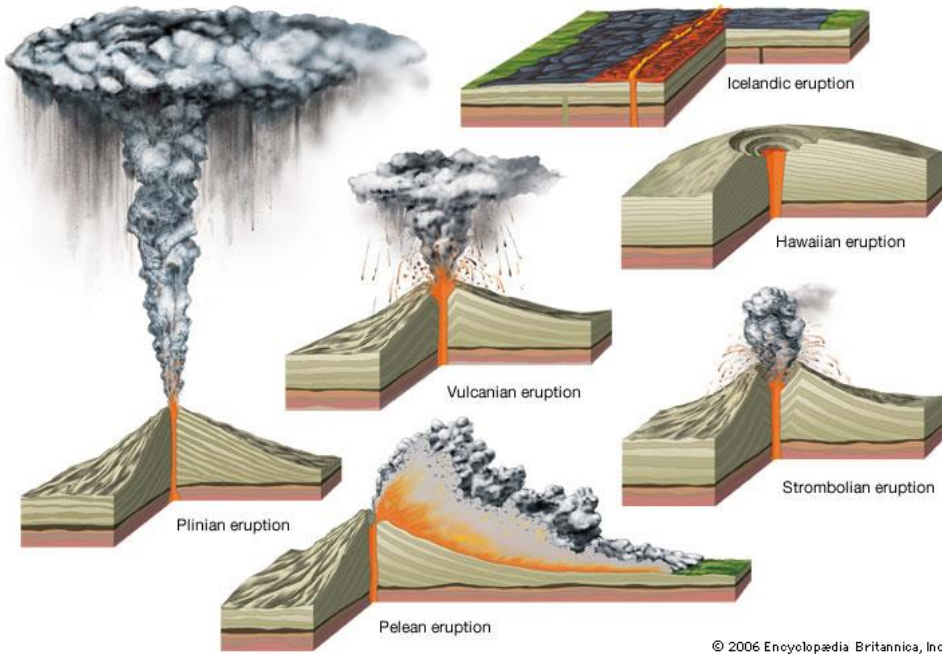
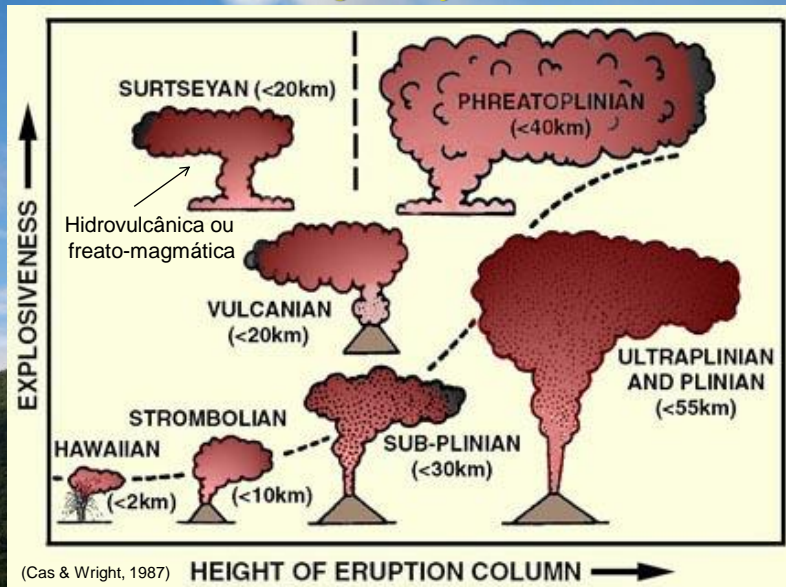


Tipos de Erupção

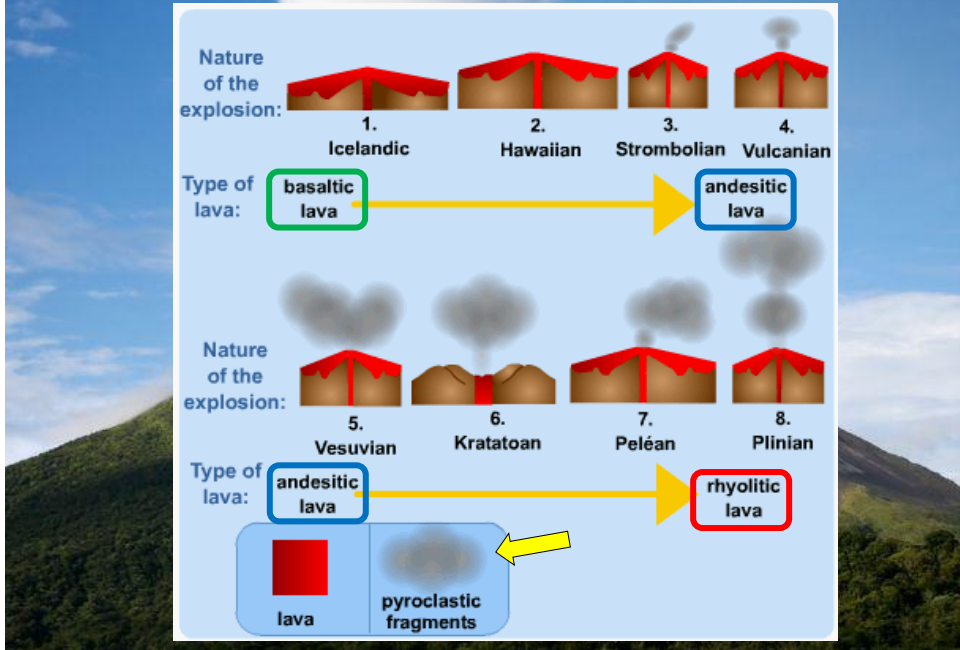


Plumas de Erupções

A classificação se baseia na altura da coluna e no grau de fragmentação



Tipos de Erupção Os Tipos de Magmas



Processos Vulcânicos e Tipos de Vulcanismo



Islândica, Havaiana, Stromboliana → magmas basálticos ou próximo a essa composição.

Vulcaniana, Vesuviana, Krakatoniana, Peléana → magmas de composição intermediária (andesito basáltico, andesítico, dacítico. Magmas potássicos).

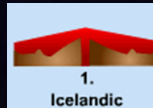
Sub-pliniana → produto de vulcões ou estratovulcões riolíticos.

Pliniana → produto de explosões de magmas de alta viscosidade variando entre composições andesíticas, riolíticas, fonolíticas e traquíticas.

Ultrapliniana → termo criado por Walker (1980, em Cas & Wright, 1987) para descrever os depósitos de composição ácida plinianos de Taupo, Nova Zelândia.

Surtseyana e freato-pliniana → produzidas pelo contato do magma com água, sendo que o primeiro é produto de magmas basálticos e o segundo, riolíticos.

Erupção Islândica







Vulcanismo Explosivo Rochas e Depósitos Piroclásticos

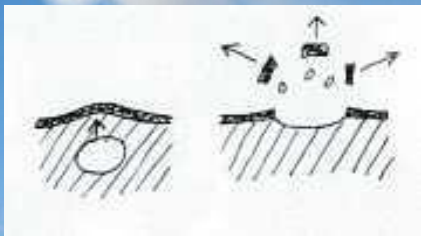
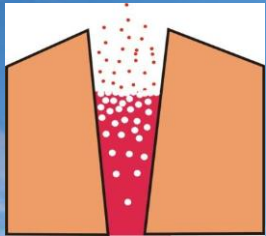


- Uma das principais características do vulcanismo ácido, devido à alta viscosidade e a grande conteúdo dos magmas, é formação de extensos **depósitos piroclásticos**
- Os processos que geram esses depósitos são complexos e, conseqüentemente, há uma grande variedade de tipos, texturas e depósitos de rochas piroclásticas

Erupção Stromboliana



Explosões intermitentes ou erupção de lavas basálticas de uma única cratera



As explosões são causadas pela liberação de gases

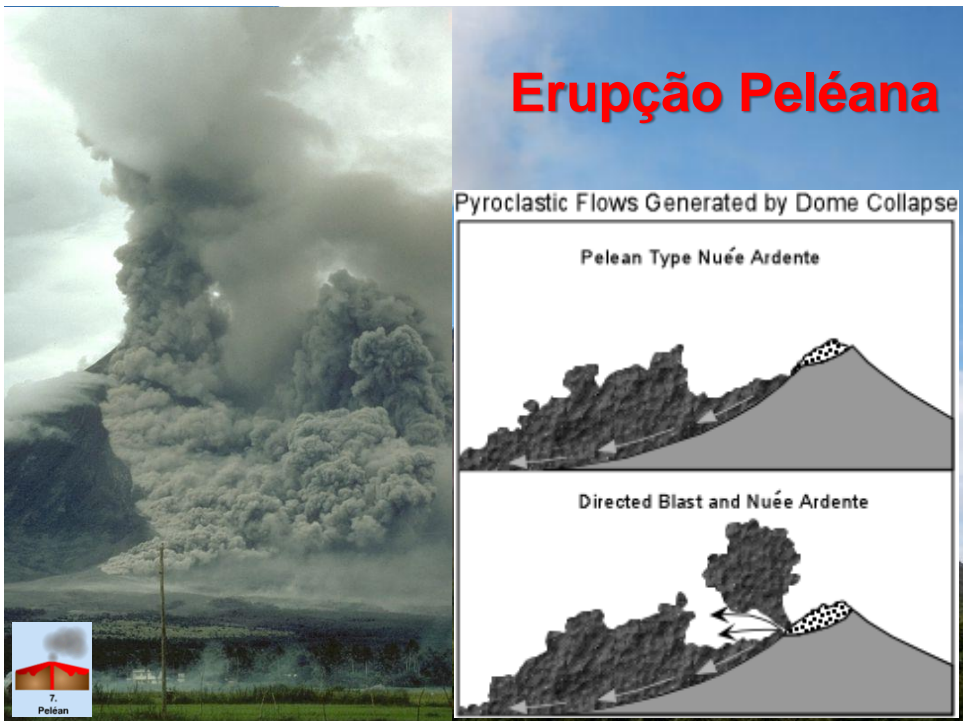




Erupção Vulcaniana

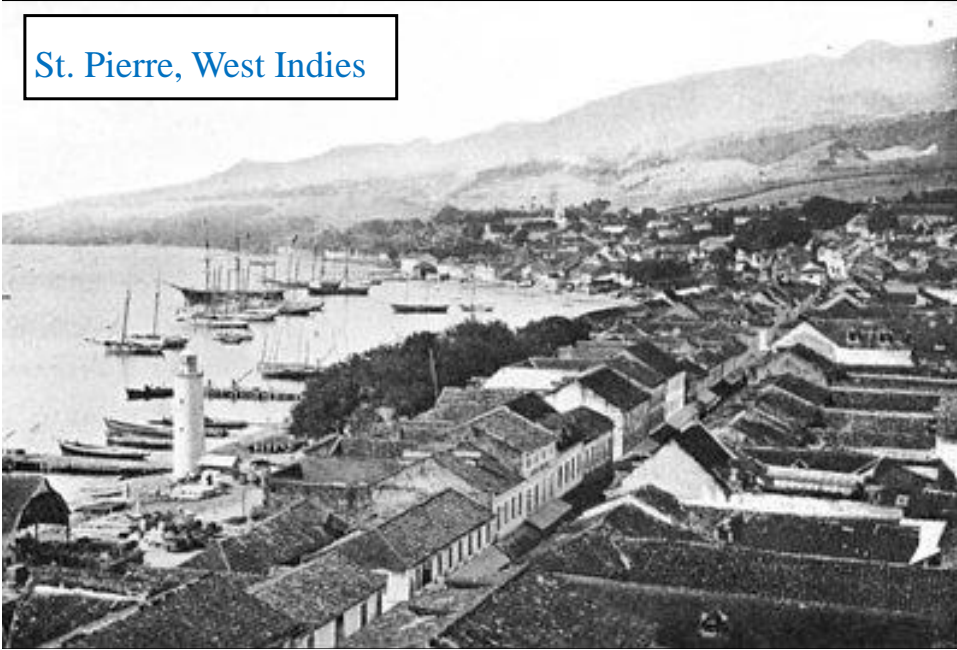


Erupção Vesuviana



Antes da erupção de 1902 do Mt. Pelée

St. Pierre, West Indies



Depois da erupção de 1902



Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.



Erupções Plinianas

- Erupções Sub-Plinianas (plumas com < 30 km de altura – Depósitos mais ricos em cristais) a Ultra-Plinianas (coluna de erupção > 50 km de altura – Depósitos mais ricos em clastos, mas espessos e mais grossos).
- Típicas de magmas andesíticos a riolíticos em zonas de subdução.



Main features of Plinian-type eruptions

Type of eruption	Subplinian	Plinian	ignimbritic
Magnitude (kg)	$\approx 10^{11}$	$10^{11}-10^{13}$	$>10^{13}$
Intensity (kg/s)	$\approx 10^6$	10^6-10^8	$>10^8$
Column height (km)	<20	20–35	>35
Thickness half-distance (b_1 , km)	0.5–4	2–10	>10
Clast half-distance (b_c , km)	1–3	3–8	8–15
Main phases	Unsteady sustained, convective column	Steady sustained convective column	Sustained fountaining
Associated eruptive styles	Surge generation, dome extrusion	Partial or total column collapse	Convective column with increasing flow rate
Dominant fallout deposits	From thinly stratified to massive	Massive to variously graded	Generally reversely graded
Dominant flow deposits	Surges and small sized pumice and scoria flows	Pumice and ash flows	High and low-grade ignimbrites
Fall/flow vol. ratio	>1	>1	$\ll 1$

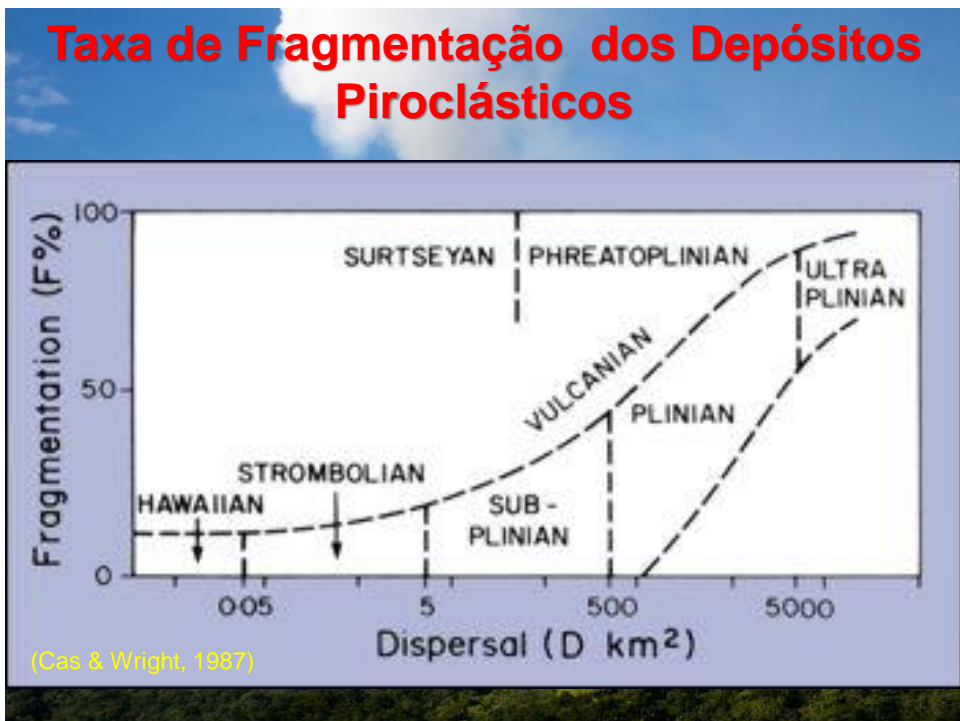
Cioni (2014)

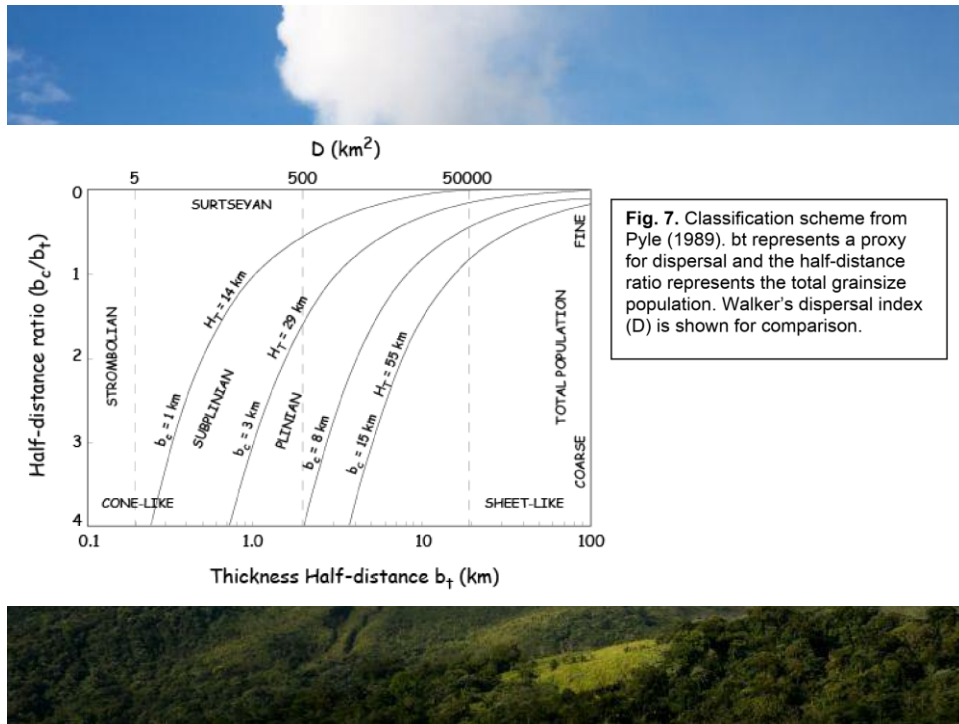


CORDON CAULLE 2011 (CHILE)



Cioni (2014)



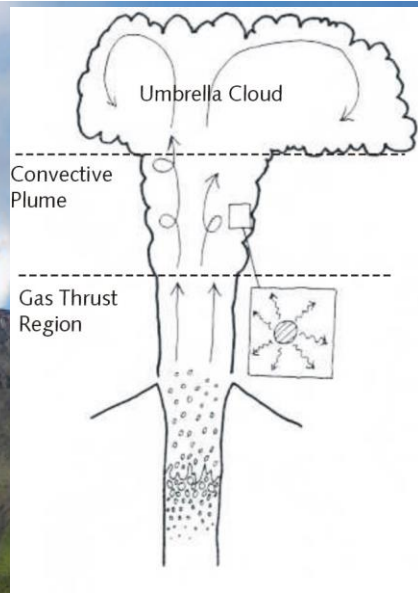


Depósitos Piroclásticos

- Existem muitos termos na literatura para descrever os depósitos piroclásticos.
- Entretanto, usos imprecisos desses termos têm causado muita confusão, pois um mesmo termo pode ter conotação genética, referir-se a um sistema de transporte ou ao tamanho do fragmento.

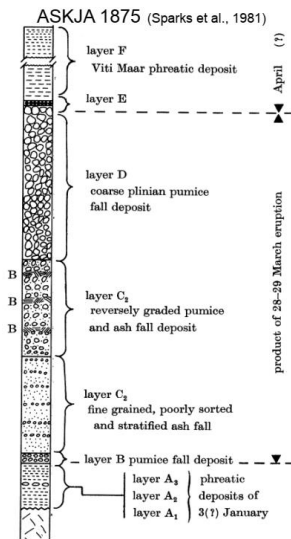


Sakurajima, 1985

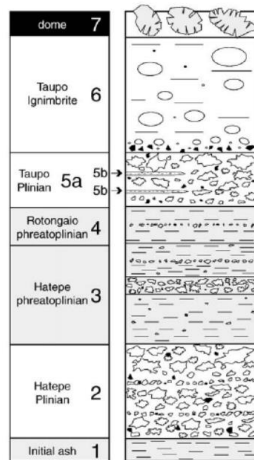


Gotículas de magma aquecem o gás circundante. A mistura de gás e de fragmentos aquecidos torna-se menos denso do que o ar circundante e sobe.

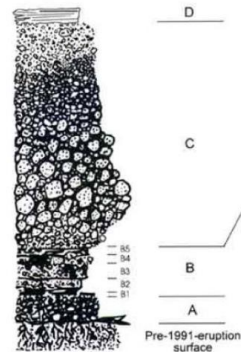
PLINIAN ERUPTIONS: complex sequences



1.8 ka TAUPO (Houghton et al., 2010)



PINATUBO 1991 (Paladio-Melosantos et al. 1995))



Cioni (2014)



Cas & Wright (1987) classificam os depósitos modernos de duas formas:

(1) Classificação genética → é em parte deduzida de sua litologia, mas considera também a geometria e as relações de campo.

(2) Classificação litológica → considera a granulação e sua distribuição geral no depósito, os tipos de fragmentos constituintes grau e tipo de soldagem.

Componentes dos Depósitos Piroclásticos (Wright et al., 1980, Cas & Wright, 1987)

TIPO DE FLUXO OU ONDA	COMPONENTES ESSENCIAIS		OUTROS COMPONENTES
	VESICULAR	NÃO VESICULAR	
fluxo ou queda de púmice	púmice	cristais	líticos acessórios e acidentais
fluxo ou queda de escória	escória	cristais	líticos conatos, acessórios e acidentais
fluxo ou queda de blocos e cinzas	clastos juvenis pouco a moderadamente vesiculados	líticos conatos e cristais	líticos acidentais

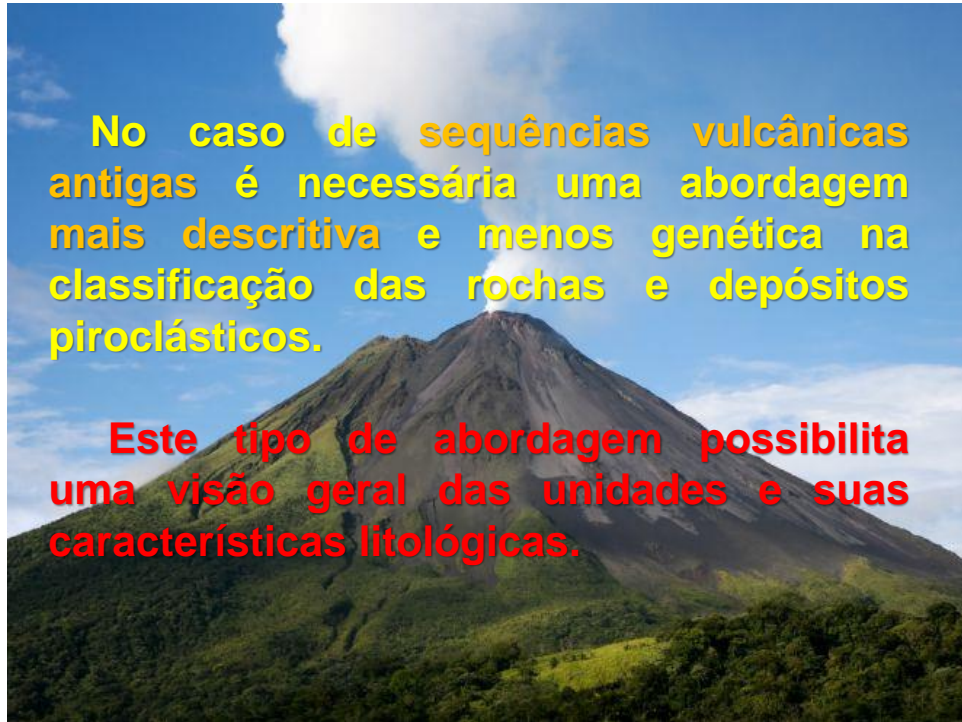
TAMANHO PREDOMINANTE	TIPO	COMPONENTES ESSENCIAIS		OUTROS COMPONENTES
		VESICULAR	NÃO VESICULAR	
> 64mm	aglomerado brecha	púmice ou escória	líticos conatos ou acessórios ou ambos	líticos conatos e acessórios
> 2mm	depósito de lapili	púmice ou escória	líticos conatos ou acessórios ou ambos	cristais
< 2mm	depósito de cinzas	púmice ou escória	cristais e/ou líticos conatos e/ou acessórios	

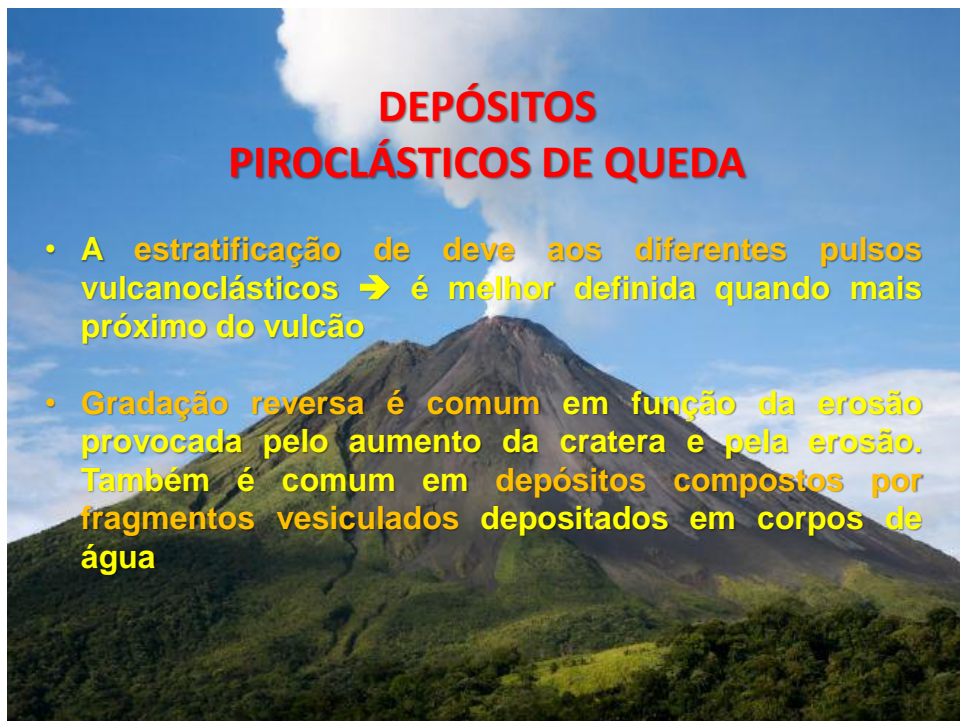
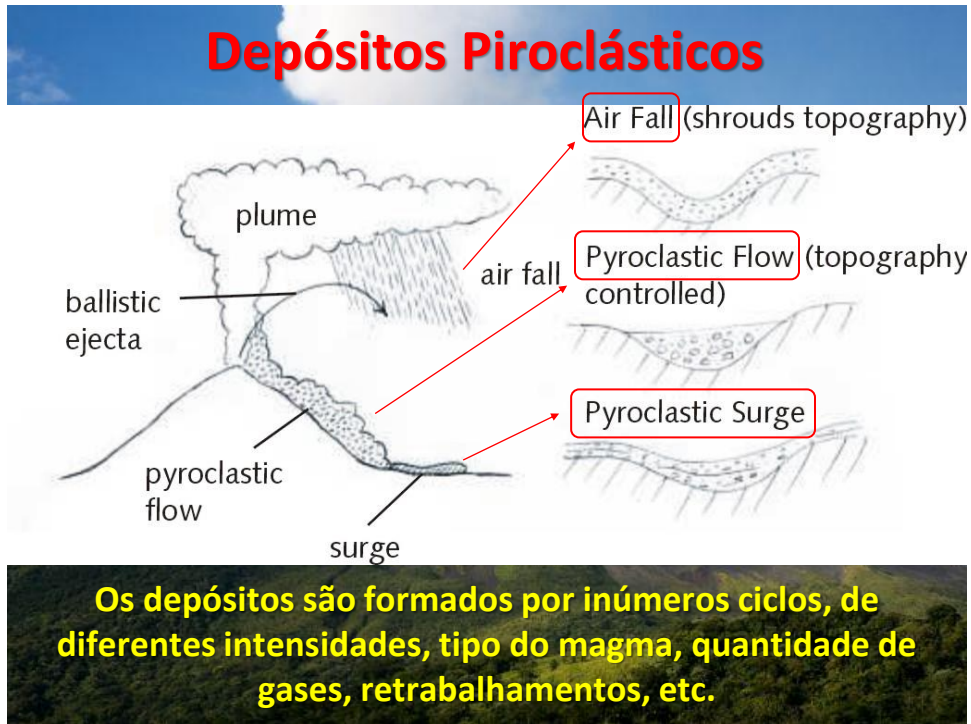
Classificação de Rochas Piroclásticas

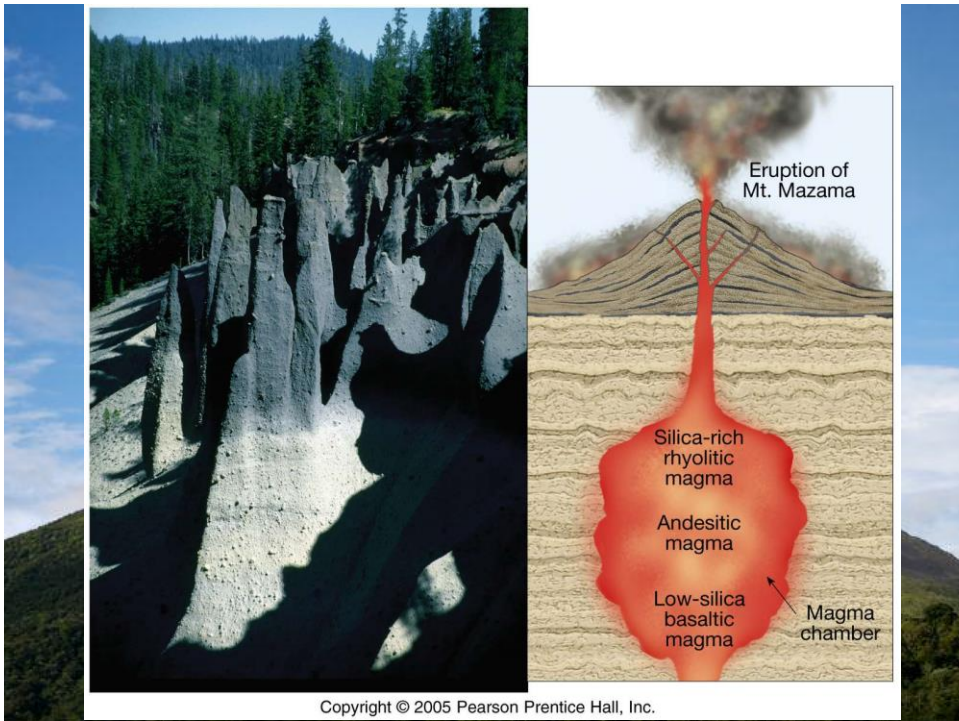
A maioria das classificações de rochas e depósitos piroclásticos utiliza a nomenclatura genética que representa os mecanismos de fragmentação, transporte e deposição.

Essa classificação não pode ser seguramente utilizada para depósitos antigos, devido à falta de exposições contínuas, ausência de contatos, intemperismo, alteração, erosão, metamorfismo, deformação, etc.

A nomenclatura recomendada pelo IUGS (Schmid, 1981), tem como objetivo a classificação de seções vulcânicas modernas. Para Cas & Wright (1987) essa classificação tem aplicação apenas para amostras de mão e em descrições petrográficas, e não acrescenta significativas mudanças na classificação de Fisher (1966).









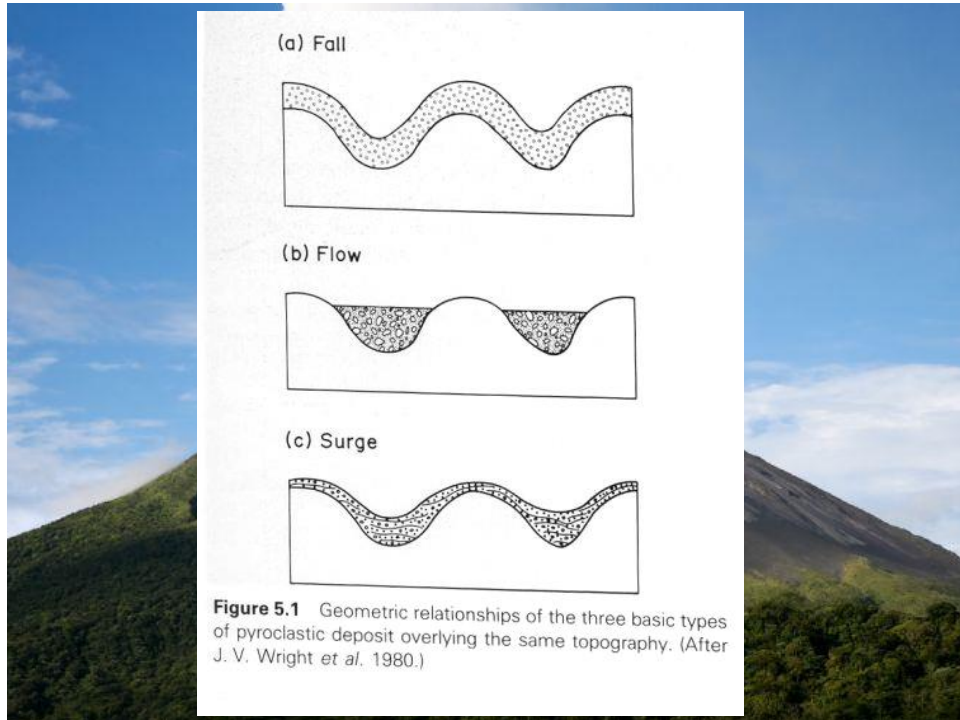
A) DEPÓSITOS DE FLUXO PIROCLÁSTICO (*pyroclastic flow deposits*)

São formados pela descida gravitacional, em grande velocidade e junto à superfície da estrutura vulcânica, de material piroclástico constituído por alta concentração de partículas sólidas dispersas em gás incandescente e, em algumas situações, parcialmente fluidizado.

Estes depósitos têm estrutura maciça e pobre seleção, mas a superposição de vários fluxos pode produzir estratificações.

São formados por corrida de fragmentos de lava gerados pela quebra ou brechação de um domo instável ascendente ou pela corrida de lava devido à inclinação da vertente de um vulcão.

Outros termos utilizados são *lava debris flow*, *hot avalanche deposits* e *nuées ardentes*.



Fluxos piroclásticos são comumente observados durante formação em cones vulcânicos andesíticos ou de magmas ácidos.

Pode se formar também pelo colapso da coluna de erupção quando a sua densidade é maior que a densidade do ar. Caso contrário as cinzas serão fracionadas pelo vento, gerando depósitos de queda piroclástica.

Comumente esses depósitos são compostos por mais de uma unidade de fluxo, geradas por um ou mais eventos eruptivos, cujos registros são singulares.

As observações de eventos vulcânicos modernos permitiram o reconhecimento de três tipos de depósitos de fluxo piroclástico.

A1) DEPÓSITOS DE FLUXO DE BLOCOS E CINZAS

(Block-and ash-flow deposits)

São topograficamente controlados, mal selecionados, com matriz de cinzas e blocos de fragmentos líticos conatos não vesiculados, com dimensões que chegam a ser superiores a 5 m. Depósitos dessa natureza são compostos apenas por um litotipo.

A2) DEPÓSITOS DE FLUXO DE ESCÓRIA

(Scoria-flow deposits)

São controlados pela topografia, mal selecionada, com quantidades variáveis de cinzas de composição basáltica a andesítica, e clastos de *lapilli* vesiculados e podem conter fragmentos líticos conatos não vesiculados.

A3) DEPÓSITOS DE FLUXO DE PÚMICE OU IGNIMBRITO

(pumice flow deposits)

São maciços, tipicamente mal selecionados, contendo variáveis quantidades de cinza, *lapilli*-púmice e de blocos arredondados, além de clastos líticos. Comumente apresentam uma ou mais zonas de material soldado.

B) DEPÓSITOS DE ONDA PIROCLÁSTICA *(pyroclastic surge deposits)*

São caracterizados pela baixa concentração de partículas e pela turbulência. Hibbard (1995) descreve as ondas piroclásticas (*pyroclastic surges*) como um anel inflado formado por partículas dispersas em uma matriz de voláteis quentes que se move em grande velocidade e de forma turbulenta, de baixo para cima, em direção a coluna de erupção, a partir da abertura vulcânica.

A formação desse tipo de depósito ocorre em três situações associadas a erupções freato-magmáticas e a depósitos de fluxo e queda piroclástica, quais sejam:

A photograph of a volcano with a plume of white smoke rising from its peak against a blue sky. The foreground shows green vegetation.

B1) DEPÓSITOS DE ONDA DE BASE *(base-surge deposit)*

São depósitos estratificados, laminados, por vezes maciços, de grande espessura (> 100 m), contendo fragmentos juvenis, clastos líticos, cinzas e cristais.

A photograph of a volcano with a plume of white smoke rising from its peak against a blue sky. The foreground shows green vegetation.

B2) DEPÓSITOS DE ONDA TERRESTRE *(ground-surge deposits)*

São depósitos estratificados de pequena espessura (< 1 m) formados por partículas mais densas que os constituintes do anterior.

B3) DEPÓSITOS DE ONDA DE CINZAS (*ash-cloud surge deposits*)

São depósitos estratificados de pequena espessura (< 1 m) formados por cinzas e que se posiciona no topo e nas laterais de depósitos de fluxo piroclástico.

C) DEPÓSITOS DE QUEDA PIROCLÁSTICA (*pyroclastic fall deposits*)

São formados por materiais ejetados de colunas de erupção formadas por nuvens aquecidas de tephra e gases.

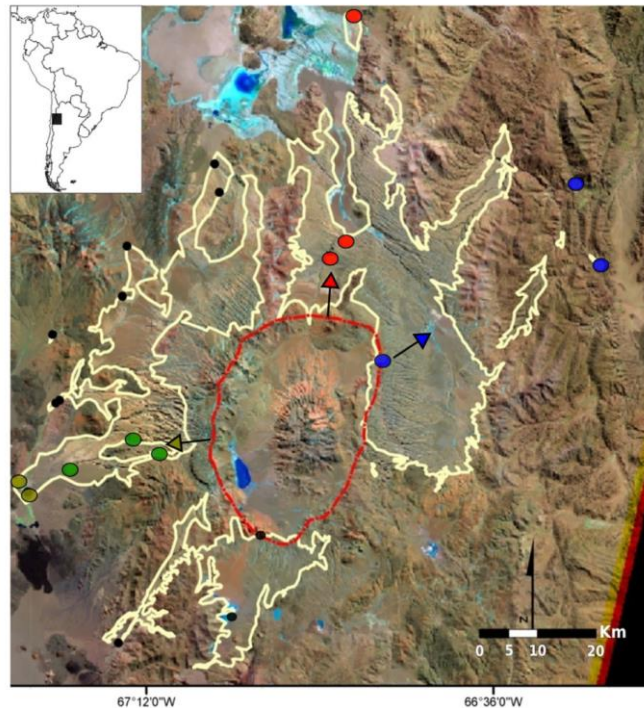
A geometria e o tamanho dos fragmentos refletem a altura da coluna de erupção, além da velocidade e direção dos ventos.

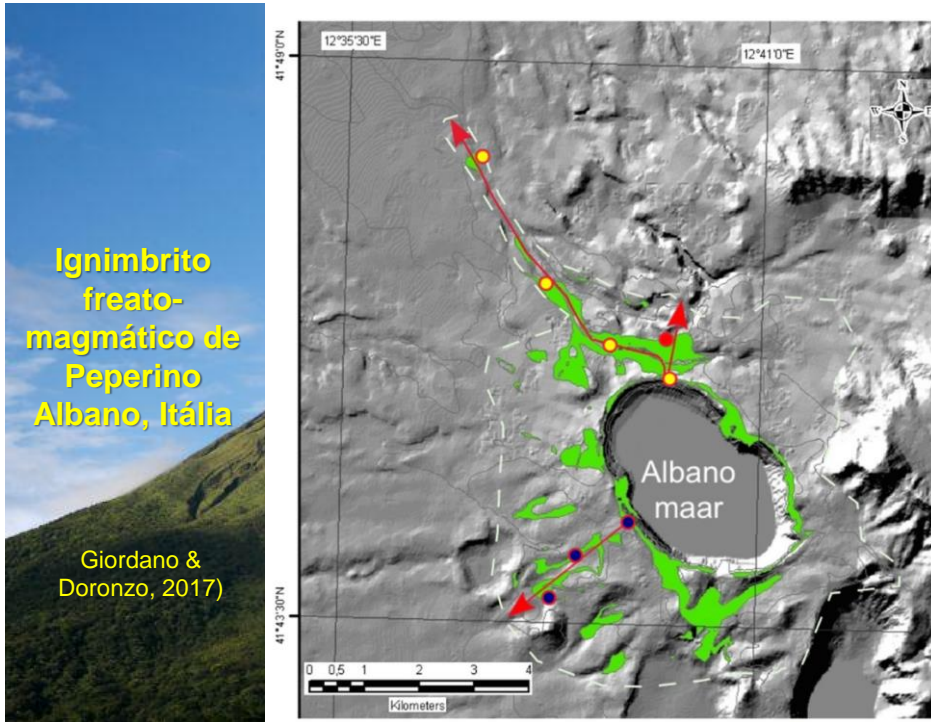
Os grandes fragmentos, chamados de **clastos balísticos** (*ballistic clasts*), não são afetados por ventos e normalmente seguem trajetórias balísticas, concentrando-se próximo a abertura.

FLUXOS PIROCLÁSTICOS



- São fluxos superficiais dirigidos pela gravidade que descem pelas encostas dos vulcões, geralmente em vales.
- São compostos por detritos que viajam numa suspensão de sólidos aquecidos (> 300 até > 800 °C) e gases com alta densidade de partículas.
- A densidade se assemelha à uma mistura de lama com gás.
- Velocidades até superiores a 100 km/h com fluxos com até mais de 100 km do vulcão

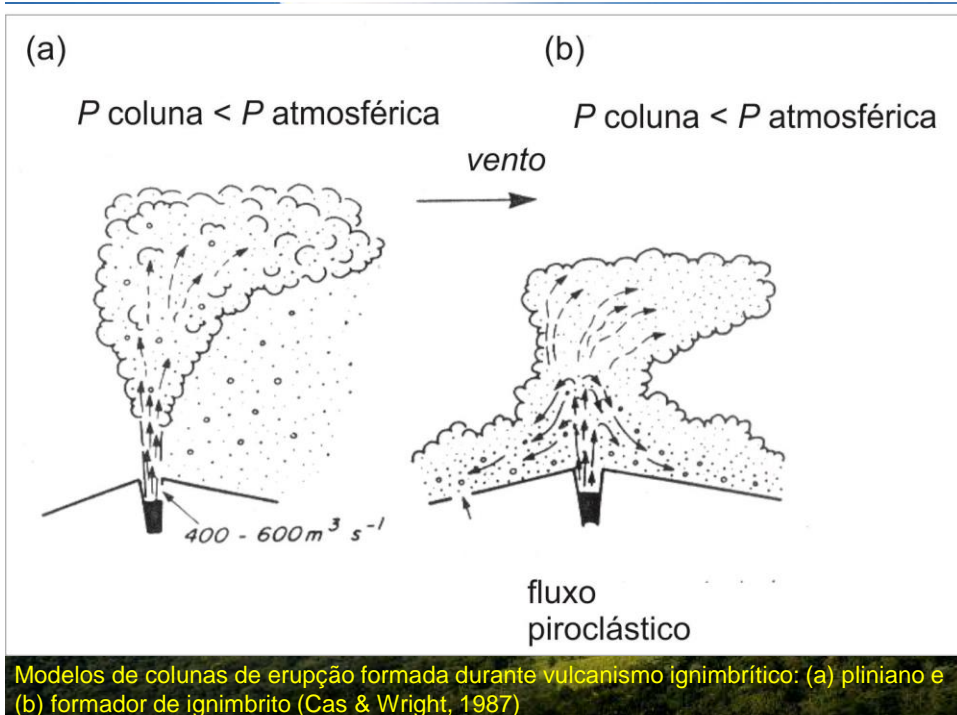
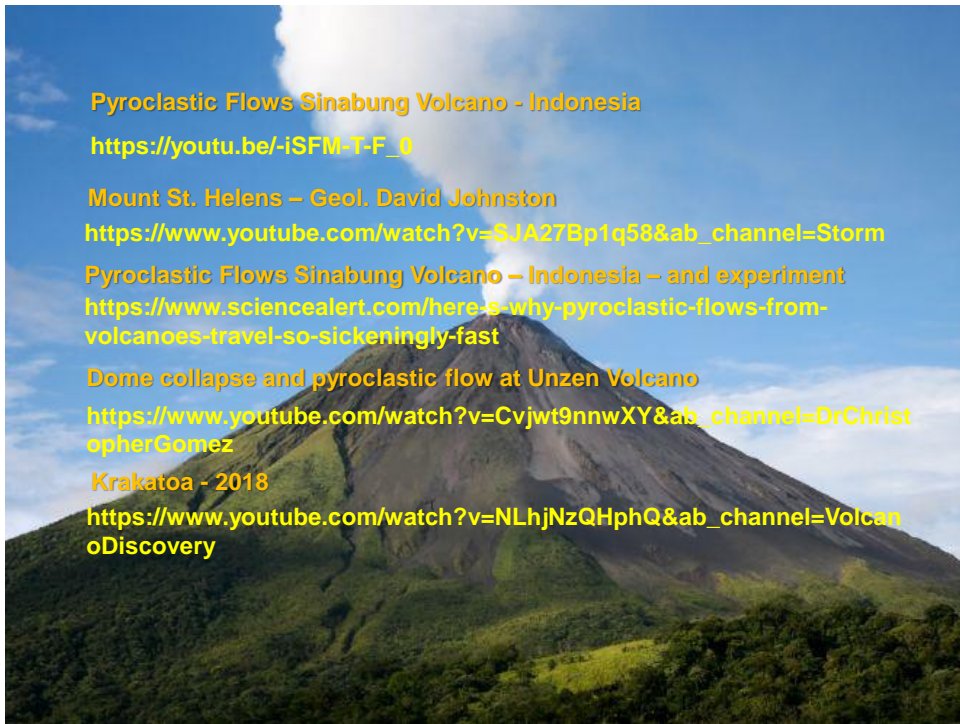


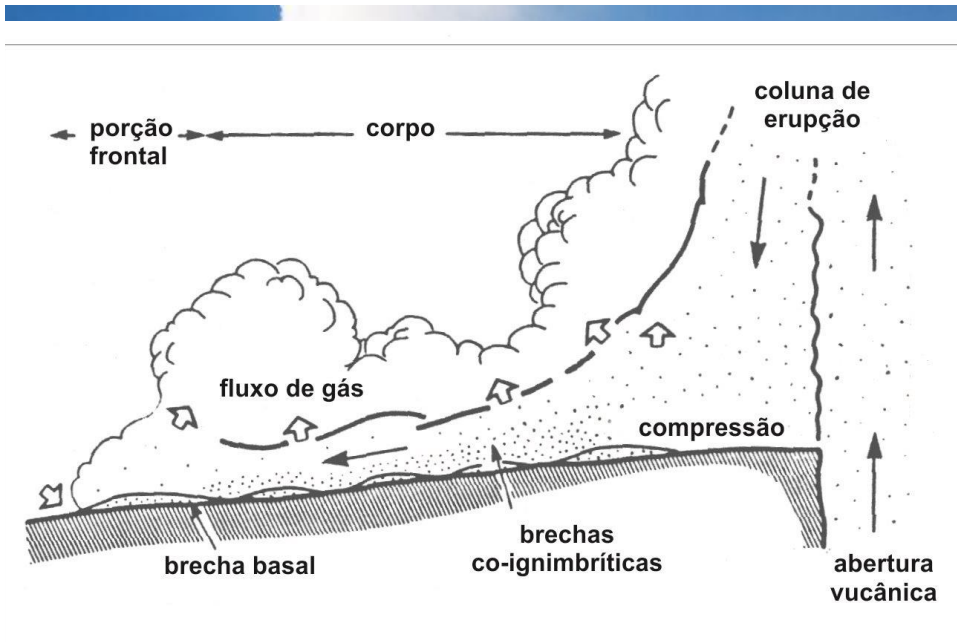




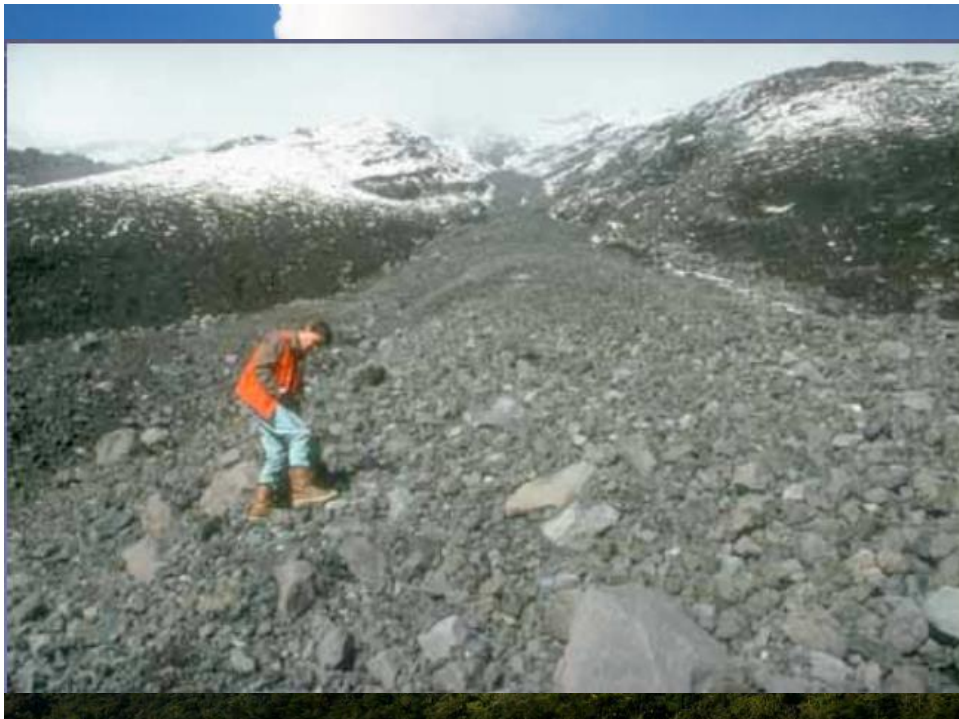
Building remnant in Francisco Leon destroyed by pyroclastic surges and flows during eruption of El Chichon volcano in Mexico 1982. Reinforcement rods in concrete bend in direction of flow.





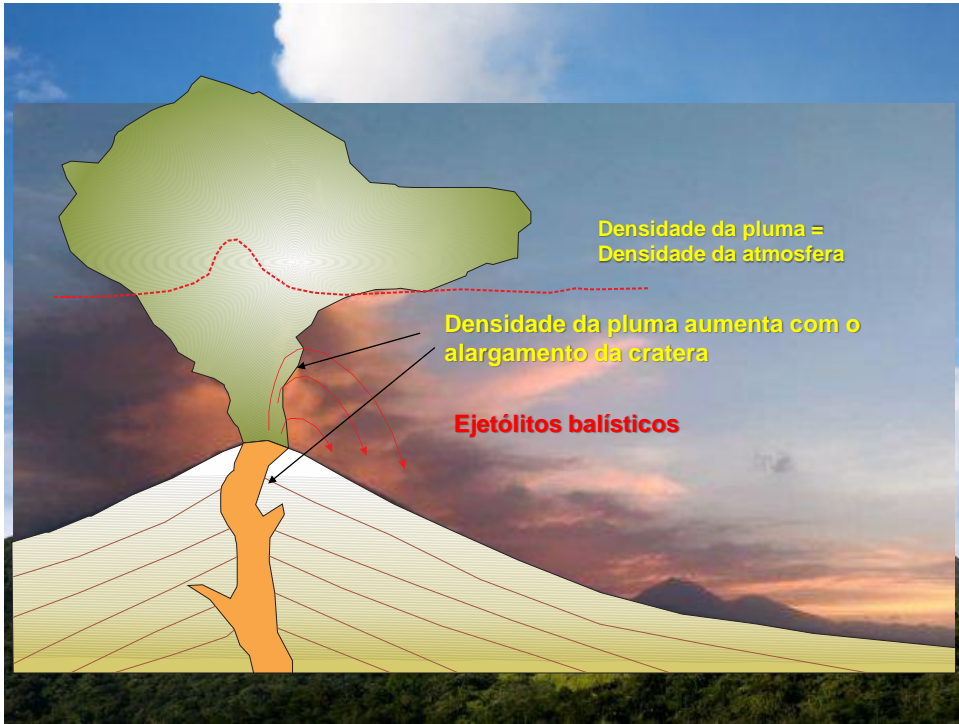


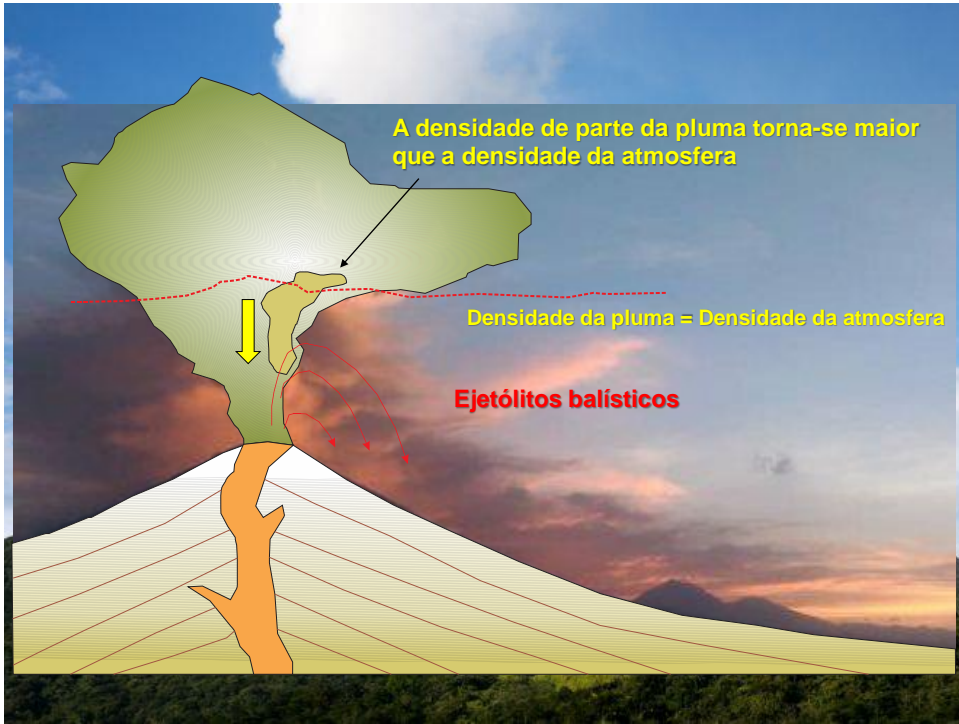
Modelo para a formação de brechas basais e co-ignimbríticas por colapso da coluna de erupção (Druit & Sparks, 1982, em Cas & Wright, 1987).

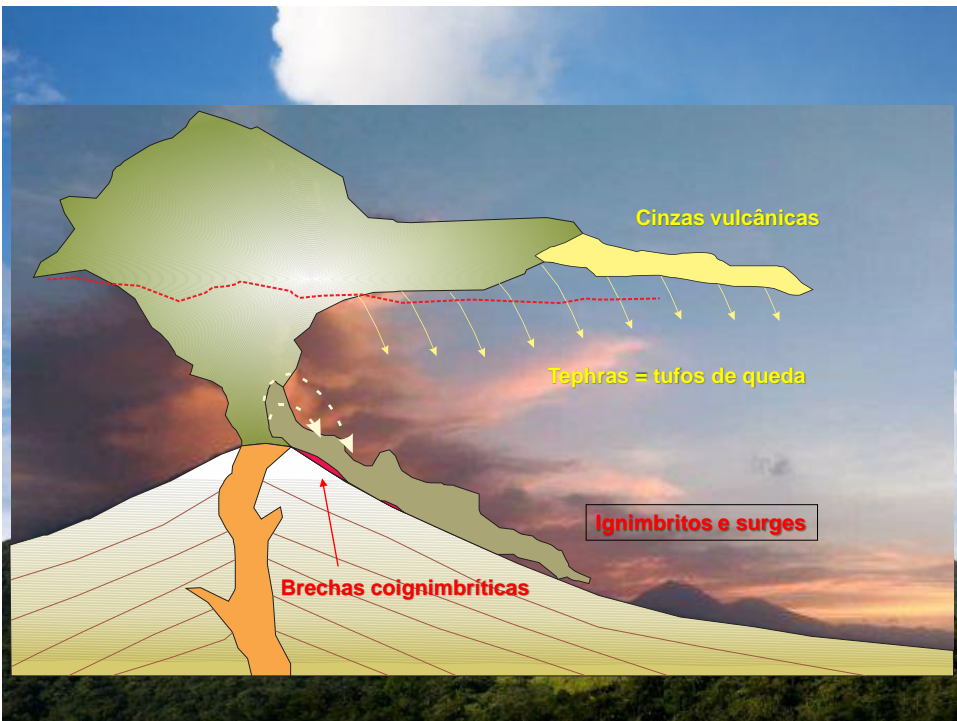


FLUXOS PIROCLÁSTICOS

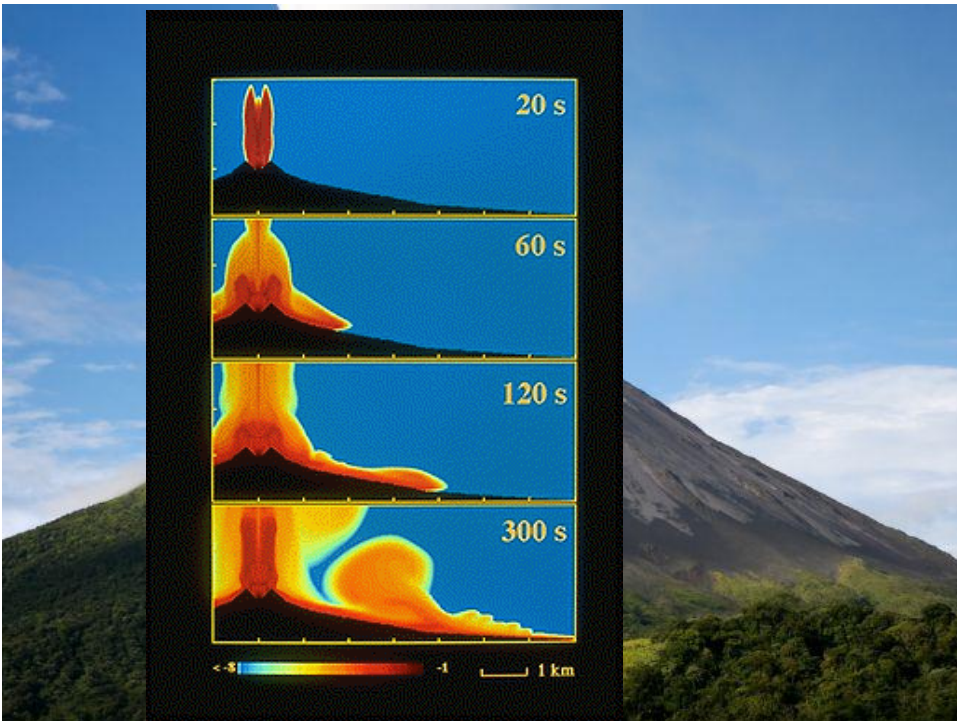










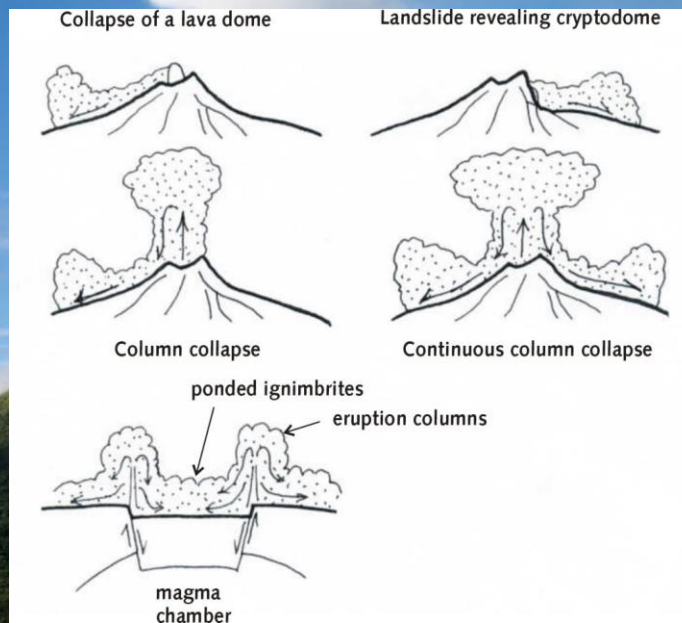


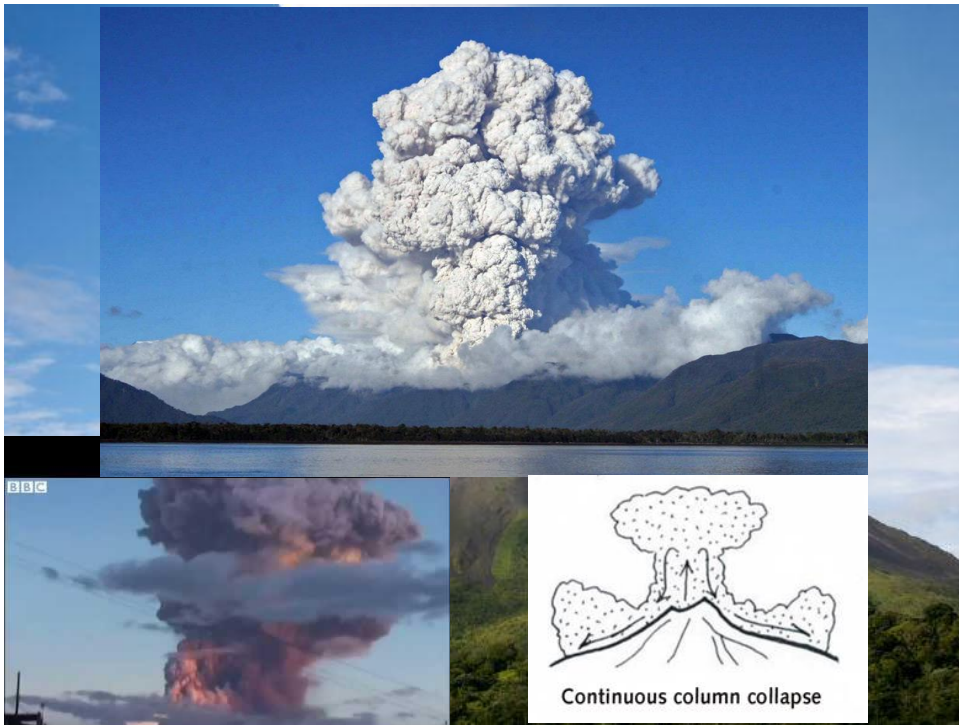
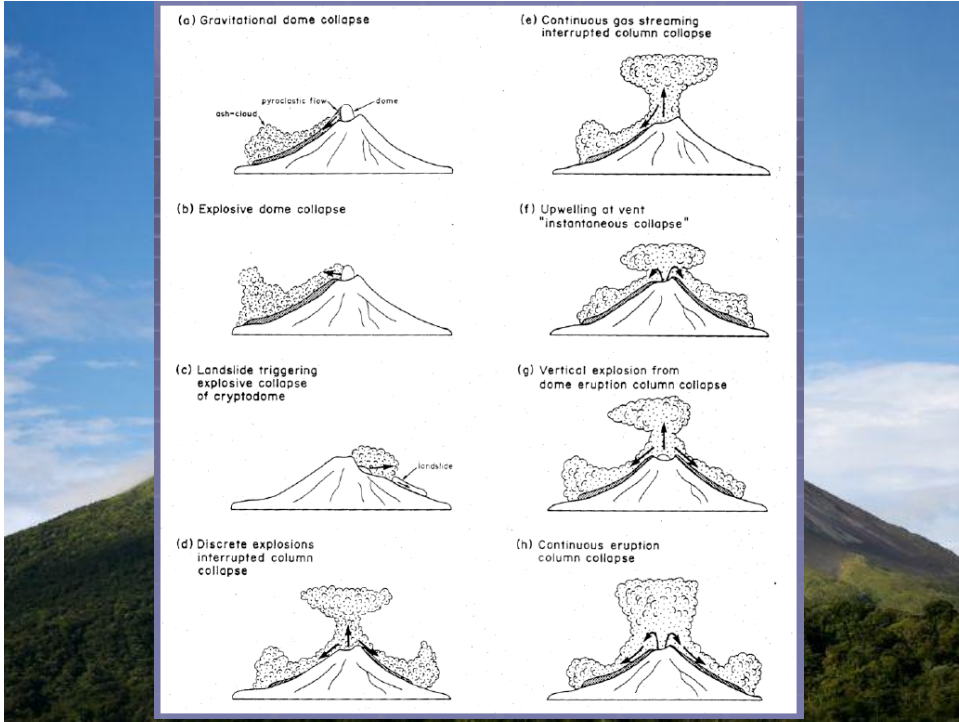
O que provoca dos fluxos piroclásticos?

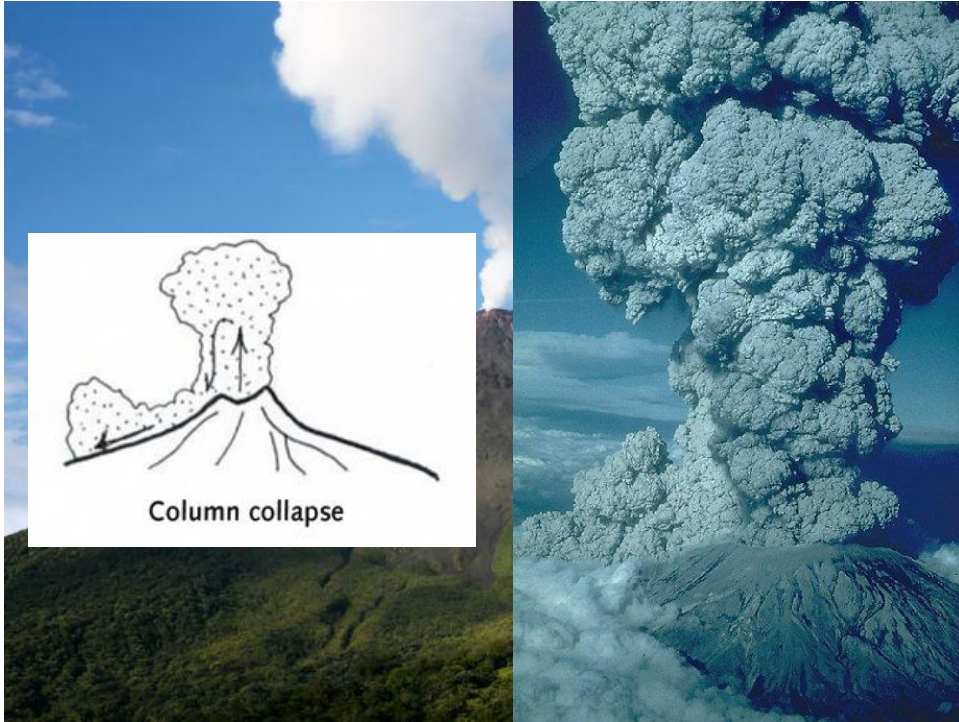
- Colunas de erupção de grande altura
- Efervescência intensa para fora da cratera
- Ruptura de um domo quente



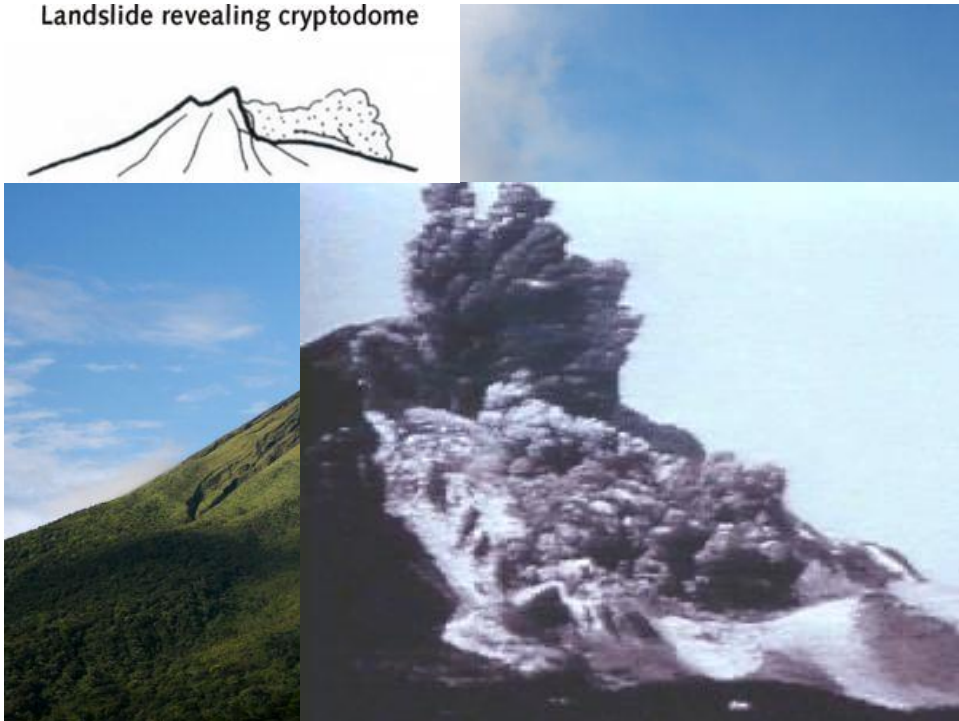
Fluxos Piroclásticos








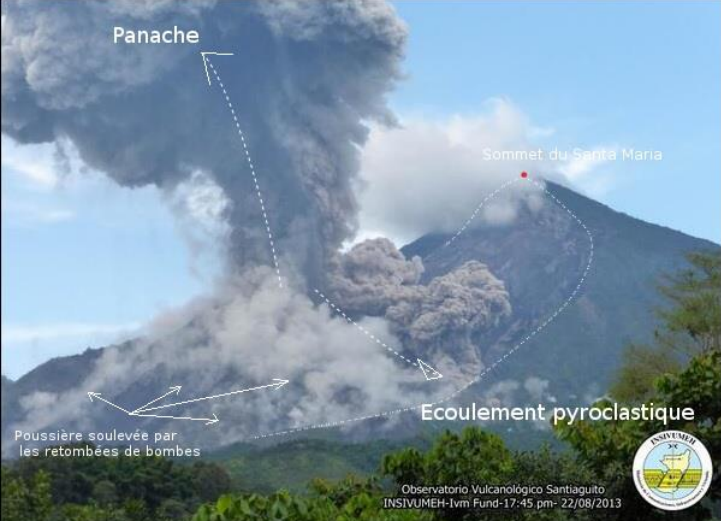
Landslide revealing cryptodome



Collapse of a lava dome



The diagram shows a cross-section of a volcano with a dome on top. A dashed line indicates the dome's position before a collapse, and a solid line shows the remaining structure after the dome has fallen, with a crater formed at the top.




Panache

Sommet du Santa Maria

Ecoulement pyroclastique

Poussière soulevée par les retombées de bombes



Observatorio Vulcanológico Santiaguillo
INSIVUMEH-Ivm Fund-17:45 pm- 22/08/2013



The photograph shows a large caldera with a town and a pier in the foreground. The surrounding slopes are covered in extensive, light-colored ignimbrite deposits.

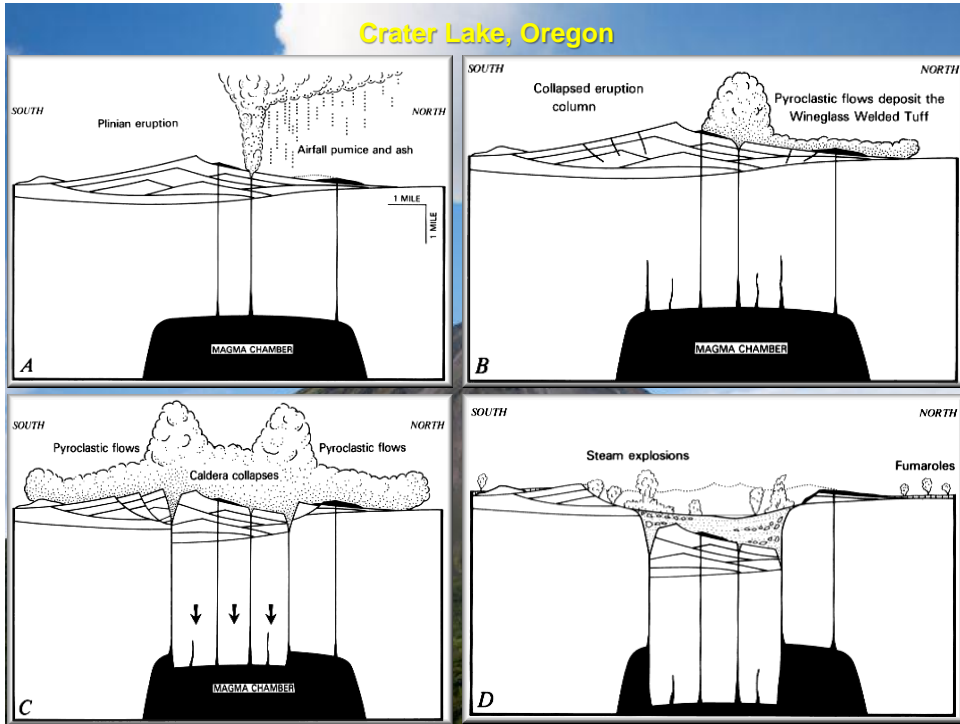


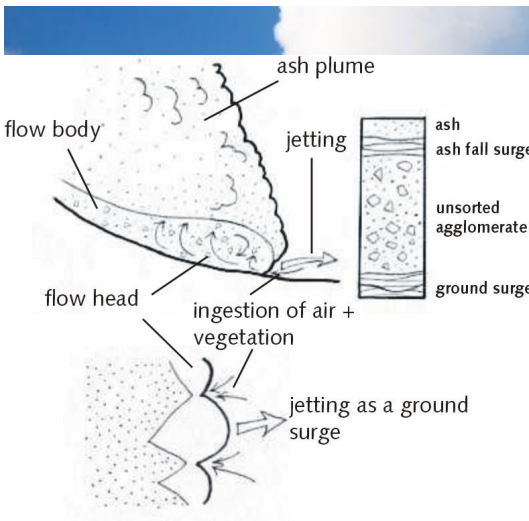
ponded ignimbrites

eruption columns

magma chamber

Caldera produced ignimbrites are extensive (e.g. Santorini 1470 BC, Taupo 186 AD)



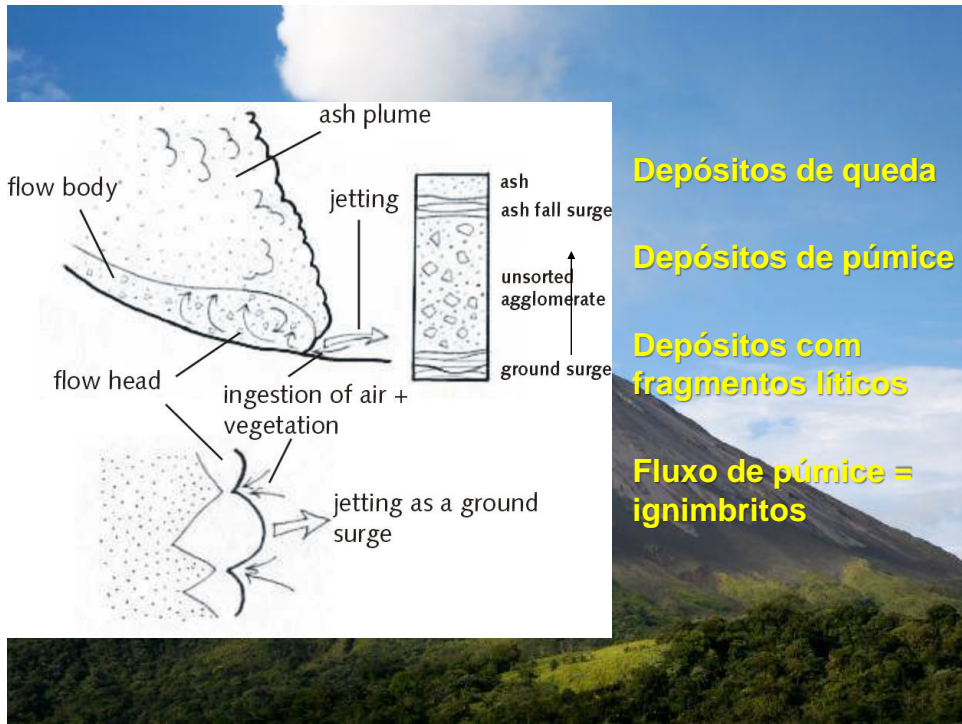


• A deposição se dá em temperaturas altas resultado em **tufos soldados** (*welded tuffs*)

• Se depositam em baixo topográficos



USGS Photo by PAUL LAMON, August 7, 1980

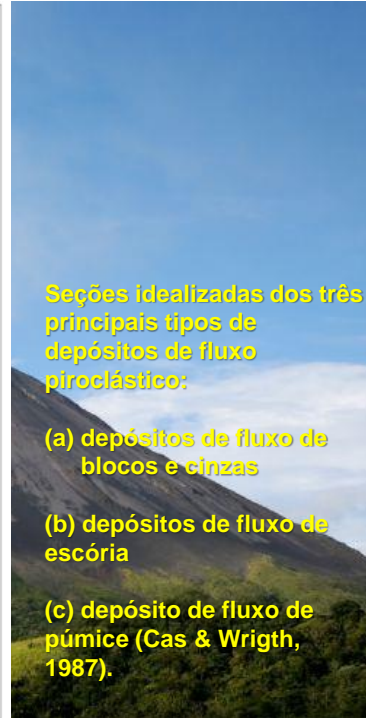
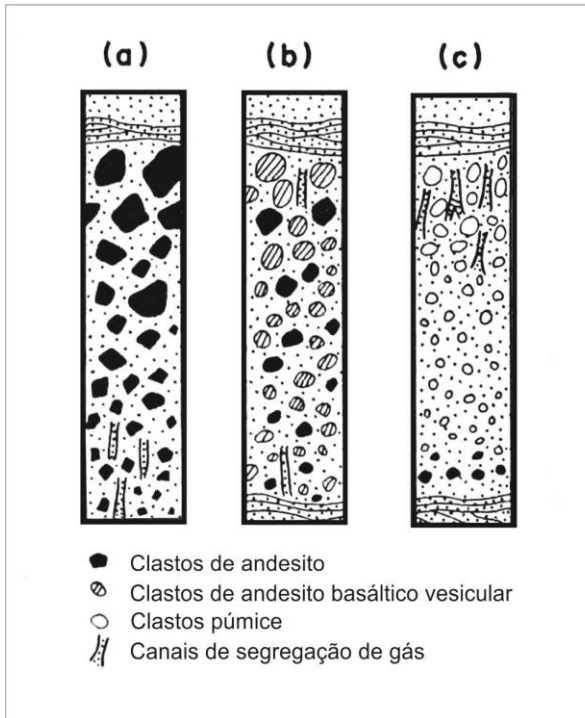


Fluxos de Púmice (Pumice Flows) → Depósitos de fluxos com materiais fortemente vesiculados (púmice) de baixa densidade.

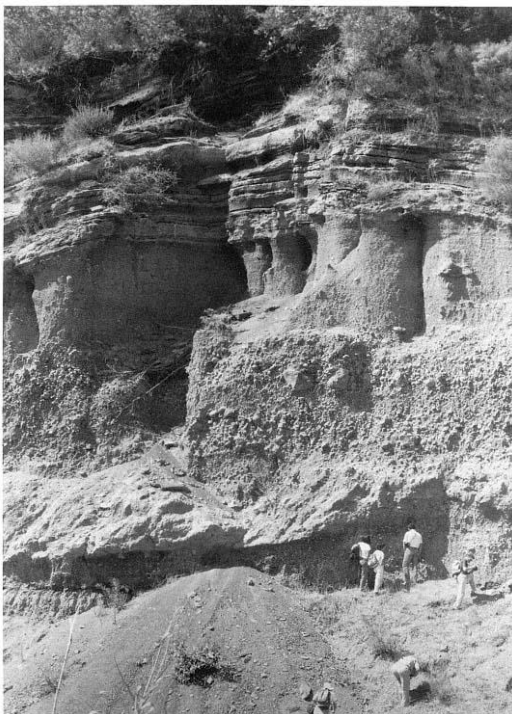
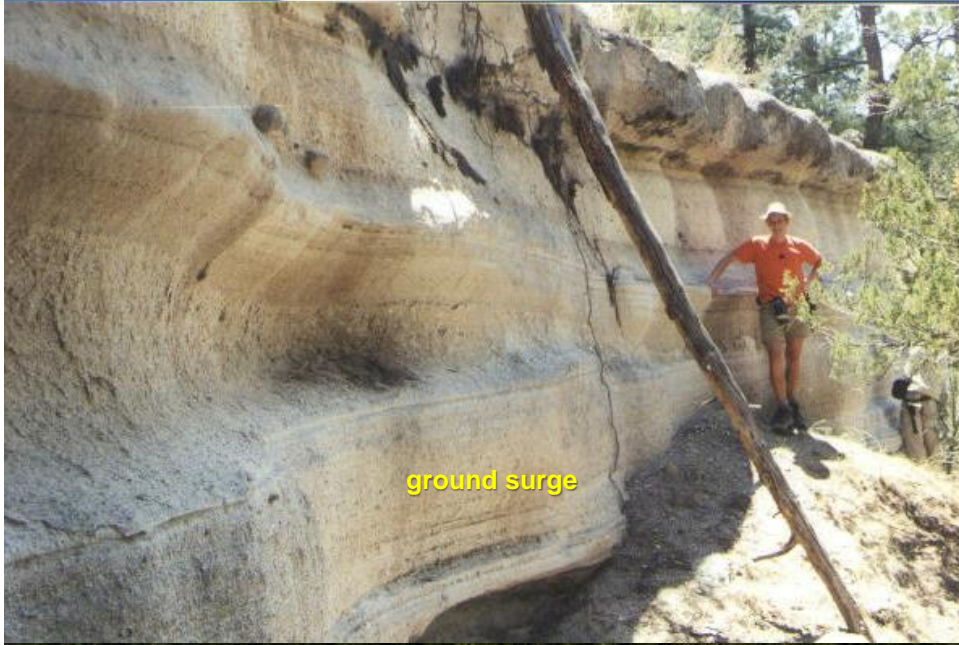
Ignimbritos (Ignimbrites) → Fluxos de materiais soldados. Ambos depósitos ocorrem associados.

Nuvens Ardentes ou Fluxos de Blocos e de Cinzas (Nuees Ardentes ou Block and Ash Flows) → Fluxo denso de materiais não vesiculados e de clastos de lavas (vulcânicas).

Surges Piroclásticos (Pyroclastic surge) → Fluxos de baixa densidade composto predominantemente por fragmentos piroclásticos finos e cinzas.

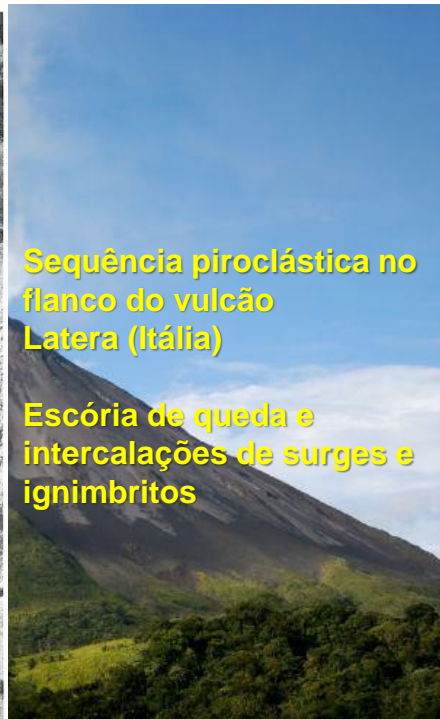


Fluxos Piroclásticos



Sequência piroclástica no flanco do vulcão LATERA (Itália)

Escória de queda e intercalações de surges e ignimbritos

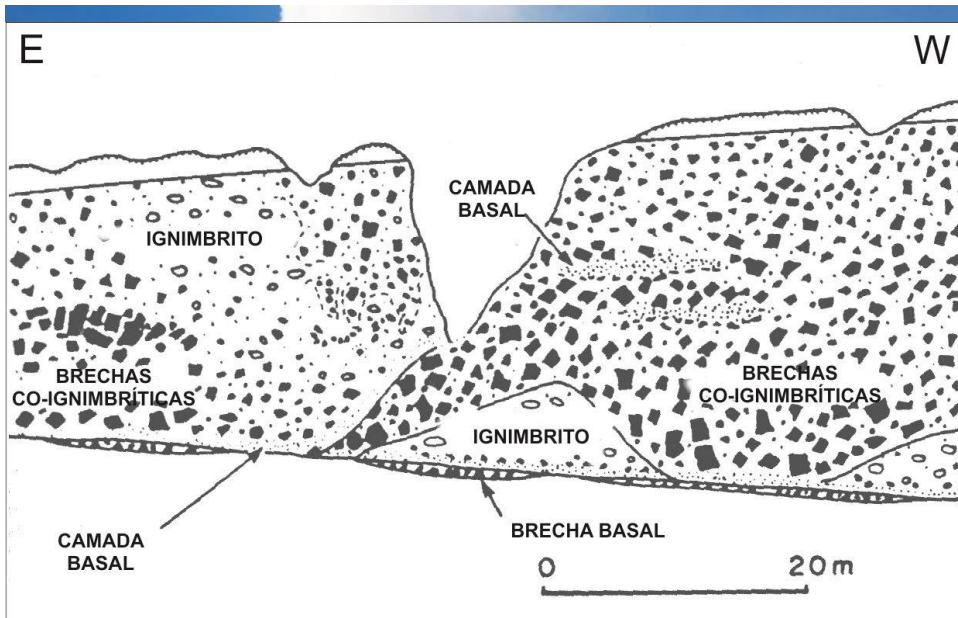


Tufos Soldados (Welded Tuffs ou Welded Pyroclastic Flows)



Brechas Basais e Co-ignimbríticas (Santorini)





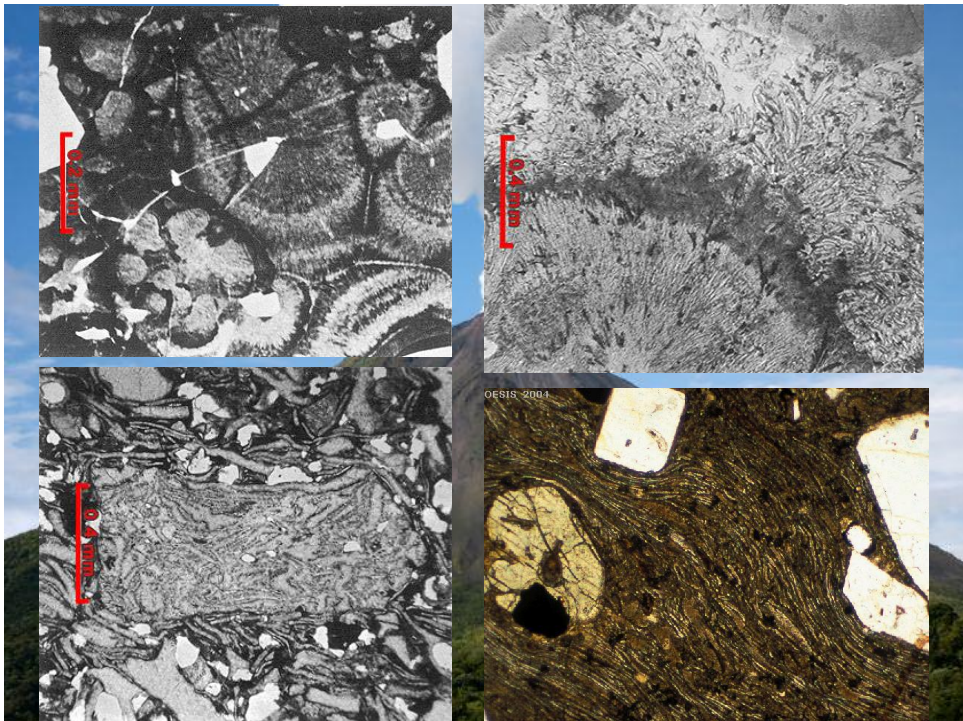
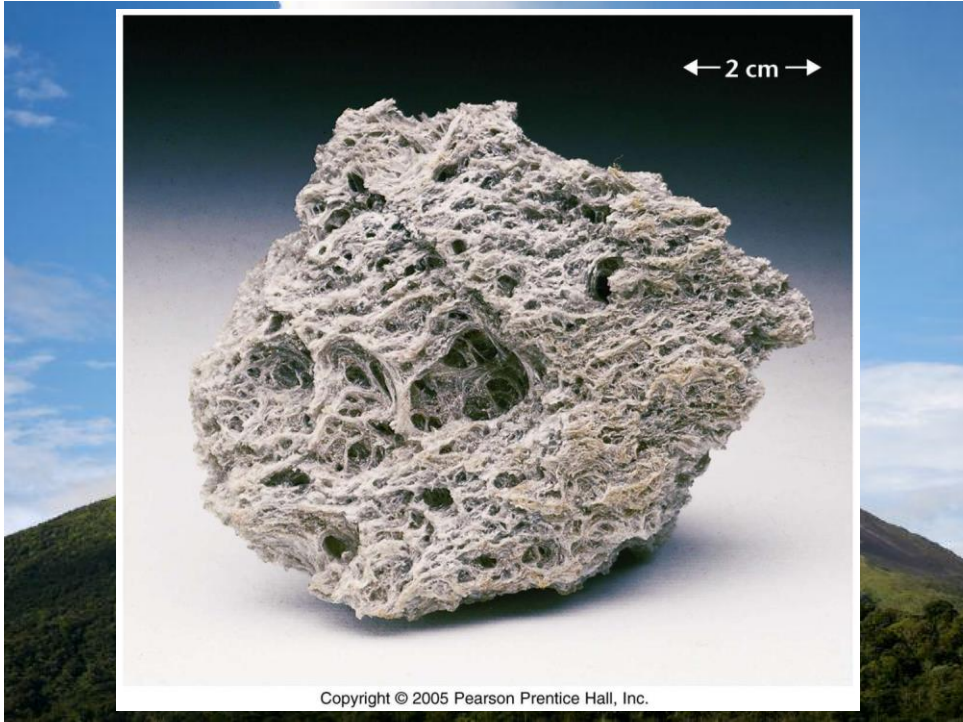
Esquema de uma exposição em Santorini (Grécia) mostrando o quanto pode ser complexa a relação entre brechas e ignimbritos (Druitt & Sparks, 1982, em Cas & Wright, 1987).

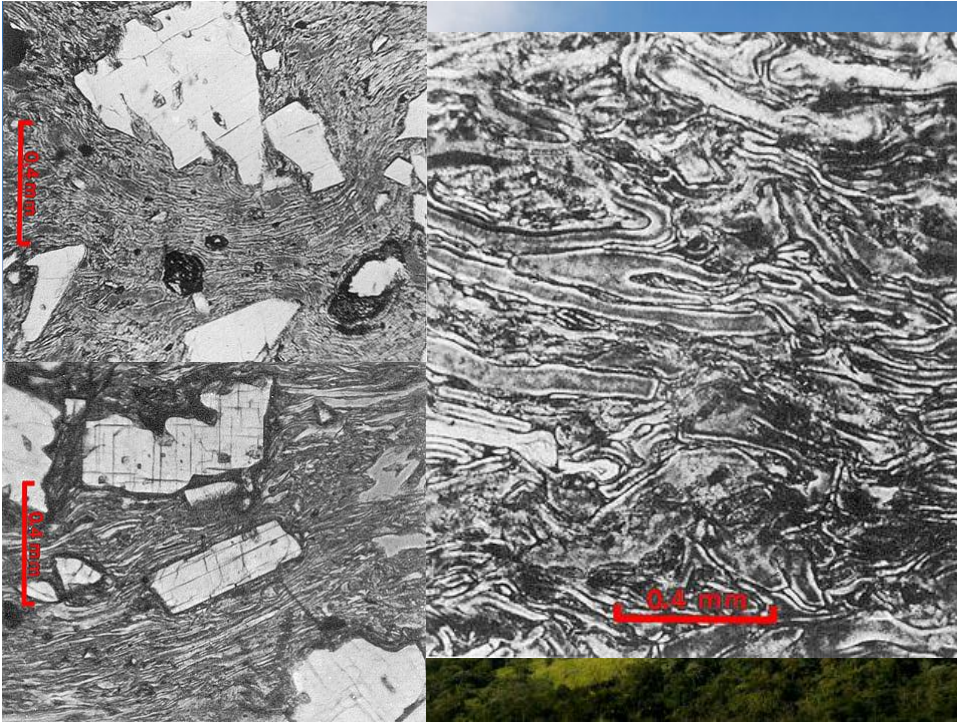


Madeira carbonizada



Pipes de fluidização



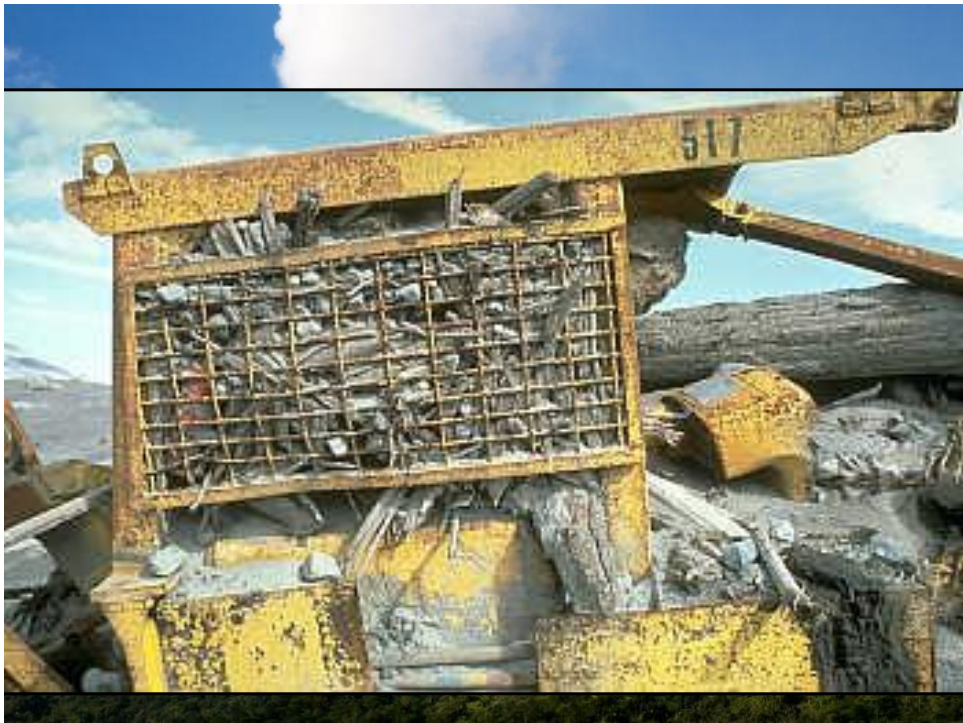


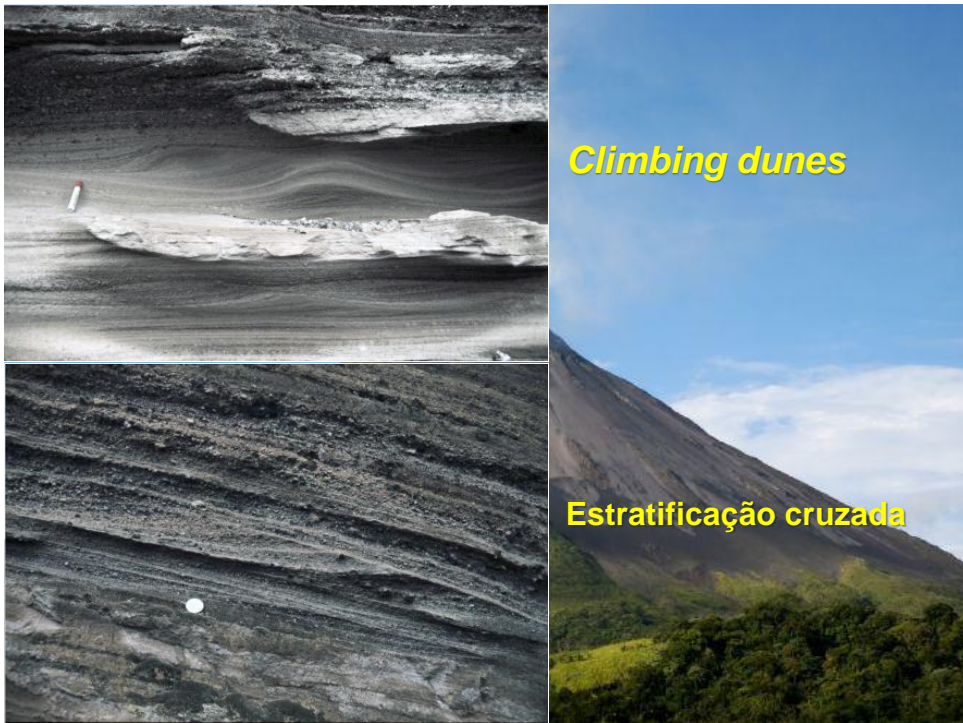
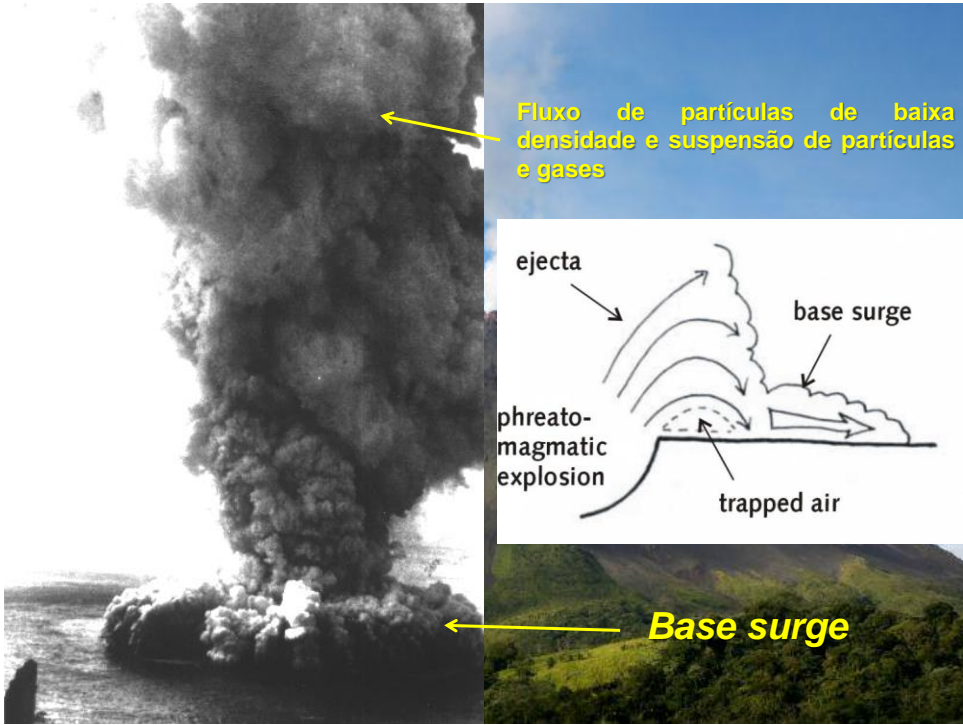
Surges Piroclásticos

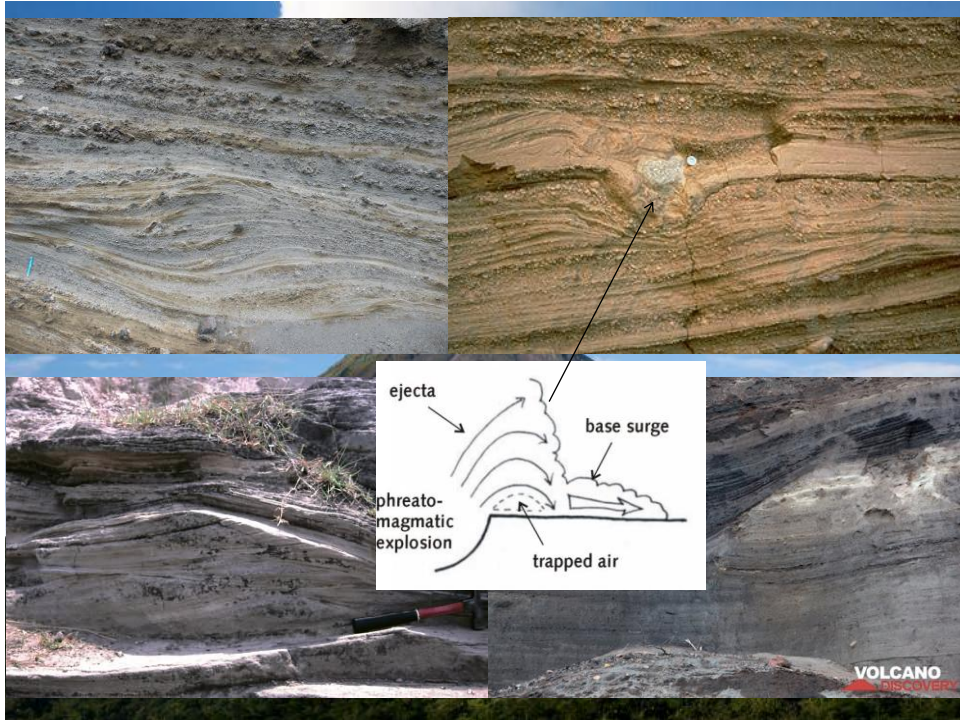
Fluxos de fragmentos de rochas vulcânicas e gases aquecidos

- Menos densos que o ar
- Não se confinam nos vales









Estes depósitos são normalmente acamadados, em leitos de espessura uniformes que acompanham a topografia.

Diferentemente dos demais depósitos piroclásticos, geralmente mal selecionados, os de queda são relativamente bem selecionados devido ao fracionamento eólico durante o transporte.

Podem apresentar estratificação ou laminação devido a variações ou pulsos durante a erupção mas sem apresentar truncamentos.

São divididos, com base na altura da coluna de erupção, dispersão e fragmentação das partículas em:

DEPÓSITOS PIROCLÁSTICOS DE QUEDA

- A estratificação de deve aos diferentes pulsos vulcanoclásticos → é melhor definida quando mais próximo do vulcão
- Gradação reversa é comum em função da erosão provocada pelo aumento da cratera e pela erosão. Também é comum em depósitos compostos por fragmentos vesiculados depositados em corpos de água

LITOLOGIA DOS DEPÓSITOS DE QUEDA PIROCLÁSTICA

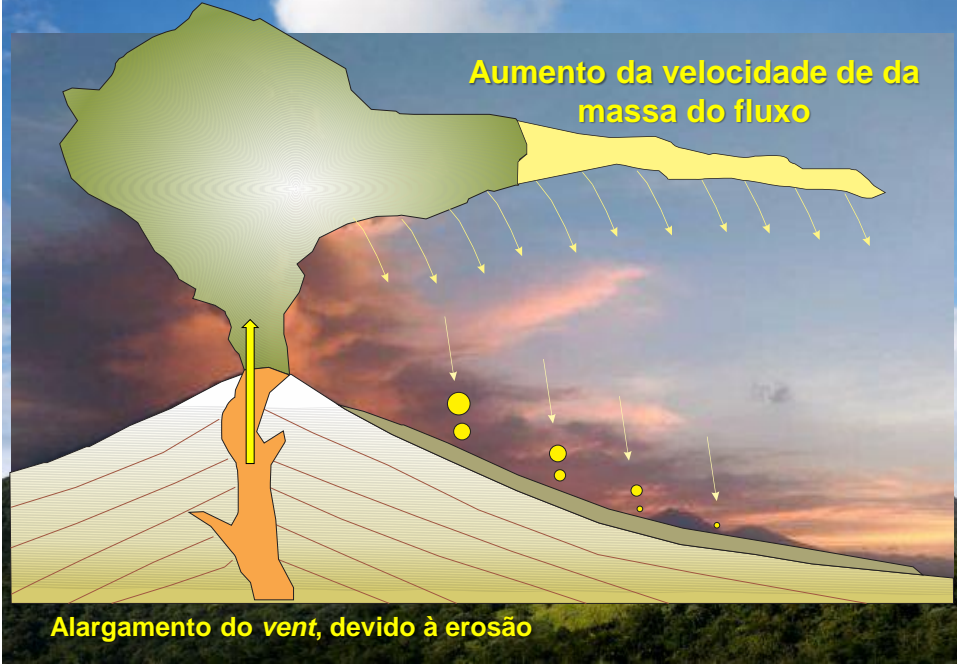
- **Depósitos de queda de escória** (*scoria fall deposit*) → predominam em magmas basálticos e andesíticos vesiculados e são característicos de atividades explosivas do tipo havaiano e stromboliano.

- **Depósitos de queda de púmice** (*pumice fall deposits*) → formados por magmas viscosos vesiculares (andesito a riolito, fonólito a traquito). Se associam a atividades plinianas a ultraplinianas e predominam fragmentos líticos e de púmice > 64 mm, sendo classificados em sua maioria como depósitos de fluxo ou de queda piroclástica de *lapilli-púmice* (*pumice lapilli deposits*).

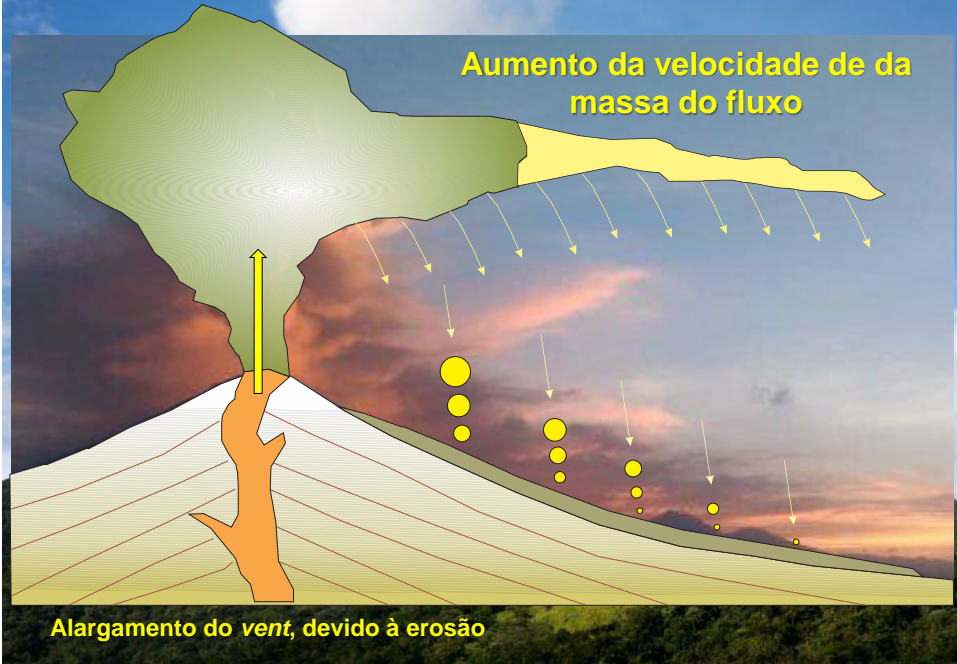
Depósitos de queda de cinzas (*ash fall deposits*) → são formados por um amplo espectro de processos piroclásticos e são normalmente aos de escória e de púmice. Suas características dependem do processo de fracionamento eólico.



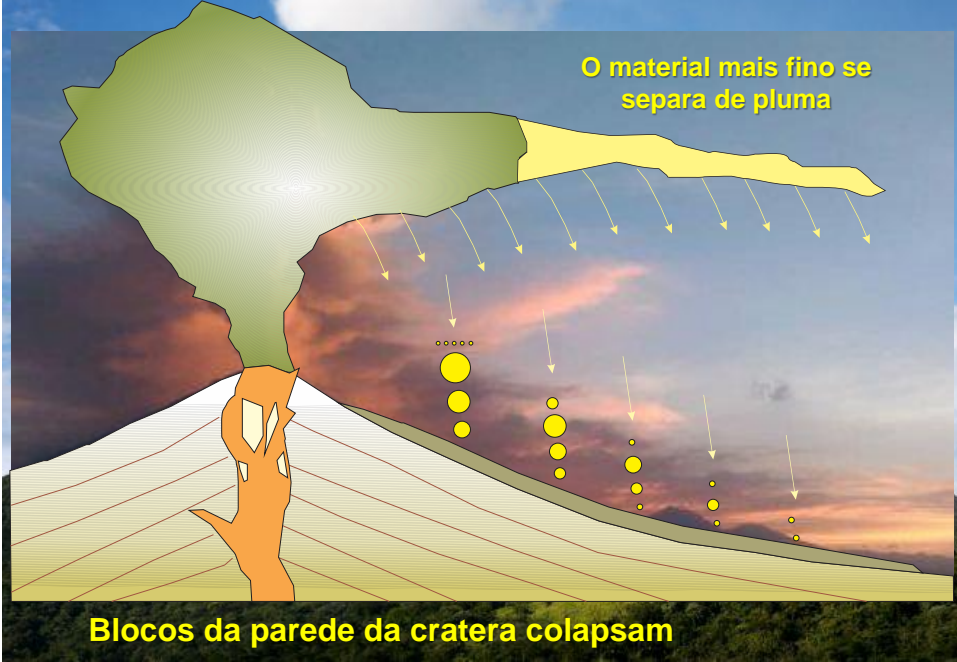
Depósitos Piroclásticos de Queda (Tephra)



Depósitos Piroclásticos de Queda (Tephra)



Depósitos Piroclásticos de Queda (Tephra)



Depósitos Piroclásticos de Queda (Tephra)









Tipo da cinza vulcânica	Densidade das partículas
Fragmentos de Púmice	700 - 1.200 kg/m ³
<i>Glass shards</i>	2.350 – 2.450 kg/m ³
Cristais e minerais	2.700 – 3.300 kg/m ³
Fragmentos líticos	2.600 – 3.200 kg/m ³

Depósitos Piroclásticos de Queda (Tephra) (Air Fall Deposits)

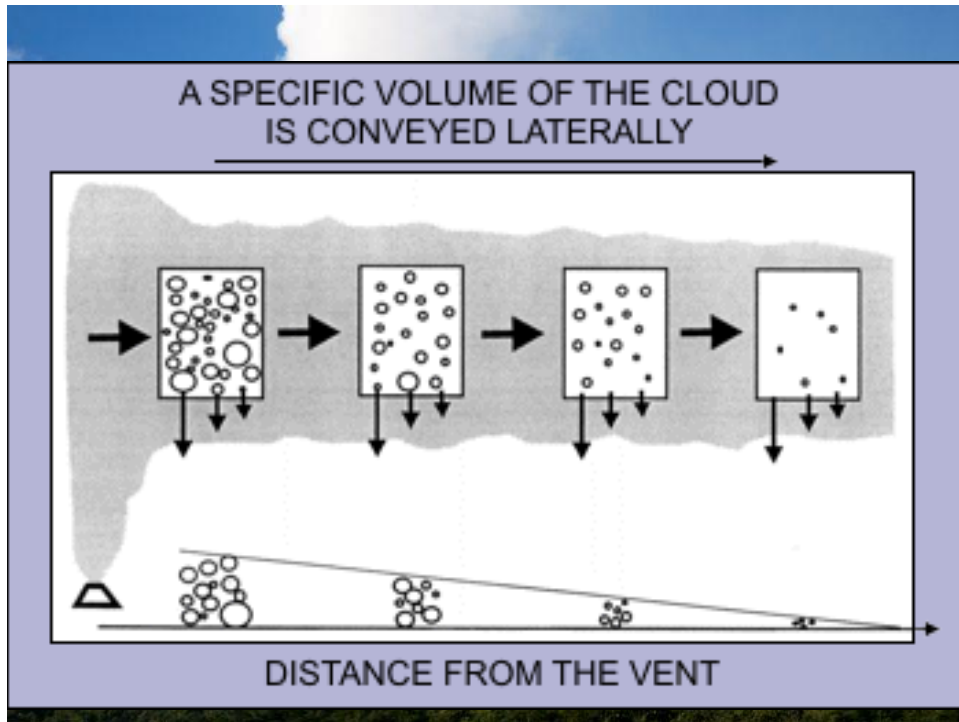
Queda de fragmentos

Fragmentos com queda balística

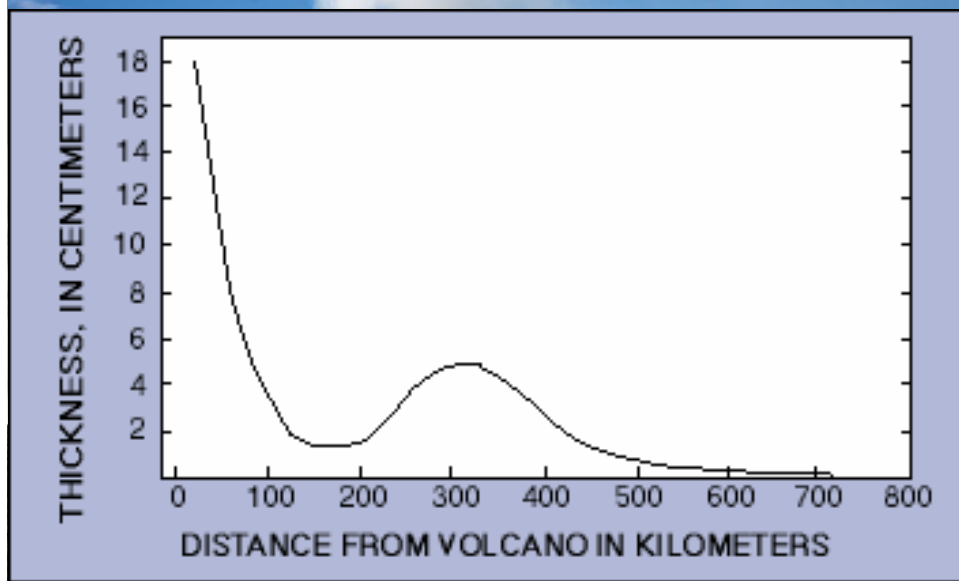
ash
rained-out ash

coarse agglomerates ash, lapilli, pumice + bombs fine ash

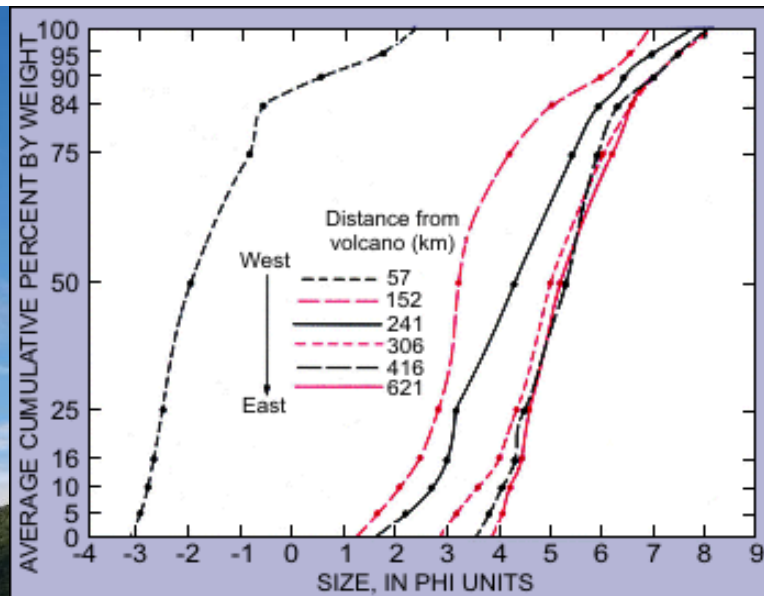
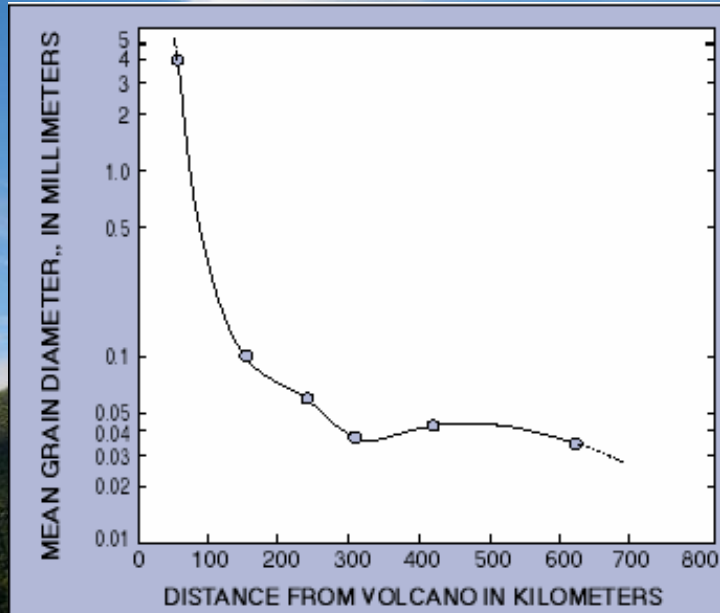
São pobremente selecionados, a não ser os depósitos distais



Monte Santa Helena, 18/05/1980



Monte Santa Helena, 18/05/1980



Média acumulativa em % em peso de depósitos de cinzas de diferentes granulações em phi (redução da granulação pelo fator de $\frac{1}{2}$ unidade) em relação à distância do Monte Santa Helena. As diferentes linhas correspondem às faixas de granulação em diferentes locais.

