

GEOTECTÔNICA TECTÔNICA GLOBAL

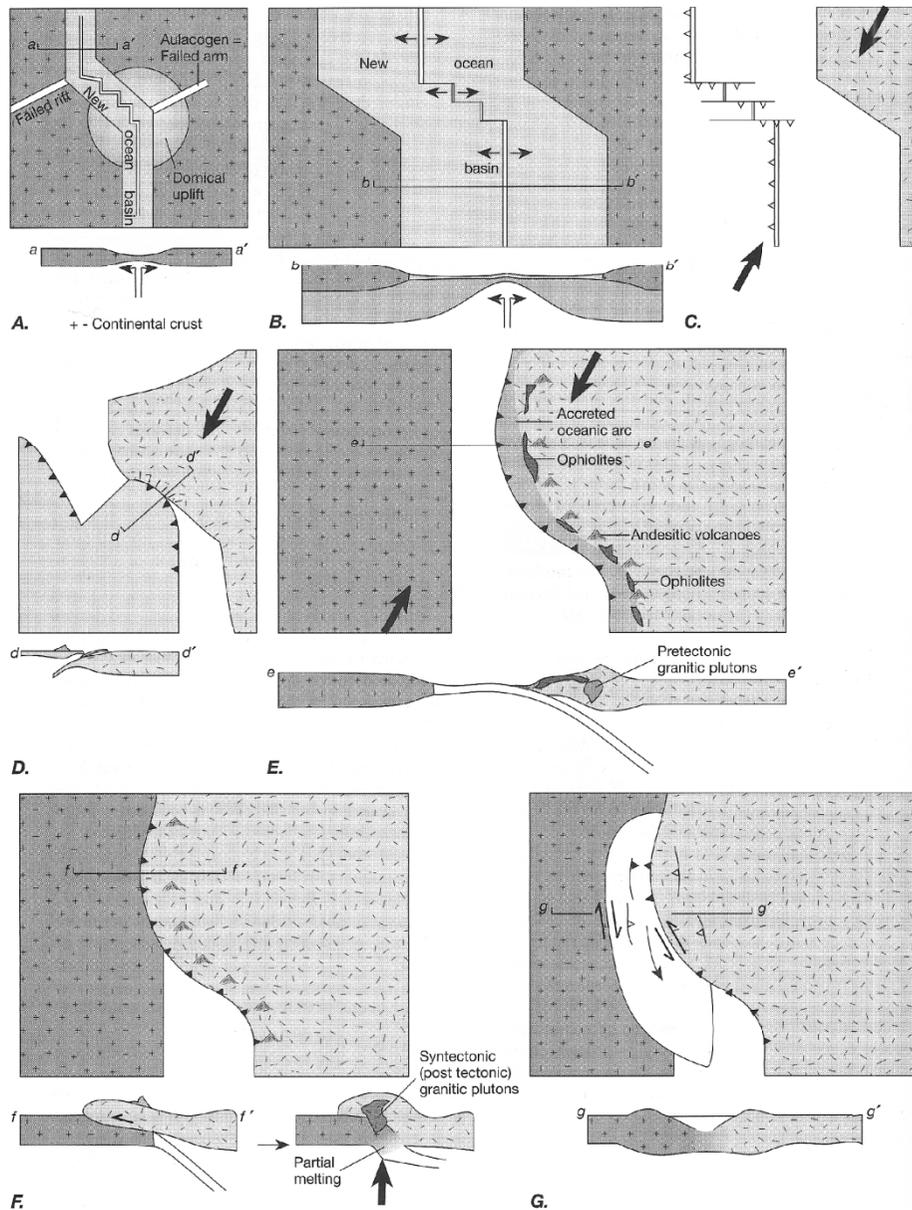
Prof. Eduardo Salamuni

**AULA 10a: BORDAS DE
PLACAS CONVERGENTES –
ASPECTOS GERAIS**

EVOLUÇÃO DAS BORDAS CONVERGENTES

Introdução

- As bordas convergentes envolvem a subducção, isto é, o mergulho de uma placa sob outra, com ou sem acavalamiento desta sobre aquela.
- A primeira é chamada ***placa inferior, subductante, mergulhante*** ou ***descendente*** e a segunda, ***placa superior*** (a designação “placa passiva” não é adequada).
- A convergência, em relação às bordas das placas, tanto pode ser perpendicular quanto oblíquas.
- Os tipos de estruturas que se desenvolvem são diferentes em cada caso:
 - (a) feições de cavalgamento, se for perpendicular,
 - (b) de natureza transpressional ou transtensional, se oblíqua
 - (c) feições transcorrentes, se quase paralela.

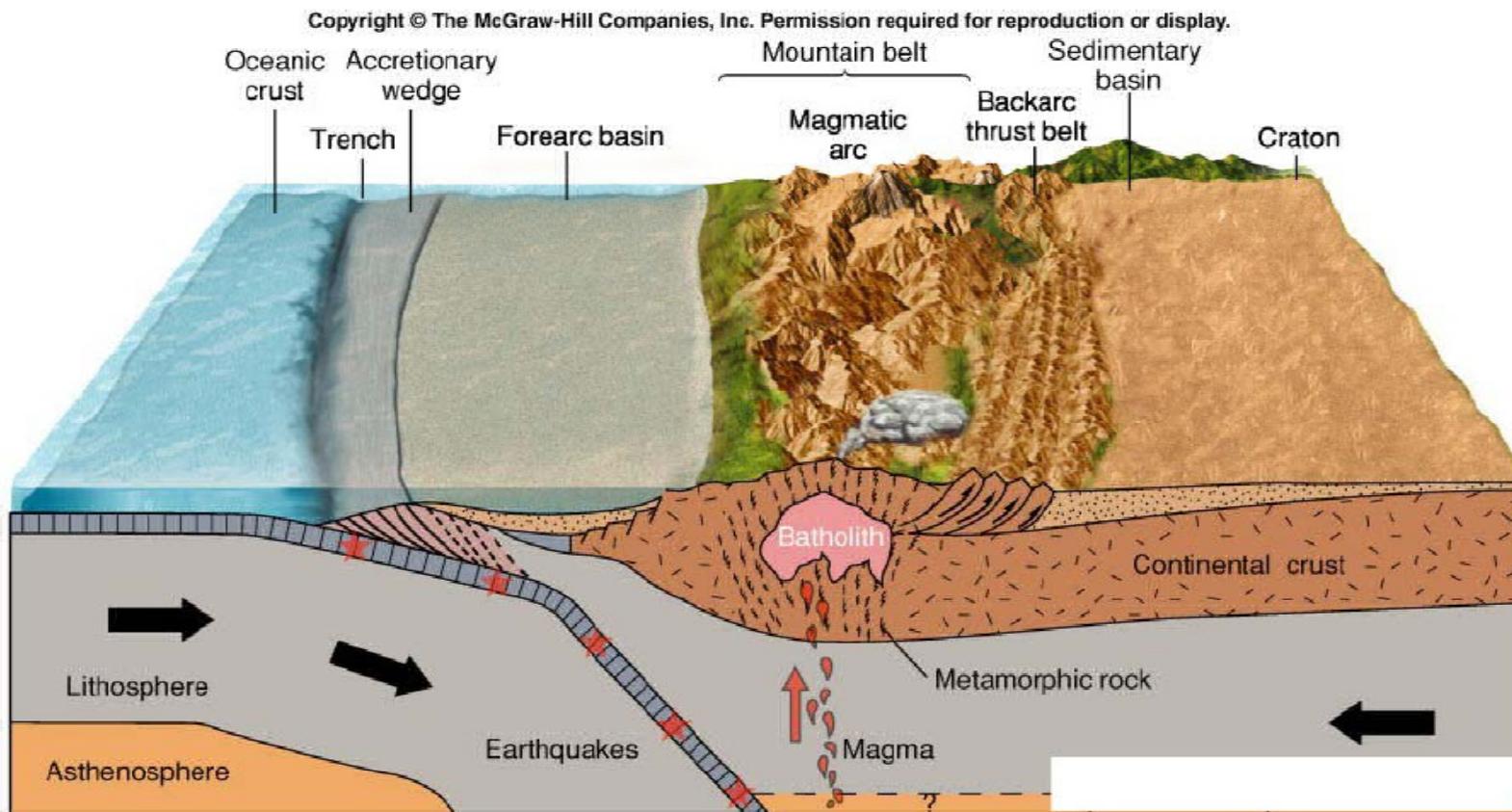


Nas fases finais do Ciclo de Wilson, se processa o fechamento dos oceanos e as colisões em áreas de convergência

Moore & Twiss (1995)

Complexo de Subducção

É formado por vários domínios geotectônicos, que envolvem desde a zona de subducção propriamente dita, quanto orógenos e bacias, além de zonas magmáticas e metamórficas



BACIA ANTE-ARCO

ARCO

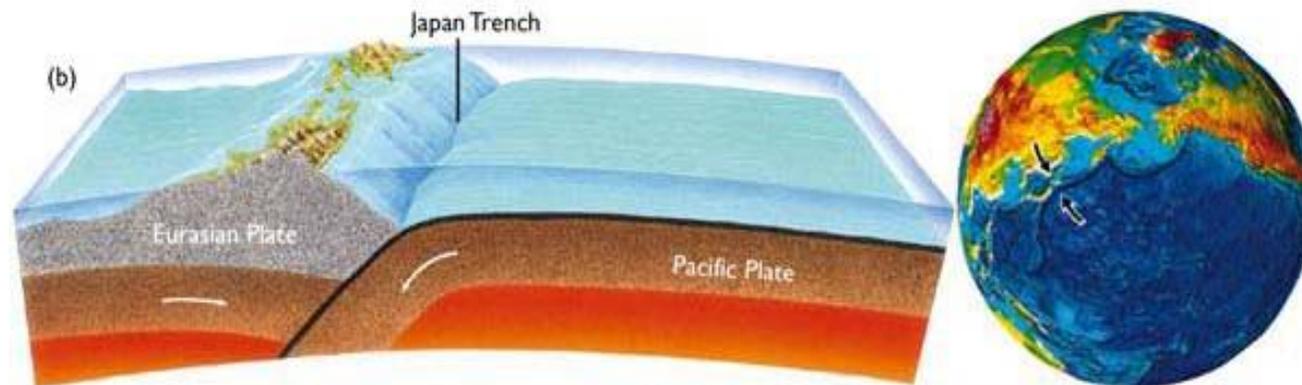


Subduction of an ocean plate beneath a continental margin forming a volcanic belt

BACIA RETRO-ARCO

ARCO

BACIA ANTE-ARCO

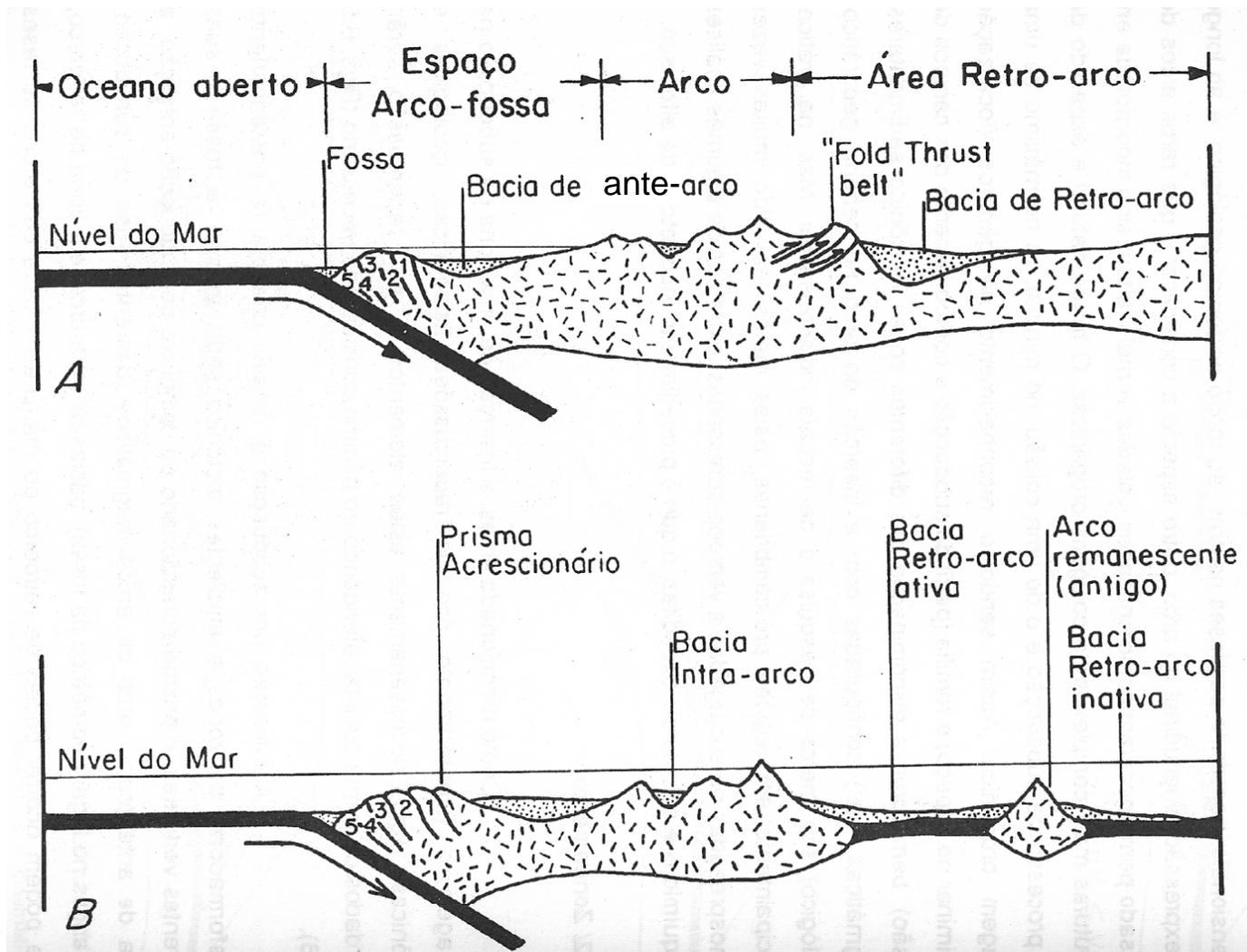


Subduction of an ocean plate beneath another ocean plate forming a volcanic arc

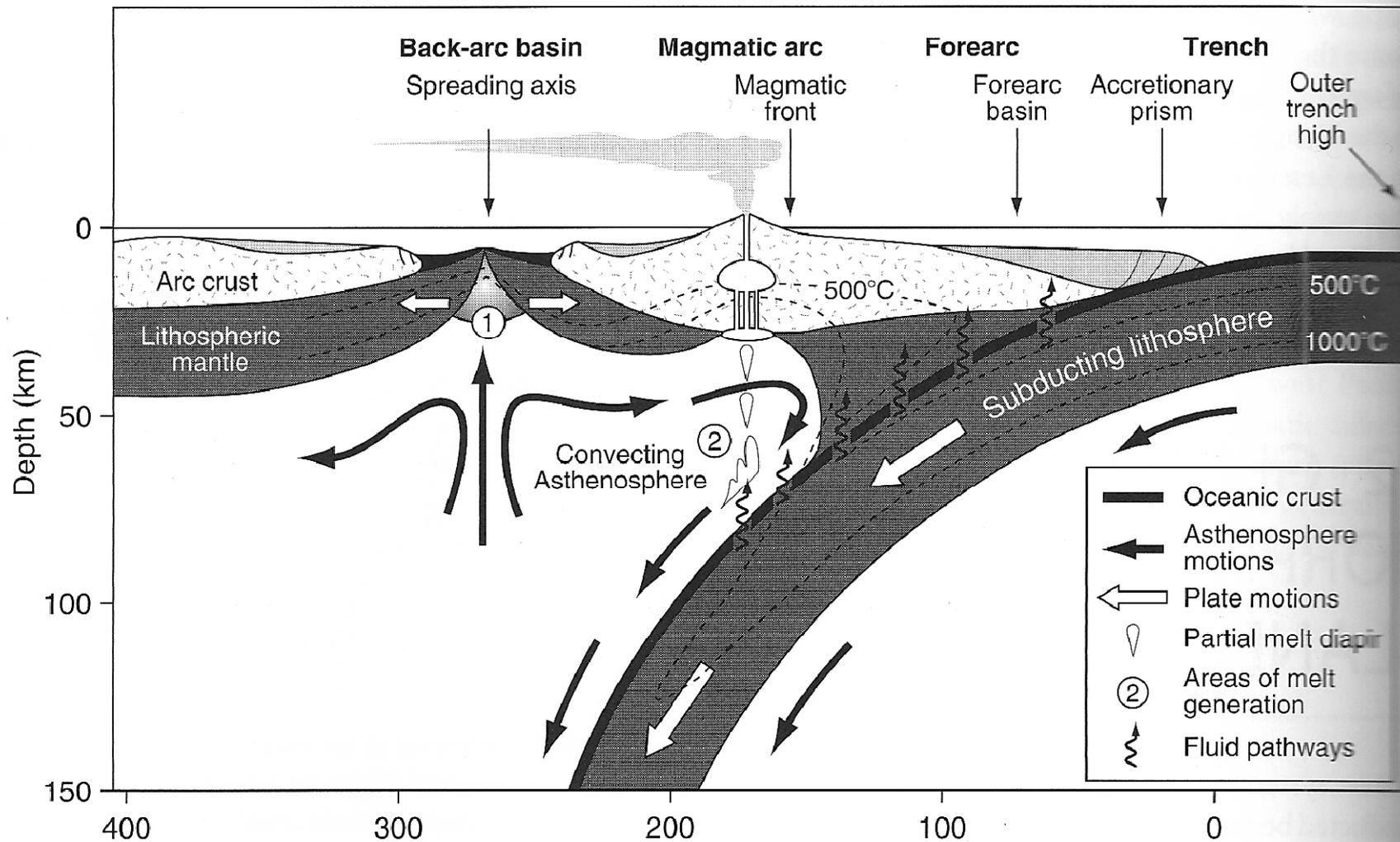
(Press and Siever, Understanding Earth, Freeman 1998)

Morfologia

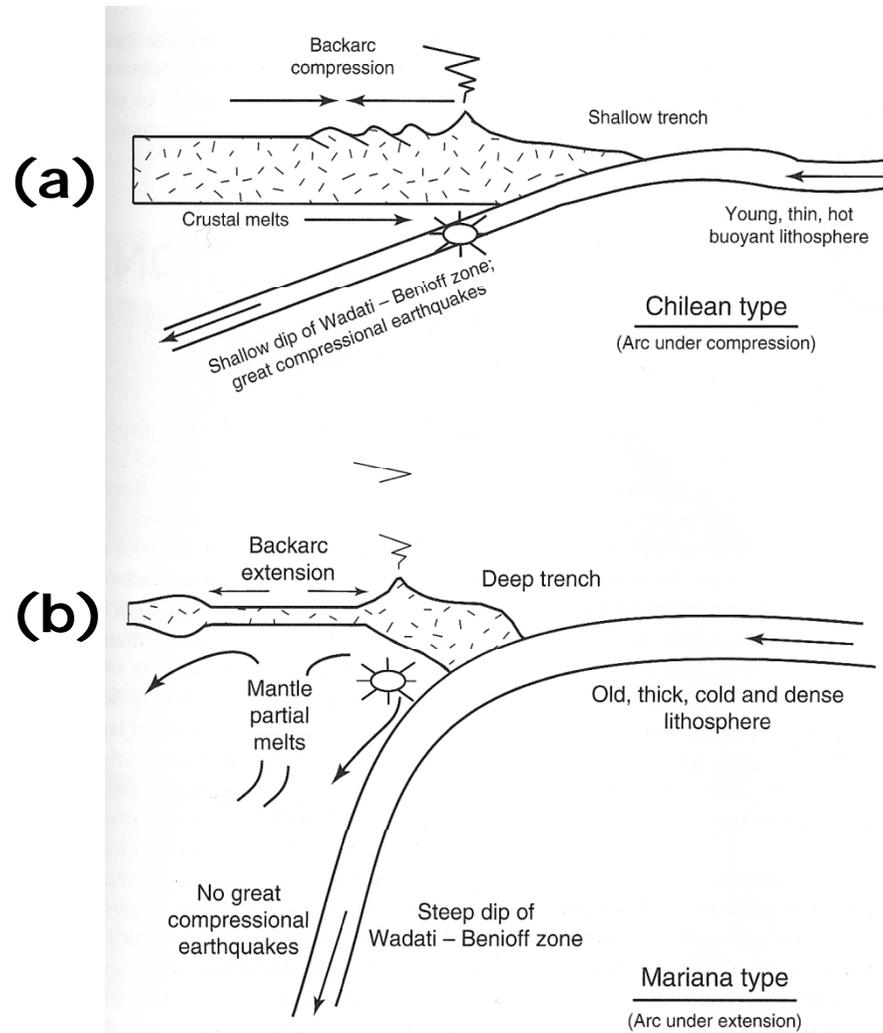
- A superfície da placa subductante tem mergulhos da ordem de 5° e possui cobertura sedimentar de fundo oceânico.
- Os sedimentos são carregados para a zona de subducção e pelas fossas levados a grandes profundidades.
- As fossas são as maiores depressões da superfície terrestre e estão situadas entre a placa subductante e a placa superior.
- O preenchimento sedimentar depende da velocidade de suprimento de detritos. Algumas estão quase preenchidas por sedimentos hemipelágicos e depósitos de turbiditos.
- Os domínios (ambientes) tectônicos da placa superior são:
 - (a) domínio ou intervalo **antearco** (*fore-arc*) ou arcofossa (*arc-trench*)
 - (b) domínio do **arco**
 - (c) domínio ou intervalo **retroarco** ou trás-arco (*back- arc*)



Sítios geotectônicos comuns em zonas de subducção e/ou colisão (esquema 1)



Sítios geotectônicos comuns em zonas de subducção e/ou colisão (esquema 2)



Tipologia de zonas de convergência: **(a)** tipo Chileno **(b)** tipo Marianas

Complexo de Subducção: domínios Ante-Arco (*foreland ou forarc*), Arco (*arc*) e Retro-Arco (*back-arc*)

Sítios Geológicos Característicos

- **Prisma de acreção:** envolve imbricação das rochas de sua base espessando-o e elevando-o por meio de falhas de empurrão que marcam a superfície de deslocamento. A dimensão depende da duração do processo de subducção, variando em largura de alguns quilômetros (Arco do Japão) a dezenas de quilômetros (Arco das Aleutas).
- **Cinturões de cavalgamento:** envolvem deslocamentos horizontais de segmentos da crosta, delimitados por zonas de cisalhamento.

Aspectos Gerais

- O complexo de subducção envolve as seguintes características:
 - (a) sedimentos acumulados nos fundos oceânicos trazidos pela placa subductada
 - (b) sedimentos acumulados na margem passiva do continente que chega à zona de fossa, trazidos pela placa subductante
 - (c) sedimentos acumulados nas fossas submarinas e no trecho do domínio antearco, porções das duas placas envolvidas

- Fatores que controlam a estruturação e ou geometria da **zona de subducção** :

(a) maior velocidade de convergência (isotermas mais profundas), em zona de subducção mais extensa e domínio antearco mais longo

(b) quanto maior o movimento da placa superior para o lado da fossa, mais extensa é zona de subducção (menor mergulho)

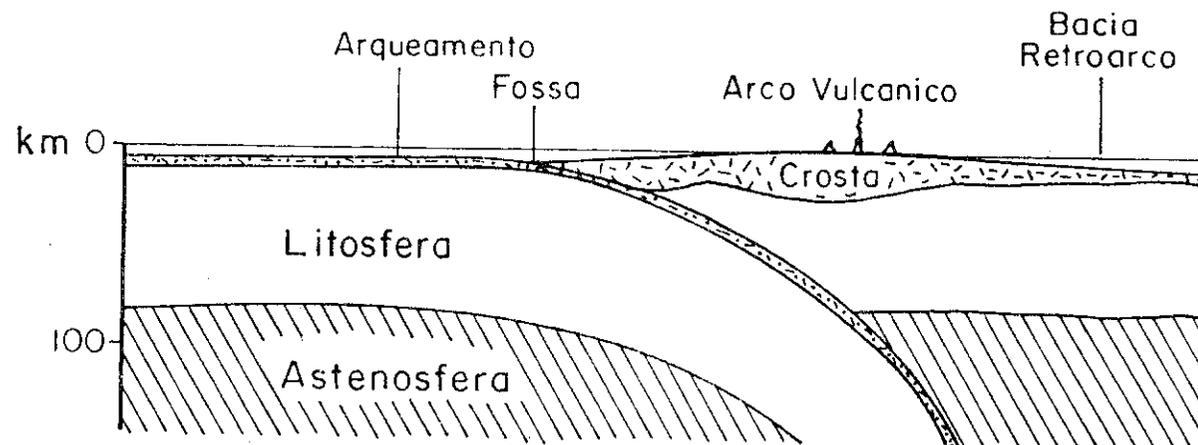
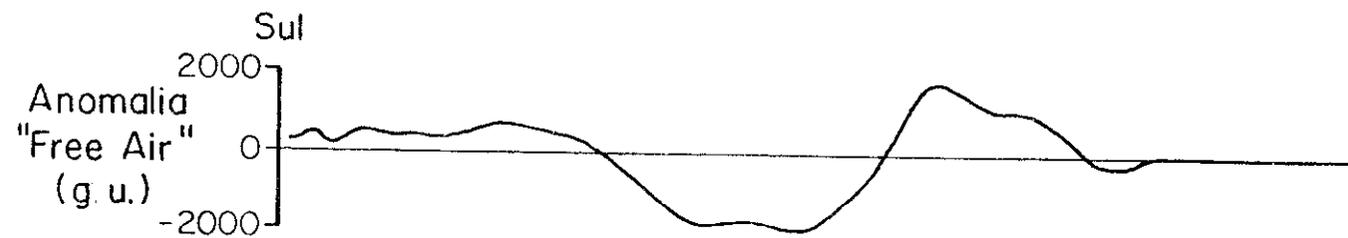
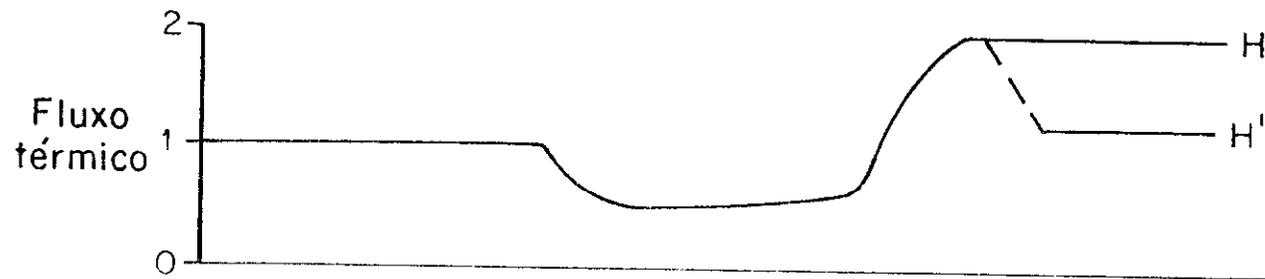
(c) quanto maior a idade da litosfera oceânica, maiores sua espessura e densidade, maior o mergulho da zona de subducção e menor a largura do domínio antearco

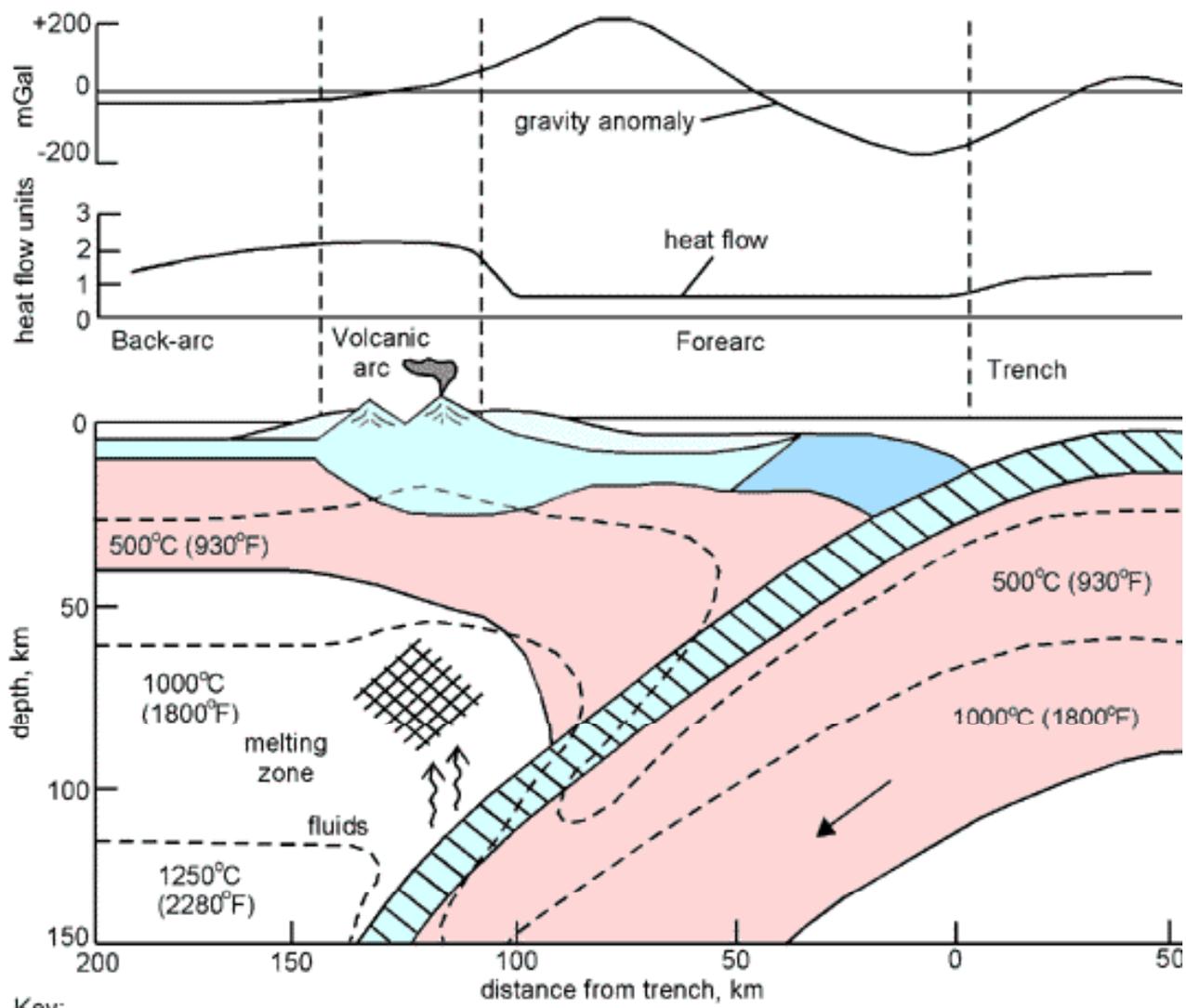
(d) a presença de saliências na placa descendente, dificulta a subducção e alarga o domínio antearco

(e) quando os mergulhos da zona de subducção são baixos há atritos entre as placas por longas distâncias freando a placa subductada - quando são médios a altos a subducção é favorecida

- As porções de crosta oceânica, desmembradas da placa mergulhante e incorporadas ao complexo de subducção, constituem os **ofiólitos**.
- São representados por associações de rochas ultramáficas e máficas (lavas com feições vulcânicas, estruturas vesiculares/amigdaloidais, de diaclasamento, almofadadas, diques e outras intrusões) em meio aos sedimentos de águas profundas (pelitos e cherts).
- Aparecem também no complexo de subducção as **melanges tectônicas**, que são brechas com matriz argilosa, produzidas por cisalhamento.
- São difíceis de diferenciá-las de melanges sedimentares (brechas sedimentares constituídas de fragmentos angulosos e variados, que constituem depósitos caóticos formados por deslizamento em zonas de relevo acidentado - **olistostromas**, de **olistomai** = deslizar, **stroma** = camada).

- Melanges tectônicas podem incluir fragmentos de crosta oceânica e de outros sedimentos (com até 1 Km de tamanho) imersos em matriz argilosa (***melanges ofiolíticas***).
- As melanges são deformadas e metamorfasadas (metamorfismo de alta pressão e baixa temperatura pois a placa descendente é fria e afunda com relativa rapidez).
- A deformação é essencialmente não-coaxial, sendo as dobras e dobramentos no geral consequentes; a vergência se volta para o lado da placa descendente.
- Deslocamentos, duplexes, *nappes*, cavalgamentos, imbricações são as estruturas principais.

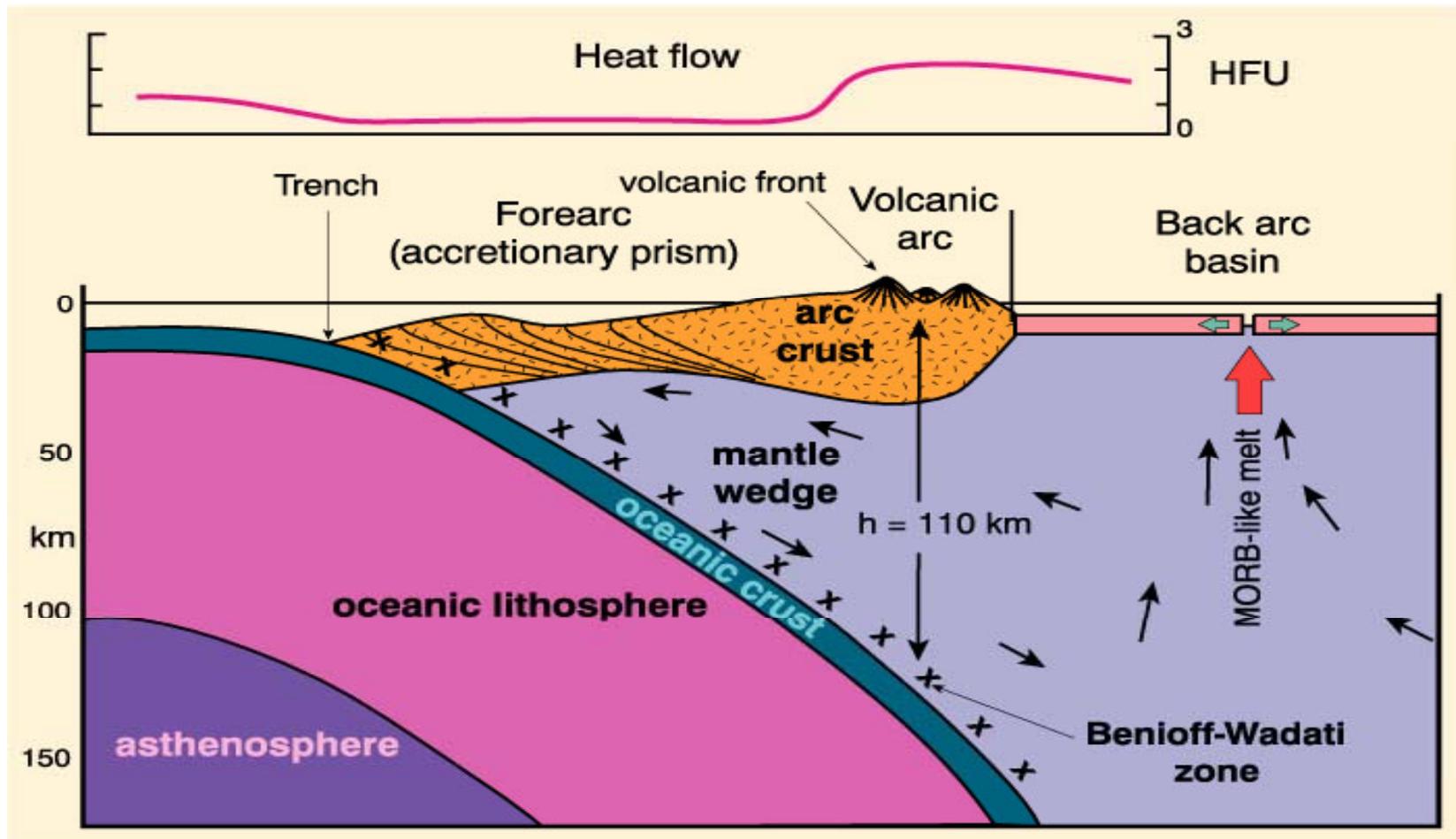




- Key:
-  oceanic crust
 -  asthenosphere mantle
 -  forearc basin
 -  lithosphere mantle
 -  arc crust
 -  accreted sediments

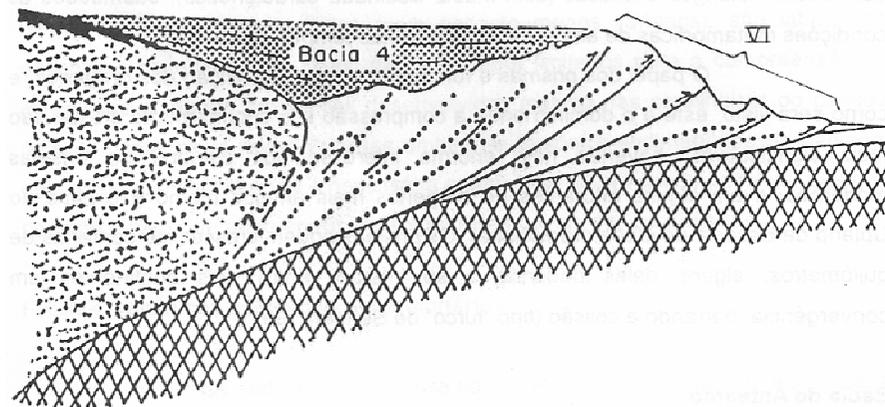
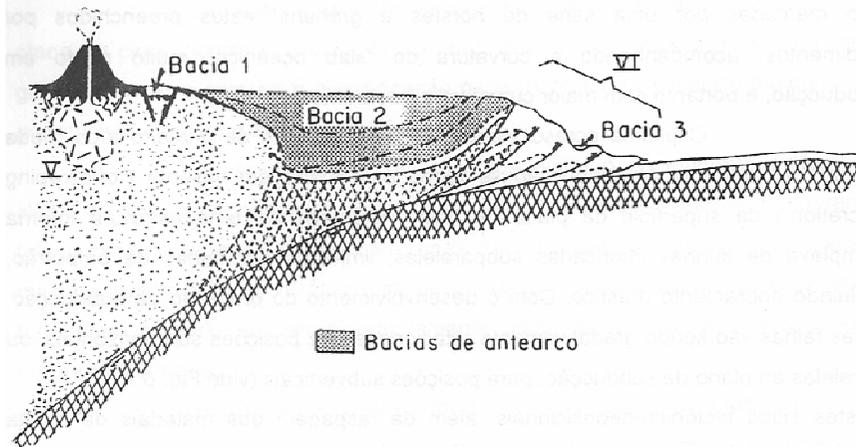
Domínio do Antearco (*forearc*)

- O domínio antearco apresenta a seguinte morfologia:
 - (a) trecho inferior da encosta que desce até a fossa com inclinação geral entre 5 e 10° (até 30° em alguns locais) e relevo acidentado
 - (b) quebra topográfica: inclinação da encosta marca a passagem do mergulho geral (5° a 10°) do trecho inferior para 1° até 2° no trecho superior.
 - (c) trecho superior com largura de 50 a 250 Km e relevo mais suave graças à deposição de sedimentos na ***bacia antearco***
- O ***complexo de subducção*** é um conjunto fortemente deformado, que envolve porções das duas placas e sedimentos variados denominados de sedimentos, rochas máficas e ultramáficas (***ofiólitos***), e rochas da placa superior.



Estruturas relativas a arcos de ilhas em zonas de subducção

- A convergência das placas impõe deformação contínua das rochas por empurrões de baixo mergulho, com modificações do perfil.
- Pequenas bacias efêmeras se desenvolvem em baixos topográficos (enchimento por sedimentos hemipelágicos e depósitos de turbiditos).
- A subsidência é causada ou pela expansão do complexo de subducção para o lado oceânico ou por efeito da carga de sedimentos acumulados.

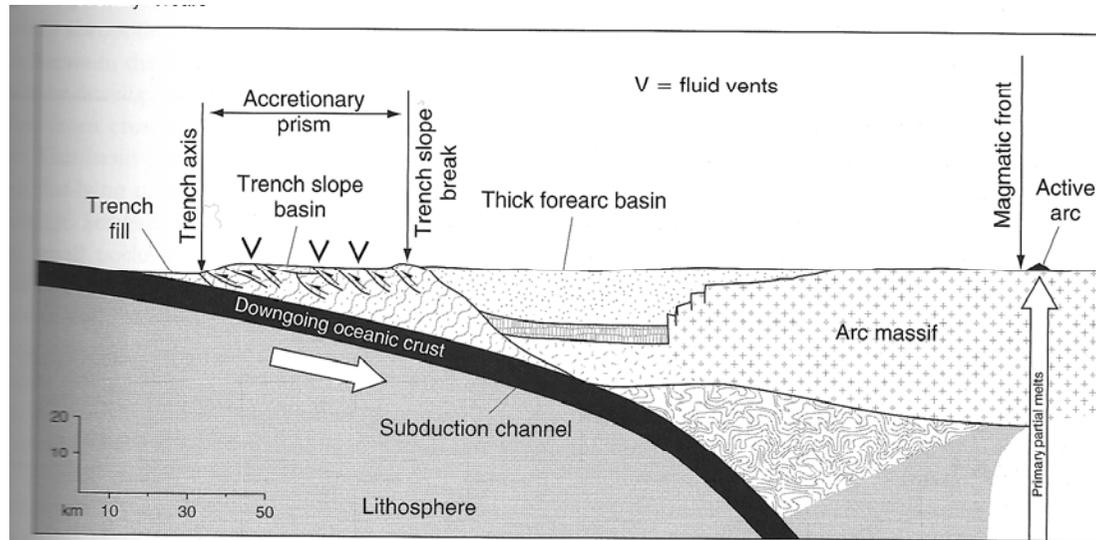


Bacia 1 = Intra-macizo
 Bacia 3 = Acrescionária
 V = Arco-macizo

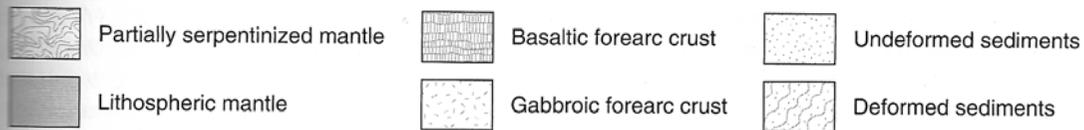
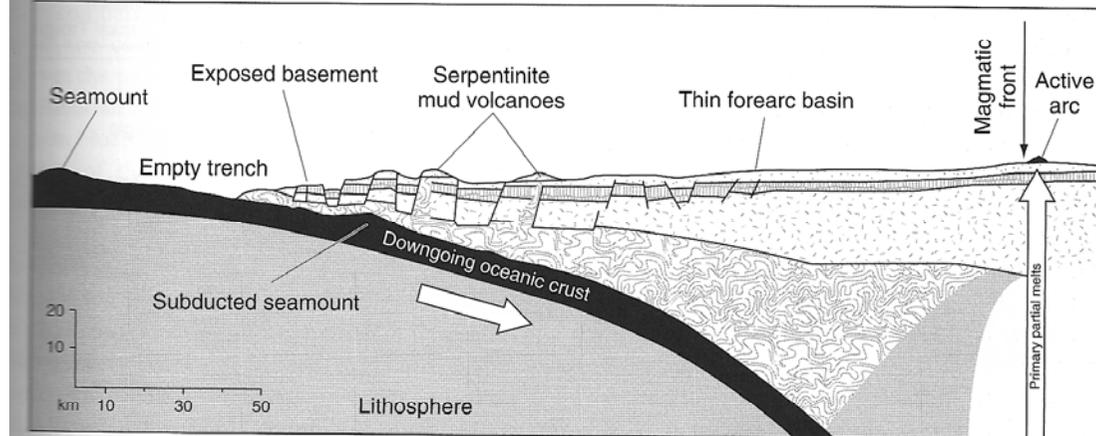
Bacia 2 = Residual
 Bacia 4 = Construcional
 VI = Prisma acrescionário

Bacias efêmeras de antearco

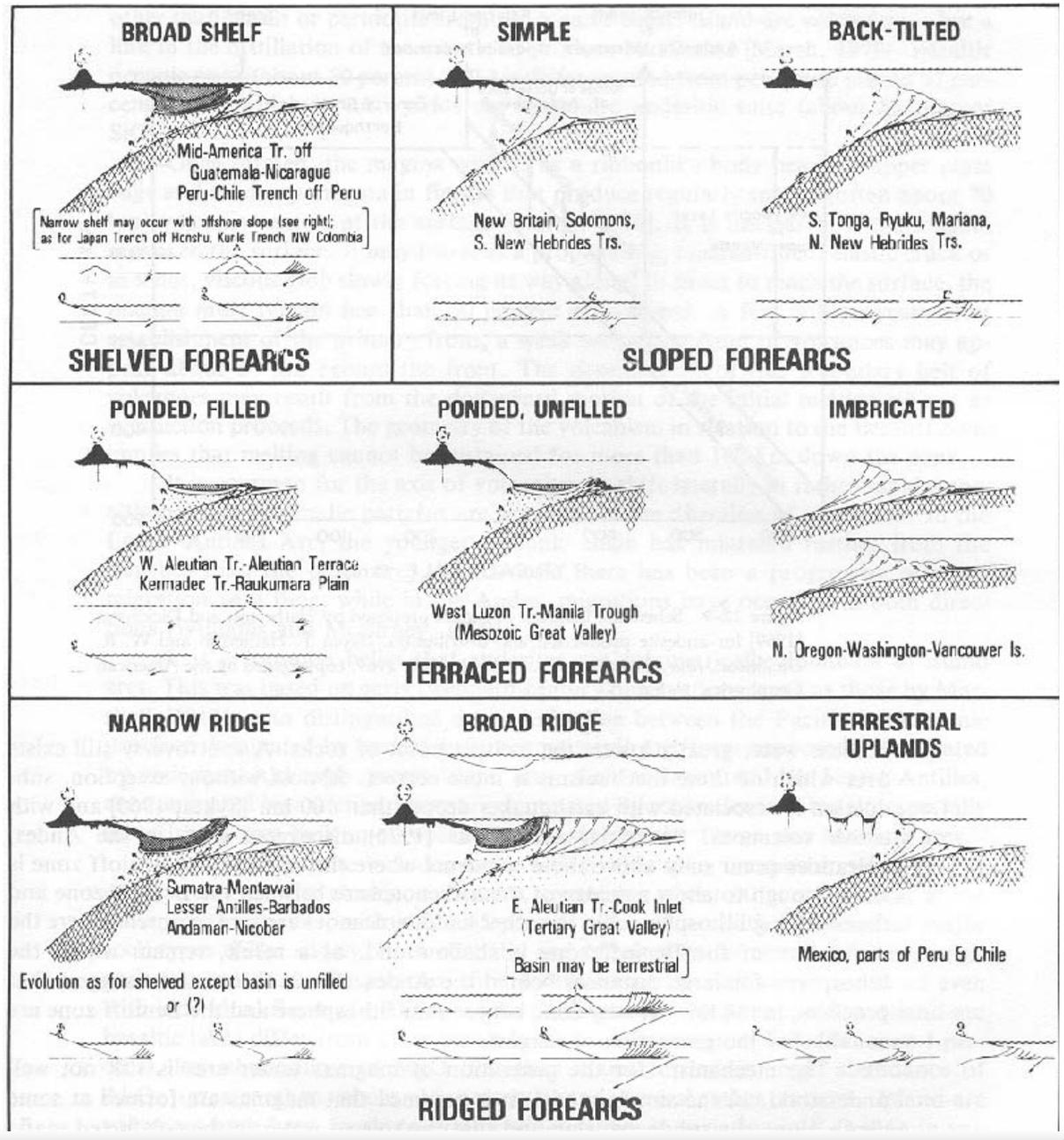
Natureza dos prismas acrescionários



Non-accretionary forearc

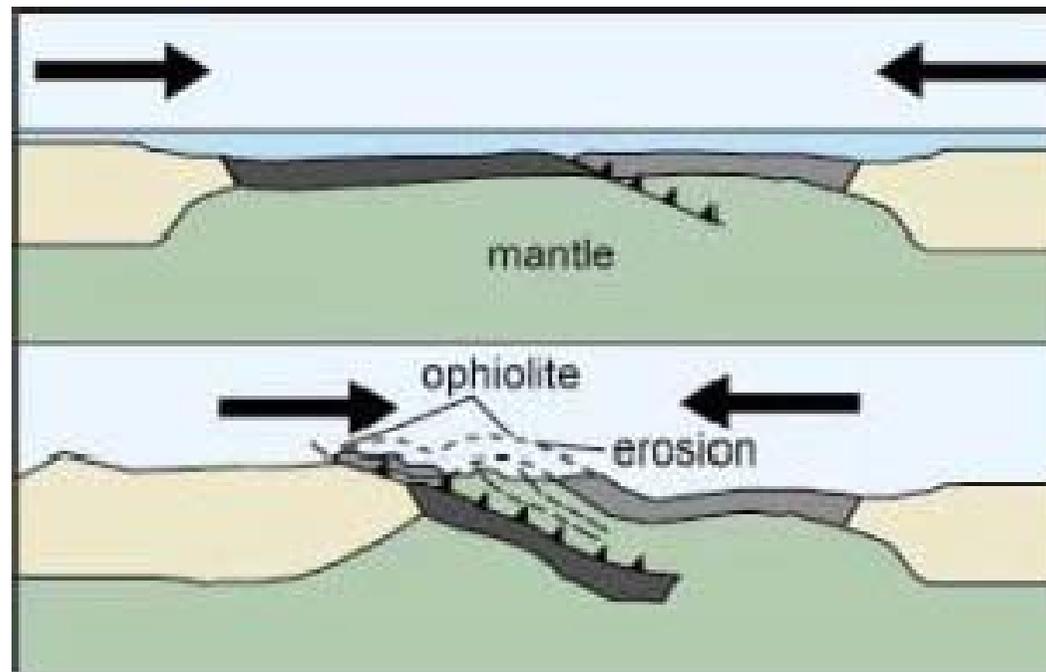


Seely & Dickinson (1977)



OBDUÇÃO

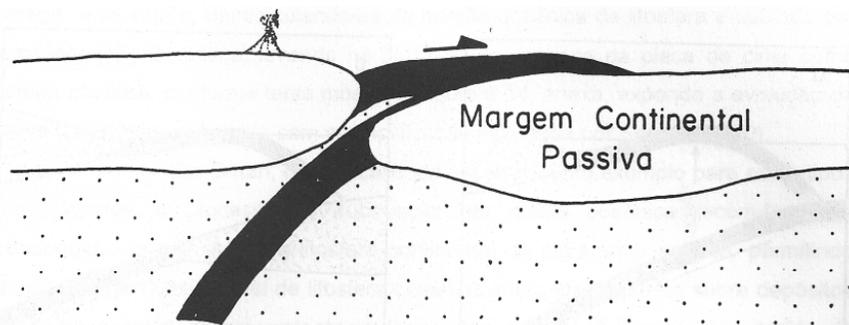
- Processo tectônico pelo qual as rochas ofiolíticas são interdigitadas em unidades geológicas de superfície: a crosta oceânica “cavalga” sobre a continental (oposto a subducção).
- Comumente reconhecida em zonas colisionais.
- Alguns ofiólitos são de fundo oceânico (e.g. Papua).



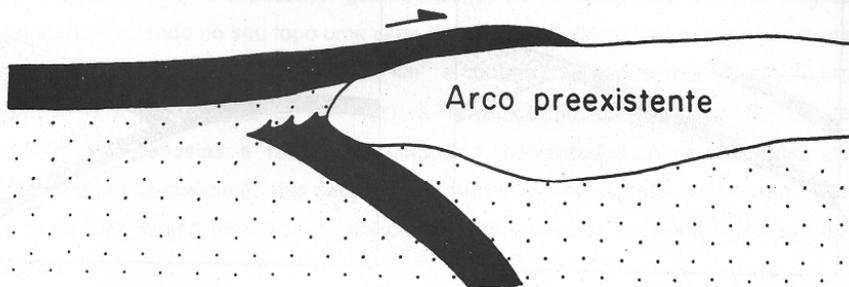
Coleman (1971) descreveu os seguintes mecanismos básicos de obducção:

a) ***Obducção apenas por incremento da velocidade de convergência - sem colisão*** (pouco provável)

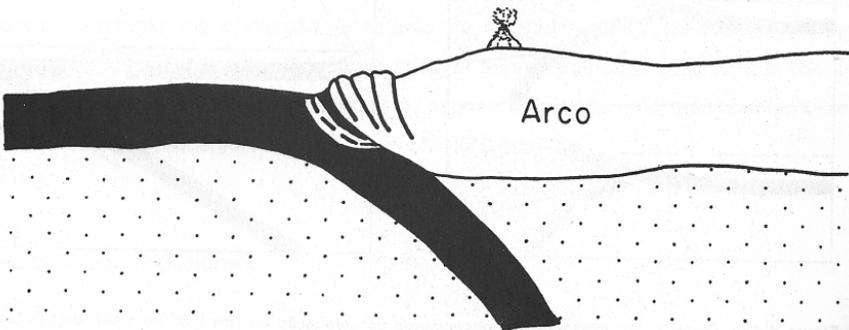
- Para que uma porção da crosta oceânica seja obductada por este mecanismo devem suceder vários fenômenos que são pouco prováveis que ocorram juntos.
- (a) crosta oceânica com alta temperatura e, portanto, de alta flotabilidade
 - (b) crosta oceânica muito fragmentada
 - (c) velocidade de convergência
 - (d) aceleração da convergência



A) Obducção em margem passiva por cavalgamento



B) Obducção de "flaca" de litosfera oceânica ("Splitting")



C) Adição de ofiolito em prisma acrescionário

Adição de ofiólito em
margem ativa

b) Obducção por troca da polaridade em uma colisão

(mais provável)

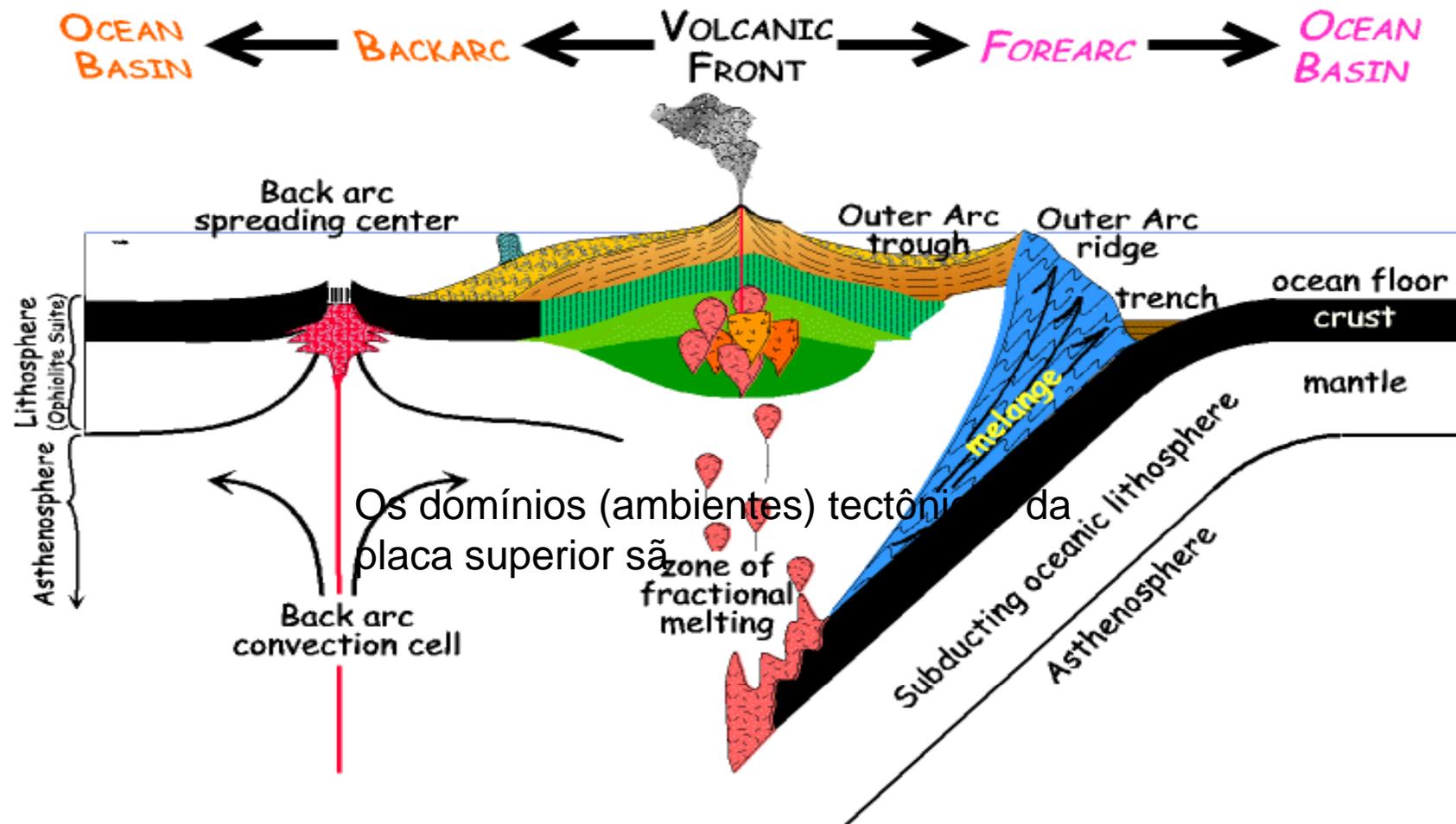
- É o caso mais comum de alojamento de ofiólitos
- Quando há subducção da crosta oceânica - crosta oceânica está longe do continente, se em determinado momento a crosta oceânica - do lado do continente - é totalmente subductada, o continente chega ao complexo de subducção. Nessa situação o mais frequente é que a crosta oceânica cavalgue sobre a continental.
- Como o arco de ilha é menos denso que a crosta oceânica e mais comum que a obducção de arcos de ilha.
- No sentido estrito os arcos de ilha obductados não são ofiólitos distinguindo-se daqueles por sua química.

Processos de obducção

- Normalmente é mais frequente que se produza em crosta oceânica quente
- Alojamento por descolamento completo da subducção (*scrapping off*). *Ex.: Madre de Dios*
- Suturas entre os blocos continentais. *Ex.: Puna ofiolíticas*
- Fechamento da bacia marginal. *Ex.: Ofiolitos do Canal de Beagle.*
- Fechamento da bacia de antepaís com crosta atenuada. *Ex.: Bacia de Tepuel* formada por gabros toleíticos
- Delaminação crustal (subducção do tipo A) por colisão. *Ex.: Fiambalá* formada por ultramáficas e gabros de raízes de arcos magmáticos, anfibolíticas e gneisses.

Domínio do Arco (*arc*)

- A fusão parcial da placa subductada ou da placa superior gera massas magmáticas que se elevam, formando corpos intrusivos na interior da placa superior e derrames na superfície.
- A cadeia de vulcões com manifestações magmáticas variadas forma o ***arco magmático (ou arco vulcânico)***. Quando ocorre em áreas oceânicas, a cadeia de vulcões pode emergir e formar ilhas alinhadas (daí o nome de ***arco insular***).
- O arco compreende também o trecho entre a cadeia de vulcões e a bacia ante-arco.
- Este último trecho tem profundidade entre 1 e 2 Km e se apresenta estruturado em blocos delimitados por falhas normais; trechos abatidos e deposição de calcário.



Os domínios (ambientes) tectônicos da placa superior são

Os domínios (ambientes) tectônicos da placa superior:
 retroarco (backarc); arco e antearco (fore-arc)

- Os arcos ocorrem em sítios tectônicos diversos:

(a) Desenvolvidos em zonas de convergências de placa oceânica sob continente.

O arco pode se localizar **(1)** no continente - ***arco montanhoso*** ou ***continental*** (Andes, Arco do Alasca, Arco do México, Arco da Turquia); **(2)** na borda do continente, separando-se deste por mar raso (menos de 200 m de profundidade) - ***arco de margem continental*** (Arco de Sunda, Arco do Egeu); **(3)** no oceano, separando-se do continente por mar vicinal com profundidades que ultrapassam 200 m - ***arco intrao-ceânico***, que pode ser do tipo jovem (arcos de Tonga-Kermadec, Kurilas, e Aleutas) ou do tipo mais antigo (mais longos e largos, têm embasamento vulcano-sedimentar deformado e metamorfisado e injetado de plútons granitóides - arco da Nova Zelândia e de Kamchatka, do Japão)

(b) Desenvolvidos em zona de convergência com polaridade divergentes. Conhecido apenas na zona de subducção da Placa Indo-Australiana sob a Placa Pacífica, próximo ao Arquipélago Bismarck e Ilhas Salomão;

(c) Desenvolvidos em zona de convergência oceano-oceano.
(Arco da Antilhas, Arco Meridional da América Central);

(d) Desenvolvidos em zona de convergência continente-continente (Arco Irã-Iraque, Arco do Tibet).