

Erupções do Kilauea e o arquipélago havaiano: a geologia da tectônica de placas e dos pontos quentes

Barry Wood, *Universidade de Houston*
Tradução de Daniel Ribera Vainfas

Correspondence | Barry Wood, barrywood1940@yahoo.com

Citation | Wood, B. (2019) Kilauea Eruptions and the Hawaiian Archipelago: The Geology of Plate Tectonics and Hotspots, *Journal of Big History* III(1); 17- 31.

DOI | <http://dx.doi.org/10.22339/jbh.v3i1.3110>

Abstract

A four-month surge of Mount Kilauea eruptions (May to August 2018) on the Big Island reminds us that the whole chain of Hawaiian islands has been built by volcanic activity. Kilauea is one of five volcanoes that built the Big Island; a future island (Lo'ihi) is growing on the seafloor 20 miles to the southeast. A plume of rising magma from deep inside the Earth's mantle underlies a seafloor hotspot; lava is forced through vents in the Earth's crust; as the Pacific seafloor moves northwest from its origin at the East Pacific Rise, this stationary hotspot creates a line of volcanic islands. To the northwest, submerged seamounts remain as remnants of former islands once formed over this hotspot. A northward chain known as the Emperor Seamounts reveals that this same hotspot has created more than 100 volcanoes over 70 million years. The Hawaiian and Emperor seamounts are not unique. The New England Seamounts off the coast of Massachusetts, and similar lines in the South Atlantic record the east-west spread of the Atlantic seafloor over mid-ocean hotspots. In the Indian Ocean, north-running seamount chains record the northward movement of the Indian plate following the breakup of Pangea. In the United States, a line of extinct craters west of Yellowstone across Idaho mark the westward movement of the North American plate over the hotspot now under Yellowstone.



aumento dramático da atividade vulcânica na Ilha Grande do Havaí, começando em 3 de maio de 2018, é assunto de fotografias na internet e informes diários, geralmente como notícias isoladas: uma nova fenda, um explosivo show de fogos, um bloqueio na estrada, lava caindo no mar, casa destruídas, residentes evacuados, espectadores presos por escalar barricadas, pedidos ao FEMA ¹ por ajuda de emergência. Raramente encontramos as erupções do Kilauea no contexto



Figura 1. Fluxo de Lava do Kilauea. O Monte Kilauea, na Grande Ilha do Havaí, está em erupção silenciosa desde 1983, com impacto limitado nos habitantes da ilha. Desde 3 de maio de 2018, um aumento dramático de atividade vulcânica afetou bairros e moradores, forçando as evacuações e enviando fluxos de lava para a costa leste. Foto: NPR.

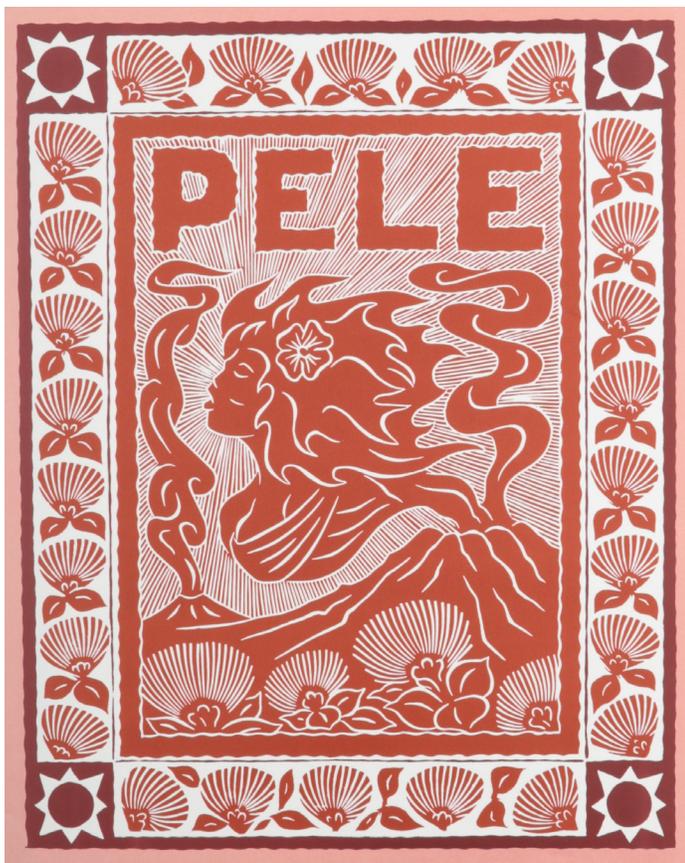


Figura 2. Dietrich Varez é um dos vários artistas que criaram imagens do mito havaiano associado à sempre presente atividade vulcânica. Aqui a capa de Pelé: A Deusa do Fogo (1991) ilustra suas inovadoras pinturas impressas que acompanham a história de Pelé de Pua Kanaka'ole Kanahale publicada pelo Bishop Museum Press, Honolulu

mais amplo da criação de ilhas, plumas mantélicas, tectônica de placas, a evolução das ilhas em atóis e a surpreendente linha de montes submarinos que corre em sentido noroeste com um abrupto desvio para o norte, evidente na cadeia de montes submarinos do Imperador, que segue em direção às Aleutas, a 5800 km² de distância.

Quase diariamente temos uma visão dramática de mudança geográfica em um contexto atualmente bem compreendido, um processo visível, fotografado, filmado e mostrado nos telejornais. Aqui o

passado mora no presente, não apenas no contínuo deslocamento das ilhas havaianas pelo Pacífico, mas também na construção de ilhas, incluindo um novo vulcão submerso a alguns quilômetros de distância destinado a se tornar outra ilha na cadeia havaiana. O que está acontecendo na Ilha Grande fornece uma oportunidade educativa que cai como uma luva em uma narrativa da Macro História e é de fato melhor entendida como um episódio excepcionalmente dramático na história mais ampla da transformação geológica. Os havaianos estão intensamente cientes do drama, não apenas pelos terremotos, erupções e fluxos de lava mas também pelas histórias seculares de Pele, deusa dos vulcões do Havaí. Momentos de quietude e súbita violência vulcânica correspondem a suas emoções de amor e devoção conforme ela vive uma complexa existência mítica que algumas vezes envolve traições e vinganças seculares. Como professores de Macro História em busca de ilustrações dramáticas de mudanças geológicas em andamento, nos compete aproveitar esses eventos para articular um dos capítulos centrais neste épico da Terra – uma das poucas narrativas da Macro História que podem ser trazidas à vida no presente.

Mais de um século atrás, o geólogo James Dana visitou as oito maiores ilhas do arquipélago havaiano. Ele observou uma diferença significativa em suas idades: as ilhas mais a noroeste, Kaua'i e Ni'ihau eram as mais velhas; as outras eram progressivamente mais novas, com a Ilha Grande na ponta sudeste sendo a mais nova. Em seu livro *Characteristics of Volcanoes, With Contributions of Facts and Principles from the Hawaiian Islands* (1891), Dana apontou que conforme nos movemos rumo ao noroeste ao longo da cadeia de ilhas, vemos que a erosão está progressivamente mais avançada, um sinal claro do aumento da idade. Dana não foi capaz de fornecer uma explicação e nenhuma surgiu nos 60 anos seguintes. A teoria da deriva continental proposta por Alfred Wegener em *The Origin of Continents and Oceans* (1915) impressionou apenas poucos geólogos por falta de

qualquer explicação de como os continentes poderiam se mover. Mas, observações coletadas durante o Ano Internacional da Geofísica (IGY, na sigla em inglês) que durou de julho de 1957 a dezembro de 1958, levaram a uma perspectiva geológica nova e dramática. O oceanógrafo Robert Dietz, que trabalhou com a Geodetic Survey³ durante o IGY, publicou a teoria da evolução da bacia oceânica e a expansão do fundo oceânico. Seu colega de pesquisa, o geólogo Harry Hess, que havia servido na marinha norte-americana estava preocupado com possíveis obstáculos no leito marítimo que pudessem interferir com o movimento de submarinos profundos; seu livro, *The History of Ocean Basins* (1962), identificou dorsais oceânicas e agregou fundamentos teóricos para a teoria da expansão oceânica.

Desse agregado de publicações nasceu a teoria da tectônica de placas e os geólogos começaram a examinar todas as partes do planeta, incluindo o arquipélago havaiano. O geólogo canadense John Tuzo Wilson (1963) sugeriu que a placa tectônica sob o Oceano Pacífico poderia estar se movendo sobre uma fonte estática de lava ascendente que ele chamou de “ponto de fluxo”: dessa forma “cada ponto de fluxo dá origem a uma sucessão de vulcões.” Chris Christofferson recebe o crédito por cunhar o termo “ponto quente” para o ponto de fluxo de Wilson, ao qual o geólogo de Princeton, W. Jason Morgan (1971) adicionou a teoria das plumas térmicas, que viriam das profundezas do manto terrestre, como uma explicação para os pontos quentes. Em uma única década, uma teoria geral de mudança geológica estava posta, fornecendo um alicerce para o entendimento do surgimento de montanhas, da ocorrência de terremotos e da concentração de atividade vulcânica nas margens das placas tectônicas. Para nossos propósitos, o reconhecimento do movimento de placas e do imobilismo dos pontos quentes forneceu uma explicação para a criação das ilhas havaianas e, na realidade, consideravelmente mais.

Esse pode ser o momento apropriado para fornecer uma justificativa para esse trabalho. Observando precursores da Macro História – Preston Cloud com *Cosmos, Earth, and Man* (1978), Nigel Calder com *Timescale* (1983), Brian Swimme e Thomas Berry com *Universe Story* (1988) – notamos que o Havaí não recebeu nenhuma atenção. Em nossos proeminentes livros de Macro História – *The Structure of Big History* (1996), *Maps of Time* (2004), *Big History from the Big Bang to the Present* (2007), *Big history: Between Nothing and Everything* (2014), *A Most Improbable Journey* (2017) e *Origin Story* (2018) – menções ao Havaí são limitadas aos migrantes que



Figura 3. As fontes de lava das fissuras do Kilauea fluem em direção ao oceano, alterando e estendendo o litoral. A lava que chega à costa leva a um encontro explosivo - uma batalha de fogo e água. Desde maio de 2018, centenas de acres foram adicionados à costa leste da Ilha Grande. Foto: USGS.

povoaram o arquipélago há alguns séculos vindos das ilhas do sul. Mesmo o livro *Big History* (2016), que ilustra esquematicamente a tectônica de placas, ignora a criação das ilhas havaianas. Ainda assim, essa narrativa de 70 milhões de anos representa um dos capítulos mais dramáticos da parte da Terra da Grande Narrativa.

Se começarmos com a Ilha Grande onde rios de lava com profundidade de alguns metros se espalharam por vários hectares nas últimas semanas, nós vemos

uma versão em miniatura de como a Ilha Grande surgiu. O começo foi há 600 mil anos com Manukona, o primeiro de seis vulcões, que ficou em erupção por aproximadamente 300 mil anos até que o movimento da placa levou ao surgimento de outro vulcão, Kohala, quilômetros a leste e que eventualmente se juntou ao Manukona. Isso continuou com os vulcões subsequentes – Mauna Kea, Mauna Loa, Huadlalai e finalmente Kilauea, cada um subsumindo os anteriores, cada um menor que o anterior, com Mauna Kea atingindo 4.000 m acima do nível do mar. Esse resultado é uma ilha composta de mais de 10.000 km² com uma média de 100 km de diâmetro. O terço exposto da ilha esconde uma massa de terra submersa de 6.000 m, o que, junto com a elevação da ilha forma uma montanha de quase 10.000 m de altura, 1.000 metros maior que o Everest. O declive suave da ilha espalha-se por mais de 75.000 km² sob o mar. O material vulcânico suficiente para criar uma ilha dessas dimensões desafia a imaginação e sugere que episódios de erupção contínua foram a regra e não a exceção.

O movimento dessa massa gigante é parte de uma história muito maior. A ilha está se movendo porque a crosta oceânica na qual ela está assentada está se movendo, seguindo para noroeste nas correntes de convecção do montão. Baseado em amostras do fundo do oceano e no paleomagnetismo, o leito submarino sob a Ilha Grande tem aproximadamente 80 milhões de anos. Como as crostas oceânicas ao redor do mundo, foi criada em uma fronteira tectônica onde a lava ascendente separou lentamente as placas tectônicas, no caso a do Pacífico Oriental que se afasta da Baixa Califórnia e se mantém paralela à da América do Sul a uma distância de muitos milhares de quilômetros. O leito submarino sob o Havaí está numa jornada que o

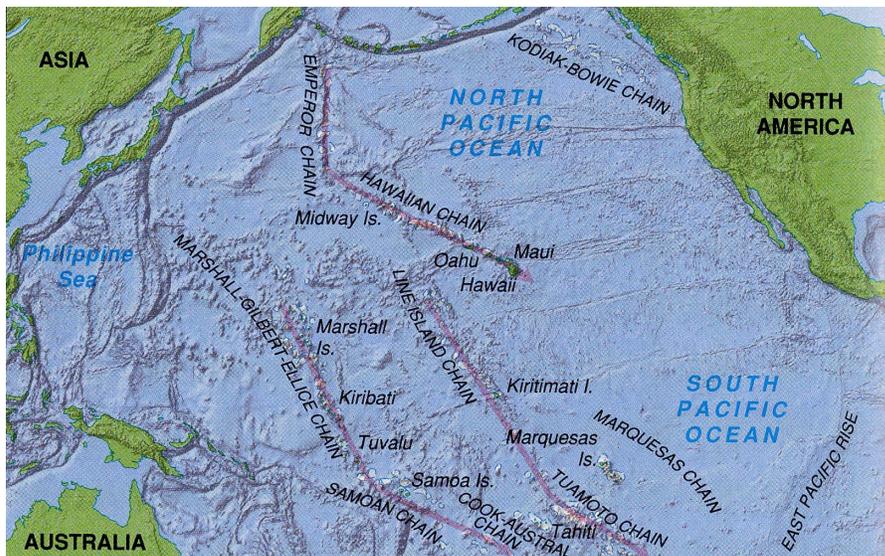


Figura 4. A Ascensão do Pacífico Leste. Esta cordilheira norte-sul de montanhas submarinas, com uma altitude de 9000 pés ao sul da Baixa Califórnia, marca um limite de placa, uma fratura crustal onde o fundo do mar está sendo criado, espalhando-se para o leste em uma trincheira de subducção sob a América do Sul e noroeste do Pacífico. passagem pelo hotspot do Kilauea, marcado por uma das mais longas cadeias de ilhas e montes submarinos do planeta.

<https://homesecurity.press/quotes/emperor-seamount-on-a-map.html>

levou a 5.500 km de seu ponto de origem.

Indo para o noroeste a partir da Ilha Grande rumo às outras sete ilhas espalhadas por uma distância de 570 km, chegamos ao muito mais antigo Ni'ihau, originalmente com mais de 1.300 m de altitude, mas agora reduzido a menos de 400 m. Como a crosta oceânica abaixo, essas ilhas estão se movendo para noroeste a uma velocidade de 7 a 10 centímetros por ano, o que, perfaz os 5 a 6 milhões de anos de idade que têm o Ni'ihau e Laua'I. Indo mais a noroeste, a 1.700 km, encontramos 10 ilhas menores, incluindo Midway e Kure; o arquipélago havaiano todo se estende por quase 2.300 km. Mas entre esses quilômetros e para além deles, existem inúmeros atóis e ilhas submersas conhecidas como montes submarinos, a cadeia inteira chegando a 70 vulcões criados ao longo de 50 milhões de anos.

A elevação geralmente decrescente das ilhas

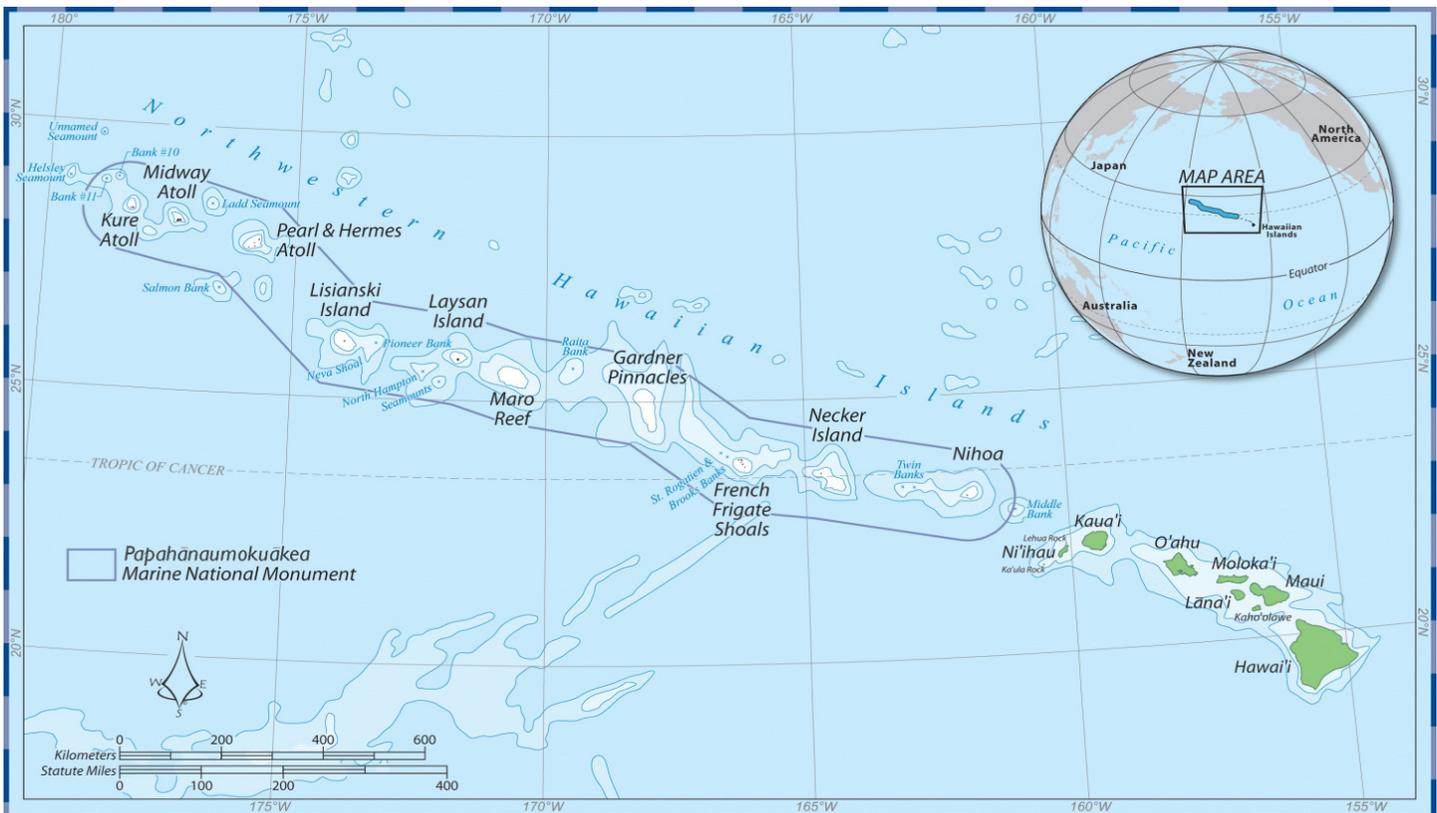


Figura 5. As Ilhas Havaianas e Seamounts. As ilhas principais podem ser vistas na extremidade direita (sudeste) da cadeia. À medida que as ilhas se movem para noroeste, elas deslizam abaixo do nível do mar, formando uma linha de 1400 milhas de montes submarinos.

Illustration: <https://oceanexplorer.noaa.gov/oceanos/explorations/ex1504/background/mpas/media/pmnm-hires.jpg>.

conforme elas se movem para noroeste e sua eventual descida abaixo do nível do mar responde à configuração do manto terrestre. Geólogos suspeitam que uma protuberância ascendente associada com o ponto quente encontra-se abaixo das ilhas principais, criada talvez por um bolsão de magma perto do limiar entre o manto e a crosta. Isso pode explicar a profundidade oceânica reduzida a 1.000 m. Conforme a crosta terrestre se aproxima do ponto quente, ela sobe a protuberância; conforme ela atravessa o ponto quente ela atinge sua elevação máxima durante várias centenas de milhares de anos de erupção contínua. A evidência de múltiplas fendas e aberturas ao redor do Kilauea indica que a pluma térmica sobe através de várias ramificações que podem variar em força de erupção conforme a crosta se move, algumas chaminés são fechadas enquanto outros canais de

lava são abertos. Durante dois ou três milhões de anos, cada ilha fica por cima dessa protuberância até que, algumas centenas de quilômetros para noroeste, começa a descer o declive, perdendo assim 1.000 m de elevação. Na maioria dos casos, isso, combinado com a erosão da paisagem montanhosa resulta no desaparecimento da ilha abaixo do nível do mar, onde permanece como um monte submarino.

A uma distância de 3.200 km da Ilha Grande, uma anomalia impressionante acontece. A linha de montes submarinos muda abruptamente de direção, indo rumo ao norte, em direção à península russa de Kamtchatka, onde os montes submarinos entram em uma zona de subducção de 10.500 m de profundidade na fossa das Curilas-Kamtchatka. A cadeia submersa contém outras 40 ilhas submersas conhecidas como a cadeia

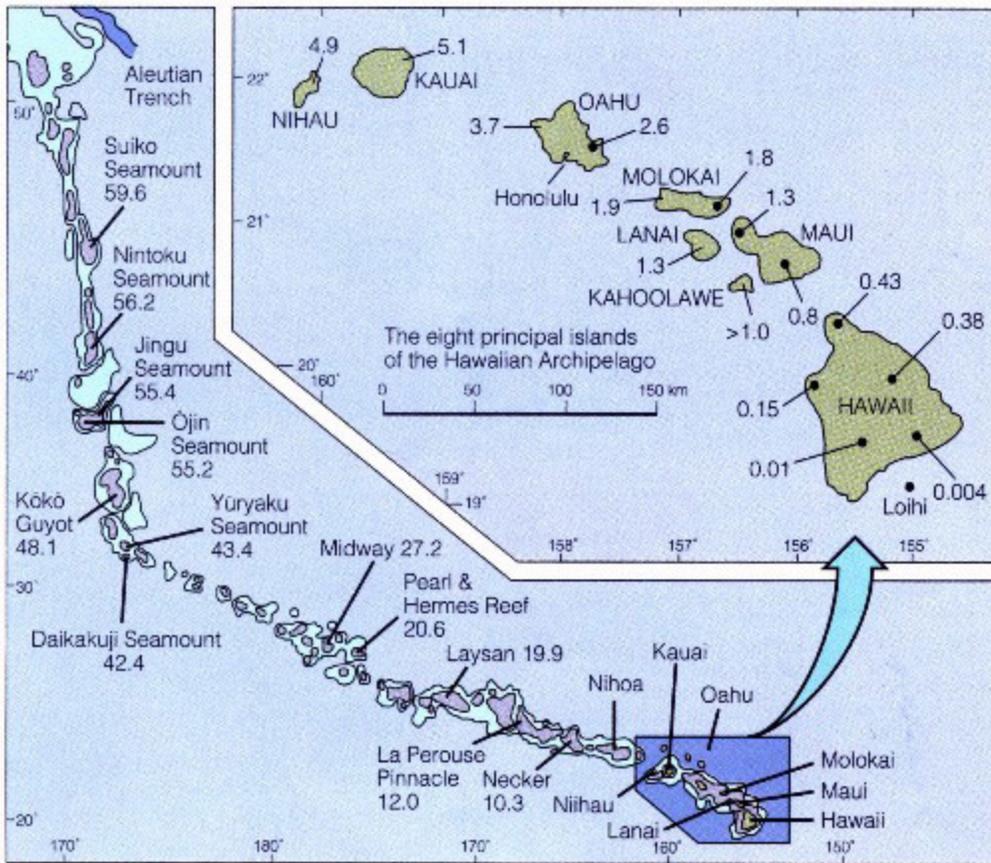


Figura 6. A Serra do Havai e Seamounts Imperador. O mapeamento do fundo do oceano começou durante o Ano Geofísico Internacional (1957-1958). Os núcleos do fundo do mar estabeleceram datas para as ilhas e montes submarinos. Subsequentemente, os mapas de relevo do fundo do mar publicados pela National Geographic do Índico (outubro de 1967), do Atlântico (junho de 1968) e do Pacífico (outubro de 1969), combinados em um mapa do fundo oceânico mundial (dezembro de 1981). O Atlas do Mundo do Times (7a. Ed., 1985) começou a rotular cordilheiras submarinas e cadeias de montes submarinos em seus mapas de superfície oceânica.

dos montes submarinos do Imperador em homenagem ao geólogo japonês que primeiro as identificou. Elas foram criadas ao longo de um período de 30 milhões de anos, somando-se à cadeia que corre no sentido noroeste, o arquipélago havaiano inteiro, com seus 106 vulcões, foi criado em um período de 70 milhões de anos. A mudança na direção indica que o movimento da placa do Pacífico foi quase diretamente em sentido norte, embora as causas desse movimento e da abrupta mudança de direção 50 milhões de anos atrás permaneçam um mistério. A resposta provavelmente

deriva de mudanças na direção e de colisões em diversas outras placas adjacentes.

Essa narrativa da evolução do arquipélago havaiano é particularmente rica de detalhes. Os movimentos continentais são mais frequentemente ilustrados com mapas que mostram a divisão de Pangeia, com o movimento do fundo do mar como causa, a subducção ao redor das placas como efeito e os terremotos como corolários. A conjunção de movimentos de placas, erupções dos pontos quentes e a criação de cadeias de ilhas tem sido uma narrativa negligenciada e notavelmente omitida de apresentações de Macro História. Mas as dramáticas erupções do Kilauea destacam processos geológicos - algumas vezes catastróficos - que impactam o bem-estar humano.

De maneira mais ampla, a cadeia de montes submarinos do arquipélago havaiano destaca um processo geológico mais disseminado. Wilson (1963) fornece um rascunho do Pacífico mostrando seis linhas de ilhas e montes submarinos se movendo, grosso modo, na mesma direção que o arquipélago havaiano - essas cadeias incluem as bem conhecidas Marquesas e Samoa - todas aparentemente dirigidas pelo deslocamento do fundo oceânico abaixo da Subida do Pacífico Oriental, todas fornecendo evidência de pontos quentes. Para leste da Subida, duas outras cadeias com movimento em direção

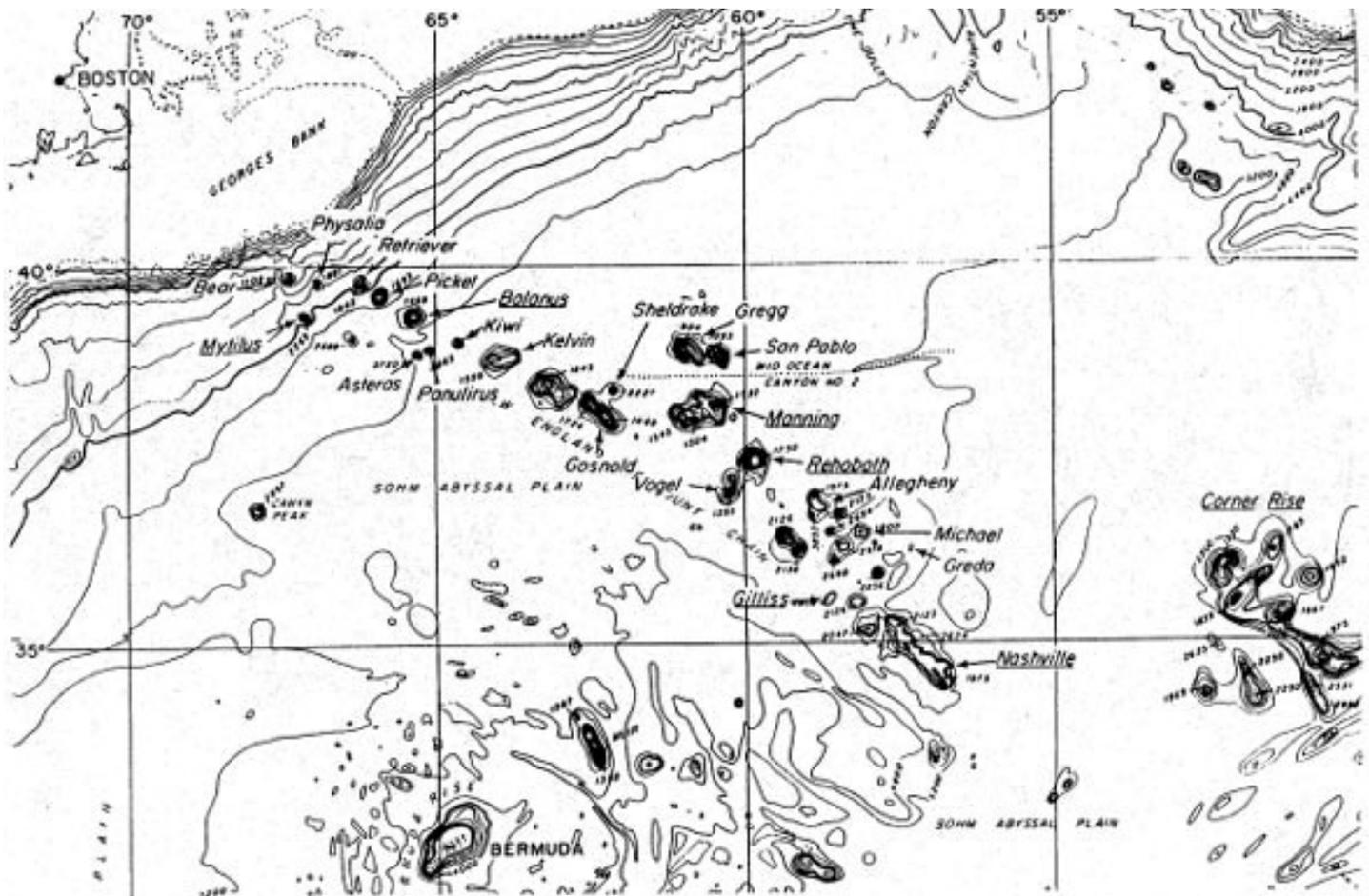


Figura 7. A Cadeia de Montes Submarinos da Nova Inglaterra corre para noroeste ao longo de 600 milhas, fornecendo um registro do movimento da placa norte-americana para longe da cordilheira Mid Atlantic. A criação de montes submarinos tem origem no ponto ótimo do Grande Meteor a nordeste das Bermudas. Imagem: De Baab (2005).

a Leste, indo rumo à América do Sul, são a Ilha da Páscoa e as Ilhas Galápagos.

Mais distantes, duas sequências de elevações no oceano Índico permanecem como traços de um rápido movimento em direção ao norte da placa Indiana após o rompimento de Pangeia. A sequência de montes Chagos-Laccadive, que inclui as Maldivas, segue por 2.500 km desde o ponto quente vulcânico de Reunião, que está ativo há 66 milhões de anos. A sequência de montes do Meridiano Noventa Leste correspondendo quase exatamente o 90° meridiano, segue para o norte por quase 5.000 km; as idades relativas, mais velhas ao norte, indica um ponto quente ativo na extremidade

sul entre 82 e 43 milhões de anos atrás.

Qualquer discussão sobre pontos quentes e placas tectônicas inevitavelmente dirige a atenção para outros locais ao redor do mundo. A exploração do fundo do mar ao redor do planeta nos anos 1950 e 1960 levou à descoberta de dúzias de cadeias de ilhas e montes submarinos. Frequentemente elas são de pequeno interesse: podem subir algumas centenas de metros acima do fundo do mar, mas se seus picos estão a centenas de metros abaixo do nível do mar, sua importância fica restrita a riscos de navegação para submarinos. Na contramão dessa atividade pouco visível, a erupção atual do Kilauea apresenta uma visão

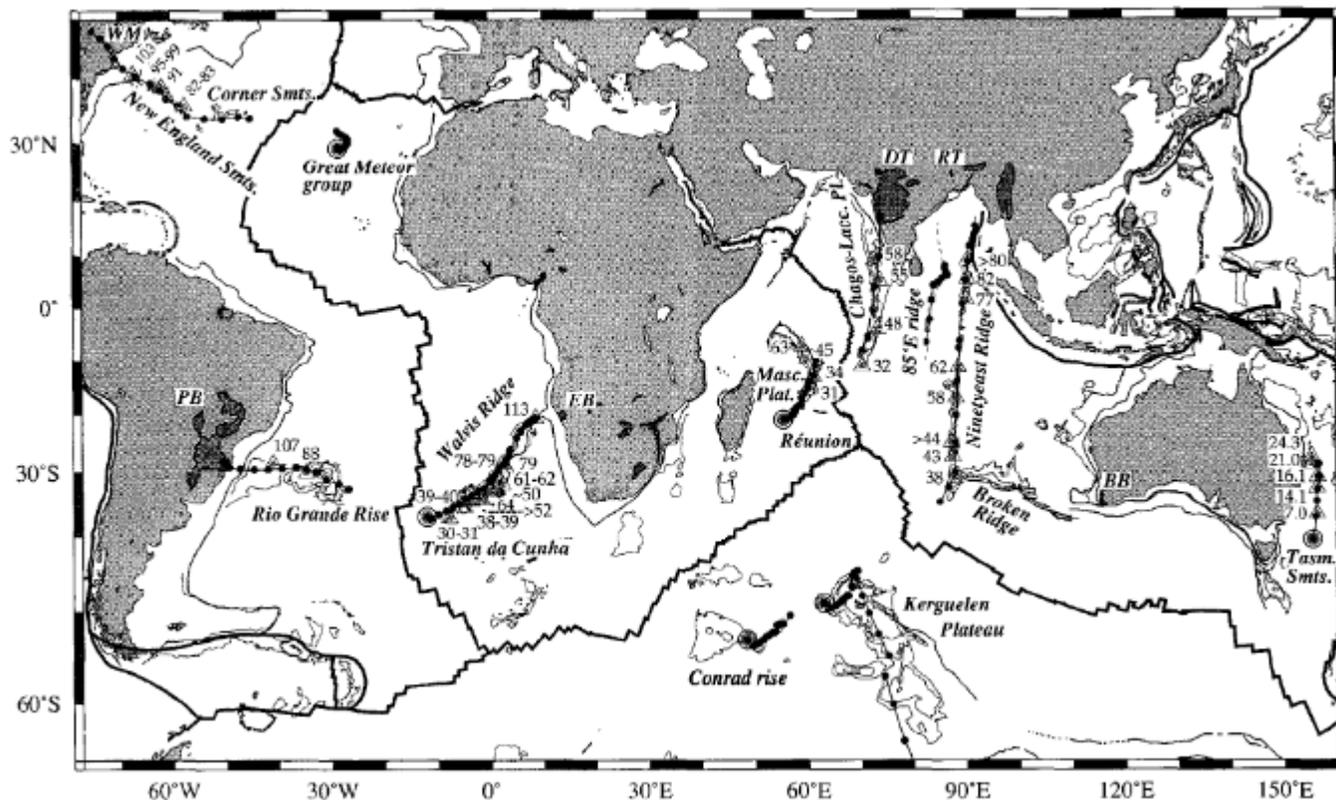


Figura 8. Principais faixas de pontos críticos nos oceanos Atlântico e Índico. Pontos sombreados marcam os locais atuais de pontos de acesso considerados presos no manto da Terra; faixas são pontilhadas em intervalos de 5 milhões de anos. Faixas no Atlântico revelam o movimento dos pratos da Terra longe das fronteiras das placas do meio do oceano, onde a lava do manto empurrando para cima está forçando as placas a se separarem. Pistas de corrida do norte do Oceano Índico e leste da Austrália registram o movimento da placa indiana da Pangéia em direção à Ásia de 180 a 200 milhões de anos atrás.

Fonte: Müller et al. Figure 1. *Geology* (March 1993).

dramática do surgimento de ilhas em uma ilha que já ultrapassa muitas em elevação e superfície. O fluxo de lava que se dirige lentamente para o mar esclarece um processo que expande pouco a pouco os limites da ilha e alarga sua fundação conforme novos fragmentos de basalto rolam seus declives submarinos.

Enquanto os rastros de pontos quentes são numerosos no oceano- talvez porque a crosta oceânica seja mais fina que a crosta continental - sua configuração e efeitos na população humana apontam para exemplos terrestres notáveis. Não estamos tão cientes desses porque a erosão destrói as chaminés e caldeiras em alguns milhões de anos. O ponto quente

mais dramático do planeta está sob o Parque Nacional de Yellowstone, no noroeste de Wyoming. Sua última erupção foi há mais de 600 mil anos; sua caldeira foi tão erodida nesse ínterim que não foi reconhecida até que fotografias aéreas e radares capazes de penetrar o solo expuseram seus contornos. Seus sinais hoje são as atrações turísticas dos gêiseres, chaminés de enxofre e vapores tóxicos, mas os terremotos ocasionais nos lembram da pressão subterrânea de um imenso bolsão de magma que pode romper nos próximos milhares de anos. Ainda mais erodidas e detectáveis apenas com avançado escaneamento aéreo são as sete caldeiras que traçam uma linha ao longo da Planície do Rio Snake, do sul de Idaho até a divisa com Oregon- um registro

geológico de 15 milhões de anos de movimento de placas sobre o ponto quente de Yellowstone.

Lava basáltica de movimento lento é típica de erupções de pontos quentes anos de fluxo de lava no Kilauea fornecem uma adequada ilustração. Em contraste a isso, vulcões de subducção próximos às margens das placas tectônicas - caso típico do famoso Círculo de Fogo ao redor do Pacífico - tendem a erupções explosivas como a explosão de 1981 que derrubou metade do pico do Monte Santa Helena e a erupção do vulcão Mayon nas Filipinas em Janeiro de 2018. Aqui a água que desce com o fundo do mar em subducção vira vapor nas profundezas, o que fornece combustível para vulcões terrestres como as dúzias que seguem paralelas à costa na Califórnia, em Oregon, em Washington e na Colúmbia Britânica. Contudo, apesar da ansiedade na Ilha Grande, alimentada por uma sucessão de fendas e uma atividade contínua nos últimos 35 anos, o Kilauea parece menos propenso a explodir e mais disposto a continuar expelindo quilômetros de rios de lava lenta.

Enquanto esse drama continua, um novo está sendo ensaiado no camarim. A 32 km da costa sudeste da Ilha Grande, uma nova pluma térmica está trabalhando, provavelmente uma ramificação da chaminé principal do ponto quente. Um novo monte submarino, Lo'ihī, está lentamente subindo pelo flanco do Mauna Loa, um predecessor do Kilauea e o maior vulcão em escudo do mundo. A evidência sugere que Lo'ihī será a próxima ilha havaiana. Seu início está estimado em 400 mil anos atrás; a elevação já atinge 3.750 m acima do fundo do mar enquanto seu topo permanece a 975 m abaixo do nível do mar. Ela cobre uma área alongada de chão marinho com 12 por 25 km de dimensões, o que lhe dá o nome de Lo'ihī (“longo”); está crescendo com 90% da lava ejetada que desce por seu declive, progressivamente aumentando sua base. No atual ritmo de crescimento, a previsão é de que alcance a superfície do oceano em aproximadamente 50 mil anos, tempo no qual a Ilha Grande terá se deslocado mais 4,8 km para noroeste. Se Lo'ihī continuar a

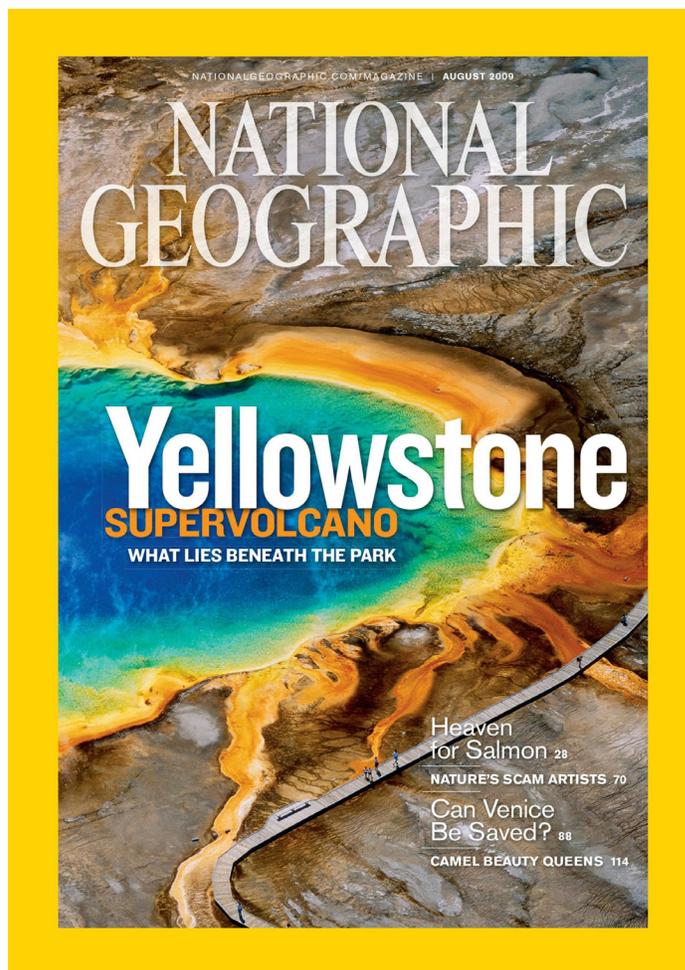


Figura 9. National Geographic Cover, Agosto de 2009. A conscientização do público sobre o supervulcão de Yellowstone remonta à imprensa popular e a vídeos como o episódio de Yellowstone na série History Channel, *How the Earth has made*, Primeira Temporada (2009).

aumentar de elevação e tamanho, poderá agregar um sétimo vulcão aos seis existentes na Ilha Grande, aumentando em muitos quilômetros sua área e costa.

Lo'ihī, que é o 107º vulcão no arquipélago do Havaí e do Imperador, foi tido primeiramente como um vulcão inativo, mas a atividade sísmica levou a seu reconhecimento como um monte submarino ativo em 1955. Por anos, foi estudado remotamente com câmeras submarinas e amostras extraídas de seu topo. O intervalo de tempo até a primeira descida a seu

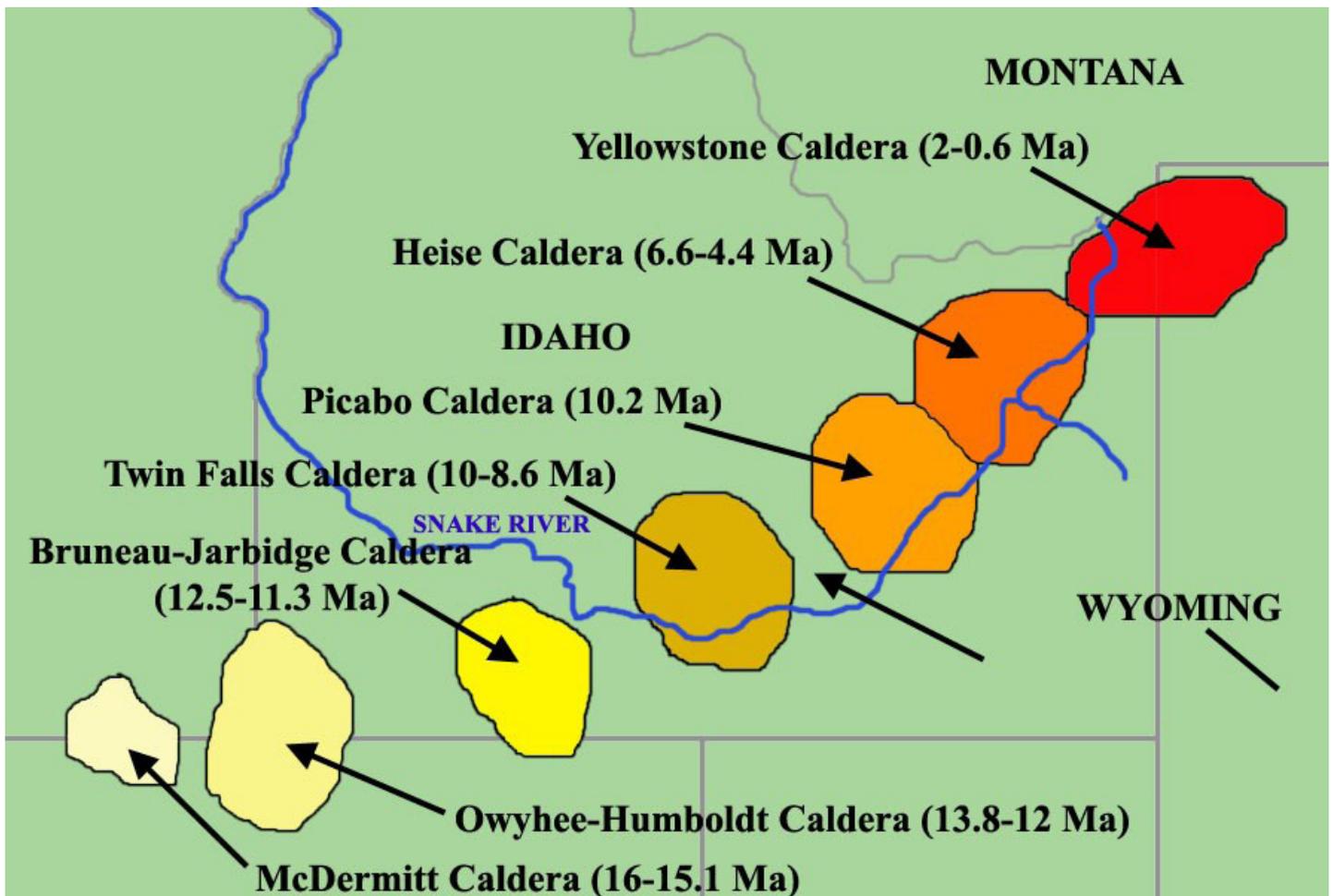


Figura 10. A trilha Hotspot do Snake River. Do Parque Nacional de Yellowstone, no canto noroeste de Wyoming, um movimento sudoeste da placa norte-americana sobre um ponto fixo (agora sob a Caldeira de Yellowstone) gerou uma linha de caldeiras pesadamente erodidas através da Planície do Rio Snake no sul de Idaho. O namoro indica erupções do McDermitt Caldera há 16 milhões de anos na fronteira entre Oregon e Nevada e o mais recente sob a Caldeira de Yellowstone há 600 mil anos.

Source: Diagram sketched from Branney (2007), Fig. 1.

cume em 1987 oferece um indicativo das dificuldades em explorar profundezas oceânicas: nos 23 anos entre as datas, já havíamos posto pessoas no espaço, feito 7 pousos na lua e colocado 14 ônibus espaciais em órbita.

A lava expelida debaixo d'água esfria rapidamente, quebrando-se em pedregulhos e fragmentos irregulares conhecidos como tálus, não muito diferentes do material acumulado na base de uma encosta rochosa erodida. Os declives do Lo'ihī são

majoritariamente construídos nessas bases, o resultado são os constantes deslizamentos detectados pelos sismógrafos. Terremotos são frequentes, instrumentos registram deslizamentos regularmente. Desde que os registros começaram em 1959, uma média de dois a dez terremotos por mês ocorreu perto do topo. Em 1996, sismógrafos registraram um total de 4.070 terremotos em um período de três semanas, um recorde para qualquer vulcão havaiano. O resultado foram mudanças substanciais: uma cratera de 1 km de diâmetro e 300 m de profundidade se formou no meio

dos detritos, juntamente com o colapso da “Chaminé de Pele” - nomeada em honra à deusa havaiana dos vulcões - que era tida como estável. A cratera foi então renomeada como “Poço de Pele”

As condições ao redor das chaminés no topo de Lo’ihi são tóxicas. A temperatura da água fica em média a 90° Celsius (196° Fahrenheit), as temperaturas de suas ejeções chegaram a 250° Celsius. Não há oxigênio na água; os níveis de dióxido de carbono e de compostos de ferro são altos. O monte submarino é caracterizado por numerosas chaminés hidrotermais, tanto no topo quanto nos flancos, ao redor das quais micróbios não oxidantes prosperam. Elas se parecem com comunidades microbióticas ao redor das fumarolas negras ao longo das dorsais oceânicas agora consideradas como a provável localização das primeiras formas de vida. Mais ao longo dos flancos,

onde a toxicidade é mínima, várias espécies de invertebrados e peixes foram catalogadas.

Uma apresentação das origens do Havai em um curso de Macro História oferece uma incisiva introdução sobre a tectônica de placas, os pontos quentes e sua presença no mundo inteiro, juntamente com a exploração de uma das mais ricas regiões da Terra. O vídeo *Wild Hawaii* oferece uma investigação espetacular tanto das ilhas quanto do mundo dos montes submarinos. O reconhecimento da importância dos montes submarinos é evidente na criação de um parque dedicado a eles pelo presidente George W. Bush, parque que foi expandido em 800.000 km² pelo presidente Barack Obama, constituindo uma das maiores reservas submarinas do planeta.

A menção à Chaminé de Pele e ao Poço de Pele

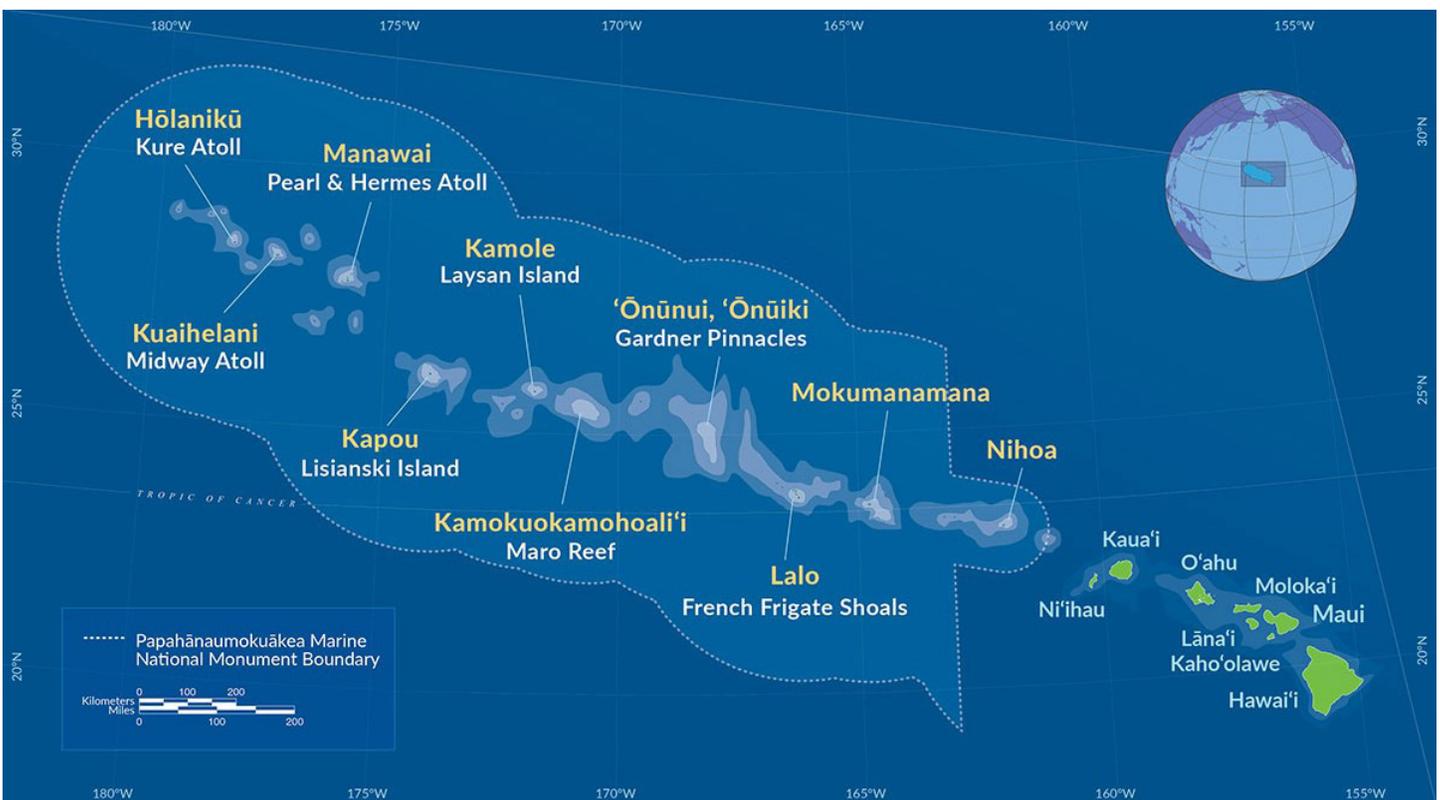


Figura 11. Papahānaumokuākea. Este Monumento Nacional Marinho, criado pelo presidente George W. Bush e ampliado pelo presidente Barack Obama, se estende pelo extremo oeste de Ko Hawai'i Pae Āina (o arquipélago havaiano).

introduz outra dimensão da história havaiana. Os migrantes colonizadores que vieram das ilhas do Sul e chegaram nas ilhas havaianas entre 1.500 e 1.200 anos atrás importaram uma mitologia que evoluiu com seu novo ambiente. Em uma surpreendente correlação entre o real e o imaginário, diz-se que Pele assentou-se primeiro em Ni'ihau, a mais antiga das ilhas havaianas, depois migrou para o sudeste, para a mais nova das ilhas, a Ilha Grande, onde ela reside atualmente. Parece que ela sempre esteve presente onde as ilhas vulcânicas estavam sendo criadas. Mas, enquanto Pele é considerada como residente nas chaminés do Monte Kilauea, a Chaminé de Pele, que entrou em colapso e transformou-se no Poço de Pele, sugere que ela talvez faça visitas periódicas ao Lo'ihī.

Na minha versão da Macro História - na disciplina de Narrativas Cóslicas da Universidade de Houston - eu me refiro às histórias míticas como “narrativas cósmicas arcaicas”, o que define a mudança de narrativas de origem pré-científicas para as narrativas de origem científicas como uma evolução e não uma negação. A mitologia que cerca Pele é facilmente descoberta na obra de Martha Warren Beckwith, *Mitologia Havaiana* (1982) mas é dramaticamente ilustrada pelo artista havaiano Herb Kawanui Kane em *Pele: Deusa dos Vulcões do Havaí* (1987). O livro de Kane encontra-se esgotado, embora meus alunos sejam capazes de encontrá-lo em sebos ou na biblioteca da Universidade de Houston.

As pinturas de Kane capturam, como nenhuma outra, a união entre a geologia e a narrativa mítica; os originais, agora vistos como as obras de arte mais importantes do Havaí, estão guardadas no Bishop Museum, em Honolulu; sete das pinturas de Kane, encomendadas pela National Geographic, sem dúvida resultado da recente incorporação do Havaí como o mais novo estado americano apareceram na edição de dezembro de 1974.

Como um colecionador de estátuas de deuses e deusas encontradas na China, na Malásia, em Singapura e na Tailândia, eu estava interessado em localizar uma escultura de Pele. Ao falar com diversos

residentes e lojistas em Honolulu, descobri que estátuas da deusa parecem não existir: na verdade, fui informado que a própria Pele ficaria irritada se alguém tentasse criar tal artefato. O que apareceu nas conversas foram narrativas pessoais com um tema comum, a influência vingativa de Pele sobre aqueles que a ofenderam. Turistas que levaram pedaços de lava do Havaí frequentemente foram vítimas de má sorte, mesmo de alguns desastres pessoais. Avisados por residentes locais que Pele buscaria vingança por esse saque a seu território, não era incomum para antigos turistas enviarem de volta seus souvenirs vulcânicos na esperança de fazer as pazes com Pele e restaurar a normalidade de suas vidas.

Em retrospectiva, talvez eu esteja melhor sem uma estátua de Pele.



Figure 12. Pele Rejoicing. A painting by Hawaiian artist Wallace Kong captures Pele as the benign goddess of the Hawaiian land and people, unperturbed by the background of an eruption-lit sky and towering volcanic dust clouds.

Image used by permission.

Acknowledgements

Sempre que possível, mapas e imagens são de agências de notícias de acesso aberto ou sites do governo. A imagem protegida por direitos autorais de Wallace Kong, Pele Rejoicing (Fig. 12), é usada com permissão. Um agradecimento especial deve-se à ologista-geóloga Olga Garcia-Moreno por uma leitura perceptiva, referências úteis e edição cuidadosa. Toda tentativa foi feita para localizar as primeiras fontes de direitos autorais para ilustrações, mapas e outras imagens.

References

- Achenbach, Joel. 2009. "When Yellowstone Explodes." *National Geographic* 216 (2), August, 56-68.
- Alvarez, Walter. 2017. *A Most Improbable Journey: A Big History of Our Planet and Ourselves*. New York: W. W. Norton.
- Babb, Ivar. 2005. "The New England Seamounts". *National Oceanic and Atmospheric Administration*. U.S. Department of Commerce.
- Barnett, Cynthia (August 26, 2016). "Hawaii Is Now Home to an Ocean Reserve Twice the Size of Texas." *National Geographic*. <http://news.nationalgeographic.com/2016/08/obama-creates-world-s-largest-park-off-hawaii.html>
- Beckwith, Martha Warren. 1982. *Hawaiian Mythology*. Honolulu: University of Hawaii Press.
- Branney, M. J., and Graham Douglas Michael Andrews. 2008. "'Snake River (SR)-type' Volcanism at the Yellowstone Hotspot Track: Distinctive Products from Unusual, High-temperature Silicic Super-eruptions." *Bulletin of Volcanology* 70:3, 293-314.
- Brown, Cynthia Stokes. 2007. *Big History: From the Big Bang to the Present*. New York: The New Press.
- Calder, Nigel. 1983. *Timescale: An Atlas of the Fourth Dimensions*. New York: Viking.
- Christian, David. 2004. *Maps of Time: An Introduction to Big History*. Berkeley: University of California Press.
- Christian, David. 2018. *Origin Story: A Big History of Everything*. New York: Little, Brown and Company.
- Christian, David, Cynthia Stokes Bown, Cynthia Stokes, Craig Benjamin. 2014. *Big History: Between Nothing and Everything*. New York: McGraw Hill.
- Cloud, Preston. 1978. *Cosmos, Earth, and Man*. New Haven: Yale University Press.
- Dana, James Dwight. 1891. *Characteristics of Volcanoes, With Contributions of Facts and Principles from the Hawaiian Islands*. Palala Press. 2018.
- Dietz, Robert S. 1961. "Continent and Ocean Basin Evolution by Spreading of the Sea Floor." *Nature* 190 (4779): 854-857.
- Garcia-Moreno, Olga, et al. 2017. "A Little Big History of Iberian Gold: How Earth processes concentrated the precious metal that played a critical role in the history of Spain and Portugal." *Journal of Big History* 1:1 40-58.
- Gilbert, J. S. and R. S. J. Sparks. 1998. *The Physics of Explosive Volcanic Eruptions*. New York: Geological Society.
- Grigg, Richard W. 1988. "Paleoceanography of Coral Reefs in the Hawaiian-Emperor Chain." *Science* 240, No. 4860, 1737-1743.
- Grigg, Richard W. et al. 2008. "Biology of Coral Reefs in the Northwestern Hawaiian Islands." *Coral Reefs of the USA* 1. 573-594
- Grigg, Richard W. 2014. *In the Beginning: Archipelago: The Origin and Discovery of the Hawaiian Islands*. Waipahu, Hawaii: Island Heritage.
- Hess, Harry H. 1962. "The History of Ocean Basins." *Petrological Studies: A Volume to Honor A. F. Buddington*. Princeton: Princeton University Press. 599-620.
- History Channel. 2009. Yellowstone [DVD]. *How the Earth Was Made* [First season]. A & E Television Networks.

- Kane, Herb Kawainui. 1987. *Pele: Goddess of Hawaii's Volcanoes*. Captain Cook, Hawaii: The Kawainui Press.
- MacDonald, Gordon A. and Agatin T. Abbott. 1970. *Volcanoes in the Sea: The Geology of Hawai'i*. Honolulu: University of Hawaii Press.
- McMurtry, G. M. *et al.* 1987. "Chemistry and Microbiology of Loihi Seamount Hydrothermal Vent fields." *EOS, Transactions of the American Geophysical Union* 68: 1553.
- Morgan, W. Jason. 1968. "Rises, Trenches, Great Faults, and Crustal locks." *Journal of Geophysical Research* 73, No. 6, 1959-1982.
- Morgan, W. J. 5 March 1971. "Convection Plumes in the Lower Mantle." *Nature*. 230 (5288): 42-43.
- Morgan, W. Jason. 1972. "Deep Mantle Convection Plumes and Plate Motions." *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 56, No. 2: 203-213.
- Müller, Dietmar, *et al.* 1993. "Revised Plate Motions Relative to Hotspots for Combined Atlantic and Indian Ocean Hotspot Tracks." *Geology* 16: 275-278.
- National Geographic. 2014. *Wild Hawaii: Land of Fire and Secrets from the Deep* [Video]. Washington: NGC Networks, LLC.
- Norton, I. O. 1995. "Plate motions in the North Pacific: the 43 Ma Nonevent." *Tectonics* 14, 1080-1094.
- O'Meara, Donna. 2008. *Volcano: Spectacular Images of a World on Fire*. Buffalo, NY: Firefly Books
- Playfair, John. 1963 [1802]. *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*. New York: Dover.
- Proclamation 9496. 2016. *Northeast Canyons and Seamounts Marine National Monument*. U.S. Government: Federal Register. 65159-65167.
- Scheirer, Dan. 2005. *A Hundred-Million Year History of the Corner Rise and New England Seamounts*. U.S.: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). https://oceanexplorer.noaa.gov/explorations/05stepstones/background/geologic_history/geologic_history.html. Accessed: 19 September 2018.
- Smith, R. B. and J. R. Pelton. 1979. "Recent crustal uplift in Yellowstone National Park." *Science* 206, 1179-1182.
- Spier, Fred. 1996. *The Structure of Big History*. Amsterdam: Amsterdam University Press.
- Stein, S., W. A. Okal. 1974. "Seismicity and Tectonics of the Ninetyeast Ridge Area: Evidence for Internal Deformation of the Indian Plate." *Journal of Geophysical Research* 83 (B5): 2233.
- Swimme, Brian, and Thomas Berry. 1992. *The Universe Story: From the Primordial Flaring Forth to the Ecozoic Era—A Celebration of the Unfolding of the Cosmos*. San Francisco: Harper.
- Torsvik, Trond H., *et al.* 2017. "Pacific plate motion change caused the Hawaiian-Emperor Bend." *Nature Communications* 8, (June). Article number: 15660
- Varez, Dietrich, and Pua Kanaka'ole Kanahale. 1991. *Pele: The Fire Goddess*. Honolulu: Bioshop Museum Press.
- Verzhbitsky, E. V. 2003. "Geothermal Regime and Genesis of the Ninety-East and Chagos-Laccadive Ridges." *Journal of Geodynamics*, Vol. 35, Issue 3, 289-302.
- Wegener, Alfred. 1915. *The Origin of Continents and Oceans*. New York: Dover, 2011.
- Weis, D. *et al.* 1993. "The Influence of Mantle Plumes in Generation of Indian Oceanic Crust." *Geophysical Monograph*. 70: 57-89.
- Wilson, John Tuzo, 1963a. "Evidence from Islands on the Spreading of Seafloors." *Nature* 197 (4837), 536-538.
- Wilson, John Tuzo. 1963b. "A Possible Origin of the Hawaiian Islands." *Canadian Journal of Physics* 41 (6): 863-870.

Endnotes

- 1 Agência Federal de Gestão de Emergências (Federal Emergency Management Agency no original em inglês) – órgão norte-americano responsável por organizar a resposta a desastres naturais
- 2 No original, 3.600 milhas. Todas as unidades relevantes foram convertidas para o Sistema Internacional de Medidas.
- 3 Geodetic Survey é uma agência federal norte-americana responsável pelo mapeamento das coordenadas dos EUA. Desde 1970 faz parte do Departamento de Comércio dos EUA.

