

**LABGESOL**  
**Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Solos**

# **Geologia**

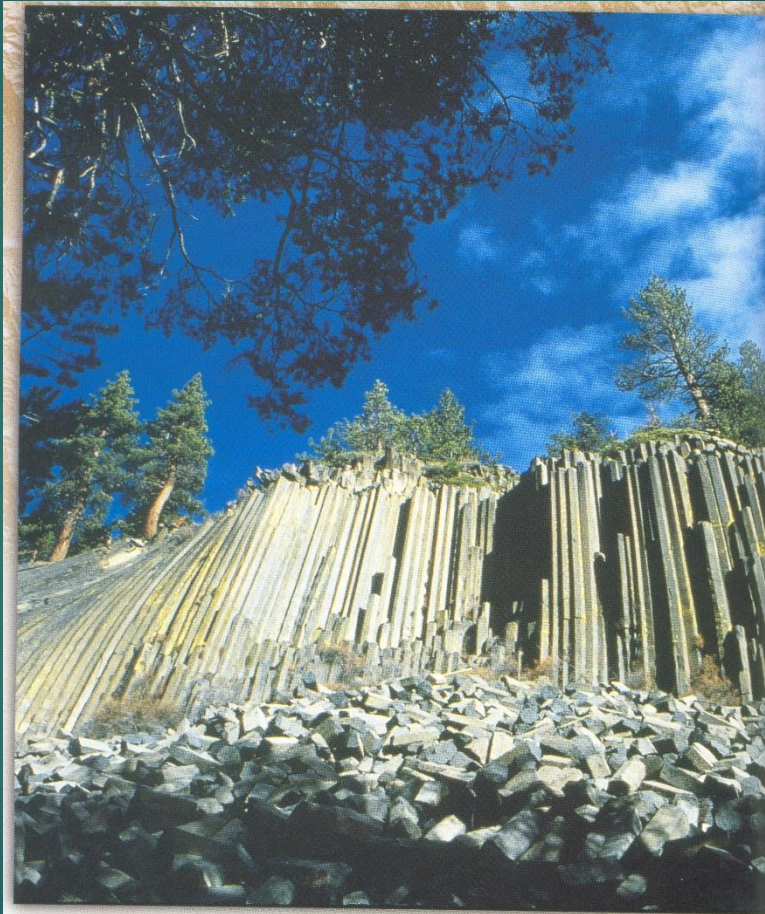
## **Aula 4**

# **Rochas Ígneas ou Magmáticas**

**PROF. DR CARLOS AUGUSTO MACHADO**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



Basaltos colunares, Monumento Nacional Devil's Post Pile,<sup>1</sup> na Serra Nevada Ocidental (EUA).  
As massas desse tipo de rocha extrusiva desenvolvem juntas colunares ao resfriarem-se.  
[Jerry L. Ferrara/Photo Researchers]

## **Rochas Ígneas: sólidos que se formaram de líquidos**

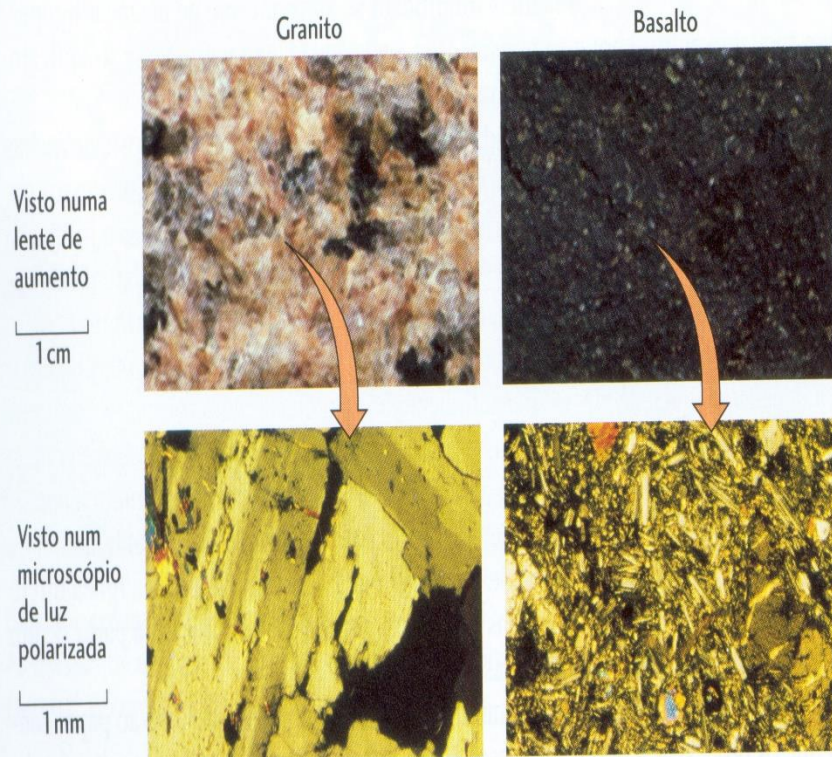
### **Textura:**

Há 200 anos, a primeira divisão das rochas ígneas foi feita com base na textura, um aspecto que reflete, em grande medida, as diferenças de tamanho dos cristais. Os geólogos classificavam as rochas como cristalina grossa ou fina.

Uma rocha de granulação grossa, tal como o granito, tem cristais individuais que são facilmente visualizados a olho nú. Em contraposição, os cristais de rochas de granulação fina, como o basalto, são pequenos demais para serem vistos a olho nu ou mesmo com a ajuda de uma lente de aumento.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.1** As rochas ígneas foram inicialmente classificadas a partir de sua textura. Os primeiros geólogos avaliavam a textura com uma pequena lente de aumento. Os geólogos modernos têm acesso a potentes microscópios de luz polarizada, que produzem fotomicrografias de lâminas delgadas transparentes de rochas, como as que estão mostradas ao lado. [Fotografias de amostras de mão, Chip Clark. Fotomicrografias, Raymond Siever]

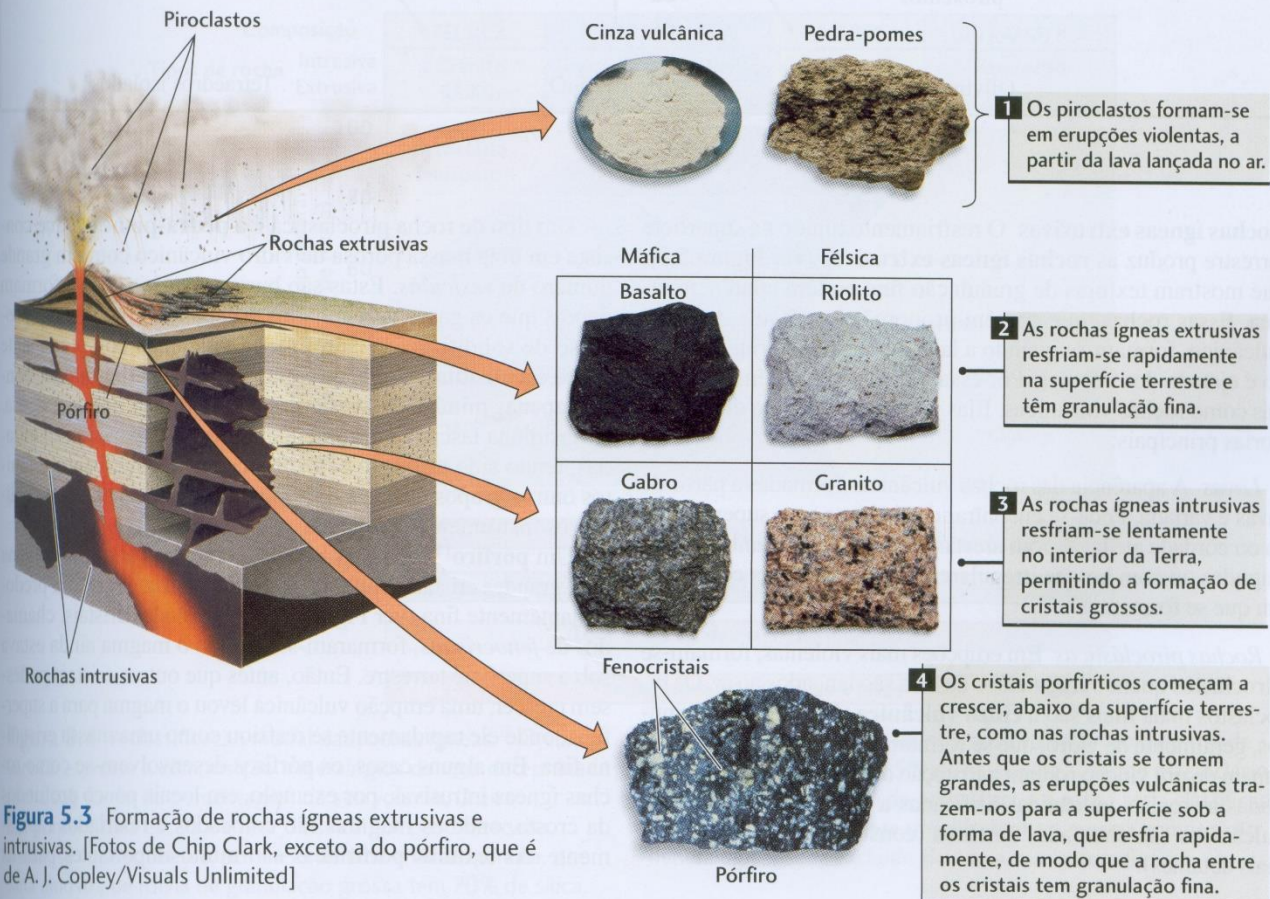
## Rochas Ígneas Intrusivas

O resfriamento lento dos magmas no interior da Terra proporciona o tempo adequado para o crescimento dos grandes cristais encaixados entre si que caracterizam as rochas ígneas intrusivas.

Uma **rocha ígnea intrusiva** é aquela que forçou seu caminho nas rochas vizinhas, as quais são denominadas de **rochas encaixantes**.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.3** Formação de rochas ígneas extrusivas e intrusivas. [Fotos de Chip Clark, exceto a do pórfiro, que é de A. J. Copley/Visuals Unlimited]

## **Rochas Ígneas Extrusivas**

O resfriamento rápido na superfície terrestre produz as rochas ígneas extrusivas, que mostram textura de granulação fina ou tem aparência vítrea.

Essas rochas que contêm proporções variáveis de vidro vulcânico, formam-se quando a lava ou outro material vulcânico é ejetado dos vulcões. Por essa razão são também conhecidas como rochas vulcânicas. Elas podem pertencer a duas categorias principais:

A) lavas;

B) Rochas piroclásticas

## **Composição química e mineralógica**

As rochas ígneas podem ser subdivididas de acordo com sua textura. Contudo, elas também podem ser subdivididas com base na sua composição química e mineralógica.

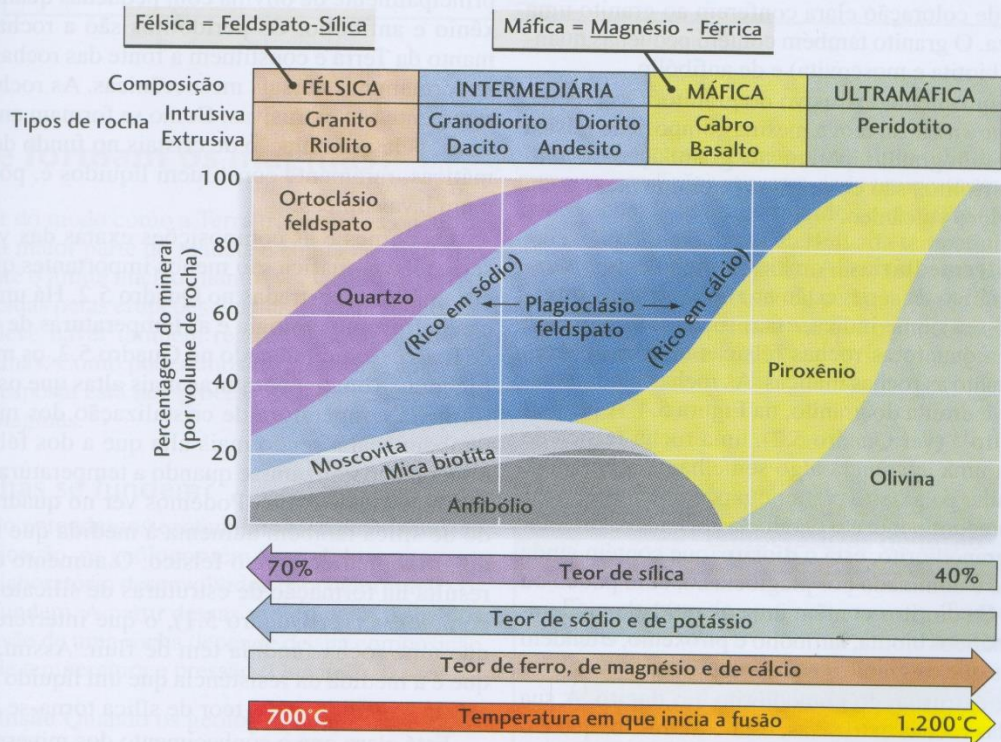
As classificações modernas agrupam as rochas ígneas de acordo com suas proporções relativas de minerais silicosos.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas

**Quadro 5.1** Os minerais mais comuns das rochas ígneas

Grupo composicional	Mineral	Composição química	Estrutura do silicato
FÉLSICO	Quartzo	$\text{SiO}_2$	Cadeias tridimensionais <sup>4</sup>
	Feldspato potássico	$\text{KAlSi}_3\text{O}_8$	
	Plagioclásio <sup>5</sup>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{NaAlSi}_3\text{O}_8 \\ \text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \end{array} \right.$	
	Moscovita (mica)	$\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	Folhas <sup>6</sup>
MÁFICO	Biotita (mica)	$\left. \begin{array}{l} \text{K} \\ \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Al} \end{array} \right\} \text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2$	
	Grupo dos anfibólios	$\left. \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Ca} \\ \text{Na} \end{array} \right\} \text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	Cadeias duplas <sup>7</sup>
	Grupo dos piroxênios	$\left. \begin{array}{l} \text{Mg} \\ \text{Fe} \\ \text{Ca} \\ \text{Al} \end{array} \right\} \text{SiO}_3$	Cadeias simples <sup>8</sup>
	Olivina	$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$	Tetraedros isolados <sup>9</sup>



**Figura 5.4** A classificação modal das rochas ígneas.<sup>13</sup> O eixo vertical expressa a composição mineralógica de uma determinada rocha sob forma de porcentagem de seu volume. O eixo horizontal é uma escala de teor de sílica por peso de rocha. Assim, se você soubesse, por meio de uma análise química, que uma amostra de rocha de granulação grossa tem 70% de sílica,

poderia determinar que sua composição teria cerca de 6% de anfibólio, 3% de biotita, 5% de muscovita, 14% de plagioclásio, 22% de quartzo e 50% de ortoclásio, e a rocha seria classificada como um granito. Embora o riolito tenha a mesma composição mineralógica, seria excluído devido a sua textura fina.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas

**Quadro 5.2**

**Mudanças em alguns dos principais elementos químicos das rochas félsicas a máficas**

	Félsica	Intermediária		Máfica
<b>Granulação grossa (intrusiva)</b>	Granito	Granodiorito <sup>15</sup>	Diorito	Gabro
<b>Granulação fina (extrusiva)</b>	Riolito	Dacito	Andesito	Basalto

← Aumento de sílica  
 ← Aumento de sódio  
 ← Aumento de potássio  
 Aumento de cálcio →  
 Aumento de magnésio →  
 Aumento de ferro →

← (Aumento da viscosidade)  
 (Aumento da temperatura de fusão) →

## **Onde se formam os magmas?**

O conhecimento que temos dos processos ígneos é proveniente de inferências geológicas e de experimentos em laboratório. Essas inferências baseiam-se principalmente em dados provenientes de duas fontes: a primeira vem dos vulcões. A segunda fonte de dados refere-se aos registros de temperaturas medidas em sondagens profundas e em poços de minas subterrâneas.

Sabemos que vários tipos de rochas podem solidificar-se a partir de magmas formados por fusão parcial. Sabemos também que o aumento de temperatura no interior da Terra pode gerar magmas.

## **A diferenciação magmática**

É um processo por meio do qual rochas de proporções variadas podem surgir a partir de um magma parental uniforme.

A diferenciação magmática ocorre porque diferentes minerais cristalizam-se em diferentes temperaturas. Durante a cristalização, a composição do magma muda à medida que ele vai se empobrecendo dos elementos químicos retirados para formar os minerais que já cristalizaram.

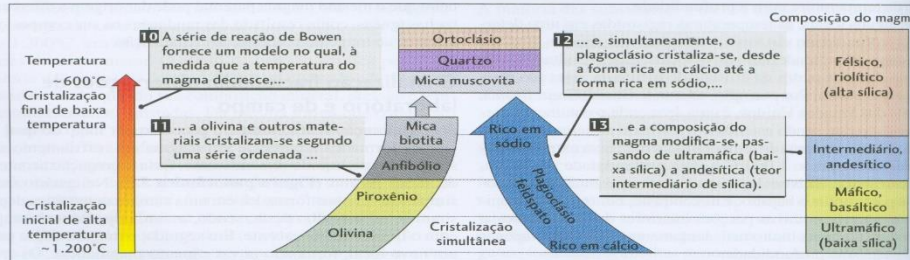
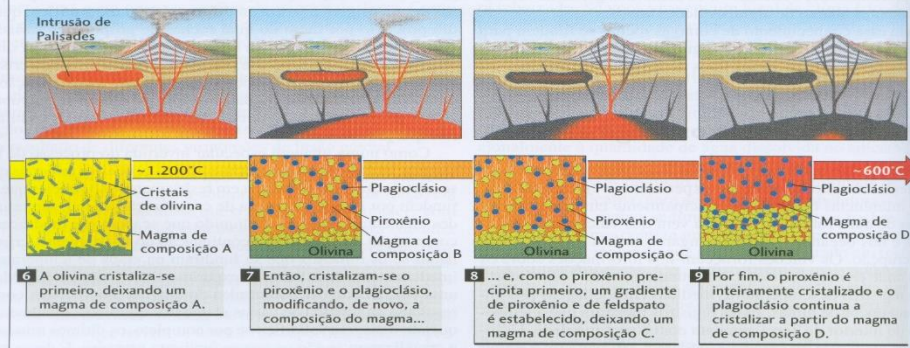
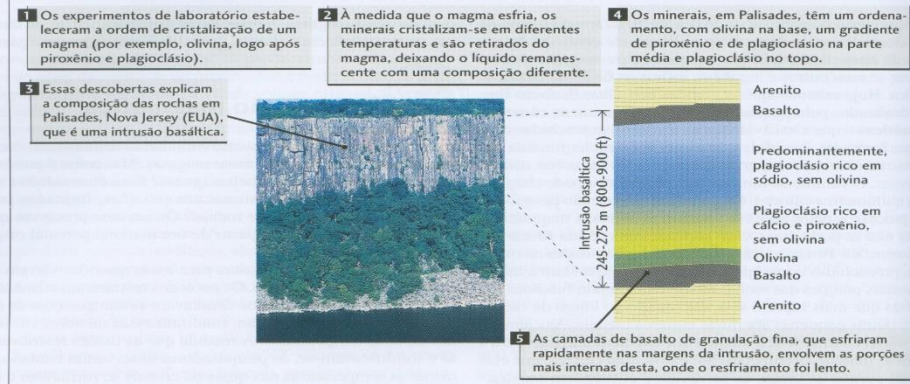
## **Cristalização fracionada**

É o processo por meio do qual os cristais formados a partir de um magma em resfriamento são segregados do líquido remanescente.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas

### A CRISTALIZAÇÃO FRACIONADA EXPLICA A COMPOSIÇÃO DE UMA INTRUSÃO BASÁLTICA



**Figura panorâmica 5.5** Magma diferenciado por cristalização fracionada. A intrusão de Palisades é o resultado de cristalização fracionada. [Foto de Breck P. Kent]

## **A forma das intrusões magmáticas**

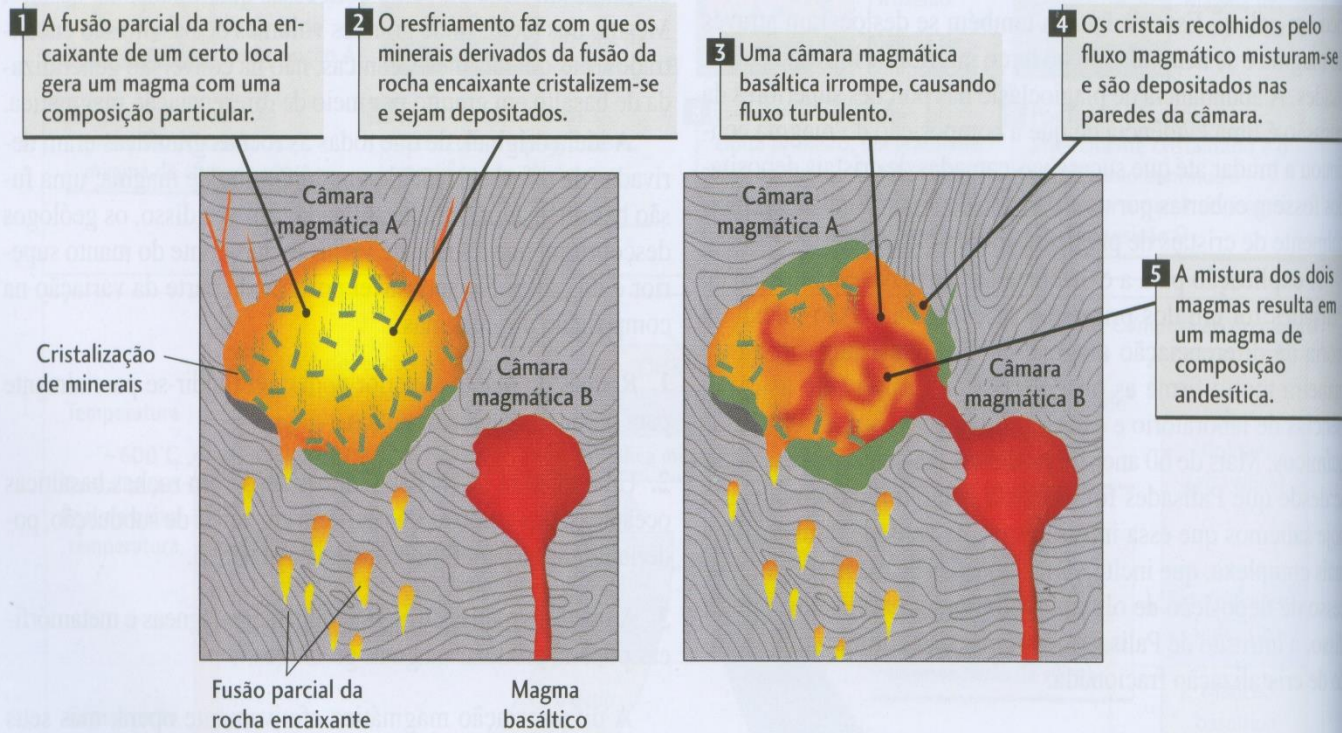
**Plútons:** são grandes massas ígneas formadas em profundidade na crosta. Seu tamanho varia de um até centenas de km cúbicos. Esses grandes corpos podem ser estudados quando expostos pelo soerguimento e pela erosão, ou quando alcançados por minas ou furos de sondagem.

São muito variados não só em tamanho como também em suas formas e relações com as rochas encaixantes.

A maioria dos magmas intrude-se em profundidades maiores que 8 a 10 km.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.6** Idéias modernas de diferenciação magmática. Os geólogos atualmente reconhecem a diferenciação magmática como um processo operante, mas seus mecanismos são mais complexos do que se pensava no passado. Alguns magmas

derivados de rochas de diferentes composições podem se misturar, enquanto outros são imiscíveis. Os cristais podem ser transportados para várias partes da câmara magmática por correntes turbulentas no líquido.

## **Soleiras e diques:**

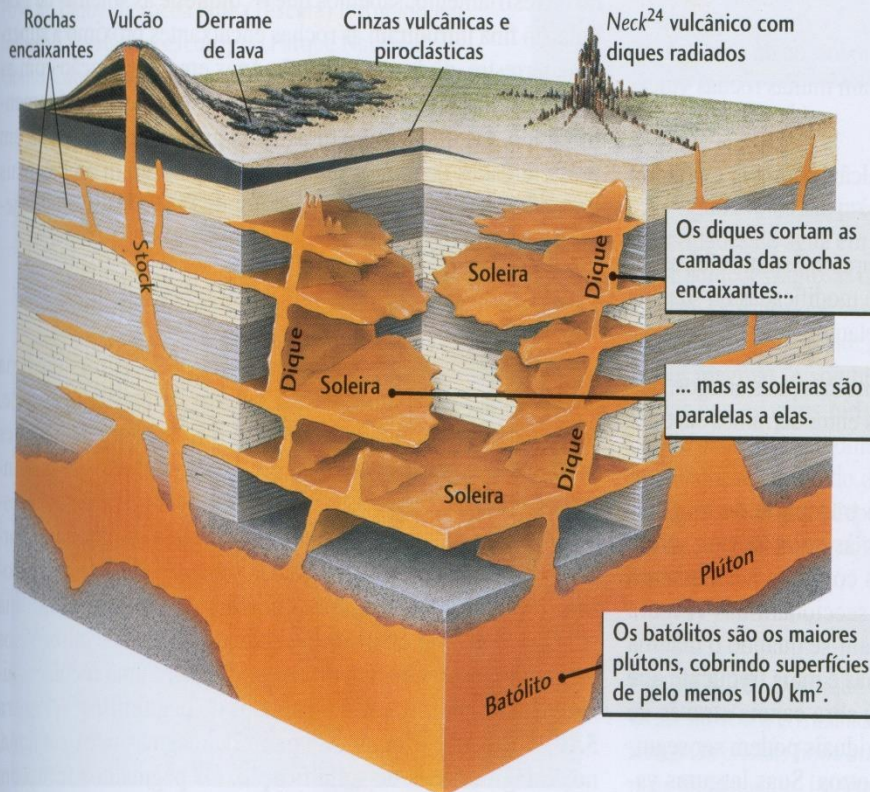
São similares aos corpos plutônicos em muitos aspectos, mas são menores e têm uma relação diferente com as rochas adjacentes intrudidas. Uma soleira é um corpo tabular, com forma de folha, formado pela injeção de magma entre as camadas paralelas da rocha acamada preexistente.

As soleiras são intrusões concordantes, isto é, seus limites são paralelos às camadas, sejam elas horizontais ou não.

Os diques são similares às soleiras por serem também corpos ígneos tabulares, mas cortam o acamamento das rochas encaixantes.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



Os diques cortam as camadas das rochas encaixantes...

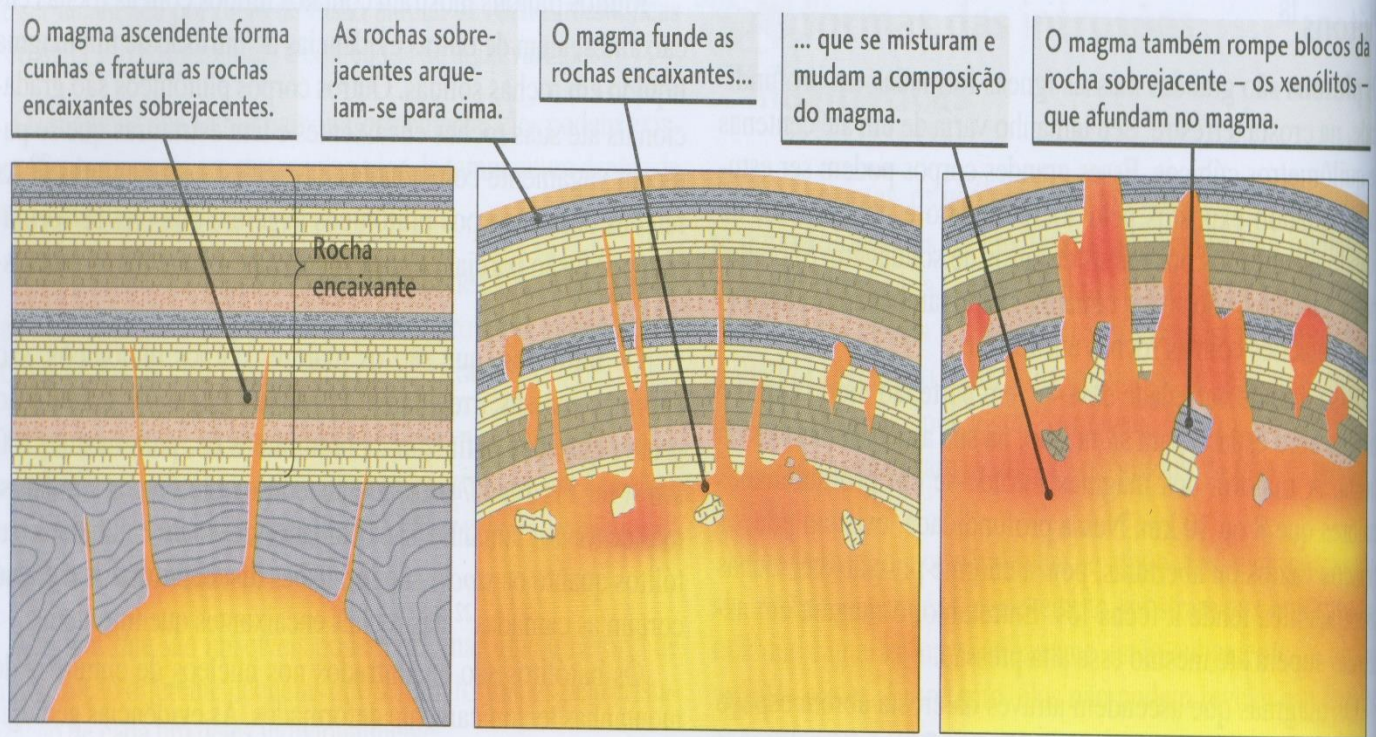
... mas as soleiras são paralelas a elas.

Os batólitos são os maiores plútons, cobrindo superfícies de pelo menos 100 km<sup>2</sup>.

**Figura 5.7** As estruturas mais comuns de rochas extrusivas e de rochas ígneas intrusivas. Note que os diques cortam as camadas de rochas encaixantes, mas as soleiras são paralelas a estas. Os batólitos são os maiores corpos plutônicos.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas

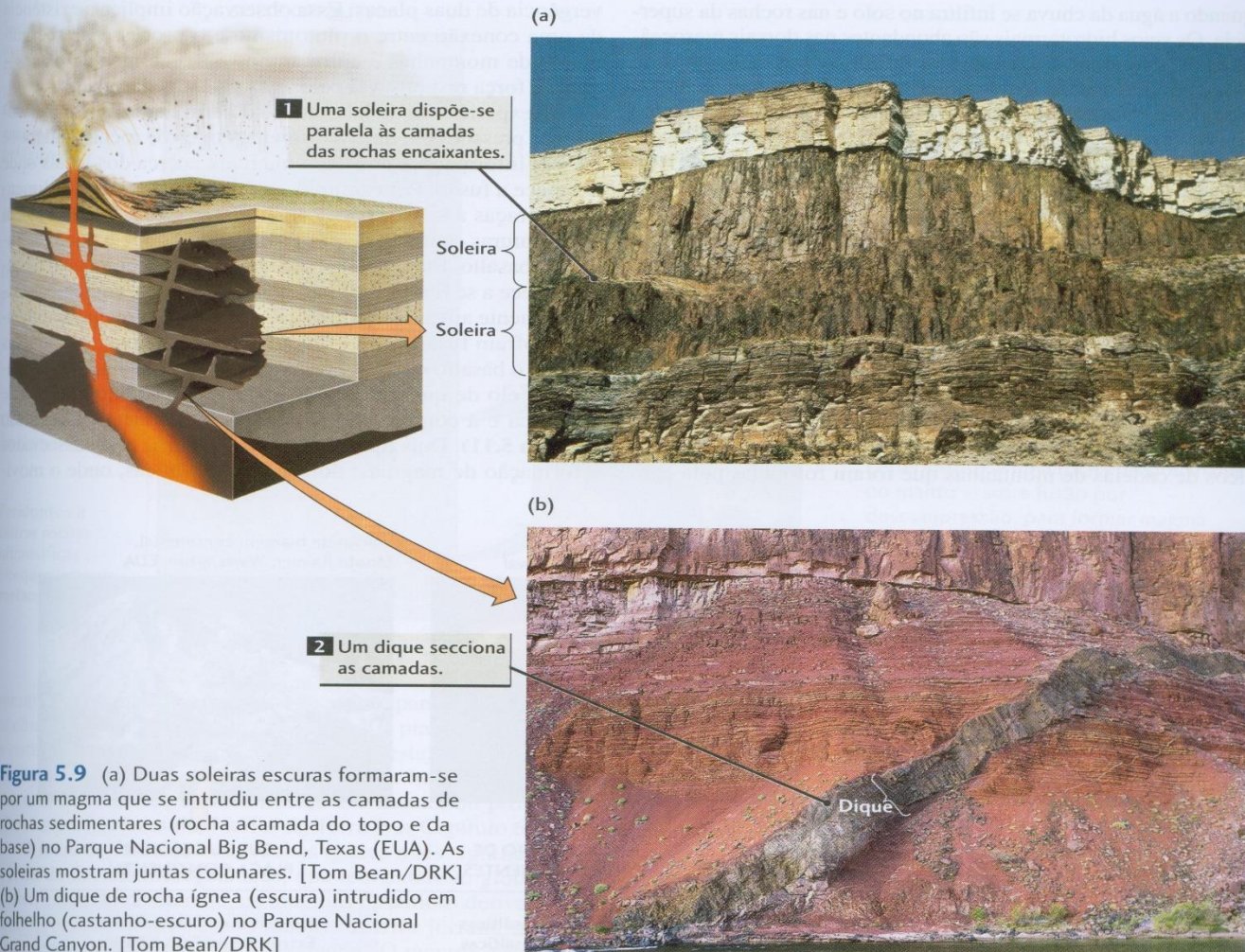


**Figura 5.8** Os magmas abrem seu caminho através das rochas encaixantes basicamente de três modos: por invasão de rachaduras e abertura de cunhas na rocha sobrejacente, por ruptura das rochas e por fusão das rochas adjacentes. Pedacos da

rocha encaixante fragmentada, chamados de xenólitos, podem ser completamente dissolvidos no magma. Se muitos xenólitos são dissolvidos e se a composição da rocha encaixante for diferente daquela do magma, a composição do mesmo será modificada.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.9** (a) Duas soleiras escuras formaram-se por um magma que se intruiu entre as camadas de rochas sedimentares (rocha acamada do topo e da base) no Parque Nacional Big Bend, Texas (EUA). As soleiras mostram juntas colunares. [Tom Bean/DRK] (b) Um dique de rocha ígnea (escura) intrudido em folhelho (castanho-escuro) no Parque Nacional Grand Canyon. [Tom Bean/DRK]

## **A atividade ígnea e a tectônica de placas**

Dois tipos de limites de placas estão associados à formação de magmas: dorsais mesoceânicas, onde o movimento divergente de duas placas causa expansão do assoalho oceânico, e zona de subducção, onde uma placa mergulha sob a outra.

As plumas do manto, embora não estejam associadas a limites de placas, são também resultantes de fusão parcial e formam-se na interface entre o núcleo e o manto, ou próximo a ela, nas profundezas do interior da Terra.

O local de formação das rochas ígneas mais significativo é a rede de dorsais mesoceânicas, que tem extensão global.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas

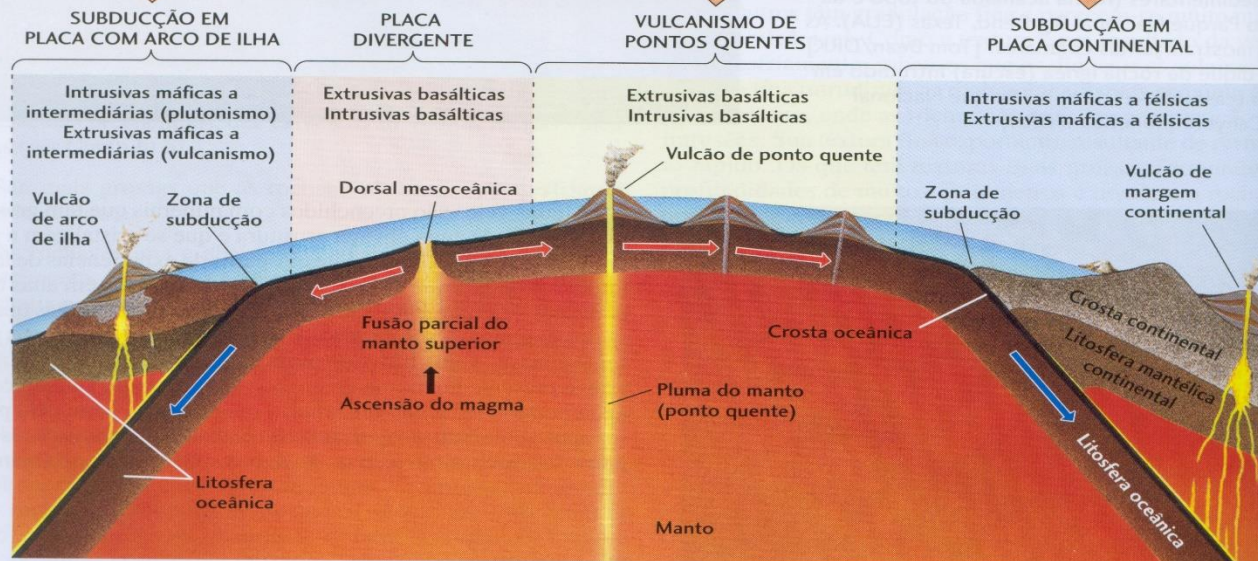
Vulcões de arco de ilha,  
Java, Indonésia



Vulcão de ponto quente,  
Parque Nacional dos Vulcões, Havaí



Vulcão de margem continental,  
Monte Rainier, Washington, EUA

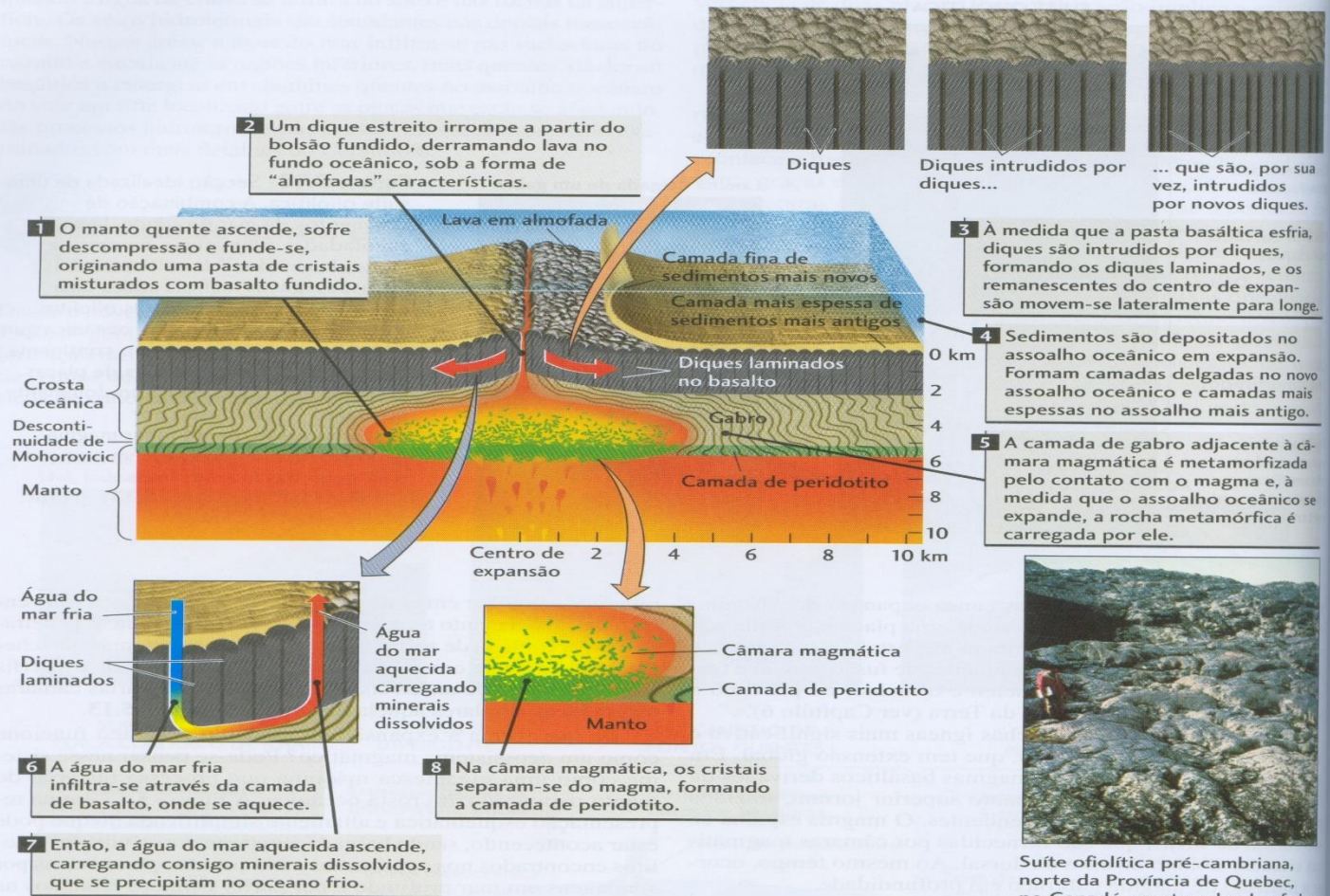


**Figura 5.11** O magma forma-se em condições estreitamente conectadas com os movimentos das placas litosféricas. Esses movimentos controlam a distribuição espacial dos processos de fusão das rochas da crosta e do manto superior e a natureza

intrusiva ou extrusiva dos magmas. [Da esquerda para a direita: Mark Lewis/Stone/Getty Images; G. Brad Lewis/Stone/Getty Images; Pat O'Hara/DRK]

# GEOLOGIA

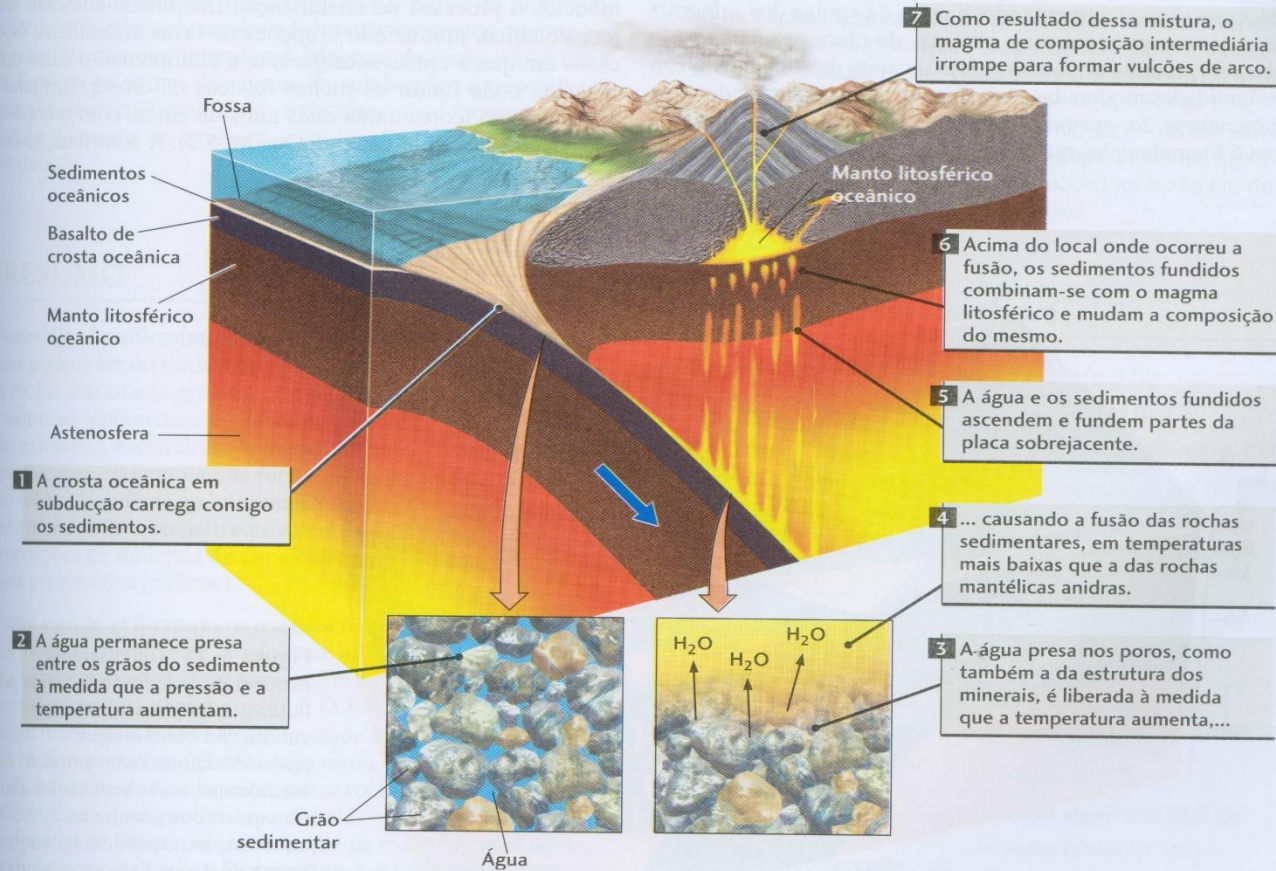
## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.13** Representação esquemática do geossistema magmático dos centros de expansão do assoalho oceânico. Na fotografia: suíte ofiolítica pré-cambriana. As almofadas de basalto mostradas pertencem à camada vulcânica da suíte. [M. St. Onge/Geological Survey of Canada]

# GEOLOGIA

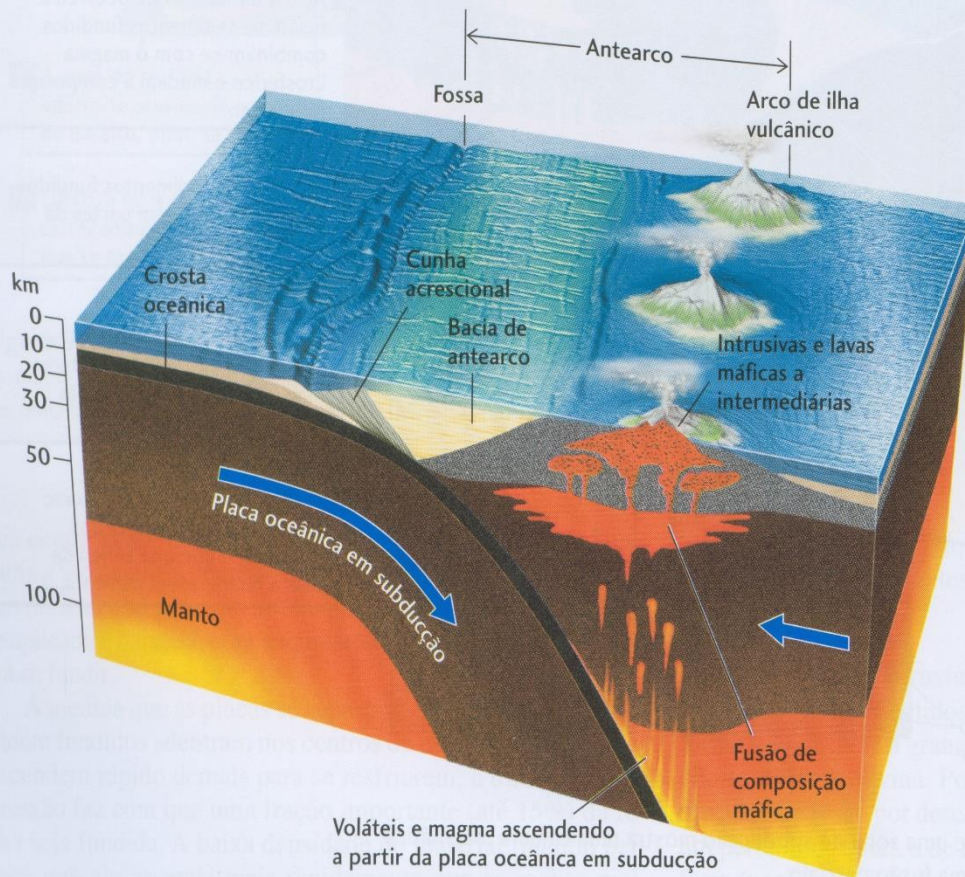
## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.14** Este bloco-diagrama de uma zona de subducção mostra uma câmara magmática irregular, formada pela ascensão de uma fusão parcial.

# GEOLOGIA

## Aula 4 – Rochas Ígneas ou Magmáticas



**Figura 5.15** Um diagrama esquemático de fusão induzida por fluidos. A litosfera oceânica em subducção contém água aprisionada nos sedimentos. À medida que esses sedimentos são transportados para baixo, aquecem-se, expelindo água sob forma de vapor. Esse vapor ajuda a induzir a fusão do manto, como também da placa descendente.

