

MAGMA EM ERUPÇÃO

Autor: Iran Carlos Stalliviere Corrêa

Maio/2010

O poder destrutivo dos vulcões varia bastante: alguns explodem de maneira violenta, destruindo tudo em um raio de 1,5 km em questão de minutos: outros derramam lava tão devagar que se pode caminhar perto deles sem o menor problema. A severidade da erupção depende principalmente da composição do magma.



Gases expelidos pelo vulcão Kilauea, no Havaí

POR QUE O MAGMA ENTRA EM ERUPÇÃO?

A força de erupção vem geralmente da pressão dos gases internos. O material que origina o magma possui muitos **gases liquefeitos** que ficaram suspensos na solução magmática. Os gases são mantidos no estado liquefeito até que a **pressão confinada** das rochas seja maior que a **pressão do vapor** exercida pelo gás. Quando isso se altera e a pressão do vapor fica maior que a pressão exercida pelas rochas, os gases liquefeitos se expandem formando pequenas bolhas de gás, chamadas **vesículas**, no magma. Isso acontece se ocorrer uma das situações abaixo:

- a pressão interna exercida pelas rochas diminui devido à descompressão do magma que emerge de um ponto de alta pressão para outro de baixa pressão;

- a pressão do vapor aumenta devido ao resfriamento do magma, dando início ao processo de cristalização, o que faz aumentar o conteúdo de gás no magma.

Geralmente, as maiores **erupções explosivas** resultam do magma que possui **níveis elevados de gás** e **alta viscosidade**, enquanto a maioria das **erupções menos intensas** resulta de magmas com **baixo nível de gás** e **baixa viscosidade**. Contudo, as erupções vulcânicas nem sempre se enquadram facilmente em uma categoria. A maioria delas ocorre em diversos estágios, variando o grau de destruição.

Se a viscosidade e a pressão gasosa são muito baixas, a lava se espalhará devagar pela superfície terrestre, quando o vulcão entrar em erupção, com uma explosão mínima. Apesar de essas lavas **efusivas** causarem danos consideráveis às estruturas da vida selvagem e àquelas criadas pelo homem, elas não oferecem perigo às pessoas, pois se movem lentamente. Há bastante tempo para sair do seu alcance.



Lava efusiva escorrendo do cone Pu`u`O`o do vulcão Kilauea, no Havai

Se há muita pressão, o vulcão começará sua erupção com uma descarga explosiva de material no ar. Essa **coluna eruptiva** é composta de gases, cinzas e rochas **piroclásticas** quentes, material vulcânico em forma sólida. Há vários tipos de erupções explosivas, variando significativamente em tamanho, forma e duração.

Dentro dessas duas categorias amplas de erupção, há algumas variações.

- **ERUPÇÕES PLINIANAS:** essas erupções podem causar danos sérios às áreas próximas. Elas são ocasionadas pelo magma com alta viscosidade e com conteúdo gasoso. O forte empuxo para cima dos gases expandidos, expulsa o material piroclástico em direção ao ar, a uma altura de 48 km e a centenas de metros por segundo. A erupção, que pode levar horas ou dias, produz uma alta e longa **pluma eruptiva**. Isso faz com que um grande volume de **tefra**, material vulcânico não consolidado, seja derramado nas redondezas. Além disso, a **erupção pliniana** pode produzir um fluxo de lava que se move extremamente rápido, destruindo tudo que estiver no caminho.



Pluma pliniana alta entrando em erupção no vulcão Klyuchevskaya, na Rússia



Vulcanismo explosivo

- **ERUPÇÕES HAVAÍANAS:** geralmente, elas não são tão destrutivas, nem tão explosivas. Não costumam expelir muito material piroclástico no ar. Ao contrário, produzem um fluxo de lava que se move vagarosamente e com pouca viscosidade e conteúdo gasoso. Esse fluxo pode assumir duas formas distintas. A mais impressionante é a **fonte de fogo**, uma fonte de lava alaranjada que se precipita a centenas de metros no ar por alguns minutos (às vezes por horas). O tipo mais comum é o fluxo de lava estável que se forma no conduto central, produzindo grandes **lagos de lava**. O fluxo de lava e os respingos das fontes de fogo destroem a vegetação ou as árvores ao redor, mas o fluxo é, em geral, tão lento que as pessoas têm bastante tempo para escapar com segurança. As erupções havaianas recebem esse nome porque são mais comuns nos vulcões havaianos.



Fonte de fogo em erupção no vulcão Pu'u O'o no Haváí



Rio de Lava

- **ERUPÇÕES ESTROMBOLIANAS:** essas erupções não são perigosas. Elas expõem pequenos volumes de lava de 15 a 90m, em explosões bem curtas. A lava possui uma alta viscosidade, então, a pressão gasosa tem que crescer a um nível bem elevado antes que o material seja expelido. As erupções são relativamente pequenas e geralmente não produzem fluxo de lava. Essas erupções produzem poucas cinzas de tefra.



Erupção estromboliana jorrando do vulcão Stromboli na costa da Itália

- **ERUPÇÕES VULCANIANAS:** assim como as erupções estrombolianas, essas erupções são caracterizadas por várias explosões pequenas. As explosões são ocasionadas pela alta viscosidade e grande volume gasoso no magma, onde pequenas bolhas exercem pressão e expõem material em direção ao ar. Além de cinzas de tefra, as erupções vulcanianas lançam **bombas piroclásticas** do tamanho aproximado de uma bola de futebol. As erupções vulcanianas normalmente não estão associadas ao fluxo de lava.



Coluna vulcaniana em erupção no vulcão Tavurvur na costa da Papua Nova Guiné

- **ERUPÇÕES HIDROVULCÂNICAS:** quando a erupção vulcânica ocorre perto de oceanos, nuvens saturadas ou outras áreas úmidas, a interação da água com o magma pode criar um tipo único de coluna eruptiva. Basicamente, o magma quente aquece a água de modo que esta começa a evaporar. Essa rápida mudança de estado provoca um tipo explosivo de expansão da água, que separa o material piroclástico, criando uma cinza bem fina. As erupções hidrovulcânicas variam de forma considerável: algumas são caracterizadas por explosões breves, enquanto outras criam colunas eruptivas. As erupções vulcânicas também podem derreter partes da neve, causando deslizamentos e inundações.



Erupção hidrovulcânica no vulcão Ukinrek na costa do Alasca

- **ERUPÇÕES FISSURAS:** nem todas as erupções são provocadas pela pressão dos gases. As erupções fissurais ocorrem quando o magma corre para fendas no solo e escapam para a superfície. Isso acontece freqüentemente onde o movimento das placas provocou grandes fraturas na crosta terrestre, podendo haver difusão em torno da base do vulcão com um conduto central. As erupções fissurais são caracterizadas por uma **cortina de fogo**, uma cortina de lava que cospe a uma altura pequena acima do solo. As erupções fissurais chegam a produzir fluxos intensos, apesar do movimento vagaroso do fluxo de lava.



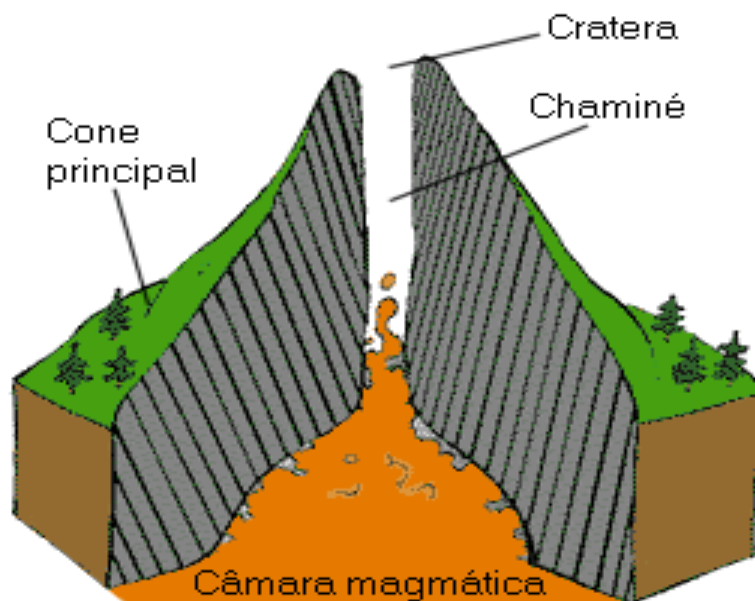
Cortina de fogo de uma erupção fissural no vulcão Kilauea, no Havai

FORMAS E TAMANHOS DIFERENTES

A maioria dos vulcões terrestres possui a mesma estrutura básica, mas a forma e o tamanho variam de maneira considerável. Esses diferentes tipos de vulcões possuem alguns elementos em comum:

- uma **cratera no cume** - a boca do vulcão, onde existe lava
- uma **câmara magmática** - onde a lava escorre por debaixo da terra
- um **conduto central** - que conduz o magma da câmara até a cratera

O que mais varia na estrutura dos vulcões é o **edifício**, estrutura que envolve o conduto central. O edifício é construído pelo material vulcânico expelido pelo vulcão em erupção.



- **ESTRATOVULCÕES:** esses são o tipo mais conhecido e geralmente têm as maiores histórias de destruição causada pelas erupções. Eles são caracterizados por um grande edifício simétrico que se inclina próximo a uma pequena cratera no cume da montanha. São normalmente construídos pelas erupções plinianas que lançam uma grande quantidade de material piroclástico. À medida que a lava, as cinzas e outros materiais são expelidos, o edifício é rapidamente construído ao redor do conduto. Eles raramente entram em erupção (um intervalo de centenas de anos) e, em geral, são formados em zonas de subducção.



*Foto cortesia da USFWS
Vulcão Kanaga, estratovulcão no Alasca*

- **CONES DE ESCÓRIAS**: esses cones relativamente pequenos são o tipo de vulcão mais comum. Eles são caracterizados por declives acentuados em ambos os lados do edifício que conduzem a uma cratera bem larga no topo. O edifício é composto de cinzas de tefra quase sempre expelidas pelas erupções estrombolianas.



*Foto cortesia da USGS
Cratera Sunset, cone de escória no Arizona*

- **VULCÕES-ESCUDO**: esses vulcões largos e pequenos aparecem quando a lava com baixa viscosidade jorra com explosões mínimas, como as erupções havaianas. A lava se dispersa por uma superfície bem ampla, às vezes com quilômetros de diâmetro, construindo um domo na forma de escudo. Próximo ao cume, o edifício fica um pouco íngreme, proporcionando ao vulcão um centro ligeiramente mais elevado. Muitos vulcões-escudo entram em erupção com bastante freqüência.



*Foto cortesia da USGS
Mauna Loa, vulcão-escudo no Havai*

A atividade vulcânica pode produzir outras estruturas interessantes como as **caldeiras** e os **domos de lava**. As caldeiras, grande crateras em forma de bacias, são formadas quando as erupções drenam a câmara magmática e o edifício vulcânico desaba em um local vazio. Normalmente, a água enche esse espaço, criando lagos arredondados, tais como o **Crater Lake** no Oregon. Os domos de lava são formados quando a maior parte das vesículas de gás escapam durante a erupção inicial e a lava viscosa reminescente não faz a pressão necessária para sair, de modo que ela flui muito devagar pelo cume da cratera. Isso cria um domo preso ao topo do vulcão, que pode crescer ao longo do tempo.



*Foto cortesia da USGS
A caldeira do vulcão Kaguyak no Alasca possui 2,5 km de diâmetro*

ÍNDICE DE EXPLOSIVIDADE VULCÂNICA

O **Índice de Explosividade Vulcânica (VEI)** compara a violência de diferentes erupções vulcânicas. Considera diversos fatores como a altura da pluma ou coluna da explosão, o volume do material emitido e a duração da erupção.

VEI 0 Erupções não explosivas com plumas inferiores a 100m de altura; emissão inferior a 1000m^3 de piroclastos; duração variável; ex. Kilauea, Havaí, 1983.



VEI 1 Erupção suave com pluma entre 100-1000m altura; emissão inferior a 10.000m^3 de piroclastos; explosões até 1h; ex. Stromboli, Itália.



VEI 2 Erupção explosiva com pluma entre 1-5km de altura; emissão até 0,01 km³ de piroclastos; duração entre 1-6h; ex. Colima, México, 1991.



VEI 3 Erupção intensa com pluma entre 3-15km de altura; emissão de 0,01-0,1km³ de piroclastos; duração entre 1-12h; ex. Nevado del Ruiz, Colômbia, 1985.



VEI 4 Erupção catastrófica com pluma entre 10-25km de altura; emissão de 0,1-1km³ de piroclastos; duração entre 1-12h; ex. Sakura-Jima, Japão, 1914.



VEI 5 Erupção catastrófica com pluma superior a 25km de altura; emissão de 1-10km³ de piroclastos; duração entre 6-12h; ex. Monte St. Helens (Monte Santa Helena), EUA, 1980.



VEI 6 Erupção colossal com pluma superior a 25km de altura; emissão de 10-100km³ de piroclastos; duração superior às 12h; ex. Krakatoa, Indonésia, 1883.



VEI 7 Erupção super-colossal com pluma superior a 25km de altura; emissão de 100-1000km³ de piroclastos; duração superior às 12h; ex. Tambora, 1815.



VEI 8 Erupção mega-colossal; emissão superior a 1000km³ de piroclastos; Yellowstone, EUA, há 640.000 anos.



ERUPÇÕES VULCÂNICAS MAIS IMPORTANTES

- 79 d.C. Vesúvio (Itália)
- Kelut (Indonésia)
- Merapi (Indonésia)
- 1660 Guagua Pichincha (Equador)
- 1783 Laki (Islândia)
- 1792 Unzen (Japão)
- 1815 Tambora (Indonésia)
- 1883 Krakatoa (Indonésia)
- 1902 Mt. Pelée (Martinica)
- 1912 Katmai (Alaska)
- 1929 Santiaguito (Guatemala)
- 1956 Bezymianny (Rússia)
- 1963 Surtsey (Islândia)
- 1980 St. Helens (USA)
- 1985 Nevado del Ruiz (Colômbia)
- 1991 Pinatubo (Filipinas)
- 1998 San Cristobal (Nicarágua)
- 1998 Pacaya (Guatemala)
- 2002 Shiveluch (Rússia)
- 2002 Nyragongo (República Democrática do Congo)
- 2007 Kliuchevskaya Sopka (Rússia)
- 2008 Chaitén (Chile)

TIPOS DE LAVA



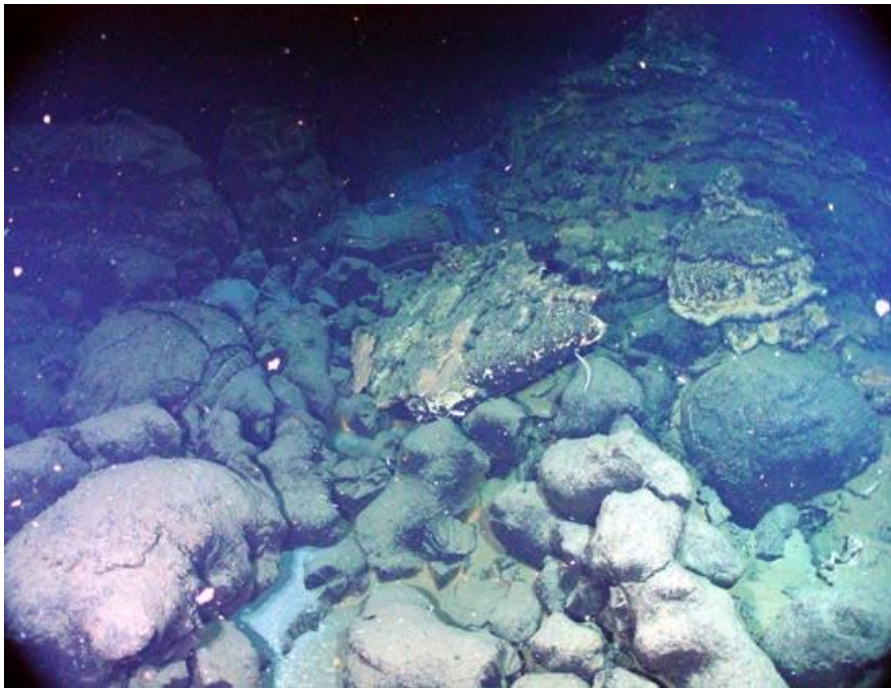
Lava em corda ou pahoehoe



Lava em corda ou pahoehoe (Islândia)



Lava escoriácea ou aa (Islândia)



Pillow-lava



Nuvem ardente



Rio de lava

PRODUTOS VULCÂNICOS GASOSOS

Vapor de água, Vapores de enxofre, Dióxido de carbono



PRODUTOS VULCÂNICOS SÓLIDO

Material Piroclástico

Os piroclastos podem agrupar-se em: escoria, bombas, blocos, lapili, pedra pome e cinzas.



Piroclastos

As **escorias** são fragmentos lávicos de magmas pouco viscosos. São bastante vesiculares com os vacúolos intercomunicados. Estes caem próximo a boca do vulcão. Não são considerados **escorias**, os grandes blocos angulosos que caem frios e afastados da boca do vulcão. Estes são classificados como xenólitos. Granulometricamente as **escorias** apresentam diâmetros superiores a 64mm.



As **bombas** são fragmentos que medem entre 64mm e 30cm, podendo apresentar tamanhos maiores. Sua forma arredondada ou de fuso é adquirida ao girar no ar ainda quente. Apresentam gretas de contração na superfície devido ao resfriamento mais rápido da superfície que do núcleo.



Os **blocos** são materiais piroclásticos de granulometria grossa (>64mm) de forma angular a subangular os quais são expelidos pelos vulcões em estado sólido.



A **lapilli** é constituída por fragmentos cujo tamanho oscila entre 2 e 64mm. Este termo se reserva para os materiais de composição basáltica e se caracteriza por sua cor negra. Em geral apresentam forma irregular, vítreo e poroso.



As **cinzas**, de tamanho inferior a 2mm, são facilmente arrastadas pelo vento e se depositam a grandes distâncias, entretanto o material de granulometria mais fino (**pó vulcânico**) pode permanecer indefinidamente em suspensão.



As **Pedras Pomes** são geralmente piroclastos de composição ácida, concretamente são vidros riolíticos. São encontrados em todos os tamanhos, tanto em depósitos de ejeção aérea como os de fluxo turbulento ou laminar. São de cor clara e muito porosos, devido à intensa vesiculação, o que lhes confere uma baixa densidade, inferior a $1,0 \text{ gr/cm}^3$, o que as fazem flutuar na água.



PRODUTOS VULCÂNICOS LÍQUIDOS

Lava fluída, Lava viscosa e muito viscosa



As erupções do Séc. XX e o seu impacto

1902

[Monte Pelee, Martinique](#)

Ocorreu no Mont Pelee, em 1902, uma erupção extremamente destrutiva acompanhada do progressivo crescimento de **Domas**. A cidade de St. Pierre, Martinique (65.000 pessoas), foi completamente arrasada pela projeção de piroclastos, matando perto de 30.000 habitantes.

1912

[Novarupta, Alaska](#)

A maior erupção do séc. XX nos EUA, deu origem a 21 km³ de material vulcânico, o que equivale a 230 anos de erupções no Kilauea (Hawaii). (Ou, cerca de 30 vezes o volume da erupção que ocorreu no vulcão Monte St. Helena em 1980.) A chuva de [Piroclastos](#) ocupou o “Vale das dez mil chaminés” assim como 0,3 m de cinza preencheram uma área de 161 km.

1914-1917

[Lassen Peak, California](#)

Correntes de piroclastos, de escombros e de lava cobriram mais de 16 km². Felizmente ninguém morreu mas os danos materiais foram catastróficos.

1980-1986

[Monte St. Helena, Washington](#)

Avalanches de escombros e fortes rajadas de vento, no dia 18 de maio de 1980, removeram a parte superior do vulcão (396 m), mataram 57 pessoas, impossibilitaram temporariamente o tráfego marítimo no rio Columbia e desmoronaram autoestradas e caminhos de ferro. As rajadas de vento devastaram 596 km², e destruíram edifícios no valor de vários milhões de dólares. Enormes quantidades de cinza caíram desde Este a Norte de Dakota.

Desde 1983

[Kilauea, Hawaii](#)

Perto de 78 km² foram cobertos de lava e mais de 180 habitações foram destruídas, inclusive, em 1990, toda a comunidade histórica de Kalapana. A erupção deu origem a uma extensão da ilha do Hawaii em 1,21 km².

1984

[Mauna Loa, Hawaii](#)

Hilo, a maior cidade da ilha do Hawaii, foi ameaçada por escoadas de lava. A erupção começou antes do amanhecer do dia 25 de março de 1984. Num espaço de horas a atividade propriamente dita parou e a lava começou a escorrer das aberturas ao longo da zona nordeste de rift. Quando a erupção parou, 3 semanas depois, a lava estava a apenas 6,5 km da cidade de Hilo.

1984

[Nevado del Ruiz, Colômbia](#)

A cidade de Armero, Colombia , enterrada por escoadas de lava provocadas pela erupção de Nevado del Ruiz, em 1985, estava localizada no meio de escombros originados também por escoadas de lava no ano de 1595, pouco tempo depois da chegada dos colonos espanhóis, e novamente em 1845, matando centenas de pessoas em cada instante. Durante o 140º ano de inatividade, as pessoas já se tinham esquecido e a cidade tinha sido reconstruída ao mesmo tempo em que a população aumentava. Apesar da preliminar zona de risco no mapa, para Nevado del Ruiz, um mês antes da erupção de novembro de 1985, delineou-se Armero como sendo especialmente vulnerável a escoadas de lava. Medidas tomadas durante a erupção foram inteiramente inadequadas para salvar mais de 23.000 vidas perdidas quando as escoadas de lama atacaram.

1986

[Augustine Volcano, Alaska](#)

Nuvens de cinza interromperam o tráfego aéreo e depositaram-se em Anchorage. Em 1883 uma doma formou-se na cratera e temeu-se uma explosão, formaram-se ondas gigantes ao longo da costa Este de Cook Inlet, quando uma parte do topo do vulcão caiu no mar. Passado uma hora um tsunami com 9 m encalhou a 80 km da costa da península de Kenai.

1989-1990

[Redoubt Volcano, Alaska](#)

Derrocadas de escombros fecharam temporariamente o terminal de Drift River Oil. Um avião ficou temporariamente danificado quando sobrevoava a nuvem de cinza do vulcão, e esteve em risco de se despenhar não fosse o fato de que os motores começaram a funcionar a uma altitude de 1.219 m acima do pico da montanha da qual ele sobrevoava.

1991

[Pinatubo Volcano, Philippines](#)

A perda de vidas na erupção de Pinatubo foi incrivelmente baixa dada a violência da mesma, 350 pessoas morreram, a maior parte dentro dos edifícios que ruíram. O sistema de alerta posto em vigor pela PHIVOLCS combinou com eficácia a comunicação entre o USGS, PHIVOLCS, as agências locais de defesa civil e os Comando Militares dos E.U.A, prevenindo uma catástrofe muito maior.

Desde 1995

[Soufriere Hills Volcano, Montserrat, West Indies](#)

A primeira erupção histórica em Montserrat teve lugar em 1995. Manifestaram-se nuvens de cinza, escoadas de lava, formação de domas e projeção de piroclastos que no início forçaram a evacuação de metade da ilha e depois destruiu a cidade de Plymouth.

As mais mortíferas erupções vulcânicas

Erupção	Ano	Nº de mortes	Principal Causa (Manifestações)
Nevado del Ruiz, Colômbia	1985	25.000	Escoadas de Lava
Monte Pelee, Martinique	1902	29.025	Projeção de piroclastos
Krakatau, Indonésia	1883	36.417	Ondas gigantes
Tambora, Indonésia	1815	92.000	Destruição de terras e conseqüente crise de fome
Unzen, Japão	1792	14.030	Queda do cone do vulcão Tsunami
Lakagigar (Laki), Iceland	1783	9.350	Destruição de terras e conseqüente crise de fome
Kelut, Indonésia	1586	10.000	

Outras erupções notáveis

Erupção	Ano	Nº de mortes	Principal Causa (manifestações)
Monte Pinatubo, Filipinas	1991	350	Queda do cone do vulcão
Monte St ^a . Helena, Washington	1980	57	Emissão de cinzas e conseqüente sufocamento
Kilauea, Hawaii	1924	1	Avalanches