

DOBRAS (cont...) Parte I

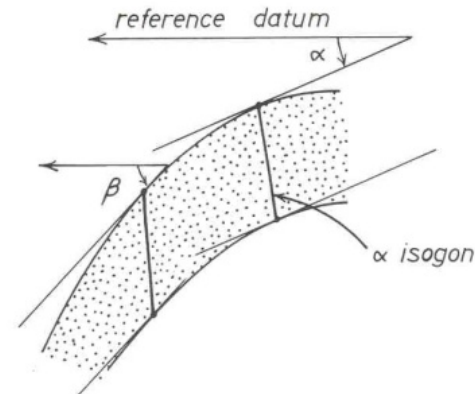
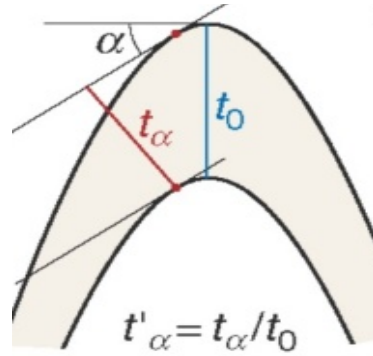
27/08/2020

Classificação e mecanismos de deformação



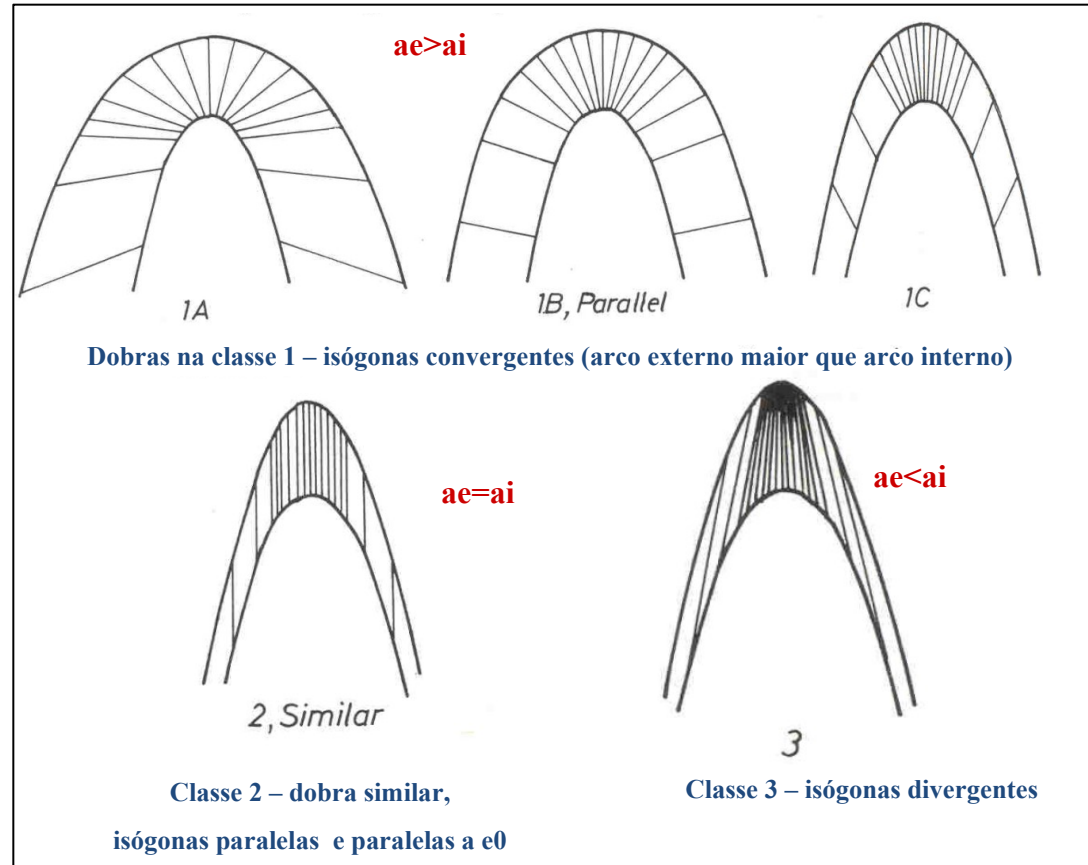
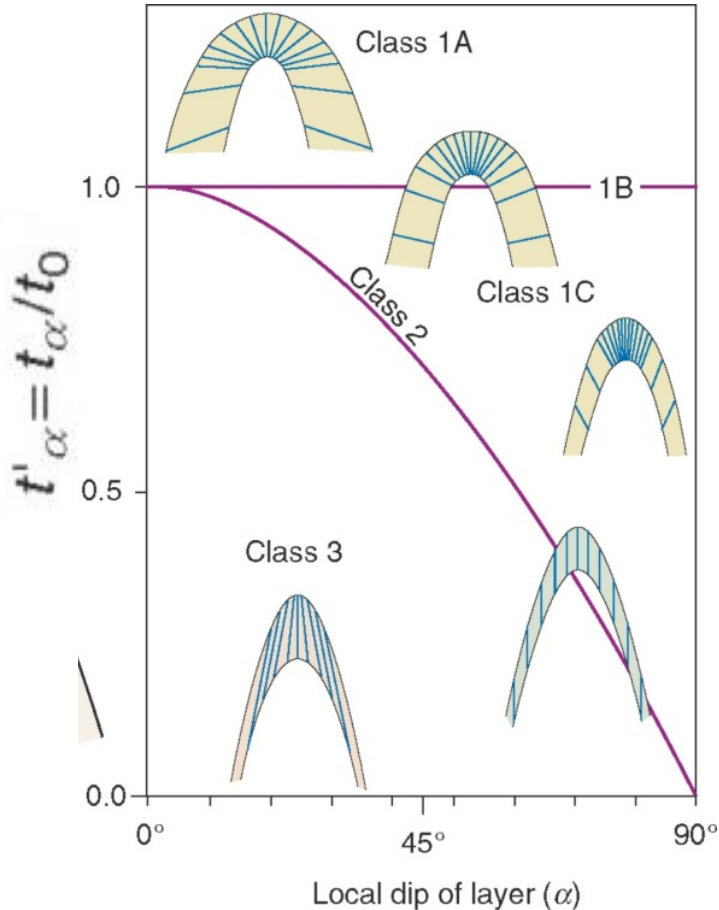
CLASSIFICAÇÃO DAS DOBRAS COM BASE NAS SUPERFÍCIES DOBRADAS ADJACENTES

Espeçura ortogonal (t_{α}) e espeçura paralela ao plano axial (t_0)



Método de traçado de isógonas de mergulho

Classes de dobras, onde as espeçuras normalizadas são plotadas contra os mergulhos da superfície dobrada



CLASSIFICAÇÃO DAS DOBRAS COM BASE NAS SUPERFÍCIES DOBRADAS ADJACENTES

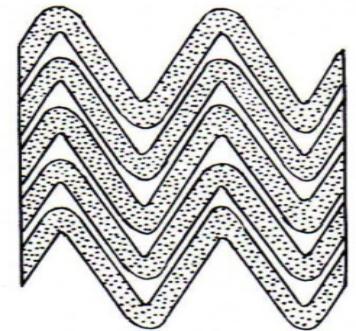
A alternância regular entre níveis competentes dobrados na sub-classe 1B (dobra isopaca) e níveis incompetentes na classe 3 produz o **dobramento em chevron**.



Modelo de dobras desenvolvidas em estratos com alternâncias regulares de espessura e viscosidade

Dobras em chevron regulares

Alto contraste de viscosidade e proporção moderada entre os estratos competentes e incompetentes



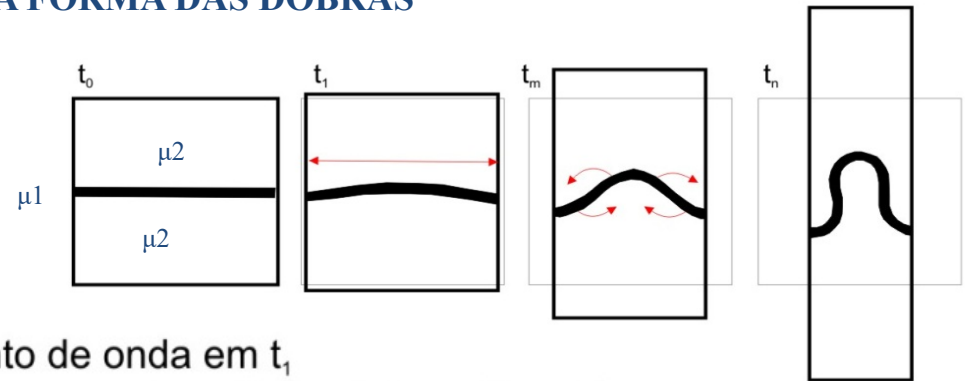
Alto contraste de viscosidade e proporção baixa entre os estratos competentes e incompetentes



Dobras em chevron irregulares

CONTROLE DA FORMA DAS DOBRAS

Alto contraste reológico (ou de competência) e dobramento pitigmático



Dobra com grande comprimento de onda em t_1

Deflexões laterais intensas e rotação dos flancos superior a 90° = dobra pitigmática

Gnaiss com vênula de leucogranito

O dobramento pitigmático da vênula granítica pressupõe, quando da deformação, um grande contraste de viscosidade com o gnaiss encaixante.



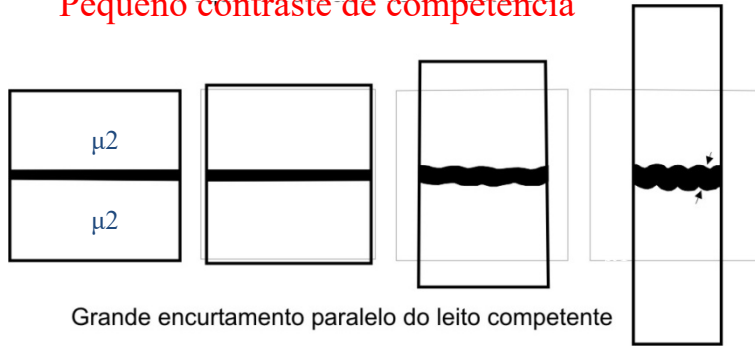
Metarenito e ardósia cortados por veios de quartzo.

Veios dobrados pitigmaticamente na ardósia (grande contraste reológico) enquanto que no quartzito os veios encontram-se em dobras com grande comprimento de onda e pequena amplitude (baixo contraste de competência).



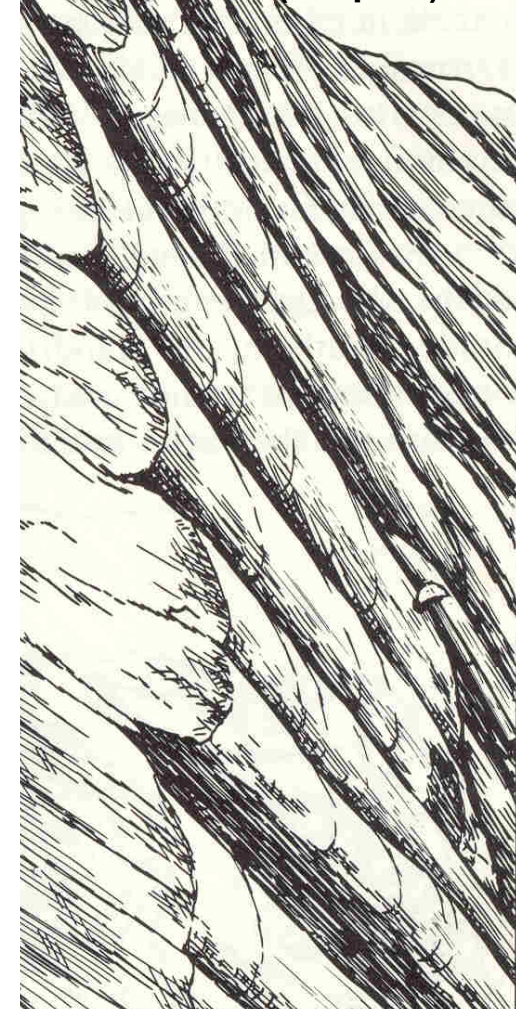
CONTROLE DA FORMA DAS DOBRAS

Pequeno contraste de competência

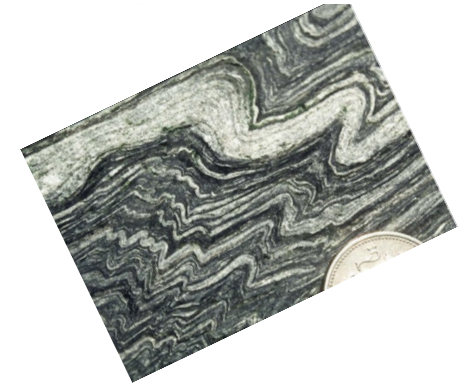
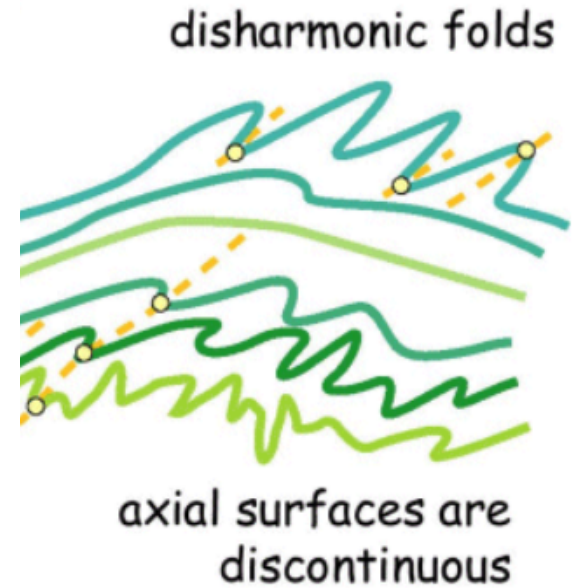
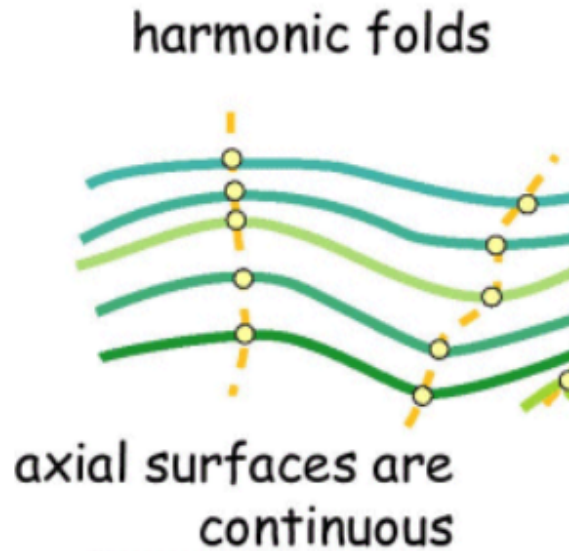
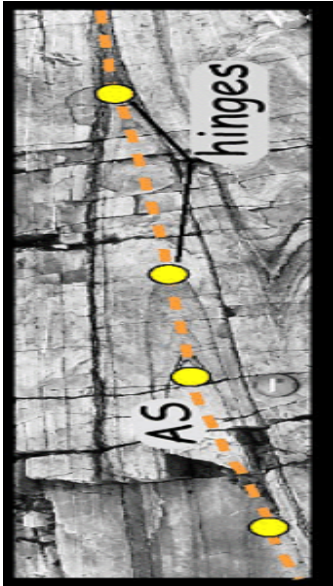


Dobras em cúspide (incompetente) e lobadas

Mullions em camadas mais competentes gerados pelo baixo contraste de competência com mica xistos (cúspide)

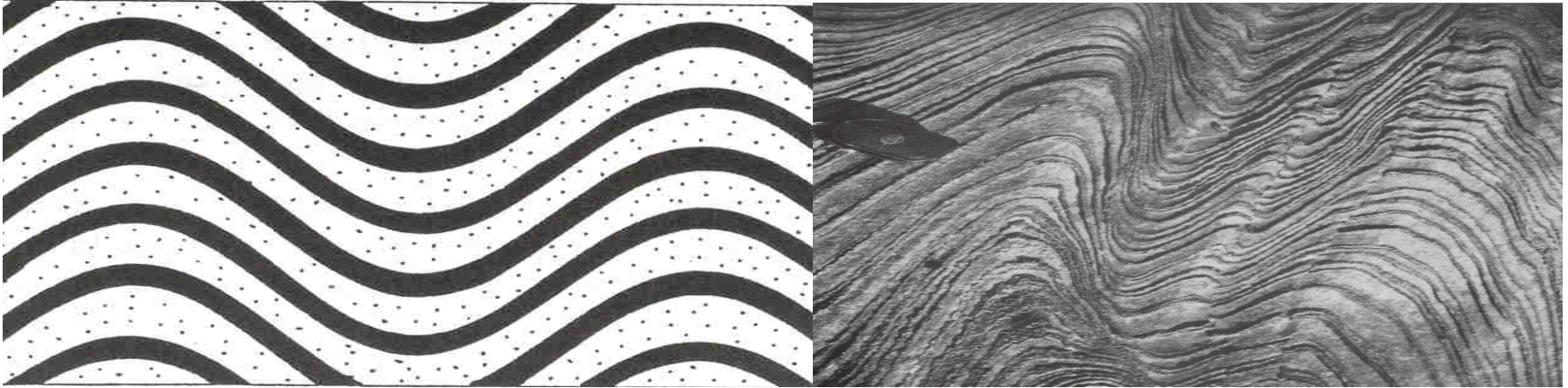


Dobramento Harmônico, Desarmônico e Poli-harmônico



CONTROLE DA FORMA DAS DOBRAS

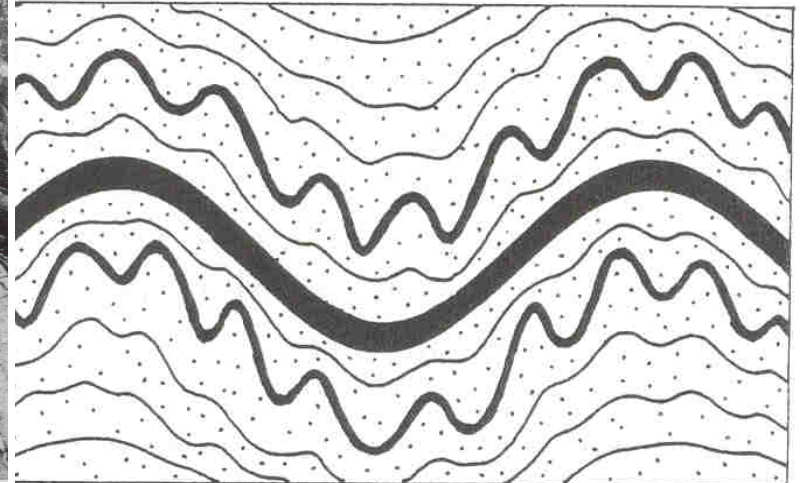
Harmonic folding



Nas seqüências multi-estratificadas dobras que se repetem com formas semelhantes ao longo do traço axial são harmônicas (dobras de igual comprimento de onda)



Polyharmonic folding



Dobras poli-harmônicas são geradas quando os estratos de mesma competência possuem diferentes espessuras.

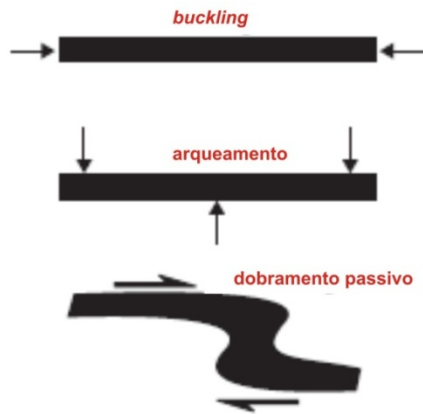
CONTROLE DA FORMA DAS DOBRAS

Dobramento Harmônico e Poli-Harmônico



MECANISMOS DO DOBRAMENTO

MECANISMOS BÁSICOS DO DOBRAMENTO



CROSTA RASA

- 1- dobramento ativo (*buckling*) – **cisalhamento puro**
- 2- flexura (*bending*) – esforço através das camadas

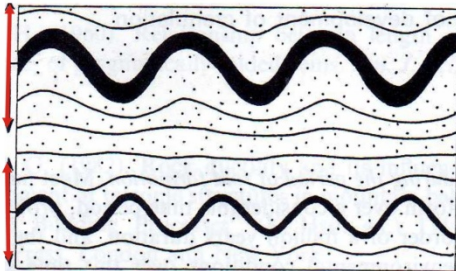
CROSTA PROFUNDA

- 3- dobramento passivo (*shear folds*) – **cisalhamento simples e fluxo**

1 – DOBRAMENTO ATIVO – BUCKLING

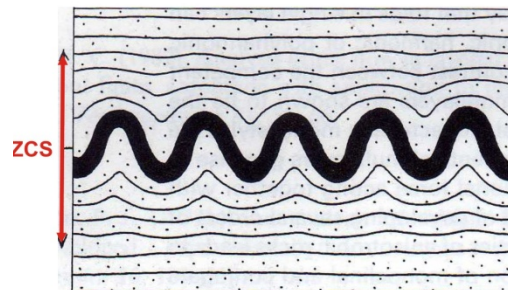
(Encurtamento das camadas mais competentes)

Estratos competentes espaçados



O dobramento por *buckling* de seqüências multi-estratificadas pode ser periódico e harmônico quando a razão entre as **espessuras dos estratos de diferentes competências** é constante para cada camada dobrada (material homogêneo e deformado sobre as mesmas condições físicas). Se a espessura das camadas varia, o comprimento de onda irá variar e o dobramento será poli-harmônico.

Estrato competente isolado

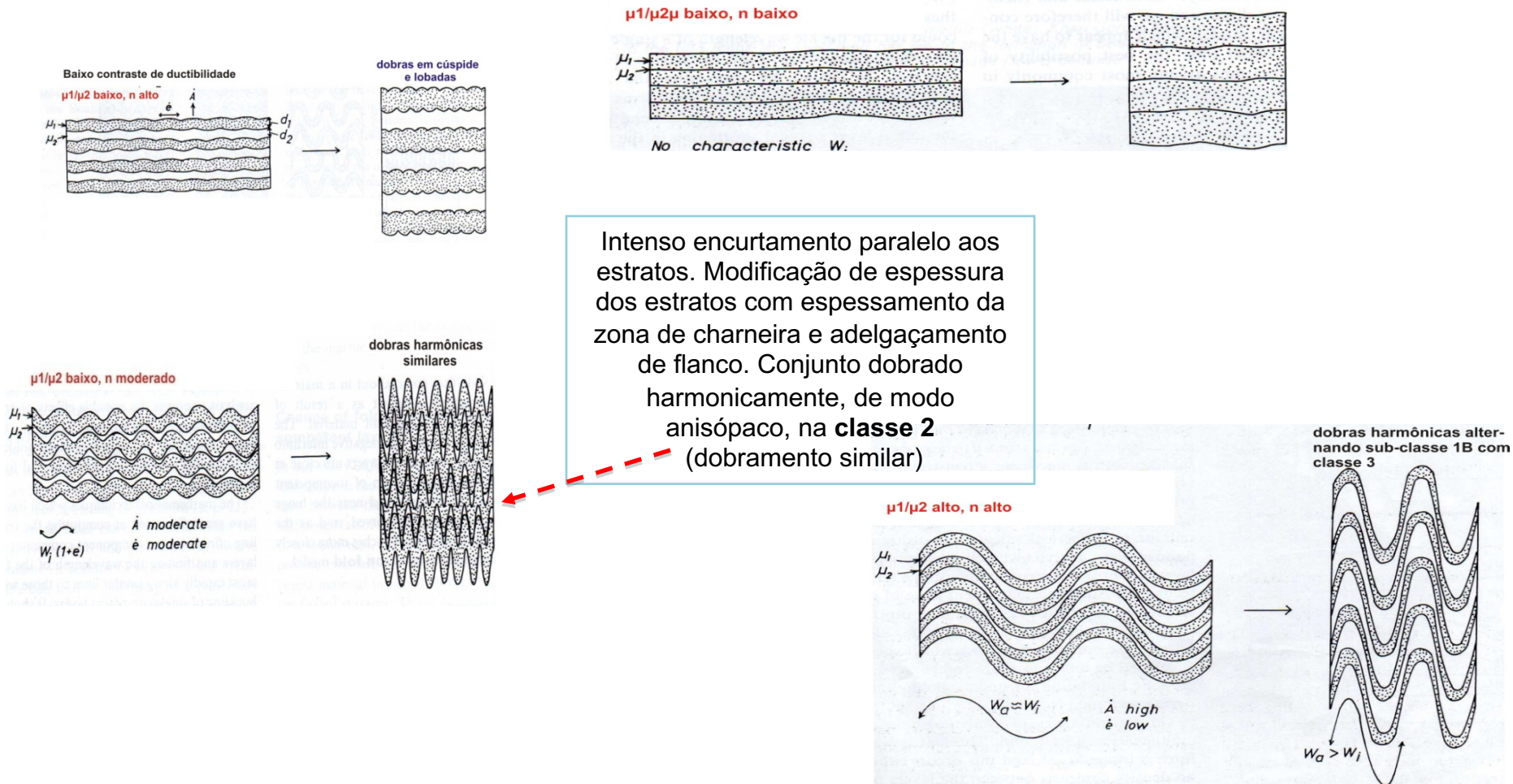


O *buckling* de uma única camada dentro de uma matriz menos competente (maior viscosidade) tende a desaparecer através da dobra, ao longo de uma distancia correspondente ao comprimento de onda (zona de contato-*strain* – zcs) – O dobramento será desarmônico.

BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Estilos de dobramento por *buckling* de sequências regularmente multi-estratificadas e com alternâncias de espessura e viscosidade

Sequencia multiestratificada – a forma das dobras depende da relação entre as espessuras dos estratos mais competentes e os menos competentes. A espessura proporcional é representada por $n = d_2/d_1$ e a relação de competência por μ_1/μ_2 .



BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Estilos de dobramento por *buckling* de seqüências regularmente multi-estratificadas e com diferenças de espessura e viscosidade



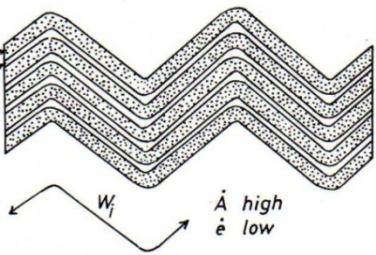
Dobramento harmônico onde os estratos mais competentes deformam-se em dobras paralelas ou isopacas (**sub-classe 1B**), enquanto que os estratos incompetentes na **classe 3**.

Com a continuidade da compressão, ocorre a deflexão dos flancos para a direção perpendicular ao esforço compressivo principal (σ_1) e geradas estruturas de dilatação (fendas de tração, *boudins* ou estruturas *pintch-and-swell*) na direção σ_3 . Ortogonalmente ao esforço ocorrem **faixas de dissolução por pressão**.

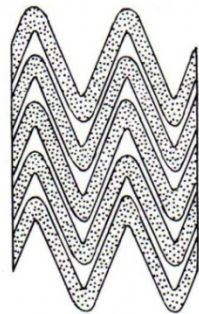
BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Estilos de dobramento por *buckling* de seqüências multi-estratificadas e com alternâncias de espessura e viscosidade

μ_1/μ_2 alto, n moderado



dobras em chevron



Dobramento harmônico com níveis incompetentes pouco espessos.

As dobras exibem zonas de charneira estreitas e flancos retilíneos. São definidas como **dobras-em-chevron**. Para a manutenção dos estratos competentes na **sub-classe 1B**, ocorre espessamento de charneira dos níveis incompetentes, **rompimento dos níveis competentes**, ou colapso da charneira.

Observar as fendas de tração no arco externo e a falha a partir do arco interno



falha

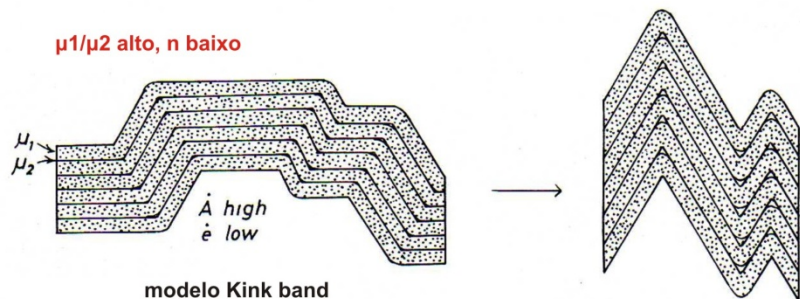
Colapso de charneira



BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Estilos de dobramento por *buckling* de sequências multi-estratificadas e com alternâncias de espessura e viscosidade

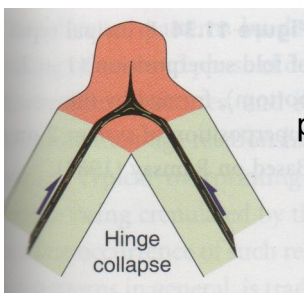
μ_1/μ_2 alto, n baixo



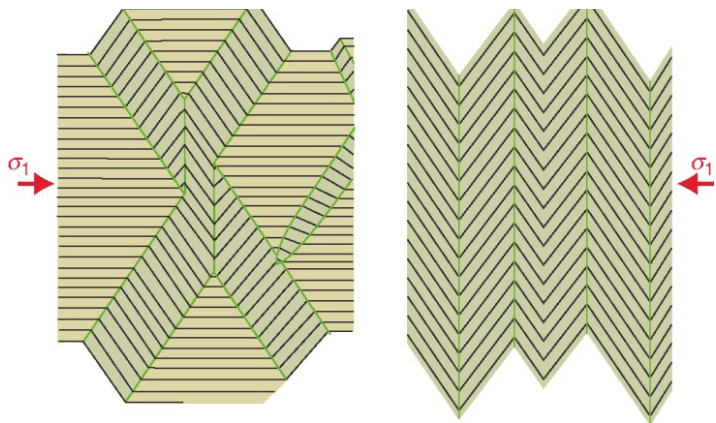
modelo Kink band

dobras-em-chevron irregulares

Nas dobras em chevron não rompidas e em sequências de n muito baixo podem ocorrer veios triangulares, como uma sela (*saddle reefs*), em espaços abertos na zona de charneira dos finos níveis incompetentes, permitindo a manutenção da espessura dos estratos competentes .



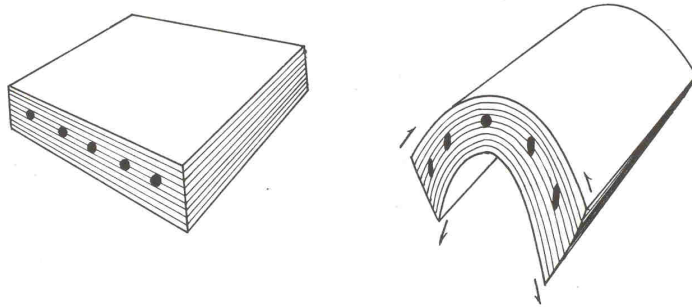
Camadas mais competentes podem ser estranguladas para manter a espessura **colapso de charneira**



Dobras de flancos retílineos e charneiras agudas, com comprimentos de onda irregulares, ângulos interflancos de cerca de 120° e com superfície axial orientada no mínimo a 60° da orientação inicial dos estratos, são **dobras conjugadas do tipo kink (kink bands)**. Podem evoluir para **dobras-em-chevron irregulares** ou **dobras sanfonadas**, dependendo do material dobrado.

BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Buckling por deformação de flanco – dobras por deslizamento flexural

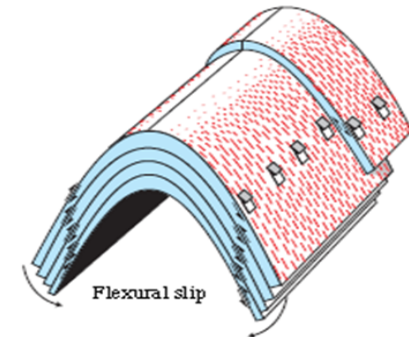


A deformação concentra-se nos flancos das dobras e diminui em direção às charneiras.

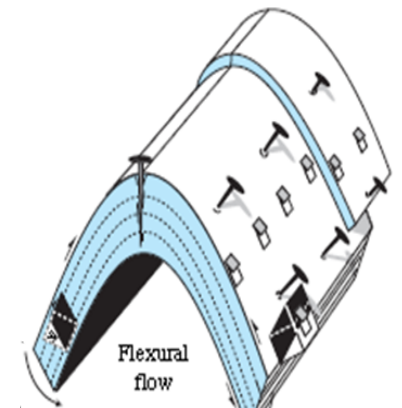
A acomodação das camadas ocorre pelo deslizamento de um flanco sobre outro em direção à charneira.

Dobras por deformação de flanco ocorrem por **deslocamento flexural (flexural slip)** ou por **fluxo flexural (flexural flow)**.

Nas dobras por **deslizamento flexural (flexural slip)** os deslocamentos interestratais possuem sentidos opostos em flancos adjacentes. Os deslocamentos decrescem em direção a charneira e acomodam o espessamento do estrato dobrado. A espessura dos estratos pode ser preservada – e as dobras tendem a **isópacas (sub-classe 1B)**

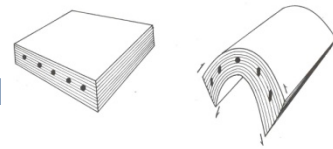


Dobras por **fluxo flexural (flexural flow)** ocorrem quando o fluxo se dá em um **conjunto de estratos** por cisalhamento simples e convergente. Pode ocorrer espessamento de charneira devido a superposição do cisalhamento simples à deformação heterogênea – fluxo também comandado pelo encurtamento, com deslocamento para a charneira antiformal (**dobras na sub-classe 1C**)



BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Buckling por deformação de flanco – dobras por deslizamento flexural



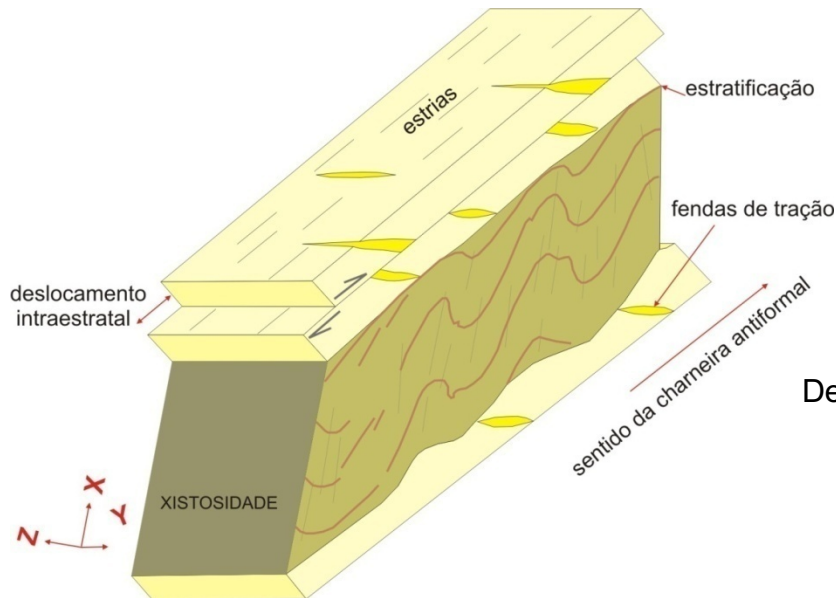
Estruturas associadas ao buckling por deslizamento flexural

Estrias de atrito nos planos de estratificação - indicam a **direção** do movimento



deslocamentos entre os planos de estratificação

VERGÊNCIA: a assimetria das dobras parasitas, de segunda ordem, aqui denominadas de DOBRAS DE ARRASTO, indica movimento para a charneira antiforme – flanco curto no sentido do transporte



Deslocamento entre os planos de estratificação
sentido do movimento

BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

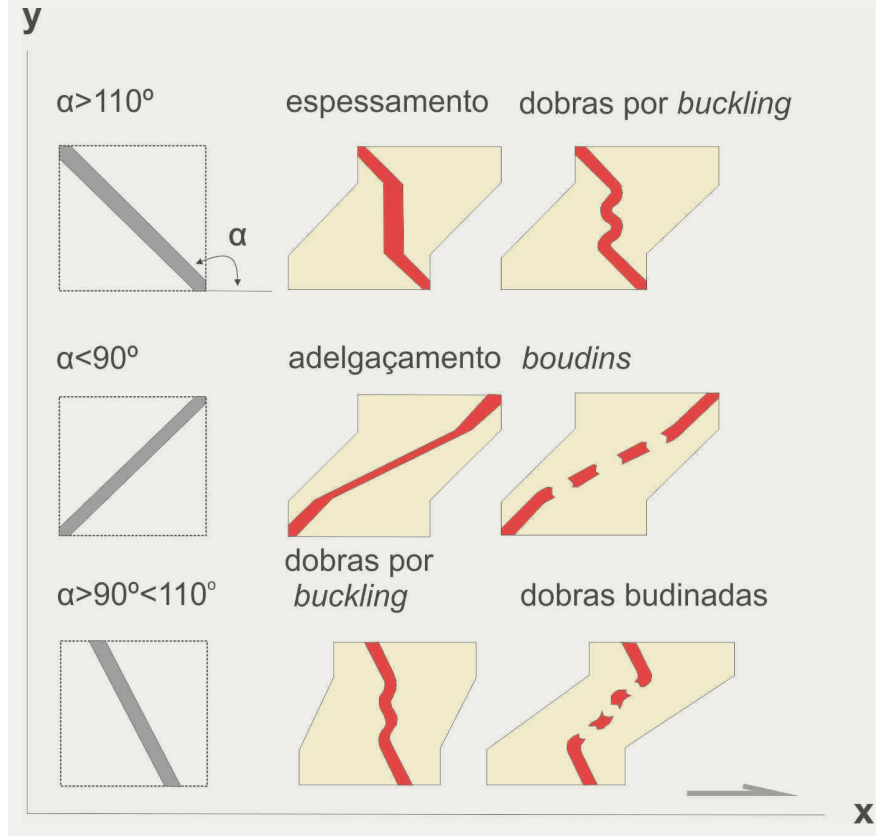
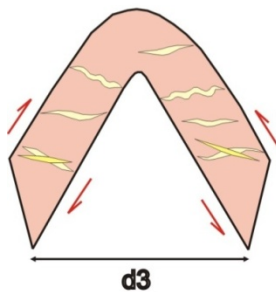
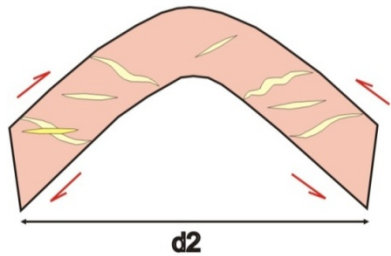
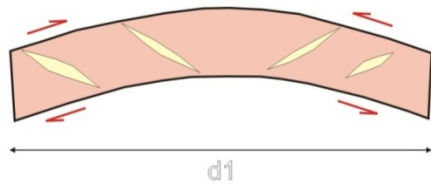
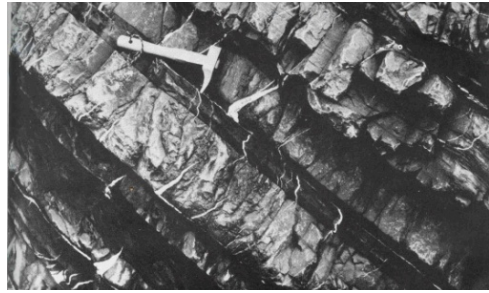
Buckling por deformação de flanco – dobras por deslizamento flexural

ESTRUTURAS DESENVOLVIDAS NO DOBRAMENTO FLEXURAL

Fendas de tração e deformação contínua

Padrão das fendas de tração, desenvolvidas e deformadas no cisalhamento simples, quando da ripagem flanco vs flanco, do dobramento flexural.

Controle da charneira antiformal



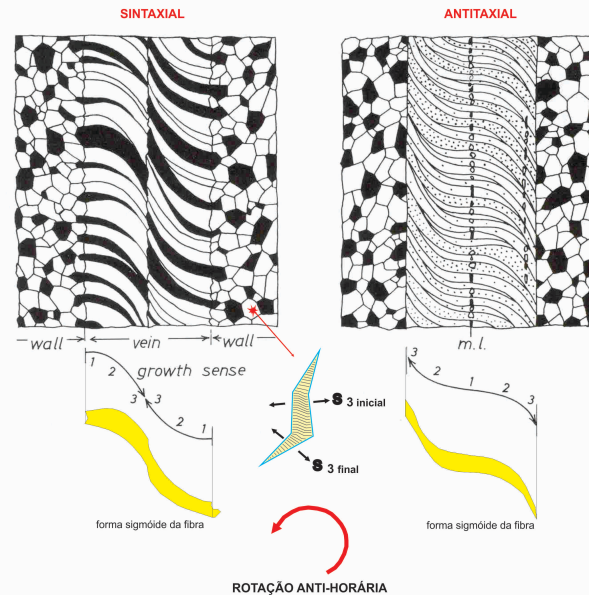
BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Buckling por deformação de flanco – dobras por deslizamento flexural

ESTRUTURAS DESENVOLVIDAS NO DOBRAMENTO FLEXURAL

Fendas de tração e recristalizações fibrosas

DEFORMAÇÃO NÃO-COAXIAL OU POR CISALHAMENTO SIMPLES

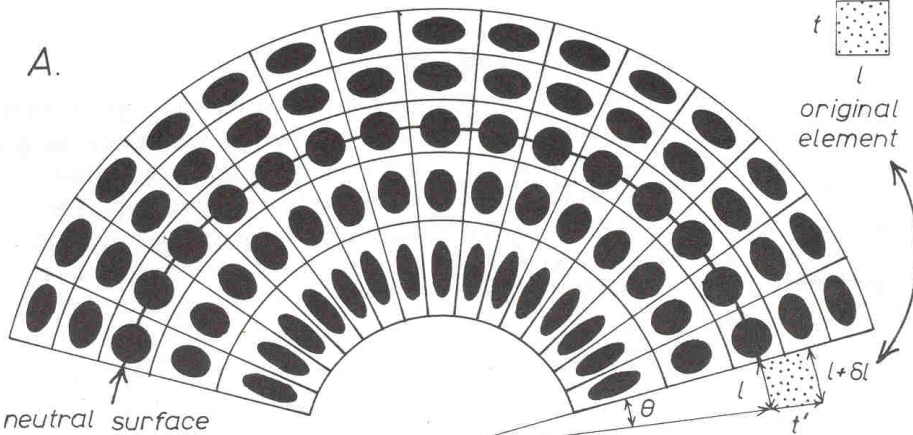


As formas sigmóides das fibras no interior da fenda dependem do sentido de crescimento em relação ao campo de esforços.

BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

1.2 – buckling por deformação de charneira ou longitudinal

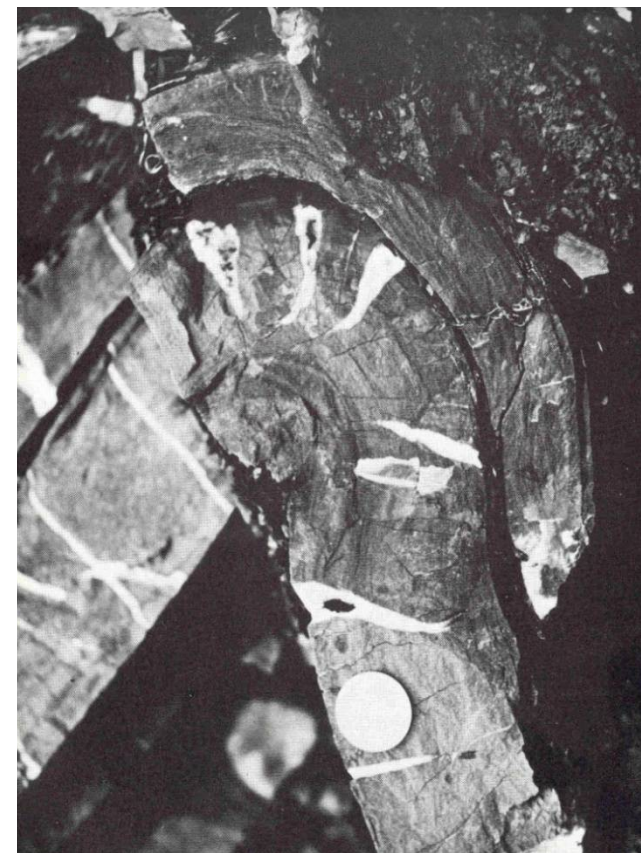
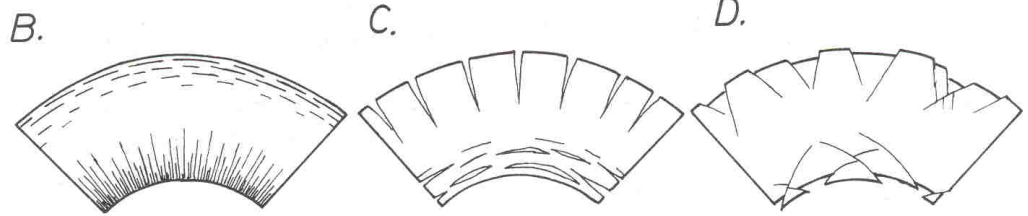
Domínio externo da charneira (extrado) – tração ao longo da camada



Domínio interno da charneira (intrado) – compressão ao longo da camada

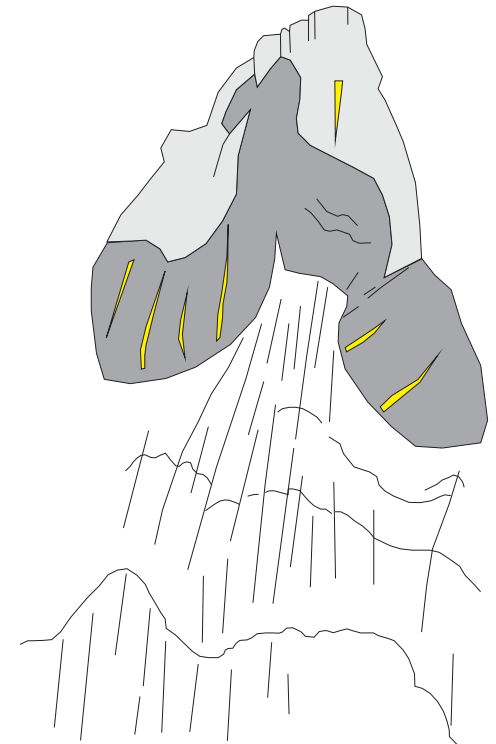
Geometricamente, no **buckling por deformação longitudinal** (*tangential longitudinal strain*), o segmento da camada no arco externo da dobra sofre um aumento na sua extensão e conseqüente diminuição da espessura; por outro lado, no arco interno, as mudanças são opostas: o comprimento do segmento da camada diminui e a espessura aumenta.

A partição da deformação na zona de charneira está controlada por uma superfície neutra e migratória



BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Buckling por deformação de charneira ou tangencial longitudinal



BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Buckling por deformação de charneira ou longitudinal



padrão da deformação
no domínio interno

padrão da deformação
no domínio externo

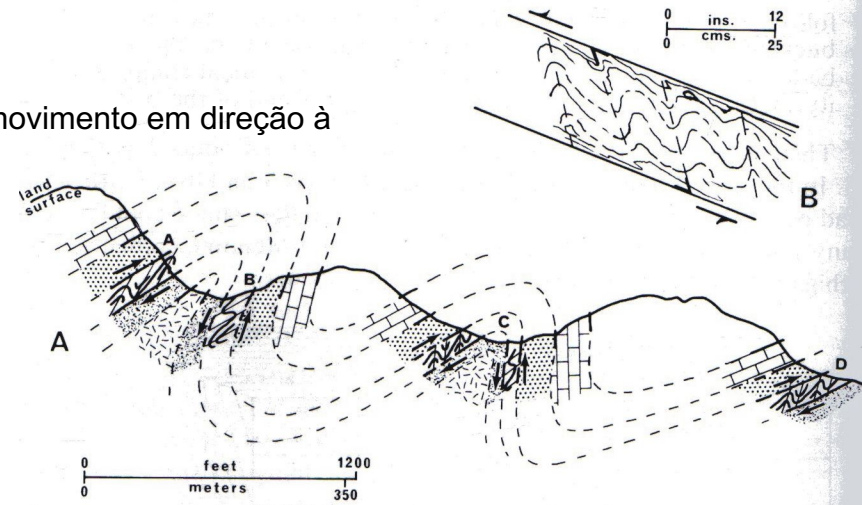
BUCKLING – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

Dobramento de segunda ordem e o mecanismo da deformação

Dobras de arrasto e dobras parasitas são dobras de 2ª ordem, de comprimento de onda e amplitudes menores que o dobramento principal ao qual se associam.

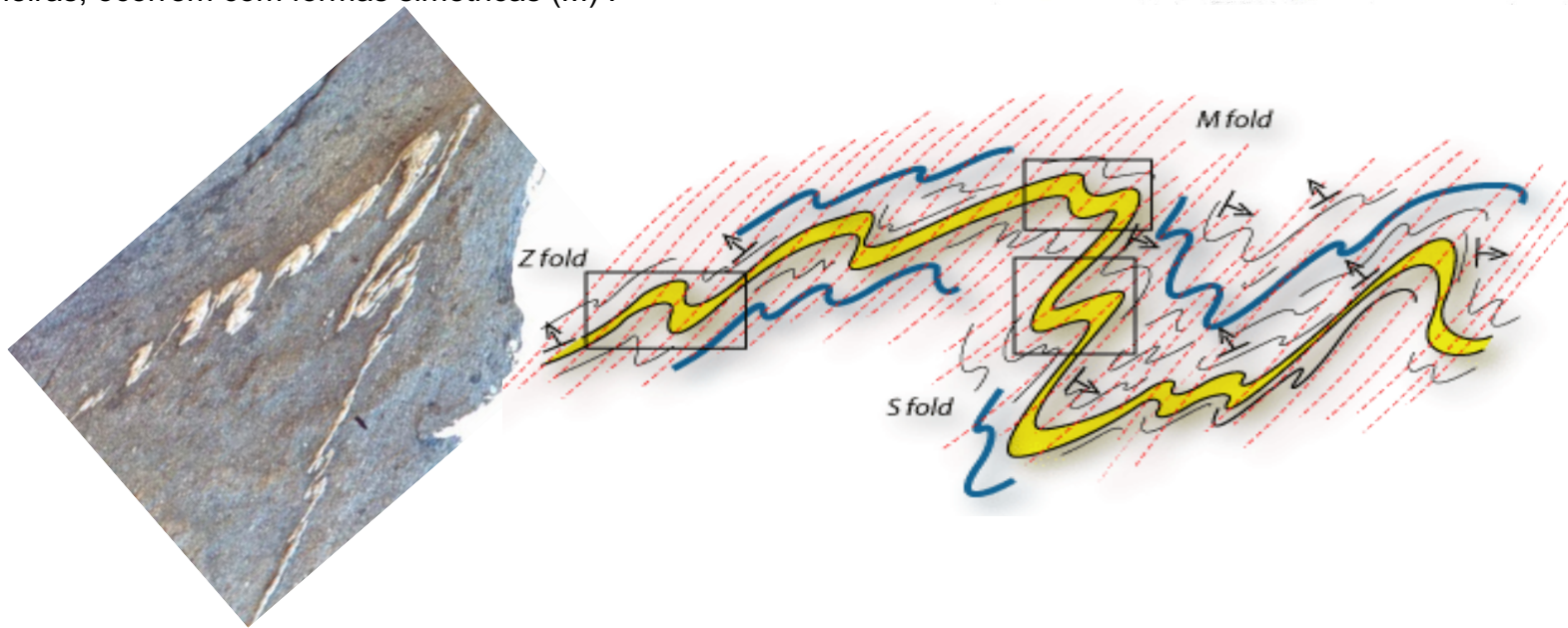
NO DOBRAMENTO FLEXURAL

As dobras de arrasto ocorrem nos flancos e são assimétricas. Indicam movimento em direção à charneira. As dobras de arrasto estão ausentes nas charneiras.



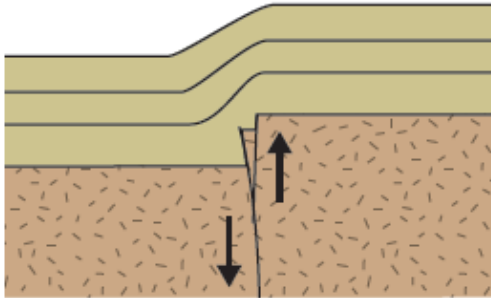
NO BUCKLING COM DEFORMAÇÃO DE CHARNEIRA

as dobras parasitas em S – Z, assimétricas estão nos flancos e, nas charneiras, ocorrem com formas simétricas (M).

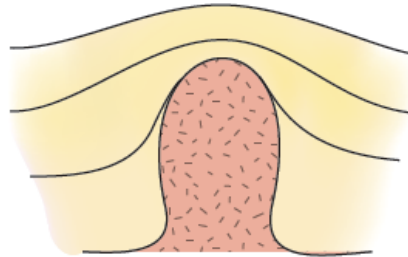


ARQUEAMENTO OU FLEXURA (*BENDING*) – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

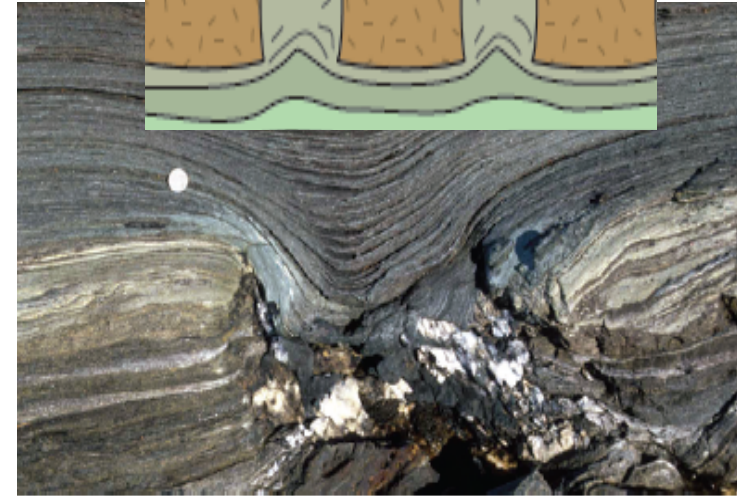
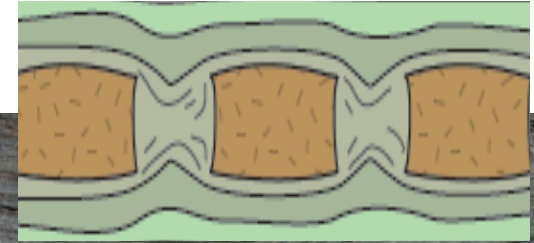
O *bending*, ou o encurvamento das camadas, ocorre quando o vetor do esforço compressivo faz um alto ângulo com a orientação das camadas (contrário do *buckling*).



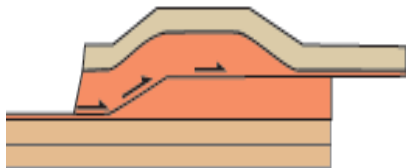
Acomodação de camadas sobre falhas reativadas



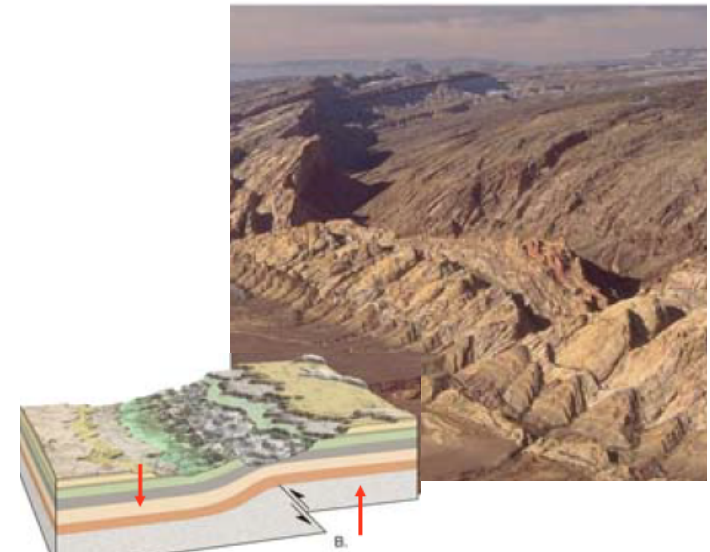
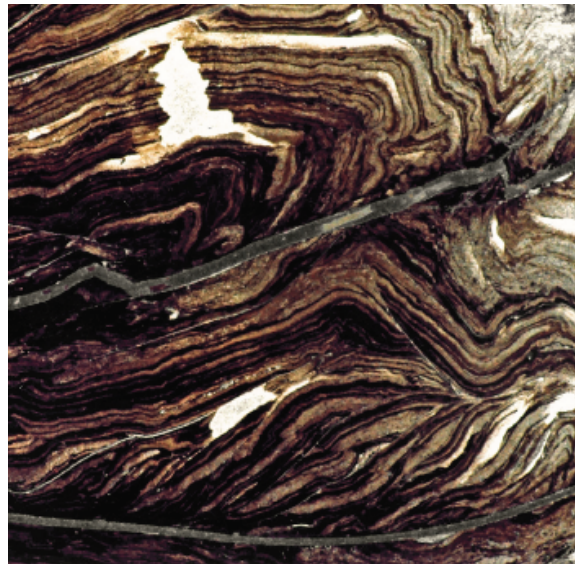
Camadas envoltórias de diápiros ou domos salinos



Dobras surreicas



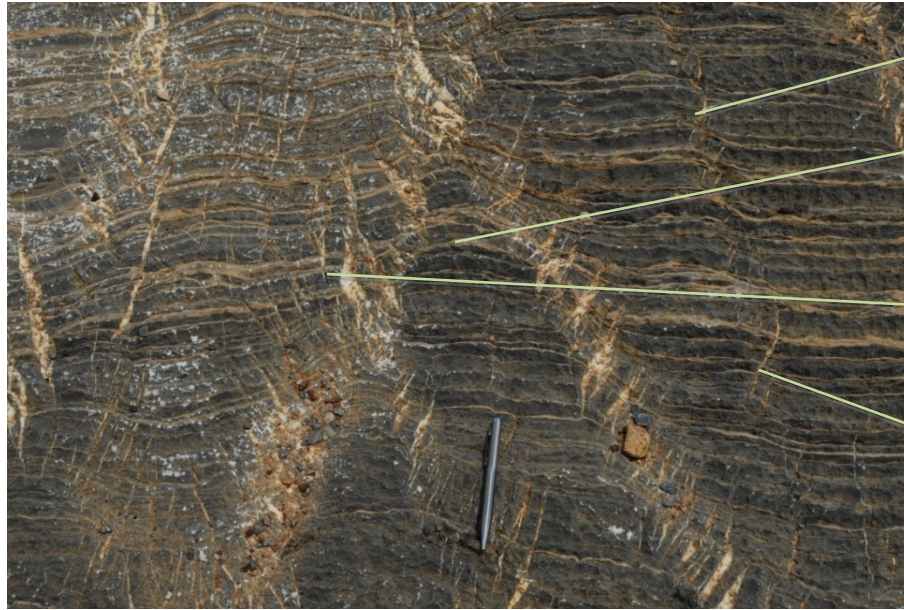
Pilhas antiformais em rampas de cavalgamento
(*antiformal imbricate stack*)



ARQUEAMENTO OU FLEXURA (*BENDING*) – DEFORMAÇÃO NA CROSTA SUPERIOR

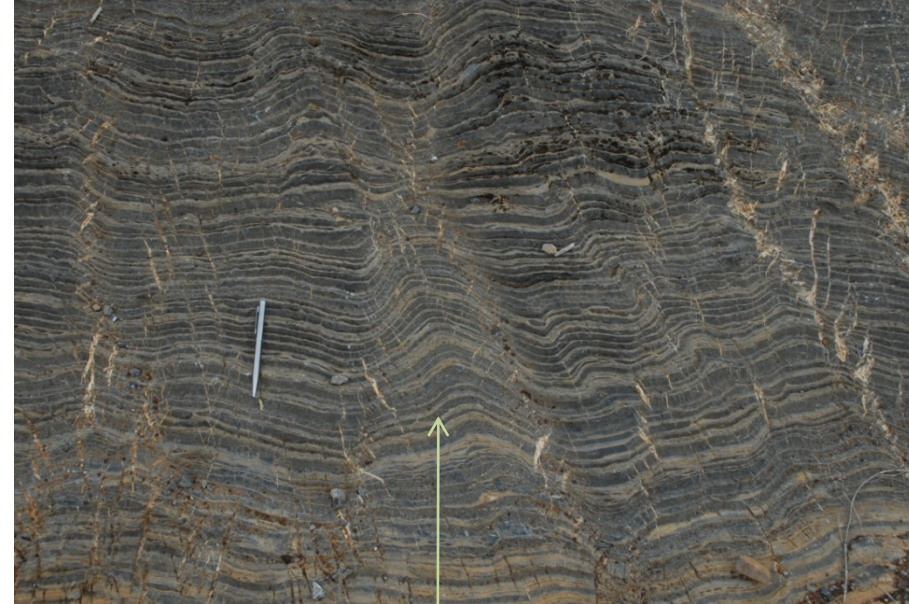
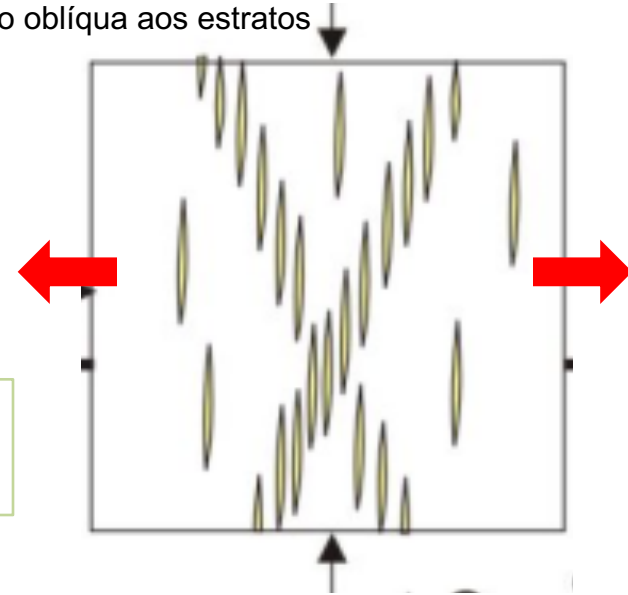
Fendas de tração conjugadas, encurvamentos e dobras flanqueadas

Dobramento desarmônico, na sub-classe 1B associado a extensão oblíqua aos estratos



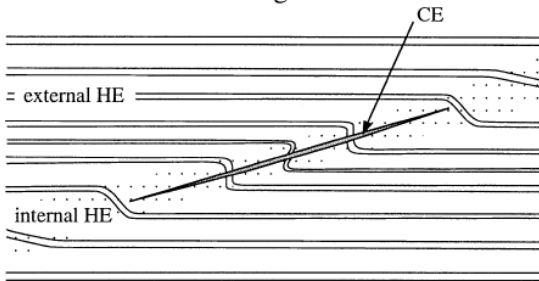
Dobras flanqueadas

Fendas-T escalonadas e em sigmóides

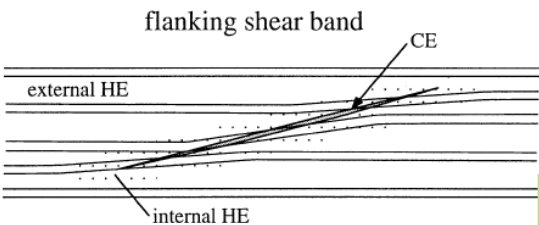


flanking fold

DOBRA FLANQUEADA



Deflexão dos elementos de fábrica planar ou linear ao longo de um objeto oblíquo (veio, fratura, vazio de dilatação).



HE=host-fabric element
CE=cross-cutting element

Dobras por encurvamento – *bending*
(tração ao longo da camada)

INTERVALO
(15 minutos)

DOBRAS (cont...) Parte II

27/08/2020

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

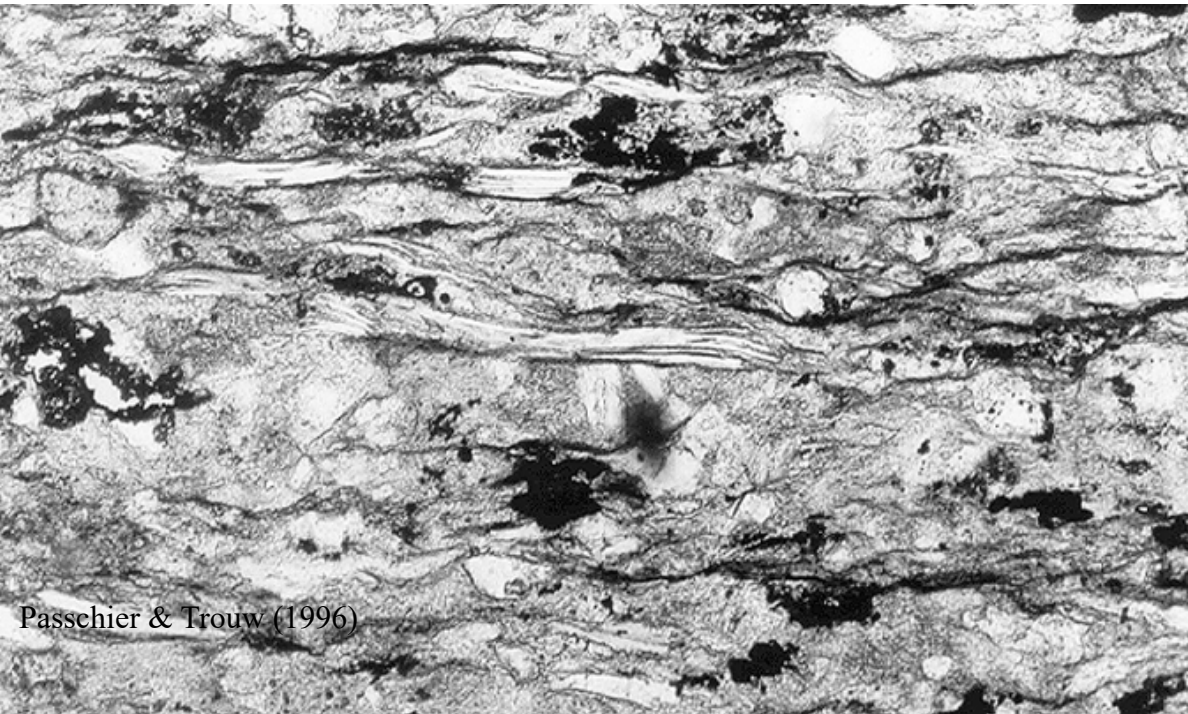
clivagem – xistosidade – foliação (estruturas planares ortogonais ao esforço e subparalelas ao plano-axial das dobras)

FOLIAÇÃO

um termo geral que descreve toda estrutura planar, penetrativa ou não, responsável por uma superfície de anisotropia na rocha

A estrutura planar relacionada aos processos originais de formação da rocha, estratificação em rochas sedimentares e foliação magmática em rochas ígneas, pode ser descrita como uma foliação primária.

A estrutura planar desenvolvida pela compactação e percolação de fluidos devido a carga litostática pode ser designada de foliação diagenética.



O termo geral DE foliação será utilizado para a foliação secundária

Toda foliação pós-diagenética, desenvolvida durante processos de deformação e metamorfismo é uma **FOLIAÇÃO SECUNDÁRIA**

clivagem, xistosidade, bandamento diferenciado, foliação de transposição, foliação milonítica, bandamento gnáissico, bandamento estromático,

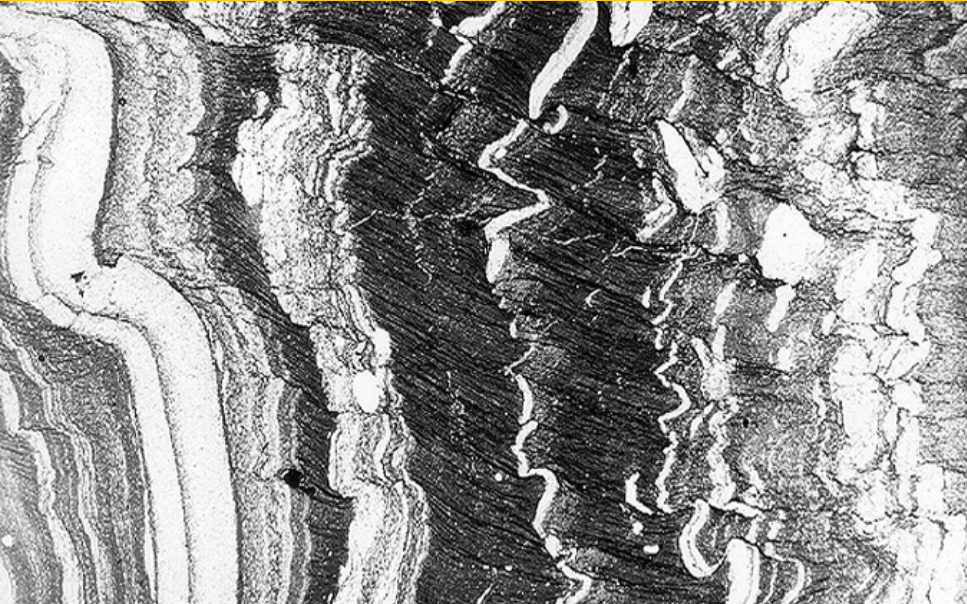
Passchier & Trouw (1996)

Foliação diagenética paralela a estratificação e definida pela disposição alongada dos grãos detríticos de micas e pelas lâminas de dissolução por pressão de carga, anostomosadas, em torno de cristais detríticos

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

Estratificação e foliação em rochas de baixo grau metamórfico

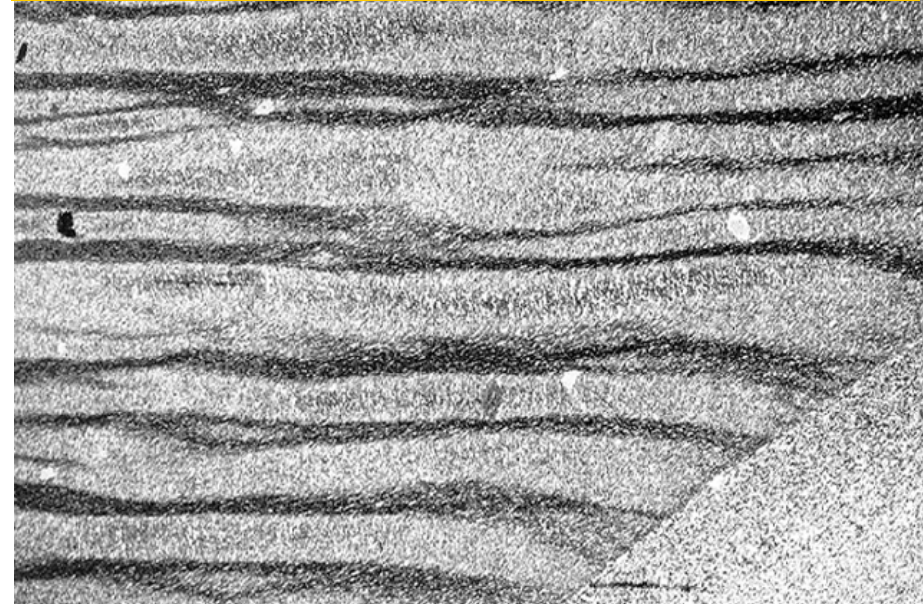
Estratificação – S_0 sub-vertical e dobrada
Foliação – S_1 sub-horizontal e não dobrada



Estratificação

1. Estruturas sedimentares; 2. espessuras podem ser variáveis; 3. composição e granulometria pode ser variável; 4. estratos planares; 5. disposta não paralelamente ao plano axial de dobras.

Foliação – S_2 horizontal e foliação - S_1 microdobrada .
Estratificação S_0 oblíqua no canto inferior direito



Foliação

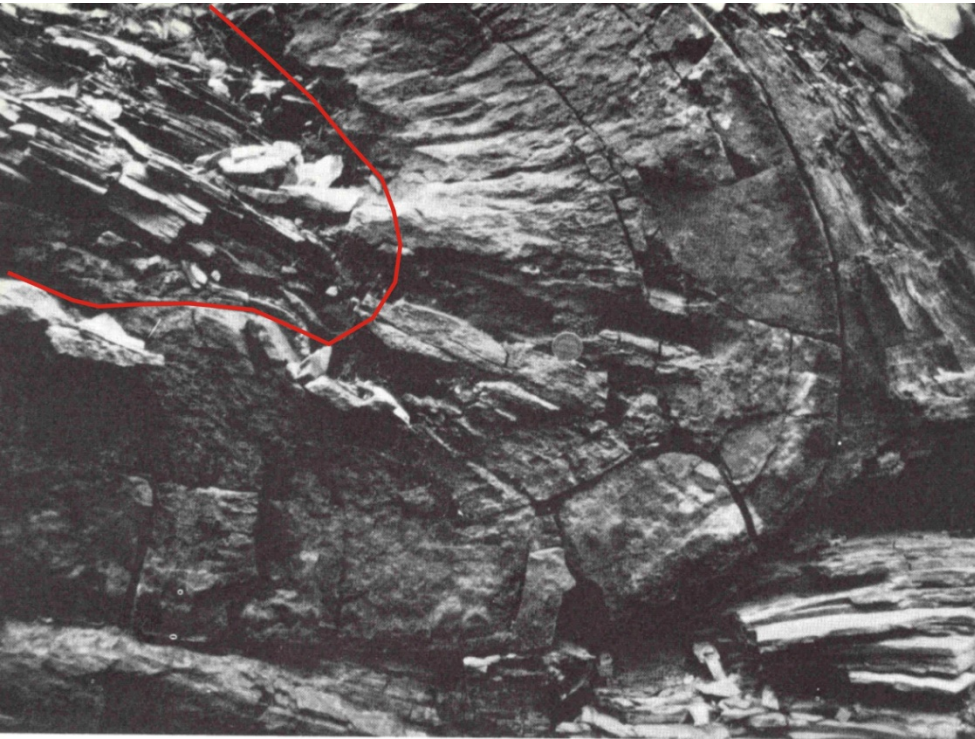
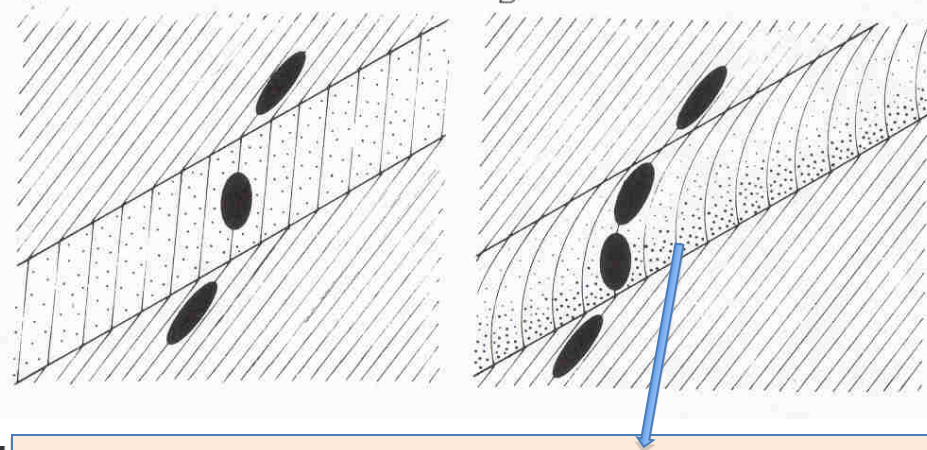
1. Sem estruturas sedimentares; 2. pequena variação na espessura; 3. composição normalmente bimodal; 4. acamadamento lenticular e/ou anostomosado (*microlithons*); 5. foliação paralela a sub-paralela ao plano axial de dobras

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

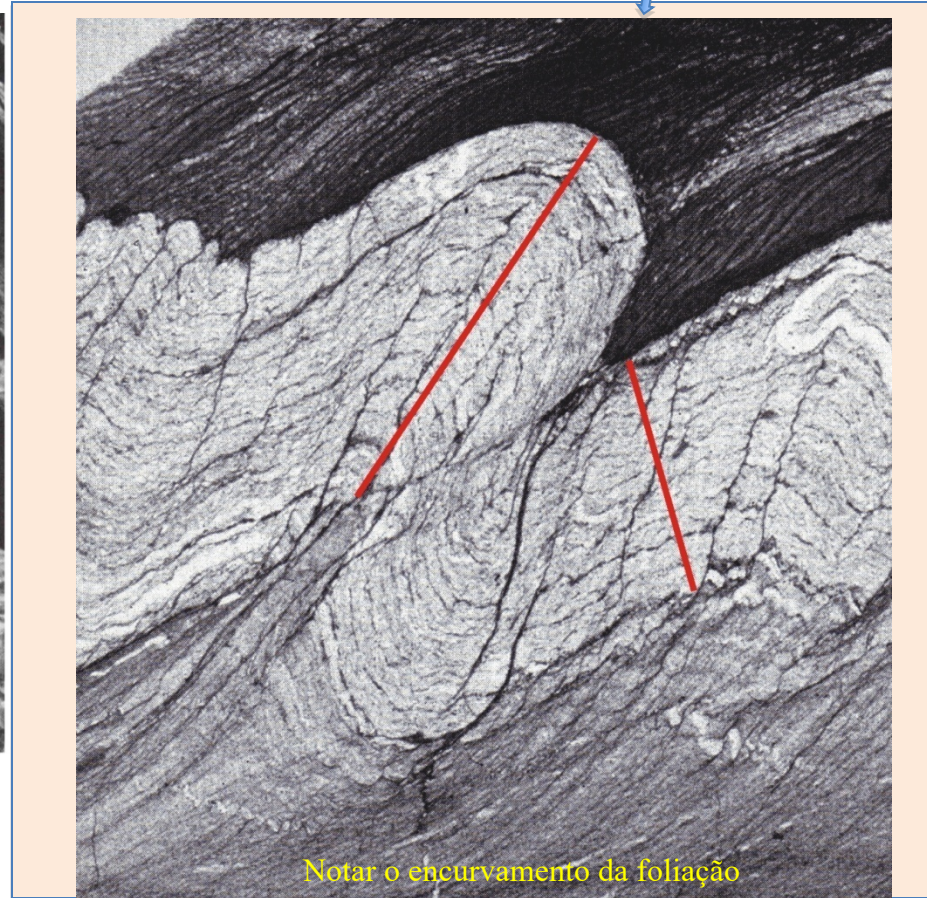
foliação plano-axial na crosta superior – contraste de competência e refração



Em níveis alternados e com contraste de competência a clivagem é refratada, nos níveis mais competentes, onde ela tende à ortogonalidade aos limites da camada.



Xistosidade plano-axial, plano paralela no intrado e clivagem espaçada, oblíqua e convergente nos leitos mais competentes. Clivagem divergente no nível mais incompetente no extrado desta dobra.



Notar o encurvamento da foliação

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

clivagem plano-axial convergente e divergente – crosta superior

Neutral
points



***Buckling* de sequência multi-estratificada e com alternâncias de espessura e viscosidade**

Ardósia com xistosidade contínua e divergente (dobra na classe-3) e quartzito com clivagem espaçada convergente (dobra isopaca – sub-classe 1B).

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

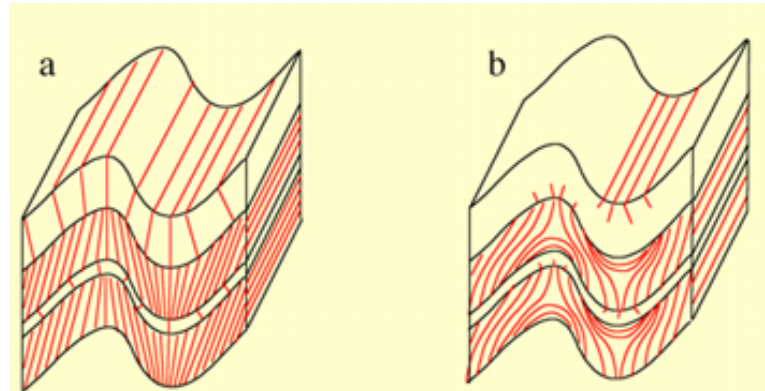
foliação plano-axial – crosta superior

Clivagem em leque e refração de clivagem

O crescimento mineral ou a dissolução por pressão não perfeitamente plano axial:

partição da deformação devido ao contraste de viscosidade

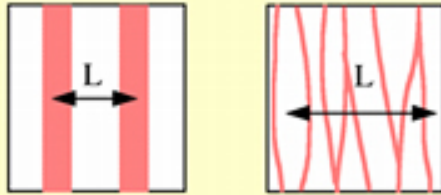
ou pela rotação passiva controlada pelo *buckling* de leitos mais competentes)



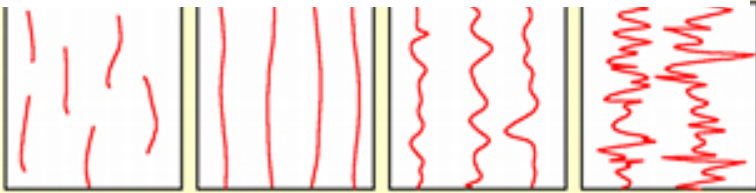
Rocha com camadas sem contrastes de competência –
CLIVAGEM ESPAÇADA plano-paralela

CRITÉRIOS PARA DESCRIÇÃO DE CLIVAGENS

espaçamento

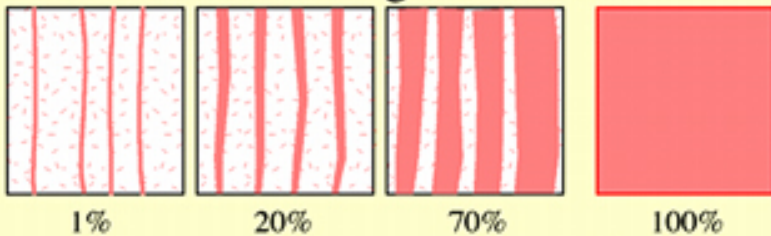


Forma dos domínios de clivagem



incipiente linear ondulada estilolítica

Volume dos domínios de clivagem



Clivagem espaçada

Xistosidade
contínua

Relações entre os domínios de clivagem

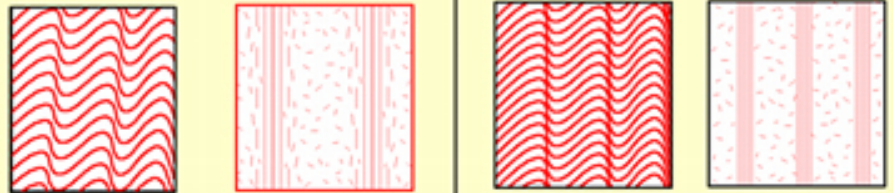


paralela

anostomosada

conjugada

Transições entre domínios de clivagem e
microlithons



gradacional

brusca

Clivagem
de
crenulação
zonal

Clivagem
de
crenulação
discreta

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

O tipo de clivagem depende da estrutura presente nos *microlithons*:

1 - Clivagem disjuntiva ou espaçada;

2 - Clivagem de crenulação:

2.1- clivagem de crenulação zonal,

2.2- clivagem de crenulação discreta; clivagem de crenulação diferenciada e/ou por domínios.

CLIVAGEM ESPAÇADA

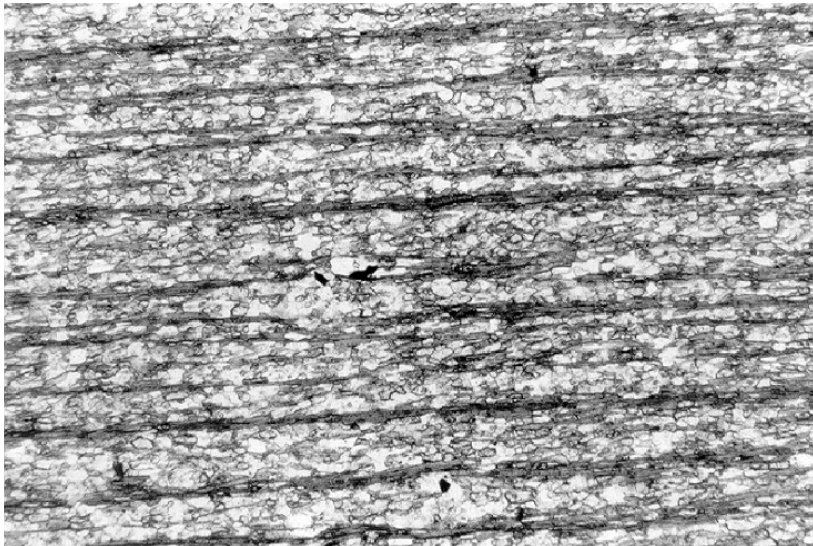
A clivagem espaçada é definida por 2 tipos de domínios de clivagem: as *lamelas de clivagem* e os *microlithons* sem microdobras

Mecanismo dominante de deformação: **dissolução por pressão**

Os traços escuros representam a intersecção de planos dissolvidos e preenchidos por hidróxido de ferro

Clivagem espaçada

(paralela e linear contínua)



Clivagem espaçada por domínios

(incipiente a anostomosada, descontínua)



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLIVAGEM ESPAÇADA



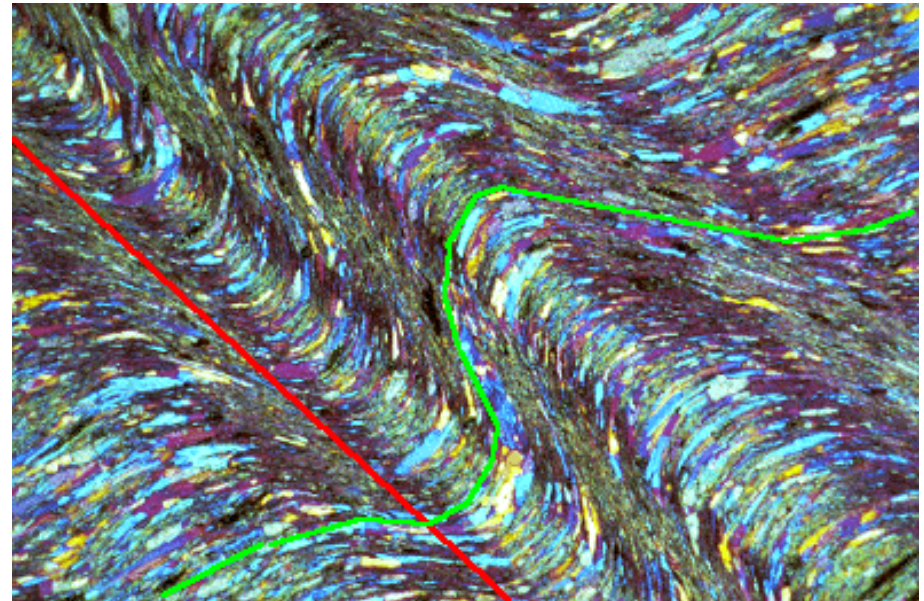
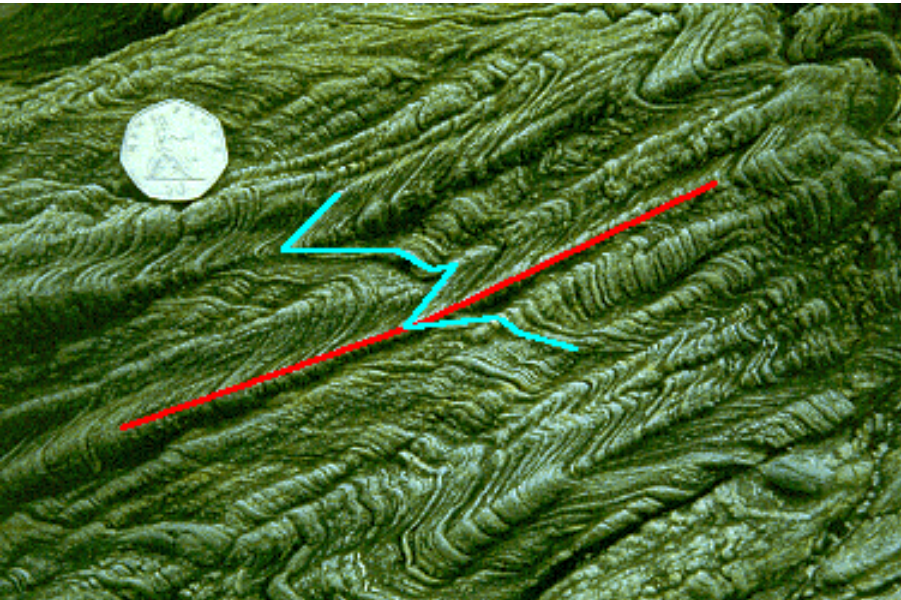
ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLIVAGEM DE CRENULAÇÃO ZONAL

Quando, nos *microlithons* ou entre as lamelas de clivagem, a estrutura planar anterior estiver dobrada, ou microdobrada, a clivagem é dita de crenulação. As lamelas de clivagem, encontram-se nos flancos das microdobras, e são paralelas ao plano axial.

A clivagem de crenulação é produto de uma deformação heterogênea progressiva de superfícies anisotrópicas e/ou de uma superposição de estruturas planares anisotrópicas: admite uma foliação anterior (S_1) dobrada e uma clivagem (S_2) como plano-axial.

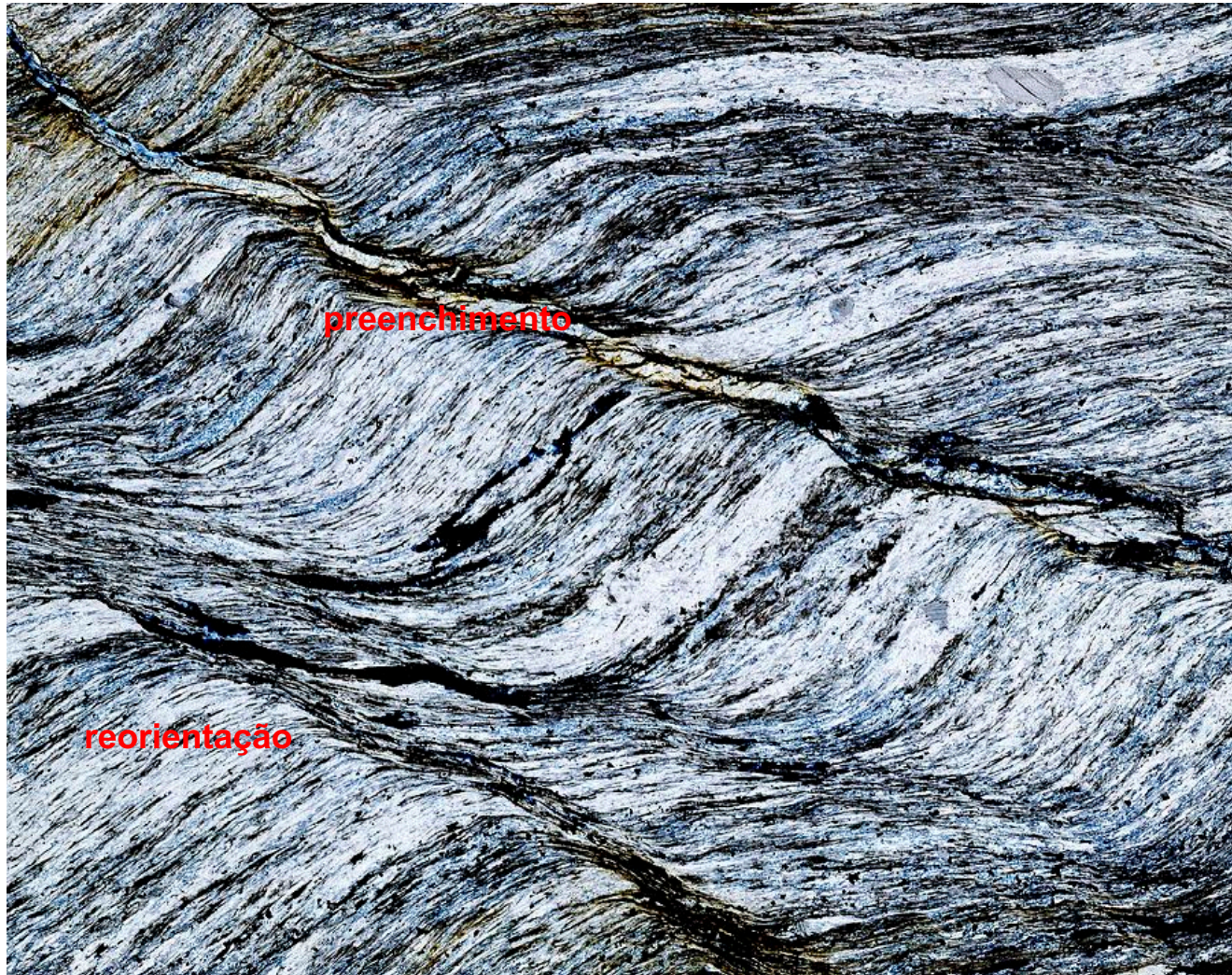
A clivagem de crenulação zonal é definida pela continuidade das dobras entre os domínios de clivagem.



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLIVAGEM DE CRENULAÇÃO DISCRETA

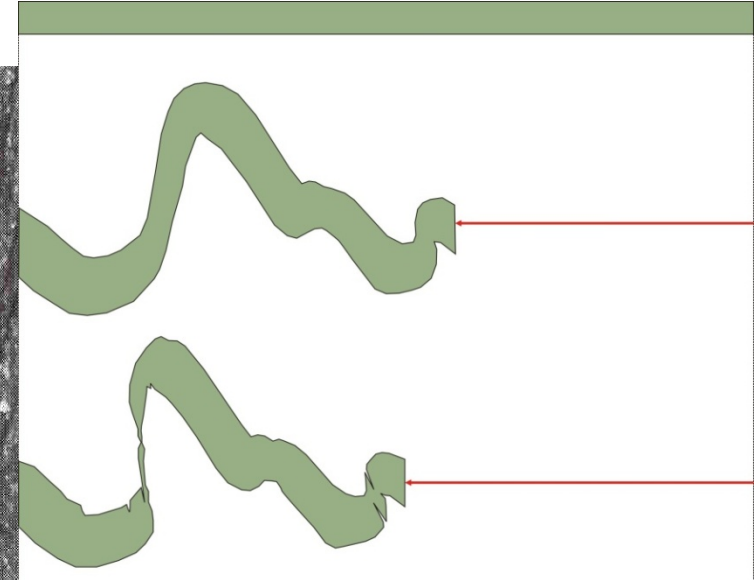
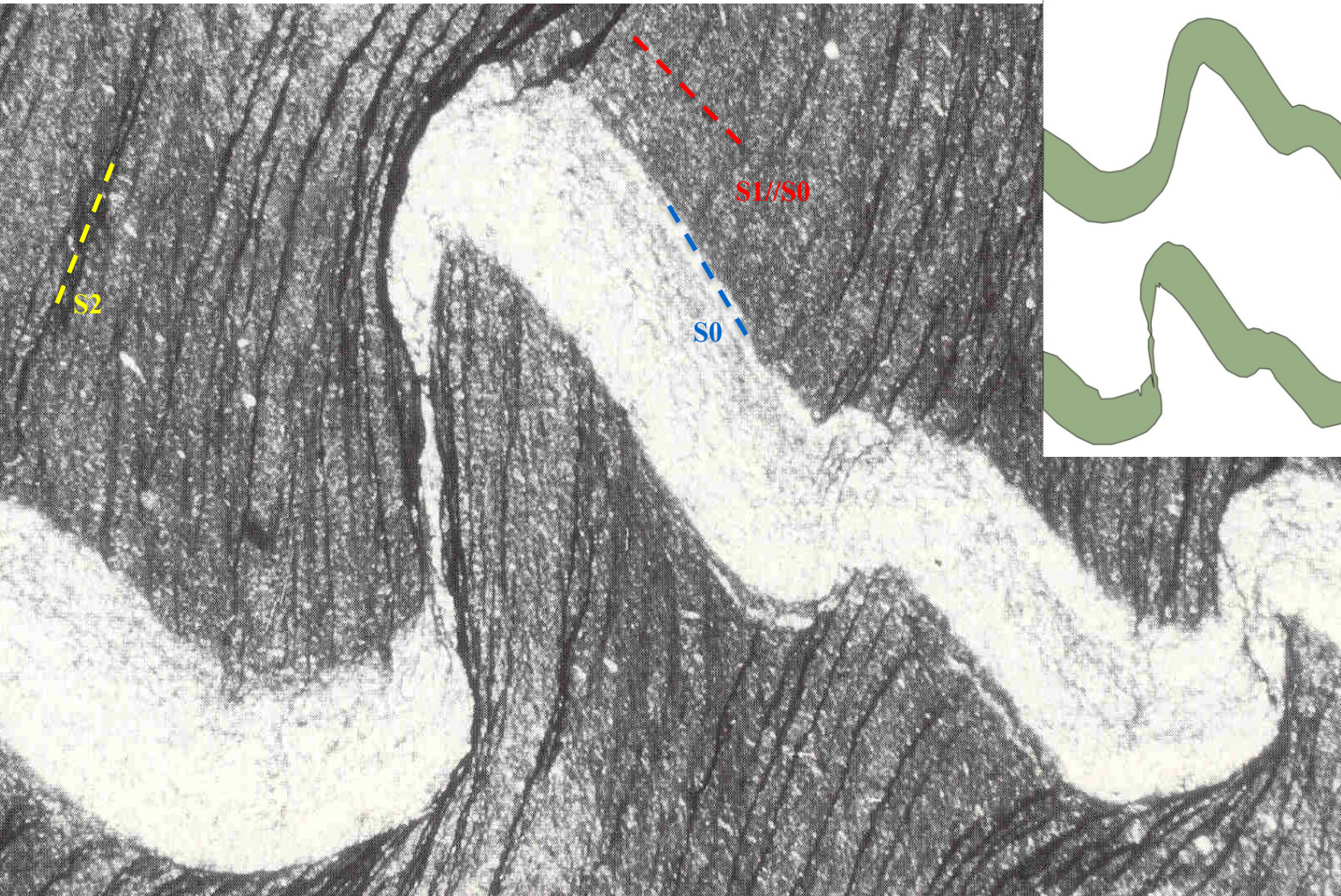
Na **clivagem de crenulação discreta** os níveis dobrados perdem a continuidade devido a processos de encurtamento acompanhado por dissolução por pressão e, localmente, preenchimento (recristalização).



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLIVAGEM DE CRENULAÇÃO DISCRETA

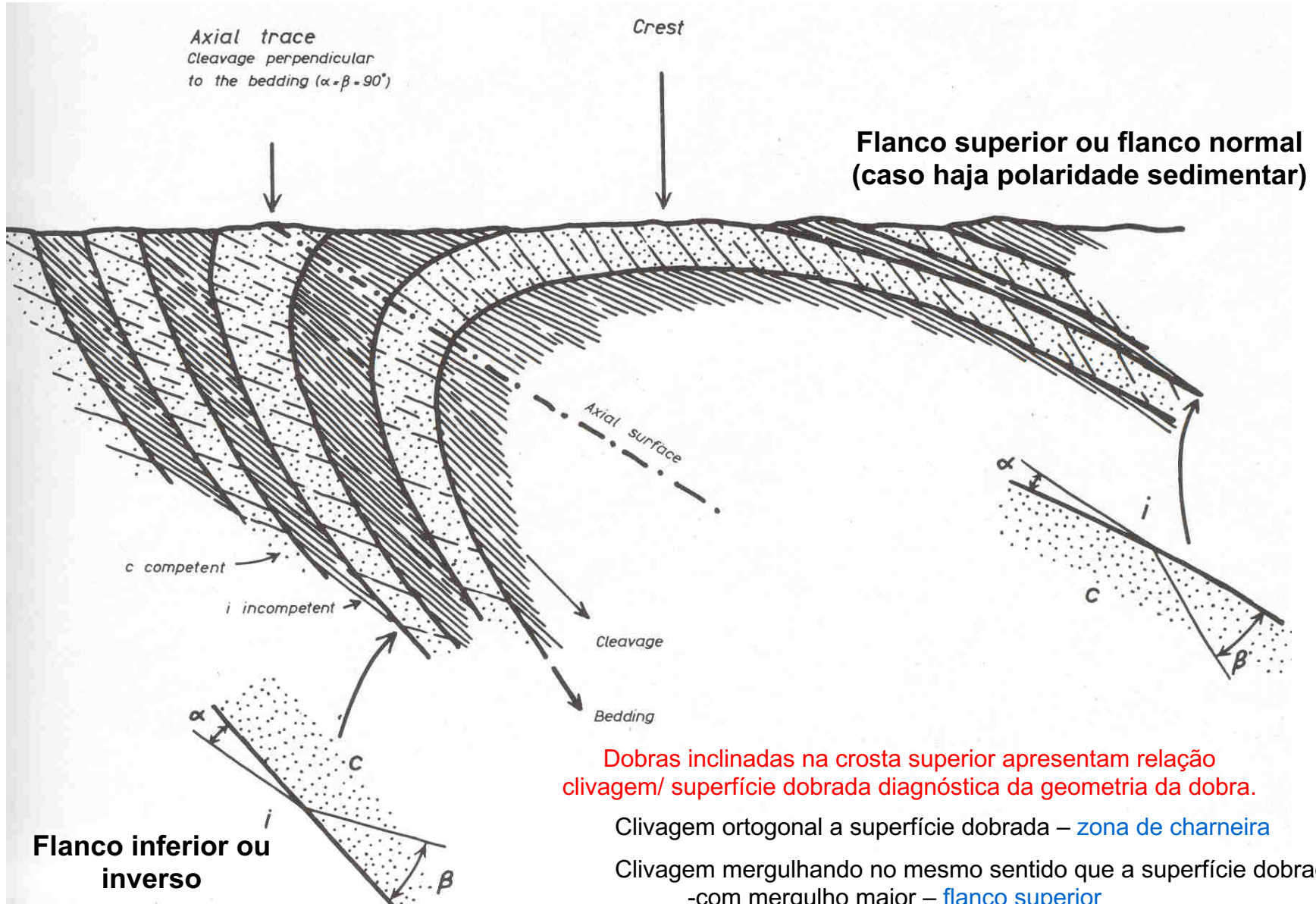
- Estratificação paralela a xistosidade contínua;
- clivagem de crenulação fina com planos de clivagem por dissolução (no nível de granulação fina);
 - pseudo-falha no nível claro (de granulação mais grossa).



Quando a deflexão do flanco inferior coloca-o quase-ortogonal ao campo de esforço compressivo, ele entra em dissolução.

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLIVAGEM, VERGÊNCIA E POSIÇÃO NA DOBRA



Dobras inclinadas na crosta superior apresentam relação clivagem/ superfície dobrada diagnóstica da geometria da dobra.

Clivagem ortogonal a superfície dobrada – zona de charneira

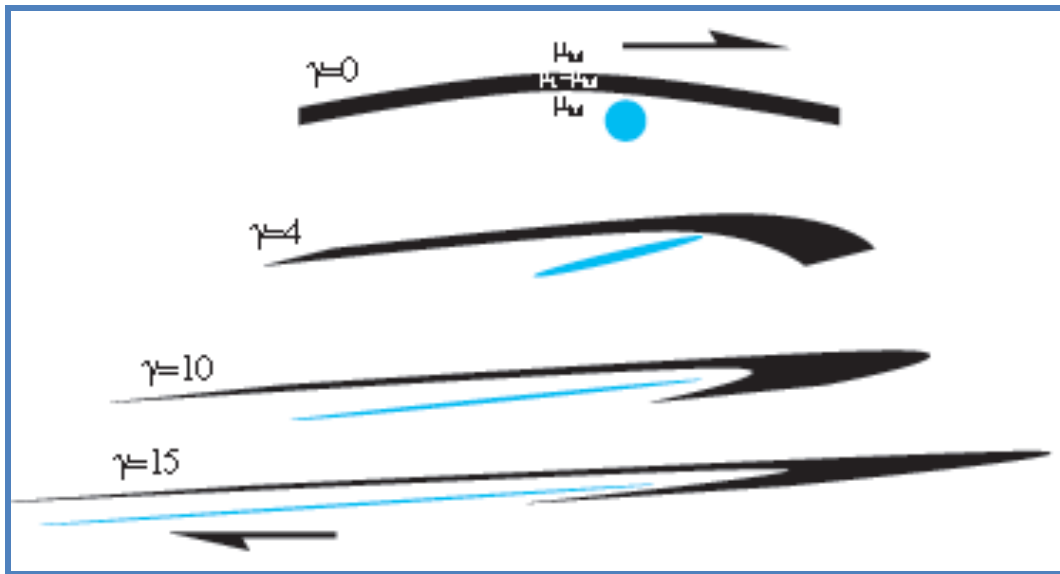
Clivagem mergulhando no mesmo sentido que a superfície dobrada:

-com mergulho maior – flanco superior

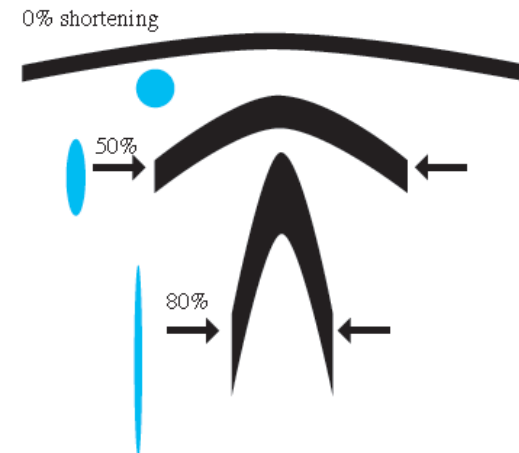
-com mergulho menor – flanco inferior

DOBRAMENTO PASSIVO – DEFORMAÇÃO NA CROSTA MÉDIO-INFERIOR

Dobramento passivo por cisalhamento simples – estiramento da camada



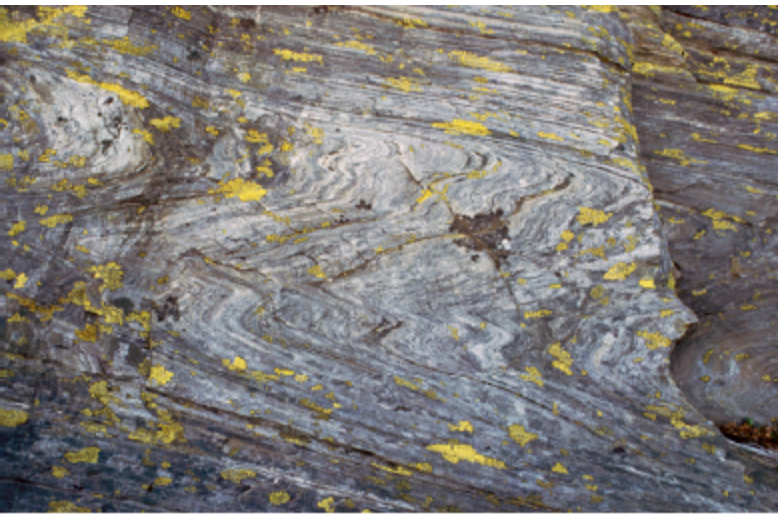
Dobramento similar passivo por cisalhamento puro – encurtamento ao longo da camada – transição à crosta média-inferior



No dobramento passivo as camadas não influem mecanicamente no dobramento, isto é, as camadas mais competentes não controlam a forma da dobra. No geral as camadas são estiradas e não encurtadas.

Maior comportamento plástico da rocha – maior temperatura e pressão.

São, idealmente, dobras similares (classe 2) de camadas que entram em zonas de cisalhamento ou fluem em *strain* heterogêneo.



-fluxo ductil uniforme através de toda massa rochosa

-estratificação, foliação, bandamento gnáissico apenas delineiam as dobras.

-baixo (ou inexistente) contraste de ductibilidade entre as camadas



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DA FOLIAÇÃO

Clivagem e Xistosidade

Clivagem: termo geral utilizado para estruturas descontínuas e sem recristalização mineral, ou para estruturas metamórficas de granulação fina, onde os minerais neoformados não são distinguidos a olho nu.

Xistosidade: termo utilizado para as foliações metamórficas definidas pela recristalização mineral plano-paralela e visível a olho nu.

Foliações

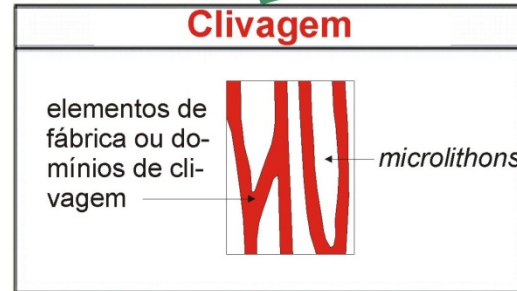
Foliação Contínua

sem microlithons

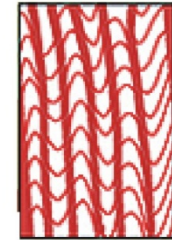


Foliação Espaçada

com microlithons

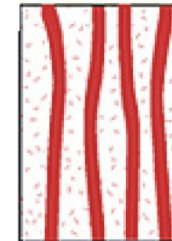


com microdobras nos microlithons



Clivagem de crenulação

sem microdobras nos microlithons

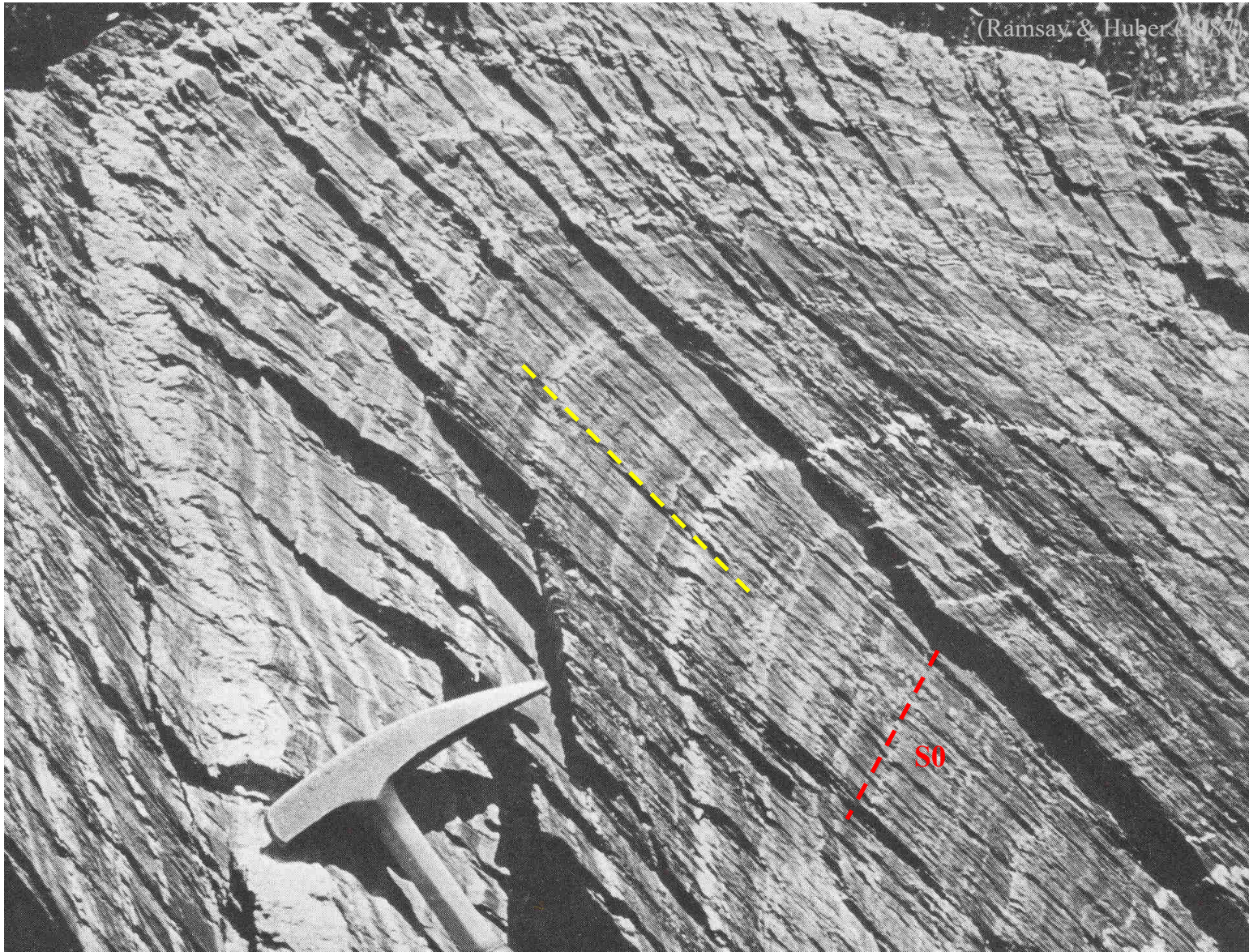


Clivagem disjuntiva ou espaçada

(termo abandonado: clivagem de fratura)

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

foliação plano-axial – crosta superior



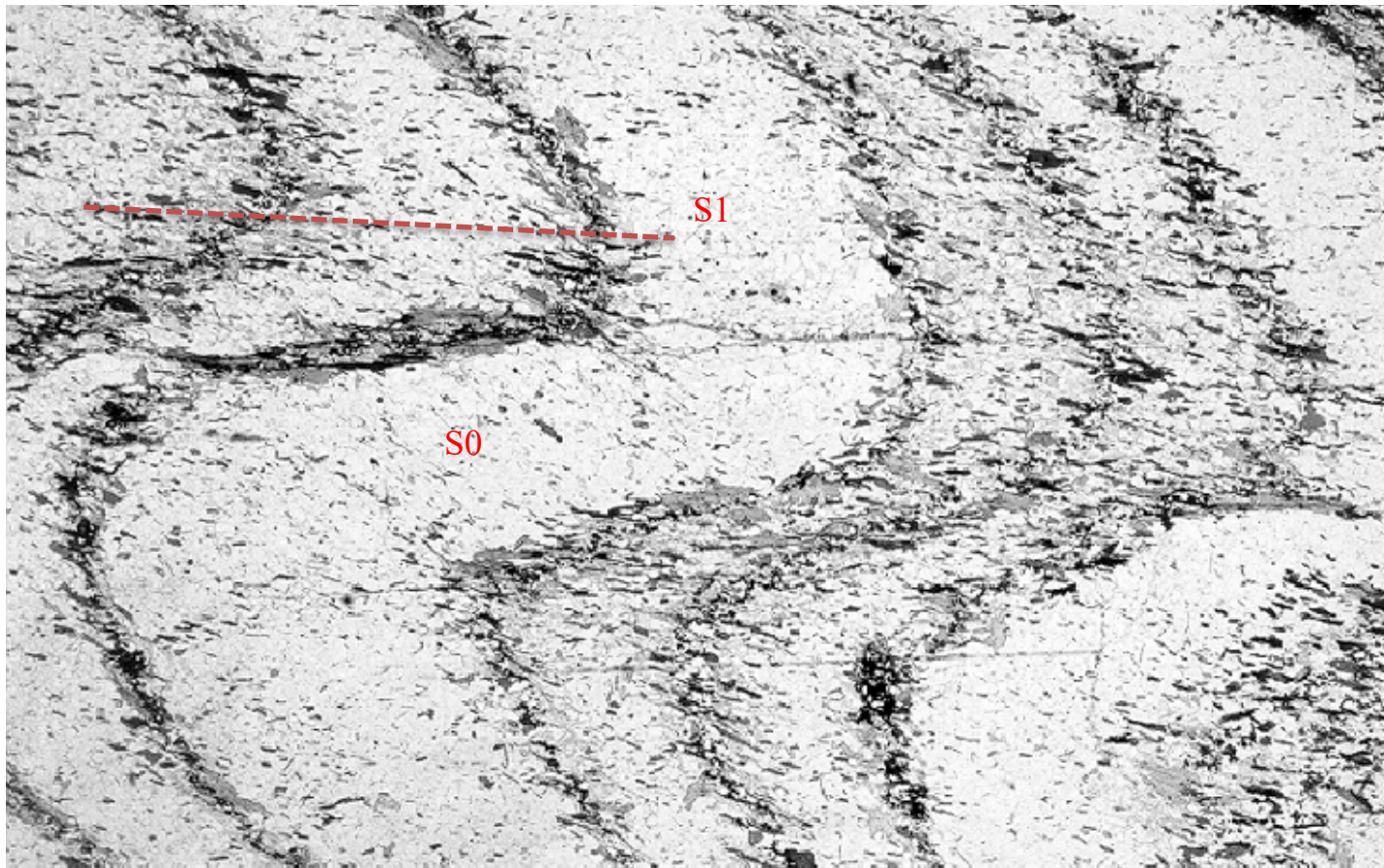
Xistosidade contínua e plano-paralela em dobra similar

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

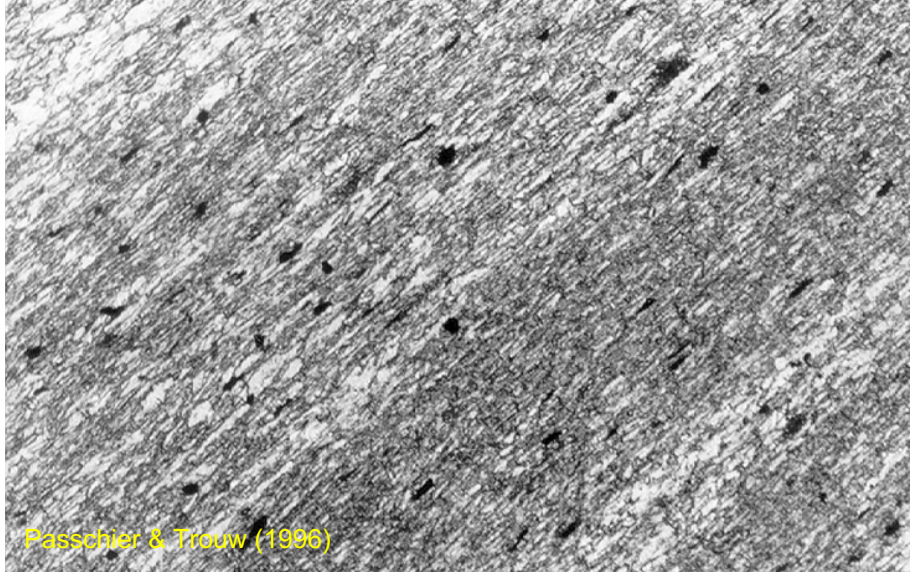
CONTEXTO GEOLÓGICO DO DESENVOLVIMENTO DA FOLIAÇÃO

Elemento estrutural “paralelo” ao plano axial de dobras

Foliação em rocha metamórfica desenvolvida pela recristalização orientada de biotita paralela ao plano axial da dobra. **Xistosidade S_1 plano-axial de dobra da superfície S_0 de estratificação**



FOLIAÇÃO CONTÍNUA



CLIVAGEM ARDOSIANA



XISTOSIDADE

Orientação estatística preferencial dos cristais de biotita (clivagem 001 no plano da xistosidade) e fábrica de forma alongada do quartzo.

Foliação contínua = xistosidade ou clivagem ardosiana

Consiste na distribuição homogênea e isorientada de minerais placosos (micas – textura lepidoblástica), prismáticos (anfíbólios, sillimanita, cloritóide, estauroлита – textura nematoblástica), ou poligonais (quartzo, feldspatos – textura granoblástica), com orientação preferencial controlada pela recristalização mineral metamórfica sob esforço dirigido e sem correspondência com a forma adquirida na deposição sedimentar e diagênese (S_0).

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

XISTOSIDADE E INCREMENTO DO METAMORFISMO E DA DEFORMAÇÃO

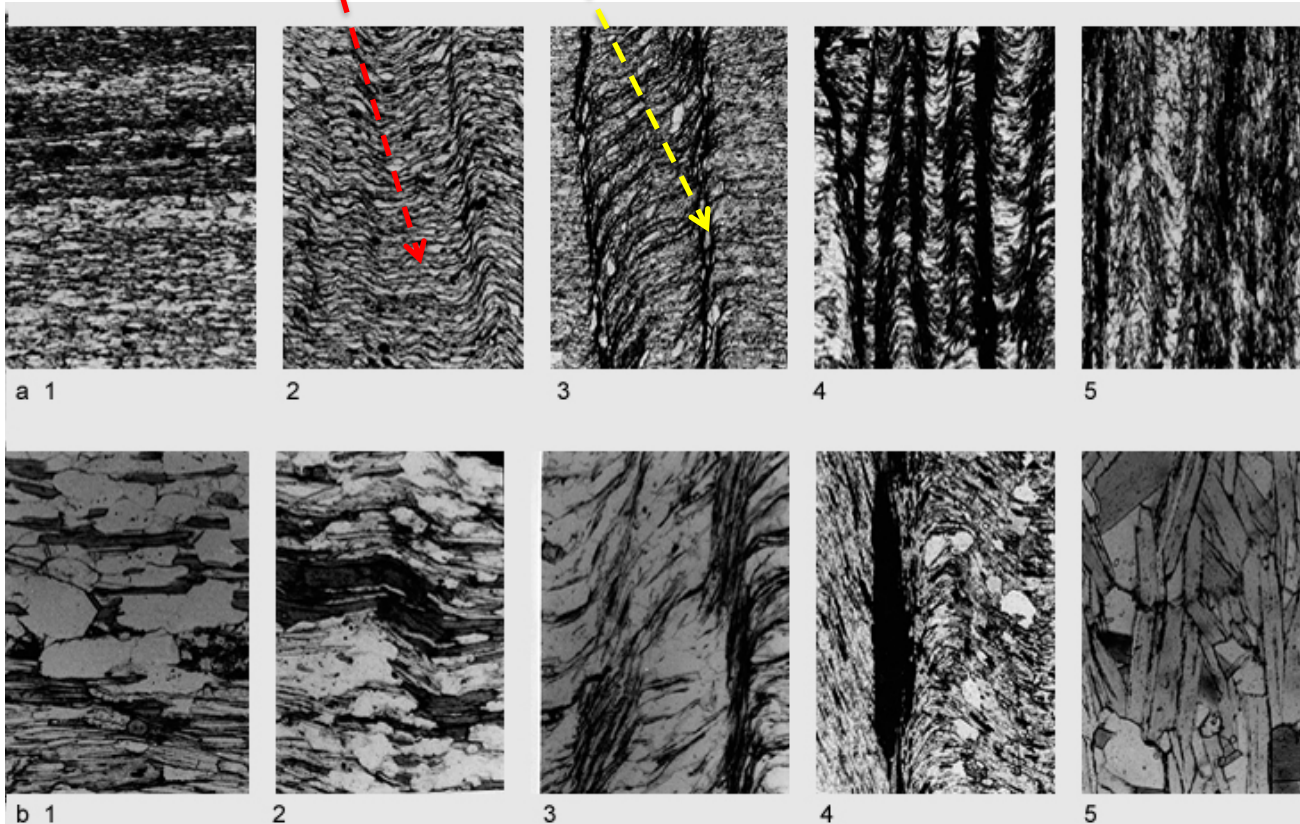
Estágios de desenvolvimento de foliação, a partir de clivagem de crenulação:

(a)- com aumento da intensidade da deformação

(b)- com aumento da temperatura

(S1 dobrada)

(S2)



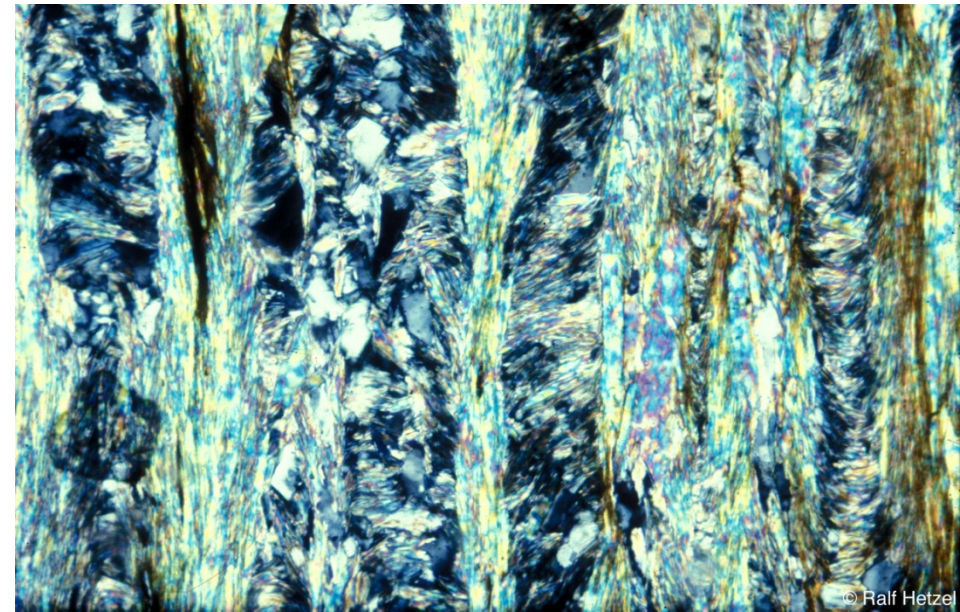
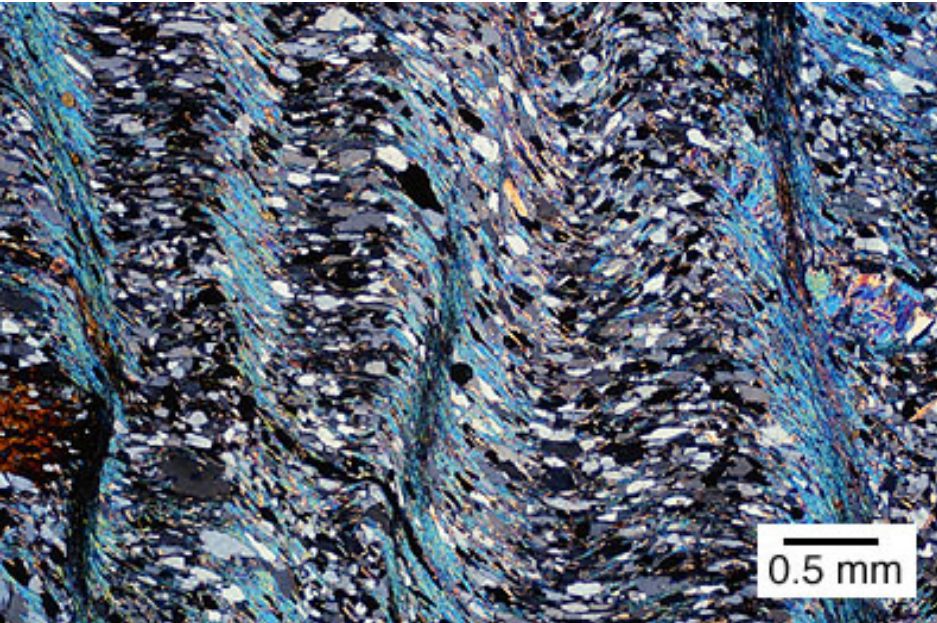
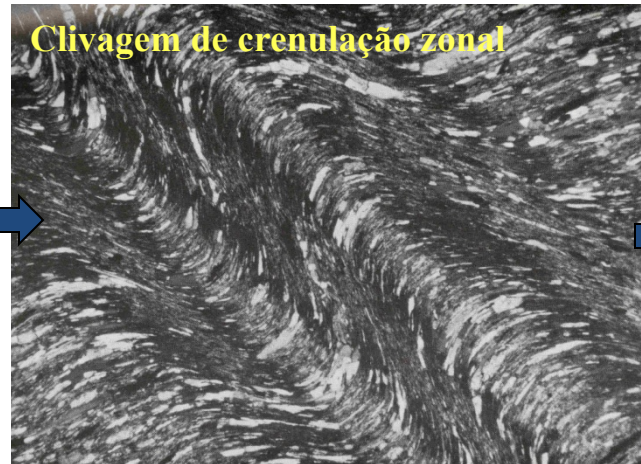
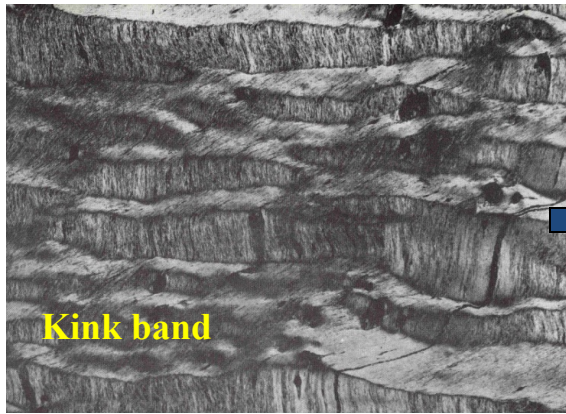
Predomínio gradual da foliação S_2 sobre a foliação S_1 .

Micas dobradas em *microlithons* e a recristalização estática em arcos poligonais.

Bandamento diferenciado como produto final: bandas granoblásticas félsicas separadas por lâminas e/ou bandas lepidoblásticas.

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

Da crenulação ao bandamento diferenciado. Dissolução por pressão e recristalização metamórfica.



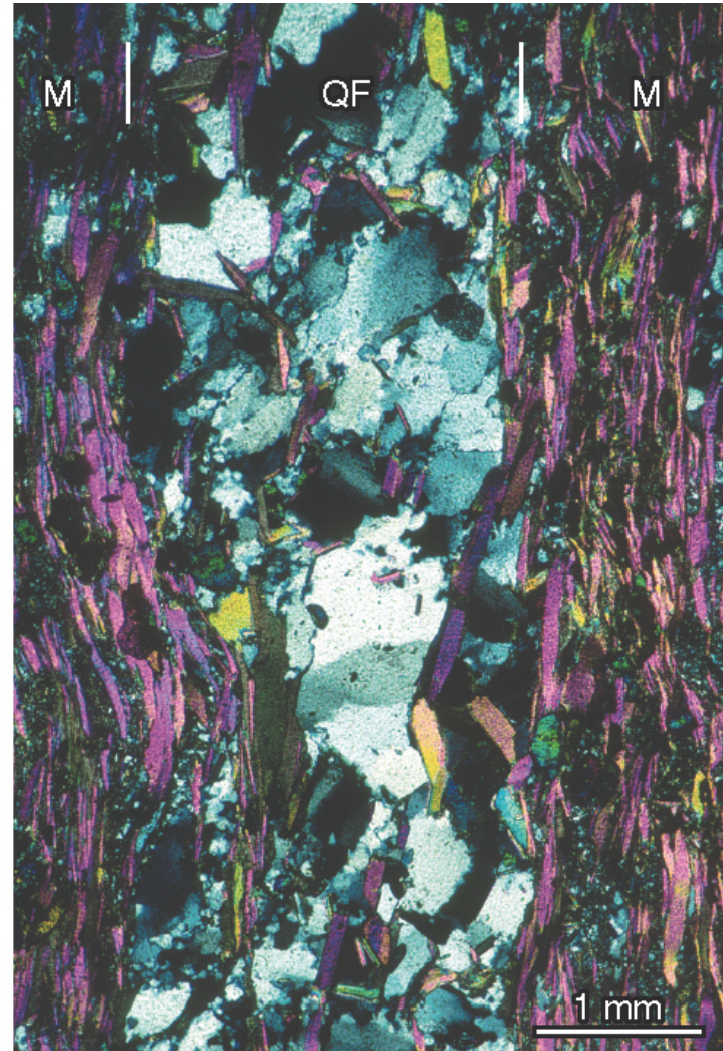
© Ralf Hetzel

Clivagens de **crenulação zonal** com domínios de clivagem. Notar a recristalização de mica branca nos domínios de clivagem e individualização de *microlithons* mais ricos em quartzo.

Desenvolvimento do **bandamento diferenciado** pela recristalização metamórfica dos antigos domínios de clivagem e *microlithons*.

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

Bandamento diferenciado de baixa e alta temperatura

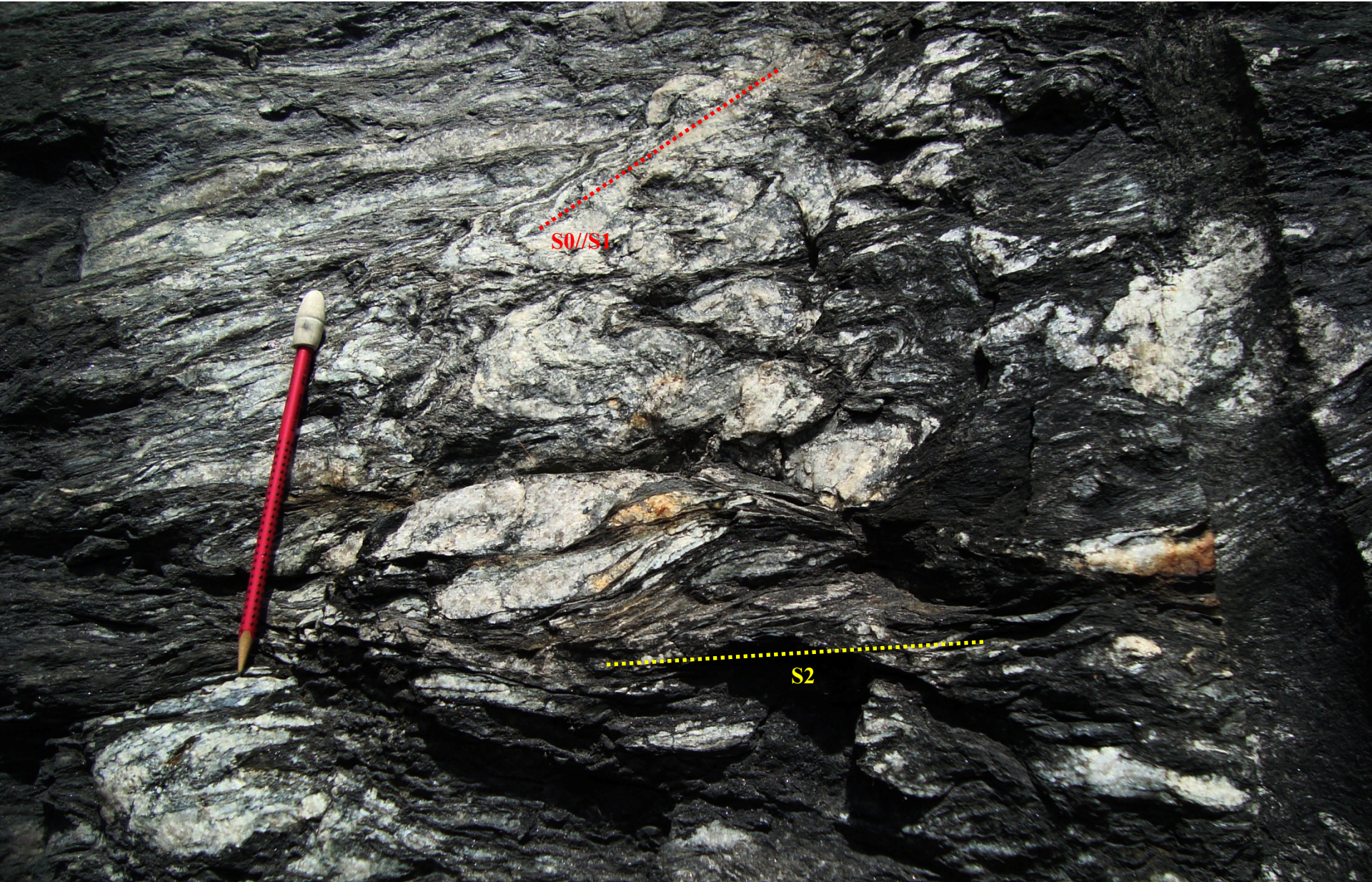


Alternância secundária, metamórfica, de bandas granoblásticas e bandas lepidoblásticas (ou nematoblásticas)

ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

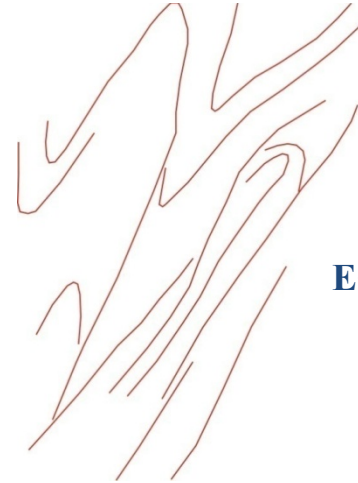
S1 dobrada e paralela à estratificação

S2 plano-axial, com bandamento diferenciado, migração e recristalização de bandas félsicas. Bandas de cisalhamento. Charneiras desruptas



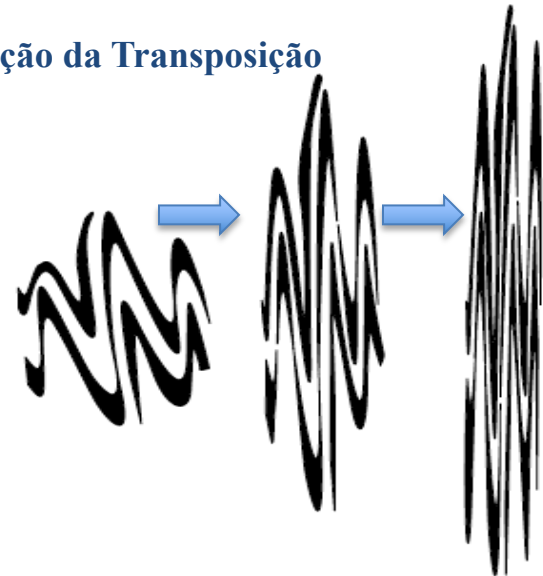
ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

XISTOSIDADE DE TRANSPOSIÇÃO POR DEFORMAÇÃO COAXIAL



Esquema do afloramento

Evolução da Transposição



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

XISTOSIDADE DE TRANSPOSIÇÃO POR DEFORMAÇÃO NÃO-COAXIAL- ASSIMETRIAS E ROMPIMENTOS

Predomínio de dobras com assimetrias em Z e restos de dobras em M sugerindo **transposição e cisalhamento**

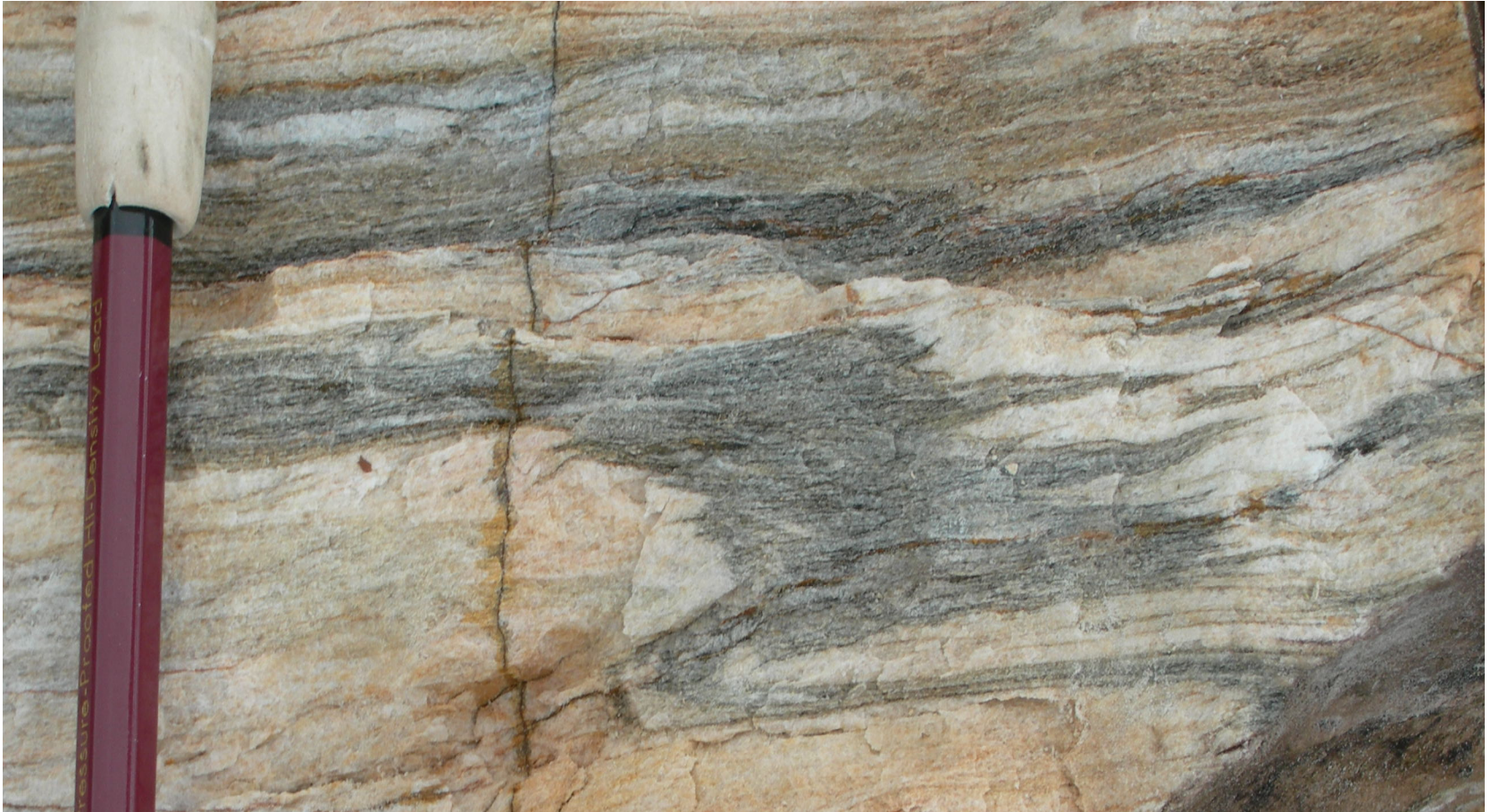


ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

XISTOSIDADE DE TRANSPOSIÇÃO E DOBRAMENTO PASSIVO

Alternância entre quartzito e grafita-quartzito xisto, com xistosidade contínua S_1 no plano-axial.

Transposição da zona da charneira (a direita) para dentro da xistosidade (**flame folds**)



ESTRUTURAS PLANARES ASSOCIADAS AO DOBRAMENTO

XISTOSIDADE DE TRANSPOSIÇÃO E DOBRA INTRAFOLIAL – DOBRAMENTO PASSIVO

