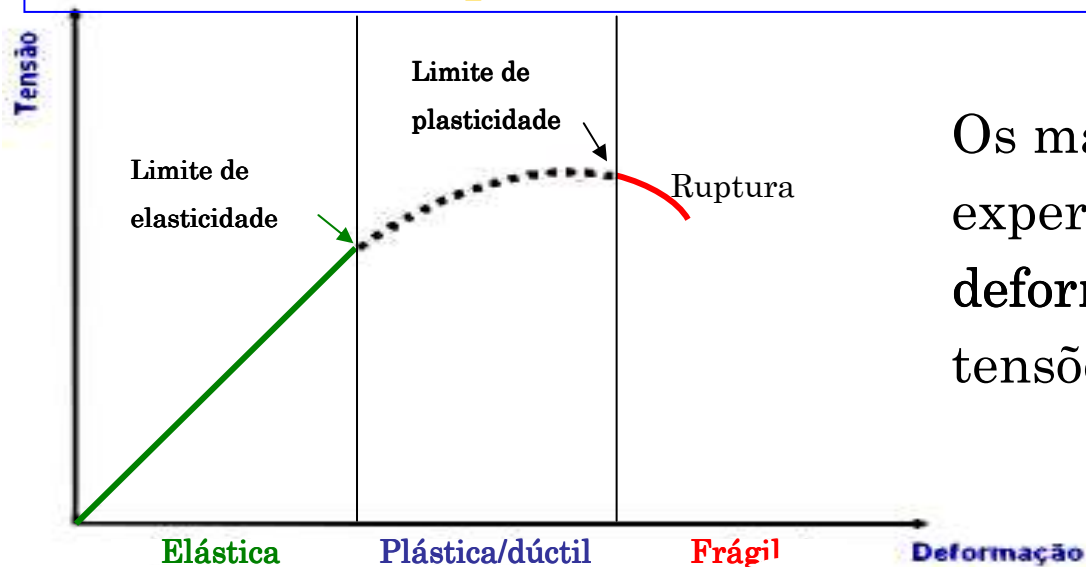
## Como se comportam as rochas face às tensões aplicadas?



### EXPLORAÇÃO

1. Refira o tipo de resposta que podem ter os materiais geológicos quando sujeitos a um dado estado de tensão.
2. Indique o comportamento em que a deformação resultante é directamente proporcional à tensão aplicada.
3. Mencione o momento a partir do qual o estado inicial não é recuperado.
4. Sugira alguns parâmetros físicos que podem influenciar o comportamento dos materiais geológicos.

## Como se comportam as rochas face às tensões aplicadas?

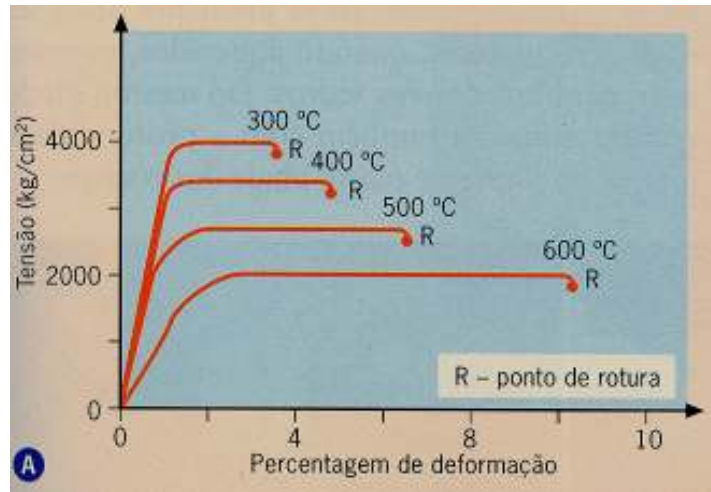


Os materiais rochosos podem experimentar diversos tipos de deformações em resposta às tensões que suportam.

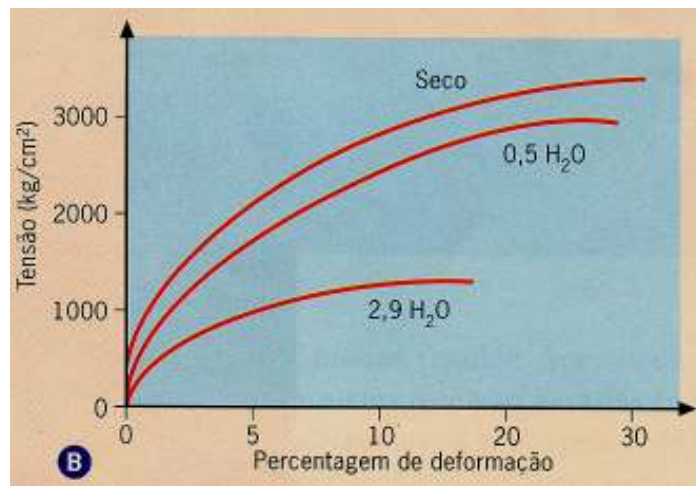
DEFORMAÇÕES	Força aplicada/ limite de elasticidade ou plasticidade	Comportamento do material
<b>ELÁSTICA</b> (reversível)	$<$ do que o limite de elasticidade	Deforma-se, mas pode recuperar a sua forma original, quando a tensão cessa.
<b>PLÁSTICA/ DÚCTIL</b> (permanente)	$>$ do que o limite de elasticidade mas $<$ do que o limite de plasticidade	Deforma-se e a alteração do estado original mantém-se de modo permanente.
<b>FRÁGIL</b>	$>$ do que o limite de plasticidade	Atinge o limite de resistência máxima e fractura.

## Que factores podem influenciar o comportamento mecânico das rochas?

Os gráficos A e B traduzem os efeitos experimentais relativos à influência de alguns factores ambientais na intensidade das deformações experimentadas pelos materiais rochosos.



Deformações de um calcário submetido a diversas temperaturas e diferentes condições de tensão.



Deformações de um calcário com quantidades variáveis de água em função da tensão a que está submetida

1. Identifique os factores, referidos no gráfico, que interferem na deformação das rochas.
2. Para que o calcário atinja uma deformação de 2%, qual a tensão a que deve ser submetido quando se considera, respectivamente, a temperatura de 300°C e 500°C?
3. Em que condições essa rocha pode atingir uma deformação de 8%?
4. Justifique, com base nos dados, que um aumento de temperatura torna a rocha mais plástica
5. Refira a influência da água na deformação da rocha.

# COMPORTAMENTO DAS ROCHAS

## FRÁGIL

A rocha **fractura** facilmente em condições de baixa pressão e baixa temperatura

Relaciona-se com a formação de

## FALHAS



**fractura** das rochas acompanhada do movimento relativo de um dos blocos fracturados.

## DÚCTIL



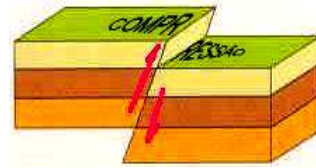

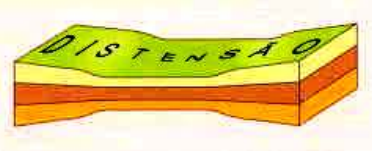
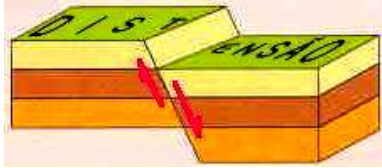

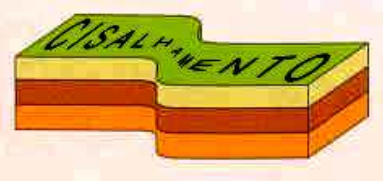

A rocha **deforma-se**, experimentando deformações permanentes mas **sem fracturar**, mesmo em condições elevadas de pressão e temperatura

Relaciona-se com a formação de

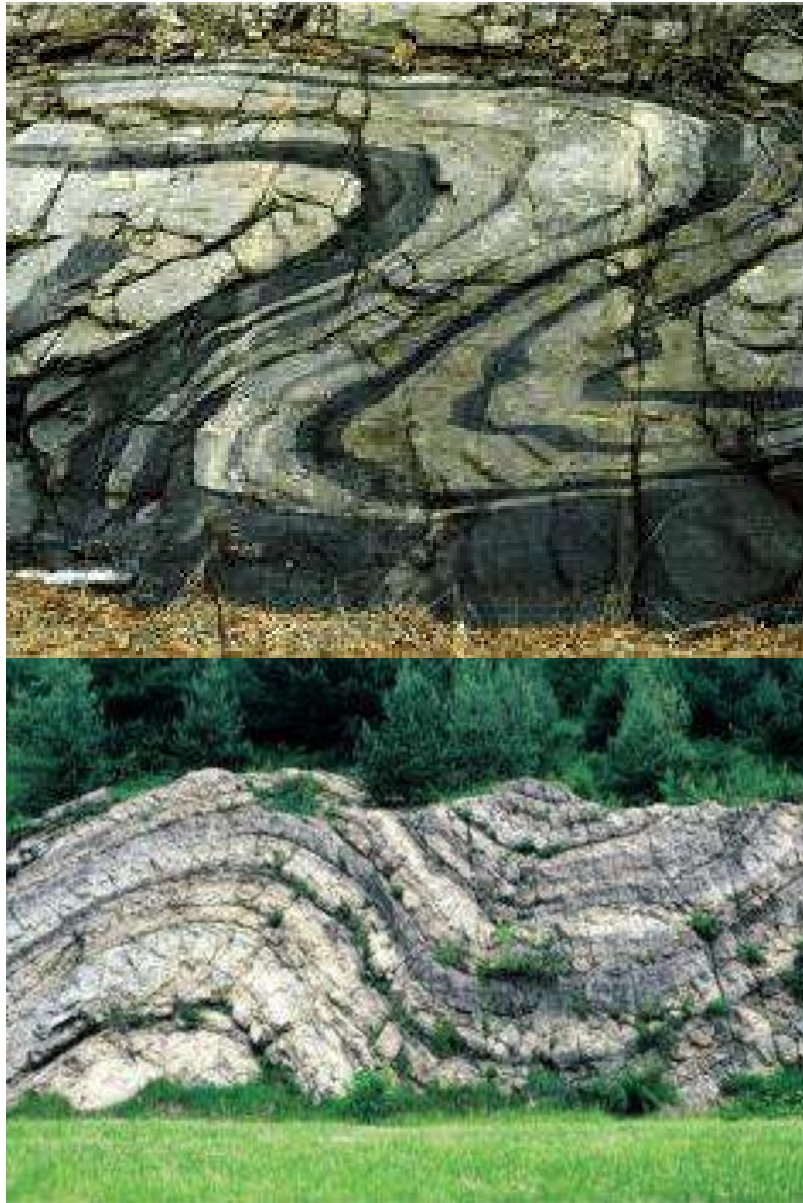
## DOBRAS



**encurvamento** de superfícies originalmente planas, em que não se verifica deslocação dos blocos .

TIPO DE LIMITE TECTÓNICO	TIPOS de TENSÕES	TIPO DE ROCHA/DEFORMAÇÃO	
CONVERGENTE	<p><b>COMPRESSÃO (COMPRESSIVAS)</b> As forças tendem a reduzir o volume das rochas.</p> 	<p><b>DÚCTIL – DOBRA</b> (deformação contínua)</p> 	
		<p><b>FRÁGIL – FALHA INVERSA</b> (deformação descontínua)</p> 	
DIVERGENTE	<p><b>DISTENSÃO OU TRACÇÃO (DISTENSIVAS)</b> As forças tendem a alongar a rocha.</p> 	<p><b>DÚCTIL – estiramento</b></p> 	
		<p><b>FRÁGIL – FALHA NORMAL</b> (deformação descontínua)</p> 	
TRANSFORMANTE	<p><b>CISALHAMENTO (CISALHANTES)</b> As forças provocam movimentos paralelos, mas em sentidos opostos.</p> 	<p><b>DÚCTIL – cisalhamento</b></p> 	
		<p><b>FRÁGIL – FALHA DE DESLIGAMENTO</b> (deformação descontínua)</p> 	

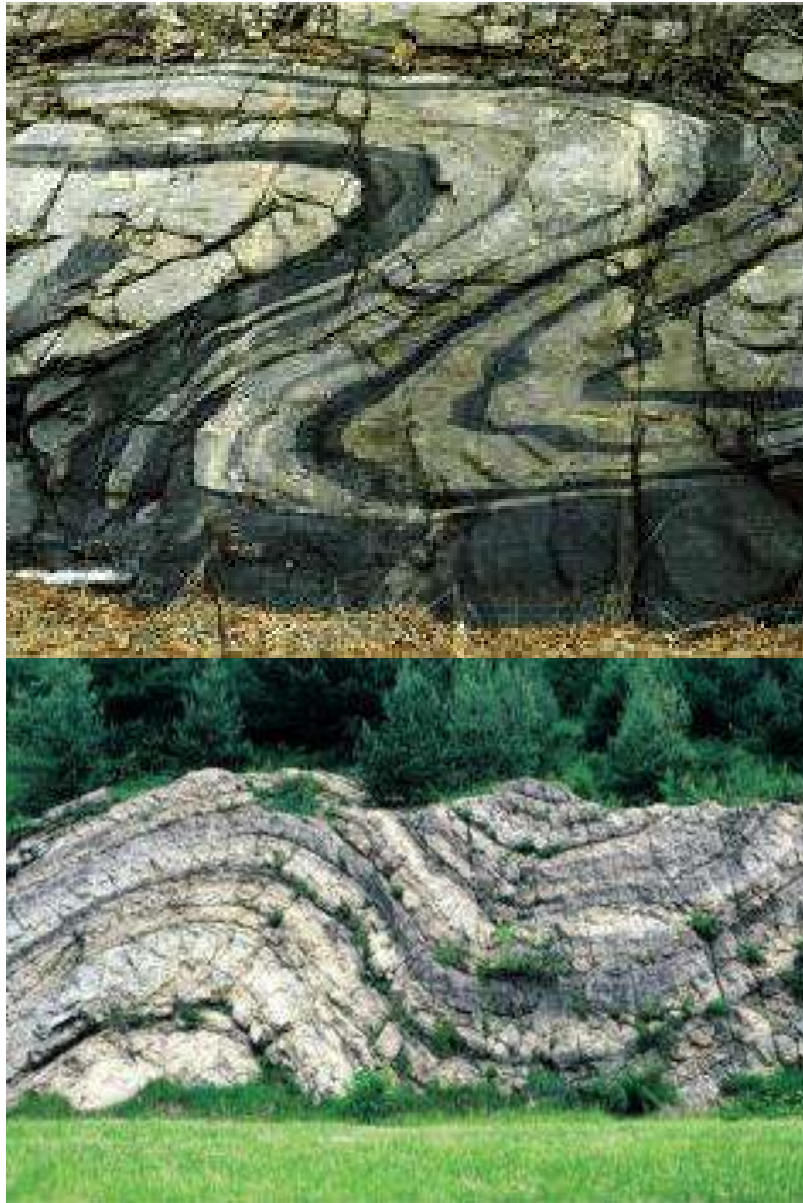
## Dobras: O que são?



Complete o seguinte texto acerca das características das dobras:

As dobras são deformações \_\_\_\_\_, em que não se verifica uma \_\_\_\_\_ de um bloco em relação ao outro. Verifica-se um \_\_\_\_\_ de superfícies originalmente planas. Resultam da actuação de \_\_\_\_\_ em rochas com comportamento \_\_\_\_\_.

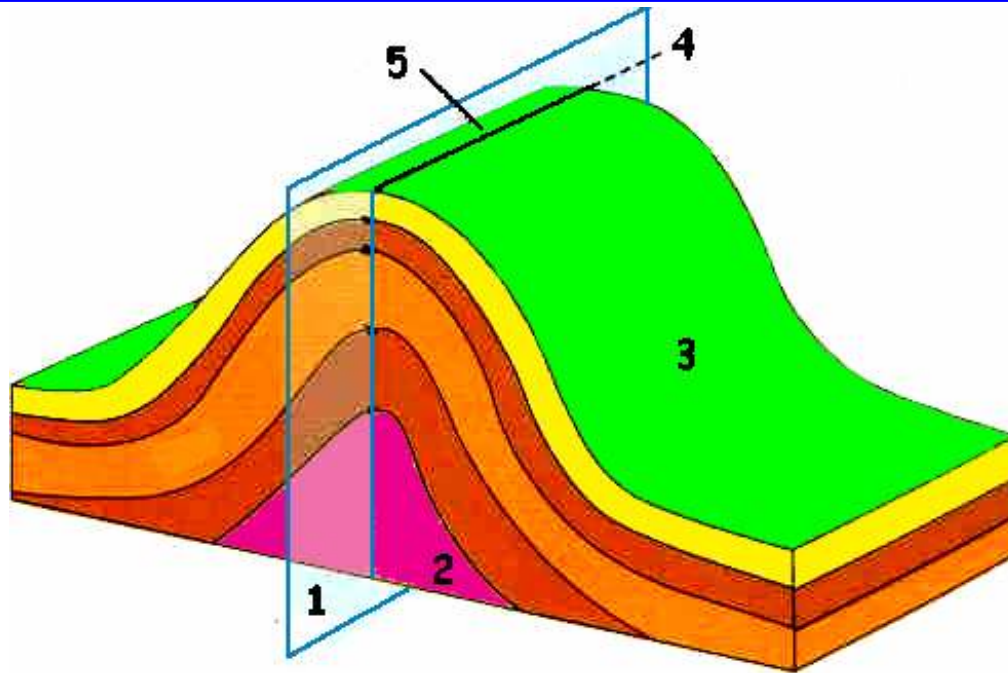
## Dobras: O que são?



Complete o seguinte texto acerca das características das dobras:

As dobras são deformações contínuas, em que não se verifica uma **movimentação** de um bloco em relação ao outro. Verifica-se um **encurvamento** de superfícies originalmente planas. Resultam da actuação de **tensões** em rochas com comportamento **dúctil/plástico**.

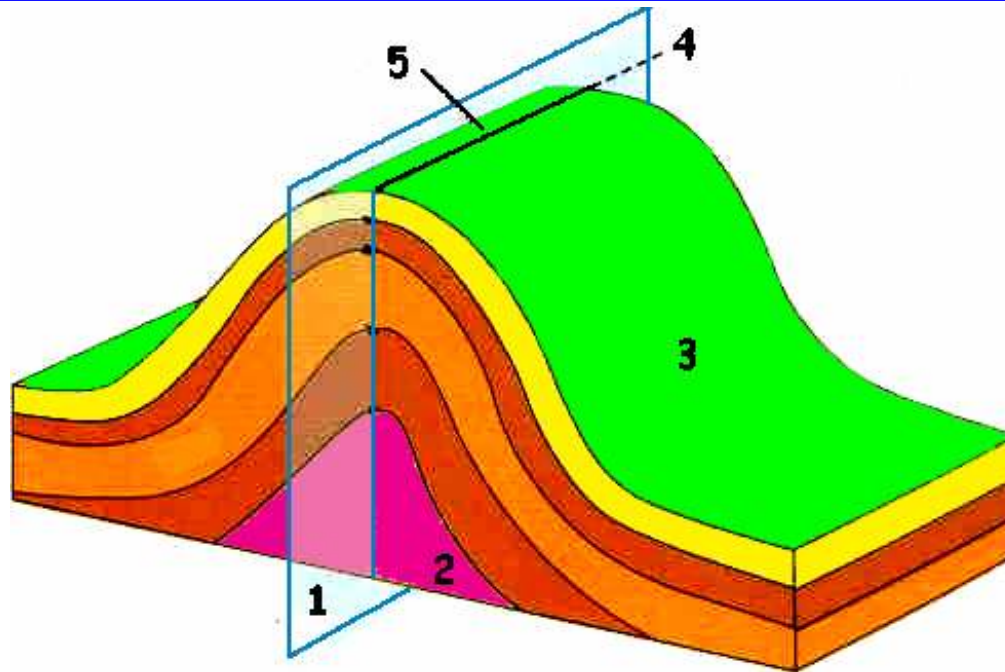
## Quais são os elementos que caracterizam uma dobra?



Preenche no quadro os números relativos à figura

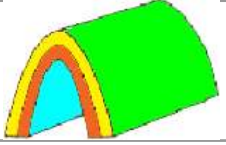
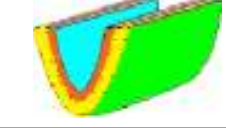

	Charneira	Linha que une os pontos de máxima curvatura da dobra.
	Flancos	São as vertentes da dobra; situam-se de um e de outro lado da charneira.
	Superfície ou plano axial	Plano imaginário que a divide em dois flancos aproximadamente iguais, com inclinações opostas.
	Eixo da dobra	Linha imaginária que está na intersecção dos dois flancos da dobra.
	Núcleo	Conjunto das camadas mais internas da dobra.

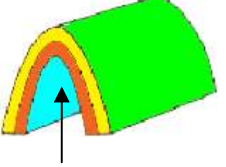
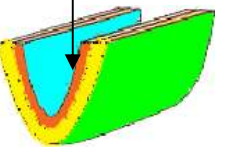
## Quais são os elementos que caracterizam uma dobra?



5	Charneira	Linha que une os pontos de máxima curvatura da dobra.
3	Flancos	São as vertentes da dobra; situam-se de um e de outro lado da charneira.
1	Superfície ou plano axial	Plano imaginário que a divide em dois flancos aproximadamente iguais, com inclinações opostas.
4	Eixo da dobra	Linha imaginária que está na intersecção dos dois flancos da dobra.
2	Núcleo	Conjunto das camadas mais internas da dobra.

## Como se classificam as dobras?

Quanto à posição no espaço	Nome	Características	
	<b>Antiforma</b>	Dobra cuja abertura está voltada para baixo (ou a curvatura voltada para o topo)	
	<b>Sinforma</b>	Dobra cuja abertura está voltada para cima (ou a curvatura voltada para a base)	
	<b>Dobra neutra</b>	Dobra cuja abertura se encontra lateralmente	

Quanto à disposição da sequência estratigráfica (idade dos estratos)	Nome	Características	
	<b>Anticlinal</b>	No núcleo da antiforma encontram-se as rochas mais antigas	
<b>Sinclinal</b>	No núcleo da sinforma encontram-se as rochas mais recentes		Rochas mais recentes

## Como se define a direcção e a inclinação das camadas de uma dobra?

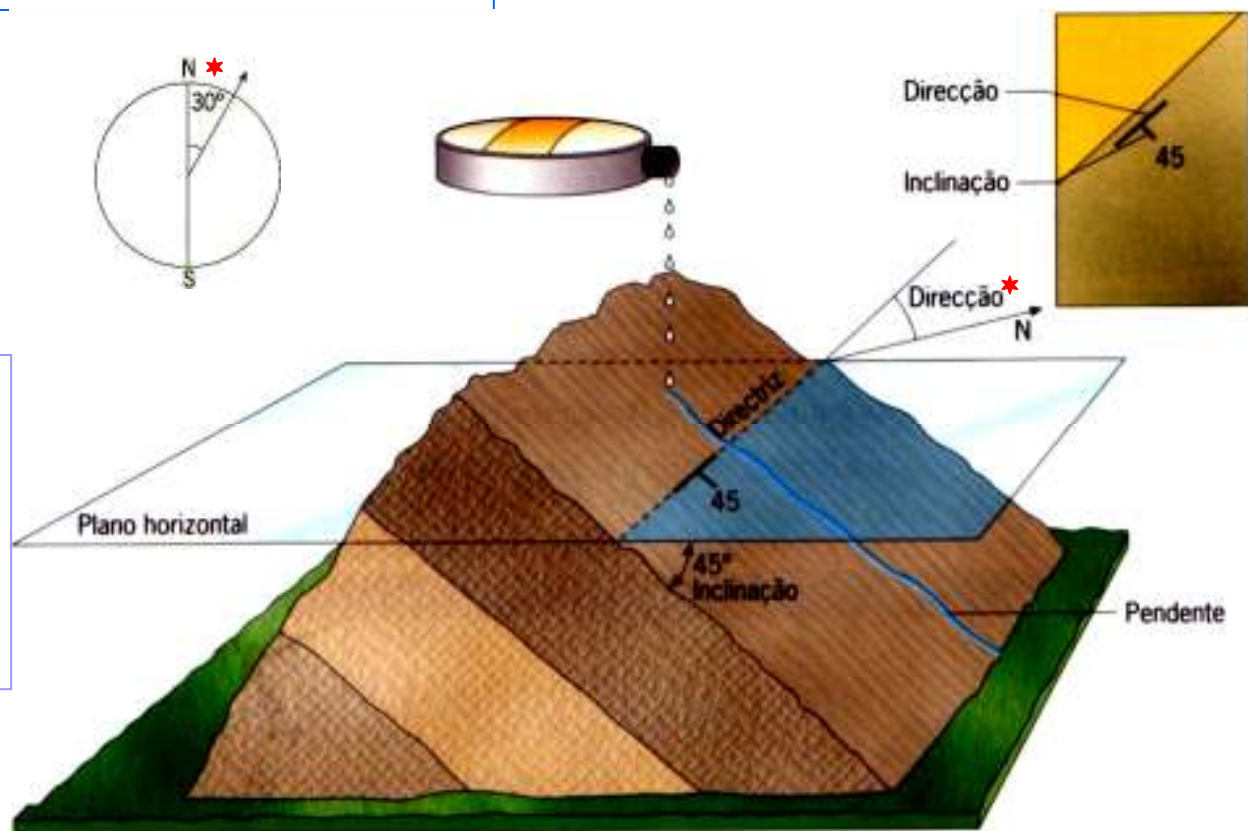
Posição das camadas de rochas da dobra no espaço (atitude das camadas)

### DIRECÇÃO das camadas

ângulo formado pela directriz com a direcção N-S geográfica dada pela bússola.

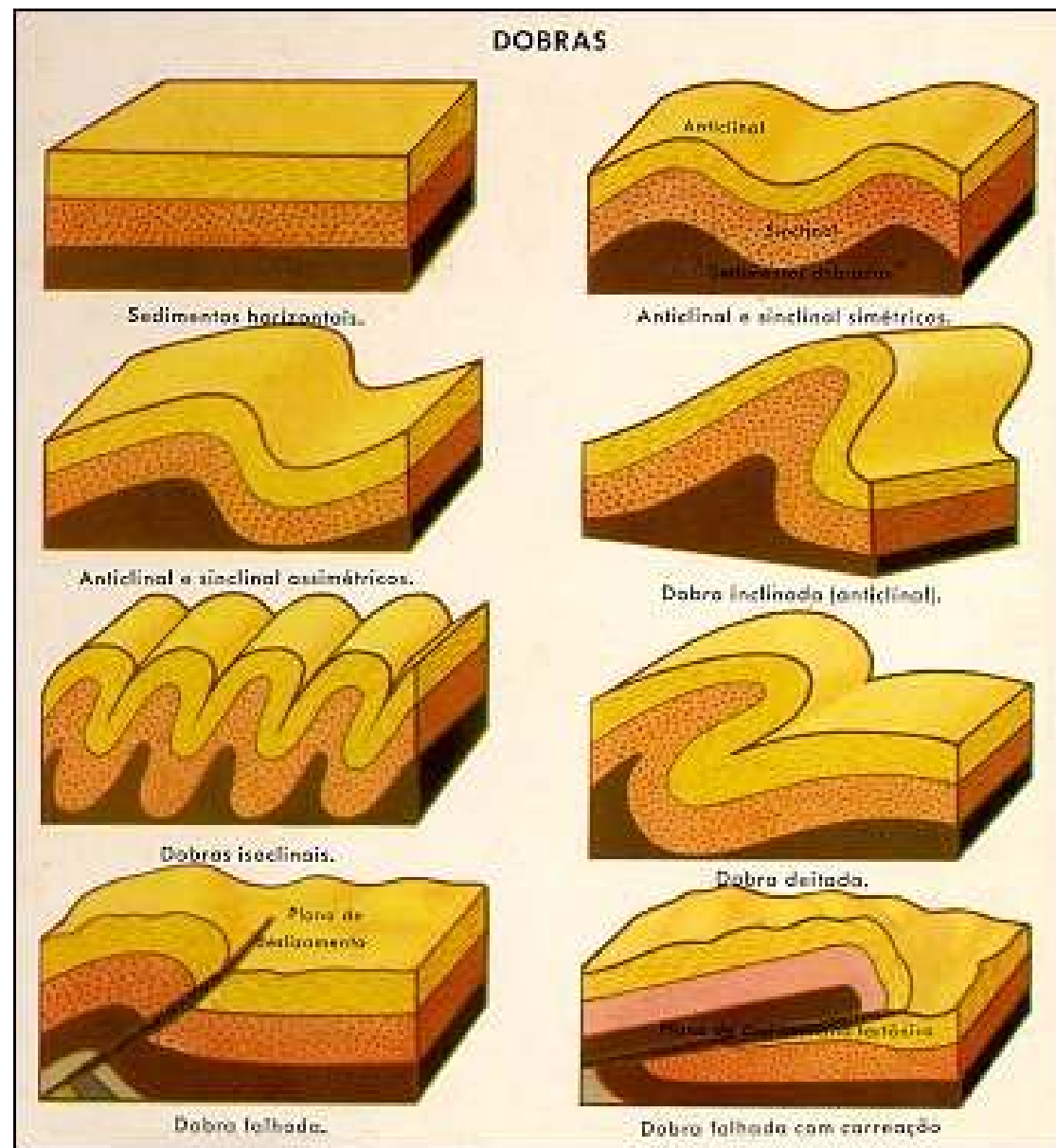
### INCLINAÇÃO das camadas

ângulo formado pela pendente com o plano horizontal.



**Directriz** – linha horizontal definida pela intersecção do plano da camada com um plano horizontal.

# Alguns exemplos de dobras



Identifica os tipos de dobras apresentados nas imagens seguintes?























## Falhas: O que são?

Completa o seguinte texto acerca das características das falhas:

As falhas são deformações \_\_\_\_\_, em que se verifica uma interrupção da \_\_\_\_\_ das camadas rochosas. São fracturas das rochas acompanhadas do \_\_\_\_\_ relativo de um dos blocos fracturados. Ocorrem quando o \_\_\_\_\_ é ultrapassado. Resultam da actuação de qualquer tipo de \_\_\_\_\_ em rochas com comportamento \_\_\_\_\_.



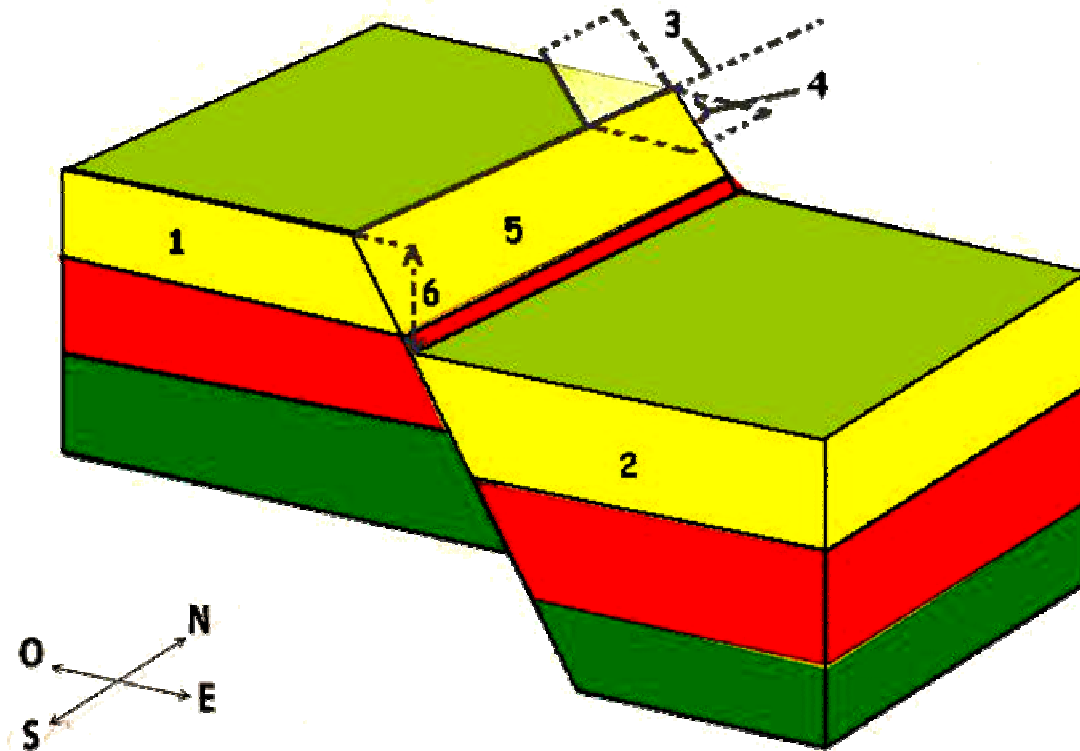
## Falhas: O que são?

Completa o seguinte texto acerca das características das falhas:

As falhas são deformações **descontínuas** , em que se verifica uma interrupção da **continuidade** das camadas rochosas . São fracturas das rochas acompanhadas do **movimento** relativo de um dos blocos fracturados. Ocorrem quando o **limite de elasticidade/plasticidade** é ultrapassado. Resultam da actuação de qualquer tipo de **tensões** em rochas com comportamento **frágil**.



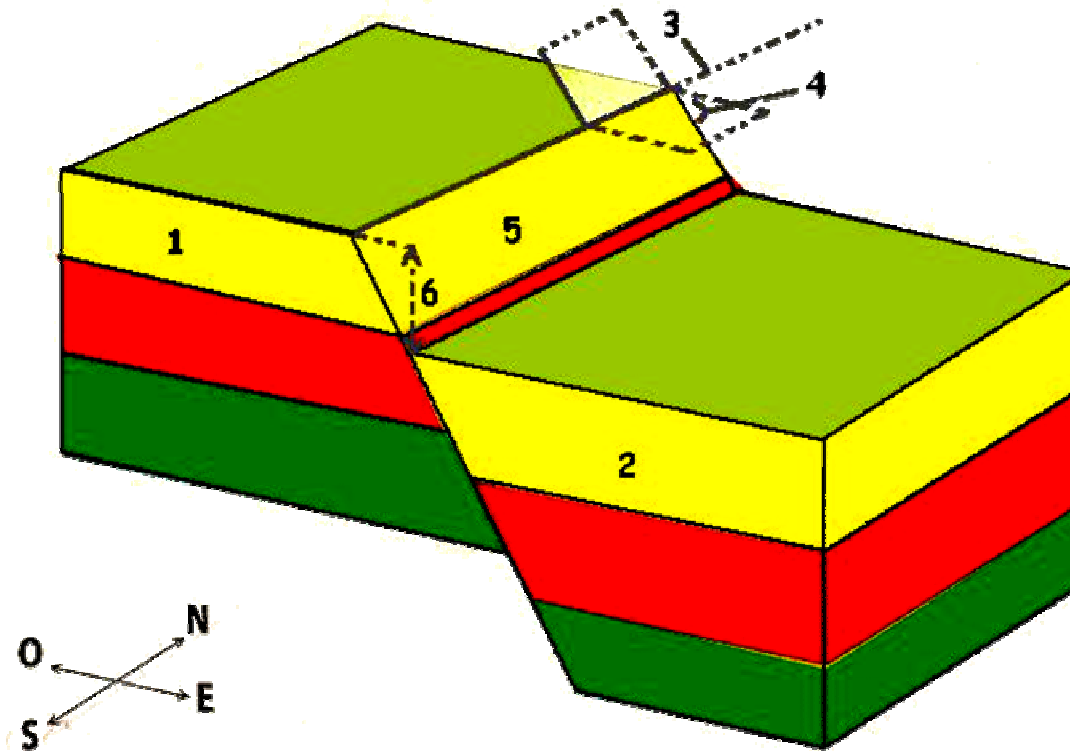
## Quais são os elementos que caracterizam uma falha?



Preenche no quadro os números relativos à figura

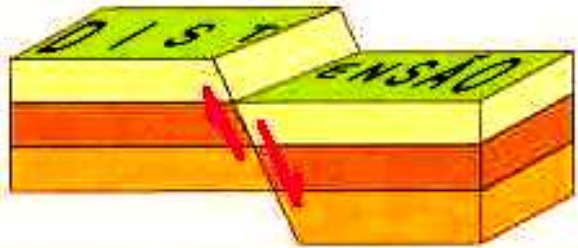


	Plano de Falha	Superfície de fractura
	Tecto	Bloco que se sobrepõe ao plano de falha
	Muro	Bloco que se situa abaixo do plano de falha
	Rejecto ou rejeito	Movimento relativo entre os dois blocos da falha
	Inclinação	Ângulo formado entre o plano de falha e um plano horizontal que o intercepta
	Direcção	Orientação da linha de intersecção do plano de falha com um plano horizontal

## Quais são os elementos que caracterizam uma falha?



5	Plano de Falha	Superfície de fractura
2	Tecto	Bloco que se sobrepõe ao plano de falha
1	Muro	Bloco que se situa abaixo do plano de falha
6	Rejecto ou rejeito	Movimento relativo entre os dois blocos da falha
4	Inclinação	Ângulo formado entre o plano de falha e um plano horizontal que o intercepta
3	Direcção	Orientação da linha de intersecção do plano de falha com um plano horizontal

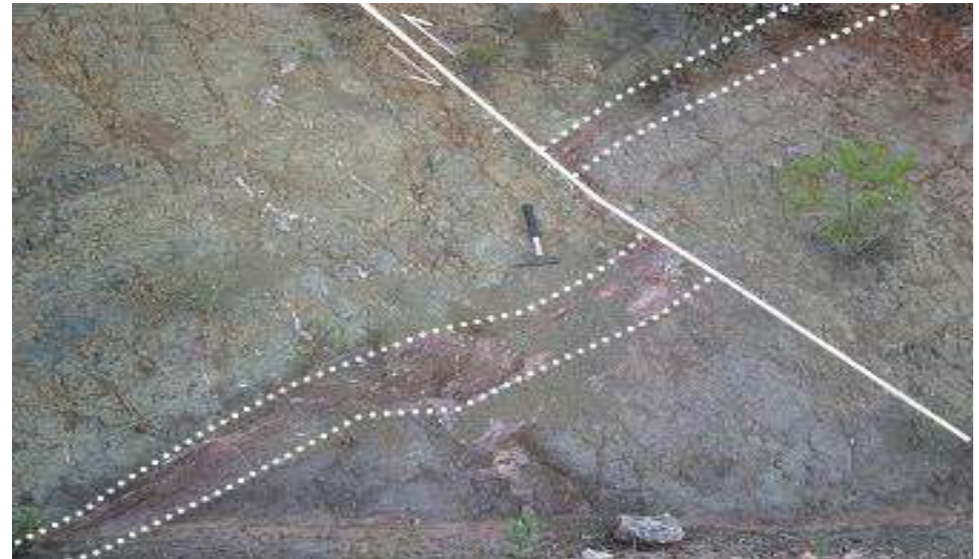
## Como se classificam as falhas?

Tipo de FALHA	Posição do tecto e do muro	Deformação causadora	Rejeito	Local de ocorrência
<p><b>FALHA NORMAL ou DISTENSIVA</b></p>	<p>O tecto desce relativamente ao muro</p>	<p>Distensiva</p>	<p>Vertical</p>	<p>Separação de placas continentais ou oceânicas</p>  <p>Ex. Rife Valley Africano</p>
<p><b>FALHA INVERSA ou COMPRESSIVA</b></p>	<p>O tecto sobe relativamente ao muro</p>	<p>Compres-siva</p>	<p>Vertical</p>	<p>Colisão de placas tectónicas</p>  <p>Ex. Himalaias e Andes</p>
<p><b>FALHA DE DESLIGAMENTO</b></p>	<p>Blocos têm movimentos horizontais paralelos à direcção do plano de falha</p>	<p>De cisalha-mento</p>	<p>Horizontal</p>	<p>Falhas transformantes de zonas oceânicas</p>  <p>Ex. Falha de Sto André (Califórnia)</p>

## Falhas normais e inversas

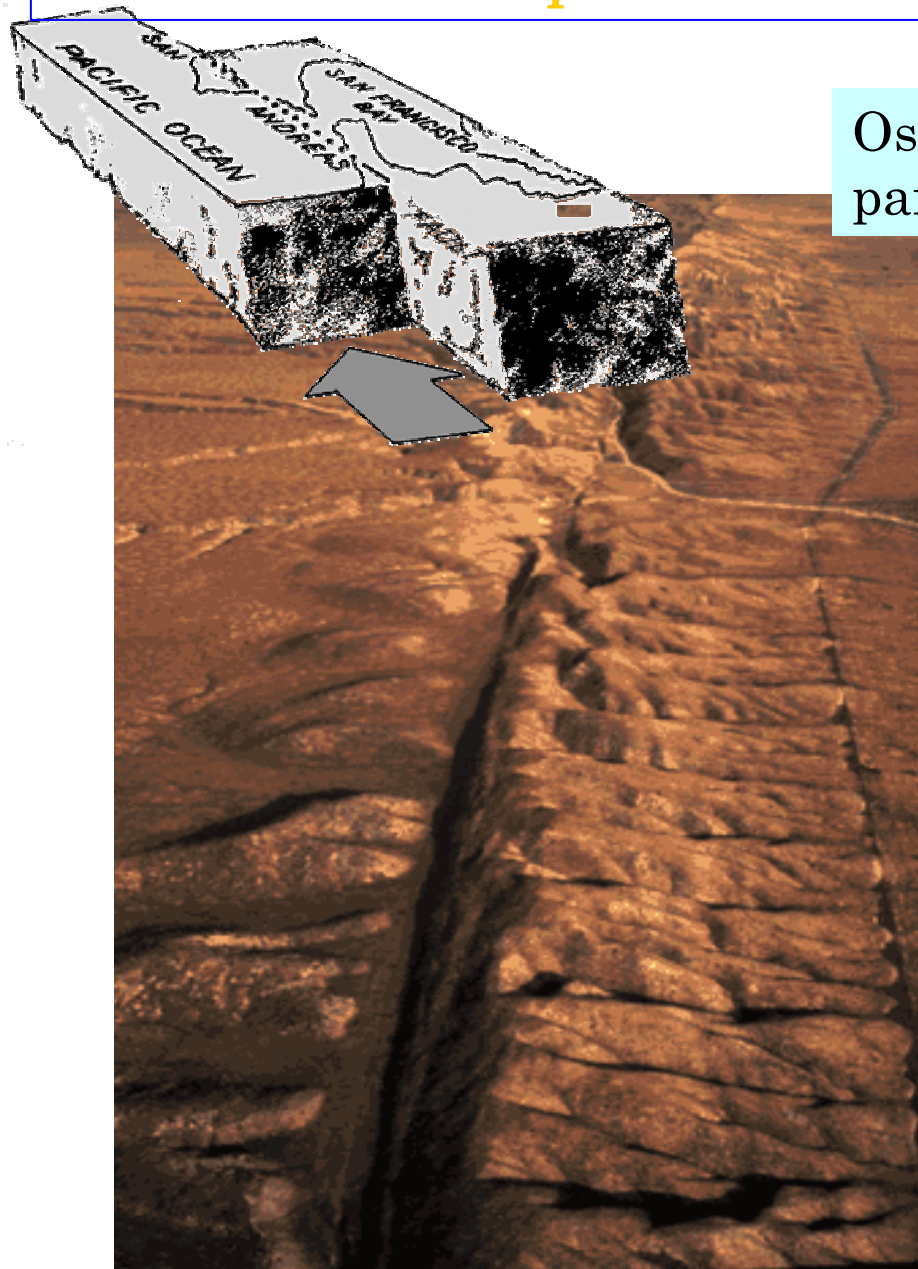


1. As rochas quando sujeitas a forças, deformam.
2. Em regime frágil e quando sofrem **forças distensivas**, as rochas fracturam formando-se **falhas normais**.
3. Um dos blocos (tecto) **desce** em relação ao plano de falha.



1. As rochas quando sujeitas a forças, deformam.
2. Em regime frágil e quando sofrem **forças compressivas**, as rochas partem formando-se **falhas inversas**.
3. Um dos blocos (tecto) **sobe** em relação ao plano de falha.

## Um exemplo de uma falha de desligamento

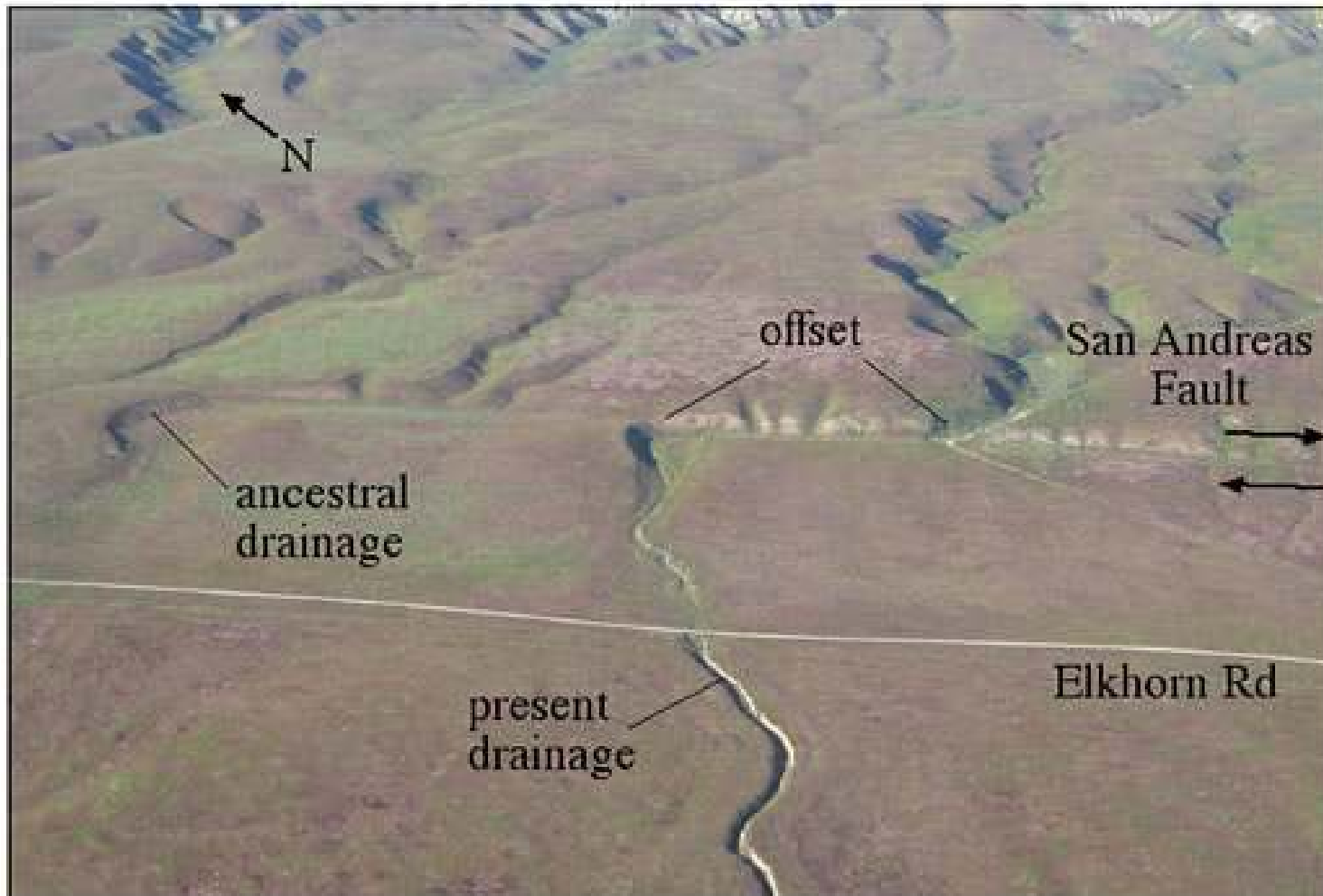


Os blocos têm movimentos horizontais, paralelos à direcção do plano de falha

A falha de Santo André marca um **limite transformante** entre a Placa do Pacífico e a Placa Norte-Americana.

A Placa do Pacífico, onde está situada a cidade de Los Angeles, desloca-se para Norte, enquanto a Placa Norte-Americana, contendo a cidade de São Francisco, movimenta-se para Sul.

# Wallace Creek



ancestral  
drainage

offset

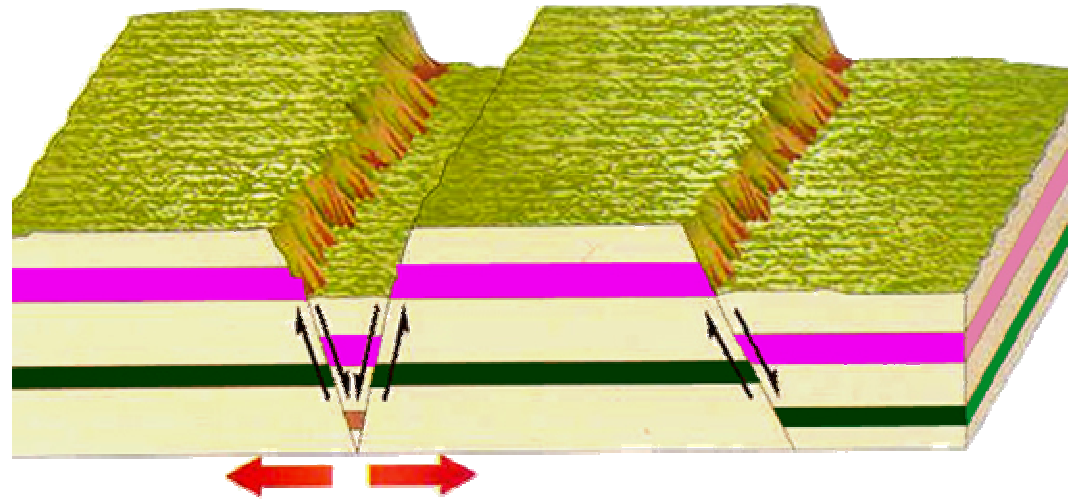
San Andreas  
Fault

present  
drainage

Elkhorn Rd

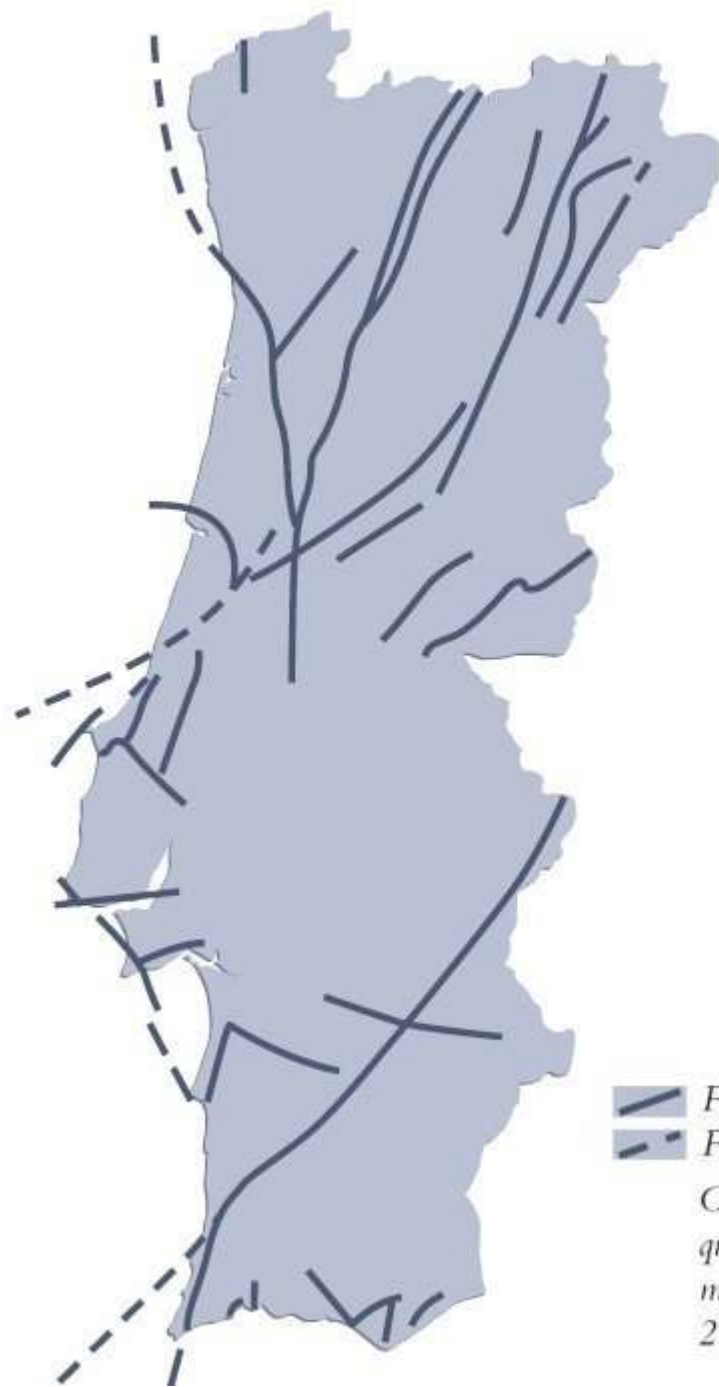
~ 100 yards



## Uma associação de falhas



**Graben** – fossa tectónica, que corresponde a blocos rebaixados, geralmente com comprimento superior à largura e limitados por falhas.

**Horst** – maciços tectónicos limitados por falhas, de altitudes superiores do que as áreas contíguas – os grabens.



-  Falha comprovada
-  Falha provável

*Consideram-se activas as falhas que tenham sofrido movimentações nos últimos 2 milhões de anos.*



Identifica os tipos falhas apresentados nas imagens seguintes?

















