

Lâmpada de lava como experimento didático de simulação de plumas mantélicas

LAVA LAMPS AS DIDACTIC EXPERIMENT OF MANTLE PLUMES SIMULATION

RAPHAEL MARTINS COELHO & ALEXANDRE DE OLIVEIRA CHAVES

Inst. Geoc. UFMG, Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha. 31270-901 Belo Horizonte, MG

ABSTRACT: This paper presents the lava lamp as useful didactic material, which allows the experimentation by analogy to demonstrate an important geodynamical process involving the upwelling of mantle plumes in the Earth's lower mantle.

Manuscrito:

Recebido: 17/04/2017

Aceito: 19/07/2017

Citation: Coelho R.M. & Chaves A.O. 2017. Lâmpada de lava como experimento didático de simulação de plumas mantélicas. *Terræ Didática*, **13(2)**:123-126. <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>.

Keywords: Mantle plume, lava lamp, experimentation by analogy, Geosciences teaching.

Introdução

Plumas mantélicas são condutos verticalizados de material rochoso quente, com origem na base do manto inferior, que ascendem para a astenosfera (Morgan 1972). O conceito de plumas mantélicas começou a ser discutido na década de 60 para tentar explicar a incomum cadeia de vulcões do Haváii que se encontra a mais de 3200 km de distância de bordas de placas, onde normalmente os vulcões são encontrados (Wilson 1963). Desde então, diversos eventos magmáticos têm sido atribuídos à ação de plumas mantélicas (Ernst & Buchan 2003), como por exemplo, o magmatismo intraplaca (*hotspots*) e as províncias ígneas gigantes (*large igneous provinces* – LIP) mundo afora.

No intuito de asseverar a existência de plumas mantélicas, French & Romanowicz (2015) utilizaram a técnica de imageamento sísmico do manto terrestre, combinando computação acurada com informações contidas no formato de ondas sísmicas tipo-s (*shear waves*), as quais têm sua velocidade reduzida ao atravessar meios de baixa densidade. A técnica revelou a presença de robustos condutos termoquímicos verticalizados abaixo de importantes *hotspots* ao redor do mundo (Fig. 1). Os condutos se estendem desde a fronteira manto-núcleo (*core mantle boundary* – CMB) até 1.000 km abaixo da

superfície terrestre, onde muitos defletem horizontalmente ao entrar na vigorosa circulação do manto superior. Na base do manto, estes condutos estão enraizados nas chamadas zonas de velocidade sísmica ultra-baixa (*ultra-low velocity zones* – ULVZ). A correspondência estabelece uma conexão entre tais zonas e plumas mantélicas (McNamara et al. 2010, Cottaar & Romanowicz 2012, Thorne et al. 2013).

O conduto observado na figura 1A se assemelha àquele formado durante o funcionamento de uma lâmpada de lava. Lâmpada de Lava (figura 2) é uma lâmpada decorativa que contém dois líquidos insolúveis entre si, produzindo um efeito que lembra lava. O funcionamento deste dispositivo é bem simples, utilizando o princípio de que os materiais mudam de densidade com o aumento de temperatura.

Dois líquidos, A e B, de densidades semelhantes, sendo o líquido A ligeiramente mais denso que o líquido B, são colocados em um aparato de maneira que o líquido A possa ser aquecido. À medida que o líquido A se aquece, este vai se tornando menos denso e começa a ascender e atravessar o líquido B.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a lâmpada de lava como valioso material didático para a compreensão de importantes processos da

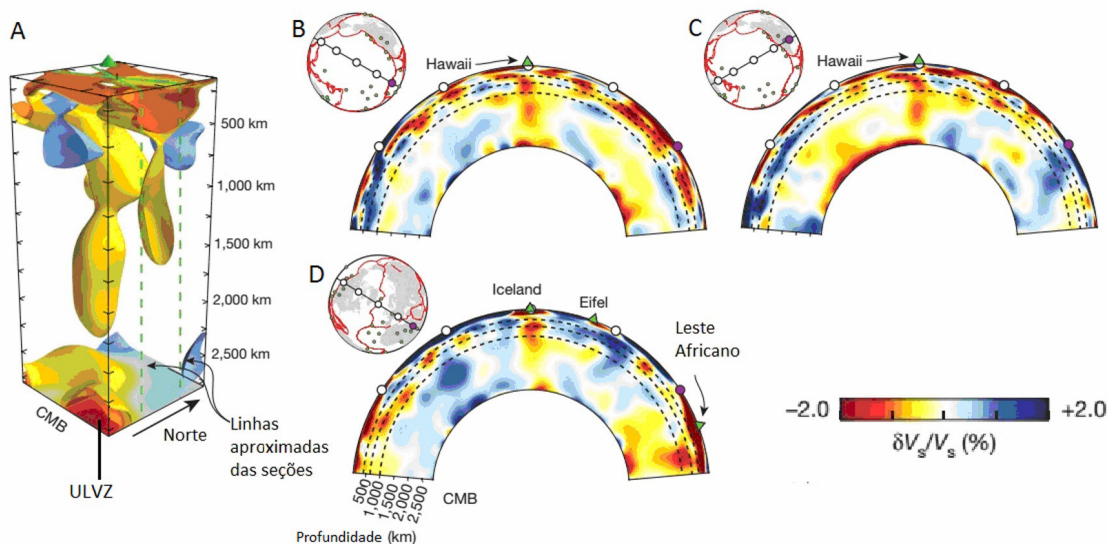


Figura 1. A - Estrutura tridimensional da pluma do Hawaii vista a partir do sudeste. B e C - seções bidimensionais passando pelo Hawaii, cujos planos estão representados no topo da figura 1A. D - seção mostrando uma pluma sob a Islândia e outra sob o Leste Africano. CMB: *Core-Mantle Boundary* ou *Fronteira Manto-Núcleo*. ULVZ: *Ultra-Low Velocity Zone* ou *Zona de Velocidade Sísmica Ultra-Baixa*. Extraído de French & Romanowicz (2015).

geodinâmica terrestre envolvendo a ascensão de plumas mantélicas no manto inferior da Terra, cuja existência parece confirmada por French & Romanowicz (2015).

Materiais e métodos

Para a montagem da lâmpada de lava optou-se por materiais ambientalmente sustentáveis, fazendo o reaproveitamento de metais de sucata reciclada para a confecção da base e o pote de vidro de palmito.

Materiais utilizados:

- 1 pote de vidro de palmito de 2,5 kg
- Água
- Óleo de soja
- Álcool 94° GL
- 1 lâmpada halógena de 150 watts
- Base de metal
- Ligação elétrica dimerizável
- Béquero de 500 ml
- Bastão de vidro

A base de apoio é feita por meio da soldagem das hastas de metal recicladas e devidamente cortadas para que o pote de palmito se encaixe perfeitamente. Esta base é parafusada em uma prancha de madeira que recebe a montagem da parte elétrica e suporte para a lâmpada halógena. A lâmpada é ligada por fios a um *dimer*, dispositivo de controle de potência de equipamentos elétricos, para que se

possa controlar a intensidade luminosa da lâmpada, que atua também como fonte de calor. A base montada pode ser observada na figura 3.

A parte mais importante da montagem do equipamento é o acerto da densidade da mistura água + álcool com a densidade do óleo de soja, de modo que a densidade $\rho_{\text{mistura}} \approx \rho_{\text{óleo}}$, destacando que a densidade $\rho_{\text{óleo}}$ precisa ser ligeiramente maior que a densidade ρ_{mistura} . De início, deve-se colocar em um Béquero de 500 ml uma parte de água e três partes de álcool. Para se averiguar a correta densidade da mistura, adiciona-se uma pequena gota de óleo à mistura. Se a densidade estiver correta, a gota de óleo deve ficar praticamente imóvel no interior da mistura e afundar muito lentamente. Se a gota flutuar totalmente, deve-se adicionar mais álcool aos poucos e agitar a mistura lentamente. Se a gota afundar muito rapidamente deve-se adicionar um pouco de água. Em ambos os casos, a mistura deve



Figura 2. Lâmpada de lava vendida comercialmente (fonte: Brasil Escola)

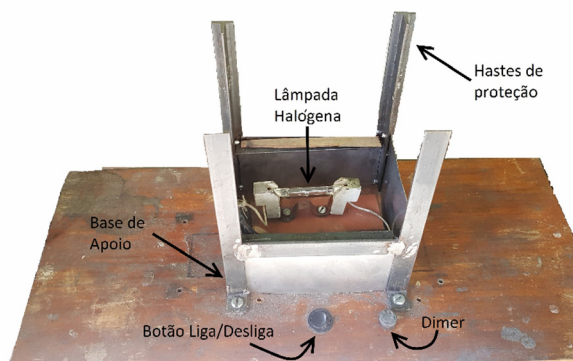


Figura 3. Montagem da base metálica (sem o vidro de palmito) e dos equipamentos elétricos

descansar por alguns minutos. Como a adição de álcool torna o óleo ligeiramente solúvel na mistura, não é recomendada a agitação vigorosa após o acréscimo das gotas de óleo, pois a mistura pode se tornar turva.

Com o domínio das proporções de líquidos a serem usadas, adiciona-se ao vidro de palmito 2,3 litros de mistura água + álcool. Escorrendo em um bastão de vidro, deve-se adicionar vagarosamente 900 ml de óleo de soja. Este cuidado deve ser tomado para que não se formem gotículas de óleo que ficarão em suspensão por diversas horas. O vidro deve ser bem tampado para que não haja perda de líquidos por evaporação e o sistema deve descansar até que todo óleo assente no fundo do pote. Em seguida, o vidro é colocado sobre a base conforme observado na figura 4.

Resultados

Após alguns segundos de aquecimento, observa-se o primeiro ciclo de ascensão de material (Fig. 5). Recomenda-se diminuir a potência da lâmpada girando a chave do *dimer* para que a ascensão do material seja mais lenta e desta forma os ciclos sejam mais sustentáveis.

Conforme mostrado na figura 5, quando o óleo é aquecido, ocorre a formação de condutos ascendentes tubiformes que partem da região mais aquecida do pote, que é a sua base, em direção à parte menos aquecida, que é seu topo. A “cabeça” do conduto vertical se desprende de sua “calda” formando uma grande gota que flutua na mistura por alguns minutos. Após este tempo, a gota esfria e afunda para se misturar ao óleo da base, refazendo o ciclo quando este é novamente aquecido pela lâmpada.

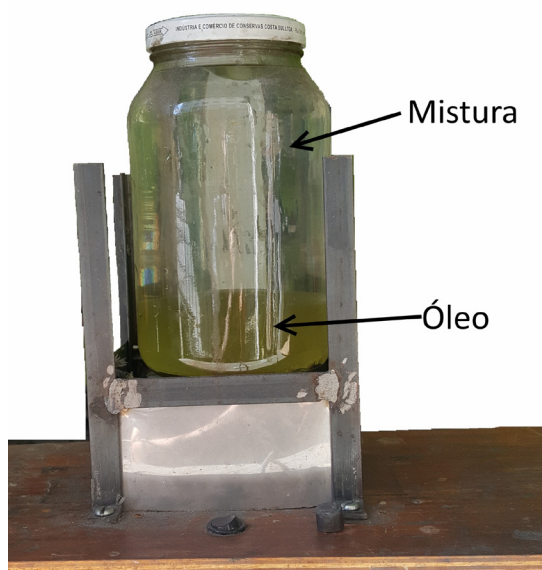


Figura 4. Montagem da base metálica com o vidro de palmito e equipamentos elétricos

Considerações Finais

O professor ou divulgador ao utilizar este equipamento com a intenção de mostrar sua analogia com processos mantélicos naturais, deve, antes de tudo, estar consciente dos objetivos de aprendizagem pretendidos. O professor deve ressaltar que o manto é sólido e deve ser enfático ao mostrar que os líquidos envolvidos na demonstração são apenas para reproduzir uma dinâmica que leva milhões de anos para se processar, envolvendo materiais sólidos aquecidos e ascendentes. Outro aspecto que pode gerar dúvida, pois é recorrente no imaginário popular, e deverá ser esclarecido, é que apesar do nome do equipamento ser “lâmpada de lava”, não há lava fluindo pelo manto da Terra. A lava que sai nos vulcões situados sobre plumas mantélicas é normalmente proveniente de processos de fusão por decompressão do material rochoso ascendente.

Com este experimento simples, é possível facilitar a visualização de um processo geodinâmico importante. Comparando-se os movimentos observados na lâmpada de lava apresentada neste trabalho com a imagem computacional gerada pelo levantamento sísmico de French & Romanowicz (2015), é possível inferir que o movimento do material na porção inferior do manto terrestre realmente se assemelha aos condutos verticalizados de uma lâmpada de lava em funcionamento.

A experimentação analógica aqui utilizada permite ao educador preparar uma aula de Geodinâmica

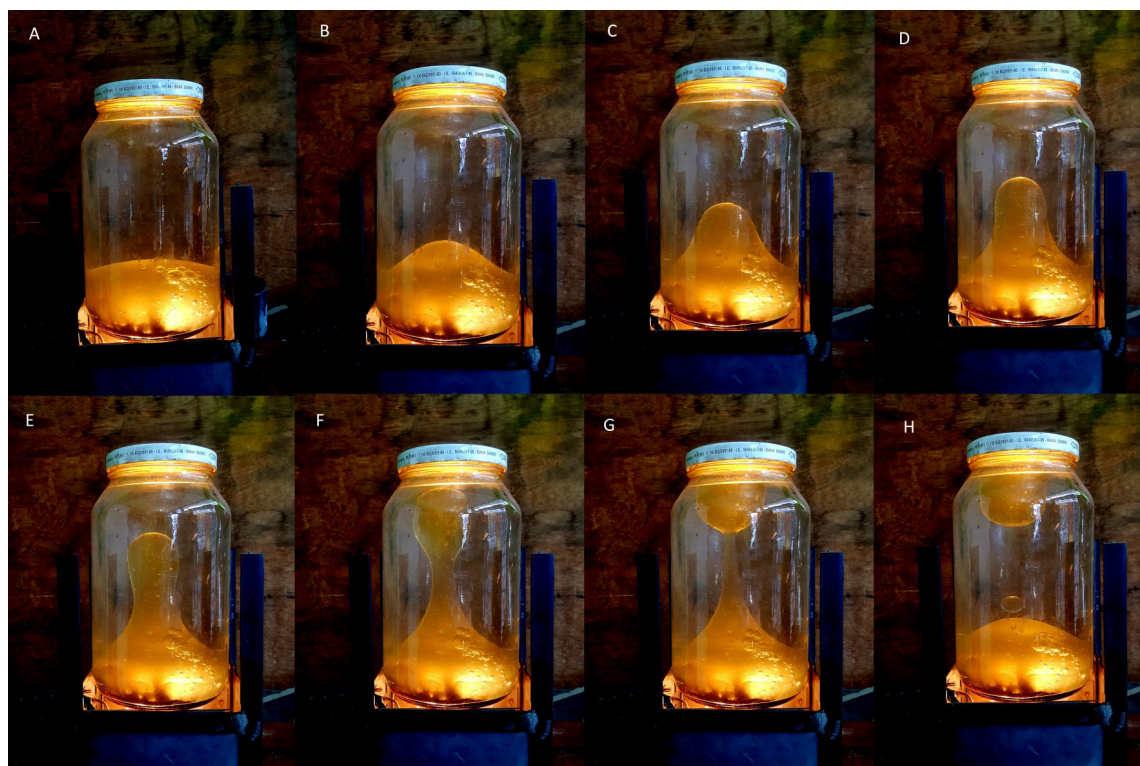


Figura 5. Sequência de formação de condutos tubiformes ascendentes após alguns minutos de aquecimento do sistema, sendo A o início do processo e H o final do processo

que aborda a noção da lenta e permanente atividade de plumas mantélicas, que leva ao questionamento e debate sobre uma série de conceitos como configuração interna da terra, movimentos de convecção, fatores relativos à formação de magmas e *hotspots*, tendo em vista a vigorosa circulação horizontal de material rochoso no manto superior, conforme também atestado por French & Romanowicz (2015).

Referências

- Brasil Escola - *Fazendo uma lâmpada de lava*. URL: <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fazendo-uma-lampada-lava.htm> Acesso 17/03/2017.
- Cottaar S., Romanowicz B. 2012. An unusually large ULVZ at the base of the mantle near Hawaii. *Earth Planet. Sci. Letters*, **355-356**:213-222.
- Ernst R E., Buchan K.L. 2003. Recognizing mantle plumes in the geological record. *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.*, **31**:469-523.
- French S.W., Romanowicz B.A. 2015. Broad plumes rooted at the base of the Earth's mantle beneath major hotspots. *Nature*, **525**:95-99. doi:10.1038/nature14876
- McNamara A.K., Garnero E.J., Rost S. 2010. Tracking deep mantle reservoirs with ultra-low velocity zones. *Earth Planet. Sci. Letters*, **299**:1-9.
- Morgan W.J. 1972. Plate motions and deep mantle convection. *Geol. Soc. Am. Bull.*, **132**:7-22.
- Thorne M.S., Garnero E.J., Jahnke G., Igel H. McNamara A. 2013. Mega ultra-low velocity zone and mantle flow. *Earth Planet. Sci. Letters*, **364**:59-67.
- Wilson J.T. 1963. A possible origin of the Hawaiian Islands. *Can. J. Earth Sci.*, **41**:863-870.

Resumo: Este trabalho apresenta a lâmpada de lava como valioso material didático que permite a experimentação analógica para ilustrar importante processo geodinâmico que envolve a ascensão de plumas mantélicas no manto inferior da Terra.

PALAVRAS-CHAVE: Pluma mantélica, lâmpada de lava, experimentação analógica, ensino de Geociências.