

GEOLOGIA ESTRUTURAL

Aula 4

Zonas de Cisalhamento

Prof. Eduardo Salamuni

(Arte: Acadêmica Marcela Fregatto)

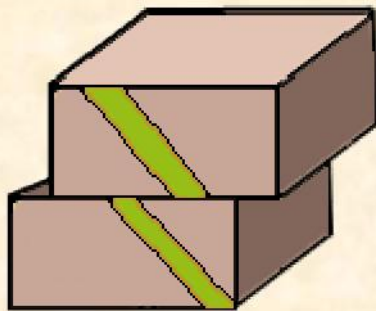
INTRODUÇÃO e MECANISMOS DE CISALHAMENTO

Definição

- Zona de cisalhamento é uma faixa estreita e planar de paredes subparalelas onde se concentra a deformação com taxas variáveis.
- São zonas de fraqueza e apresentam adelgaçamento por deformação localizada.
- As zonas dúcteis e as dúcteis-rúpteis podem ser equivalentes, em nível estrutural inferior das zonas rúpteis situadas em nível estrutural superior.

São classificadas em:

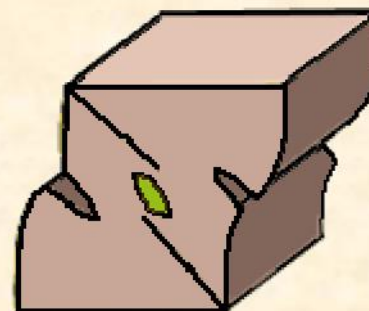
a) Rúptil



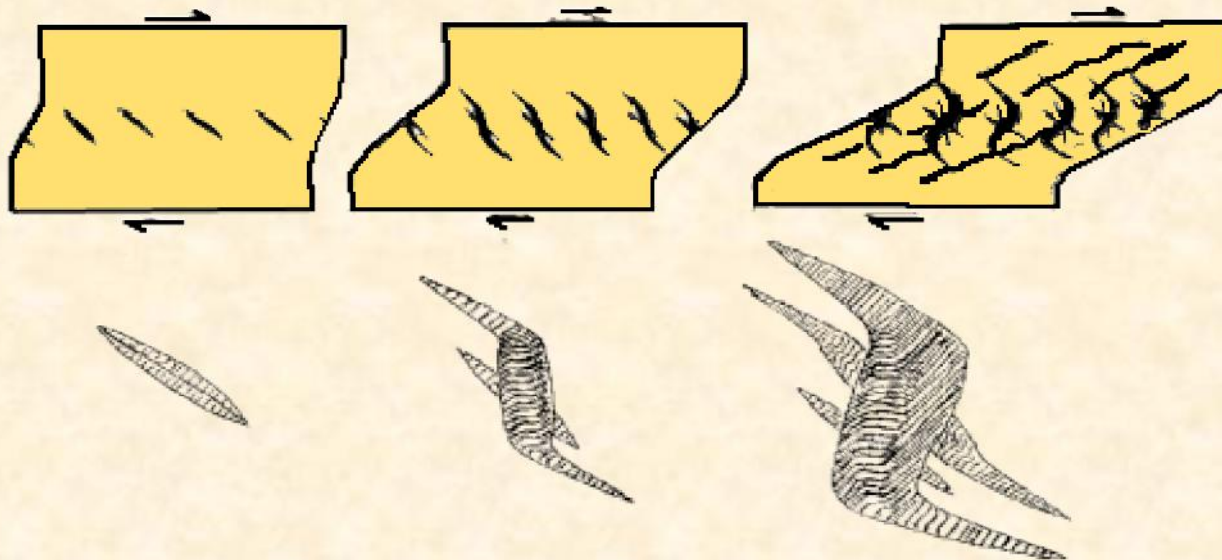
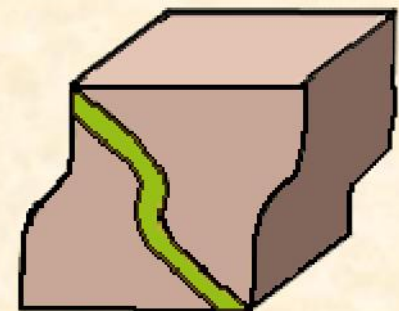
b) Rúptil-dúctil



c) Dúctil-rúptil



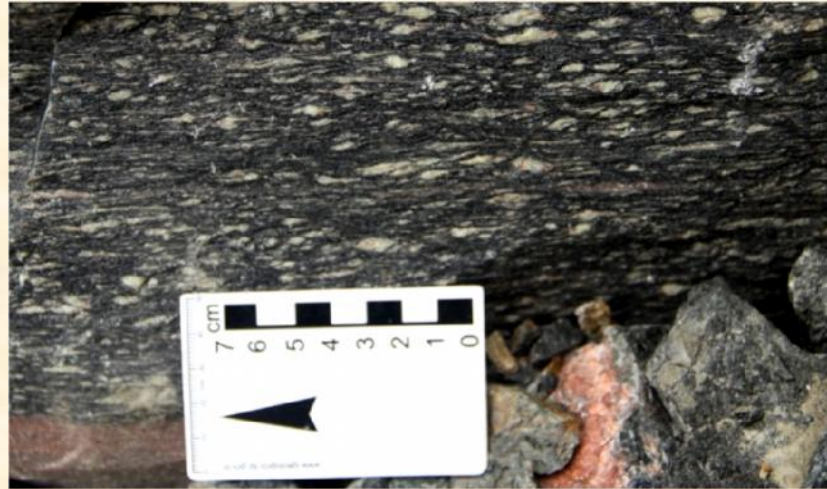
d) Dúctil



Fonte: Ramsay & Huber (1976)

Cisalhamento dúctil em tectonitos do Complexo Atuba,
pedreira São Jorge (Foto: E. Salamuni)

Exemplos de
cisalhamento
dúctil, dúctil-
rúptil e rúptil



Cisalhamento dúctil-rúptil na Formação
Capiru, (Foto: E. Salamuni)

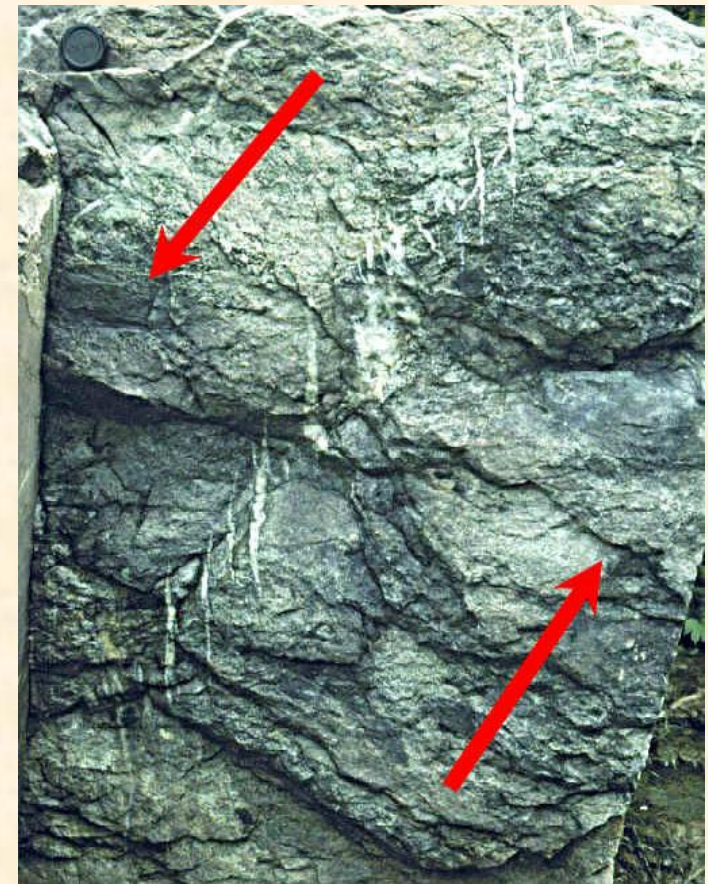
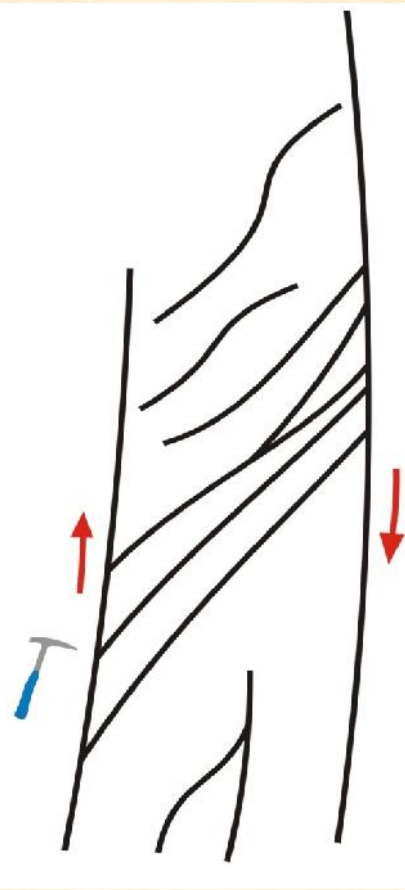


Cisalhamento rúptil no Complexo
Atuba (Foto: E. Salamuni)



Cisalhamento rúptil

Em geral representado por zonas cataclásticas ou fraturas individualizadas (falhas ou diáclases)



Grupo Brusque. Foto: Fernanda M. Gonçalves

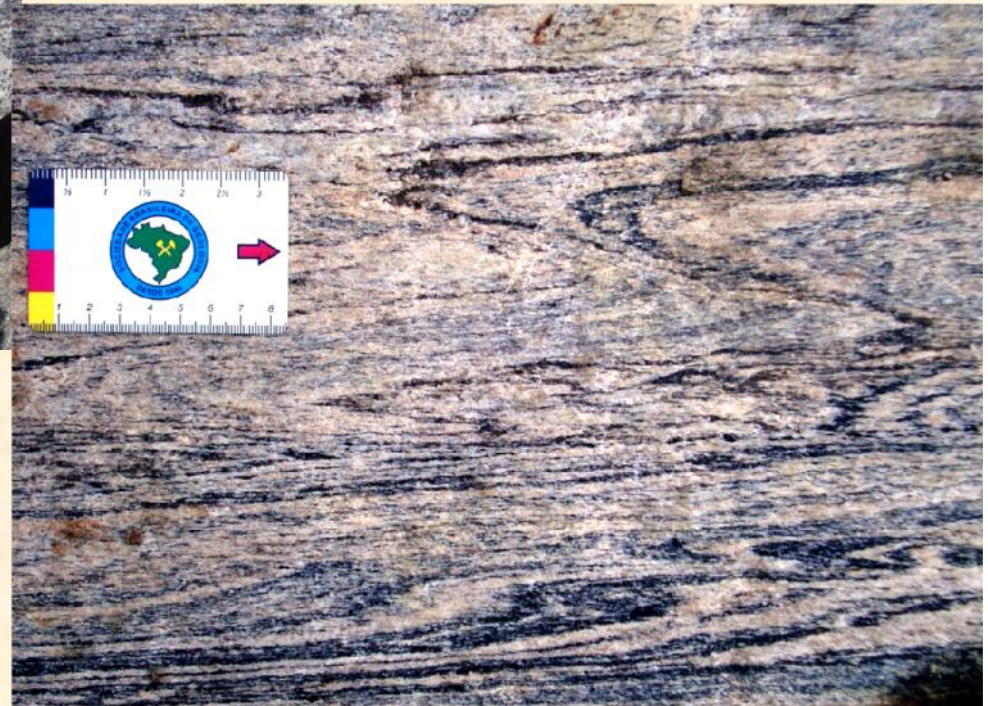
Cisalhamento dúctil

Em geral representado por faixas miloníticas ou protomiloníticas com estirramento generalizado



Zona de cisalhamento Paraíba do Sul (Foto: E. Salamuni)

Complexo Atuba
(Foto: E. Salamuni)

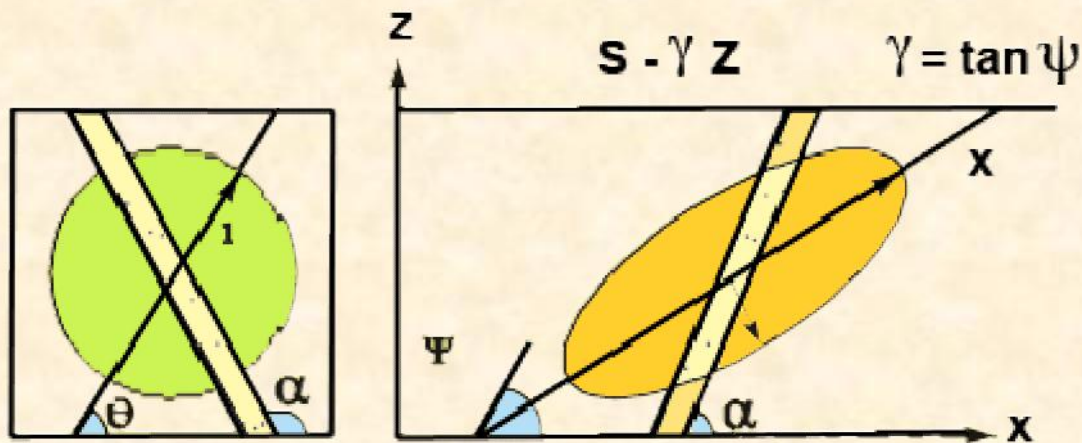


Os parâmetros do cisalhamento são:

j \neq ângulo do cisalhamento

$x = \tan j$ \neq taxa do cisalhamento

i \neq ângulo entre o eixo principal do elipsóide e a direção de cisalhamento



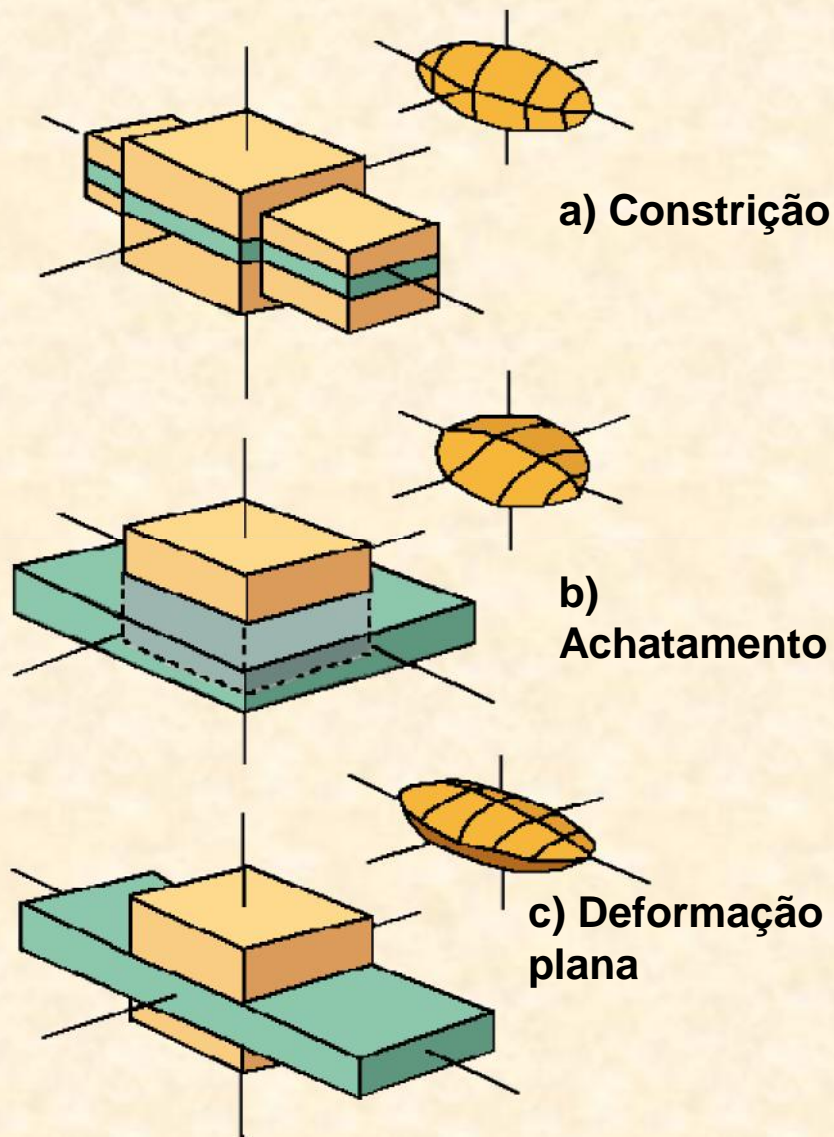
ψ = ângulo de cisalhamento
 γ = taxa de cisalhamento
 α = ângulo entre o eixo principal do elipsóide e a direção do cisalhamento

$$(\gamma = 2 \cotg 2\alpha)$$

Relação da elipse de deformação para o cisalhamento em um sistema de cisalhamento simples.

Deformação em Zonas de Cisalhamento (ZC)

- Há vários modos pelos quais se pode caracterizar uma ZC.
- É possível observar cataclase e brechamento em uma faixa cisalhada ou zona de falha - estado rúptil.
- No estado dúctil observa-se dobras, estiramento e/ou achatamento mineral, controlados pelo grau de deformação em cada um dos eixos do elipsóide de deformação (X, Y e Z).
- Isto depende dos seguintes fatores:
 - (a) o deslocamento de um determinado ponto de um objeto geológico é definido pelo vetor que o une quando indeformado ao mesmo quando deformado, não importando a trajetória executada;
 - (b) as mudanças podem se dão por distorção, dilatação ou dilatação com distorção;



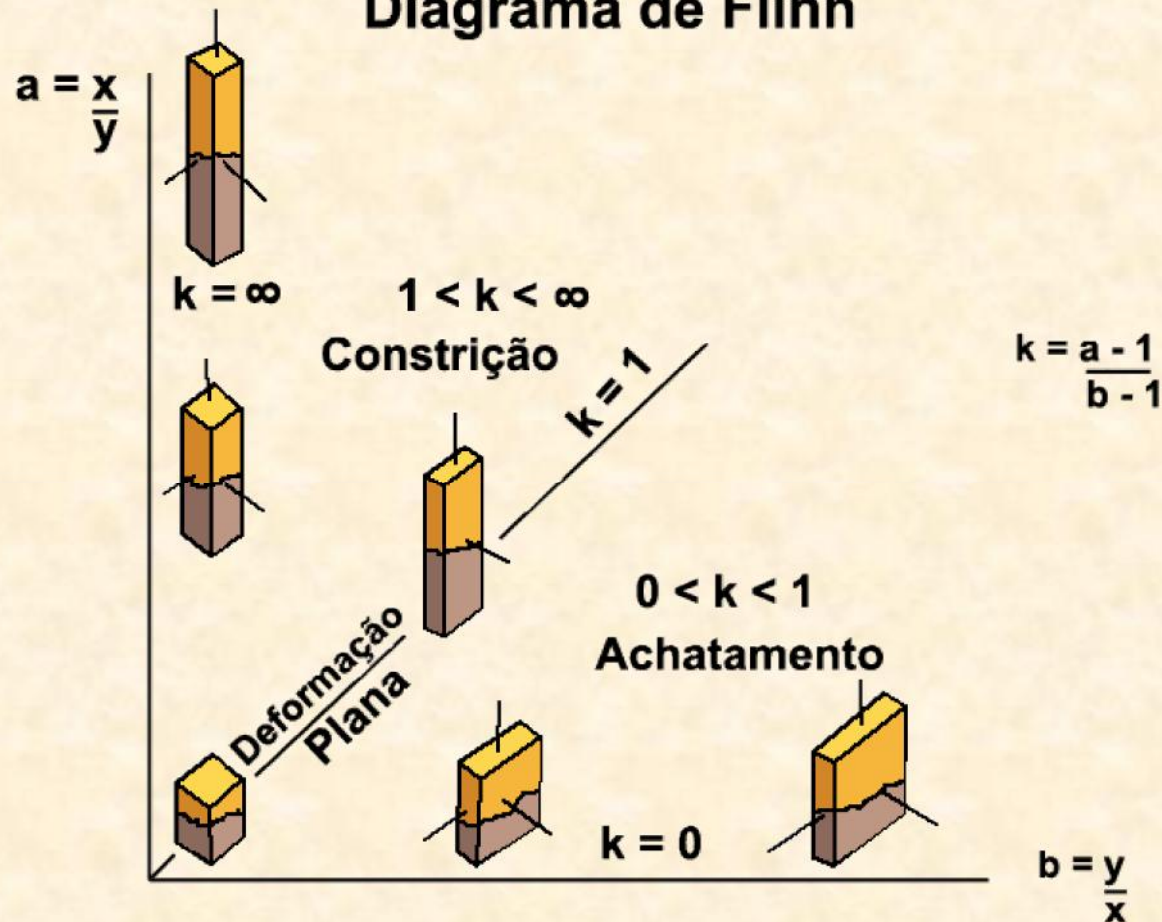
- Em relação aos eixos do elipsóide de deformação. Em ZC dúcteis, observa-se que:

(a) se Y corresponde à direção de encurtamento. Há constrição com geração de lineação;

(b) quando Y corresponde à direção de estiramento há achatamento com geração da foliação;

(c) quando não há deformação na direção Y a deformação é plana gerando foliação e lineação de forma concomitante.

Diagrama de Flinn



- Diagrama de Flinn é a representação gráfica que mostra como um corpo passaria do estado de deformação linear para o achatado

-
- Em uma ZC a deformação pode ser quantificada.
 - Deve haver condições de se conhecer ou estimar os valores e as posições geométricas iniciais.
 - Mudanças tanto no comprimento de linhas quanto no valor angular entre essas linhas podem ser calculadas.

Utiliza-se as seguintes relações:

$e = \text{elongação}$ $l = \text{comprimento}$

$$e = l_1 - l_0 / l_0$$

$$\lambda = (1 + e)^2 = (l_1 / l_0)^2 \quad (\text{elongação quadrática})$$

$$\text{sendo: } x = \delta \lambda_1$$

$$y = \delta \lambda_2$$

$$z = \delta \lambda_3$$

A deformação em zona de cisalhamento pode ser concentrada. Após ocorrer o aparecimento do primeiro núcleo de deformação, com incrementos posteriores, a rocha assume uma ou mais das seguintes condições:

- (a) aumento da deformação havendo o esforço constante;
- (b) aumento da deformação com esforços cada vez menores (strain softening). Nesta situação o local tende a concentrar cada vez mais a deformação impedindo a propagação para o restante da rocha;
- (c) Em situações anômalas há aumento da resistência e conseqüente necessidade do aumento do esforço para aumento da deformação (strain hardening). Isto ocorre, por exemplo, quando há silicificação em um plano de falha.

GEOMETRIA DE ZONAS DE CISCALHAMENTO

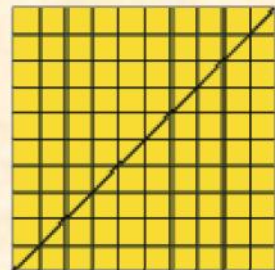
- Uma zona de cisalhamento (ZC) deve possuir limites laterais relativamente paralelos entre si.
- Como há variação na tipologia do deslocamento, em perfil podem ocorrer como seis campos, cuja a geometria é diferenciada:

Condição 1: paredes da ZC estiverem indeforadas:

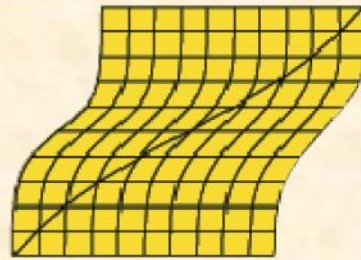
- a. cisalhamento simples heterogêneo
- b. troca de volume heterogêneo
- c. combinação entre (a) e (b)

Condição 2: paredes da ZC estiverem deformadas

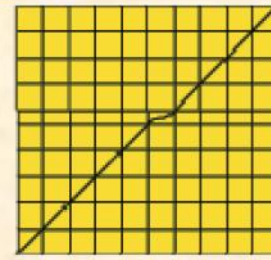
- d. deformação homogênea combinada com o cisalhamento simples
- e. deformação homogênea combinada com a troca de volume
- f. Deformação homogênea combinada com o cisalhamento simples e troca de volume



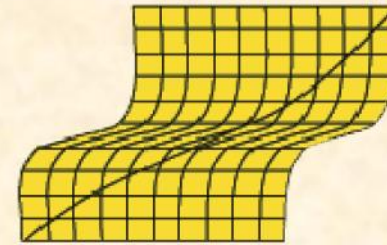
Indeformado



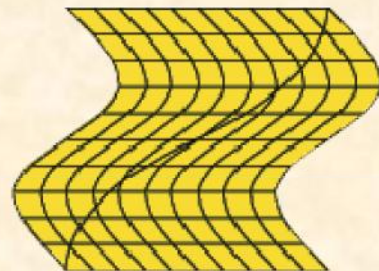
A - Cisalhamento simples heterogêneo



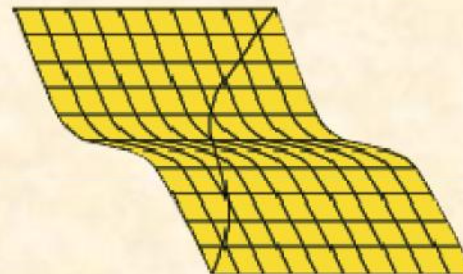
B - Cisalhamento simples heterogêneo com troca de volume



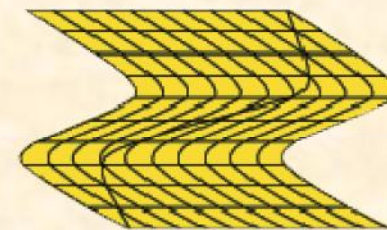
C - A + B



D - Deformação homogênea + cisalhamento simples



E - Def. homogênea + cisalhamento simples com troca de volume



F - Def. homogênea + cisalhamento simples + troca de volume

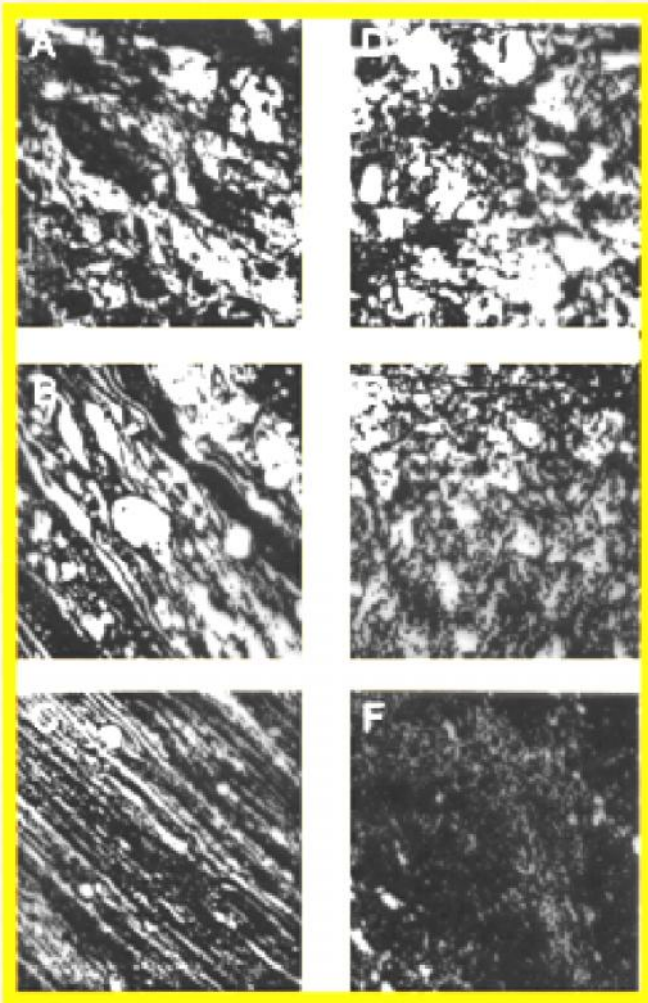
Fonte: Ramsay e Huber (1976)

- Quando há perda de volume, as zonas de deformação são chamadas de zonas de dissolução por pressão (minerais mais solúveis são carreados para pontos onde a tensão é menor). Isto possibilita a concentração de minerais (mineralização) em ZC.

Classificação de tectonitos gerados em zonas de cisalhamento e/ou em falhas

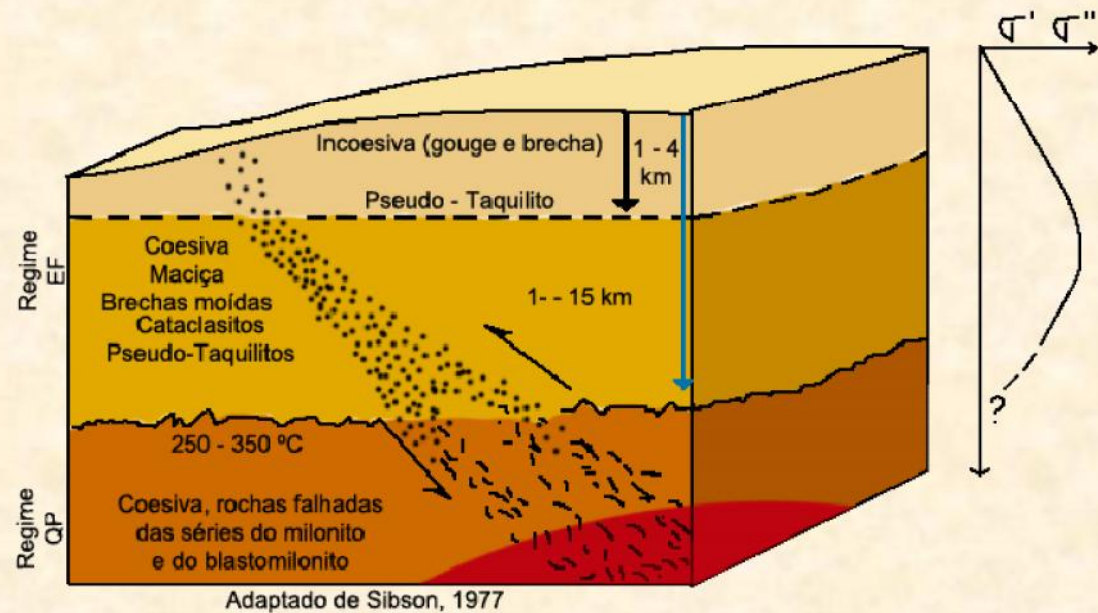
CLASSIFICAÇÃO DE ROCHAS DE FALHAS (Sibson 1977)

		Trama aleatória	Trama foliada	% matriz	
Sem coesão		Brecha de falha (fragm. visíveis > 30%)	?		
		Farinha de rocha ou Gouge (fragm, visíveis < 30%)	?		
Coeso	Vítreo	Pseudotaquilito	?		
	Natureza da matriz Redução tectônica de grãos domina sobre recristalização	Brecha de moagem (fragm. >0,5 cm)	?	< 10%	
		Brecha de moagem fina (fragm. 0,1 a 0,5 cm)			
		Microbrecha de moagem (fragm. < 0,1 cm)			
		Série dos cataclasitos	Protocataclasito	Série dos milonitos	Protomilonito
		Cataclasito		Milonito	50 a 90%
		Ultra-Cataclasito		Ultramilonito	90 a 100%
Recristalização pronunciada	?	Blastomilonito			



Em um mesmo evento de deformação, ou seja, na mesma zona de cisalhamento, dependendo do nível crustal, podem ser gerados cataclasitos e milonitos de forma concomitante.

Zona de falha x Nível crustal



Modificado de Sibson (1977)

LARGURA E ESPESSURA DO CISCALHAMENTO

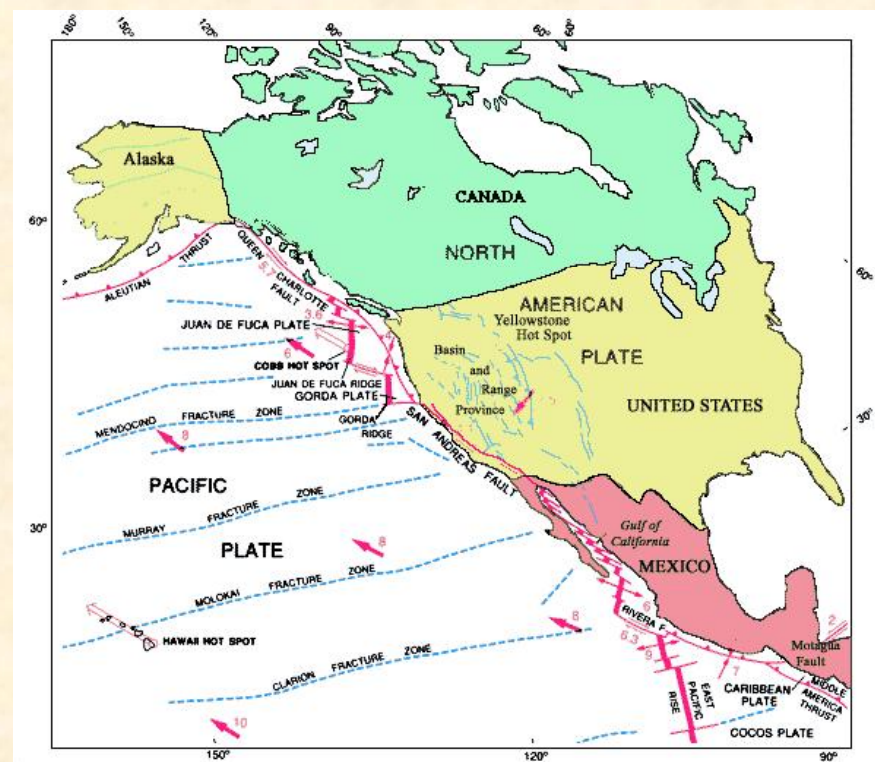
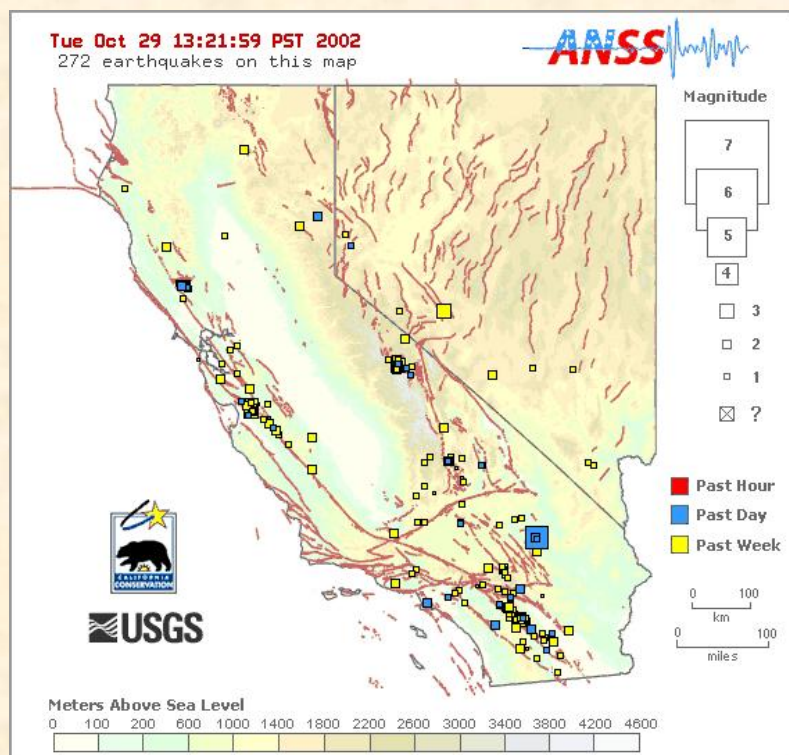
Definição por escala

(a) Cinturão de cisalhamento

(b) Zona de cisalhamento

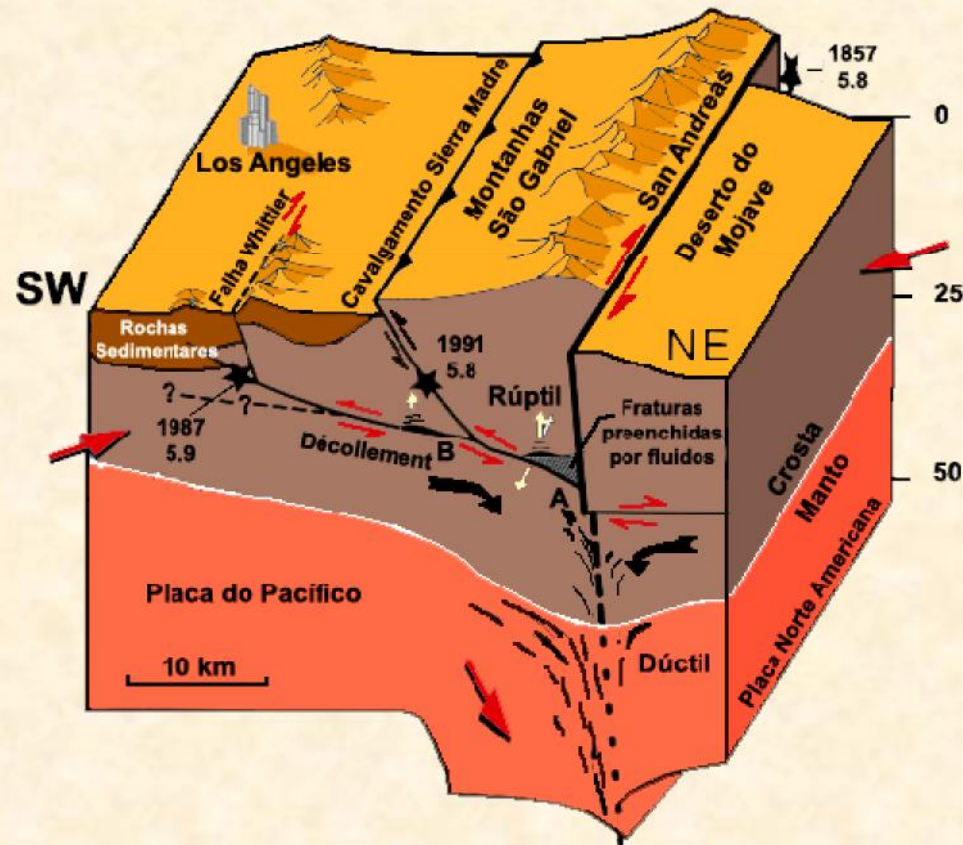
(c) Banda de cisalhamento

- cinturões orogênicos: acima de larguras maiores que decaquilométricas. São frequentemente utilizadas para designar regiões orogênicas e coincidentes com zonas de colisão continental (subducção).

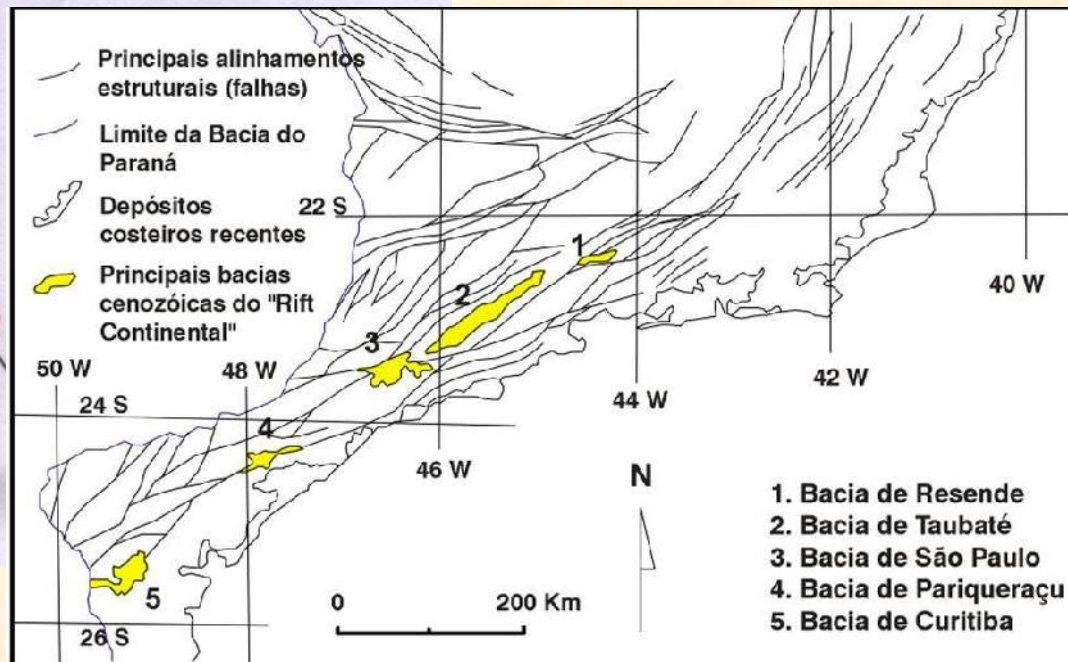
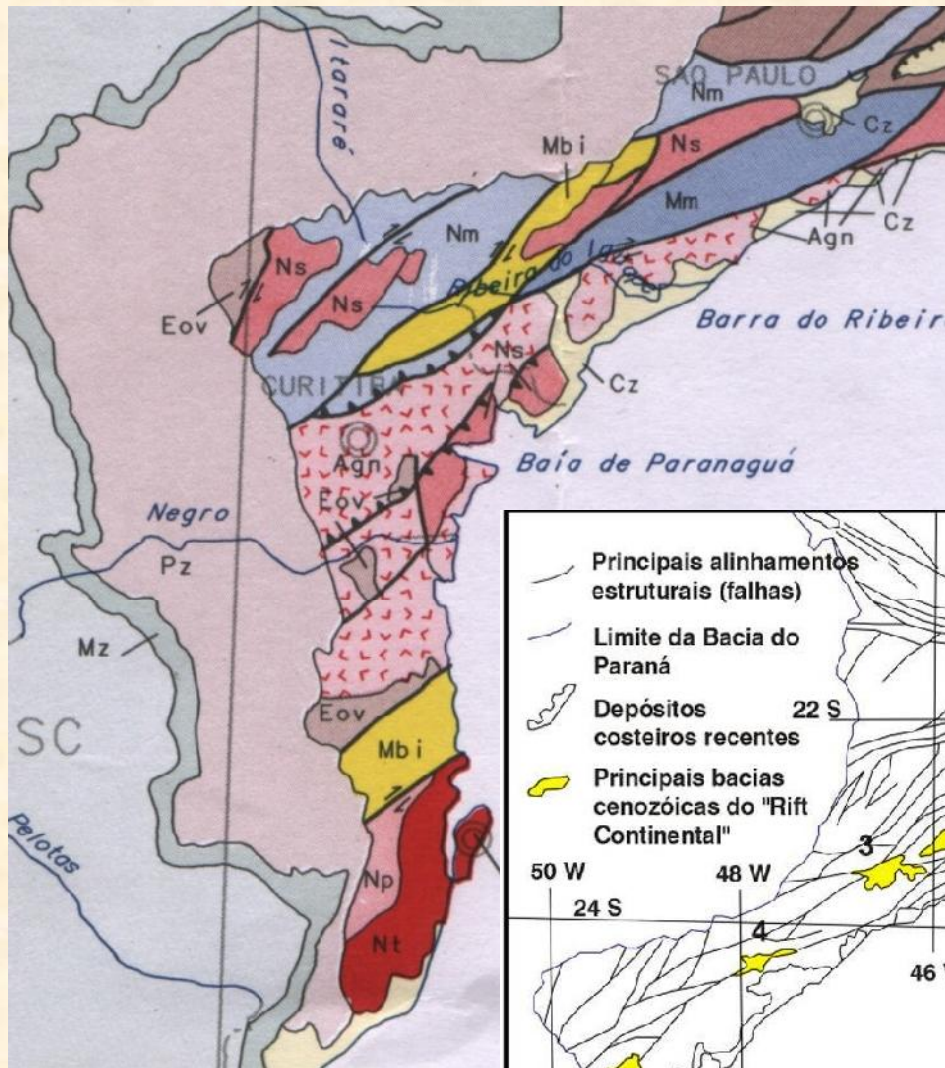


Fonte: USGS

- Cinturão de Cisalhamento: deformações regionais quilométricas (tem sido frequentemente utilizado para designar até zonas decaquilométricas). São região dominadas por zonas de cisalhamento dúctil ou rúptil (neste caso por falhas, independente de sua natureza).

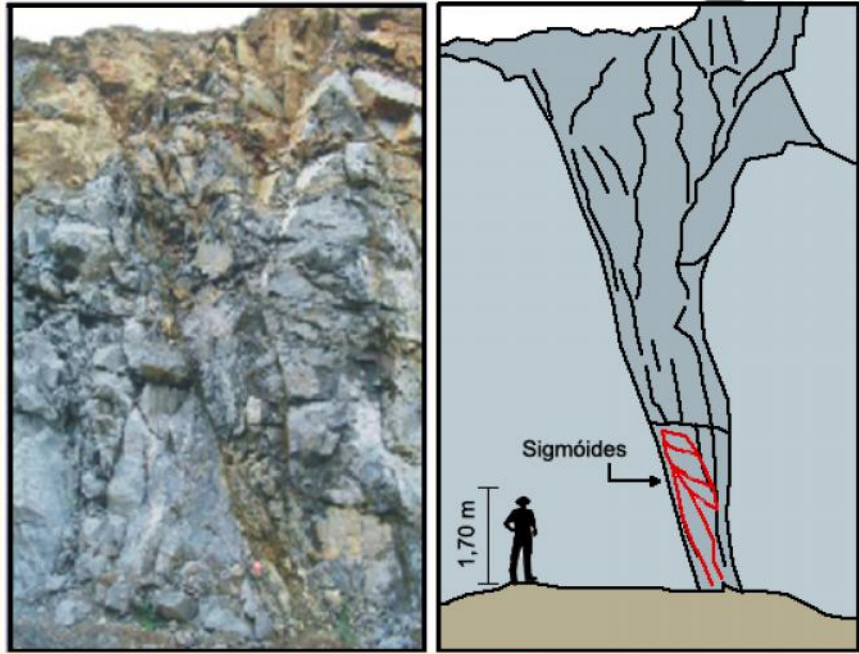


Fonte: USGS



Cinturão Ribeira (Mantiqueira Sul)

Zona de cisalhamento Ribeira



- zonas de cisalhamento também são assim denominadas quando espessuras /larguras centimétricas a métricas (o termo tem o mesmo sentido quando utilizado para definir faixas com espessuras decamétricas até quilométricas).

Pedreira Maringá (Foto: Lilian Chavez-Kus)



Foto de domínio público (internet)

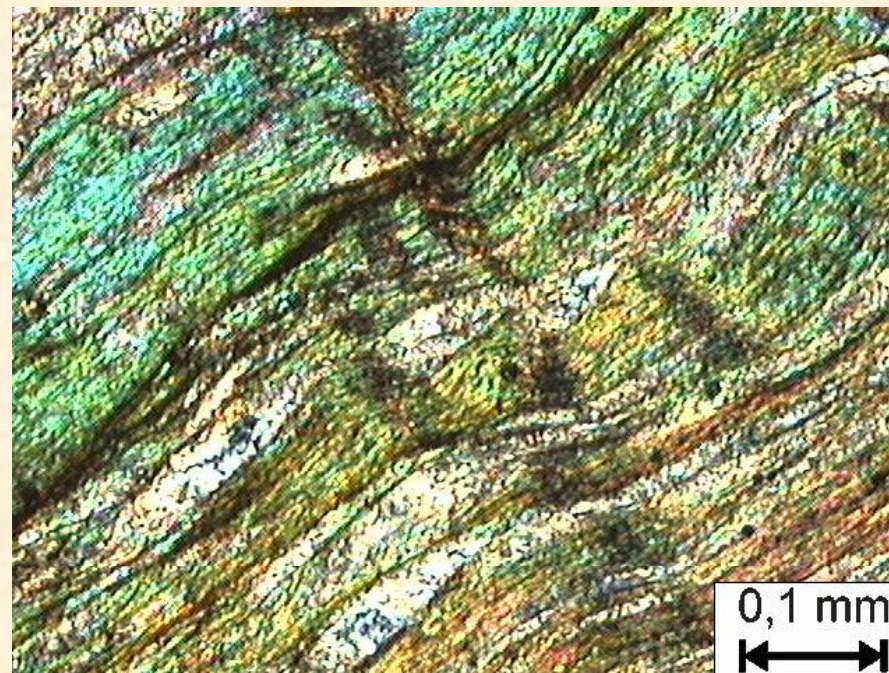


Formação Abapã (Foto: E. Salamuni)

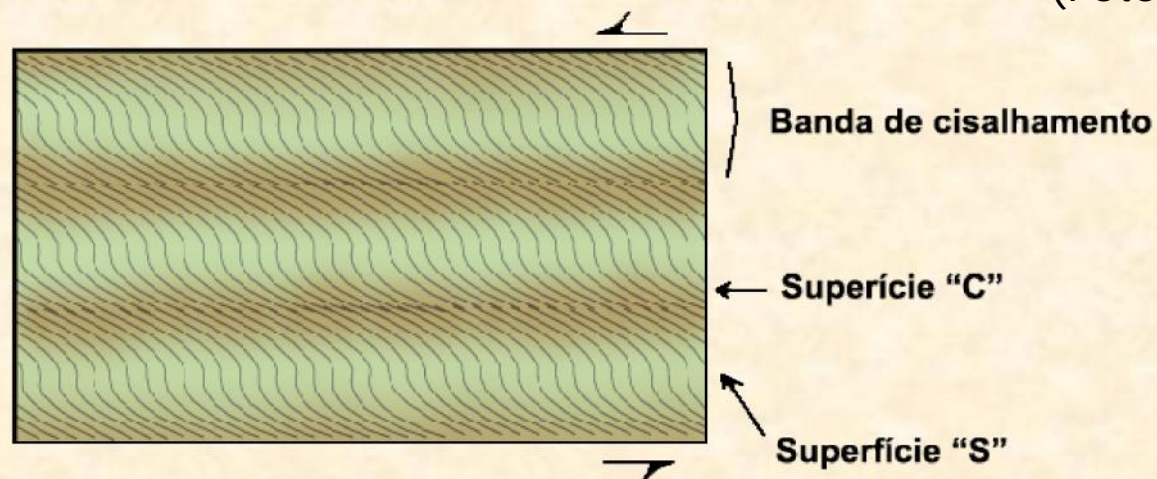
- bandas de cisalhamento: espessuras milimétricas a centimétricas.



Gnaise da Pedreira São Jorge
(Foto: E. Salamuni)



Xistos do Grupo Brusque
(Foto: E. Salamuni)



ZONAS DE CISALHAMENTO RÚPTIL

Características

- (a) são representadas por uma zona de falha (longas e estreitas faixas onde se concentra a deformação);
- (b) há intenso quebramento e cominuição (moagem) nas rochas;
- (c) ocorre no nível estrutural superior e intermediário (até cerca de 15 Km de profundidade)
- (d) depende do volume do material deformado e dos mecanismos de deformação;
- (e) os mecanismos de cisalhamento rúptil são principalmente controlados pela concentração de esforços em torno de imperfeições internas seja em nível cristalino seja em nível de blocos e maciços rochosos.

Rochas cataclásticas formadas (tectonitos rúpteis)

- As rochas formadas no processo cataclástico recebem a seguintes nomenclatura: brecha, pseudotaquilito, microbrecha, protocataclasito, cataclasito, ultracataclasito (ver a classificação de Sibson, 1977).
- Essas rochas envolvem respectivamente os seguintes processos de deformação:
 - (a) microfraturamento coalescente;
 - (b) fraturamento generalizado;
 - (c) rotação e esmagamento dos minerais

Faturas generalizadas concentradas (zona de prejuízo – damage zone) com conseqüente geração de cataclase e brechas.



Gnaiss do Complexo Atuba
(Foto: E. Salamuni)

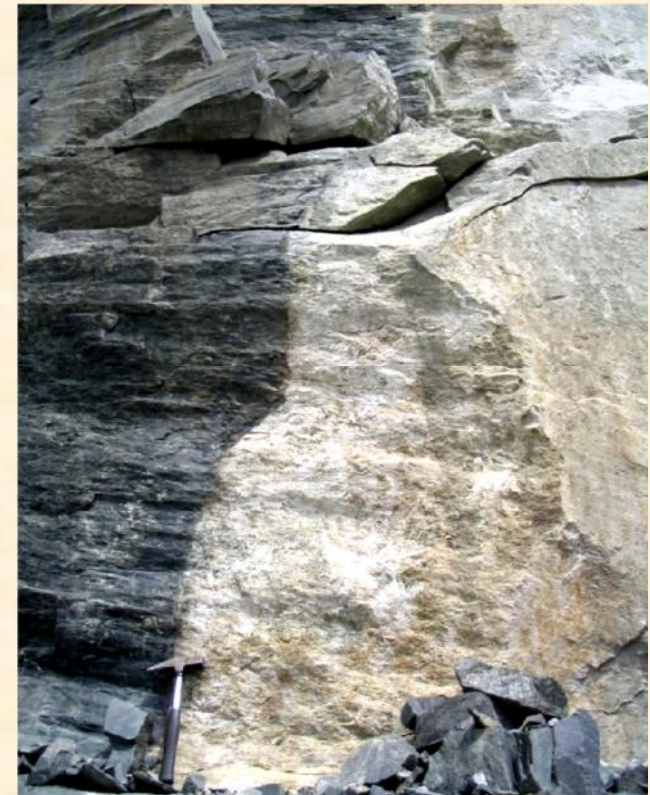


Granitóide do Complexo
Atuba (Foto: E. Salamuni)

Formação de planos de descontinuidade (falhas e juntas) e estrias em planos de falhas



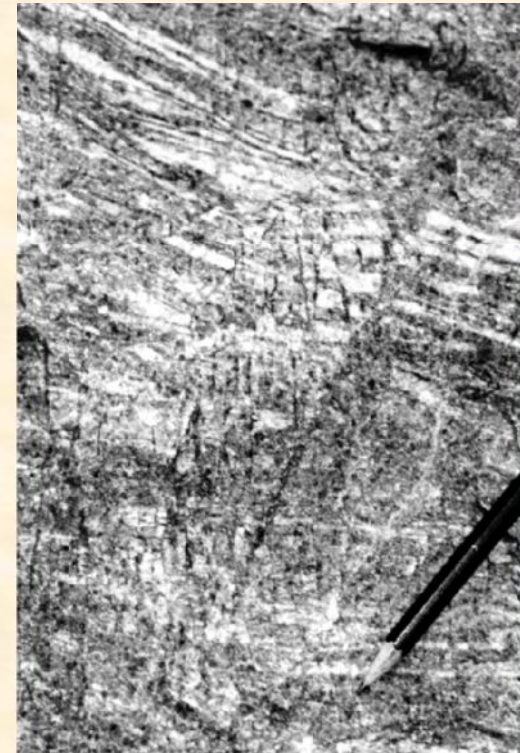
Gnaisses e granitóides do Complexo Atuba (Fotos: E. Salamuni)



Da mesma forma que na deformação coaxial a deformação não-coaxial mostra comportamento rúptil, onde as descontinuidades desenvolvidas são caracterizadas pelo Modelo de Riedel.



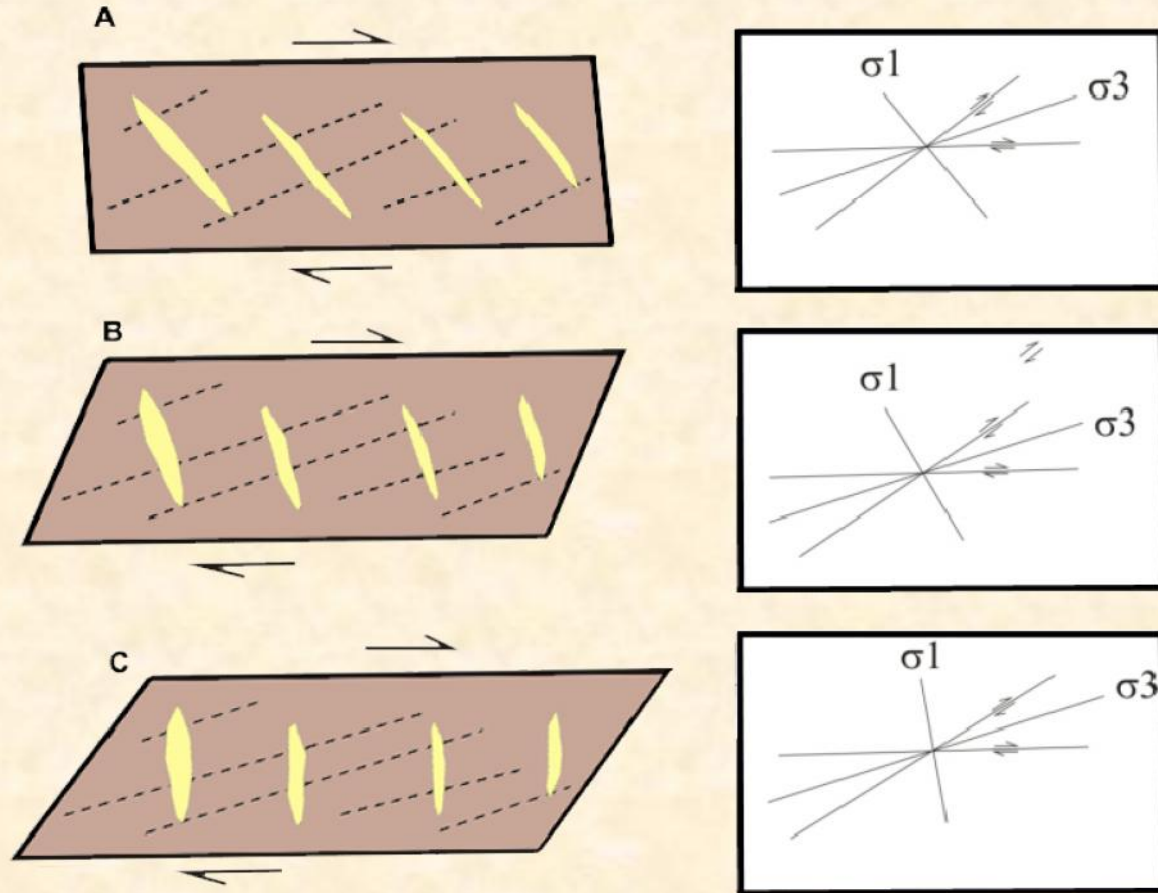
Quartzito da Formação Capiru (Fotos: E. Salamuni)



Gnaiss do Complexo Atuba (Fotos: E. Salamuni)

Cisalhamento rúptil progressivo

É comum haver a continuidade da deformação (ou dos elementos estruturais que foram ali gerados). O resultado é a rotação destes elementos estruturais. Há possibilidade de que novas estruturas sejam geradas assumindo a posição original.



ZONAS DE CISCALHAMENTO DÚCTIL (ZCD)

Generalidades

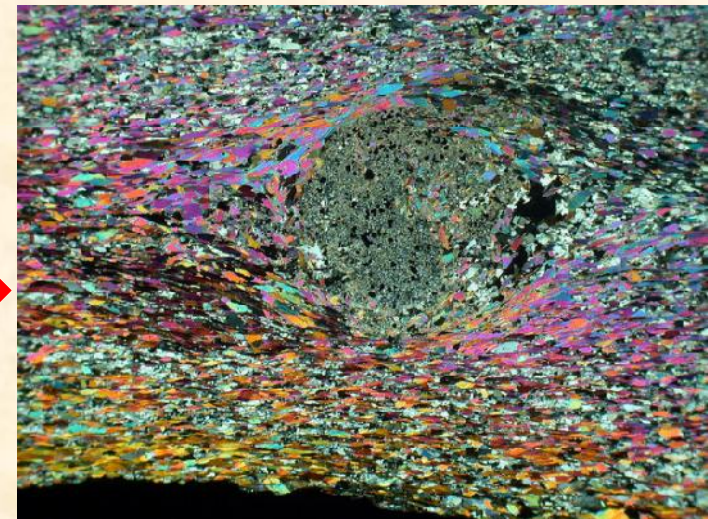
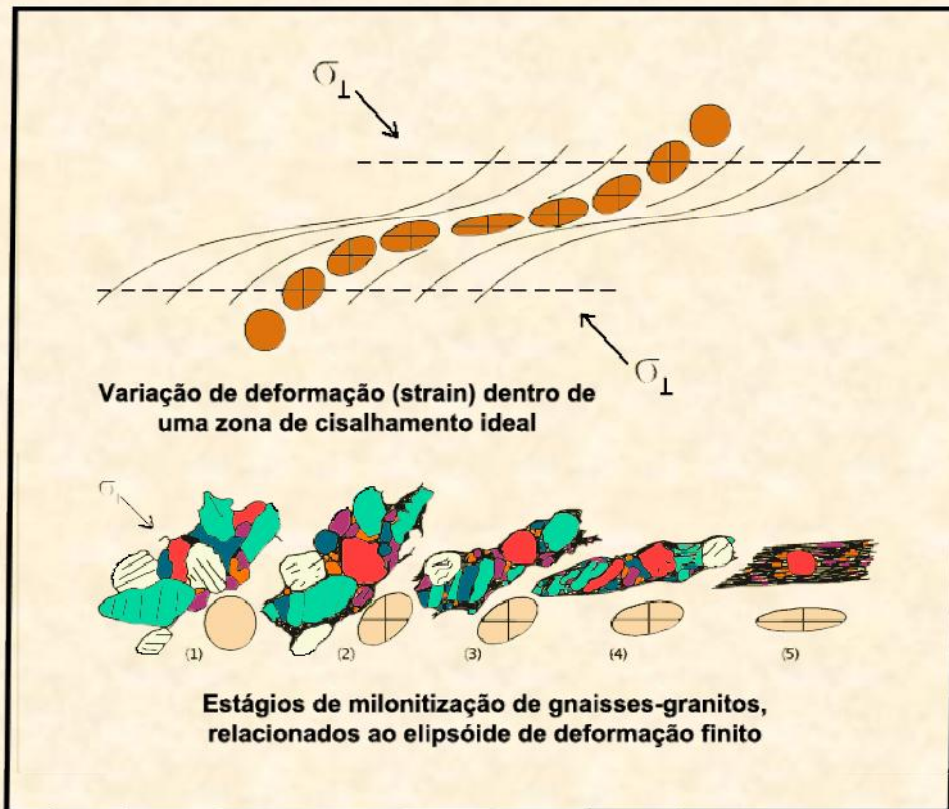
- A feição fundamental das ZCDs é a recristalização acentuada, com desenvolvimento de estruturas e texturas indicadoras de fluxo plástico.
- O limite superior do ambiente onde se desenvolvem estas feições, apresenta temperaturas da ordem de 300° C (cerca de 15 km de profundidade ã nível estrutural inferior).
- As rochas geradas são aquelas que caem no campo dos milonitos (ver classificação de Sibson, 1977). Pode haver processos cataclásticos envolvidos (inclusive fluxo cataclástico), porém o mecanismo de deformação mais característico é o superplástico (fluxo laminar não-coaxial).

-
- Com o aumento da deformação os grãos grossos das rochas convertem-se em protomilonitos, milonitos ou ultramilonitos.
 - Os elementos mobilizados podem, também, formar concentrações minerais importantes. As principais “armadilhas” são as faixas de alta deformação; zonas de sombra de pressão; zonas de fraturas diversas e aberturas criadas por distensão (ou tração).
 - As zonas de cisalhamento dúctil articulam-se de forma a isolar lentes mais ou menos extensas formando o padrão amendoado, que é resultado de: (1) anastomosamento de zonas de cisalhamento; (2) zonas de cisalhamento conjugadas e (3) zonas de cisalhamento de tipos diversos entrecruzadas.

Feições Planares

- Em zonas de cisalhamento dúctil há orientação preferencial (ou estatística) de minerais ou neocristalização no plano de achatamento. Isso origina a xistosidade materializada no plano XY (perpendicular a Z), constituindo-se na feição planar fundamental de ZCs. Os mecanismos de formação das foliações (ou feições planares):
 - (a) rotação passiva de minerais planares (matriz sofre deformação plástica);
 - (b) orientação de minerais neo-formados;
 - (c) mecanismos de dissolução e recristalização por pressão;
 - (d) fluxo plástico, gerado por defeitos intra-cristalinos.

- O cisalhamento dúctil apresenta gradiente de máximo deslocamento na zona central, decrescendo em direção às margens, resultando geometria sigmoidal às feições planares



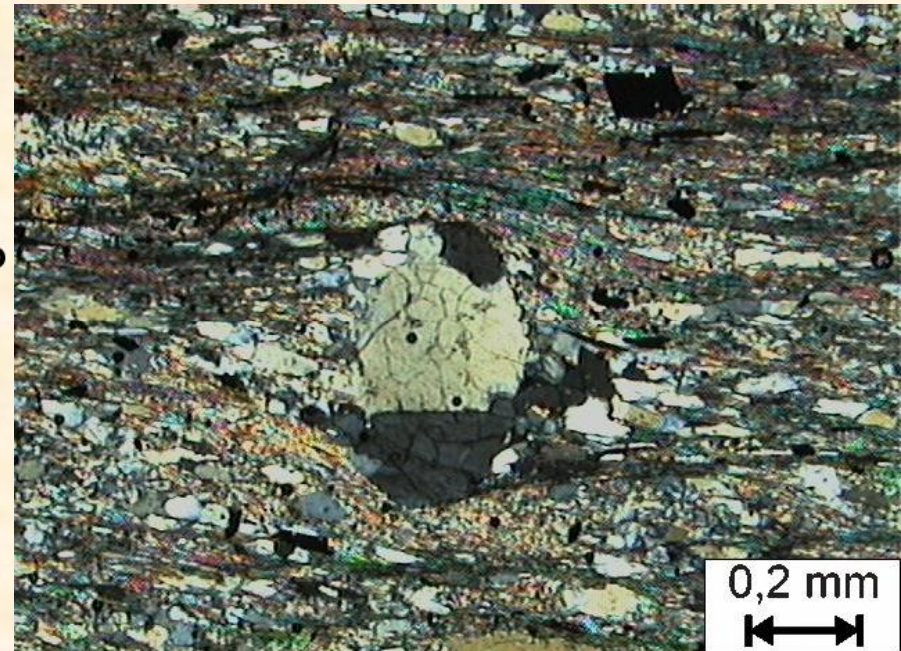
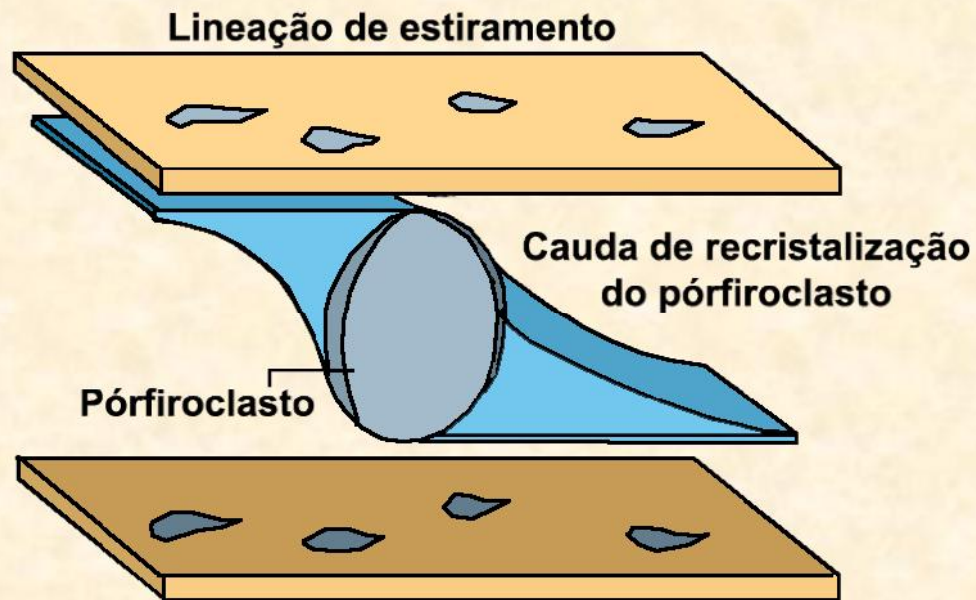
Fonte: Fotomicrografia de Kemako Team

As deformações plásticas, em escala cristalina, são as responsáveis pela orientação planar em rochas metamórficas de altas temperaturas e altas taxas de deformação.



Granitóide deformado do Núcleo Setuva –
Faixa Ribeira (PR) (Foto: E. Salamuni)

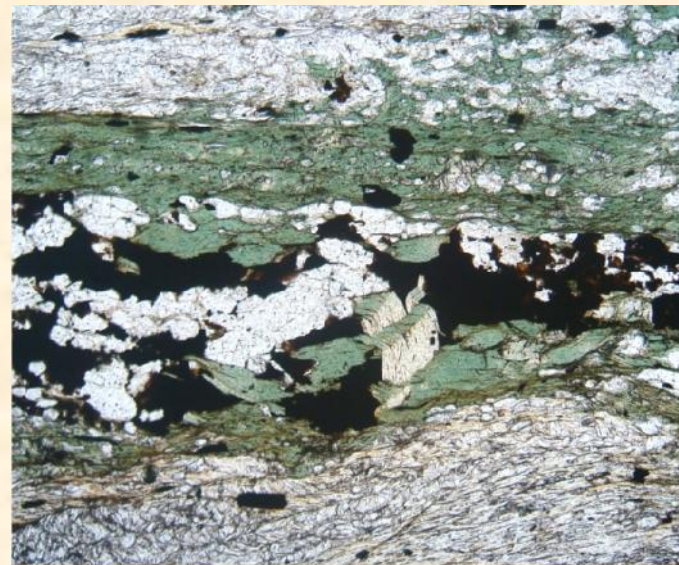
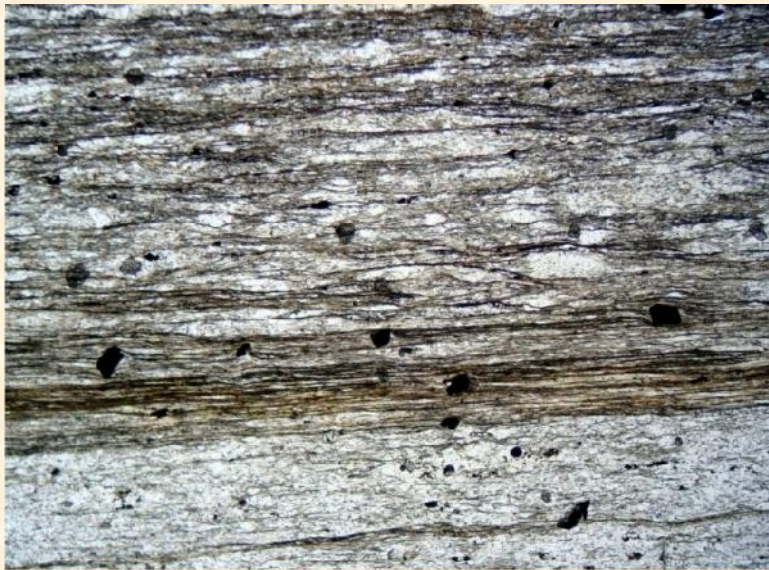
Em altas temperaturas as deformações em ZCD provocam recuperação mineralógica motivada pela recristalização dinâmica.



Xisto do Complexo Setuva – Faixa Ribeira (PR) (Foto: E. Salamuni)

Feições Lineares

- São basicamente representadas pelas lineações de estirramento. Estas são impressas no plano XY e representam o eixo X do elipsóide. Podem ser representadas por:
 - (a) minerais pré ou sincinemáticos orientados ou alinhados;
 - (b) objetos geológicos alongados, tais como seixos, pillow-lavas, fósseis e sombras de pressão.



Milonito-gnaiss do Complexo Juiz de Fora – Santo Antônio de Pádua (RJ) (Fotos: E. Salamuni)

Dobras

- As dobras geradas pelo cisalhamento dúctil (shear-folds) podem eventualmente apresentar ter o seu eixo Y, paralelo à direção de X (direção do transporte tectônico).
- Dobras podem deformar foliações geradas anteriormente ou concomitantemente na zona de cisalhamento dúctil.



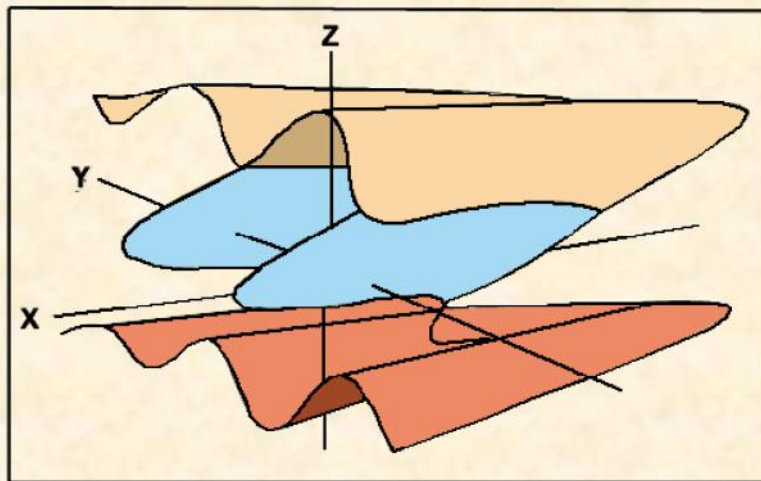
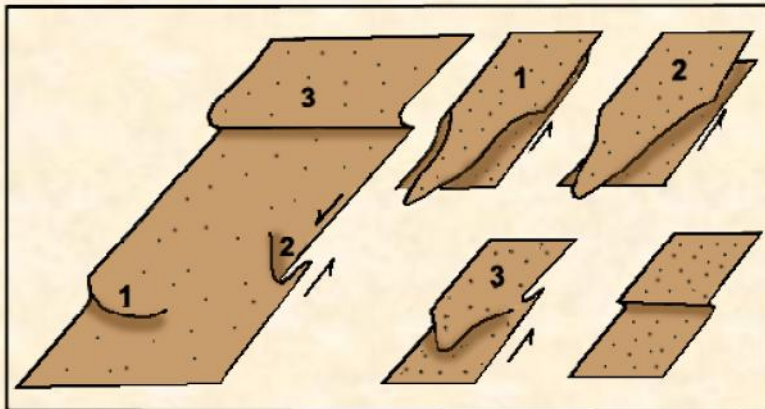
Gnaiss Complexo Atuba (Foto: E. Salamuni)

-
- É frequente o desenvolvimento de dobras com eixos curvos e redobrados (dobras em bainha). As dobras variam continuamente em estilo a partir de abertas concêntricas até a isoclinais similares . Podem ser geradas a partir de um buckling interno (instabilidade da foliação).



Mármore do Grupo Açungui – Vale do Ribeira
(Foto: E. Salamuni)

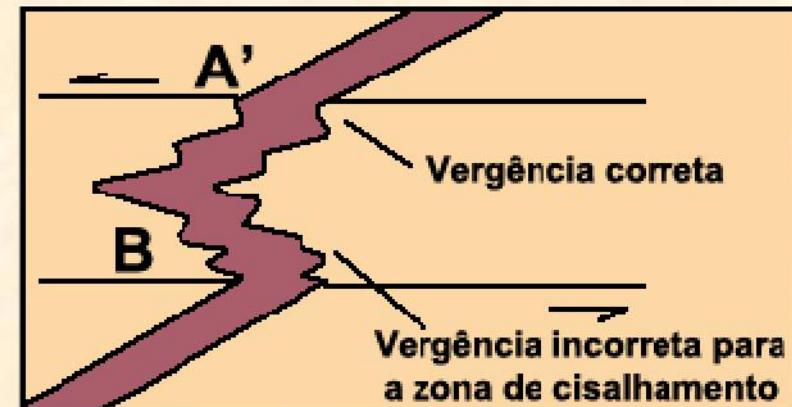
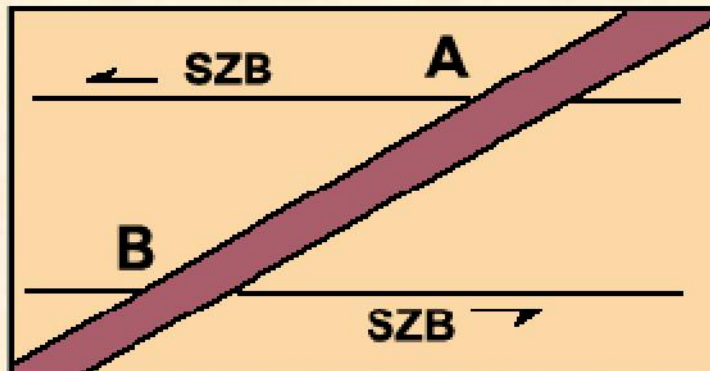
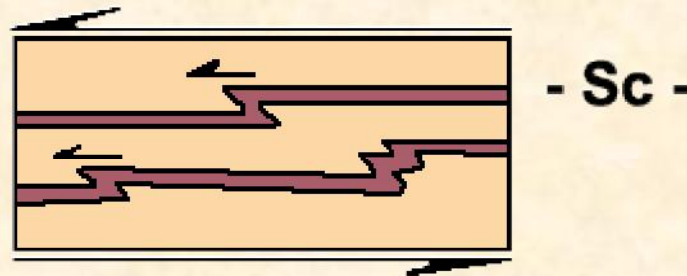
**Evolução das dobras na Zona de Cisalhamento
(Dobras em bainha)**



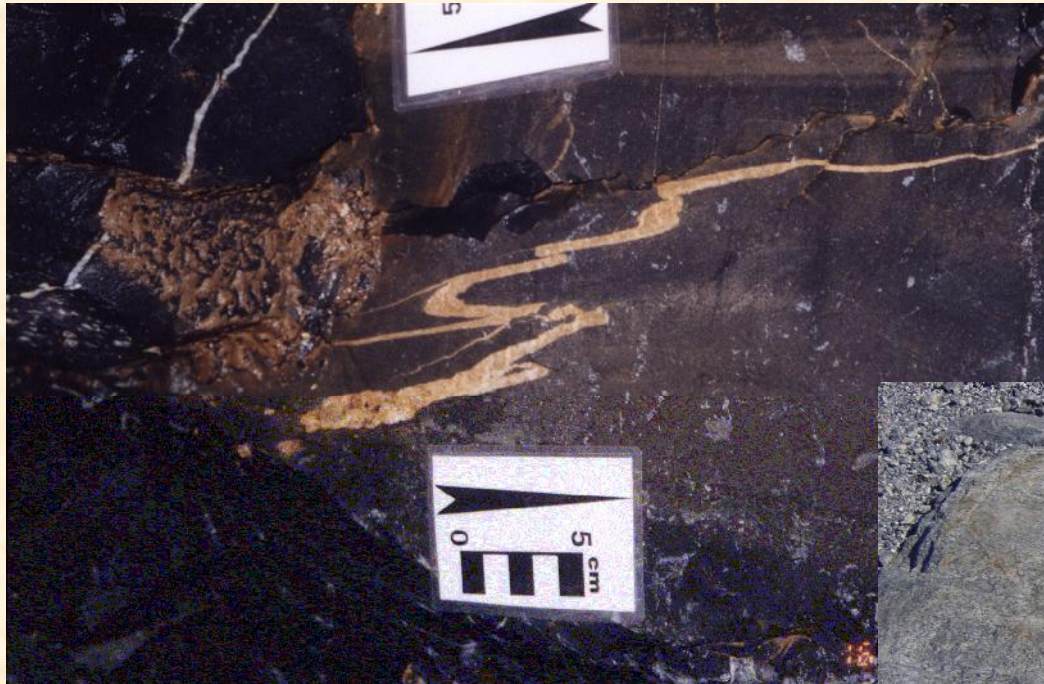
Gnaiss das unidades basais pré-
andinas – Argentina (Foto: E.
Salamuni)

Deformação de estruturas pré-existentes

- As feições lineares pré-existentes aproximam-se da direção de cisalhamento (X) durante o transcorrer da deformação. Um dobramento pré-existente, por exemplo, tem suas variações de orientação amplificadas até tornar-se uma dobra em bainha.



Dobras de cisalhamento (shear-fold) em estilo ptigmático (sem padrão definido)



Gnaise do Complexo Atuba
– Pedreira do Atuba,
Curitiba (PR) (Foto: E.
Salamuni)

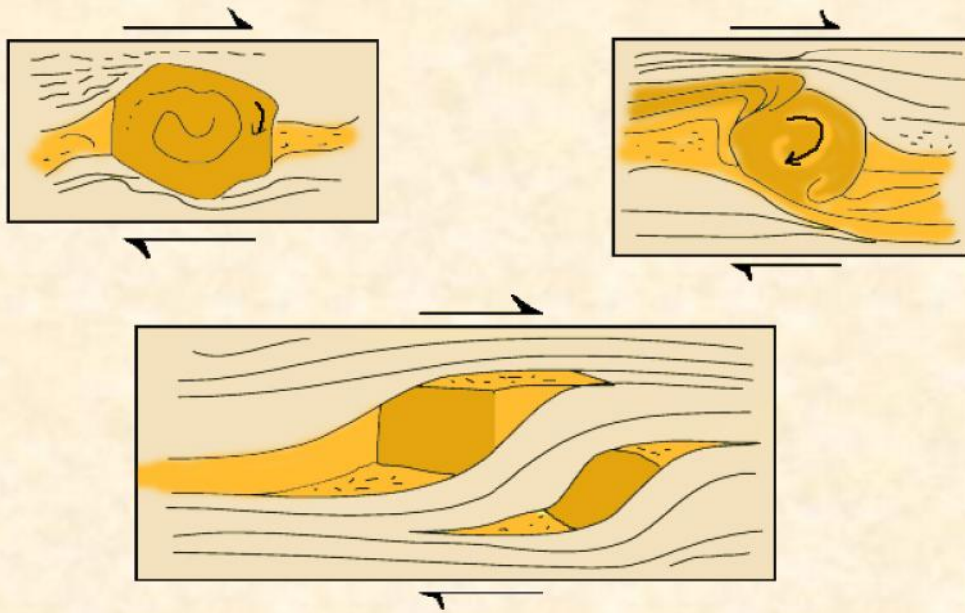
Mármore da Formação Capiru (Grupo
Açungui) – Itaperuçu (PR) (Foto: E.
Salamuni)



Estruturas geradas em deformação progressiva

- Em zonas de cisalhamento dúctil é possível que feições estruturais sejam geradas e, posteriormente, com o incremento da deformação, sejam também deformadas caracterizando uma continuidade do processo deformacional.

Sombras de pressão assimétricas



Xisto do Grupo Brusque Botuverá (SC)
(Foto: Fernanda M. Gonçalves)

Marcadores de Direção de Movimento

Algumas das estruturas mais comuns, que fornecem o sentido de movimento tectônico em zonas de cisalhamento são as seguintes:

(a) Estruturas do Tipo Augen

- Pórfiroclastos com estruturas augen, desenvolvidos em planos de foliação, são derivados de minerais relíctos rígidos indicam redução do tamanho dos grãos por processos brandos de deformação. Os diâmetros estão entre 0,1 e 10 cm e em geral distribuição heterogênea, apresentam forma retorcida com caudas de composição idêntica ao do grão (recristalização dinâmica), as quais indicam a direção ao cisalhamento.
- Para definir a simetria interna utiliza-se como referência o plano mediatriz ao grão, o augen pode ser:
 - (1) ortorrômbico quando não define o sentido de cisalhamento;
 - (2) monoclínico ideal para diagnosticar o sentido de movimento, pois a cauda “levanta-se” para o lado do sentido do movimento (a referência é o plano traçado pelo centro do grão).



Boudin levemente assimétrico na zona de cisalhamento Paraíba do Sul. Os planos verticais demonstram a intensa deformação direcional (provável transpressional) daquele impressionante processo de falhamento regional - Rio de Janeiro, leito sazonalmente seco do rio Paraíba do Sul (Foto: E. Salamuni).



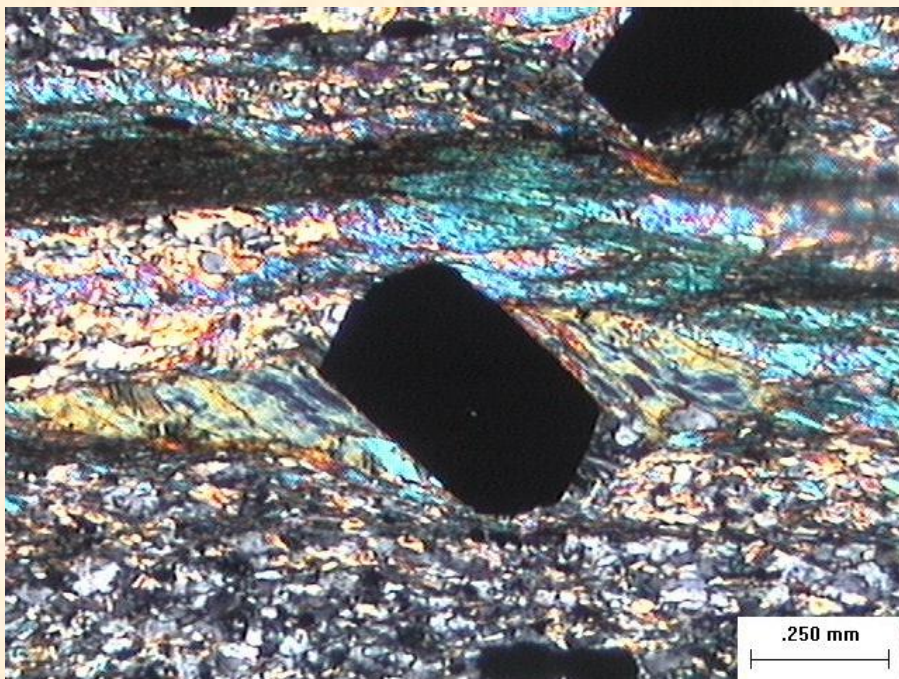
Boudin assimétrico em zona de cisalhamento de baixo a médio ângulo. Unidades pré-andinas - Argentina (Foto: E. Salamuni)

(b) Sombras de pressão

Tal como as estruturas do tipo augen, podem fornecer indícios da direção e, eventualmente, do sentido de movimento, porém se analisadas superficialmente, podem fornecer geometrias cuja interpretação é contraditória.

- Determinam o contraste de ductilidade entre o grão e sua matriz e geralmente bordejam megacristais. As sombras de pressão podem ser caracterizadas como franjas de quartzo e/ou "barbas", como ocorrem ao redor de cristais de piritia e granada. Os eixos das novas fibras de quartzo seguem a direção de estiramento.
- As principais feições diagnósticas são: (1) ocorrência de microdobras na foliação em bordas de granadas rotacionadas; (2) tendência ao espaçamento mais fechado dos planos de foliação pré-existentes; (3) junção do local da mais recente deposição de material na sombra de pressão e o cristal (a forma é côncava em direção aos planos de foliação enquanto o lado oposto é reto e suavemente curvo).

Sombras de pressão



Xisto do Complexo Brusque, com minerais opacos rotacionados em meio a sombras de pressão. (Foto: Fernanda M. Gonçalves)



Gnaiss do Complexo Juiz de Fora, com granadas rotacionadas e respectivas sombras de pressão. (Foto: E. Salamuni)

Passchier e Simpson (1987) subdividem os porfiroclastos que possuem cauda em (1) cauda cuneiforme, quando as taxas de recristalização dinâmica são maiores que a taxa de deformação (a cauda apresenta um lado côncavo e outro plano); (2) cauda fina, quando taxa de recristalização dinâmica é menor que a taxa de deformação (a cauda tende a formar um embaciamento).

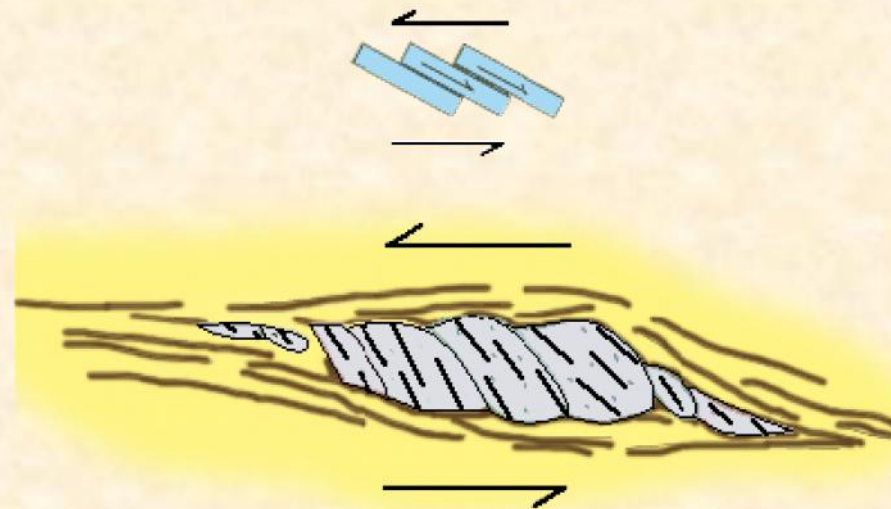
Estruturas augen ou pórfiroclastos assimétricos com cauda



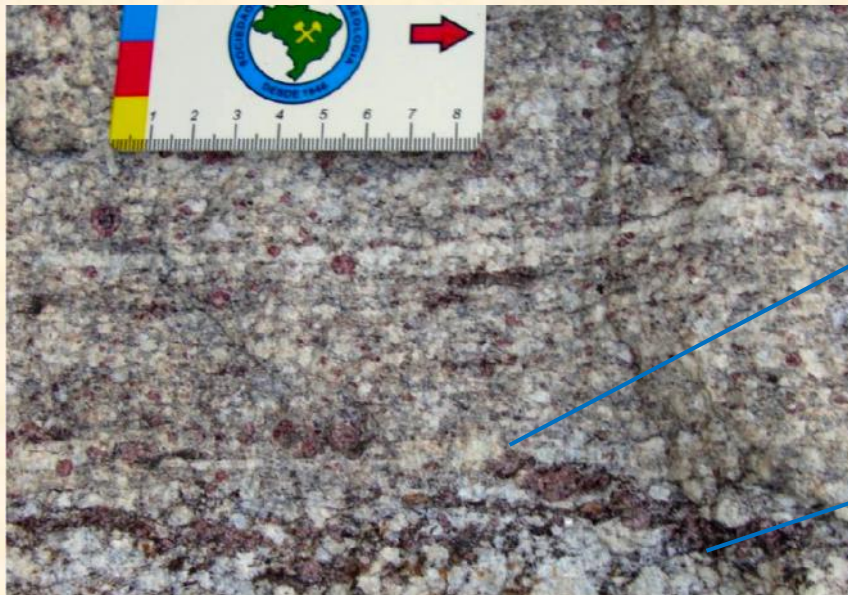
(c) Deslocamento de grãos fraturados

- Minerais rígidos em matriz dúctil geralmente fraturam-se. A fratura é variável com relação ao plano de fluxo. Com a continuidade da deformação há rotação no mesmo sentido do cisalhamento por meio de dois tipos de fraturas: (1) fraturas de baixo ângulo, estando o sentido da falha o mesmo do sentido de cisalhamento; (2) fraturas de alto ângulo, normalmente antitéticas ao sentido de cisalhamento, porém, com a rotação podem diminuir seu ângulo e tornar-se sintéticas.
- Para a determinação do sentido de movimento, recomenda-se usar grãos fraturados com alto ângulo de incidência em relação ao plano de fratura (50° a 130°) ou muito baixo ângulo ($<20^\circ$ e $>160^\circ$) em relação ao plano de fluxo.

Deslocamento de grãos fraturados



Deslocamentos Antitéticos em Feldspatos



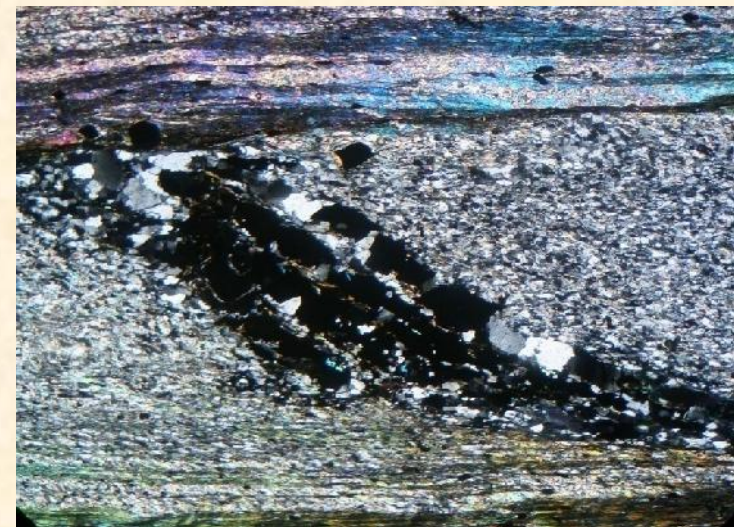
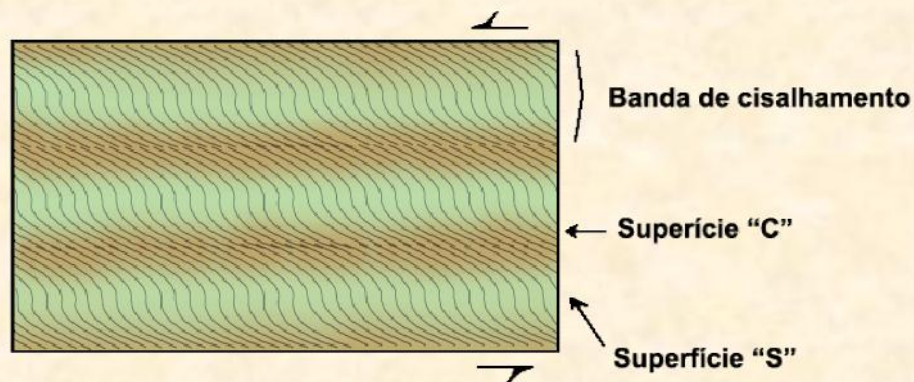
Gnaiss-granito com granadas estiradas do Complexo Juiz de Fora - escudo do Rio de Janeiro (Foto: E. Salamuni)

(d) Bandas de cisalhamento

- São zonas de cisalhamento dúctil muito pequenas. Nestas podem ocorrer dois conjuntos de anisotropias planares definidas como superfícies \underline{C} e \underline{S}

(1) superfícies \underline{C} são paralelas à zona principal de cisalhamento;

(2) superfícies \underline{S} são perpendiculares ao eixo menor do elipsóide de deformação. Formam ângulo máximo de 45° com as superfícies \underline{C} , porém com a deformação progressiva tendem a paralelizar-se a ela. O aspecto sigmoidal da superfície (foliação \underline{S}) indica o sentido de movimento.



Xisto do Grupo Brusque – Botuverá (SC) (Foto Fernanda M. Gonçalves)

(e) Bandamentos miloníticos dobrados

- Micro ou meso-dobras geradas por perturbações locais no fluxo tem sua vergência coincidente com o sentido de cisalhamento. É necessário o conhecimento prévio da orientação do acamamento em relação ao plano de fluxo.



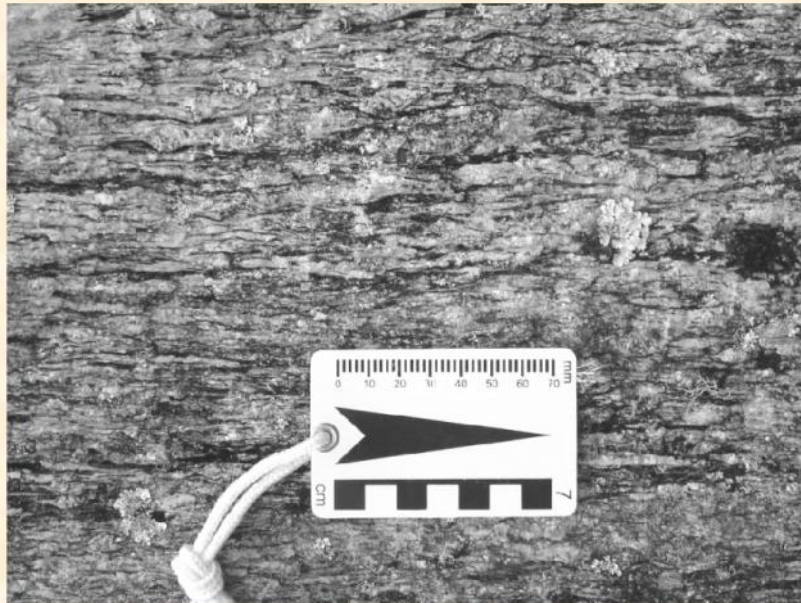
Gnaiss do Complexo Juiz de Fora -
escudo do Rio de Janeiro (Foto: E.
Salamuni)

(f) Marcas de micas

- Grãos maiores são frequentemente orientados com seus planos 001 em ângulo baixo em relação à foliação milonítica, que se volta para a direção de encurtamento incremental.
- Se for possível ver o fenômeno de flash (todas as micas mostram uma máxima reflexividade), é possível orientar a zona de cisalhamento, pois o ponto de vista do observador forma uma linha paralela ao vetor de movimento da zona de cisalhamento.

(g) Orientação preferencial de minerais

- A recristalização dinâmica apresenta dois mecanismos: (1) rotação progressiva de subgrãos durante a deformação plástica do cristal; (2) geração pela migração dos limites do grão entre cristais de diferentes estados de deformação interna.
- A combinação dos dois mecanismos, além da deformação induzida nos retículos durante o evento deformacional, produz novos grãos alongados cujos eixos X são paralelos à direção de estiramento.



Milonito do Complexo Setuva – Vale do Ribeira (PR) (Foto: E. Salamuni)

SÍNTESE DAS FEIÇÕES ESTRUTURAIS GERADAS NO CISALHAMENTO

Feições Microscópicas (bandas de cisalhamento)

- a. Orientação de grãos planar e linearmente
- b. Extinção ondulante que progride para kinks, lamelas de deformação e separação de subgrãos
- c. Porfiroclastos e agregados de grãos de lenticulares, envoltos por faixas e esteiras de subgrãos
- d. Microbandamento de fluxo milonítico
- e. Microfalhas e microdobras
- f. Grãos rotacionados
- g. Porfiroblastos com inclusões
- h. Grãos fortemente achatados
- i. Preenchimento de zonas de sombra de pressão
- j. Dissolução por pressão
- k. Feições de recuperação, recristalização e neoformação de grãos
- l. Grãos sigmoidais como micas pisciformes
- m. Tramas de grãos

Feições Microscópicas (continuação)

- As feições que têm maior importância são as indicativas de rotação que caracterizam o processo não-coaxial. Estas feições são referidas como indicadores de rotação, indicadores cinemáticos ou critérios de rotação. As mais comuns são:
 - a. Dobras de arrasto
 - b. Deformação e rotação de minerais
 - c. Assimetria de dobras
 - d. Bandas de cisalhamento
 - e. Estruturas de cisalhamento S-C
 - f. Porfiroblastos rompidos
 - g. Assimetria na zona de sombra ao redor do porfiroblasto
 - h. Assimetria de esteiras de subgrãos
 - i. Micas Pisciformes
 - j. Porfiroblastos rotacionados

Feições Mesoscópicas (zonas de cisalhamento em escala de aforamento)

- Diversas feições microscópicas encontram correspondência em escala macroscópica, tais como:
 - a. Dobras de arrasto
 - b. Bandas de cisalhamento
 - c. Estrutura S-C
 - d. Dobras assimétricas
- Outras são melhor observadas em escala mesoscópica como:
 - e. Foliação milonítica (disposição planar de grãos no interior de faixas em que incidiu fluxo plástico por cisalhamento não-coaxial)
 - f. Acamamento tectônico, que implica em aloctonia ou disposição paralela de faixas com terminações acunhadas e lentes alongadas de rochas
 - g. Bandamento composicional: disposição paralela de faixas de composições e/ou texturas diferentes
 - h. Lineação de estiramento: representada por barras de quartzo feldspatos e outros minerais
 - i. Lineação mineral, caracterizando a orientação linear de minerais

Feições Megascópicas (cinturões de cisalhamento)

- Em mapa ou em imagens de escala regional as feições mais observadas são as
 - a. Megadobras de arrasto
 - b. Bandamento composicional
 - c. Zonas mais ou menos deformadas (deformação heterogênea)
 - d. Estruturas sigmoidais com geometria tipo S-C