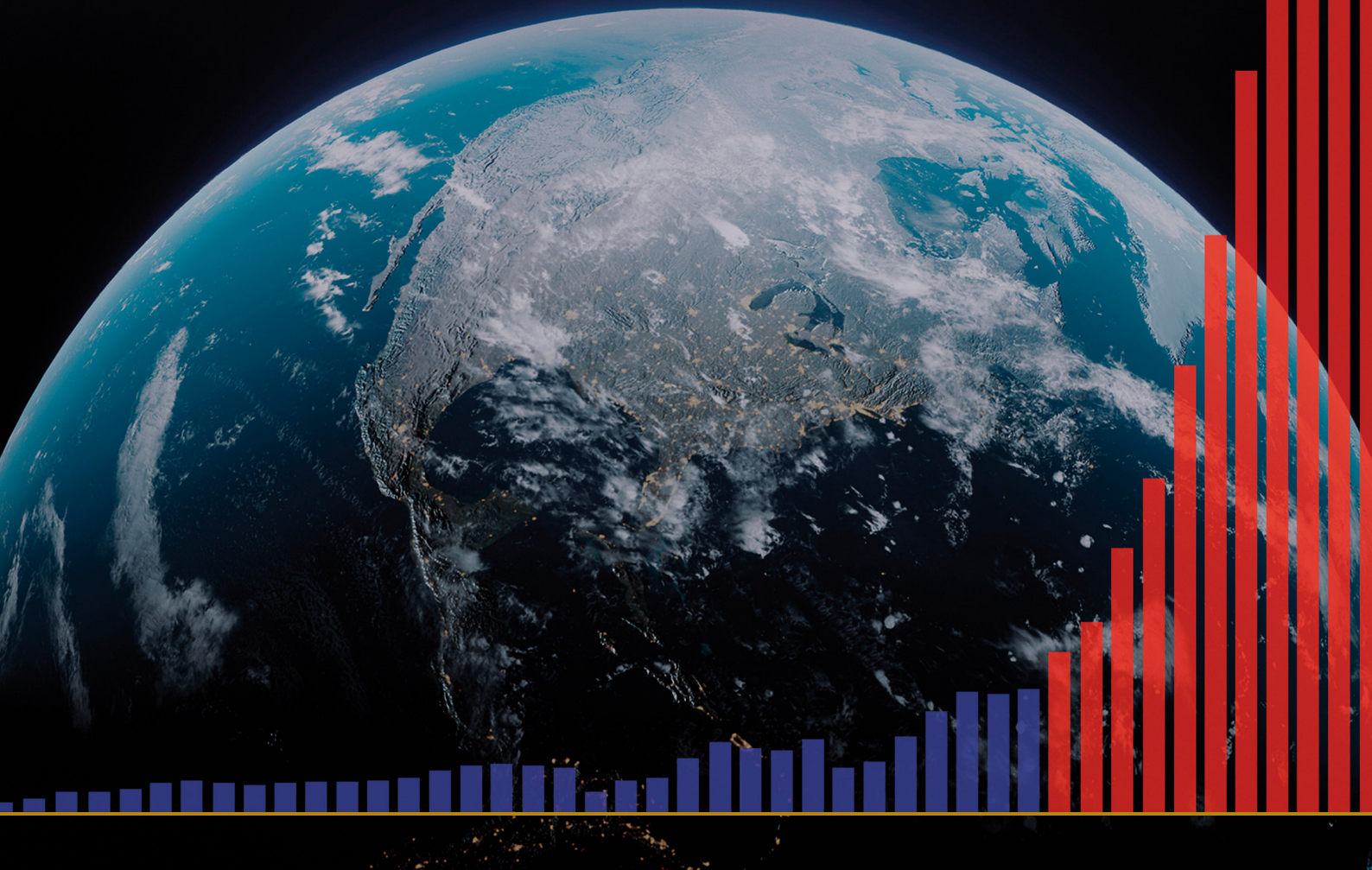


# SOBRE A EVOLUÇÃO

DAS CATÁSTROFES CLIMÁTICAS NA  
TERRA E AS SUAS CONSEQUÊNCIAS  
CATASTRÓFICAS



# **SOBRE A EVOLUÇÃO**

---

## **DAS CATÁSTROFES CLIMÁTICAS NA TERRA E AS SUAS CONSEQUÊNCIAS CATASTRÓFICAS**

Relatório

# CONTEÚDO

---

<b>Parte 1. Crescimento Exponencial de Desastres Naturais</b> .....	4
Aumento da atividade sísmica.....	5
Aumento de terremotos de foco profundo.....	10
Ativação de Vulcões.....	12
Intensificação de furacões, tempestades e tornados.....	20
Aumento do número de inundações e secas.....	25
Aumento do número de incêndios florestais.....	27
Aquecimento Mundial dos Oceanos.....	30
Derretimento glacial anômalo na Antártica e na Groenlândia.....	35
Aquecimento das camadas inferiores da atmosfera.....	42
Mudanças nas camadas superiores da atmosfera.....	44
<b>Parte 2. Causas da Catástrofe Global</b> .....	46
Mudanças em escala planetária em 1995.....	48
Deslocamento do núcleo da Terra em 1998.....	52
Interconexões entre processos geodinâmicos e climáticos.....	55
Mudanças em outros planetas do Sistema Solar.....	57
Processos astronômicos e sua ciclicidade.....	68
Aquecimento anormal da Sibéria.....	71
O Ciclo Atual do Planeta Terra.....	73
Modelagem Tectonofísica e Matemática do Ponto Sem Retorno Projetado em 2036.....	77
<b>Parte 3. A solução é possível</b> .....	80
Restauração Oceânica.....	81
<b>Conclusões</b> .....	84
<b>Apêndice 1</b> .....	85
<b>Referências</b> .....	87

## Parte 1

# CRESCIMENTO EXPONENCIAL DAS CATÁSTROFES NATURAIS

De acordo com investigações científicas mais recentes, há a probabilidade de que, em 2036, a viabilidade da existência de biosfera no planeta Terra esteja, de fato, seriamente ameaçada. Essa hipótese se baseia em modelos matemáticos rigorosos e em dados objetivos que indicam uma possível situação extrema atual para a existência de nosso planeta. O fator antropogênico - atividades humanas que conduzem a um aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera - desempenha um papel significativo nas alterações climáticas. Para além do impacto antropogênico, existem outros fatores, muitas vezes subestimados, que influenciam significativamente na dinâmica das alterações climáticas. Dentre esses fatores estão relacionados os ciclos naturais da geodinâmica, bem como os processos astronômicos, incluindo a atividade solar e as variações orbitais da Terra. Estes fatores desempenham um papel fundamental nos ciclos climáticos de longo prazo e podem amplificar ou atenuar o impacto antropogênico no sistema da dinâmica de eventos naturais no planeta Terra.

Nos últimos anos, estamos testemunhando uma acelerada intensificação nos registros do número de catástrofes climáticas em todo o planeta. A dinâmica desse processo global se caracteriza por um padrão geral de crescimento exponencial. Os cataclismos estão ocorrendo subitamente e em locais onde nunca aconteceram antes, causando danos maciços e muitas perdas de vidas humanas. No passado, também já foram registradas

catástrofes climáticas e geofísicas até mesmo de maiores dimensões do que as que temos presenciado ao longo dos últimos dez anos, mas foram acontecimentos muito pontuais e isolados. Atualmente, as catástrofes naturais apresentam uma tendência padrão de aumento constante, uma natureza síncrona e um impacto geográfico crescente.

Este relatório apresenta uma análise da progressão das crescentes alterações climáticas e geodinâmicas na Terra nos últimos 30 anos, bem como a sua relação com fatores antropogênicos adicionais que agravam significativamente a situação climática no planeta. O relatório apresenta também a previsão de um crescimento exponencial na ocorrência de cataclismos, indicando uma elevada vulnerabilidade dos Estados Unidos da América e da Federação Russa, bem como de todo o planeta, ao número crescente e à força dessas catástrofes naturais extremas. Toda a análise apresentada baseia-se em dados científicos disponíveis publicamente.

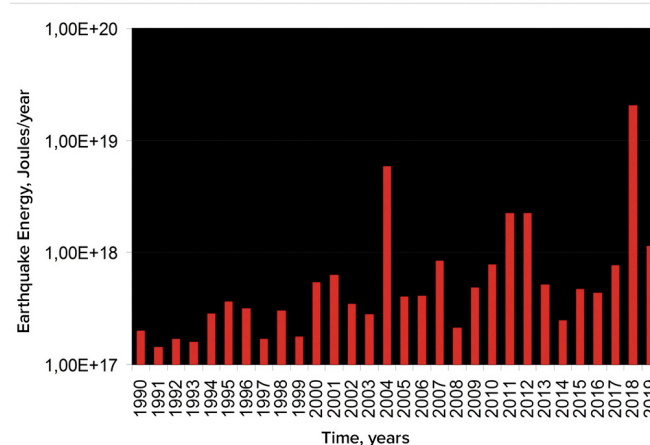
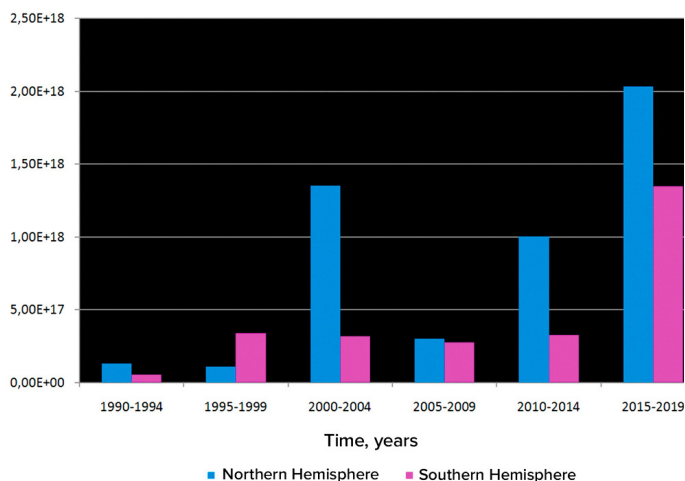
Antes de aprofundar em detalhes as influências dos atuais fatores antropogênicos, é necessária uma análise exaustiva das alterações geodinâmicas que afetam a litosfera, a hidrosfera, a atmosfera e a magnetosfera do nosso planeta. Abordar o assunto por esse caminho não só delinear o quadro geral das atuais alterações climáticas, como também determinará com precisão a forma como as atividades humanas afetam esses processos complexos e inter-relacionados.

## Aumento da atividade sísmica

O planeta Terra está registrando um aumento anormal da atividade sísmica global: a magnitude, a frequência e a liberação de energia dos sismos estão aumentando. Essa tendência global é verificada tanto nos continentes quanto

no fundo dos oceanos.

De acordo com os dados do Centro Sismológico Internacional (ISC), está ocorrendo um aumento consistente da energia dos sismos em todo o planeta desde 1990 (Figura 1).



**Figura 1**

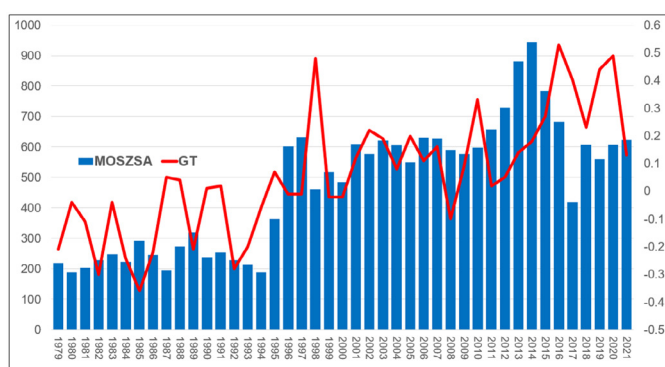
Os gráficos representam a energia sísmica de 1990 a 2019, com base nos dados do ISC. O autor dos gráficos é o Dr. A. Yu. Reteyum, professor da Faculdade de Geografia da Universidade Estatal Lomonosov de Moscou, 2020.

Fonte dos gráficos: <https://regnum.ru/article/3101660>, <https://regnum.ru/article/2913426>

Arthur Viterito, professor da Universidade de Maryland, observou um aumento do número de terremotos no fundo do oceano ao longo das áreas de propagação do médio oceano desde 1995<sup>1</sup> (Figura 2). Além disso, com um coeficiente de correlação de 0,7 este gráfico corresponde ao aumento das temperaturas globais, com um atraso

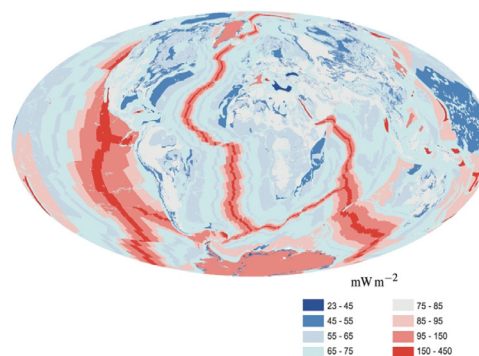
de dois anos relativo a essas temperaturas.

A atividade sísmica e vulcânica ao longo das áreas de propagação do médio oceano conduz a um aumento das taxas de emissão de fontes hidrotermais e ao aquecimento da água oceanica, o que, por sua vez, desencadeia a liberação de gases de efeito estufa e o aquecimento da atmosfera.



**Figura 2**

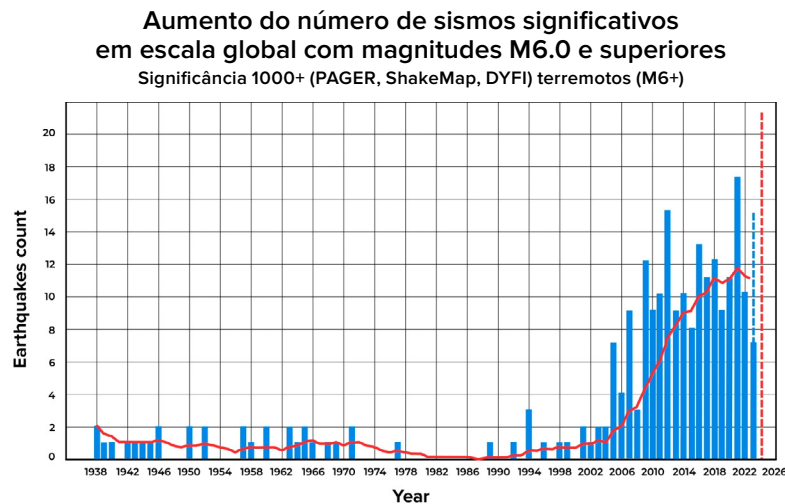
O aumento simultâneo do número de sismos no fundo do oceano com magnitudes de 4-6 e temperaturas atmosféricas globais. Viterito, A. (2022) 1995: An Important Inflection Point in Recent Geophysical History. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271> O mapa mostra o aquecimento geotérmico das cristas meso-oceânicas, Davies & Davies, 2010.



<sup>1</sup>Viterito, A. (2022). 1995: Um importante ponto de inflexão na história geofísica recente. *Revista Internacional de Ciências Ambientais e Recursos Naturais*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>

No período atual, em contraste com os dados históricos, observa-se um aumento exponencial sem precedentes na frequência de terremotos significativos. A análise de dados do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) indica

que, antes da década de 2000, havia apenas um ou dois terremotos destrutivos com uma magnitude de 6 e superior por ano, enquanto atualmente, esse número aumentou oito vezes (Figura 3).



**Figura 3**

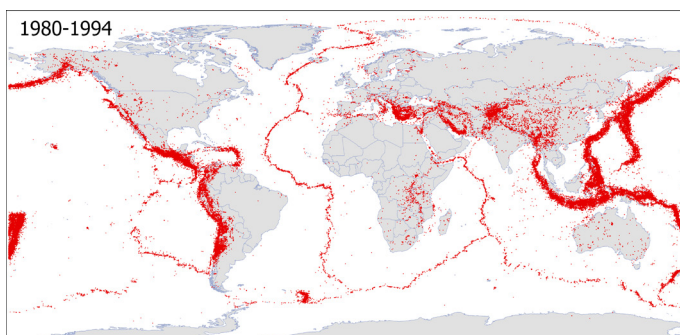
O número de terremotos significativos iguais ou acima de M6 em escala global. A seleção dos sismos foi efetuada com base em um critério de significância de 1.000+, considerando a magnitude, intensidade, perceptibilidade e danos para identificar eventos com consequências significativas, excluindo casos menores e insignificantes.

Fonte de dados: Serviço Geológico dos EUA (USGS)

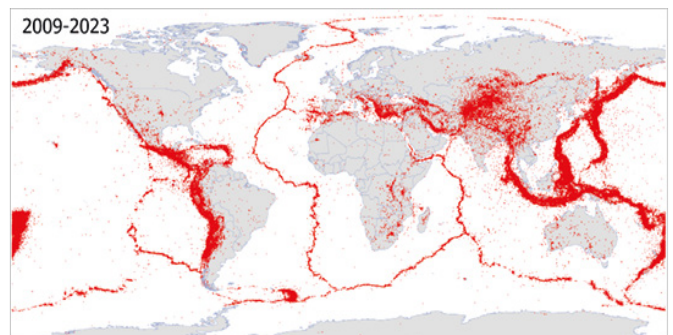
O número de sismos está aumentando em regiões onde anteriormente eram registradas baixas atividades sísmicas. Os mapas apresentados na Figura 4 demonstram claramente a expansão da cobertura geográfica

dos fenômenos sísmicos - esses eventos ultrapassam agora os limites das placas litosféricas e ocorrem em plataformas estáveis.

**Sismos M4+ em escala global durante 1980-1994**



**Sismos M4+ em escala global durante 2009-2023**



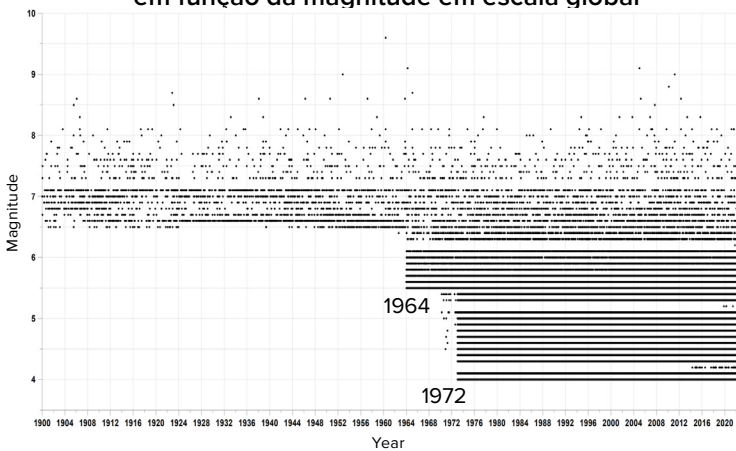
**Figura 4**

O mapa apresenta todos os sismos com uma magnitude de 4,0 ou superior para dois períodos de tempo idênticos: 1980-1994 e 2009-2023. Os mapas foram criados considerando todos os sismos únicos registrados em bases de dados sísmicas como IRIS, ISC, USGS, EMCS e VolcanoDiscovery.

Algumas pessoas acreditam que o aumento no registro do número de sismos estivesse relacionado à ampliação da rede de sensores sísmicos e da capacidade técnica de registrá-los e não a um aumento efetivo do número desses eventos naturais. De fato, ao longo do tempo, o número e a sensibilidade dos sensores sísmicos se expandiram. No entanto, isto apenas gerou registros mais detalhados de sismos de pequena magnitude que anteriormente passavam

despercebidos. De fato, mesmo desde os anos 70, já existiam sensores sísmicos suficientes para registrar todos os terremotos com uma magnitude de 4.0 ou superior (ver Figura 5). Por conseguinte, a tendência observada de aumento no número de sismos desde 1995 não se deve a avanços tecnológicos, mas reflete mudanças reais na dinâmica natural. Durante os últimos 25 anos, a atividade sísmica aumentou efetivamente de forma dramática e continua aumentando.

**Gráfico da densidade de eventos sísmicos em função da magnitude em escala global**



**Figura 5**

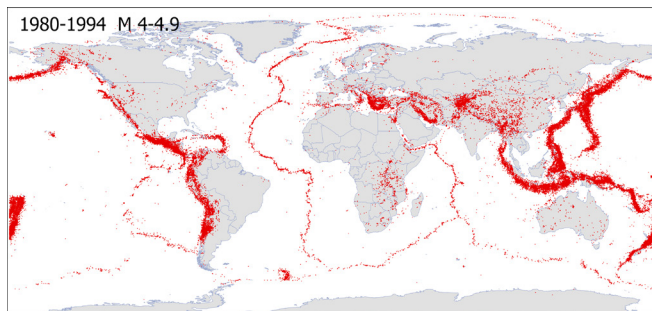
Os pontos pretos no gráfico representam terremotos de magnitude variável em anos diferentes. Antes de 1964, apenas eram registrados os sismos com uma magnitude de 6,5 e superior. Desde 1964 (com a instalação de detectores mais sensíveis), sismos de magnitude 5,5 e superiores têm sido registrados. Desde 1972, os sismos de magnitude de magnitude igual ou superior a 4,0 já eram registrados, independentemente da sua localização.

O mapa na Figura 6 mostra a distribuição espacial dos terremotos com magnitude de 4.0-4.9 que ocorreram em diferentes regiões da Terra. Estes mapas representam todos os terremotos únicos registrados nas bases de dados sísmicas de IRIS, ISC, USGS, EMCS, e VolcanoDiscovery. O mapa mostra que os eventos sísmicos com uma magnitude de

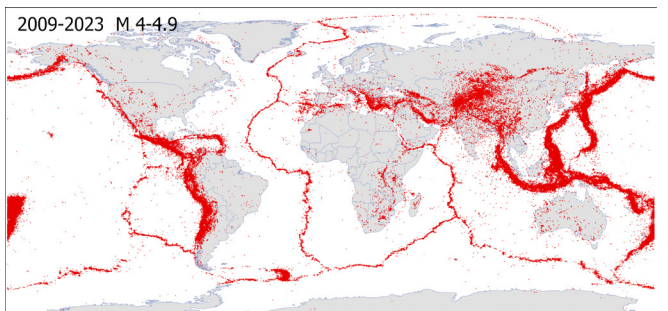
4,0-4,9 já eram registrados em todo o mundo antes de 1995, indicando a presença de sensores sísmicos nestas áreas.

Desde 1995, tem-se observado um aumento do número e da área de regiões com elevada atividade sísmica, bem como o aparecimento de novas regiões com um número significativo de sismos.

**Terremotos M4.0-4.9 em todo o mundo durante 1980-1994**



**Terremotos M4.0-4.9 em escala global durante 2009-2023**



**Figura 6**

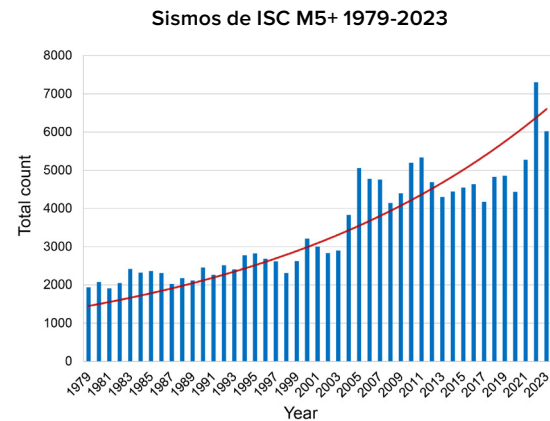
Terremotos com magnitude de 4,0-4,9 em todo o mundo para 1980-1994 e 2009-2023. Estes mapas representam todos os sismos únicos registrados nas bases de dados sísmicas do IRIS, ISC, USGS, EMCS e VolcanoDiscovery.

O aumento do número de sismos de magnitude igual ou superior a 5,0 reflete-se também no gráfico que representa o número de eventos sísmicos de acordo com a Agência Internacional de Sismologia.

Base de dados do Centro Sismológico (Figura 7).

**Figura 7**

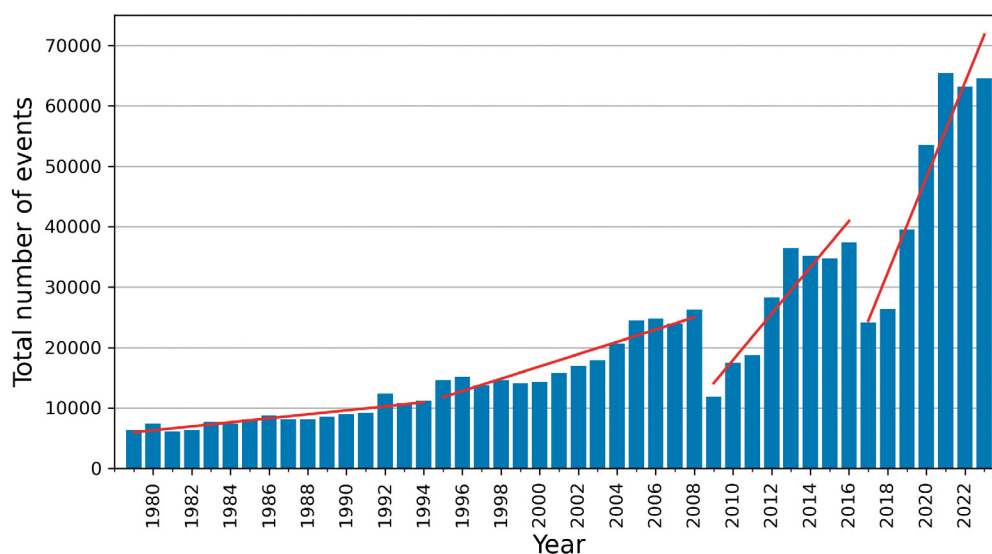
Sismos com uma magnitude de 5,0 e superior a 5,0 de acordo com a base de dados do ISC. O aumento significativo do número de sismos em 1995 é claramente visível.



De acordo com o banco de dados VolcanoDiscovery (<https://www.volcanodiscovery.com>), na década de 1980, ocorreram cerca de 10.000 terremotos com magnitude 3,0 ou superior a cada ano. No entanto, a partir de 2021, ocorreram mais de 60.000 sismos dessa magnitude anualmente (ver Figura 8). Notavelmente, esta base de dados inclui um conjunto significativo de eventos sísmicos não presentes em outras bases de dados.

O aumento do número de sismos de pequena magnitude sugere que o número de sismos de grande magnitude irá provavelmente aumentar no futuro, de acordo com a Lei de Gutenberg-Richter. Esta lei exprime uma relação logarítmica entre o número de sismos e a sua magnitude, ou seja, se o número de sismos de pequena magnitude aumentar, espera-se que o número de sismos de grande magnitude também aumente.

**Terremotos M3-M9 em todo o mundo durante 1979-2023**



**Figura 8**

O gráfico mostra o aumento no número de terremotos com magnitude 3,0 ou superior em todo o mundo, com base em dados do banco de dados sismológico VolcanoDiscovery. O gráfico ilustra uma tendência exponencial.



É importante notar que nenhuma base de dados sísmica global pode fornecer uma representação completa e precisa da atividade sísmica em todo o mundo devido às suas diferenças nos aspectos técnicos, científicos e práticos das suas operações. A Figura 9 apresenta um gráfico do número de terremotos com magnitude de pelo menos 3,0 registrados por vários serviços sismológicos internacionais desde 1979.

Ao comparar todos os eventos apresentados nestas bases de dados sísmicas, torna-se evidente que, desde 2014, os conjuntos de eventos sísmicos começaram a diferir não só em quantidade (ver

Figura 9), mas também em singularidade (ver Figura 10). Isso significa que existem eventos que estão presentes em um ou mais bancos de dados, mas estão ausentes em outros. Embora os conjuntos de dados do terremoto devam refletir a mesma realidade.

Para obter um quadro mais abrangente e objetivo da atividade sísmica em escala global, é essencial comparar e conciliar dados de diferentes fontes, tendo em conta as suas peculiaridades e limitações.

Comparação do número de terremotos M3+ de 1979 a 2022 com base em dados de vários bancos de dados sísmicos

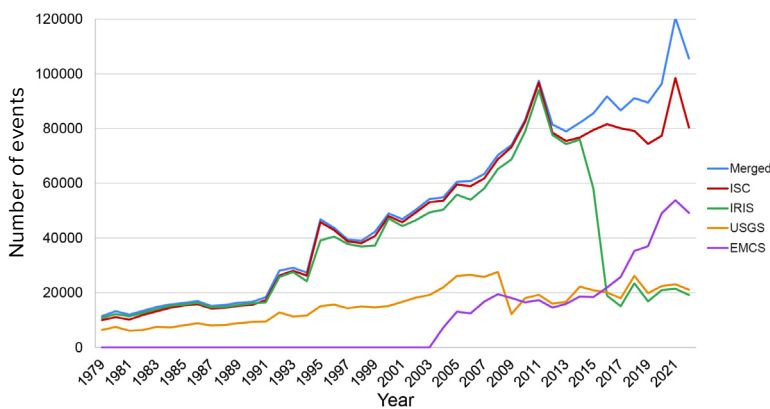
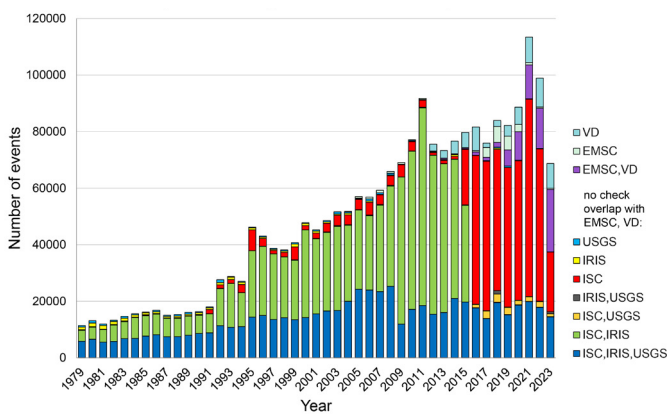


Figura 9

O gráfico mostra o número de terremotos com magnitude de pelo menos 3,0 registrados por vários serviços sismológicos internacionais durante um período específico. A curva azul representa a soma de todos os eventos únicos coletados de cada banco de dados. A metodologia de seleção está detalhada no Anexo 1.

Número de eventos sísmicos únicos M3+ durante 1979-2023 relatados apenas pelos indicados agências



Número de eventos sísmicos únicos M4+ durante 1979-2023 relatados apenas pelas agências indicadas

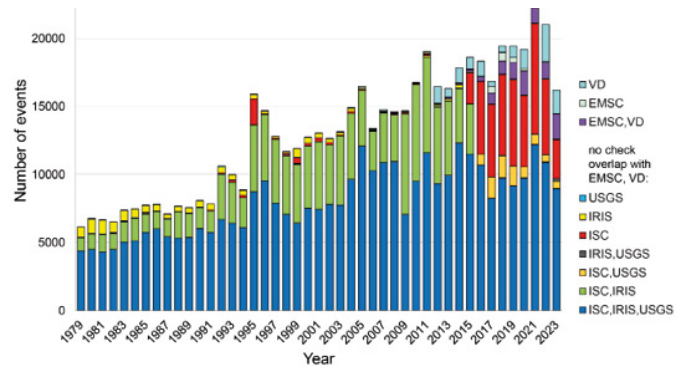


Figura 10

Gráficos que representam o número de eventos sísmicos únicos com magnitude igual ou superior a 3,0 (esquerda) e com magnitude igual ou superior a 4,0 (direita) presentes simultaneamente apenas nos serviços sísmicos especificados de 1979 a 2023.

## Aumento de terremotos de foco profundo

Terremotos de foco profundo são eventos sísmicos que ocorrem em profundidades abaixo de 300 km e, em alguns casos, atingindo profundidades de até 750 km abaixo da superfície na Terra. Terremotos de foco profundo ocorrem sob condições de alta pressão e temperatura, onde se espera que o material do manto se deforme mais plasticamente por estar mais fundido em vez de ser quebradiço e, portanto, não deveria gerar terremotos. No entanto, tais eventos são registrados regularmente e os mecanismos de sua ocorrência continuam sendo objeto de discussões científicas.

O atual aumento de terremotos não é atribuído apenas à tensão na crosta terrestre, mas sim causado por um aumento na atividade magmática global nas profundezas da Terra. Isto é indicado pela tendência exponencial de aumento dos terremotos de foco profundo (Figura 11-12). O gráfico mostra a progressão exponencial do número crescente de terremotos em profundidades superiores a 300 km no manto superior da Terra. Um salto significativo pode ser observado em 1995, semelhante ao que ocorre com o salto de frequência e intensidade em muitas outras anomalias geodinâmicas.

Terremotos M1+ de foco profundo em todo o mundo durante 1970-2023

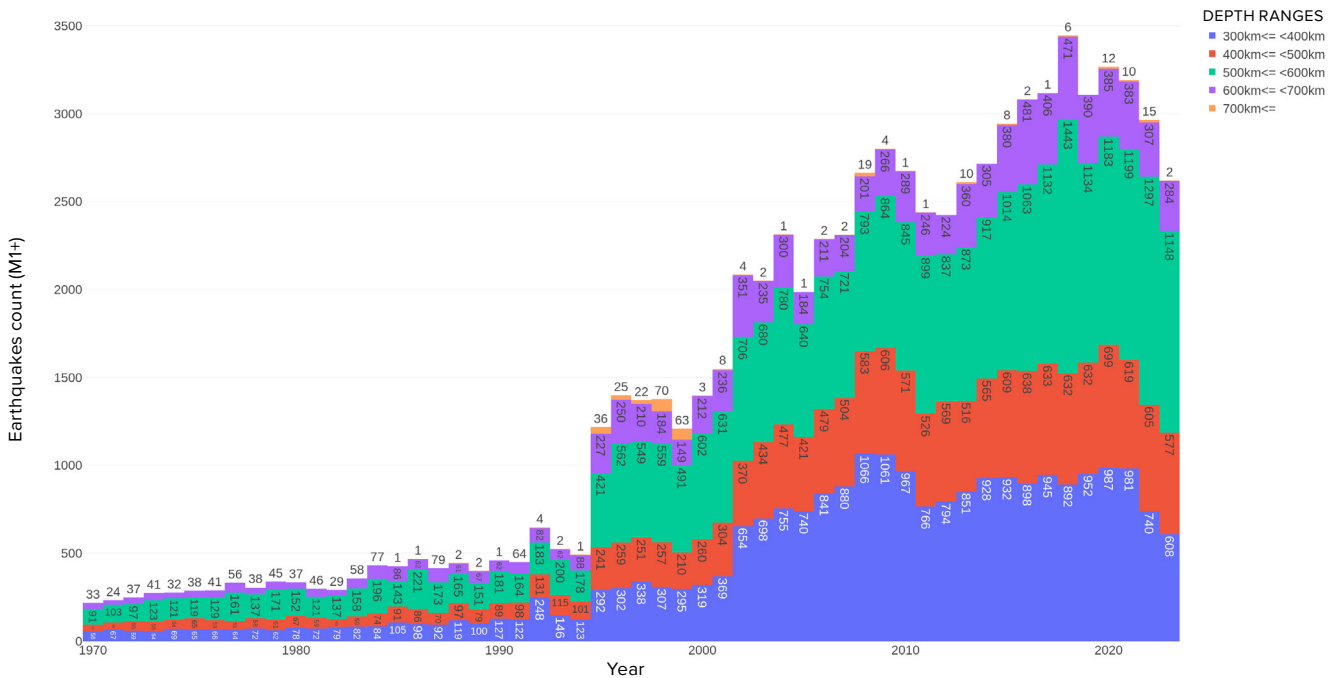
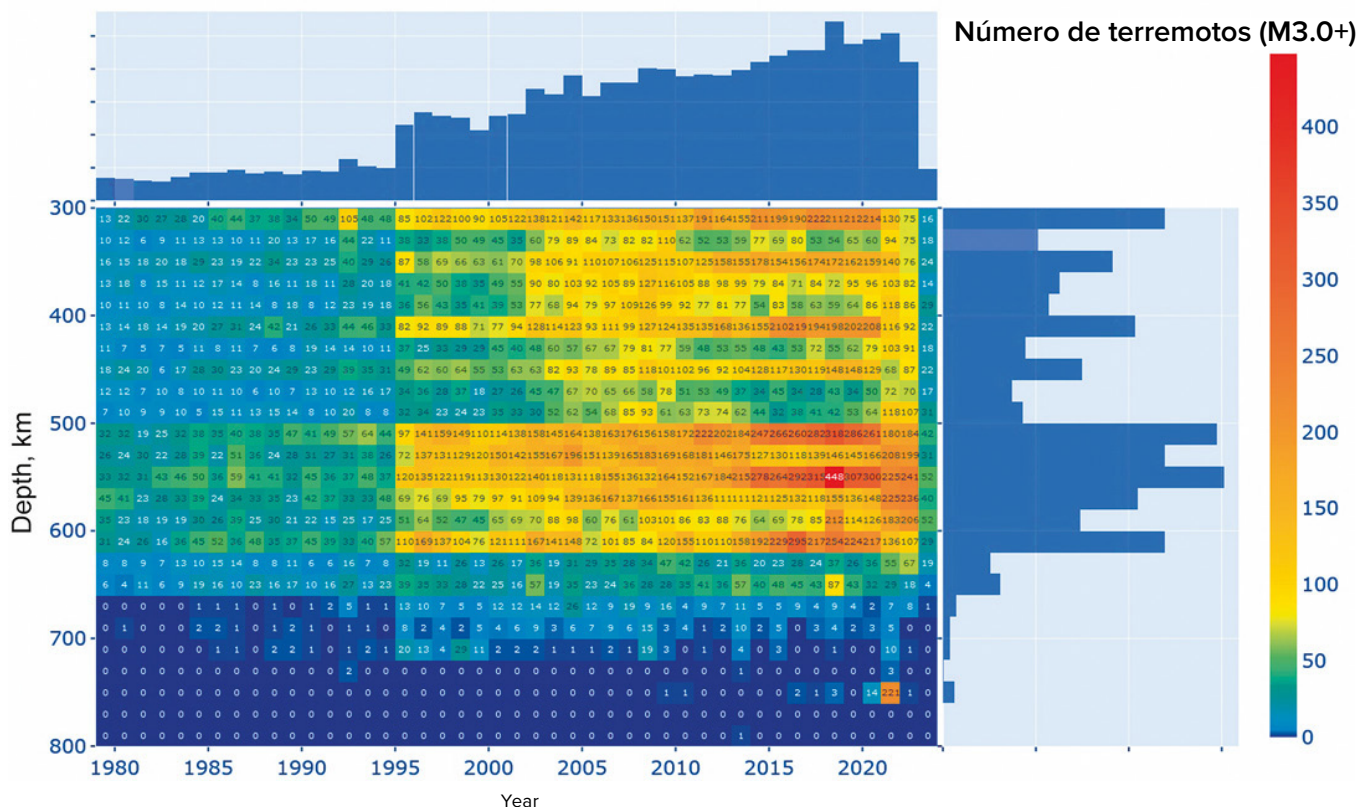


Figura 11

Aumento exponencial no número de terremotos M1+ de foco profundo em todo o mundo desde 1970. Banco de dados do ISC.



**Figura 12**

Mapa de calor de terremotos de foco profundo com magnitude 3,0 e superior. A escala vertical representa as profundidades dos hipocentros, enquanto a escala horizontal representa os anos. Banco de dados ISC. Um salto notável no número de eventos pode ser observado em 1995. O maior número de terremotos de foco profundo ocorre em profundidades na faixa de 500-600 km.

De acordo com o modelo descrito nesse relatório, os terremotos de foco profundo representam explosões equivalentes em potência a um grande número de bombas atômicas detonando simultaneamente nas profundezas do manto da Terra. O crescimento exponencial no número de terremotos de foco profundo indica extraordinária atividade

magnética do nosso planeta. A crescente atividade sísmica no manto é particularmente preocupante, pois sismos de foco profundo desencadeiam frequentemente sismos poderosos na crosta terrestre<sup>2</sup>.

<sup>2</sup>Mikhaylova R.S. (2014). Terremotos fortes no manto e seu impacto na zona próxima e distante. Serviço Geofísico da Academia Russa de Ciências. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>

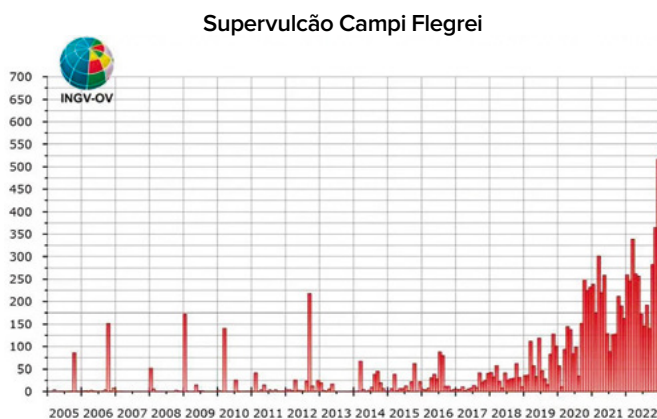
Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). O terremoto Hindu Kush de 26 de outubro de 2015, com Mw = 7.5, 10<sup>-7</sup>: Sismicidade precedente e sequência pós-choque. Terremotos do Norte da Eurásia, 24, 324-339. DOI: 10.35540/1818-6254.2021.24.31

## Ativação de Vulcões

Muitas grandes cidades estão situadas perto ou mesmo dentro de caldeiras vulcânicas. Por exemplo, Kagoshima, no Japão, está localizada dentro da Caldeira Aira. Nápoles e Pozzuoli estão perto da caldeira Campi Flegrei, na Itália. Além disso, a Alemanha acolhe um enorme supervulcão chamado Laacher See, que começou a mostrar sinais de atividade nos últimos anos.

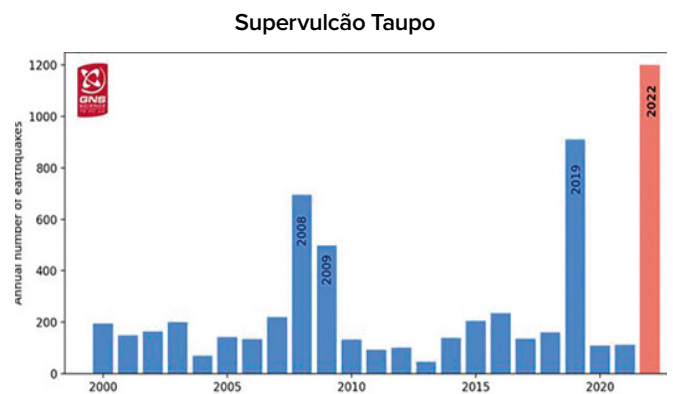
A crescente atividade do magma nas

profundezas da Terra é a principal causa de mudanças recentes na natureza. Isto se verifica no número crescente de terremotos nas proximidades de vulcões e supervulcões, como Campi Flegrei na Itália (ver Figura 13), Taupo na Nova Zelândia (ver Figura 14), Yellowstone nos EUA (ver Figura 15), Mauna Loa no Havaí (ver Figura 16), Trident no Alasca (ver Figura 17) e vulcão Sakurajima dentro da caldeira do supervulcão Aira no Japão (ver Figura 18).



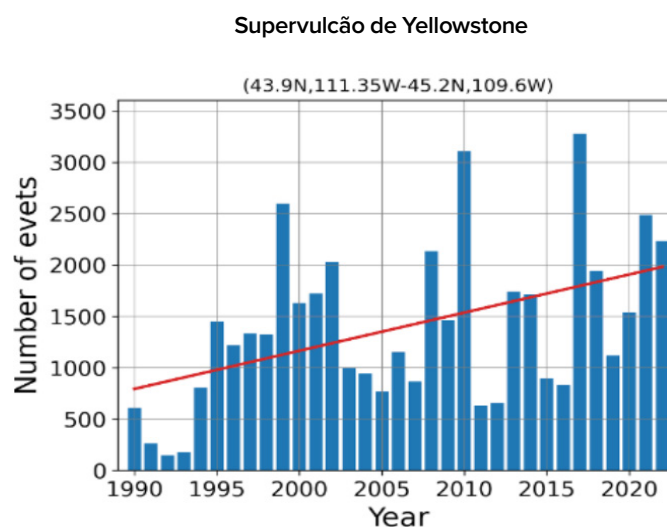
**Figura 13**

Tendência na frequência dos eventos sísmicos desde 2005, conforme relatado no Boletim Campi Flegrei do Observatório do Vesúvio INGV de abril de 2023. (Fonte: <https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023>)



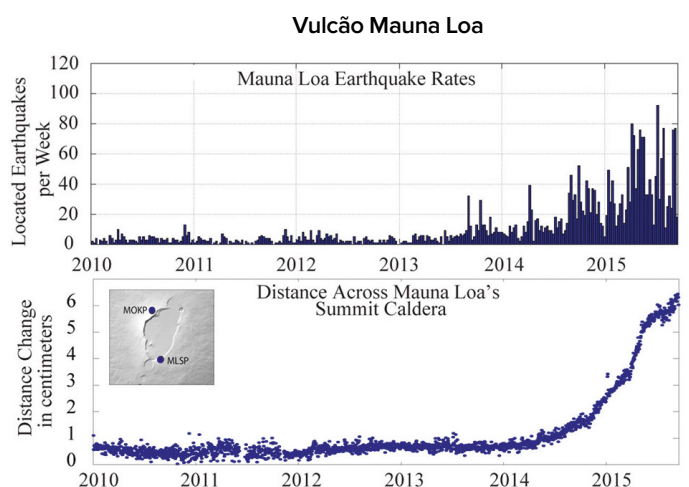
**Figura 14**

Número anual de terremotos nas proximidades do supervulcão Taupo. Dados do Boletim de Alerta Vulcânico GeoNet. (Recuperado em 14 de fevereiro de 2024, do URL <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66iDztDnlaYDG0LYSg>)



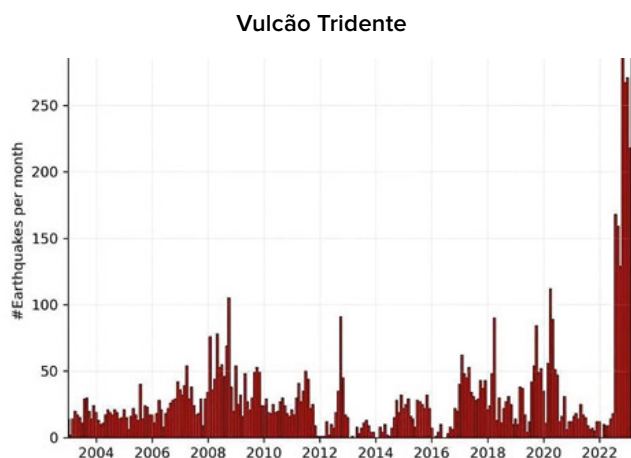
**Figura 15**

Aumento do número anual de terremotos na área do supervulcão de Yellowstone. Gráfico baseado em dados do USGS.

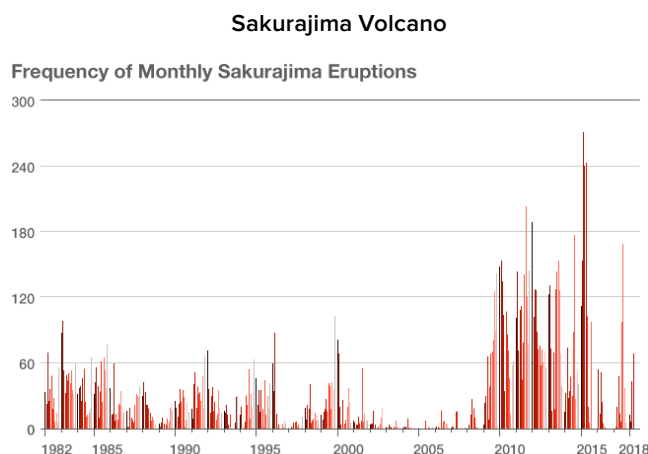


**Figura 16**

Dados sobre terremotos e deformações de 2010 a 2016 nas proximidades do vulcão Mauna Loa. Dados fornecidos pelo USGS. (Fonte: <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>)

**Figura 17**

Terremotos abaixo do vulcão Trident, Alasca, de 1º de janeiro de 2003 a 21 de fevereiro de 2023. O histograma exibe o número de terremotos registrados por mês. Dados fonte: USGS/AVO, Aaron Wech. (Fonte: <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska>)

**Figura 18**

Aumento no número de erupções indicando aumento da atividade de magma no vulcão Sakurajima, no Japão, dentro da caldeira do supervulcão Aira. (Fonte: <https://www.nippon.com/en/features/h00194>)

A crescente atividade sísmica perto dos vulcões indica a ativação de processos magmáticos, sugerindo que as câmaras de magma vulcânico estão ficando cheias e provavelmente se preparando para uma potencial erupção. Considerando-se a atual atividade atípica do magma nas profundezas do nosso planeta, a erupção de um supervulcão poderia desencadear uma reação em cadeia de explosões vulcânicas em todo o planeta, nos conduzindo a uma catástrofe global.

Os vulcanólogos também notaram outra anomalia: a lava expelida pelos vulcões atualmente têm apresentado uma composição

atípica que lembra a do o magma das camadas profundas do manto, que é apresentada no infográfico a seguir.

Os mapas mostram anomalias na composição química ou nas propriedades físicas da lava expelida por vários vulcões nos últimos 10 anos. Esses dados são baseados em pesquisas realizadas por cientistas de diversos países do mundo.



América do Norte

## CALDEIRA DO SUPERVULCÃO DE YELLOWSTONE (EUA)

DESDE 1995

A frequência e a intensidade dos terremotos aumentaram desde 1995.

A profundidade da maioria dos terremotos diminuiu de 11 km em 2010 para 5 km em 2022.

Em 2018 houve uma sincronização da atividade dos gêiseres, a maioria dos gêiseres de toda a caldeira começou a entrar em erupção ao mesmo tempo, com cada vez maior frequência. A atividade dos gêiseres permanece alta até hoje.

<https://doi.org/10.1073/pnas.2020943118>

Em 2013-2014, a taxa de aumento aumentou repentinamente 5 vezes.

<https://doi.org/10.1029/2019JB018208>

Áreas locais de superaquecimento superficial têm aparecido desde 2003.

<https://www.usgs.gov/news/thermal-activity-norris-geyser-basin-provides-opportunity-study-hydrothermal-system>  
<https://doi.org/10.3389/feart.2020.00204>



América do Norte  
**VULCÃO EDGE CUMBE, ALASCA (EUA)**

2019-2022

Um vulcão que está adormecido há 800 anos tem a taxa mais rápida de elevação a partir do solo no Alasca. Isto é anômalo, uma vez que vulcões adormecidos são reativados repentinamente, especialmente a essa velocidade. O magma está subindo cerca de 10 quilômetros a partir de uma profundidade de cerca de 20 quilômetros, causando terremotos e deformações superficiais significativas.

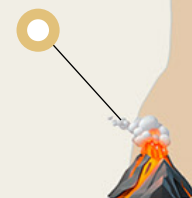
<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>


South America  
**VULCÃO CHAITÉN (CHILE)**

1 DE MAIO DE 2008

O vulcão Chaiten subitamente entrou em erupção com magma riolítico. Os residentes sentiram terremotos 24 horas antes das cinzas caírem sobre eles e da ocorrência de uma erupção massiva. Um aviso tão breve de uma grande erupção, especialmente de basalto, é incomum para magmas ácidos. O rápido recapeamento sugere um tempo de trânsito de cerca de quatro horas, desde uma profundidade de armazenamento de mais de cinco quilômetros até a superfície próxima. Isto sugere uma rápida ascensão do magma através do sistema subvulcânico.

<https://doi.org/10.1038/nature08458>



 Africa

## UM VULCÃO SUBAQUÁTICO PERTO DA ILHA DE MAYOTTE (FRANÇA)

**2019**

O nascimento de um novo vulcão na costa de Mayotte, perto da ilha da Reunião, na costa de Madagascar. Em um ano, o magma viajou 80 km do manto terrestre até a superfície, atravessando toda a crosta terrestre, criando um novo vulcão subaquático. Esta é uma taxa de formação de vulcões sem precedentes. Em 2019, foi a maior erupção subaquática ativa já registrada.

<https://doi.org/10.1029/2022GL099464>


 Antártica

## VULCÃO SUBAQUÁTICO ORCA NO ESTREITO DE BRANSFIELD

**AGOSTO DE 2020 A FEVEREIRO DE 2021**

A área ao redor do vulcão subaquático Orca, anteriormente inativo, sofreu cerca de 85.000 terremotos causados pela intrusão de magma. O magma queimou 10 quilômetros da crosta terrestre em seis meses, um recorde de velocidade e intensidade da intrusão.

<https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

 Africa

## VULCÃO NYIRAGONGO (CONGO-RUANDA)

**2021**

Uma erupção sem precedentes emergiu pela ruptura do edifício do vulcão Nyiragongo. A erupção foi anômala porque se propagou de cima para baixo e instalou um extenso dique de 25 quilômetros de extensão.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-05047-8>

 Antártica

## VULCÃO DA DECEPÇÃO

**2015**

Enxames de terremotos causados por intrusão prolongada de magma profundo, em grande escala. A maior atividade já registrada.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107376>

 Asia

## VULCÃO CHANGBAISHAN (COREIA DO NORTE-CHINA)

**2002-2005**

Um forte terremoto de foco profundo perto do vulcão, a uma profundidade de 566 km, com magnitude de 7,2, causou três anos de perturbação sísmica. Enxames de terremotos intensos foram desencadeados pela introdução de novo magma e atividade em fase gasosa do manto.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.599329>


 Asia

## VULCÃO RAIKOKE, GRANDE CORDILHEIRA KURIL (RÚSSIA)

**21 A 25 DE JUNHO DE 2019**

A erupção foi uma das maiores registadas nas ilhas Kuril no século XXI. A erupção foi caracterizada por uma anomalia - os magmas que alimentaram o vulcão Raikoke tiveram origem no manto, ou seja, os magmas têm uma fonte profunda. A erupção foi explosiva durante todo o tempo, produzindo quedas de cinzas e fluxos de densidade piroclástica. Estes últimos aumentaram a área da ilha em 0,7 km<sup>2</sup>.

<https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2021.107346>

 Asia

## VULCÃO MONTE MERAPI (INDONÉSIA)

**2010**

A erupção VEI 4 foi o pior desastre vulcânico a atingir o Monte Merapi em 80 anos. A erupção foi desencadeada por um influxo maior que o normal de magma profundo rico em substâncias voláteis que invadiu em um tempo relativamente curto. Durante e após a erupção, os lahars dominaram quase todos os principais vales, causando significativamente mais danos do que após erupções anteriores.

[https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-031-15040-1_12)



📍 Austrália, Nova Zelândia e Oceania

## CALDEIRA DO SUPERVULCÃO TAUPO (NOVA ZELÂNDIA)

2003-2011

Foi observada uma elevação do solo, correlacionada com intensa atividade sísmica na região. O nascimento de uma nova câmara magmática.

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1600288>

2019

Uma série de terremotos desencadeados pela intrusão de magma a uma profundidade de 8 km na caldeira Taupo.

<https://doi.org/10.3389/feart.2020.606992>

2022

Aumento da atividade sísmica, aumento da atividade vulcânica.

<https://www.geonet.org.nz/news/LuzOzD-mQcQUUmdeiL67oX>

📍 Austrália, Nova Zelândia e Oceania

## VULCÃO KILAUEA, HAVAI (EUA)

2018

A maior erupção da área Lower East Rift e colapso da caldeira em pelo menos 200 anos.

<https://doi.org/10.1126/science.aav7046>



📍 Austrália, Nova Zelândia e Oceania

## VULCÃO HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI (REINO DE TONGA)

15 DE JANEIRO DE 2022

Este é o recorde da erupção vulcânica mais violenta já registrada. A pluma desta erupção explosiva atingiu 58 quilômetros no seu ponto mais alto, rompendo a mesosfera. A erupção também produziu o maior número de raios registrados para qualquer fenômeno natural. Lava de composição semelhante não fluíu nas erupções anteriores de Tonga em 2009 e 2014.

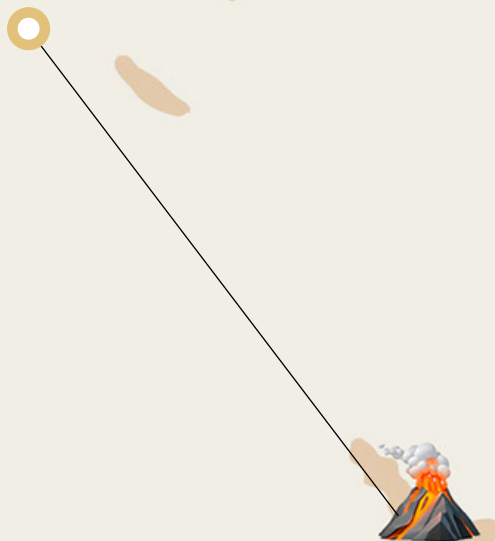


Nas erupções anteriores, o magma ficou preso em um epicentro intermediário, mas desta vez o magma fresco subiu rapidamente e não demorou para mudar quimicamente.

<https://doi.org/10.1038/d41586-022-00394-y>

<https://www.xweather.com/annual-lightning-report>

<https://doi.org/10.1126/sciadv.adh3156>



Europa

## VULCÃO FAGRADALSFJALL (ISLÂNDIA)

2021

A taxa de mudança nos principais parâmetros químicos da lava do vulcão foi mais de mil vezes mais rápida do que em outras erupções. A gama geral de composições químicas deste evento único é semelhante a todas as erupções no sudoeste da Islândia nos últimos 10.000 anos. Além disso, a fase de derramamento do magma profundo corresponde ao período da erupção, quando uma fonte de lava subiu até 400 metros de altura. Análises geoquímicas dos basaltos expurgados durante os primeiros 50 dias da erupção, juntamente com as emissões de gases associadas, indicam uma origem direta da zona de armazenamento de magma no manto superior. O sistema vulcânico Fagradalsfjall, na península de Reykjanes, entrou em erupção três vezes desde 2021, após mais de 800 anos de dormência.

<https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x>

Europa

## VULCÃO BORGERRAUN (ISLÂNDIA)

2014

Velocidade sem precedentes de ascensão do magma em um vulcão que estava adormecido há milênios. Demorou apenas 10 dias para o magma subir do reservatório a uma profundidade de 24 km até a superfície.

<https://doi.org/10.1038/s41561-019-0376-9>

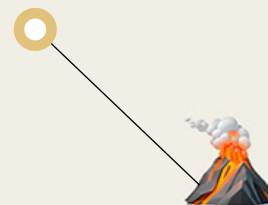
Europa

## VULCÃO CUMBRE VIEJA (ESPANHA)

2021

Após a primeira explosão, móvel, o magma ativo fluiu em poucas horas. A lava era superfluida, a mais líquida das erupções históricas de basalto aqui. O vulcão é alimentado pelo derretimento da pluma do manto, o que significa que vem do manto profundo. Talvez o magma viesse das camadas mais profundas da Terra, do núcleo através de zonas de velocidade reduzida. É por isso que a lava que veio à superfície na erupção de setembro de 2021 é super fluida e móvel.

<https://doi.org/10.1038/s41598-022-21818-9>



 Europa

## **SUPERVULCÃO LAACHER SEE (ALEMANHA)**

**2013-2018**

A ocorrência de atividade sísmica em profundidades de 10 a 40 quilômetros perto da caldeira de um supervulcão que entrou em erupção há 12,9 mil anos, bem como emissões contínuas de gases vulcânicos ao redor da caldeira, indicam um sistema magmático ativo, possivelmente associado à zona de derretimento do manto superior.

<https://doi.org/10.1093/gji/ggy532>



 Europa

## **CALDEIRA DO SUPERVULCÃO CAMPI FLEGREI (ITÁLIA)**

**2004-2024**


A pressão do gás começa a elevar o solo, indicando que o vulcão está se tornando ativo. O bradissimo continua até hoje.

**2016-2024**

Aumento exponencial de terremotos vulcano-tectônicos e sincronização de todos os precursores de erupções.

<https://doi.org/10.1038/s43247-023-00842-1>



 Europa


## **VULCÃO ETNA (ITÁLIA)**

**DEZEMBRO DE 2020 - FEVEREIRO DE 2022**

As erupções de 2020-2022 foram alimentadas pela subida de magma mais intensa dentre qualquer erupção da última década. Este período foi caracterizado por erupções mais frequentes. Descobriu-se que o magma basáltico migrou rapidamente do nível mais profundo em tempo recorde.

<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2023.104563>



 Europa

## **VULCÃO SUBAQUÁTICO COLUMBO (GRÉCIA)**

**2006-2007**

A ressurgência frequente do derretimento principal de níveis mais profundos levou ao aquecimento e à formação de uma nova câmara de magma. Registros de atividade sísmica em diferentes momentos indicam o reabastecimento contínuo do reservatório com magma de fontes mais profundas.

<https://doi.org/10.1029/2022GC010420>

<https://doi.org/10.1029/2022GC010475>



Na última década, houve uma aceleração na ascensão do magma a partir das profundezas da crosta terrestre em muitas regiões vulcânicas, como Islândia, Itália, Ilha Mayotte no Oceano Índico, Ilha La Palma (Ilhas Canárias) e outras. Isto indica um aumento na atividade vulcânica em escala global.

Os vulcanólogos estão muito preocupados com o rápido aumento do ritmo em que o magma está subindo das profundezas da Terra. Um processo que costumava demorar centenas ou mesmo milhares de anos está agora ocorrendo em apenas seis meses em algumas regiões. Essa aceleração dramática foi observada no Estreito de Bransfield em 2021, onde a ascensão do

magma a partir de uma profundidade de 10 km foi acompanhada por 85.000 sismos<sup>3</sup>. A espessura da crosta nesta área é de aproximadamente 15 km, e a localização sísmica indicou que 10 km da crosta já estavam erodidos pelo magma ativo, restando apenas 5 km antes de o magma romper para a superfície.

A rápida ascensão do magma de profundidades significativas indica a ocorrência de processos perigosos e sem precedentes na Terra. A ativação de vulcões sugere que uma grande quantidade de energia vem se acumulado nas profundezas do interior do planeta, buscando se expandir e se libertar do centro planetário para as camadas exteriores.

## **Intensificação de furacões, tempestades, inundações e tornados**

Em 2023, pela primeira vez na história, ciclones tropicais de categoria 5, a categoria mais elevada em termos de intensidade, formaram-se em todas as bacias oceânicas. Quase todos esses furacões dessa categoria estabeleceram recordes de intensidade, duração e rápida intensificação em comparação com furacões dos anos anteriores<sup>4</sup>.

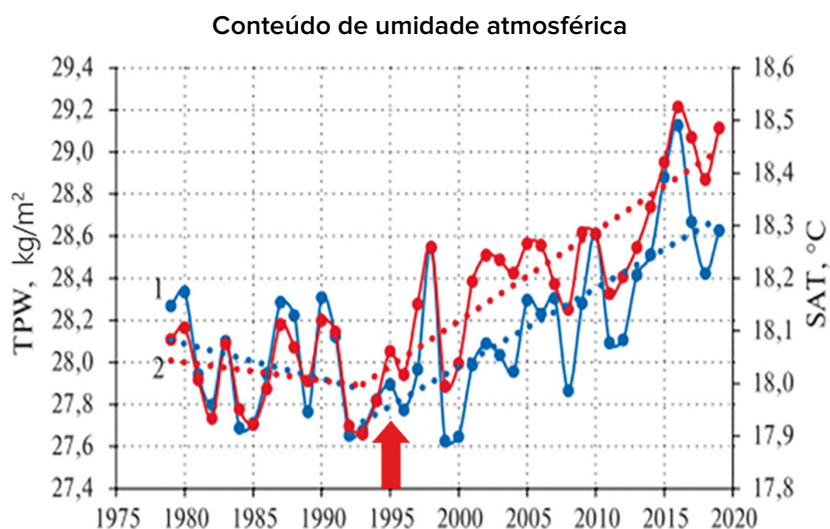
Um exemplo foi o furacão “Otis”, que se transformou de uma tempestade tropical normal no mais destrutivo furacão de categoria 5 em apenas 12 horas. Esse aumento desastroso na velocidade do vento dos furacões é atribuído ao aquecimento anômalo dos oceanos e ao fator antropogênico, que será descrito mais adiante. Com o aquecimento anormal dos oceanos, a umidade na atmosfera aumenta intensamente com o excesso de evaporação da água.

Desde 1995 vem sendo registrado um aumento significativo na intensidade da umidade atmosférica sobre o oceano (Figura 19). O gráfico indica alterações significativas na evaporação oceânica e na temperatura do ar sobre o oceano de 1975 a

2020. Desde 1995, esses indicadores registraram um aumento consistente, sinalizando o aquecimento global das águas do oceano planetário e também da atmosfera acima do oceano. No entanto, antes de 1995, esses indicadores estavam diminuindo. É fundamental perceber que, desde 1995, foram também observados simultaneamente processos geodinâmicos significativos no interior da Terra, incluindo alterações como: um aumento de 3,5 vezes na velocidade de deriva do pólo magnético norte, o deslocamento do eixo de rotação do planeta e um aumento da velocidade da rotação planetária, bem como um aumento da quantidade e intensidade dos sismos no fundo do oceano e dos sismos de foco profundo (isso será analisado com mais detalhes). Portanto, o aumento da temperatura e da evaporação das águas dos oceanos estão relacionados tanto com o fator antropogênico quanto com a elevação do magma em direção ao manto, eventos que têm influenciado tanto temperatura quanto o ciclo das águas oceânicas.

<sup>3</sup>Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, L., Vajedian, S., Niemi, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>

<sup>4</sup>Mersereau, D. (2023, 9 de setembro). The Weather Network, uma inovação mundial, todos os oceanos tropicais sofreram uma tempestade de categoria 5 em 2023. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>



**Figura 19**

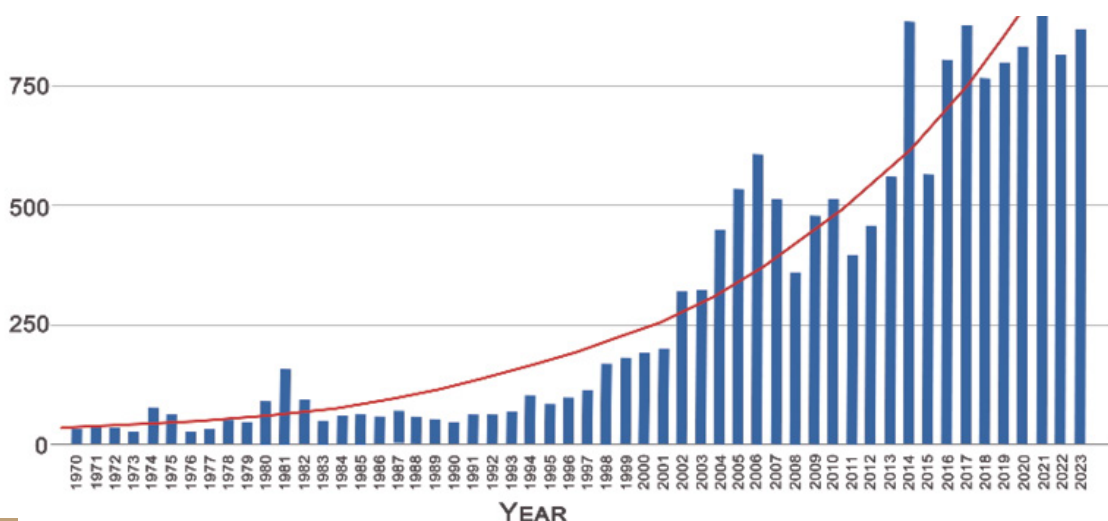
A variação interanual do teor de umidade atmosférica (1) em kg/m<sup>2</sup> e da temperatura do ar (2) em °C sobre o Oceano Mundial de 1979 a 2019. (Fonte: Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021). Tendências de componentes de troca de umidade no sistema oceano-atmosfera sob condições de aquecimento global”, Reanalysis-2. Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from space] 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25) [http://d33.infospace.ru/jr\\_d33/2021v18n3/9-25.pdf](http://d33.infospace.ru/jr_d33/2021v18n3/9-25.pdf)

O aumento da umidade do ar a partir da evaporação dos oceanos conduz à intensificação de eventos hidrometeorológicos, como furacões tropicais, tempestades, tornados, temperaturas anormais, precipitações e inundações.

Na Europa, regista-se uma tendência crescente no número de tornados entre 1970 e 2023, conforme ilustrado na Figura 20, com base em dados da European Severe Weather Database (ESWD). De acordo com esses

registros, verifica-se um aumento significativo no número de tornados: de aproximadamente 45 tornados por ano na década de 1970 para mais de 800 por ano de 2014 a 2023. Isto significa que o número médio de tornados por ano na Europa aumentou 18 vezes. Os tornados e os furacões estão ocorrendo em regiões onde nunca haviam ocorrido antes e resultando em perdas econômicas significativas.

**Aumento do número de tornados na Europa**



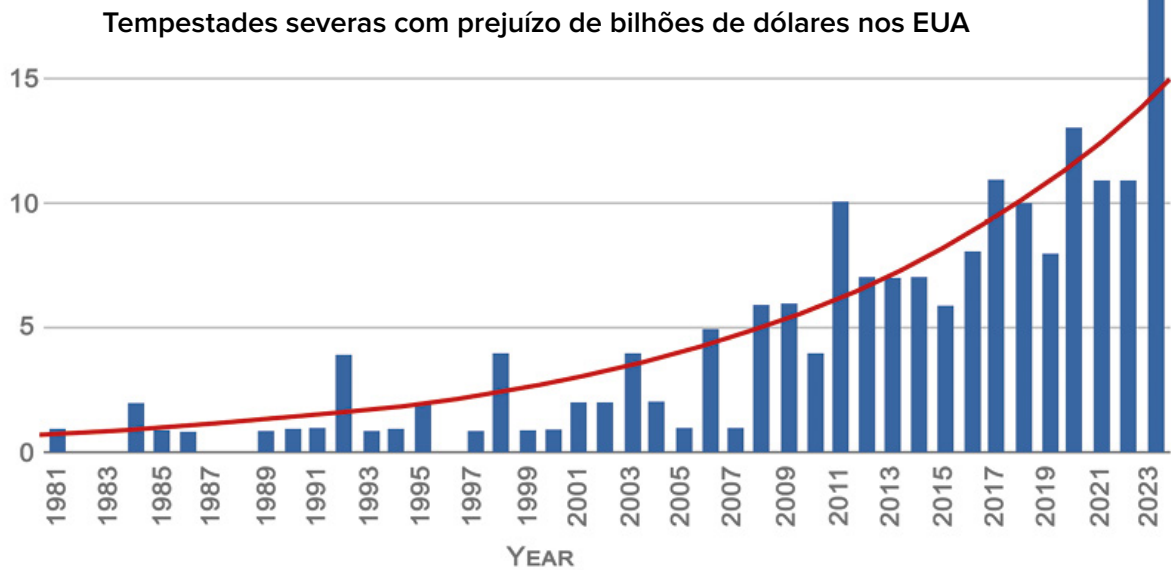
**Figura 20**

Gráfico que representa o número anual de tornados na Europa. Fonte de dados: Base de Dados Europeia de Condições Meteorológicas Severas (ESWD)

Na última década, as tempestades convectivas acompanhadas de tornados, granizo, chuvas fortes e trovoadas tornaram-se um fenômeno problemático comum e trouxeram danos significativos para a América do Norte e para a Austrália.

Uma análise dos dados da NOAA, apresentados na Figura 21, mostra um

crescimento exponencial no número de tempestades com prejuízo de bilhões de dólares nos Estados Unidos de 1981 a 2023. De 1981 a 1990, ocorreram duas ou menos dessas tempestades por ano. No entanto, houve um aumento muito acentuado nos últimos anos, com 19 dessas tempestades ocorrendo somente em 2023.



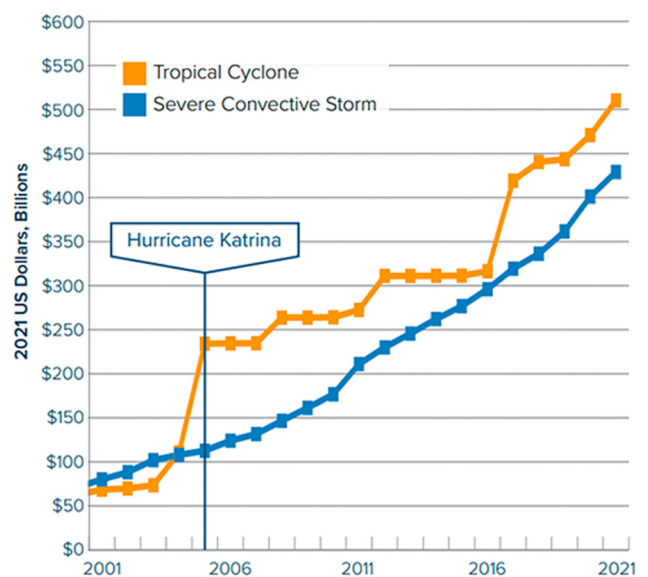
**Figura 21**

Gráfico representando o número de tempestades que trouxeram danos superiores a um bilhão de dólares nos Estados Unidos. Fonte de dados: NOAA

Os danos causados pelas tempestades convectivas tornaram-se comparáveis aos dos furacões tropicais (Figura 22). A principal tendência visível no gráfico é o aumento dos sinistros segurados para essas categorias. Isto indica que o custo desses desastres continua aumentando.

De acordo com a National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), no decorrer de 10 anos, a partir de 1990, as tempestades convectivas causaram cerca de 40 bilhões de dólares em prejuízos nos Estados Unidos. No entanto, na última década, as perdas totais se multiplicaram em seis vezes, com prejuízos ultrapassando os 240 bilhões de dólares (Figura 23) e, só em 2023, as perdas relacionadas com as tempestades estabeleceram um novo recorde, chegando a 54 bilhões de dólares.

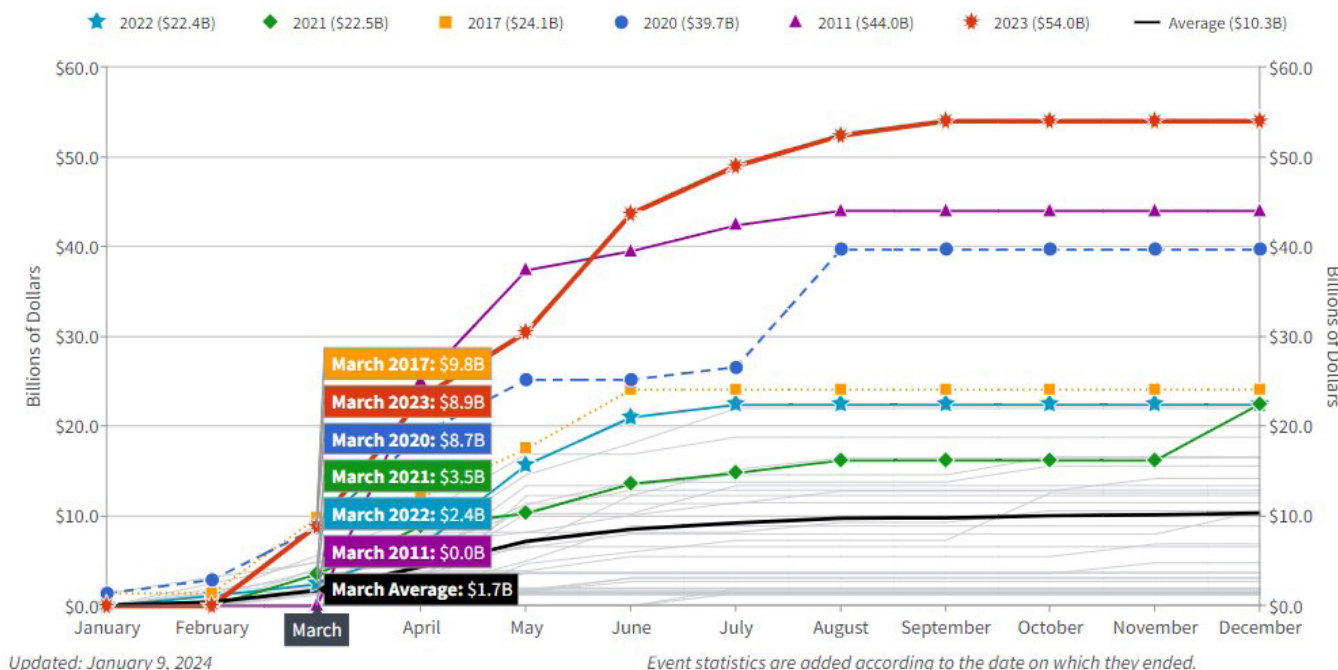
**Perdas Seguradas Cumulativas, 2001-2021 YTD**



**Figura 22**

A dinâmica das perdas por tempestades convectivas e furacões tropicais nos Estados Unidos de 2001 a 2021. O gráfico exibe duas linhas: a linha laranja representa furacões tropicais e a linha azul representa tempestades convectivas severas. Fonte de dados: Aon (Insight de Catástrofe)

**1980-2023 Custo de eventos naturais extremos com prejuízos de bilhões de dólares nos Estados Unidos até o momento (ajustado pelo IPC)**



**Figura 23**

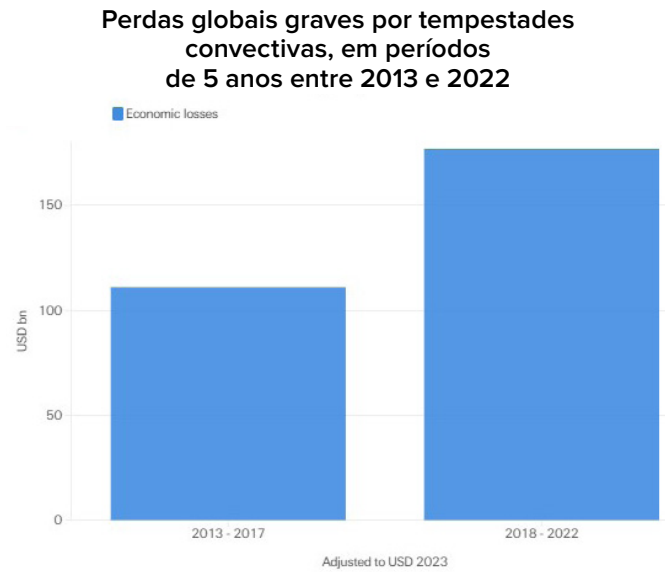
Aumento das perdas causadas por tempestades severas superiores a um bilhão de dólares nos Estados Unidos. Fonte: Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA)

Centros Nacionais de Informações Ambientais da NOAA (NCEI) Desastres naturais com prejuízos de bilhões de dólares nos EUA. (2024). (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73

O gráfico exibe linhas de várias cores, cada uma representando um ano específico. O ano de 2023, indicado pela linha vermelha, sofreu os maiores danos causados por fortes tempestades, ultrapassando os 50 bilhões de dólares em prejuízos. O gráfico cobre o período de 1980 a 2023 e é ajustado pela inflação (IPC). O gráfico foi atualizado pela última vez em 9 de janeiro de 2024.

De acordo com o relatório<sup>5</sup> da AON sobre catástrofes climáticas, as perdas económicas mais significativas na Europa nos últimos 10 anos foram causadas por fortes tempestades convectivas. Estas tempestades revelaram-se mais destrutivas do que as tempestades de inverno, que eram tradicionalmente consideradas a principal ameaça na região.

De acordo com a pesquisa do Swiss Re Institute's research<sup>6</sup>, tempestades convectivas severas tornaram-se recentemente a maior fonte de perdas económicas dentre os considerados perigos secundários (eventos de alta frequência com danos que variam de gravidade baixa a média, tais como tempestades de granizo, inundações repentinas, tornados, deslizamentos de terra, secas e incêndios florestais). De 2018 a 2022, as perdas económicas em todo o mundo devido a tempestades convectivas severas se elevaram a 177 bilhões de dólares, representando um aumento de 60% em comparação com os cinco anos anteriores (Figura 24). Isto indica frequência e intensidades crescentes desses desastres.



**Figura 24**

Comparação das perdas económicas globais causadas por tempestades convectivas durante dois períodos de cinco anos: 2013-2017 e 2018-2022. Com base em dados do Swiss Re Institute

<sup>5</sup>Perspetiva do tempo, do clima e das catástrofes. (2023). (Fonte: <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25cea768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42)

<sup>6</sup>Swiss Re Institute. Catástrofes naturais em destaque: Tornados, granizo e trovoadas. Fonte: <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>)

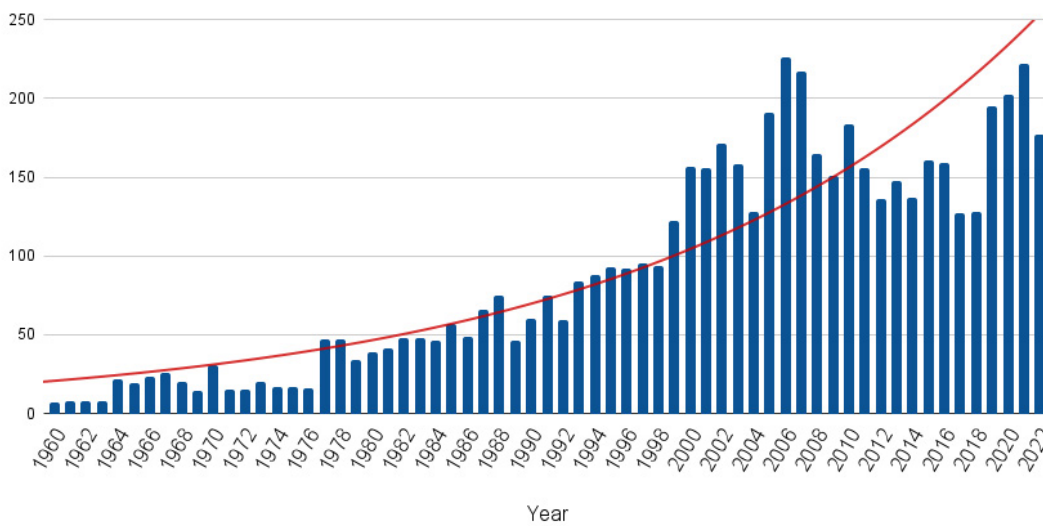


## Aumento do número de inundações e secas

É claramente perceptível também um aumento significativo no número de inundações graves em todo o mundo (Figura 25). Inundações graves são definidas como aquelas que causam danos destrutivos significativos às pessoas e às infraestruturas. Enquanto na década de 1970 ocorreram apenas 260 inundações graves em um período de 10 anos, o número de inundações

entre 2014 e 2023 aumentou para 1.500, isso significa que o número de casos de inundações extremas aumentou em pelo menos 6 vezes. Os dados indicam claramente que a frequência e a intensidade dos eventos extremos de precipitação de chuvas intensas, que são as principais causas dessas inundações, estão aumentando significativamente.

Número total de desastres climáticos de grande escala em todo o mundo

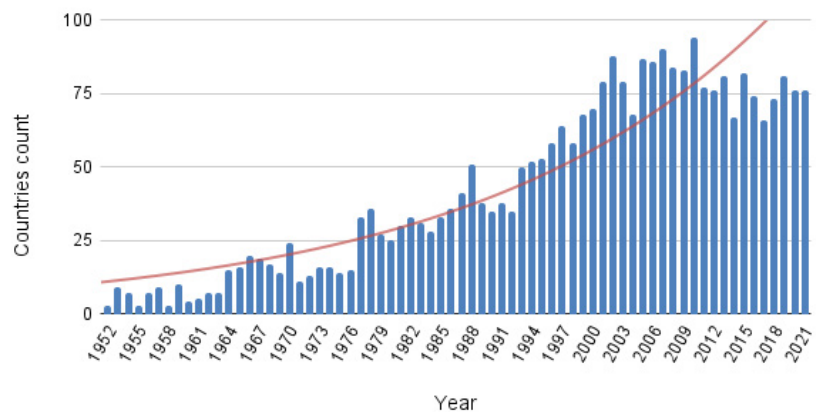


**Figura 25**

Número de inundações de grande escala em todo o mundo entre 1960 e 2022. Fonte de dados: Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT)

Além disso, o número de territórios afetados por inundações também aumentou significativamente (Figura 26). Embora inundações tenham afetado aproximadamente 20 países na década de 1970, a situação mudou drasticamente desde a década de 2000, um número superior a 80 países passou a enfrentar os impactos das inundações todos os anos – isso representa um aumento de pelo menos quatro vezes na frequência de ocorrência deste desastre natural.

Número total de países afetados por inundações



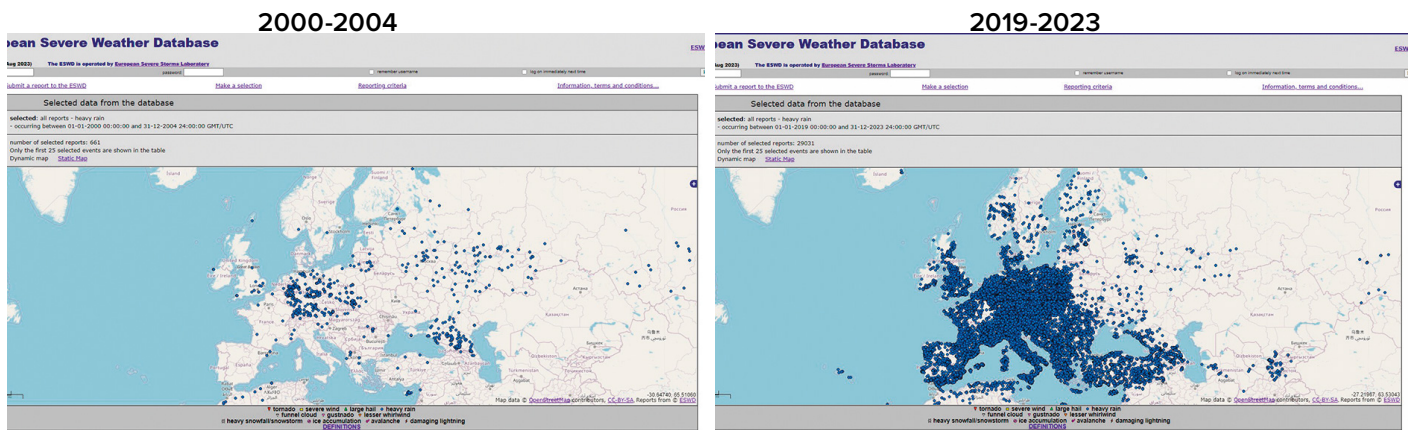
**Figura 26**

Número de países afetados por inundações desde 1970. Fonte de dados: Banco de Dados Internacional de Desastres (EM-DAT)

A frequência de eventos de precipitação anormal e de chuvas torrenciais também está aumentando em todo o mundo. De acordo com a Base de Dados Europeia de Condições Meteorológicas Severas (ESWD), ocorreram 661 casos de precipitação anormal na Europa

entre 2000 e 2004, mas ocorreram 29.031 entre 2019 e 2023 (Figura 27). Isto significa que precipitações anômalas se tornaram 44 vezes mais comuns. A precipitação anormal é um evento que excede a norma em intensidade, duração e frequência.

### Eventos anormais de precipitação na Europa



**Figura 27**

Eventos anormais de precipitação na Europa: a) 2000-2004, b) 2019-2023.

Fonte de dados: Base de Dados Europeia de Condições Meteorológicas Severas (ESWD)

O mapa mostra a distribuição da precipitação anormal na Europa ao longo de dois períodos de cinco anos: 2000-2004 e 2019-2023. No mapa da Europa, os pontos azuis marcam os locais onde estes eventos ocorreram. Quanto mais pontos em uma região, mais eventos anormais de precipitação ocorreram ali.

O número de secas também está crescendo, atingindo níveis recordes. De acordo com a ONU<sup>7</sup>, o número de secas em escala mundial aumentou 29% nos últimos 20 anos. O relatório da ONU afirma que em 2022 e 2023, 1,84 bilhões de pessoas em todo o mundo, ou quase um quarto da população mundial, viviam em condições de seca. Um número recorde de 258 milhões de pessoas já enfrenta “fome severa” por motivo de seca, e outras tantas estão à

beira da fome.

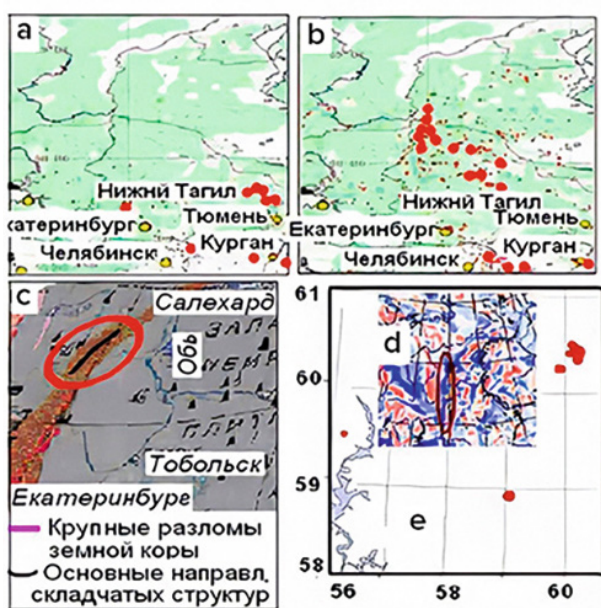
Em 2023, muitos países sofreram secas catastróficas que causaram enormes perdas econômicas.

<sup>7</sup> ONU data <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>

## Aumento do número de incêndios florestais anormais

Ultimamente, a extinção de incêndios florestais naturais tornou-se cada vez mais desafiadora, mesmo com equipamentos modernos de combate a incêndios. Segundo o cientista Petr Vladimirovich Lyushvin<sup>8</sup>, esses incêndios anormais ocorrem geralmente em áreas de falhas da crosta terrestre em que o hidrogênio, o metano e outros gases inflamáveis escapam das profundezas do

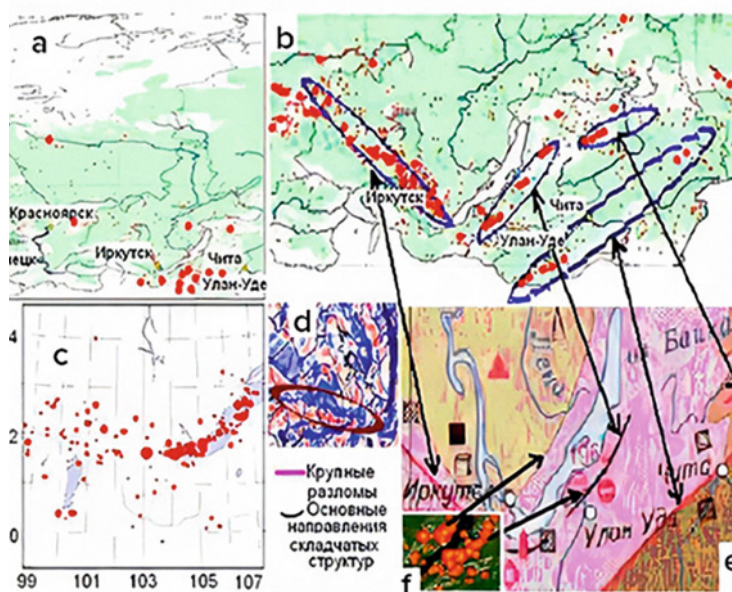
manto (ver Figuras 28-29). Como resultado da queima de grandes quantidades desses gases inflamáveis, esses incêndios são extremamente difíceis de se extinguir. As chamas desses incêndios tem devorado assentamentos e cidades inteiras. Os incêndios anormais de grande alastro vem ocorrendo inclusive na região norte, onde sempre há cobertura de neve.



**Figura 28**

Coincidência da localização de incêndios florestais, terremotos, falhas crustais e anomalias magnéticas na região dos Urais. (a) - Incêndios florestais no Verão de 2009; (b) - Incêndios florestais no verão de 2010; (c) - Principais falhas na crosta terrestre e principais direções das estruturas dobradas; (d) - Epicentros de terremotos de 1995 a 2013; (e) - Anomalias de campo magnético (tons azuis indicam positivos, tons vermelhos indicam desvios negativos).

Fonte: <https://regnum.ru/article/2395754>



**Figura 29**

Coincidência das localizações de incêndios florestais, terremotos, falhas crustais e anomalias magnéticas no sul da Sibéria.

(a) - Incêndios florestais no Verão de 2009; (b) - Incêndios florestais no verão de 2010; (c) - Epicentros de terremotos de 1991 a 2017; (d) - Anomalias de campo magnético (tons azuis indicam positivos, tons vermelhos indicam desvios negativos); (e) - Falhas principais e principais direções das estruturas dobradas;

(f) - Incêndios florestais na região do Baikal, setas indicando a localização dos incêndios perto de falhas na crosta terrestre.

Fonte: <https://regnum.ru/article/2395754>

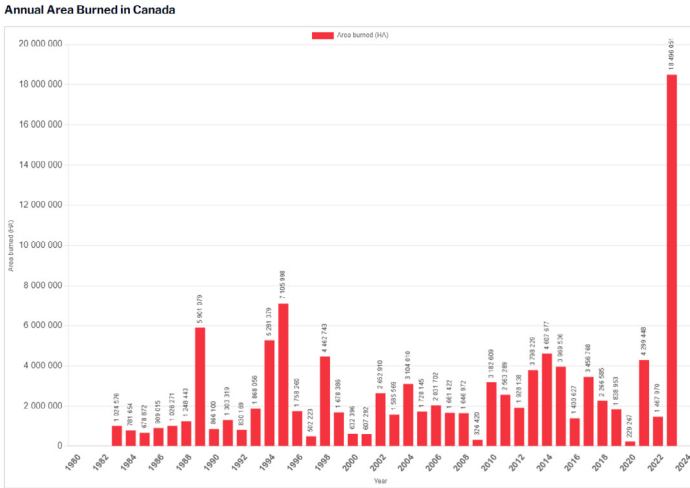
<sup>8</sup>Reference:

Lushvin, P. (2018). Incêndios naturais em planícies e como minimizá-los. Apresentação na 26ª reunião do Seminário-Conferência Interdisciplinar de toda a Rússia das Faculdades de Geologia e Geografia da Universidade Estatal de Moscovo "Planet Earth System", 30 de janeiro - 2 de fevereiro, 2018.

Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Development of Ice Cover in Water Areas during Methane. International Journal of Geosciences, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>

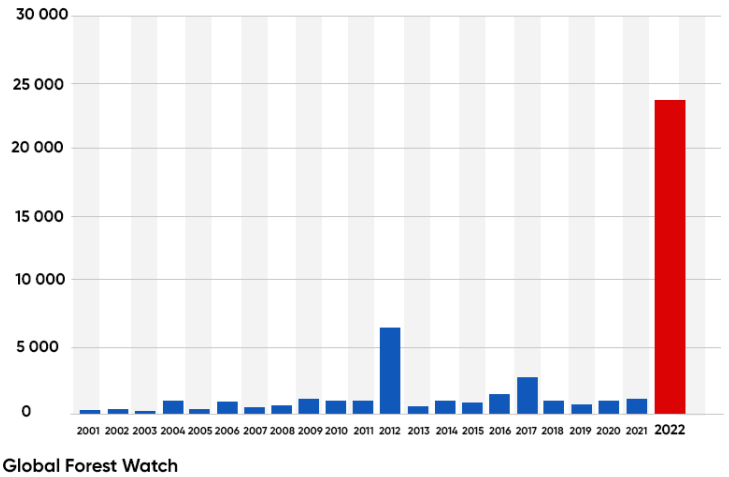
Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). History of Observations of Seismogenic Phenomena in the Atmosphere and Formalization of Their Decryption. International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>

A área afetada por incêndios florestais extremos aumentou acentuadamente em vários países. Nos últimos 3 anos, registou-se um crescimento sem precedentes nas áreas afetadas pelos incêndios florestais no Canadá, Austrália, Espanha, Estados Unidos e Europa (ver Figuras 30-34).



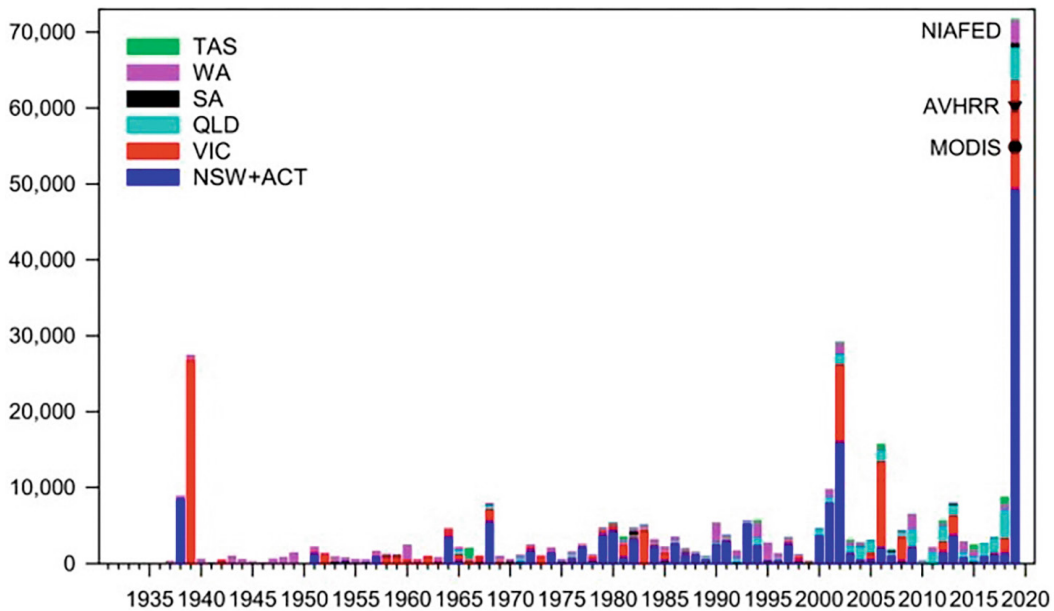
**Figura 30**

Área anual queimada no Canadá. Fonte: Centro Interagências Canadenses de Incêndios Florestais (CIFFC)



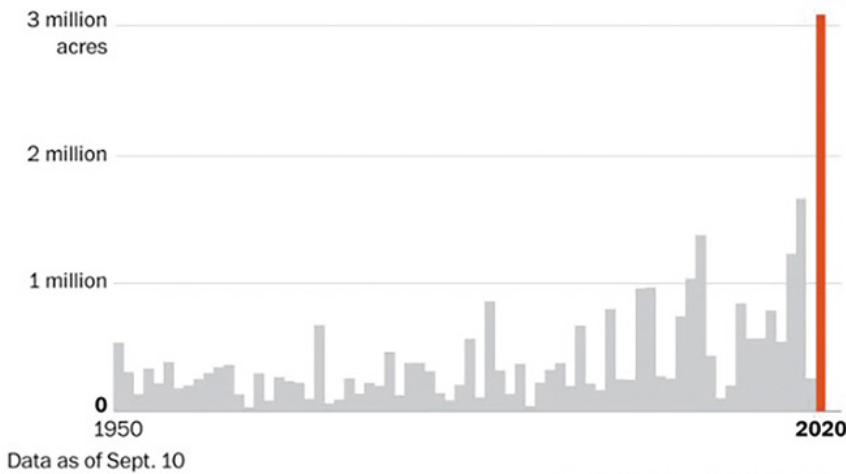
**Figura 31**

Perda de cobertura arbórea por motivo de incêndios florestais na Espanha de 2001 a 2022. Fonte: Global Forest Watch



**Figura 32**

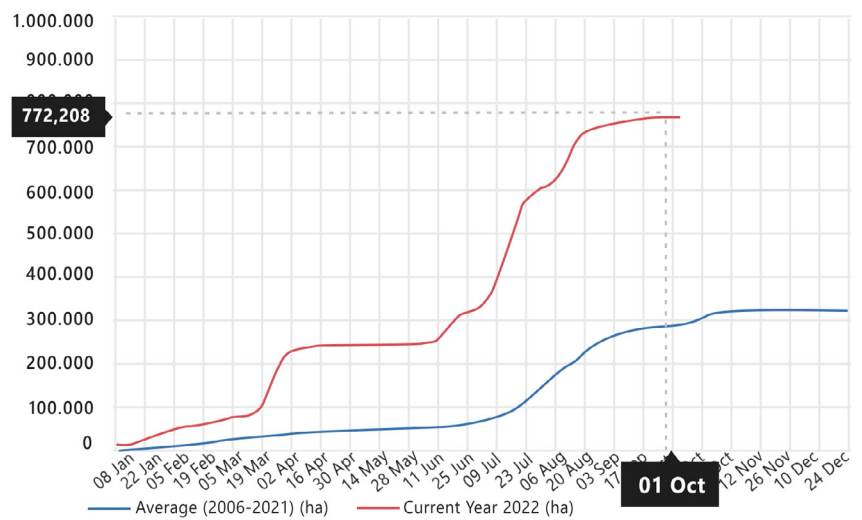
Área de ecossistemas florestais queimados por motivo de incêndios florestais em Nova Gales do Sul e no Território da Capital Australiana (azul escuro), Victoria (vermelho), Queensland (azul claro), Austrália (preto), Austrália Ocidental (roxo) e Tasmânia (verde) para anos propensos a incêndios de 1930 a 2019. Fonte: Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). O aumento de várias décadas da área florestal queimada na Austrália está ligado às mudanças climáticas. Comunicações da Natureza, 12, 6921 (2021). DOI: 10.1038/s41467-021-27225-4.



**Figura 33**

Total de acres queimados por incêndios na Califórnia. Em 2020, the state set a record with over 3.1 million acres burned. Source: California Department of Forestry and Fire Protection (CAL FIRE)

**Figura 34**  
 Área total queimada na Europa por incêndios florestais em 2022 (vermelho) e média anual queimada entre 2006-2021 (azul).  
 Fonte: Sistema Europeu de Informação sobre Incêndios Florestais



Outro fator importante que contribui para a propagação dos incêndios anormais são os extensos períodos de secas. O escape de águas fluviais e lacustres por fendas e falhas profundas,

que vem ocorrendo em todos os lugares do mundo a partir de deformações na crosta terrestre impulsionadas pelo aumento da atividade sísmica, assim como pela mudança nos diâmetros equatorial e polar do planeta, é a principal causa desses extensos períodos de seca. De acordo com observações de satélite

e modelos climáticos e hidrológicos, nas últimas três décadas, o volume da água doce diminuiu em mais de 50% nos grandes lagos e em reservatórios naturais<sup>9</sup>. Esse fenômeno é particularmente paradoxal se considerarmos o atual aumento desastroso do número de precipitações de chuvas extremas e inundações graves. A única explicação para a secagem desses reservatórios de água naturais são essas alterações hidrodinâmicas nas partes superiores da crosta terrestre impulsionadas pelas atividades tectônicas.

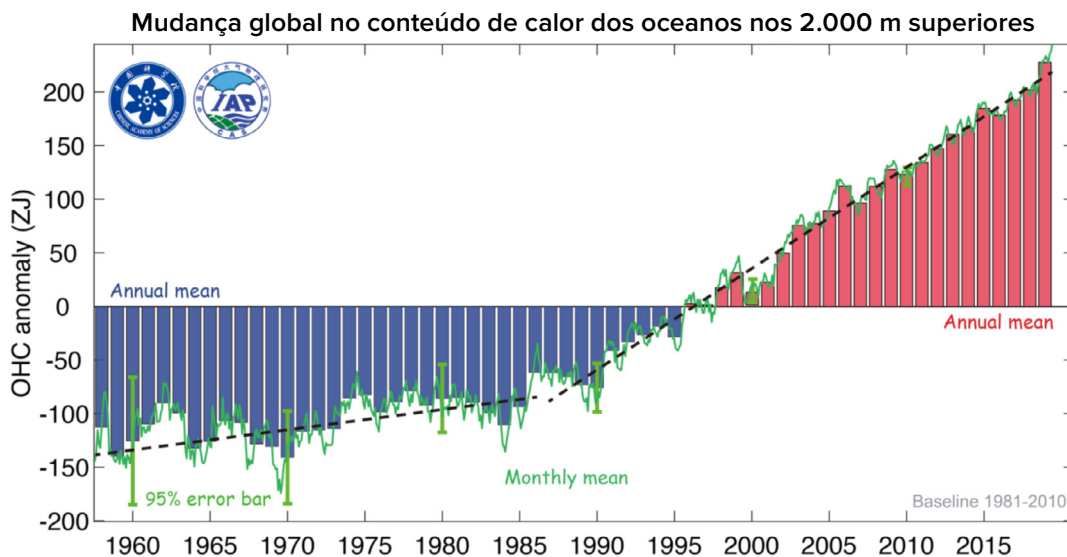
<sup>9</sup> Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Os satélites revelam um declínio generalizado no armazenamento global de água dos lagos. *Ciência*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>

## Aquecimento Mundial dos Oceanos

O aquecimento dos oceanos origina o aumento da frequência e da escala de eventos hidrometeorológicos extremos, incluindo inundações recordes, tufões e precipitações anormais.

Em 2020 foi registrado um aumento de 450% no aquecimento dos oceanos para o período dos últimos 30 anos (ver Figura 35). A investigação mostra que, embora os oceanos tenham aquecido continuamente entre 1955 e 1986, nas últimas décadas esse aquecimento acelerou muito mais rapidamente.

De acordo com estimativas dos cientistas, para atingir o ritmo atual de aquecimento nos oceanos seria necessária tanta energia quanto a que seria liberada se 7 bombas atômicas, como as que foram lançadas sobre Hiroshima, fossem lançadas a cada segundo durante um ano inteiro. Este dado levanta o seguinte raciocínio relativo à seguinte pergunta: “Qual fonte é capaz de conter e transmitir uma quantidade tão significativa de energia para aquecer nesse ritmo progressivo todo o oceano?”



**Figura 35**

Mudanças no conteúdo de calor nos 2.000 metros superiores do Oceano Mundial.

Fonte: Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

O aquecimento anômalo dos oceanos tem sua origem tanto no fator antropogênico quanto no impacto do magma, cuja ascensão se intensificou desde 1995. A crosta oceânica, que é mais fina que a crosta continental, permite que o magma em ascensão aqueça com maior intensidade o fundo rochoso do oceano que por sua vez transfere todo esse calor para o próprio oceano.

Existem vários indícios de que o oceano está apresentando intenso aquecimento em grandes

profundidades. Um grupo de investigadores dos Estados Unidos descobriu que, nos últimos 60 anos, a profundidade média dos oceanos aqueceu 15 vezes mais rapidamente do que nos 10.000 anos anteriores<sup>10</sup>. E essa progressão tem acelerado a cada ano. Uma grande quantidade de energia é necessária para aumentar as temperaturas nas médias e grandes profundidades dos oceanos onde a luz solar não é capaz de atingir.

<sup>10</sup> Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific Ocean Heat Content During the Past 10,000 Years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>  
 Oppo, D. (2013, October 31). Is Global Heating Hiding Out in the Oceans? <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>

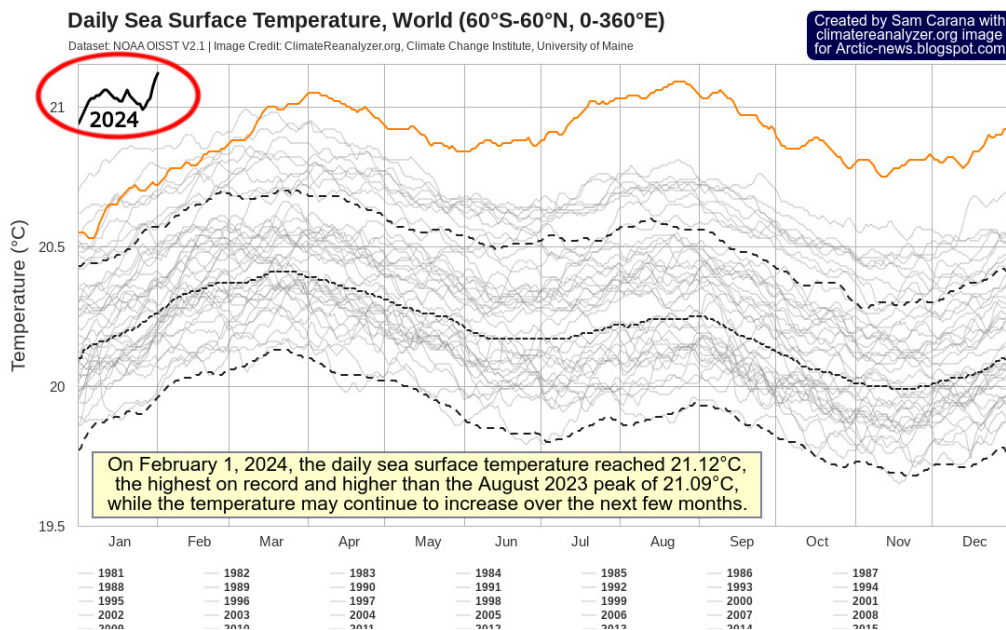
Um dos fatores que contribuem para o aquecimento das águas oceânicas é a liberação de metano. Enormes reservas de metano na forma de hidratos de gás (clatratos) são encontradas no fundo dos mares do Oceano Ártico. Sob a influência do aquecimento geotérmico, essas acumulações derretem, liberando metano na forma gasosa. Essas liberações de metano ocorrem em rajadas e são chamadas de plumas de metano ou mega-explosões. Uma explosão anômala de metano na região do Ártico foi detectada na atmosfera por satélites da NOAA em abril de 2014<sup>11</sup>. Em relação à estrutura geológica do fundo do mar, as áreas com concentrações elevadas de metano correspondem às falhas geológicas das dorsais meso-oceânicas do Ártico. Terremotos indicam atividade de falhas, mudanças nas câmaras magmáticas e liberação de fluxos de calor.

Os dados que mostram o aumento da

temperatura nas camadas profundas do oceano indicam que o oceano está aquecendo tanto por cima quanto por baixo. Tendências significativas de aquecimento são observadas em duas áreas profundas da Bacia Argentina<sup>12</sup> em profundidades superiores a 4.500 metros:  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  por década entre 2009 e 2019.

Um aumento de temperatura de  $0,02^{\circ}\text{C} \pm 0,01^{\circ}\text{C}$  representa uma quantidade colossal de energia necessária para aquecer um imenso volume de água fria no fundo do oceano.

Um recorde histórico de aumento nas temperaturas da superfície oceânica foi quebrado em 2023 (Figura 36). O ano de 2024 já superou todos os recordes alcançados em 2023, e verifica-se que a tendência das alterações posteriores de temperatura poderá ultrapassar os intervalos apresentados no gráfico.



**Figura 36**

Temperaturas oceânicas mais elevadas já registradas, temperatura média diária da superfície do mar, 1981-2024.

Fonte de dados: Dataset NOAA OISST V2.1 | Crédito da imagem: ClimateReanalyzer.org, Climate Change Institute, University of Maine, Dataset. NOAA OISST

<sup>11</sup> Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from Space]* 14(5), 248–258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)

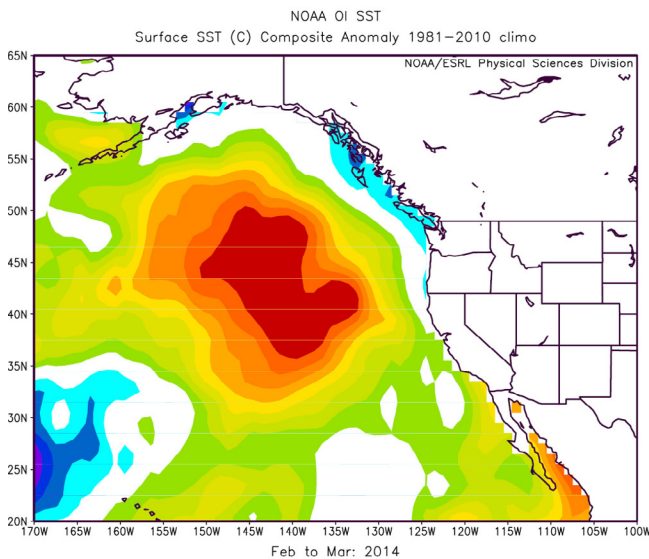
<sup>12</sup> Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed Ocean Bottom Temperature Variability at Four Sites in the Northwestern Argentine Basin: Evidence of Decadal Deep/Abysal Warming Amidst Hourly to Interannual Variability During 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>

Outra evidência do aquecimento das águas oceânicas do mundo é a ocorrência de ondas de calor oceânicas, que são áreas localizadas e duradouras de água oceânica aquecida. Um exemplo particular disso são as bolhas, que cobrem enormes áreas de água superficial e têm temperaturas excepcionalmente altas. Desde 1995, o número de bolhas aumentou significativamente<sup>13</sup> e tornaram-se mais comuns em diferentes partes dos oceanos do mundo, incluindo os litorais da Nova Zelândia, do Sudoeste de África e do sul do Oceano Índico.

Uma das maiores e mais conhecidas bolhas formou-se e se espalhou rapidamente pelo Pacífico a partir do Golfo do Alasca em 2013. Cobriu uma área de mais de 4.000.000 de

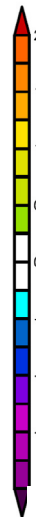
quilômetros quadrados (maior que o tamanho de toda a Índia) e as temperaturas da água estavam 5-6 graus Celsius acima da média em alguns locais (Figura 37). A bolha atravessou o oceano do Alasca ao México durante três anos até 2016 (Figura 38). Esse fenômeno afetou negativamente o ecossistema marinho e o clima da região.

Uma das teorias que buscam explicar a origem dessa bolha propoem que seu surgimento tenha ocorrido provavelmente a partir do vulcanismo ativo na costa do Alasca e da pluma de magma Cobb<sup>14</sup>, que aqueceu a água no fundo do oceano e forçou esse enorme volume de água aquecida a subir até a superfície.



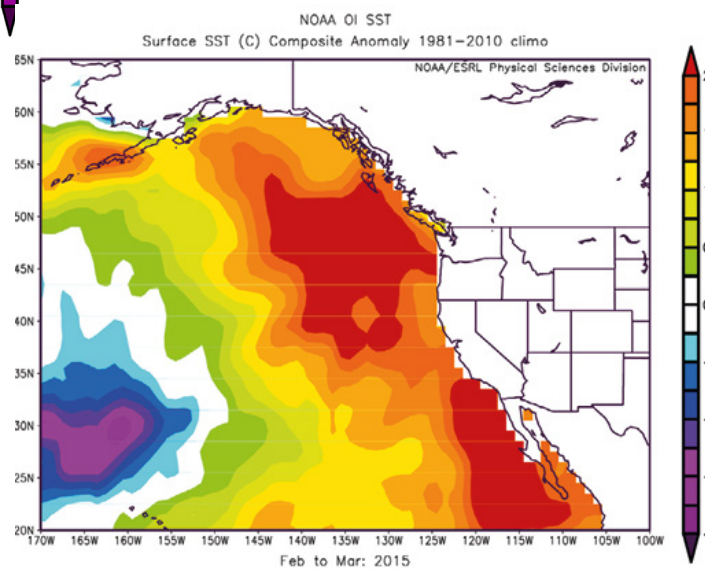
**Figura 38**

O mapa mostra como a anomalia da temperatura da superfície do mar (SST) se moveu e se espalhou ao longo da Costa Oeste em março de 2015. (Imagem fornecida pela NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado)



**Figura 37**

O mapa mostra a posição da anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM), também conhecida como The Blob, no nordeste do Oceano Pacífico em março de 2014. (Imagem fornecida pela NOAA/ESRL Physical Sciences Division at Boulder, Colorado)



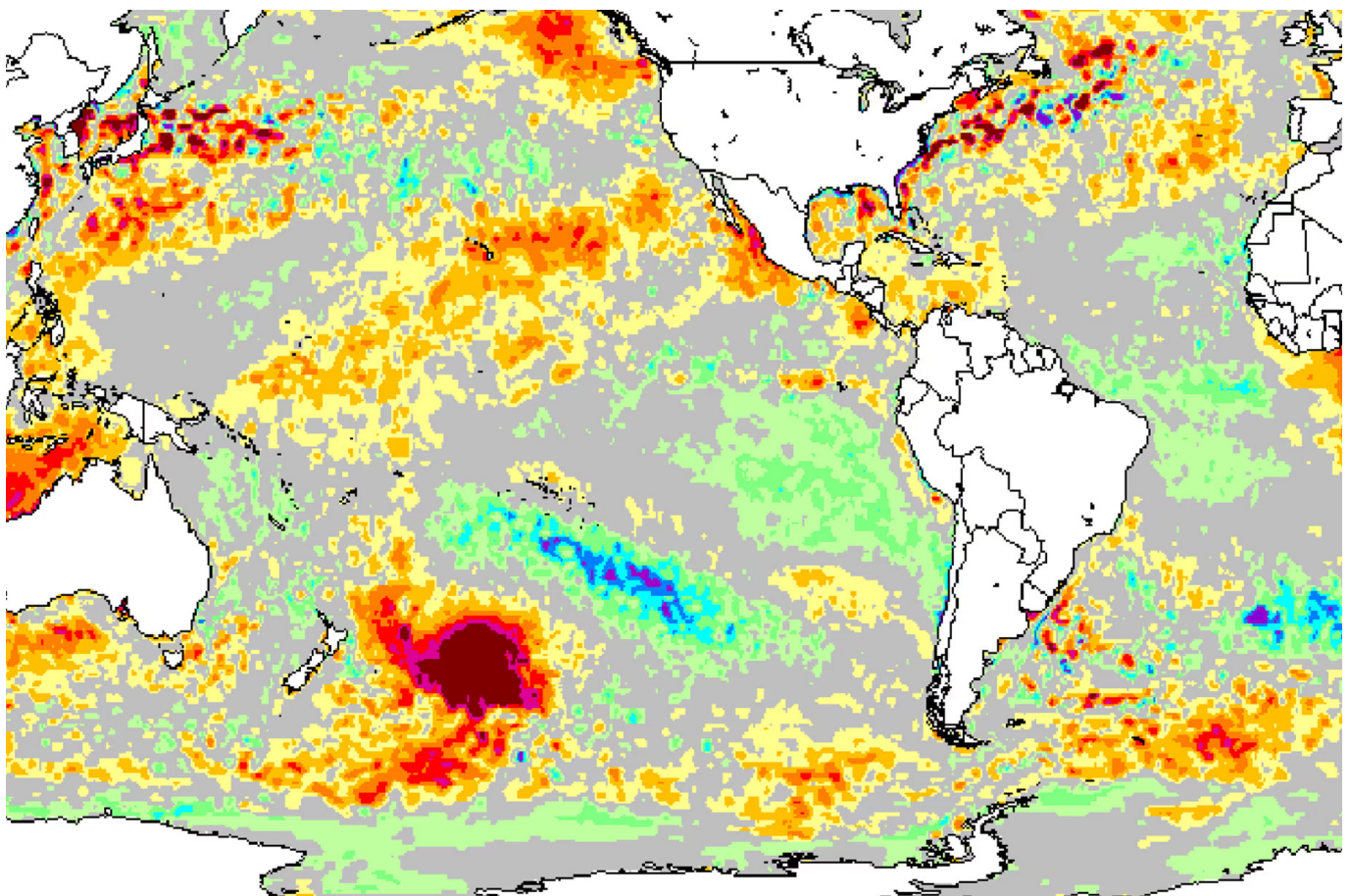
<sup>13</sup> Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). Science, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>  
<sup>14</sup> Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>



Em dezembro de 2019, uma bolha apareceu a leste da Nova Zelândia, no Pacífico Sul, com temperaturas 6°C acima da média em alguns dias. A bolha cobria uma área de mais de um milhão de quilômetros quadrados, que é quase 1,5 vezes o tamanho do Texas, ou quatro vezes maior que a própria Nova Zelândia (Figura 39). Foi relatado na época que era a maior bolha já registrada no oceano mundial. Foi também o segundo maior evento já registrado na região. James Renwick, diretor da Escola de

Geografia, Meio Ambiente e Ciências da Terra da Universidade Victoria, em Wellington, disse: “É a maior mancha de aquecimento acima da média no planeta neste momento. Normalmente as temperaturas nessa área são registradas em aproximadamente 15 °C, mas neste momento estão em torno de 20 °C.”<sup>15</sup>

A causa desta formação de bolhas foi provavelmente a atividade de um antigo planalto vulcânico ao largo da costa da Nova Zelândia<sup>16</sup>.



**Figura 39**

Anomalia na temperatura da superfície do mar no Pacífico Sul em 25 de dezembro de 2019.

Fonte: Morton, A. (2019, 27 de dezembro). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>

<sup>15</sup> Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. The Guardian. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>

<sup>16</sup> Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. Science Advances, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>

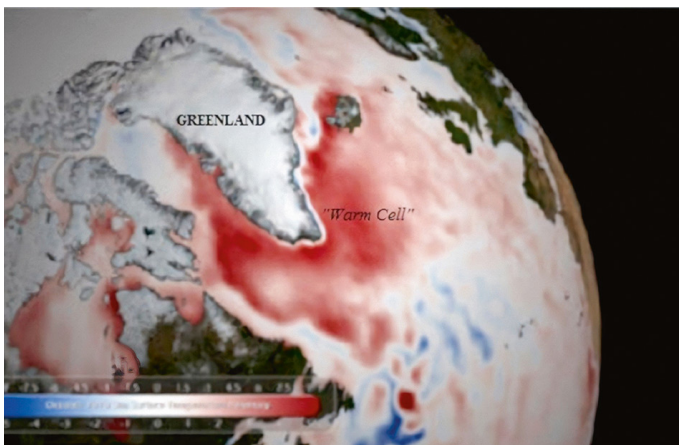
A teoria de que o surgimento de ondas de calor marinhas e bolhas oceânicas é causada pelo aquecimento das águas profundas no fundo do oceano está alinhada com uma nova pesquisa conduzida por cientistas da Universidade de Oceanografia da China<sup>17</sup>. Eles demonstraram que um terço das ondas de calor marinhas não se manifesta de forma alguma na superfície do oceano e cerca de metade não se manifesta em todas as fases do seu ciclo de vida. O número anual destas ondas de calor marinhas subterrâneas aumentou significativamente com o progressivo aquecimento dos oceanos nas últimas três décadas. Não ser possível observar na superfície do oceano uma fração significativa dessas ondas de calor marinhas provavelmente indica que essas bolhas não podem ser consequências do calor transferido a partir da atmosfera.

Assim, para além do fator antropogênico, a causa da formação das ondas de calor marinhas, incluindo essas bolhas, é a atividade vulcânica submarina e a elevação do magma a partir do interior da Terra em direção à crosta oceânica, que começou em 1995. Isto promove o aquecimento das camadas de águas profundas que se elevam verticalmente do fundo do oceano até a superfície, formando grandes áreas oceânicas com temperaturas anômalas. As bolhas no oceano produzem alterações na pressão atmosférica, anomalias nos ventos e correntes de ar, aquecimento geral do oceano global e destruição

de ecossistemas. À medida que a atividade magmática aumenta progressivamente, o número e a dimensão dessas ondas de calor oceânicas continuará aumentando proporcionalmente.

Um dos efeitos significativos das ondas de calor marinhas são as alterações nos parâmetros das correntes oceânicas, como por exemplo, o abrandamento da corrente do Golfo entre maio e agosto de 2010. De acordo com o geólogo James Kamis, a subida do magma, que impulsionou a erupção vulcânica, provavelmente aqueceu a água no fundo do oceano.<sup>18</sup> Como resultado, de acordo com as observações, em maio de 2010, um enorme volume de água quente emergiu acima da área tectônica abaixo da Gronelândia, e provavelmente bloqueou o caminho da Corrente do Golfo durante algum tempo (Figura 40). Isso gerou uma alteração temporária dos padrões meteorológicos na Europa e na América do Norte. Um enfraquecimento bastante significativo ou a interrupção da Corrente do Golfo poderia produzir grandes alterações no clima, nos ecossistemas e nas economias da Europa e da América do Norte.

Atualmente, com o prosseguimento das ações antropogênicas e com o aumento da atividade magmática que contribui intensamente para o aquecimento das camadas profundas do oceano, a Corrente do Golfo corre o risco de se enfraquecer, estacionar ou desaparecer completamente.



**Figura 40**

O mapa das temperaturas da superfície oceânica para maio de 2010, ilustrando a onda de calor marinha de 2009-2010 no Oceano Atlântico Norte (destacado em vermelho).

Fonte: Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean "Warm Blob" Melting Southern Greenland Ice Sheet. Plate Climatology. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

<sup>17</sup> Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>

<sup>18</sup> Kamis, J. E. (n.d.). Geologically Induced Northern Atlantic Ocean "Warm Blob" Melting Southern Greenland Ice Sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet?rq=Alaska>

## Derretimento glacial anômalo na Antártica e na Groenlândia

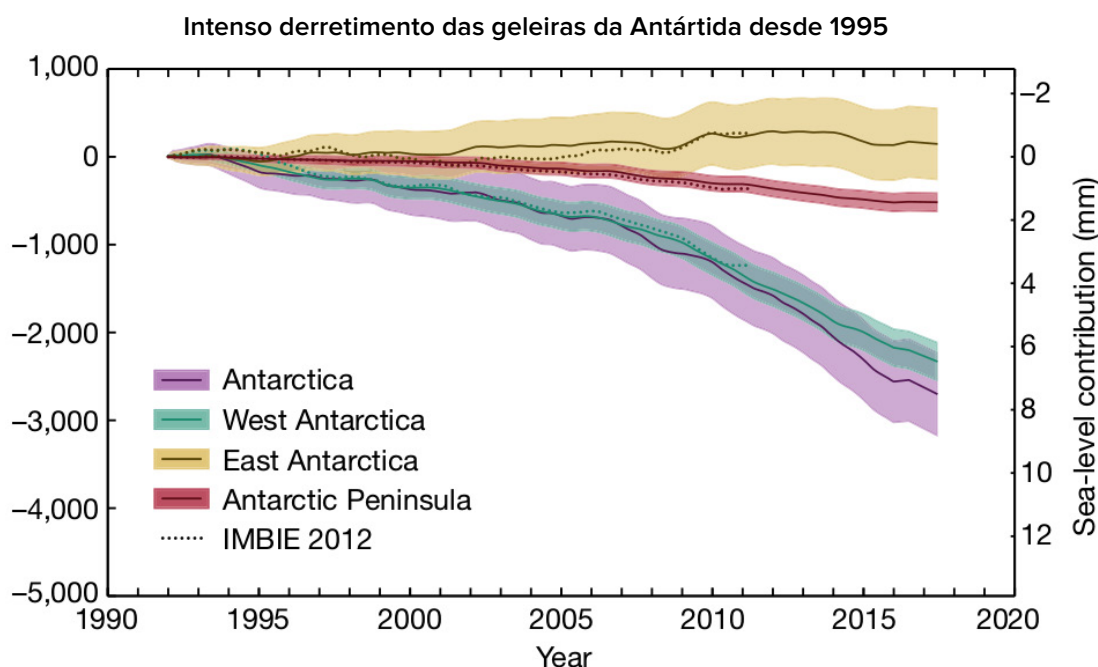
Nos últimos 29 anos, a perda de gelo nas principais camadas glaciares acelerou. A taxa de perda de gelo na Gronelândia é agora 400% mais elevada, enquanto na Antártida é 25% mais elevada do que no início da década de 1990<sup>19</sup>.

Consideremos o exemplo da Antártida. Estudos mostram que, desde 1992, a Antártida perdeu quase três bilhões de toneladas de gelo<sup>20</sup>, o que equivale a 1,2 bilhões de piscinas olímpicas. O glaciar Pine Island, considerado o ponto mais vulnerável da Antártida, perde cerca de 45 bilhões de toneladas de gelo todos os anos<sup>21</sup>. A segunda geleira mais proeminente da Antártida é a plataforma gigante de gelo da

geleira Thwaites.

86% de todas as perdas de gelo na Antártida ocorrem na Antártida Ocidental, onde há um rápido recuo e afinamento das geleiras de Pine Island e Thwaites (Rignot et al. 2014; Shepherd et al. 2002) (Figuras 41-43).

Um dado surpreendente é o registro de que os glaciares estão derretendo predominantemente apenas na parte ocidental do continente.



**Figura 41**

Alterações da massa de gelo e do nível do mar na Antártida durante 1992-2017. A curva roxa representa a taxa média de perda de gelo na Antártida. A curva verde representa a taxa de perda de gelo na Antártida Ocidental. A curva amarela representa a tendência positiva, ou seja, o ganho de gelo na Antártida Oriental.

Fonte: The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222.

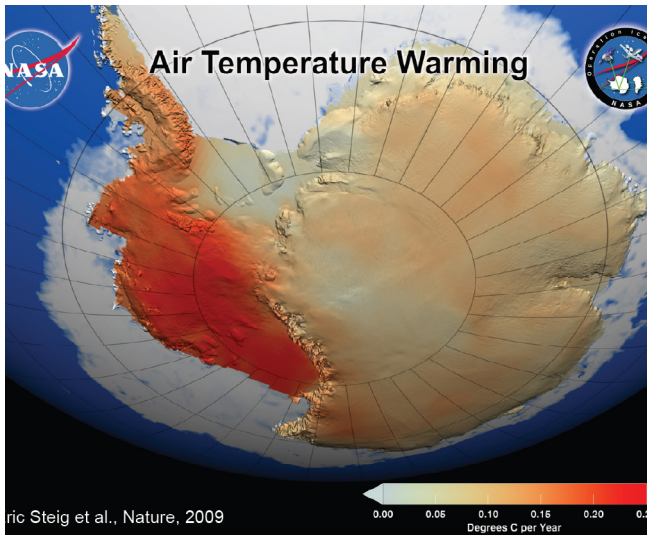
<https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

<sup>19</sup> Otsuka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652.

<https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>

<sup>20</sup> The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>

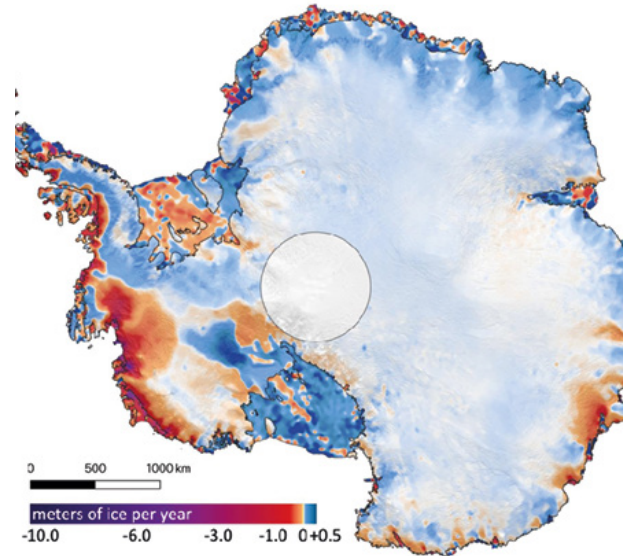
<sup>21</sup> Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginot, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the Dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>



**Figura 42**

O mapa da NASA ilustra o aquecimento significativo da superfície do manto de gelo da Antártida Ocidental e da Península Antártica. O aquecimento é consideravelmente mais intenso do que o relatado anteriormente, ultrapassando 0,1 graus Celsius numa década, com o impacto mais significativo observado durante o inverno e a primavera. A imagem incorpora dados de temperatura coletados durante um período de 50 anos, de 1957 a 2006 (NASA/GSFC Scientific Visualization Studio 2008).

<https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>

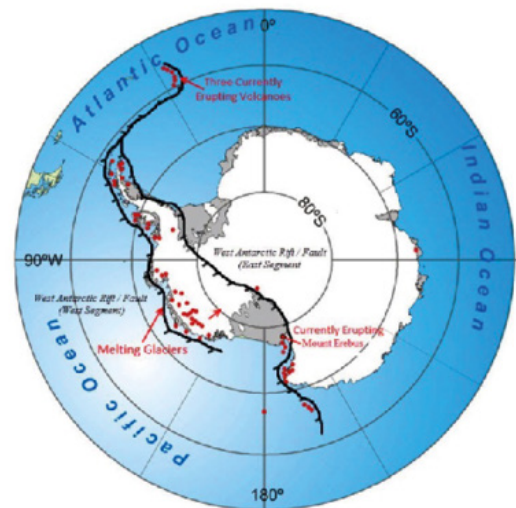


**Figura 43**

O mapa mostra a quantidade de gelo acumulado ou perdido pela Antártida de 2003 a 2019. As cores roxa e vermelha escura indicam taxas altas e moderadas de perda de gelo ao longo da costa antártica, respectivamente, enquanto as cores azuis indicam taxas de crescimento de gelo no interior. Fonte: Smith, B., Fricker, H. A., Gardner, A. S., Medley, B., Nilsson, J., Paolo, F. S., Holschuh, N., Adusumilli, S., Brunt, K., Csatho, B., Harbeck, K., Markus, T., Neumann, T., Siegfried, M. R., & Zwally, H. J. (2020). Pervasive ice sheet mass loss reflects competing ocean and atmosphere processes. *Science*, 368(6496), 1239–1242. <https://doi.org/10.1126/science.aaz5845>

É interessante notar que a Antártida Ocidental é uma das maiores regiões vulcânicas da Terra, em que mais de 140 vulcões foram encontrados sob gelo (Figura 44).

Com base em observações aeromagnéticas, cientistas da Alemanha e do British Antarctic Survey criaram um mapa do fluxo de calor geotérmico na Antártida Ocidental e descobriram uma área em que grandes quantidades de calor geotérmico provenientes do interior da Terra fluem sob o Glaciar Thwaites<sup>22,23</sup>. O fluxo geotérmico abaixo da Antártida Ocidental corresponde a áreas que vêm apresentando aumento progressivo no derretimento glacial<sup>22,23</sup>. O fluxo geotérmico sob a Antártida Ocidental corresponde precisamente às áreas onde se observa maior intensidade no processo de fusão glacial.



**Figura 44**

Mapa de vulcões “ativos” (atualmente em erupção) ou “adormecidos” (potencialmente ativos) no continente Antártico, localizados ao longo do extenso Sistema de Rifts da Antártida Ocidental. Esta área de falha ativa divide o continente e permite que o magma quente suboceânico flua pelas falhas, alimentando assim os vulcões. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>

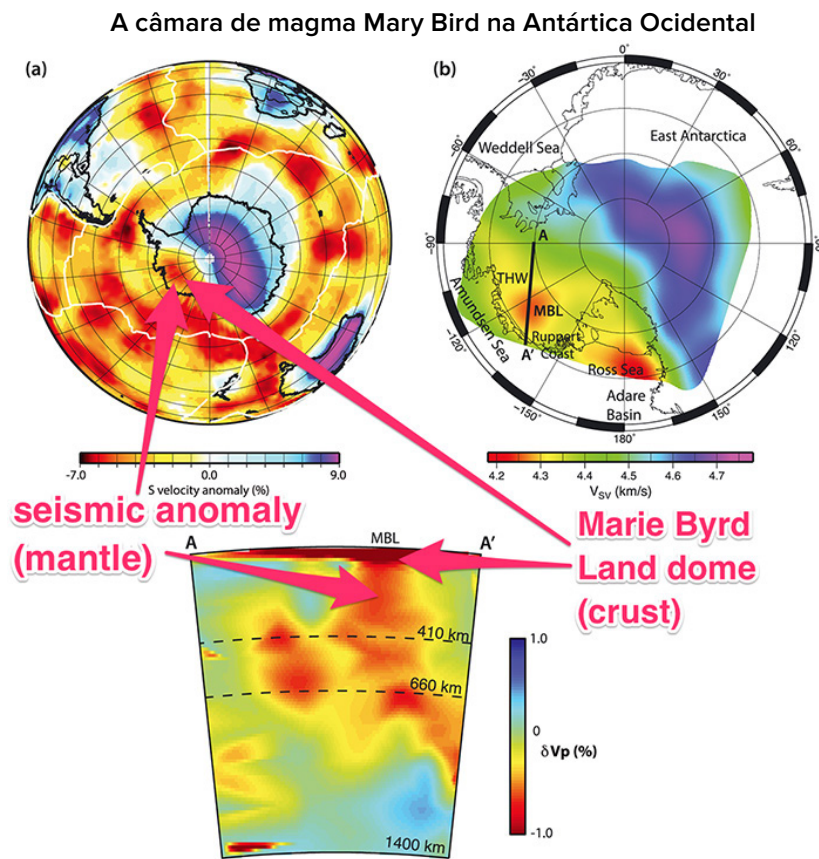
<sup>22</sup> Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>

<sup>23</sup> Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Uma equipe de cientistas da Universidade de Rhode Island e da Universidade de East Anglia descobriu um novo fator no rápido degelo do glaciador de Pine Island, na Antártida: um vulcão ativo, até então desconhecido, enterrado nas profundezas do gelo<sup>24</sup>. Os cientistas descobriram uma atividade vulcânica por baixo do manto de gelo, que produz 25 vezes mais energia térmica do que um vulcão adormecido.

Cientistas da NASA identificaram uma enorme pluma de magma chamada Marie Byrd<sup>25</sup> abaixo Antártida Ocidental, com uma área de quase um milhão de quilômetros quadrados (Figura 45). A Província Vulcânica de Marie Byrd Land é uma região da Antártida Ocidental

caracterizada por alta atividade vulcânica. O vulcanismo em Marie Byrd é atribuído a um ponto quente, onde uma pluma do manto (uma corrente de magma quente que sobe das profundezas do manto terrestre) atinge a crosta terrestre e impulsiona atividades vulcânicas. De acordo com os cálculos dos cientistas, o calor da pluma do manto se transfere para as camadas de rocha e gelo acima dela com quase tanta energia quanto o supervulcão de Yellowstone, que tem 150 mW por metro quadrado e atinge 180 mW por metro quadrado nas áreas de falha. Isso representa cerca de três vezes mais calor do que a quantidade que flui nas camadas rochosas vizinhas.



**Figura 45**

Presença de uma pluma de manto quente abaixo da região de Marie Byrd, Antártida Ocidental, indicada por tomografia sísmica. (Helene Seroussi et al./JGR Solid Earth; Business Insider)

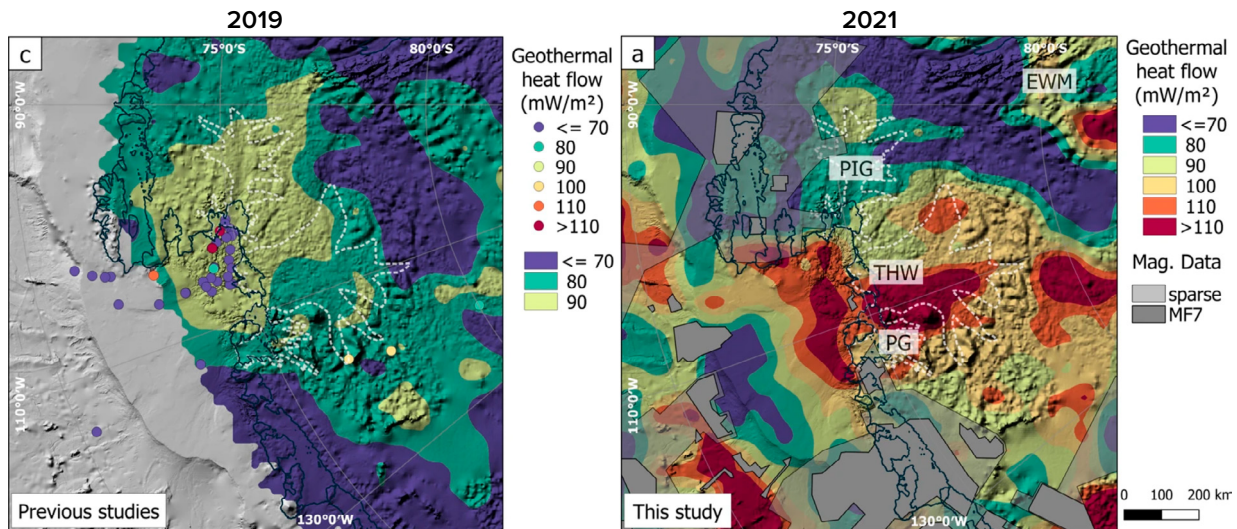
Fonte: Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

<sup>24</sup> Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9 (2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>

<sup>25</sup> Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>

Cientistas da Universidade de Bremen, do Instituto Alemão de Pesquisa Polar e Marinha e do British Antarctic Survey confirmaram que o derretimento das principais geleiras ocorre em áreas com elevado fluxo de calor provenientes do interior da Terra (Figura 46). É evidente que, em comparação com os

estudos anteriores realizados em 2019 (mapa da esquerda), ocorreram alterações significativas nas pesquisas realizadas em 2021 (mapa da direita), com o aumento do fluxo de calor geotérmico. Isto indica um aumento no fluxo de calor proveniente de plumas de magma no interior da Terra.



**Figura 46**

Distribuição do fluxo de calor geotérmico em 2019 (esquerda) e 2021 (direita).

Fonte: Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>

Um novo estudo internacional revelou que a crosta terrestre está se elevando em algumas partes da Antártida Ocidental apresentando ritmos de elevação com velocidades recordes em relação a todos os registros anteriores. A taxa de elevação no Mar de Amundsen, em frente ao Glaciar Pine Island, é de 41 milímetros por ano, três vezes mais rápido do que em outras áreas<sup>26</sup>. Mesmo em locais como a Islândia e o Alaska, onde são observadas rápidas elevações, a taxa de elevação comum é de cerca de 20-30 milímetros por ano. Portanto, os cientistas concluíram que o manto sob a Antártida Ocidental é mais quente e mais fluido do que se especulava anteriormente.

Podemos concluir que, o intenso derretimento do manto de gelo que ocorre na Antártida é atribuído tanto ao aquecimento da água oriundo do fator antropogênico quanto ao calor geotérmico da

atividade vulcânica e magmática, que aumentou significativamente desde 1995 e continua aumentando.

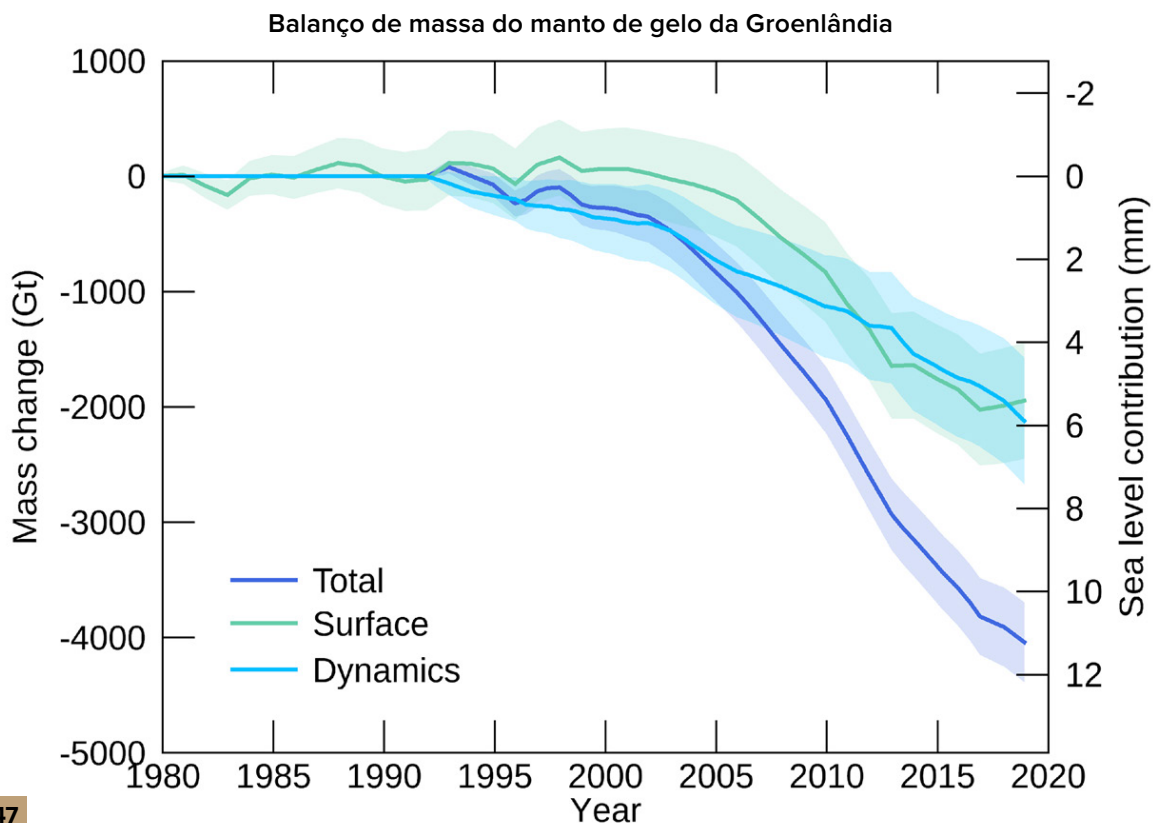
Diretamente ao largo da costa da Antártida Ocidental, verifica-se um aquecimento anômalo das águas profundas no mar de Weddell<sup>27</sup>. Enquanto os 700 metros superiores de água registam pouco aquecimento, há um aumento consistente da temperatura nas regiões mais profundas. Por um lado, o Mar de Weddell faz fronteira com a Fenda Antártica Ocidental e, por outro, é adjacente a uma crista vulcânica submarina com as Ilhas Sandwich do Sul. Vale a pena notar que a região das Ilhas Sandwich do Sul é uma das áreas sísmicamente mais ativas do planeta Terra. Nessa região a atividade sísmica está aumentando rapidamente e isso indica uma elevação do fluxo de magma.

<sup>26</sup> Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>

<sup>27</sup> Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>

Examinemos o derretimento da camada de gelo da Groenlândia. Atualmente, o gelo na Groenlândia está derretendo mais rapidamente do que em qualquer outro momento dos últimos 12.000 anos<sup>28</sup>. A Figura 47 mostra um gráfico que representa um aumento exponencial na perda de gelo da Gronelândia de 1992 a 2018. A perda de gelo da Gronelândia começou na década de 1990, mas o período de 2006

a 2012 foi responsável por quase metade da perda total. Apesar das condições atmosféricas extremamente frias na região da Gronelândia, a taxa de perda de gelo permaneceu elevada após esse período. Só em julho de 2019, a camada de gelo da Groenlândia perdeu 197 bilhões de toneladas métricas de gelo, aproximadamente equivalente a cerca de 80 milhões de piscinas olímpicas.



**Figura 47**

Alteração cumulativa total da massa do manto de gelo da Groenlândia, dividida em dois componentes: superficial e dinâmico (a parte da perda de massa da geleira causada por seu movimento e separação do iceberg). Alteração relativa a 1992.

Fonte de dados: IMBIE (Shepherd et al., 2020), Crédito: IMBIE/ESA/NASA.

Rios correm e lagos aparecem na superfície da camada de gelo da Gronelândia, mas, surpreendentemente, os rios e os lagos também têm sido descobertos abaixo do manto de gelo, que tem cerca de 1,5 quilômetros de espessura. Cerca de 60 lagos subglaciais foram descobertos até o momento<sup>29</sup>. A razão

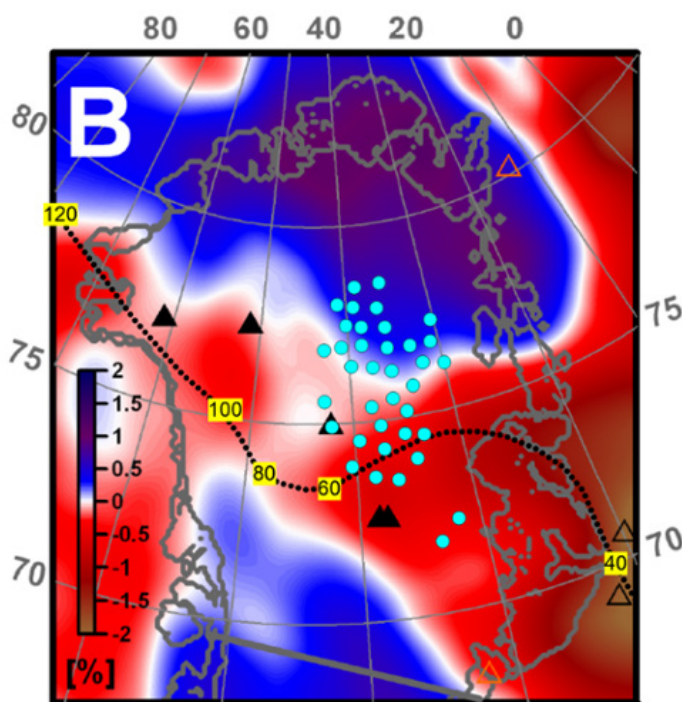
comumente conhecida para a formação desses lagos é o calor geotérmico que faz a água derretida fluir através das rachaduras. Esses lagos se formam porque a camada de gelo está derretendo tanto na parte superior quanto na parte inferior.

<sup>28</sup> Briner, J. P., Cuzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>

<sup>29</sup> Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>

Um grupo de cientistas americanos, liderado pelo professor Ralph von Frese, da Universidade Estadual de Ohio, utilizou pesquisas gravitacionais para estimar a espessura da crosta abaixo da Groenlândia. Eles descobriram que o derretimento mais significativo das geleiras ocorre na parte norte da ilha, onde a crosta terrestre é mais fina. Nesta região, um elevado o fluxo de calor geotérmico é observado proveniente da pluma ascendente do manto<sup>30</sup>.

Além disso, um grupo de cientistas liderado por pesquisadores do Instituto Schmidt de Física da Terra, Irina Rogozhina e Alexey Petrunin<sup>31</sup>,



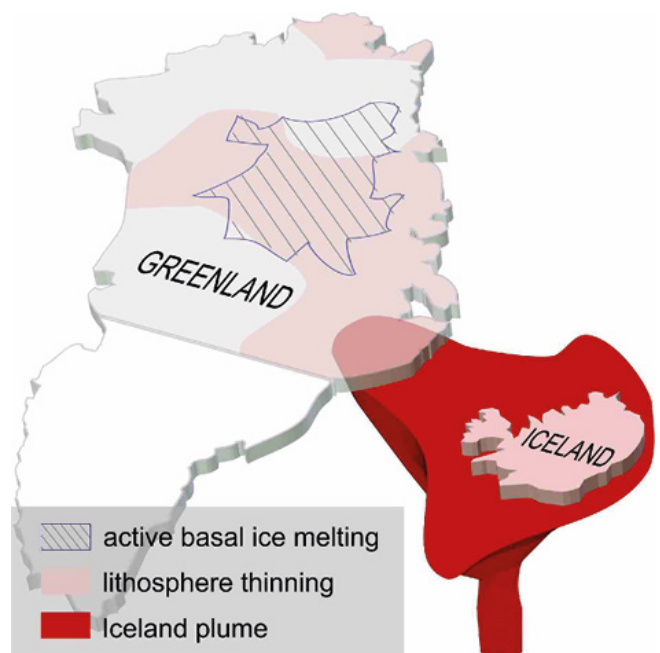
**Figura 48**

Tomografia sísmica da Groenlândia a 150 km de profundidade. As áreas de baixa velocidade correspondentes a regiões de aumento de temperatura são destacadas em vermelho. A linha pontilhada representa uma das possíveis reconstruções de "trilha" da pluma com idade indicada em milhões de anos. Os pontos azuis são áreas onde os resultados da pesquisa de radar mostraram que há água sob a geleira.

Fonte: Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>

chegou à mesma conclusão. Com base em dados de tomografia sísmica, os pesquisadores descobriram uma pluma de manto no interior da Groenlândia.

O fluxo de magma sobe da fronteira núcleo-manto, aproximando-se da superfície da Terra diretamente sob a parte central da ilha. É provável que esse fenômeno sirva como um fator adicional que contribui para o derretimento do gelo. É nessa área que se concentra a localização do maior número de lagos subglaciais (Figuras 48-49).



**Figura 49**

Ilustração de Ivan Kulakov, geofísico russo, especialista em geofísica e geodinâmica, membro correspondente da Academia Russa de Ciências.

Fonte: [https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)

<sup>30</sup>van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>

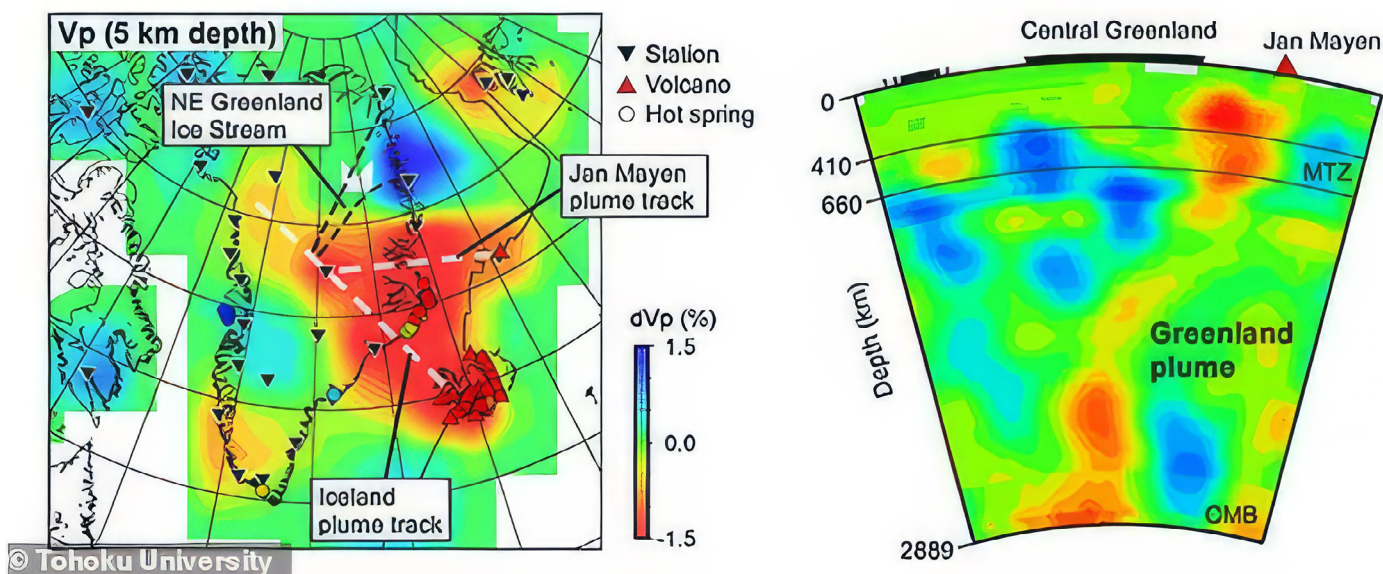
<sup>31</sup>Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>



Os cientistas calcularam o fluxo de calor provável desta pluma de magma e descobriram que esse calor é suficiente para aquecer a base da geleira a ponto de derreter o gelo. Muitos pesquisadores, inclusive aqueles que utilizam técnicas de aprendizado por máquinas<sup>32,33</sup>,

obtiveram resultados semelhantes posteriormente. Estudos realizados por cientistas da Universidade de Tohoku, no Japão, forneceram informações adicionais sobre a estrutura da pluma de magma abaixo da Gronelândia<sup>34</sup> (Figuras 50-51).

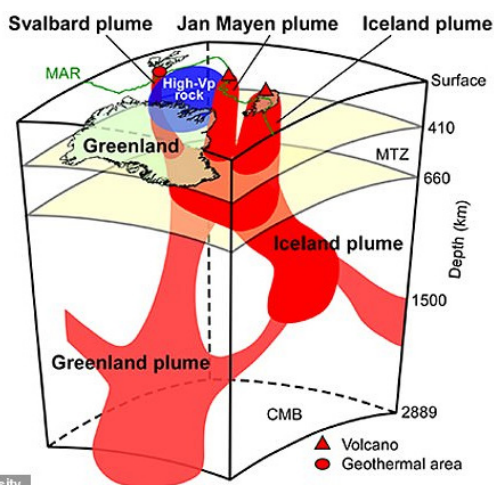
#### Pluma magmática abaixo da Groenlândia, modelo



**Figura 50**

Comparação da estrutura da velocidade sísmica e do fluxo de calor geotérmico. As cores azul e vermelha indicam altas e baixas velocidades das ondas longitudinais, respectivamente. O vermelho mostra zonas de baixa velocidade associadas a fluxos derretidos da pluma de magma.

Source: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>



**Figura 51**

Diagrama das principais feições tectônicas e plumas magmáticas abaixo da Groenlândia e seus arredores. A pluma da Groenlândia tem dois ramos que fornecem calor às zonas ativas da Islândia, Jan Mayen, e à zona geotérmica de Svalbard. Rochas fundidas sobem do limite núcleo-manto, acelerando o derretimento do gelo no centro da Groenlândia e elevando o nível do mar.

Fonte de dados: Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). <https://doi.org/10.1029/2020JB019837>

<sup>32</sup> Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the Geothermal Heat Flux in Greenland: A Machine Learning Approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>

<sup>33</sup> Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sej, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>

<sup>34</sup> Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P Wave Tomography Beneath Greenland and Surrounding Regions: 1. Crust and Upper Mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>

Assim, de acordo com estudos de cientistas japoneses, russos e alemães, na Groenlândia, assim como ocorre na Antártida, uma pluma de magma também está localizada na parte central, e isso representa uma possível causa do derretimento acelerado das geleiras da Groenlândia nas últimas décadas.

É provável que as duas maiores regiões glaciares do mundo, a Antártida e a Gronelândia, estejam derretendo não só por motivo da ação antropogênica, mas também em consequência de um aumento do calor geotérmico proveniente do interior da Terra, e esse calor está se intensificando, de acordo com o que está indicado

pelos tendências exponenciais do derretimento dos glaciares. Isto sugere que as plumas de magma estão ativas abaixo da Antártida Ocidental e da Gronelândia Central desde 1995.

O objetivo dessa informação é chamar a atenção para a quantidade anormal de energia acumulada no interior do planeta. Esse nível de energia é tão elevado que ativou plumas de magma, que estão derretendo os glaciares em uma progressão exponencial. Este processo está acelerando, e isso indica um aumento da atividade magmática planetária global, que pode representar uma ameaça adicional séria para a vida humana.

## Aquecimento das camadas inferiores da atmosfera

O aquecimento sem precedentes das camadas inferiores da atmosfera é uma consequência do aquecimento global dos oceanos. A Figura 52 apresenta um gráfico que ilustra o aumento sem precedentes das temperaturas médias em todo o mundo entre 1850 e 2023. Em 2023, foi estabelecido um

novo recorde histórico de temperatura. De acordo com Samantha Burgess, Diretora Adjunta do Serviço Copernicus para as Alterações Climáticas (CCCS), 2023 tornou-se o ano mais quente, de pelo menos os últimos 100.000 anos<sup>35</sup>.

### 2023 foi o ano mais quente já registrado no mundo

Aumento da temperatura global da superfície em relação à média durante o período pré-industrial de 1850-1900 (°C)

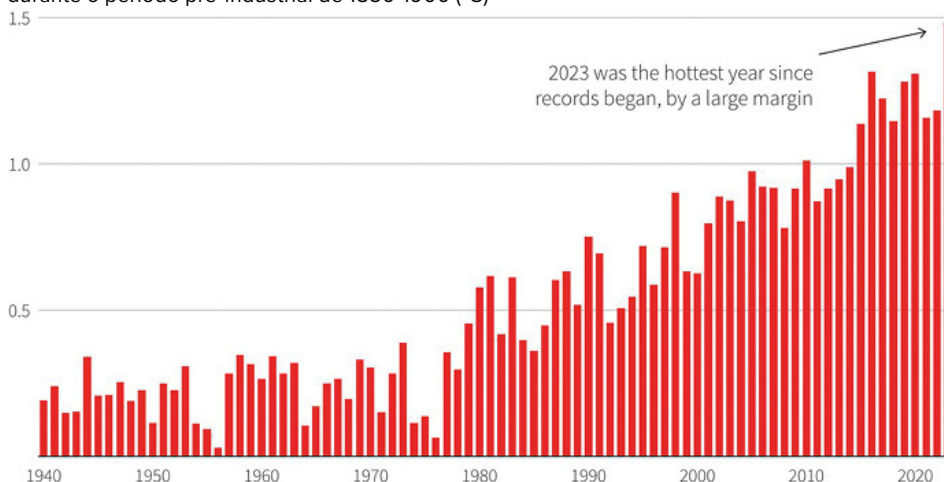


Figura 52

Aumento da temperatura global da superfície em relação à média durante o período pré-industrial de 1850-1900 (°C)  
Fonte: Serviço Copernicus para as Alterações Climáticas/ECMWF

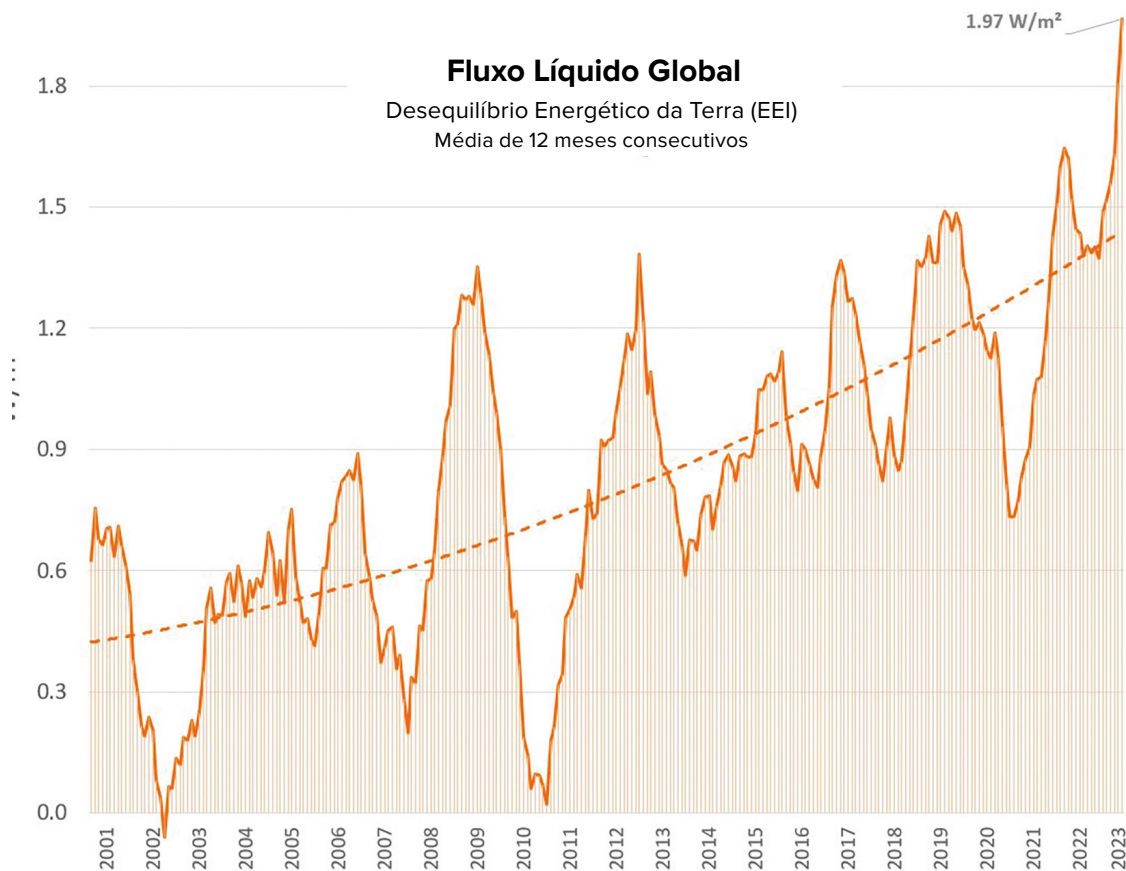
<sup>35</sup> Fonte: <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>

O climatologista especialista da NASA, Gavin Schmidt, mostrou-se muito preocupado com as temperaturas recordes registadas em 2023. Segundo Gavin, essas temperaturas não só ultrapassaram os registos anteriores, como também indicaram a presença de processos de aquecimento desconhecidos que excederam as tendências típicas a longo prazo dos modelos anteriores. Segundo Gavin, “compreendemos as tendências a longo prazo, que estão sendo impulsionadas pelos gases de efeito estufa e pelas ações antropogênicas... Mas o que aconteceu em 2023 foi isso, e além disso, algo mais. E esse ‘algo mais’ é muito maior do que supomos, ou do que ainda podemos explicar.”<sup>36</sup>

Além disso, existe um desequilíbrio crescente entre a radiação solar que entra e a radiação que

sai da Terra (Figura 53).

O gráfico indica que a atmosfera da Terra está acumulando energia exponencialmente. Isto é consequência do aumento do calor proveniente das emissões de gases de efeito estufa e, adicionalmente, da ascensão do magma das profundezas do planeta, bem como da diminuição da função dispersora do calor da superfície da Terra para o espaço exercida tanto pelo oceano quanto pela atmosfera. Em março de 2023, o Desequilíbrio Energético da Terra (EEI) anual foi medido em 1,61 watts por metro quadrado. Essa energia equivale a cerca de 13 bombas atômicas (das que foram detonadas em Hiroshima) explodindo no planeta a cada segundo do tempo.



**Figura 53**

Crescimento exponencial do Desequilíbrio Energético da Terra (EEI), indicando a diferença entre a radiação solar que entra e a radiação que sai de todas as fontes. ©Leon Simons

Fonte de dados: NASA CERES EBAF-TOA All-sky Ed4.2 Net flux, 2000/03-2023/05.

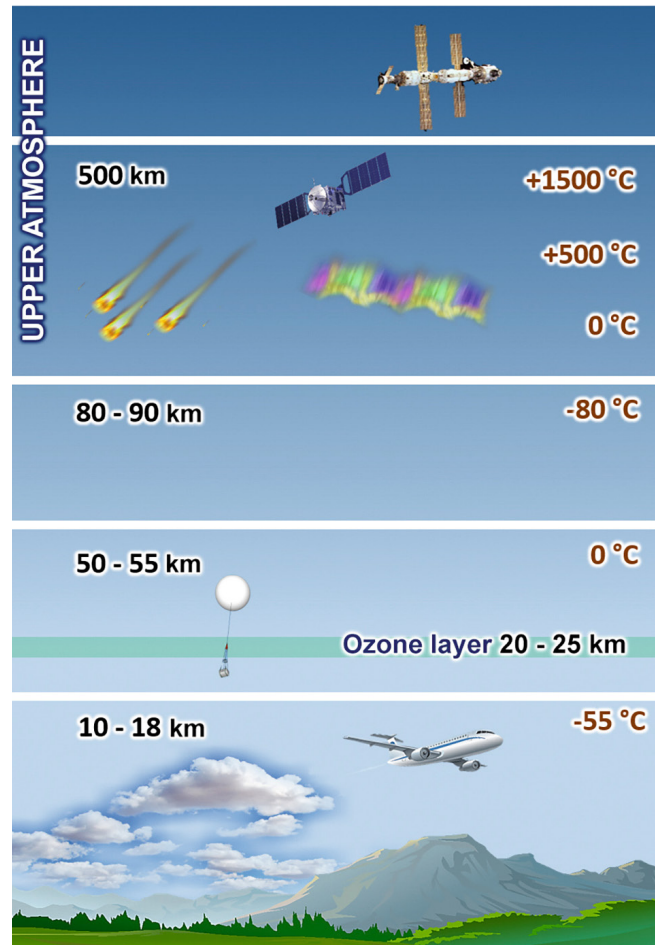
<sup>36</sup> Fonte: <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>

## Mudanças nas camadas superiores da atmosfera

É importante notar que as mudanças estão ocorrendo não apenas nas camadas inferiores da atmosfera (troposfera), mas também nas suas camadas média e superior. A Figura 54 fornece uma representação gráfica geral da estrutura atmosférica.

A termosfera, uma das camadas superiores da atmosfera, sofreu uma diminuição recorde na densidade<sup>37</sup>. Desde 2007, os cientistas observaram uma redução inexplicável na densidade termosférica a uma altitude de 400 km de 1,7 a 7,4% no decorrer de 10 anos<sup>38</sup>. Isto é confirmado por dados de mais de 10.000 órbitas de satélites que atravessam a termosfera. Se a redução da densidade termosférica continuar, o risco de colisões ou falhas de satélites pode se tornar muito elevado. Além disso, a termosfera sofre variações significativas de densidade durante tempestades geomagnéticas desencadeadas por explosões solares. Se a diminuição da termosfera continuar nesse mesmo ritmo, combinada a uma forte explosão solar, poderá desencadear uma perturbação completa em todas as redes de navegação e satélite, incluindo a Internet.

Também ocorreram mudanças na mesosfera<sup>39</sup> (em altitudes de 50 a 90 km) e na estratosfera (em altitudes de 18 a 50 km), que esfriaram significativamente nos últimos 30 anos



**Figura 54**

Strati dell'atmosfera

(Figuras 55-56). A diminuição da temperatura na atmosfera média foi estabelecida com base em observações utilizando vários métodos<sup>40</sup>. Segundo dados dos anos de 1980 a 2018, a espessura da estratosfera diminuiu em média 400 metros<sup>41</sup>.

<sup>37</sup> Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>

<sup>38</sup> Danilov, A. D., Konstantinova, A. V. (2020). Variações de Longo Prazo nos Parâmetros da Atmosfera Média e Superior e da Ionosfera (Revisão). *Geomagnetizm i Aeronomiya [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

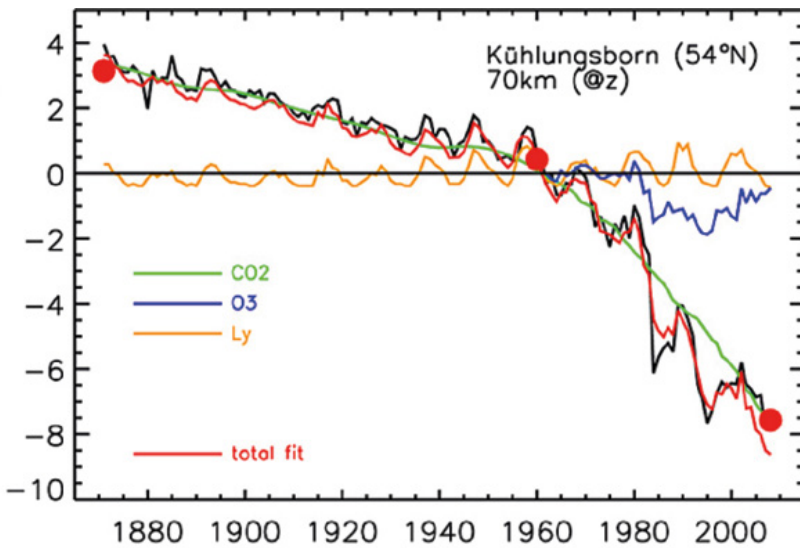
<sup>39</sup> Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

<sup>40</sup> Danilov, A. D., Konstantinova, A. V. (2020). Variações de Longo Prazo nos Parâmetros da Atmosfera Média e Superior e da Ionosfera (Revisão). *Geomagnetizm i Aeronomiya [Geomagnetism and Aeronomy]*, 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>

<sup>41</sup> Pisoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>

Simultaneamente à diminuição da densidade e da temperatura, ocorreu uma mudança na composição química da atmosfera, observada em notórios registros de diminuições nas concentrações de oxigênio na alta atmosfera (termosfera) em até 60%. A uma altitude de

130 km em latitudes médias, a concentração de O<sub>2</sub> (oxigênio molecular) diminuiu de 2 a 4 vezes<sup>42,43</sup>. Além disso, também observa-se uma diminuição na concentração de oxigênio atômico na alta atmosfera<sup>44</sup>.



**Figura 55**

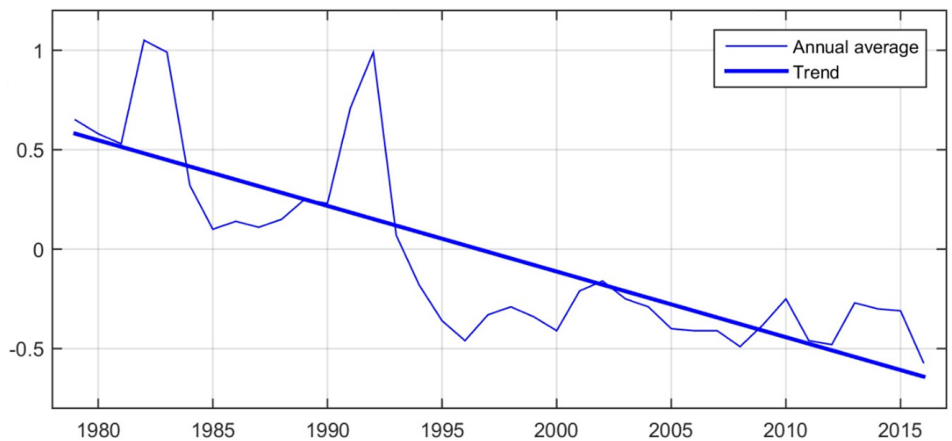
Anomalias de temperatura na mesosfera. A temperatura na mesosfera caiu aproximadamente 5-7 K em altitudes de pressão e ainda mais (até 10-12 K) em altitudes geométricas. Fonte: Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Tendências de temperatura na mesosfera no verão em latitude média. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>

**Anomalias anuais de temperatura global na estratosfera**

**Figura 56**

Anomalias anuais de temperatura global na estratosfera. Anomalias de temperatura UAH (em relação a 1981 - 2010) de satélites em órbita polar NOAA ajustados de acordo com Fu et al. (2004).

Fonte: [www.ncdc.noaa.gov](http://www.ncdc.noaa.gov)



**Todas as mudanças na atmosfera média e superior indicam processos de mudanças globais no interior do sistema terrestre.**

<sup>42</sup>Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Tendência a longo prazo da resposta da camada E ionosférica às erupções solares. *Solnechno-Zemnaya Fizika [Solar-Terrestrial Physics]*, 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>

<sup>43</sup>Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Sobre as causas do arrefecimento e da sedimentação da atmosfera média e superior. *Izvestiya. RAN. Fizika atmosfery i okeana. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics]*, 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>

<sup>44</sup>Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014). Redução do teor de oxigênio atômico na atmosfera superior. *Geomagnetizm i Aeronomiya. [Geomagnetism and Aeronomy]*, 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/s0016793214020066>

## **PARTE 2**

# **CAUSAS DA CATÁSTROFE GLOBAL**

Um aumento tão rápido e repentino das catástrofes climáticas, atmosféricas e geodinâmicas em todo o mundo sugere que, em conjunto com o fator antropogênico, existe uma enorme quantidade de energia adicional no interior do nosso planeta. Abaixo da crosta terrestre, existe um sistema termodinâmico complexo que funciona há bilhões de anos. Graças à sua estabilidade, é possível haver vida na Terra. Portanto, qualquer alteração que ocorra em uma das camadas subterrâneas afeta todo o sistema, inclusive a camada superficial, onde nós vivemos.

# A ESTRUTURA DA TERRA

## Atmosfera da Terra

### Exosfera

Esta camada é a parte mais externa da atmosfera terrestre. Ele separa a atmosfera do espaço exterior.

### Termosfera

Uma camada extremamente quente com temperaturas muito elevadas, pois absorve grande parte da radiação solar.

### Mesosfera

A mesosfera é constituída por ar rarefeito que contém pequenas quantidades de oxigênio e alguns outros gases.

### Estratosfera

Uma camada com ar frio e pesado na parte inferior e ar quente na parte superior. A camada de ozônio está localizada na estratosfera. Essa camada nos protege da radiação ultravioleta do Sol.

### Troposfera

É a camada da atmosfera da Terra mais próxima da superfície planetária. A maioria das formações de nuvens e dos fenômenos climáticos ocorrem nessa camada.

### Exosfera

700-10,000 km /  
140-6.200 milhas

### Termosfera

80-700 km /  
50-440 milhas

### Mesosfera

50-80 km /  
31-50 milhas

### Estratosfera

12-50 km /  
7.3-31 milhas

### Troposfera

0-12 km /  
0-7.5 milhas

## La Struttura della Terra

### Litosfera

É a parte exterior rígida da Terra que inclui a crosta terrestre e a parte superior do manto.

### Astenosfera

É uma camada extremamente quente situada abaixo da litosfera que se localiza entre o manto superior e o manto inferior e consiste em rochas parcialmente derretidas.

### Manto

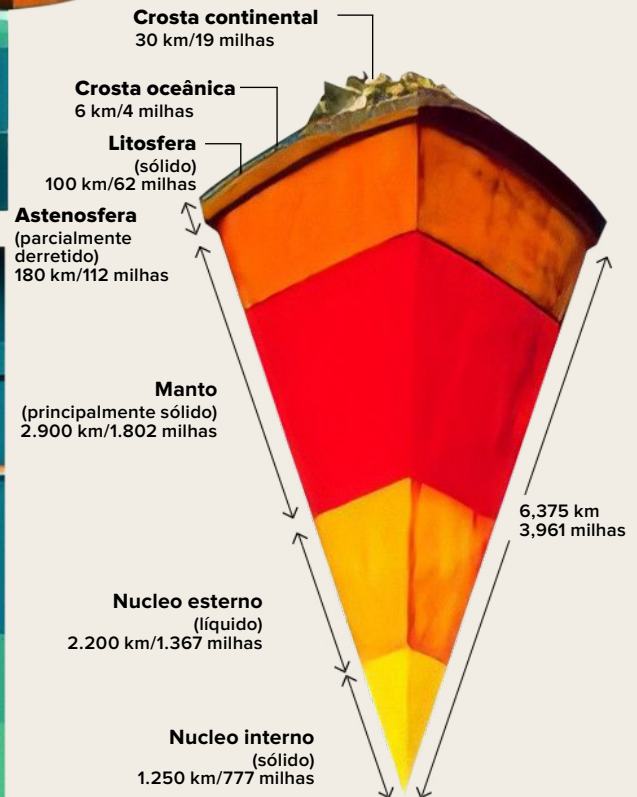
O manto superior e inferior consistem principalmente em rochas sólidas.

### Núcleo externo

Uma camada líquida formada principalmente por metais como ferro e níquel.

### Núcleo interno

Uma esfera quente, super densa e sólida composta basicamente de ferro.



## Mudanças em escala planetária em 1995

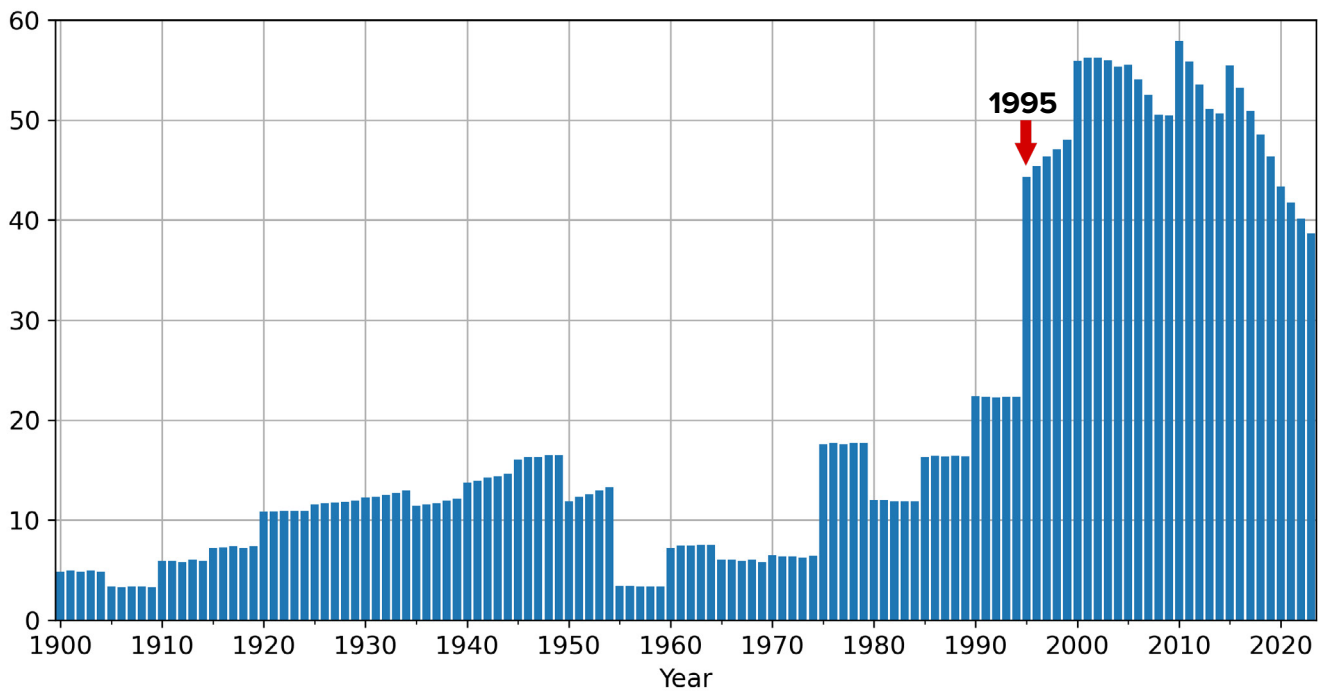
Consideremos as mudanças nos parâmetros geofísicos e geodinâmicos da Terra que ocorreram desde 1995. Naquele ano, laboratórios científicos em todo o mundo descobriram de forma independente anomalias planetárias alarmantes.

Por exemplo, o pólo magnético norte, que anteriormente fluía constantemente a uma velocidade de 10 km por ano, aumentou

subitamente a sua velocidade para

55 km por ano e mudou sua trajetória em direção à Península de Taymyr, na Sibéria (Figuras 57-58)<sup>45</sup>. Atualmente, o pólo magnético norte deslocou-se mais de mil quilômetros em direção à Sibéria. Um movimento tão acelerado do pólo magnético, relativo aos últimos 10.000 anos, jamais foi registrado anteriormente<sup>46</sup>.

### A velocidade do pólo magnético norte (km/ano)



**Figura 57**

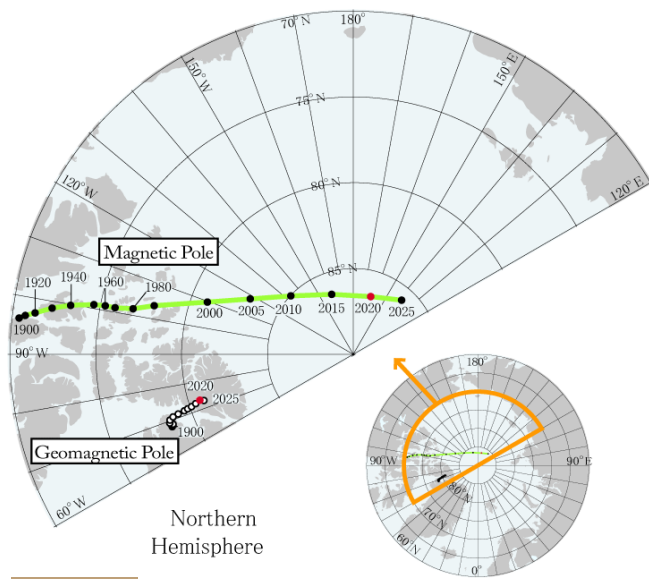
A velocidade de deriva do Pólo Magnético Norte, km/ano.

Dados da NOAA sobre a posição do pólo magnético Norte: <https://www.ngdc.noaa.gov/geomag/data/poles/NP.xy>

<sup>45</sup> Dyachenko, AI (2003). Pólos Magnéticos da Terra. Moscou: MCCME. 48 pág.

<sup>46</sup> Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020). Passado e presente geológico dos pólos magnéticos da Terra. CIÊNCIAS DA TERRA/ "Colloquium-journal", 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388



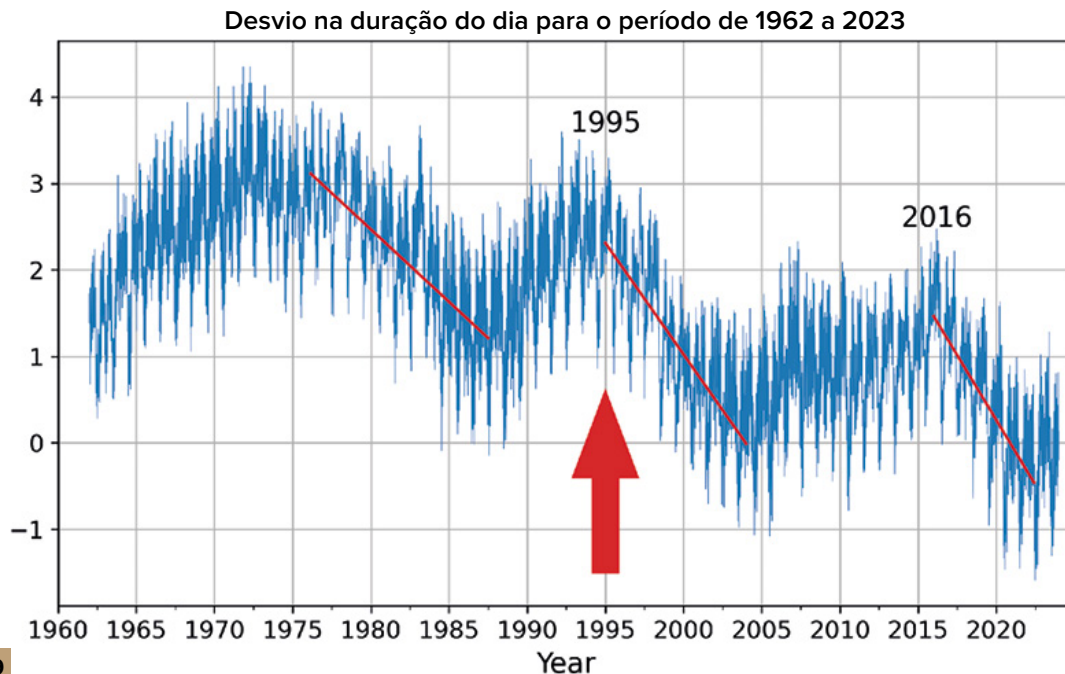


**Figura 58**

Localizações de pólos geomagnéticos e pólos magnéticos com base no IGRF-13 de 1900 a 2015 em 5 anos e em 2020 (vermelho) e 2025 (previsão).  
 Fonte: Centro Mundial de Dados para Geomagnetismo, Kyoto

Em 1995, foi registrada uma interrupção na rotação da Terra: a direção angular do eixo de rotação do planeta mudou e sua velocidade de movimento aumentou 17 vezes. Segundo a investigação, “o ponto de ruptura da deriva polar no residual é definido em Outubro de 1995”<sup>47</sup>.

Além disso, embora os cientistas tenham notado que a rotação da Terra desacelerou antes de 1995, a aceleração da sua rotação aumentou abruptamente em 1995 e 2016, ocorrência sem precedentes na história das observações (Figura 59). Segundo dados do Centro de Orientação da Terra do Observatório de Paris, em 1995 e 2016, a duração do dia começou a diminuir vários milissegundos, indicando que a Terra girava mais rápido do que o normal. Observe que a duração do dia é definida como o tempo que a Terra leva para completar uma rotação em torno de seu eixo.



**Figura 59**

Desvio na duração do dia em milissegundos de 1962 a 2023. As linhas vermelhas no gráfico representam linhas de tendência, mostrando a taxa com que os dias estão ficando mais curtos. Por exemplo, a linha da esquerda é menos íngreme, enquanto a linha da direita, que representa a aceleração desde 2016, é quase vertical, o que significa que os dias estão ficando significativamente mais curtos, indicando uma rotação mais rápida do planeta.

Fonte de dados: IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory.

Length of day — Earth Orientation Parameters: [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)

<sup>47</sup>Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer[]Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>

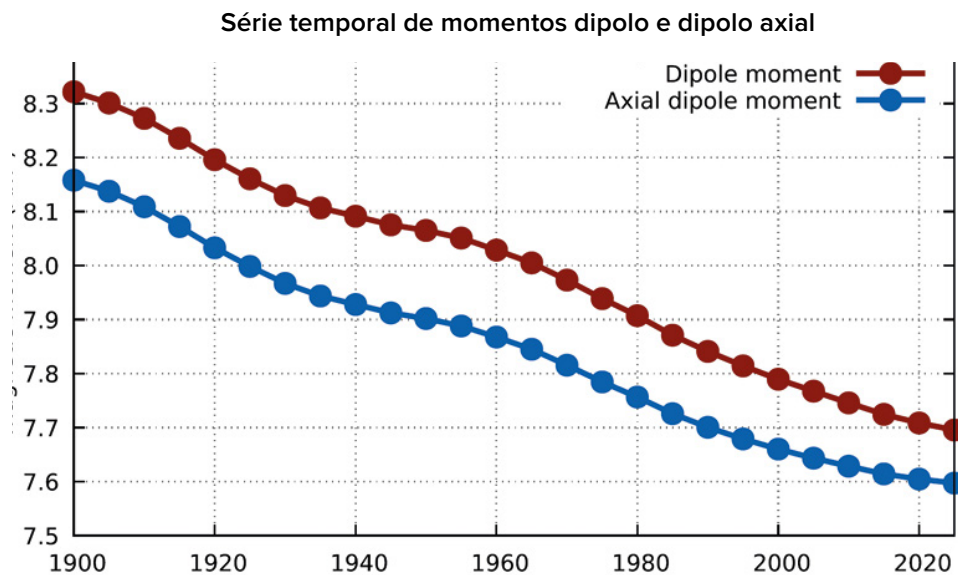
Assim, em 1995, ocorreu uma mudança repentina e simultânea em três parâmetros geofísicos da Terra:

- a aceleração da deriva do Pólo Magnético Norte;
- a mudança na direção angular e aceleração do eixo de rotação da Terra;
- a aceleração da rotação do planeta.

Cada um desses parâmetros está inter-relacionado com processos dinâmicos que ocorrem no núcleo do planeta, ou seja, o campo magnético é criado pela geodinâmica do núcleo da Terra, e tanto a velocidade de rotação quanto o ângulo de inclinação do eixo planetário dependem do centro de massa da Terra (núcleo interno). Portanto, pode-se concluir que essas alterações têm sua origem no núcleo planetário, cujo processo dinâmico mobiliza enormes quantidades de energia.

O enfraquecimento do campo magnético do planeta, que protege todas as espécies vivas das letais radiações cósmica e solar, também está

associado a mudanças nas dinâmicas do núcleo planetário. Os cientistas estão preocupados com as mudanças que vêm ocorrendo no campo geomagnético: nos últimos 50 anos, houve uma queda acentuada em sua intensidade<sup>48</sup>. Isso significa que esse escudo protetor magnético está enfraquecendo, e de acordo com as previsões, essa tendência de enfraquecimento irá prosseguir (Figura 60). No decorrer do século passado, a intensidade do campo magnético diminuiu 10-15% e, nos últimos anos, esse processo acelerou perceptivelmente. Além disso, essa redução significa, em escala de tempo expandida, o maior enfraquecimento do campo magnético da Terra já registrado para os últimos 12.000-13.000 anos. Esse enfraquecimento do campo magnético ocorre de forma desigual no planeta. Existem áreas em que o campo magnético enfraqueceu em 30% – como ocorre, por exemplo, na parte sul do Oceano Atlântico e na América do Sul, na área chamada Anomalia do Atlântico Sul.



**Figura 60**

A magnitude do momento magnético dipolo da Terra de 1900 a 2020. O gráfico mostra como a força do campo magnético dipolo da Terra diminuiu desde 1900 e como se prevê que diminua ainda mais. A cor vermelha indica que esta tendência decrescente continuou ao longo de 2020 e espera-se que continue em 2025.

Fonte: Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>

<sup>48</sup> Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.

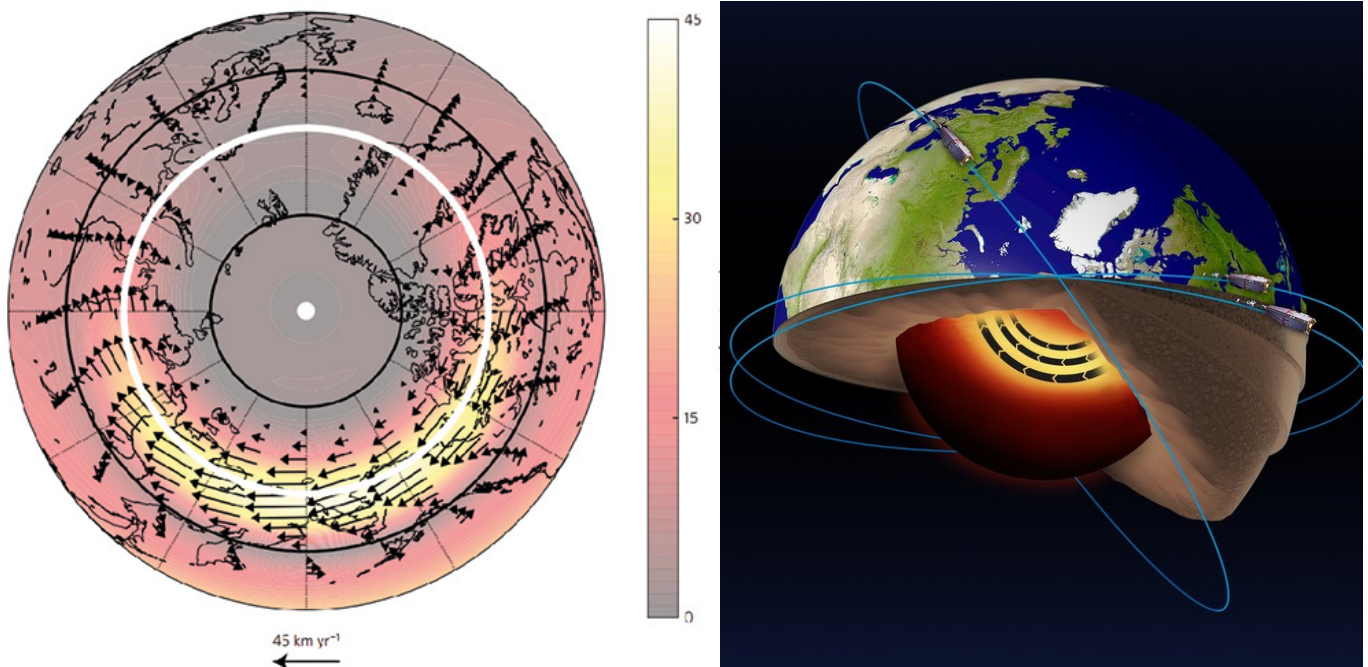
Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>

Cientistas dinamarqueses chegaram a conclusões semelhantes depois de analisar os resultados das observações do campo magnético da Terra obtidas pelo satélite dinamarquês Oersted. Na parte sul do Oceano Atlântico e no Ártico, encontraram áreas com intensidade de campo magnético anormalmente baixa, que denominaram como “buracos magnéticos”. Os cientistas acreditam que a presença de tais “buracos” representa riscos para o funcionamento dos equipamentos de navegação em satélites, aviões e navios, interrupção nas comunicações de rádio, perda de orientação de aves migratórias e muitos outros problemas, ainda mais graves e imprevisíveis – até o agravamento da epidemia do câncer é uma preocupação relacionada a esse evento, pois nas áreas dos “buracos magnéticos” a Terra e tudo o que nela vive ficam desprotegidos das

radiações cósmicas.

Uma manifestação anômala das consequências do enfraquecimento do campo magnético tem sido bastante observada nos últimos anos. Auroras vermelhas são registradas em regiões atípicas da Terra e até mesmo em lugares onde nunca ocorreram antes, especialmente e com muita frequência desde 2023.

Segundo o entendimento científico atual, os fluxos de ferro fundido que se movem em torno do núcleo sólido do planeta são responsáveis pela formação do campo magnético. Em 2013, cientistas da Universidade de Leeds descobriram que todas estas mudanças no campo magnético começaram a ocorrer a partir de uma aceleração do fluxo de ferro líquido no núcleo externo da Terra<sup>49</sup> (Figura 61), que provavelmente começou em 1995.



**Figura 61**

A análise dos dados do satélite Swarm da ESA revelou a presença de uma corrente em forma de jato na parte de ferro líquido do núcleo da Terra a uma profundidade de 3.000 km abaixo da superfície, e também que essa corrente de jato está acelerando. Fonte: Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

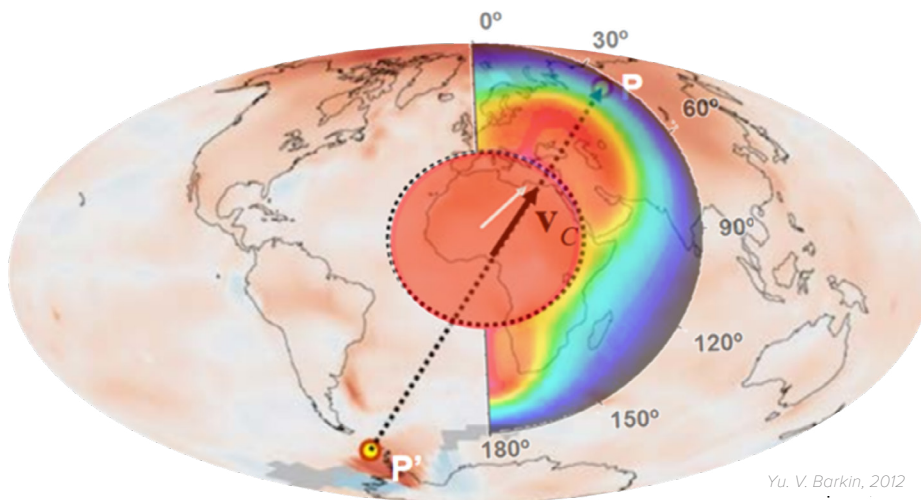
<sup>49</sup>Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>

## Deslocamento do núcleo da Terra em 1998

Em 1997-1998, monitorando dados sobre o centro de massa da Terra através de satélite, cientistas registraram um fenômeno sem precedentes — um deslocamento do núcleo interno da Terra<sup>50</sup>. Constataram o seguinte resultado a partir da observação dos registros: o núcleo do planeta deslocou-se para norte, ao longo da linha que vai da Antártida Ocidental à Sibéria Ocidental, em direção à Península de Taimyr, na Rússia (Figura 62).

Ao mesmo tempo, quatro equipes de investigação diferentes registraram independentemente alterações anormais em vários parâmetros geofísicos da Terra, evidenciando esse evento. De acordo com os dados do satélite, uma equipe de autores da Universidade Estatal de Moscou e do Instituto

de Física da Terra da Academia Russa de Ciências registrou um deslocamento no centro de massa da Terra em 1998<sup>51</sup> (Figura 63). Durante o mesmo período, o Serviço Internacional de Rotação da Terra (IERS) registou uma forte aceleração na rotação do planeta (Figura 64). Ao mesmo tempo, na estação de Medicina na Itália, os cientistas registraram uma mudança repentina na gravidade planetária<sup>52</sup> (Figura 65). Simultaneamente, foi observada uma mudança brusca na forma da Terra<sup>53</sup> (Figura 66), registrada através de um sistema de telêmetro a laser dos satélites dos EUA. O planeta começou a se expandir de forma anormal na região do equador, embora antes a tendência de deformação fosse oposta.



**Figura 62**

Deslocamento do Núcleo em 1997-1998 e Ondas Térmicas no Magma Causadas pela Mudança do Núcleo. (Barkin, Yu. V.) O mapa mostra o vetor de deslocamento do núcleo interno da Antártida Ocidental para a Sibéria Ocidental, em direção à Península de Taimyr. O esquema é sobreposto a um mapa de anomalias térmicas atmosféricas.

Fonte: Implicações geofísicas dos deslocamentos e oscilações relativas do núcleo e do manto da Terra. Apresentação de Yu.V. Barkin, Moscou, IFZ, OMTS. 16 de setembro de 2014.

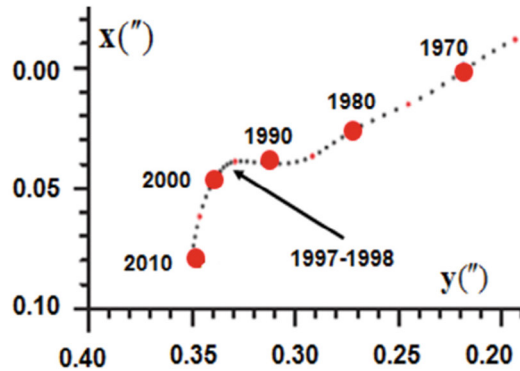
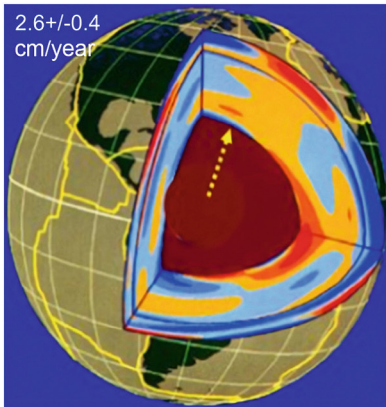
<sup>50</sup>Barkin, YV (2011). Sinhronnye skachki aktivnosti prirodnyh planetarnykh processov v 1997-1998 gg. i ih edinyj mekhanizm [Picos síncronos na atividade natural processos planetários em 1997-1998 e seu mecanismo unificado]. in *Geologiya morej i okeanov: Materialy XIX Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii po morskoy geologii* [Geologia dos Mares e Oceanos: Materiais da XIX Conferência Científica Internacional sobre Geologia Marinha]. Moscou: GEOS, 5, 28-32

Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>

<sup>51</sup>Zotov, LV, Barkin, YV e Lyubushin, AA (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [O movimento do geocentro e sua geodinâmica]. Em 3. conf. Geodinâmica espacial e modelagem de processos geodinâmicos globais, Novosibirsk, 22 a 26 de setembro de 2009, Seção Siberiana da Academia Russa de Ciências. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.

<sup>52</sup>Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)

<sup>53</sup>Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

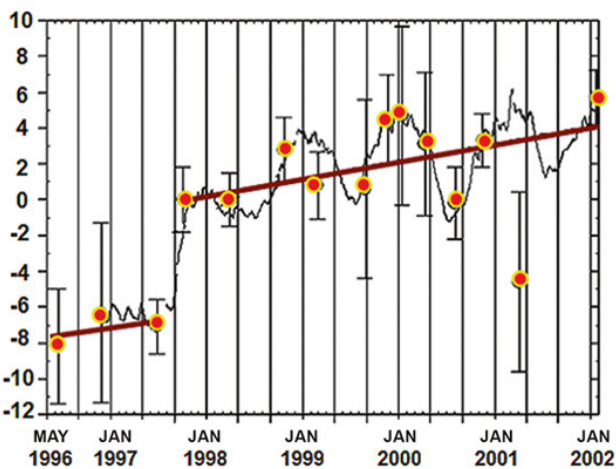
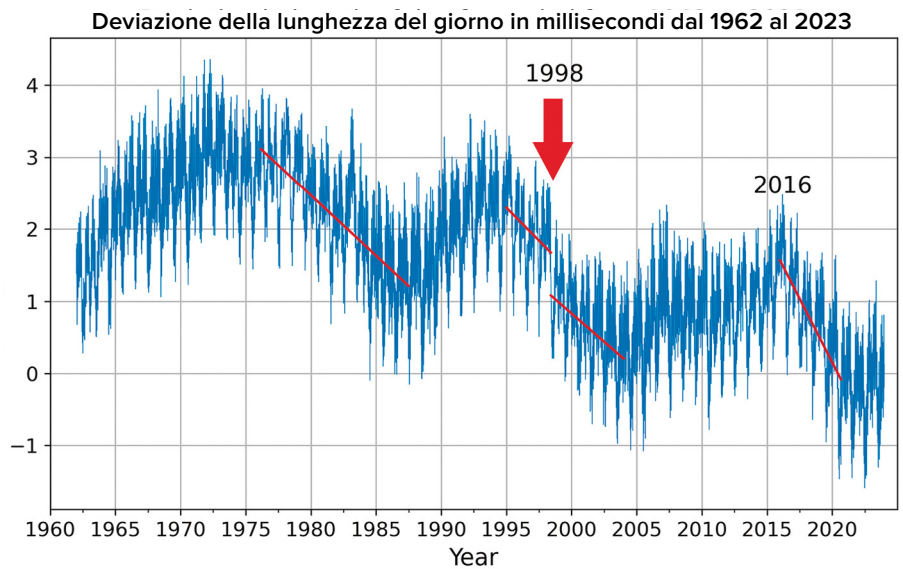


**Figura 63**

A estrutura interna da Terra; a direção da deriva secular do centro de massa da Terra e a trajetória de seu pólo através da superfície da Terra em 1990-2010 com uma virada de quase 90 graus em 1997-1998 em direção à Península de Taimyr (Barkin Yu.V., Klige R.K., 2012) <http://vestnik.geospace.ru/index.php?id=569>

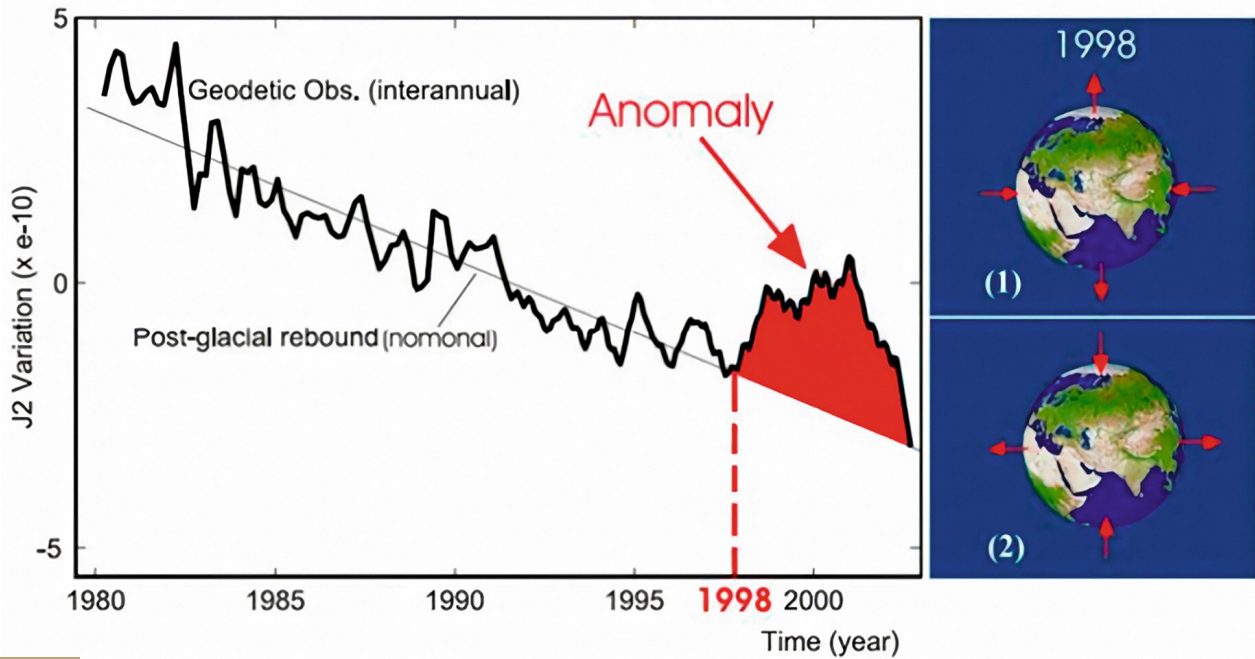
**Figura 64**

Em 1998, o Serviço Internacional de Rotação da Terra e Sistemas de Referência (IERS) registrou uma forte aceleração na rotação da Terra.  
 Fonte de dados: Centro de Orientação da Terra, Observatório de Paris. Duração do dia - Parâmetros de orientação terrestre: [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)



**Figura 65**

A estação gravimétrica em Medicina, Itália, registrou um salto repentino na gravidade da Terra em 1997-1998.  
 Fonte: Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/s0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/s0264-3707(03)00012-7)



**Figura 66**

Em 1998, de acordo com os dados obtidos pelo sistema de telêmetro a laser Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellite (DORIS), da França, foi observada uma mudança brusca na forma da Terra: o planeta expandiu em volume.

Fonte: Cox, C., & Chao, BF (2002). Detecção de uma redistribuição de massa em grande escala no sistema terrestre desde 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>

Segundo o Doutor em Ciências Físicas e Matemáticas, Professor Yuri Barkin, Doutor em Ciências Técnicas, Professor Gennadi Smolkov<sup>54</sup>, Doutor em Ciências Geográficas, Professor Mikhail Arushanov<sup>55</sup>, Acadêmico da Academia Russa de Ciências e Professor Homenageado da Lomonosov Universidade Estadual de Moscou, Doutor em Ciências Geológicas e Mineralógicas Victor Khain<sup>56</sup>, e muitos outros pesquisadores, o

deslocamento do núcleo resultou em mudanças em todas as camadas estruturais da Terra.

Um deslocamento considerável do núcleo da Terra, que é comparável ao tamanho da Lua, levanta significativas questões sobre a natureza e a escala da influência ou das forças capazes de causar tais mudanças na estrutura interna do planeta.

<sup>54</sup> Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013). Mudanças abruptas nas tendências dos fenômenos geodinâmicos e geofísicos em 1997-1998. Na Conferência Pan-Russa. sobre Física Solar-Terrestre, dedicado ao 100º aniversário do nascimento de um membro correspondente da Academia Russa de Ciências Stepanov V.E. (16 a 21 de setembro de 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.

<sup>55</sup> Arushanov, ML (2023). Causas das mudanças climáticas na Terra, como resultado do impacto espacial, dissipando o mito sobre o aquecimento global antropogênico. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>

<sup>56</sup> Khalilov, E. (Ed.). (2010). Mudanças globais do meio ambiente: Ameaçando o progresso da civilização. *GEOCHANGE: Problemas de Mudanças Globais do Ambiente Geológico*, 1, Londres, ISSN 2218-5798.

## **Interconexões entre processos geodinâmicos e climáticos**

Resumindo os fatos expostos, pode-se afirmar que nas últimas décadas, as seguintes alterações anômalas começaram a ocorrer em várias camadas da Terra:

### **1. Mudança nos parâmetros geofísicos do planeta**

Aceleração anormal da rotação da Terra desde 1995.

Deslocamento acentuado e aceleração da deriva do eixo de rotação do planeta em 1995.

### **2. Mudança nos parâmetros geomagnéticos do núcleo da Terra**

Aceleração repentina da deriva do pólo magnético norte em 1995.

Diminuição da intensidade do campo magnético; aumento na área de anomalias magnéticas.

### **3. Núcleo**

Aceleração do fluxo de ferro líquido no núcleo externo desde 1995.

Em 1997-1998, ocorreu um deslocamento acentuado do núcleo interno ao longo da linha da Antártida Ocidental para a Sibéria Ocidental, em direção à Península de Taimyr.

### **4. Manto**

Aumento drástico de terremotos de foco profundo em profundidades entre 300 e 750 km desde 1995.

### **5. Litosfera**

Aumento da atividade sísmica desde 1995; surgimento de terremotos em regiões onde nunca haviam sido registrados antes.

Atividade vulcânica e magmática anormal; mudanças na composição das lavas em erupção.

Aceleração do derretimento das geleiras de baixo para cima a partir do aumento do calor vindo do interior do planeta, acima das plumas de magma desde 1995.

### **6. Oceano**

Aumento sem precedentes nas temperaturas da superfície dos oceanos e na evaporação das águas oceânicas.

### **7. Atmosfera**

Resfriamento da estratosfera e mesosfera; redução na espessura da camada da termosfera; diminuição das concentrações de oxigênio atômico e molecular em diferentes camadas da atmosfera. Aumento das temperaturas globais do ar na troposfera.

Aumento extremo na potência e no número de furacões, inundações, incêndios florestais, secas e tornados.

Este relatório apresenta um modelo que ilustra a interação entre processos geodinâmicos e climáticos. O modelo foi desenvolvido para elucidar a perturbação simultânea do equilíbrio em todas as camadas da Terra e o surgimento de anomalias na geodinâmica do planeta. Este fenômeno é acompanhado por uma frequência elevada de eventos climáticos extremos na superfície da Terra. Um aspecto essencial desse modelo ressalta o agravamento preocupante desses processos com o significativo acréscimo da ameaça representada pelas atividades antropogênicas.

Aparentemente, o núcleo está atualmente passando por uma situação de desequilíbrio e está se aquecendo. Isso se manifestou em uma aceleração do fluxo de ferro líquido no núcleo externo em 1995 e em um deslocamento do núcleo interno em 1998. Essa aceleração do fluxo de ferro líquido no núcleo externo foi o motivo pelo qual o pólo magnético norte começou a fluir muito mais rapidamente.

De acordo com a hipótese, o deslocamento do núcleo provoca uma aceleração na rotação do planeta. A força centrífuga no interior do planeta e a deformação ao longo do equador estão aumentando. Com o aumento da força centrífuga, o magma começa a se elevar abruptamente a partir do manto, em direção à superfície da Terra, erodindo e aquecendo a litosfera a partir do interior com mais intensidade que o habitual. A crosta oceânica é menos espessa e, por isso, é mais suscetível à pressão do magma ascendente. Presumivelmente, o magma está penetrando em todo o fundo

do oceano. O conteúdo térmico das águas oceânicas está aumentando e surgem áreas anômalas com aumento excessivo na temperatura das águas em todo o oceano. Presumivelmente, é a ascensão do magma que desencadeia um aumento no fluxo geotérmico proveniente do interior do planeta e a subida das plumas de magma sob os glaciares da Antártida Ocidental e da Groenlândia Central, acelerando o degelo dos glaciares de baixo para cima, em conjunto com as emissões dos gases de efeito de estufa. As temperaturas das águas subterrâneas estão aumentando na Sibéria Ocidental e em outras regiões em que a crosta terrestre é mais fina. É evidente que a ascensão do magma impulsiona a ativação de processos vulcânicos, sísmicos e tectônicos, assim como também é bastante provável que aumente a frequência e a intensidade de acontecimentos climáticos catastróficos, tais como precipitações anormais, furacões, inundações e incêndios florestais. De acordo com o modelo, em consequência de alterações ocorridas no núcleo do planeta, o campo magnético está enfraquecendo intensamente e isso está impulsionando alterações nas camadas superiores da atmosfera, como diminuição de espessuras dessas camadas, e arrefecimento. Além disso, uma diminuição significativa nas concentrações de oxigênio ocorre progressivamente em consequência da penetração mais intensa de ventos solares. Estes fatores, por sua vez, manifestam-se provavelmente em auroras anormais e atípicas.

---



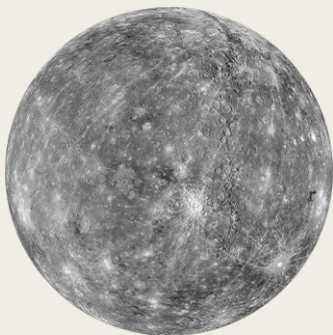
## Mudanças em outros planetas do Sistema Solar

De acordo com observações sistemáticas, em outros planetas e satélites do sistema solar, mesmo em planetas “mortos”, os mesmos processos de alterações dinâmicas começaram a ocorrer em suas camadas interiores de forma síncrona com os eventos dinâmicos que vêm ocorrendo no interior da Terra: houve registros do surgimento e aumento progressivo de atividades vulcânicas, atividades sísmicas e também de anomalias magnéticas. De acordo com a hipótese descrita neste relatório, todos esses processos dinâmicos só poderiam ser percebidos também nos outros planetas do sistema solar se mudanças semelhantes ao que vem ocorrendo no núcleo da Terra ocorressem também em seus núcleos.

Podemos facilmente deduzir que são necessários volumes colossais de energia adicional no interior

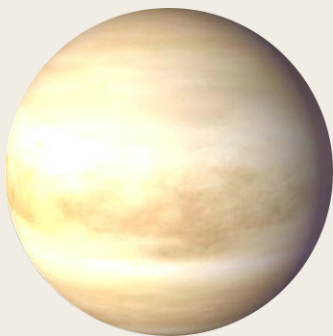
da Terra para alterar a posição do núcleo interno e acelerar o fluxo de ferro no núcleo externo. É provável que alguma forma de energia tenha começado a penetrar no interior do sistema estrutural da Terra em quantidades significativas a partir de 1995 para causar mudanças tão extremas. De forma análoga, as mudanças síncronas que vem ocorrendo nos outros planetas do sistema solar sugerem que existe alguma influência cósmica externa que afeta atualmente todos os seus núcleos.

As imagens infográficas abaixo mostram as mudanças síncronas que ocorreram nos planetas do sistema solar e também em seus satélites nas últimas décadas. São fornecidas referências de fontes científicas relevantes para confirmar e complementar essa informação.



### MERCÚRIO

**2011-2015** 19 MUDANÇAS NA SUPERFÍCIE DE MERCÚRIO EM CONSEQUÊNCIA DA ATIVIDADE ENDÓGENA  
[DOI: 10.1029/2022GL100783](https://doi.org/10.1029/2022GL100783)



### VÊNUS

**2006-2012** INTENSIFICAÇÃO DE VENTOS  
[DOI: 10.1016/j.icarus.2013.05.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.05.018)

**2006-2009** LOCAIS DE ACESSOS MAGMÁTICOS DESCOBERTOS  
[DOI: 10.1126/science.1186785](https://doi.org/10.1126/science.1186785)

**2012-2018** AUMENTO DA ATIVIDADE VULCÂNICA  
[DOI: 10.1051/0004-6361/201833511](https://doi.org/10.1051/0004-6361/201833511)

**2020** PESQUISA REALIZADA EM 2020 CONFIRMOU QUE VÊNUS ESTÁ ATUALMENTE VULCANICAMENTE ATIVO  
[DOI: 10.1126/sciadv.aax7445](https://doi.org/10.1126/sciadv.aax7445)  
[DOI: 10.3847/PSJ/ab8faf](https://doi.org/10.3847/PSJ/ab8faf)  
[DOI: 10.1038/s41550-020-1174-4](https://doi.org/10.1038/s41550-020-1174-4)



# TERRA

- 1995** DERIVA ACELERADA DO PÓLO MAGNÉTICO NORTE DA TERRA  
[DOI: 10.19080/IJESNR.2022.29.556271](https://doi.org/10.19080/IJESNR.2022.29.556271)
- DESDE 1995** A ATIVIDADE DOS FURACÕES NO ATLÂNTICO AUMENTOU SIGNIFICATIVAMENTE  
[DOI: 10.1038/nature06422](https://doi.org/10.1038/nature06422)
- 1997** (28 DE FEVEREIRO, M7 E 10 DE MAIO, M6) TERREMOTOS NO IRÃ RESULTARAM EM MAIS DE 2.600 MORTES
- 1998** (4 DE FEVEREIRO E 30 DE MAIO) TERREMOTOS NO AFGANISTÃO – MAIS DE 7.000 MORTES
- 1998** A INUNDAÇÃO MAIS GRAVE DA HISTÓRIA DO BANGLADESH – 65% DO TERRITÓRIO DO PAÍS FOI INUNDADO
- 1998** DESLIZAMENTO DE TERRA EM MALPA, ÍNDIA
- 26 DE MAIO DE 1998** ONDA DE CALOR EXTREMA ATINGINDO 50°C NA ÍNDIA
- 30 DE MAIO DE 1998** TERREMOTO DE MAGNITUDE 7 NO AFGANISTÃO
- 17 DE JULHO DE 1998** TERREMOTO DE MAGNITUDE 7 E TSUNAMI DE 15 METROS EM PAPUA NOVA GUINÉ  
<https://pubs.usgs.gov/publication/70022643>
- JULHO DE 1998** FORTES CHUVAS NA CHINA DESTRUÍRAM 2,9 MILHÕES DE CASAS E DEVASTARAM MAIS DE 9 MILHÕES DE HECTARES DE CULTURAS  
[https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset\\_publisher/zaop2IUoYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/](https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/floods/content/-/asset_publisher/zaop2IUoYKv/content/flood-yangtze-china-july-1998/)
- 1997-1998** DESLOCAMENTO DO NÚCLEO DO PLANETA  
*Zotov L.V., Barkin Yu.V., Lyubushin A.A. (2009)*
- 1998** ALTERAÇÃO NO ACHATAMENTO DINÂMICO DA TERRA (COEFICIENTE J2)  
[DOI: 10.1126/science.1072188](https://doi.org/10.1126/science.1072188)
- 2004** TSUNAMI NA INDONÉSIA  
[DOI:10.1785/gssrl.76.3.312](https://doi.org/10.1785/gssrl.76.3.312) , [DOI:10.1186/s40562-014-0015-7](https://doi.org/10.1186/s40562-014-0015-7)
- 2005** TEMPORADA DE FURACÕES COM MAIOR ÍNDICE DE ENERGIA ACUMULADA DE CICLONES (ACE)  
[DOI:10.1175/2007MWR2074.1](https://doi.org/10.1175/2007MWR2074.1)
- 2005** FURACÃO KATRINA  
[DOI:10.1257/jep.22.4.135](https://doi.org/10.1257/jep.22.4.135)



## TERRA

- 2008** **TERREMOTO NA CHINA**  
[DOI:10.19044/esj.2023.v19n13p49](https://doi.org/10.19044/esj.2023.v19n13p49)
- 2010** **TERREMOTO NO HAITI**  
[DOI:10.1029/2011GL049799](https://doi.org/10.1029/2011GL049799)
- 2011** **TERREMOTO NO JAPÃO. FOI DETECTADA MUDANÇA DE GRAVIDADE CO-SÍSMICA AO LONGO DA COSTA LESTE JAPONESA**  
[DOI:10.1016/j.geog.2015.10.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2015.10.002)
- 1979-2017** **INTENSIFICAÇÃO DA ATIVIDADE DE FURACÕES**  
[DOI:10.1073/pnas.1920849117](https://doi.org/10.1073/pnas.1920849117)
- 2012-2017** **ANOMALIAS NA VELOCIDADE DE ROTAÇÃO DA TERRA, QUE SE CORRELACIONAM COM FORTES TERREMOTOS**  
[DOI:10.1016/j.geog.2019.06.002](https://doi.org/10.1016/j.geog.2019.06.002)
- 2020** **A TEMPORADA DE FURACÕES MAIS ATIVA JÁ REGISTRADA NO ATLÂNTICO NORTE (EM TERMOS DE QUANTIDADE)**  
[DOI:10.3390/atmos13121945](https://doi.org/10.3390/atmos13121945)
- 2016-2023** **ACELERAÇÃO DA ROTAÇÃO DA TERRA**  
[datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)
- 2021-2022** **ANOMALIAS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E NAS PROPRIEDADES DA LAVA. LAVA PROVENIENTE DE GRANDES PROFUNDIDADES. ERUPÇÕES RÁPIDAS INCOMUNS**  
[DOI:10.1038/s41586-022-04981-x](https://doi.org/10.1038/s41586-022-04981-x) [DOI:10.1029/2023GL102763](https://doi.org/10.1029/2023GL102763)  
[DOI:10.1038/s41467-022-30905-4](https://doi.org/10.1038/s41467-022-30905-4)



## LUA

- 1997-1998** **DESLOCAMENTO DO NÚCLEO LUNAR**  
[DOI:10.18698/2308-6033-2014-10-1335](https://doi.org/10.18698/2308-6033-2014-10-1335)
- 2022** **ANOMALIA TÉRMICA DETECTADA NA REGIÃO DE COMPTON-BELKOVICH**  
[DOI:10.1038/s41586-023-06183-5](https://doi.org/10.1038/s41586-023-06183-5)
- 2023** **ANOMALIA TÉRMICA NO SOLO LUNAR DO PÓLO SUL**  
[isro.gov.in/Ch3\\_first\\_observation\\_ChaSTE\\_Vikram\\_Lander.html](https://isro.gov.in/Ch3_first_observation_ChaSTE_Vikram_Lander.html)
- 26 DE AGOSTO DE 2023** **ABALO SÍSMICO LUNAR DETECTADO**  
[https://www.isro.gov.in/Ch3\\_ILSA\\_Listens\\_Landing\\_Site.html](https://www.isro.gov.in/Ch3_ILSA_Listens_Landing_Site.html)



# MARTE

- 2003-2006** EMISSÕES ATIVAS DE METANO DETECTADAS NO INTERIOR DE MARTE  
[DOI:10.1126/science.1165243](https://doi.org/10.1126/science.1165243)
- 2014-2020** EMISSÕES ATIVAS DE METANO DETECTADAS NO INTERIOR DE MARTE  
[DOI:10.1029/2021EA001915](https://doi.org/10.1029/2021EA001915)
- 2004** UM NOVO TIPO DE AURORA MARCIANA FOI OBSERVADO PELA PRIMEIRA VEZ NO HEMISFÉRIO SUL  
[DOI:10.1038/nature03603](https://doi.org/10.1038/nature03603)
- 2005** ENCOLHIMENTO REPENTINO DA CALOTA POLAR SUL  
[DOI:10.1007/978-1-4614-4608-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4608-8_10)
- 2014-2021** 278 AURORAS POLARES DISCRETAS FORAM REGISTRADAS EM MARTE  
[DOI:10.1029/2021JA029495](https://doi.org/10.1029/2021JA029495)
- 2015** DESCOBERTA DE AURORAS DE PRÓTONS  
[DOI:10.1038/s41550-018-0538-5](https://doi.org/10.1038/s41550-018-0538-5)
- 2018** ÁGUA LÍQUIDA ENCONTRADA SOB A CALOTA POLAR DO PÓLO SUL  
[DOI:10.1029/2018GL080985](https://doi.org/10.1029/2018GL080985)
- 2019-2021** MAIS DE 1.300 ABALOS SÍSMICOS OCORRERAM  
[DOI:10.1029/2022JE007503](https://doi.org/10.1029/2022JE007503)
- 2019-2020** ABALOS SÍSMICOS DE BAIXA FREQUÊNCIA E REPETITIVOS RELACIONADOS À ATIVIDADE VULCÂNICA NA FOSSA DE CÉRBERO (CERBERUS FOSSAE)  
[DOI:10.1038/s41467-022-29329-x](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x)
- 2022** EVIDÊNCIA GEOFÍSICA DE UMA PLUMA DE MANTO GIGANTE SOB A REGIÃO ELYSIUM PLANITIA  
[DOI:10.1038/s41550-022-01836-3](https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3)
- 4 DE MAIO DE 2022** O MAIOR ABALO SÍSMICO MARCIANO M4.7 DETECTADO  
[DOI:10.1029/2023GL103619](https://doi.org/10.1029/2023GL103619)
- 2022** AURORAS POLARES ABRANGERAM METADE DO PLANETA  
[twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704](https://twitter.com/HopeMarsMission/status/1519311155768008704)



# JÚPITER

**1992-1996,  
2005-2007**

**UMA ANOMALIA MAGNÉTICA INTENSA DETECTADA NO HEMISFÉRIO NORTE DE JÚPITER**

[DOI:10.1029/2008JA013185](https://doi.org/10.1029/2008JA013185)

**2000-2001**

**O CALOR INTERNO DE JÚPITER AUMENTOU 37% DESDE 1980, QUANDO A PESQUISA DA VOYAGER FOI CONCLUÍDA. E ESSE AQUECIMENTO INTERNO É BEM SUPERIOR AO CALOR DA ENERGIA CAPTADA DO SOL**

[DOI:10.1038/s41467-018-06107-2](https://doi.org/10.1038/s41467-018-06107-2)

**2005-2006**

**PELA PRIMEIRA VEZ, SE FORMOU OUTRA PODEROSA MANCHA VERMELHA – JUNIOR**

[DOI:10.1088/0004-6256/135/6/2446](https://doi.org/10.1088/0004-6256/135/6/2446)

**2009-2020**

**A VELOCIDADE DO VENTO DENTRO DA GRANDE MANCHA VERMELHA AUMENTOU EM 8%**

[DOI:10.1029/2021GL093982](https://doi.org/10.1029/2021GL093982)

**2012**

**O AQUECIMENTO ANORMAL DA ATMOSFERA SUPERIOR DE JÚPITER SOBRE A GRANDE MANCHA VERMELHA É IMPULSIONADO A PARTIR DO INTERIOR DO PLANETA**

[DOI:10.1038/nature18940](https://doi.org/10.1038/nature18940)

**2016-2020**

**RELÂMPAGOS ANÔMALOS FORAM REGISTRADOS NAS CAMADAS SUPERIORES DA ATMOSFERA**

[DOI:10.1029/2020JE006659](https://doi.org/10.1029/2020JE006659)

**2017**

**FORTE JATO EQUATORIAL DETECTADO**

[DOI:10.1051/0004-6361/202141523](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141523)

**2017**

**O CAMPO MAGNÉTICO DE JÚPITER PASSOU POR MUDANÇAS GLOBAIS EM RELAÇÃO À DÉCADA DE 1980, ESPECIALMENTE NA REGIÃO DA GRANDE MANCHA AZUL**

[DOI:10.1038/s41550-019-0772-5](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0772-5)

**2019**

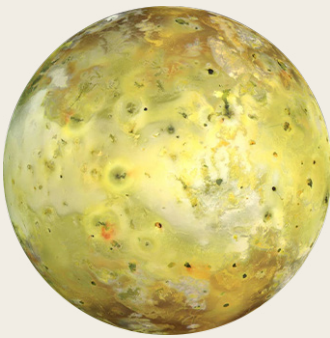
**OUTRO FURACÃO APARECEU NO PÓLO SUL DE JÚPITER, ENQUANTO SEMPRE HOUVE APENAS 5 FURACÕES NESTA REGIÃO**

[nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cy-clone-discovery](https://nasa.gov/missions/juno/nasas-juno-navigators-enable-jupiter-cy-clone-discovery)

**2022**

**JATO ESTRATOSFÉRICO EQUATORIAL ESTREITO DETECTADO COM VELOCIDADES DE VENTO DE CERCA DE 515 KM/H**

[DOI:10.1038/s41550-023-02099-2](https://doi.org/10.1038/s41550-023-02099-2)



## IO

**NEGLI ANNI  
2000**

**O CICLO DE ERUPÇÃO DO MAIOR VULCÃO DE IO, LOKI, FOI ALTERADO, COMEÇOU A ENTRAR EM ERUPÇÃO COM MAIS FREQUÊNCIA**

[EPSC Abstracts Vol. 13, EPSC-DPS2019-769-1, 2019](#)

**2003-2005**

**ERUPÇÕES DE 4 NOVOS JOVENS VULCÕES**

[DOI:10.1016/j.icarus.2015.12.054](#)

**2000, 2006,  
2007**

**GRANDES ERUPÇÕES DO VULCÃO TVASHTAR**

[DOI:0.1126/science.1147621](#)

**2013-2018**

**NOVOS PONTOS DE AQUECIMENTO E ERUPÇÕES DESCOBERTOS**

[DOI:10.3847/1538-3881/ab2380](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.006](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2014.06.016](#)

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.06.019](#)

**2016-2022**

**SETE NOVOS EVENTOS VULCÂNICOS MAIS INTENSOS DESCOBERTOS**

[DOI:10.3847/PSJ/acf57e](#)

**2022**

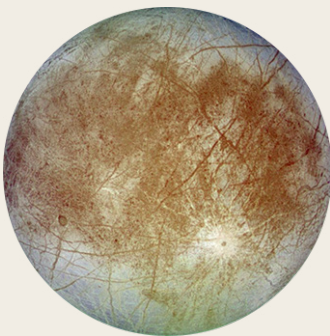
**ERUPÇÕES VULCÂNICAS PODEROSAS**

[DOI:10.1029/2023JE007872](#)

**2022**

**OCEANO DE MAGMA SUBTERRÂNEO DESCOBERTO**

[DOI:10.3847/PSJ/ac9cd1](#)



## EUROPA

**1997**

**PRIMEIRA EVIDÊNCIA DE UMA PLUMA QUE EMERGIU DEVIDO AO AQUECIMENTO**

[DOI:10.1038/s41550-018-0450-z](#)

**2016-2017**

**VAPOR DE ÁGUA ACIMA DA SUPERFÍCIE É DESCOBERTO**

[DOI:10.1038/s41550-019-0933-6](#)

**2018**

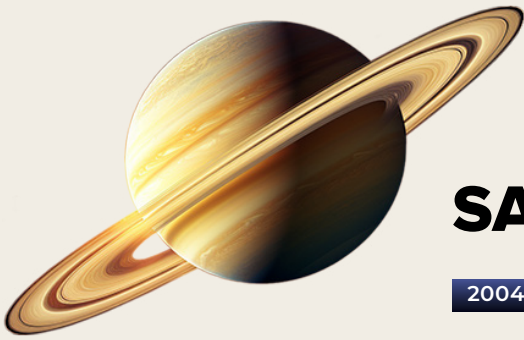
**ANOMALIAS TÉRMICAS DE SUPERFÍCIE DETECTADAS USANDO OBSERVAÇÕES ALMA**

[DOI:10.3847/1538-3881/aada87](#)

**2022**

**DIÓXIDO DE CARBONO ENDÓGENO DETECTADO EM EUROPA**

[DOI:10.1126/science.adg4270](#)



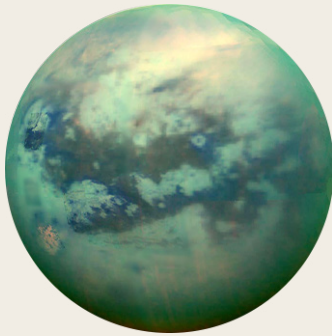
## SATURNO

- 2004-2006 **OBSERVADAS TEMPESTADES COM RAIOS**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2007.03.035](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2007.03.035)
- 2004 **REGIÃO EM AQUECIMENTO DESCOBERTA NO PÓLO**  
[DOI:10.1126/science.1105730](https://doi.org/10.1126/science.1105730)
- 2006 **AMPLA ÁREA DE AURORA**  
[science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora](https://science.nasa.gov/resource/saturns-polar-aurora)
- 2007-2010 **UMA CADEIA DE 23 A 26 CICLONES**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2013.10.032](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2013.10.032)
- 2010 **OCORREU UMA GRANDE TEMPESTADE BRANCA AO REDOR DO PLANETA. AS CONSEQUÊNCIAS SE MANIFESTARAM POR 3 ANOS**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.12.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.12.013)  
[DOI:10.1038/s41550-017-0271-5](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0271-5)
- 2011 **UM NOVO TIPO INTERMEDIÁRIO DE TEMPESTADE**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.08.024](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.08.024)
- 2018 **UN NUOVO TIPO DI TEMPESTA DI INTENSITÀ MEDIA**  
[DOI:10.1038/s41550-019-0914-9](https://doi.org/10.1038/s41550-019-0914-9)
- 2020 **UMA TEMPESTADE CONVECTIVA REGISTRADA PELA PRIMEIRA VEZ PERTO DAS LATITUDES POLARES E UM NOVO EPISÓDIO DE TEMPESTADES ESTE ANO**  
[DOI:10.1029/2021GL092461](https://doi.org/10.1029/2021GL092461)



## URANO

- 1999, 2004, 2005, 2011 **DETECÇÃO DE FENÔMENO DE NUVEM BRILHANTE**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2004.11.016](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2004.11.016)  
[DOI:10.1016/j.icarus.2012.04.009](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2012.04.009)
- 2014 **REGISTAR A ATIVIDADE DE TEMPESTADES**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2014.12.037](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2014.12.037)
- 2014 **TEMPERATURA ATMOSFÉRICA MÁXIMA PARA OBSERVAÇÕES INDIVIDUAIS**  
[DOI:10.1098/rsta.2018.0408](https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0408)
- 2014 **O NÚMERO DE PADRÕES DAS NUVENS É SIGNIFICATIVAMENTE MAIOR DO QUE NOS ANOS ANTERIORES**  
[DOI:10.1016/j.icarus.2015.05.029](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2015.05.029)
- 2021, 2022 **INTENSIFICAÇÃO DO CICLONE POLAR NORTE**  
[DOI:10.1029/2023GL102872](https://doi.org/10.1029/2023GL102872)



## TITÃ

1995, 2004,  
2008

**EXPLOÇÃO REPENTINA DE NUVENS - ATIVIDADE DE TEMPESTADES**

[DOI:10.1038/26920](https://doi.org/10.1038/26920) [DOI:10.1038/nature08193](https://doi.org/10.1038/nature08193)

[DOI:10.1016/j.icarus.2005.12.021](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2005.12.021)

2009

**OBSERVAÇÃO DE TEMPESTADES DE POEIRA**

[DOI:10.1038/s41561-018-0233-2](https://doi.org/10.1038/s41561-018-0233-2)

2009

**FORMOU-SE UM VÓRTICE POLAR QUE EM 2010-2011 PRODUZIU UM PONTO QUENTE MESOSFÉRICO E CAUSOU UM RESFRIAMENTO EXTREMO DA MESOSFERA**

[DOI:10.1038/s41467-017-01839-z](https://doi.org/10.1038/s41467-017-01839-z)

2010

**INÚMERAS TEMPESTADES PRÓXIMAS AO EQUADOR**

[DOI:10.1038/ngeo1219](https://doi.org/10.1038/ngeo1219)

2012

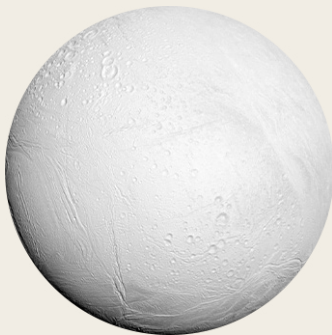
**EVIDÊNCIAS DE VULCANISMO QUE PODEM ESTAR ACONTECENDO AGORA**

[DOI:10.1029/2019JE006036](https://doi.org/10.1029/2019JE006036)

2016

**O PRIMEIRO EVENTO DE CHUVA DOCUMENTADO (CHUVA DE METANO), COBRINDO UMA ÁREA DE 120.000 KM<sup>2</sup>**

[DOI:10.1029/2018GL080943](https://doi.org/10.1029/2018GL080943)



## ENCÉLADO

2005

**DESCOBERTA DE UMA ÁREA DE AQUECIMENTO NO PÓLO SUL**

[DOI:10.1126/science.1121661](https://doi.org/10.1126/science.1121661)

2005

**O SISTEMA DE PRODUÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CALOR ABAIXO DA SUPERFÍCIE POLAR SUL FOI DESCOBERTO**

[DOI:10.1038/s41550-017-0063](https://doi.org/10.1038/s41550-017-0063)

2022

**ANÁLISE DO FLUXO DE CALOR DE ENCÉLADO MOSTRA A ORIGEM ENDÓGENA DESSE CALOR**

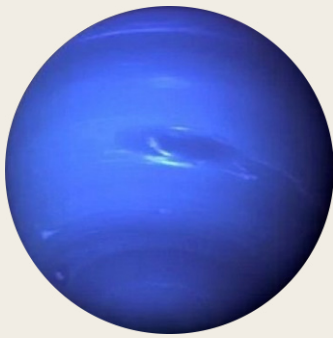
[DOI:10.5194/epsc2022-219](https://doi.org/10.5194/epsc2022-219)

2023

**A EQUIPE DO TELESCÓPIO WEBB DA NASA OBSERVOU UMA NOVA GRANDE PLUMA ABRANGENDO MAIS DE 6.000 MILHAS**

[nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus](https://nasa.gov/solar-system/webb-maps-surprisingly-large-plume-jetting-from-saturns-moon-enceladus)





## NETUNO

2015

**UM NOVO VÓRTICE ESCURO DESCOBERTO, OBSERVADO ATÉ 2017**

[DOI:10.3847/1538-3881/aaa6d6](https://doi.org/10.3847/1538-3881/aaa6d6)

2017

**FORMAÇÃO DE TEMPESTADE EQUATORIAL**

[DOI:10.1016/j.icarus.2018.11.018](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2018.11.018)

2018

**FORMAÇÃO DE UMA NOVA GRANDE MANCHA ESCURA**

[DOI:10.1029/2019GL081961](https://doi.org/10.1029/2019GL081961)

2018-2020

**PICO ANÔMALO DE TEMPERATURA, AQUECIMENTO DRAMÁTICO DO PÓLO SUL**

[DOI:10.3847/PSJ/ac5aa4](https://doi.org/10.3847/PSJ/ac5aa4)



## PLUTO

2002

**A PRESSÃO ATMOSFÉRICA DUPLICOU DESDE 1988**

[DOI:10.1038/nature01762](https://doi.org/10.1038/nature01762)

2015

**CO E HCN DETECTADOS NA ATMOSFERA**

[DOI:10.1016/j.icarus.2016.10.013](https://doi.org/10.1016/j.icarus.2016.10.013)

2015

**A PRESSÃO ATMOSFÉRICA ATINGIU O SEU PICO, DEPOIS DIMINUIU LIGEIRAMENTE E, EM 2020, ERA QUASE EQUIVALENTE AOS NÍVEIS OBSERVADOS EM 2015**

[DOI:10.1051/0004-6361/202141718](https://doi.org/10.1051/0004-6361/202141718)

2015

**NUMEROSAS CARACTERÍSTICAS CRIOVULCÂNICAS FORAM ENCONTRADAS NA SUPERFÍCIE**

[DOI:10.1038/s41467-022-29056-3](https://doi.org/10.1038/s41467-022-29056-3)

2019

**OCEANO SUBTERRÂNEO DESCOBERTO**

[DOI:10.1038/s41561-019-0369-8](https://doi.org/10.1038/s41561-019-0369-8)



## IL SOLE

**4 DE AGOSTO  
DE 1972**

**UMA GRANDE EXPLOSÃO SOLAR INTERROMPEU A COMUNICAÇÃO DE LONGA DISTÂNCIA EM ALGUNS ESTADOS DOS EUA**

[DOI:10.1029/2018SW002024](https://doi.org/10.1029/2018SW002024)

**13 DE MARÇO  
DE 1989**

**A MAIOR TEMPESTADE MAGNÉTICA DO SÉCULO XX. AURORAS FORAM VISTAS NO EXTREMO SUL DE CUBA E DA FLÓRIDA**

[DOI:10.1029/2019SW002278](https://doi.org/10.1029/2019SW002278)

**14 DE JULHO  
DE 2000**

**EXPLOSÃO SOLAR. SATÉLITES EM ÓRBITA TIVERAM CURTO-CIRCUITOS, ALGUMAS ESTAÇÕES DE RÁDIO FORAM DESLIGADAS**

[DOI:10.1029/2002GL014729](https://doi.org/10.1029/2002GL014729)

**28-31 DE  
OUTUBRO DE  
2003**

**SUPER TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA. SISTEMAS DE SATÉLITE FICARAM INTERROMPIDOS, UMA PARTE DO SISTEMA DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA DE ALTA TENSÃO NO SUL DA SUÉCIA FOI DERRUBADA**

[DOI:10.1029/2004SW000123](https://doi.org/10.1029/2004SW000123)

**SETEMBRO  
DE 2005**

**UMA PODEROSA TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA AFETOU A TEMPERATURA E A COMPOSIÇÃO DA MESOSFERA E DA TERMOSEFERA**

[DOI:10.1029/2018JA025294](https://doi.org/10.1029/2018JA025294)

**5 DE DEZEMBRO  
DE 2006**

**EXPLOSÃO SOLAR CERCA DE 10 VEZES MAIOR DO QUE QUALQUER EVENTO RELATADO ANTERIORMENTE. OCORREU PERTO DO MÍNIMO SOLAR. O SISTEMA GPS FOI SIGNIFICATIVAMENTE AFETADO**

[DOI:10.1029/2007SW000375](https://doi.org/10.1029/2007SW000375)

**23 DE JULHO  
DE 2012**

**DUAS GRANDES EJEÇÕES DE MASSA CORONAL EM DIREÇÃO À ÓRBITA DA TERRA. O PODER DESSA TEMPESTADE EXCEDEU AS ESTIMATIVAS RELACIONADAS A TEMPESTADE CARRINGTON DE 1859**

[DOI:10.1002/swe.20097](https://doi.org/10.1002/swe.20097)

**21 DE JUNHO  
DE 2015**

**TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA DESLIGOU SINAIS DE RÁDIO NAS AMÉRICAS DO NORTE E DO SUL**

[DOI:10.1007/s11207-018-1303-8](https://doi.org/10.1007/s11207-018-1303-8)

**6  
DE SETEMBRO  
DE 2017**

**A EXPLOSÃO MAIS PODEROSA DO CICLO SOLAR 24 REGISTRADA**

[DOI:10.1029/2018SW001969](https://doi.org/10.1029/2018SW001969)

**DEZEMBRO  
DE 2019**

**TERMINA O CICLO 24 E COMEÇA O CICLO 25**

[weather.gov/news/201509-solar-cycle](https://weather.gov/news/201509-solar-cycle)

**2022**

**A SPACEX STARLINK PERDEU 38 SATÉLITES DURANTE SEU LANÇAMENTO EM ÓRBITA DEVIDO À TEMPESTADE GEOMAGNÉTICA CAUSADA PELA EJEÇÃO DE MASSA CORONAL EM 29 DE JANEIRO**

[DOI:10.1029/2022SW003193](https://doi.org/10.1029/2022SW003193)

**2023**

**VERIFICOU-SE QUE AS TEMPESTADES SOLARES CAUSAM ATRASOS ADICIONAIS NOS VOOS, QUE SÓ AUMENTARÃO NOS PRÓXIMOS ANOS**

[DOI:10.1038/s41598-023-30424-2](https://doi.org/10.1038/s41598-023-30424-2)

**22 DE JUNHO  
DE 2023**

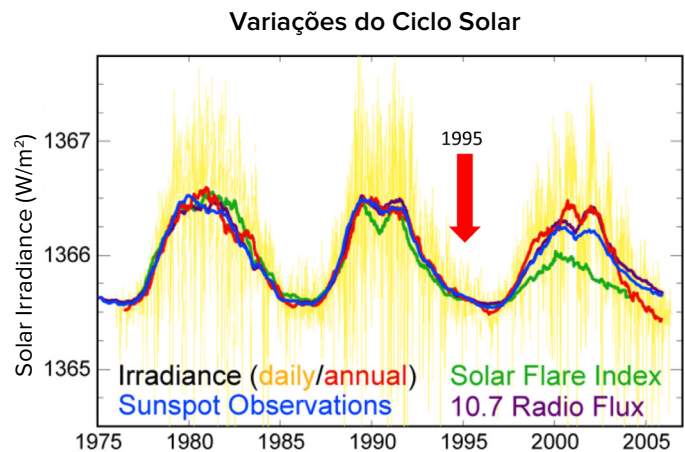
**IL NUMERO DI MACCHIE SOLARI AL GIORNO (240) HA SUPERATO IL MASSIMO DEL 24° CICLO (220)**

[sidc.be/silso/dayssnplot](https://sidc.be/silso/dayssnplot)

A suposição de que tais fenômenos e mudanças em nosso sistema solar são consequências da atividade solar não se sustenta nos dados coletados. Mudanças anormais nos planetas do sistema solar e nos seus satélites começaram durante um período solar mínimo em 1995, ou seja, quando a atividade solar estava no mínimo. Um diagrama dos ciclos de atividade solar na Figura 67 mostra que em 1995 o Sol estava na sua atividade mínima, portanto não poderia ser a causa de todas estas mudanças nos planetas e satélites de todo o sistema solar.

Portanto, o Sol não poderia ser a causa de tal impacto em outros planetas e satélites. Além disso, dentre todos os corpos do sistema solar, o Sol reagiu por último a essa influência cósmica, provavelmente porque sua massa é de imensa magnitude. Como essas mudanças vêm ocorrendo de forma síncrona em todos os planetas e satélites do sistema solar, assim como no próprio Sol, é lógico supor que existe alguma “fonte” no espaço próximo ou profundo que desencadeia o surgimento de uma vasta quantidade de energia, tanto dentro dos planetas e satélites, quanto dentro do próprio Sol. Essa energia se manifesta dentro dos sistemas planetários, concentrando-se em seus núcleos, atravessando as outras camadas mais externas dos planetas. Como resultado, de acordo com a hipótese, os núcleos planetários se aquecem e se deslocam. Nenhuma das influências cientificamente conhecidas, observáveis e mensuráveis – como radiação, gravitação, eletromagnetismo, som e outras influências cósmicas – escapa aos nossos instrumentos de medição quando impacta diretamente o núcleo planetário.

Portanto, segundo essa teoria, nenhuma dessas influências listadas acima seria capaz de causar as



**Figura 67**

Variações do ciclo solar nos últimos 30 anos. Essa figura mostra três ciclos solares entre 1975-2005, medidos pela radiação solar, o número de manchas solares, a atividade de explosões solares e um fluxo de rádio de 10,7 cm. O gráfico indica claramente que em 1995 o Sol estava na sua atividade mínima, portanto não poderia ser a causa de mudanças no núcleo da Terra nem nos núcleos de outros planetas nesse ano de 1995.

Fonte: Imagem criada por Robert A. Rohde com base em dados publicados.

Fonte de dados: <https://www.pmowrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>

mudanças observadas atualmente em todos os planetas e satélites do sistema solar.

Com base nos fatos descritos acima, foi desenvolvida uma hipótese, sugerindo que essa influência opera sobre princípios físicos ainda inexplorados. A ciência atual confronta pela primeira vez tal fenômeno. É um fenômeno que não está ainda registrado oficialmente, mas suas manifestações já podem ser observadas. Acredita-se que essa energia seja capaz de reviver até mesmo os planetas mortos, onde a atividade sísmica e magmática está progressivamente crescendo. Isto é confirmado em Marte, por exemplo, planeta morto onde a atividade sísmica<sup>57</sup> e magmática<sup>58</sup> vem aumentando progressivamente.

<sup>57</sup>Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>

Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>

Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>

<sup>58</sup>Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>

## Processos astronômicos e suas ciclicidades

Segundo a hipótese deste relatório, essa influência, que consiste em um determinado tipo de energia, interação direta e exclusivamente apenas com o núcleo interno da Terra, sem afetar quaisquer outras das camadas mais externas do planeta. Essa interação exclusiva dessa influência externa com o núcleo interno do planeta sugere que a densidade do núcleo interno seja extremamente elevada e sua composição estrutural seja provavelmente diferente da mistura de ferro e níquel teoricamente suposta. Segundo a hipótese do Dr. IM Belozero, Doutor em Ciências Físicas e Matemáticas, o núcleo interno possui uma composição estrutural completamente diferente do que se supõe teoricamente. Essa composição estrutural provavelmente se assemelha mais à estrutura de uma estrela de nêutrons<sup>59</sup>. Já o núcleo externo provavelmente consiste de fato em níquel, ferro e outras ligas metálicas. De acordo com as suposições, os núcleos de outros planetas do sistema solar, até mesmo os núcleos dos gigantes gasosos, apresentam padrão estrutural similar.

A hipótese proposta neste relatório compara a manifestação dessa influência externa que ocorre hoje na Terra, através de exemplo associativo, ao feixe de luz de uma lanterna se propagando na escuridão. Assim, podemos imaginar um feixe de luz concentrado envolto por sua luminosidade difusa. Com base em uma abrangente análise de todos os dados, apenas essa parte dispersa, difusa e periférica do feixe de luz está atualmente atingindo a Terra. De acordo com observações dos processos em curso, o feixe central concentrado dessa “luz” ainda não tocou nosso planeta, mas, mesmo assim, já presenciamos um rápido aumento na frequência e na intensidade

dos cataclismos em escala global. Além disso, de acordo com os padrões de modelos matemáticos construídos com os dados das pesquisas, essa tendência deve continuar em progressão crescente. É fundamental perceber que a Terra não está enfrentando este tipo de influência pela primeira vez. A história geológica do nosso planeta indica que a Terra passou repetidamente por fases semelhantes de mudanças climáticas globais e geodinâmicas de caráter síncrono semelhantes em tempos passados.

Com base em estudos geocronológicos de sedimentos quaternários e em exames de núcleos de gelo e vestígios de extinções em grande escala, incluindo extinções de espécies humanas, pode-se concluir que, no passado, a Terra sempre enfrentou em períodos cíclicos um aumento drástico na ocorrência de cataclismos climáticos em escala global, aproximadamente a cada 12.000 anos<sup>60</sup>. De acordo com evidências observadas através de exames de camadas de cinzas de erupções vulcânicas em núcleos de gelo e por outros estudos geocronológicos a cada ciclo de 24.000 anos, esses desastres planetários provavelmente ocorrem com uma intensidade de poder destrutivo muitas vezes maior.<sup>61</sup> M. Arushanov, V. Bubnenkov, A. Baturin<sup>62</sup>, V. Bushuev<sup>63</sup>, I. Kopylov<sup>64</sup>, N. Petrov<sup>65</sup>, Ye. Smotrin<sup>66</sup>, Douglas Vogt<sup>67</sup> e muitos outros pesquisadores<sup>68,69,70,71</sup> passaram a compreender a natureza cíclica dos cataclismos globais na Terra que se repetem em períodos de aproximadamente 12-13 mil anos, e agora, de acordo com essa análise abrangente e com base nos dados, a humanidade está entrando exatamente no momento presente em mais uma fase ativa desse ciclo.

<sup>59</sup> Belozero, I. M. (2008). A natureza vista por um físico. Revista Científica Internacional de Energias Alternativas e Ecologia, 12(68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>  
Hruzov, V. I. (October 2021). Neutronnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutron Universe. Ch. 10. Cálculo do núcleo de nêutrons da Terra]. Moscovo: Libmonster Rússia. Recuperado de: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>

<sup>60</sup> Arushanov, ML (2023). Causas das mudanças climáticas na Terra, como resultado do impacto espacial, dissipando o mito sobre o aquecimento global antropogênico. Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>. Arushanov, ML (2023). Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory. [Dinâmica Climática. Fatores Cósmicos]. Hamburgo: LAMBERT Academic Publishing.

<sup>61</sup> Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo Iacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>

<sup>62</sup> Baturin, AM (2001). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicidade das Catástrofes Globais - 12.166 anos] Monografia. Kursk CSTI.

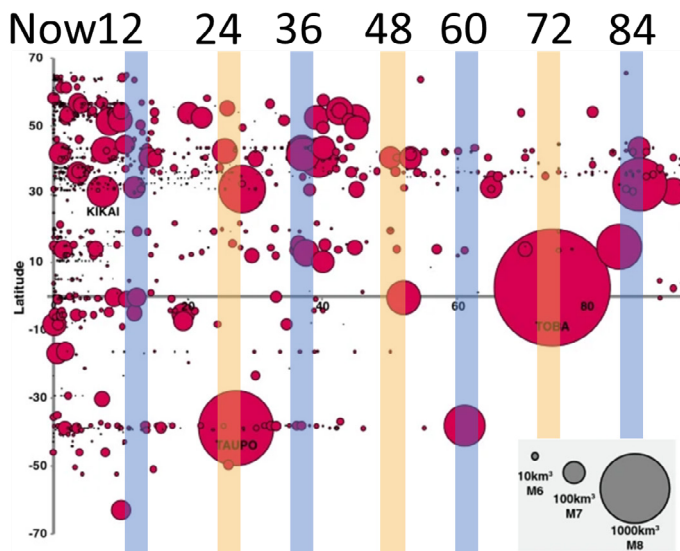
<sup>63</sup> Bushuev, EV e Kopylov, I.P. (2005). Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija. [Espaço e Terra. Interações Eletromecânicas]. Monografia. Moscou: Energia.

<sup>64</sup> Kopylov, I. (2001, 1 de novembro) Elektromekhanika Solnechnoj sistemy [Eletromecânica do sistema solar]. NVO.

<sup>65</sup> Petrov, N.V. (2015). O Clima da Terra: A solução para o problema das mudanças climáticas da Terra a partir da posição da lei de preservação da vida no espaço. *Ecologia e Desenvolvimento da Sociedade: Jornal da Academia Internacional de Ecologia, Ciências da Segurança Humana e da Natureza*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>

Na geologia, paleontologia e arqueologia, há uma série de evidências de desastres anteriores desses ciclos. Cada um desses eventos catastróficos foi caracterizado não apenas por mudanças abruptas no clima da Terra, mas também por uma reestruturação geodinâmica completa: enfraquecimento e excursão do campo

magnético, erupções vulcânicas generalizadas e desastrosas, rearranjos tectônicos, flutuações da temperatura atmosférica por volta de  $10^{\circ}\text{C}^{72}$ , mudanças no nível do oceano mundial e subseqüentes glaciações em grande escala (Figuras 68-72).

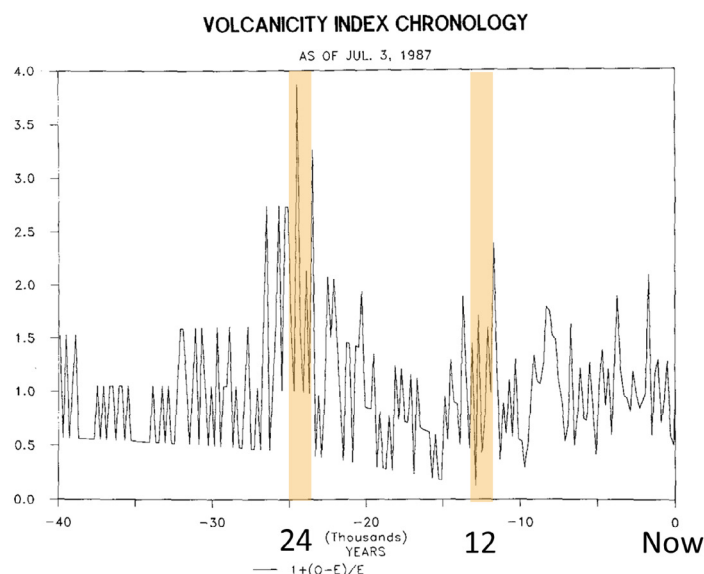


**Figura 68**

Erupções em escala global de 2013 DC a 100.000 cal. ano BP entre a latitude  $70^{\circ}$  norte e a latitude  $70^{\circ}$  sul. Na foto você pode ver quando essas erupções ocorreram. Os tamanhos dos círculos refletem a escala das erupções. Observe que os grandes círculos vermelhos indicam que a cada 24 mil anos as erupções vulcânicas são mais desastrosas.

Fonte: Brown, S. K., Croweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5).

<https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>



**Figura 69**

Escala da atividade vulcânica nos últimos 40 mil anos, de acordo com dados de núcleos de gelo

Cronologia do número de erupções vulcânicas baseada na datação de eventos por radiocarbono e expressa como um desvio relativo.

Fonte: Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>

<sup>66</sup> Smotrin E. G., candidato em ciências militares. (1998). Desastres naturais e catástrofes — a principal ameaça à segurança planetária e da Eurásia ao entrar no terceiro milênio d.C. *Geoestratégia e Tecnologias XXI*. Obtido de: <http://www.geost-21.su/ru/node/1>

<sup>67</sup> Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming* (1st Ed.). Vector Associates.

Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates.

<sup>68</sup> Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News.

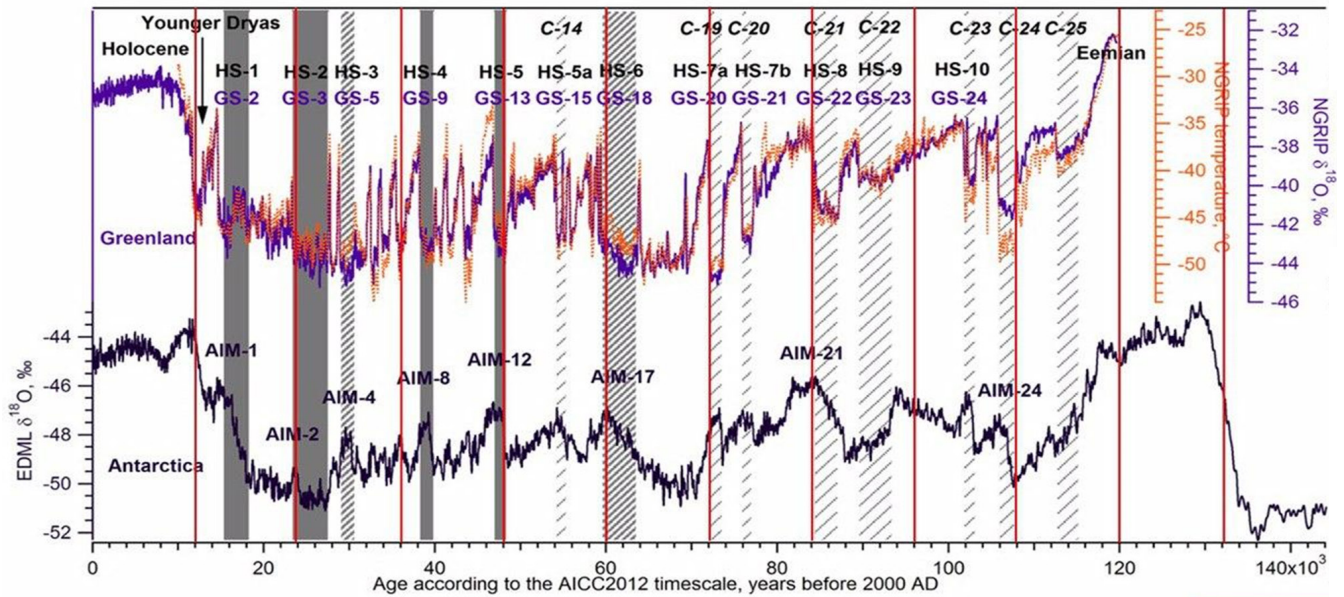
<sup>69</sup> Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr.

<sup>70</sup> White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White.

<sup>71</sup> Hapgood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, Science.

<sup>72</sup> Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming* (2nd Ed.). Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>

Now 12 24 36 48 60 72 84 96 108 120



**Figura 70**

Anomalias de temperatura dos dados do núcleo de gelo da Groenlândia e da Antártica.

Fonte: Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Event	Age in thousands of years before present		
	Hemming (2004)	Bond & Lotti (1995)	Vidal et al. (1999)
H0	~12		
H1	16.8		14
H2	24	23	22
H3	~31	29	
H4	38	37	35
H5	45		45
H6	~60		

H1 and H2 are identified using radiocarbon dating, H3-6 are correlated with GISP2.

**Figura 71**

Posição relativa aproximada dos eventos Heinrich inicialmente registrados em núcleos de sedimentos marinhos do Oceano Atlântico Norte.

Fonte: Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)

Esta hipótese sugere que as mudanças geodinâmicas na Terra são principalmente derivadas de processos astronômicos e de sua ciclicidade. Tal como nos ciclos anteriores, uma causa muito significativa para o aumento das catástrofes atuais é o acúmulo de energia adicional no interior do planeta Terra a partir de influências cósmicas externas. No entanto, esse ciclo atual é também agravado pelos impactos antropogênicos no sistema terrestre, que contribuem significativamente para o aumento da

Time (Years Ago)	Magnetic Event	Volcanic Candidates	Biosphere Stresses
~12,000	Gothenburg	Eifel Complex (German), Phlegrean Fields (Italy)	Mega-Faunal Extinction, Global
~25,000	Lake Mungo	Aira Caldera (Japan), Taupo (New Zealand)	Mega-Faunal Extinction, Australia/Eurasia, W.Africa Human Abandonment
~36,000	Mono Lake	Campi Flegrei (Italy), Gorley (Russia)	Mega-Faunal Extinction, North America
~47,000	Laschamp	Kulie Lake (Russia), Lake Shikotsu (Japan)	Mega-Faunal Extinction, Global, Neanderthal Extinction
~60,000	Vostok	(None VEI 7 or Greater)	(No Major Discoveries)
~72,000	Toba	Toba (Indonesia), Santorini (Greece)	Largest Human Bottleneck, <5000 Humans Survived
~84,000	(unnamed)	Atitlan (Guatemala)	(No Major Discoveries)
~96,000	(unnamed)	Mount Aso (Japan)	(No Major Discoveries)
~105,000	Blake?	(None VEI 7 or Greater)	Mega-Faunal Extinction?
~120,000	Blake?	Mount Aso (Japan)	Mega-Faunal Extinction?

**Figura 72**

Deriva do pólo magnético, enfraquecimento do campo magnético, erupções catastróficas e extinções a cada 12.000 anos

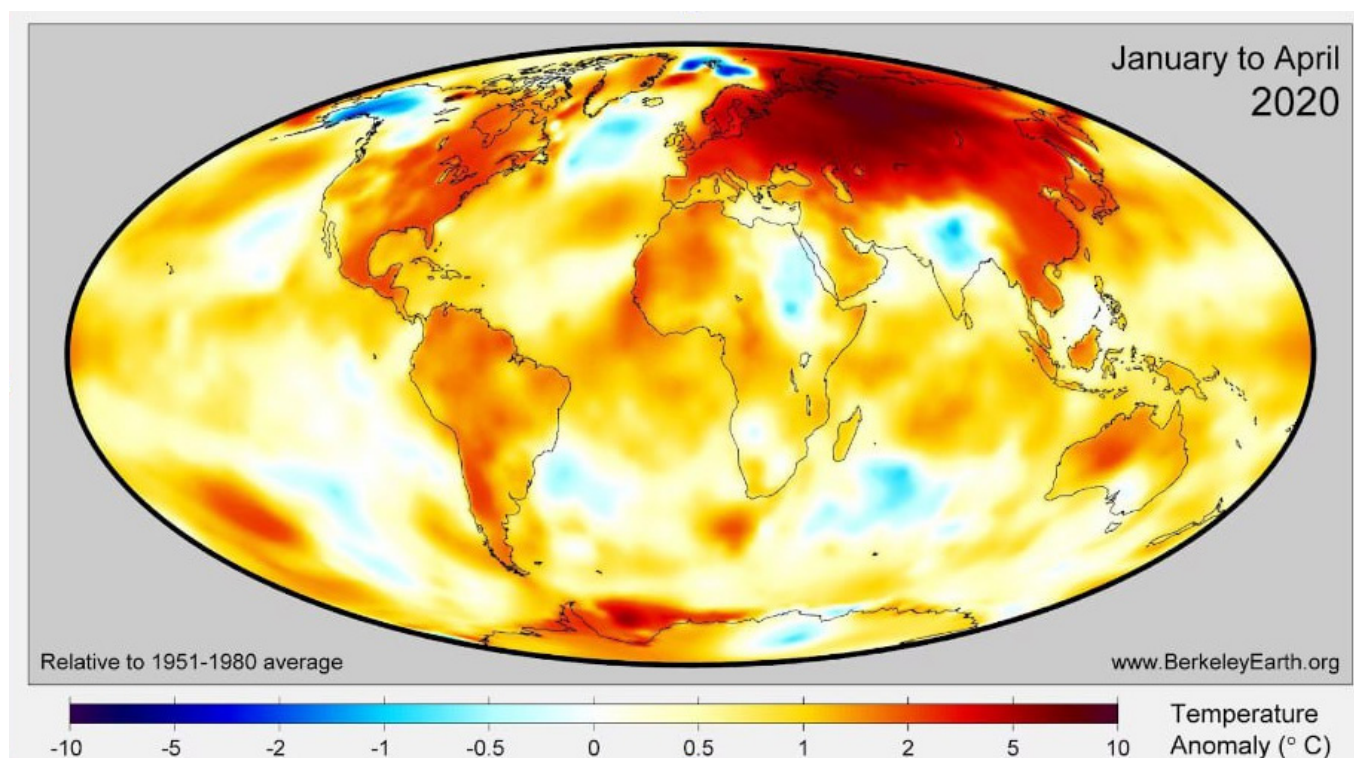
Fonte: Davidson, B. (2021). The next end of the world. *Space Weather News*.

quantidade de calor nas profundezas do planeta. Como resultado da entropia – a conversão de energia adicional em calor – o manto da Terra torna-se mais quente, o magma torna-se mais fluido, o fluxo de calor endógeno do interior para a superfície aumenta e novas plumas de magma são formadas. Hoje, por exemplo, essas plumas massivas estão subindo muito rapidamente em direção à Sibéria, em parte porque o núcleo se moveu mais para essa direção.

## Aquecimento anormal da Sibéria

A Sibéria e o Ártico Siberiano são regiões onde as taxas de aquecimento são 2 a 3 vezes superiores à média global (Fig. 73). De acordo com esta hipótese, isso está ligado à formação de plumas de magma e tem como causa uma mudança direcional no movimento do núcleo da Terra, que tensiona o manto nesta região (Figs. 74-76). Isso é fundamentado por estudos recentes de cientistas chineses, que descobriram que a crosta sob a Sibéria está agora derretendo e diminuindo em consequência da atividade do magma<sup>73</sup>. Esse processo é progressivo e reduz a resistência da placa. É provável que a atividade das plumas de magma se manifeste em um degelo adicional do permafrost de baixo para cima, aumentando tanto a atividade

sísmica na região, quanto a subida de águas quentes à superfície e também os incêndios de grande lastro sob a neve acima das áreas de falha. Nas latitudes setentrionais, há um aumento nas emissões de gás metano e hidrogênio das profundezas, um número crescente de crateras causadas por explosões de gás natural e uma intensificação do vulcanismo de lama na plataforma ártica. De acordo com modelos tectono físicos, um avanço do magma abaixo da superfície da Sibéria forçará a matéria derretida a subir à superfície sob alta pressão. Isto poderia representar uma ameaça direta à existência da Rússia e também do mundo inteiro.

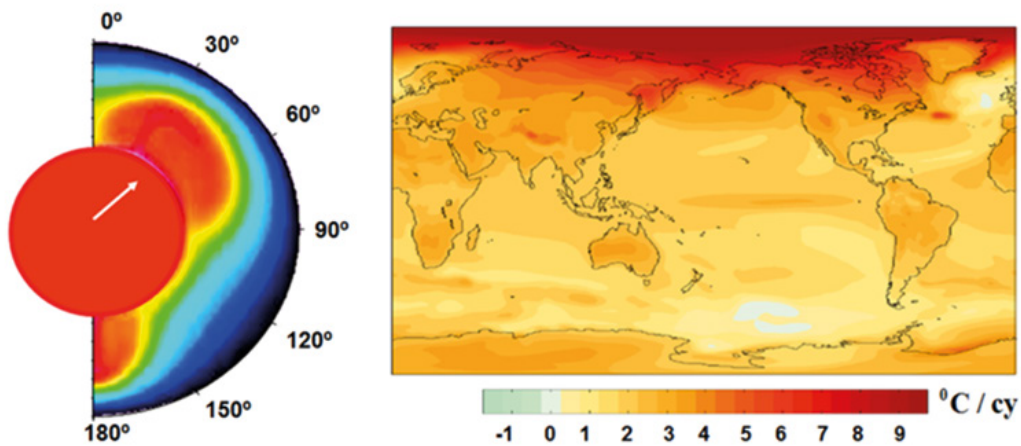


**Figura 73**

Anomalias de temperatura no mundo para o período janeiro-abril de 2020 em relação à norma 1951-1980. O aquecimento na região da Sibéria excede a anomalia da temperatura global por um fator de 3-6, indicando um fator adicional que causa maior aquecimento nesta região.

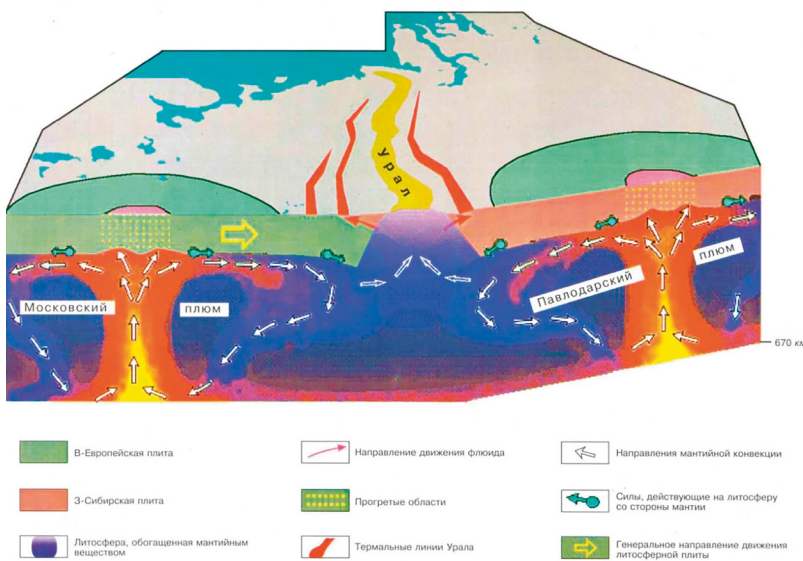
Fonte de dados: [BerkeleyEarth.org](http://BerkeleyEarth.org)

<sup>73</sup>Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



**Figura 74**

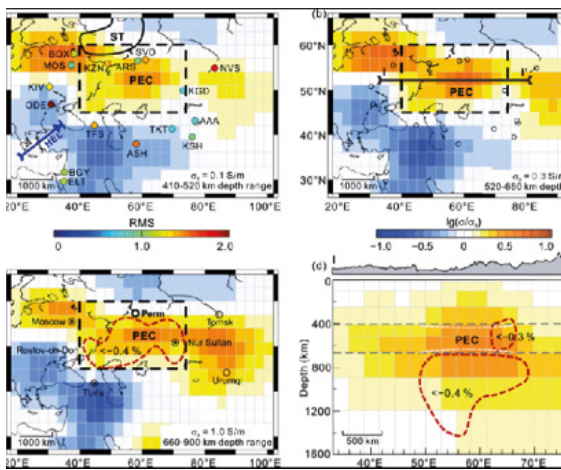
Mudança relativa forçada (deslocamento) do núcleo e do manto, e o esquema de fornecimento de calor assimétrico às camadas superiores do manto (à esquerda). Tendências lineares de aquecimento da superfície (em °C por século) de acordo com dados NCAR CCSM3 calculados em média de acordo com um cenário especial [http://www.realclimate.org/bitz\\_fig3.png](http://www.realclimate.org/bitz_fig3.png) (à direita).  
 Fonte: Barkin, Yu.V. (2009). Ciklicheskie inversionnye izmeneniya klimata v severnom i juzhnom polushariyah Zemli [Mudanças Climáticas de Inversão Cíclica nos Hemisférios Norte e Sul da Terra]. Geologia dos Mares e Oceanos: Materiais da XVIII Conferência Científica Internacional (Escola) de Geologia Marinha. Vol. III. - Moscou: GEOS. págs. 4-8.



**Figura 75**

Esquema do movimento de fluidos de hidrocarbonetos nas estruturas tectônicas de plumas de Moscou e Pavlodar.

Fonte: Gorny, V. I. et al. (2001) Modelo de interação manto-litosférico baseado em dados do Geotraverse de Uralsey para prospecção sísmológica e Método Geotérmico Remoto. Estrutura Profunda e Geodinâmica dos Urais do Sul. Tver. págs. 227-238.



**Figura 76**

Cientistas da Universidade de Jilin e da Universidade Shijiazhuang Tiedao usaram dados de campo geomagnético de 16 estações no norte da Ásia para calcular a condutividade elétrica do manto em várias profundidades. Eles descobriram um aumento notável na condutividade em relação à condutividade média mundial na região sob as Armadilhas Siberianas (áreas amarelas e marrons nos diagramas). Os investigadores verificaram que estas áreas em profundidades de 400 a 900 km são, em média, 250 graus mais quentes do que o manto circundante. Nessas áreas, existe uma fração do manto fundido.  
 Fonte: Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. Nature Communications, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>



Para efeito de comparação, uma ativação do supervulcão Yellowstone nos EUA, que também mostra atualmente sinais de atividade anormal, poderia causar a destruição de todo o continente americano, mas ainda haveria uma chance de

sobrevivência para a humanidade. No entanto, no caso de um avanço de magma através da placa litosférica sob a Sibéria, podemos afirmar que a vida se tornaria impossível para todos os seres vivos no planeta Terra.

## O Ciclo Atual do Planeta Terra

Até o final de 2024, é possível que ocorra um aumento na atividade vulcânica, em consequência da ascensão do magma e da erosão das placas litosféricas em função de fluxos magmáticos. Isso poderia gerar terremotos frequentes, assim como erupções vulcânicas. Esta conclusão baseia-se nas seguintes observações: os parâmetros geofísicos e geodinâmicos da Terra sofreram mudanças bruscas em 1995 e 1998, o que desencadeou uma progressão exponencial no aumento da atividade sísmica e na desestabilização do interior do planeta. Isso indica um acúmulo de energia e tensão nas profundezas da Terra e uma liberação exponencialmente crescente dessa energia. O oceano e a atmosfera reagem com atraso aos processos que ocorrem nas profundezas, mas uma tendência exponencial já é evidente nos gráficos de suas alterações.

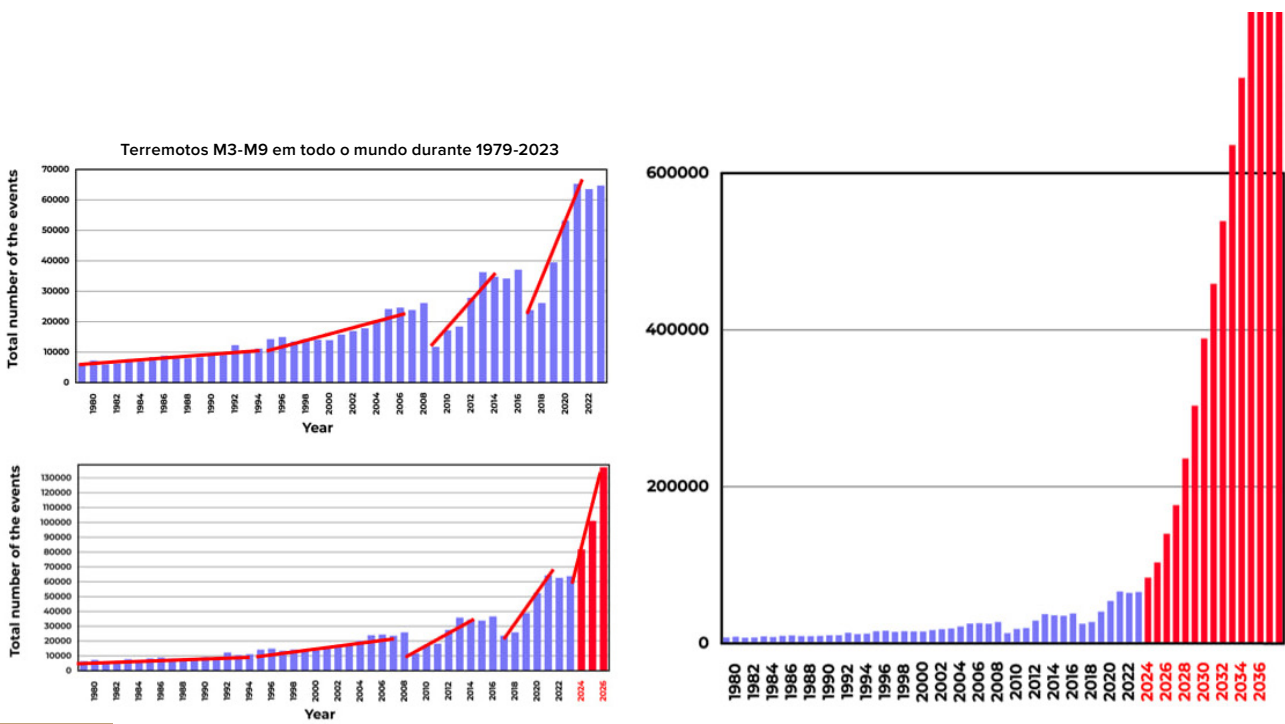
Com base na atual progressão exponencial do aumento dos terremotos em todo o mundo, foi realizada uma análise de tendência exponencial no gráfico e, com base nisso, foi construído um modelo para prever o crescimento do número de terremotos nos próximos anos (Figura 77).

Os resultados da modelagem são os seguintes: até 2028, ocorrerão 1.000 terremotos por dia com magnitude 3,0 e superior na Terra, enquanto atualmente ocorrem cerca de 125

diariamente. Com base em cálculos de modelos, até 2030, o número de sismos provavelmente aumentará de tal forma que a adaptação a essas novas condições se tornará impossível.

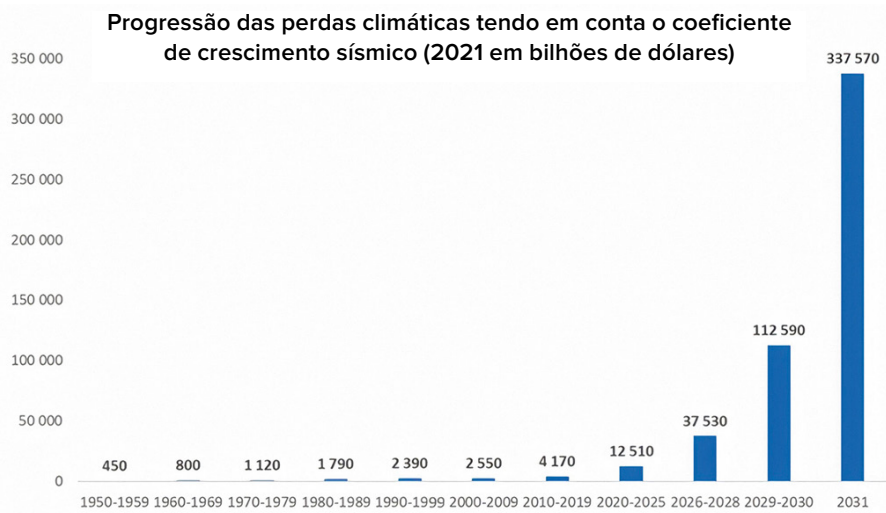
Espera-se que um aumento no número de eventos sísmicos de pequena magnitude, que indicam o aumento da atividade magmática e um aumento generalizado da atividade vulcânica, conduza muito provavelmente também a um aumento no número de sismos fortes. Há uma grande probabilidade de que dentro de seis anos, terremotos equivalentes em termos de destrutividade ao terremoto ocorrido na Turquia e na Síria em 6 de fevereiro de 2023 ocorram diariamente.

Como resultado das mudanças previstas, muitas cidades e estados poderão enfrentar severa destruição. A aplicação da função exponencial para avaliar os danos causados pelas catástrofes climáticas mostra que a economia global poderá ter dificuldades para compensar as perdas nos próximos 4-6 anos, conduzindo potencialmente a uma ainda mais severa crise econômica posteriormente. As previsões indicam um possível colapso dos negócios globais durante este período. A modelagem matemática sugere que nos próximos 10 anos, as condições de vida na Terra poderão mudar significativamente.



**Figura 77**

Modelo de crescimento exponencial do número de cataclismos naturais a exemplo dos terremotos até 2036.



**Figura 78**

Perdas económicas previstas decorrentes de catástrofes naturais, de acordo com o modelo de crescimento exponencial do número de catástrofes geodinâmicas e climáticas (2021 mil milhões de dólares). Fonte de dados: AON (Catastrophe Insight).

Com base nessa tendência, pode-se prever um aumento no número de todos os outros desastres naturais em todo o mundo num futuro próximo. Os dados científicos confirmam a progressão inevitável dos desastres climáticos e, até o dia de hoje, nada impede a escalada progressiva dos cataclismos em todo o mundo. As explosões solares já podem causar interrupções nas operações dos satélites

hoje mesmo e isso nos alerta sobre a importância de nos prepararmos para potenciais problemas tecnológicos. As previsões sugerem que poderão ocorrer mudanças significativas nos próximos 4-6 anos, afetando a viabilidade em muitas regiões do mundo. De acordo com a progressão do modelo descrito, podem ocorrer eventos críticos capazes de impactar a integridade do planeta.

Em ciclos anteriores de catástrofes ocorridas a cada 12 mil anos, ocorreram extinções de espécies, mas o planeta passou por esses ciclos sem alterações significativas na integridade de seus sistemas. No ciclo atual, caracterizado por desastres mais graves por se tratar de um dos ciclos de 24.000 anos, se acrescenta um outro fator que ameaça a existência do planeta como entidade habitável. É precisamente o fator antropogênico, anteriormente mencionado no relatório, que desempenha um papel crucial no agravamento significativo da situação profundamente desfavorável que progride em nosso mundo. Esse impacto antropogênico manifesta-se de forma mais significativa na poluição do principal mecanismo de arrefecimento do planeta – a contaminação das águas oceânicas do mundo com microplásticos.

O oceano desempenha um papel crucial na termorregulação do planeta. Cobre cerca de 70% da superfície da Terra e se estende profundamente na crosta terrestre. No passado, o oceano serviu como principal mecanismo de regulação do equilíbrio térmico da Terra, dissipando o excesso de calor do interior do planeta para a atmosfera e posteriormente para o espaço exterior. No entanto, como resultado da atividade humana, a condutividade térmica do oceano foi significativamente perturbada. Isto ocorreu a partir do aumento da poluição de suas águas com derivados de petróleo e polímeros sintéticos. Como resultado da poluição, o oceano tornou-se menos eficaz em dissipar para a atmosfera o calor das placas litosféricas, que são super aquecidas pela ascensão do magma durante o ciclo de catástrofes de 12.000 anos (Figura 79). O oceano mundial nunca esteve tão poluído antes. Como resultado da extração de petróleo, seu transporte e acidentes relacionados a essas atividades, até 30 milhões de toneladas de hidrocarbonetos são despejados anualmente no oceano<sup>74</sup>. A área total de “ilhas de plástico” de lixo na superfície do oceano é quase equivalente à área terrestre somada dos

Estados Unidos com a da Austrália. No entanto, isto constitui apenas 1% da poluição total, uma vez que 99% do plástico industrial está disperso na água do oceano<sup>75</sup>.

Além da poluição dos oceanos com microplásticos, as atividades antrópicas, incluindo a queima de hidrocarbonetos, levam ao aumento da concentração de gases de efeito estufa como o metano (CH<sub>4</sub>) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera. O derretimento das geleiras e do permafrost agrava esse efeito, aumentando a concentração de metano na atmosfera. Isto é particularmente perigoso porque o metano tem um efeito de estufa 25 vezes superior ao do dióxido de carbono: uma tonelada de metano produz o mesmo efeito de aquecimento que 25 toneladas de dióxido de carbono.

Além disso, a acidificação dos oceanos leva a uma decomposição mais rápida de microplásticos em nanoplásticos, agravando ainda mais a situação do aumento da acumulação de calor nos oceanos.

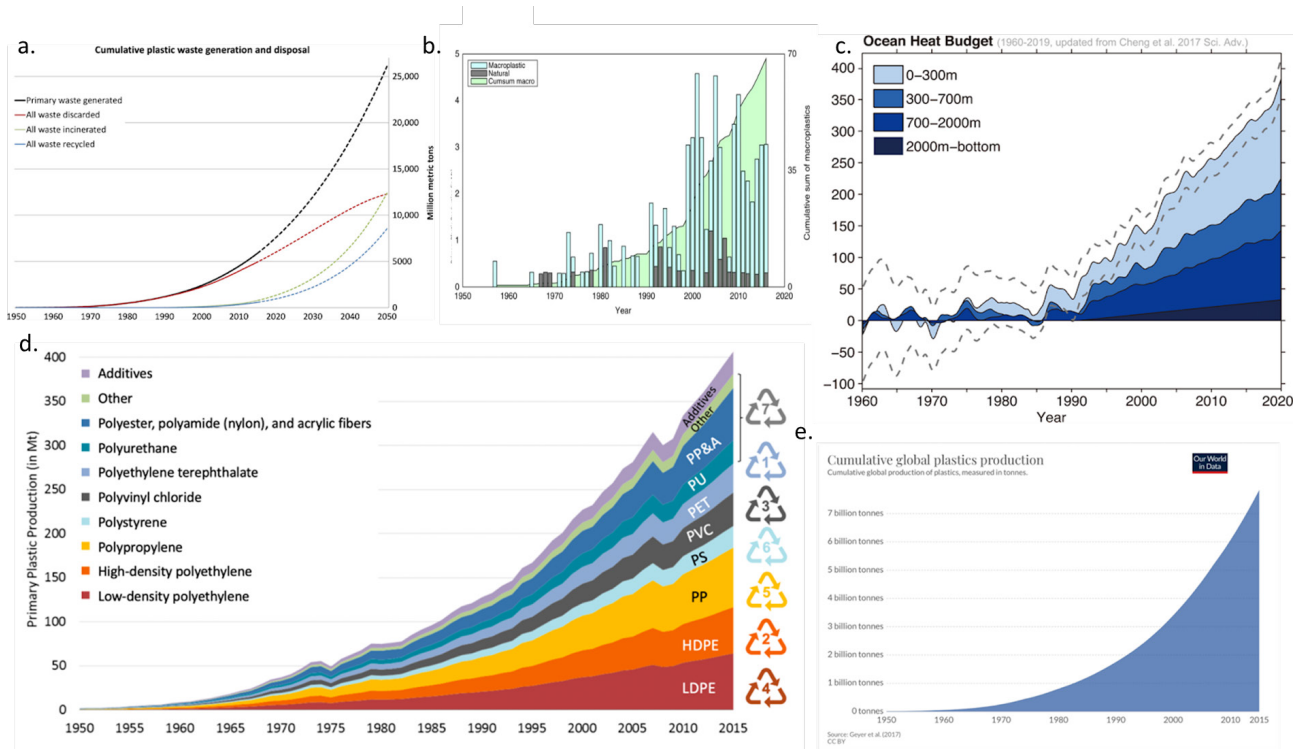
A utilização de hidrocarbonetos, particularmente metano e petróleo, para combustão de combustíveis e produção de plástico agravou significativamente a situação ecológica do planeta, levando à acumulando ainda mais de calor excessivo tanto nos oceanos como na atmosfera. O aumento anômalo das temperaturas atmosféricas e oceânicas indica uma redução sem precedentes na capacidade dos oceanos de absorver calor das profundezas da Terra, o que é extremamente necessário durante o influxo de tremenda energia adicional para o núcleo do planeta durante o ciclo de 12.000 anos.

Estudar os recifes de coral no oceano também nos permite compreender que, no passado, o oceano dissipava o calor de forma eficiente. Atualmente, os recifes de coral estão perecendo<sup>76</sup> em consequência do sobreaquecimento, apesar de existirem há milhares de anos e terem sobrevivido aos ciclos anteriores de catástrofes naturais de 12.000 anos.

<sup>74</sup> Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyyh jemul'sij i nefteproduktov. [Meios modernos de purificação de água de emulsões de óleo e gordura e produtos petrolíferos]. *Diário-colóquio*, 7(18), 4-6.

<sup>75</sup> Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>

<sup>76</sup> Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>



**Figura 79**

Diagramas das mudanças na temperatura dos oceanos entre 1960-2019 e sua comparação com os diagramas de crescimento da produção de polímeros sintéticos, sua utilização em diversos setores da economia e descarte de resíduos plásticos no oceano (de diversas fontes).

**a. Produção e eliminação cumulativa de resíduos de plástico**

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**b. Soma acumulada de microplásticos no oceano e contagens anuais**

Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622).

<https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>

**c. Orçamento do calor oceânico de 1960 a 2019.** (Purkey and Johnson, 2010; updated from Cheng et al., 2017)

Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37, 137–142.

<https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>

**d. Produção global de plásticos primários por tipo de polímero**

Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7).

<https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>

**e. Produção global acumulada de plásticos desde 1950**

Fonte de dados: Plastic Marine Pollution Global Dataset

Com a progressão desse aumento exponencial de aquecimento no interior da Terra e com o acréscimo significativo da perda da capacidade de resfriamento do planeta por motivos da ação antropogênica, vivemos sob a ameaça de que desta vez a Terra não consiga superar o ciclo de eventos catastróficos, que potencialmente pode conduzi-la a um destino semelhante ao de Marte. A modelagem tectonofísica permitiu examinar uma projeção possível para o desenvolvimento adicional de eventos até a previsão do momento irreversível.

Os processos descritos acima, atualmente observados no interior da Terra, são impulsionados pela soma dos fatores antropogênicos com o sobreaquecimento do núcleo do planeta em função do influxo excessivo de energia vinda do espaço. Transmitindo a energia adicional acumulada, o núcleo superaquece o magma, impulsiona o derretimento do manto e o magma exerce pressão sobre a crosta terrestre. Como resultado dessa pressão, a crosta sofre fraturas, se quebra e forma caminhos para liberar o magma profundo.

## Modelagem Tectonofísica e Matemática do Ponto Sem Retorno Projetado em 2036

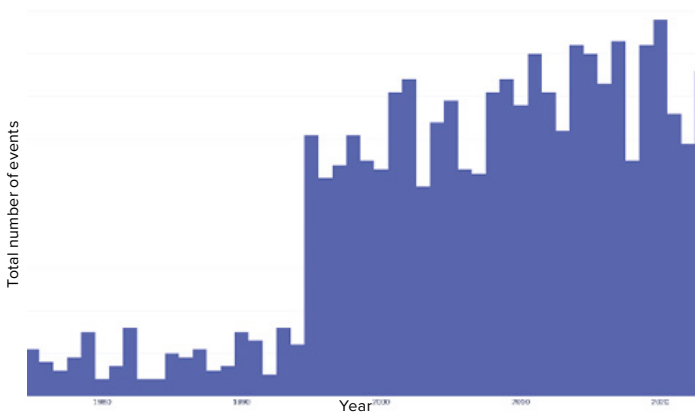
Existe um local específico na Terra que representa uma ameaça crítica para todo o planeta. É o único ponto da Terra onde se combinam condições únicas: a espessura de crosta mais fina e a elevada atividade magmática abaixo dela. Além disso, neste local, a crosta é fortemente comprimida tanto pelo magma ascendente vindo de baixo como pela camada de água do oceano acima, com aproximadamente 11 quilômetros de espessura. Esse local, conhecido como Fossa das Marianas, é o mais profundo da superfície da Terra e atualmente representa a maior ameaça ao nosso planeta.

Vamos revisar o primeiro gráfico (Figura 80), que ilustra a tendência de aumento de terremotos de foco profundo na região da Fossa das Marianas nas últimas três décadas. Houve um aumento acentuado no número de

terremotos de foco profundo na região da Fossa das Marianas desde 1995.

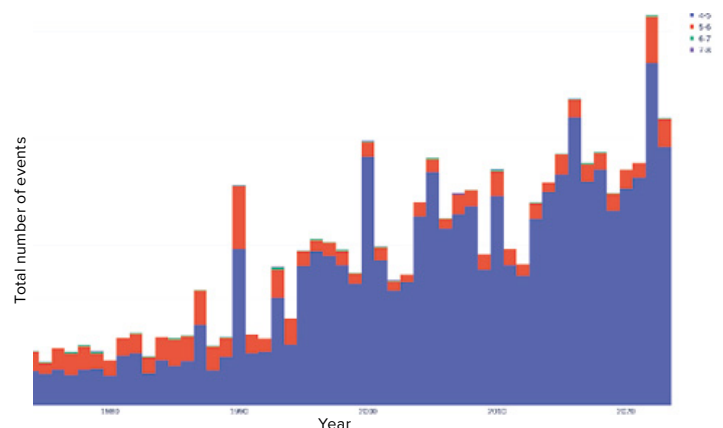
Terremotos de foco profundo, que ocorrem em profundidades de 300 a 800 quilômetros no manto, podem liberar energia comparável a explosões nucleares de imenso poder destrutivo. A Fossa das Marianas é uma das regiões geodinamicamente mais ativas do mundo em que tais eventos ocorrem. Esses dados indicam os processos ativos que ocorrem no manto abaixo da Fossa das Marianas.

O segundo gráfico da Figura 81 demonstra o crescimento do número de terremotos de superfície na Fossa das Marianas. Este aumento pode ser descrito por uma função exponencial. Até o momento, não há sinais de diminuição dessa tendência.



**Figura 80**

Número total de terremotos de foco profundo M1+ na área da Fossa das Marianas de 1970 a 2023  
 Fonte de dados: International Seismological Centre  
<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>



**Figura 81**

Número total de terremotos superficiais M4+ na área da Fossa das Marianas de 1970 a 2023  
 Fonte de dados: International Seismological Centre  
<http://www.isc.ac.uk/iscbulletin>

De acordo com dados do USGS<sup>77</sup>, mais de 120 terremotos consecutivos com magnitudes superiores a 4,0 foram registrados na região da Fossa das Marianas de 24 a 25 de novembro de 2023. Este é o maior número de terremotos em um dia na área em toda a história das observações. Esta recente atividade sísmica sugere que a situação abaixo da Fossa das Marianas está nitidamente piorando.

De acordo com o modelo matemático e tectonofísico, a atividade sísmica e magmática continuará aumentando exponencialmente e conduzirá aos seguintes eventos em 2036.

Como resultado da intensificação da atividade geológica no interior da Terra, o magma poderá ascender através da crosta terrestre na área da Fossa das Marianas. A extrema pressão nessa área, poderá desencadear uma ruptura em grande escala. Bilhões de metros cúbicos de água a aproximadamente 0°C encontrariam bilhões de metros cúbicos de magma a uma temperatura de 1.600°C, impulsionando uma explosão milhares de vezes mais potente do que o arsenal de todas as armas nucleares existentes na Terra. Esse evento poderia elevar uma enorme coluna de vapor misturada com poeira a mais de 500 km de altura e romper a termosfera rasgando-a. De acordo com a modelagem, a atmosfera, perdendo sua integridade, poderia se enrolar como um pergaminho ao redor do planeta a partir das mudanças na tensão superficial e também poderia ser facilmente varrida pelo vento solar. Observe que o desenvolvimento de tal cenário resultaria na perda total da atmosfera, dos oceanos e do campo magnético e, provavelmente, a rotação do núcleo da Terra seria interrompida, semelhante ao que se acredita ter acontecido em Marte.

A Fossa das Marianas na Terra, semelhante ao Vale Mariner em Marte, é uma região com uma crosta planetária relativamente fina. Ao redor do Vale Mariner, são visíveis extensos fluxos de lava vulcânica, indicando que o Vale Mariner foi um local de mudanças geológicas significativas que influenciaram a degradação da condição de Marte. Processos geológicos semelhantes, que provavelmente ocorreram no Vale Mariner, em Marte, são observados atualmente na Fossa das Marianas,. Sugere-se que tais processos poderiam trazer consequências significativas para toda a Terra e suas formas de vida biológica. No entanto, se as atuais tendências exponenciais no desenvolvimento de mudanças na Terra continuarem progredindo, a humanidade pode não ser capaz de testemunhar essa transição abrupta da Terra para as mesmas condições do planeta Marte, pois provavelmente irá desaparecer muito antes em consequência de eventos bem anteriores.

Segundo dados atualizados, a taxa de aumento das catástrofes supera até as previsões mais pessimistas. Isto significa que a humanidade praticamente não tem tempo para enfrentar as consequências da poluição antropogênica dos oceanos e nem a questão da influência cósmica externa. A tendência exponencial no número e intensidade dos desastres climáticos e geodinâmicos da Terra coloca a humanidade à beira da extinção nos próximos 10 anos.

Existe alguma razão para acreditar que as atuais alterações climáticas irão parar por si mesmas? Os dados científicos indicam que mesmo a interrupção de todas as emissões antropogênicas de dióxido de carbono não impediria o progresso das alterações climáticas em curso. A razão pela qual a humanidade está

<sup>77</sup>USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data.

<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22%22Search%20Results%22%22params%22%7B%22starttime%22%222023-11-23%2000:00:00%22%22endtime%22%222023-11-26%2023:59:59%22%22maxlatitude%22:29.075%22minlatitude%22:6.49%22maxlongitude%22:155.215%22minlongitude%22:133.242%22minmagnitude%22:2.5%22orderby%22%22time%22%7D%7D>

avançando aceleradamente para um momento projetado sem retorno é o fator antropogênico - as funções de dispersão de calor do oceano foram comprometidas pela sua poluição com micro e nanoplásticos, coincidindo com o influxo de energia cósmica adicional direcionado para o interior da Terra.

Consequentemente, mesmo uma interrupção completa da atividade industrial não melhoraria radicalmente o equilíbrio climático, uma vez que os processos globais de aquecimento do interior da Terra já estão em crescente progressão. Portanto, uma das soluções para essa grave situação é estudar essa influência cósmica externa que afeta atualmente o núcleo do nosso planeta e os núcleos dos outros planetas do Sistema Solar.

A mitigação dessa ameaça requer o desenvolvimento de soluções eficazes. Apesar do conhecimento científico limitado sobre essa influência, podemos observar que os núcleos

dos planetas interagem com essa manifestação. Podemos, portanto, concluir que a influência cósmica externa é ainda um desconhecido fenômeno físico. Como essa questão é de natureza física, sua solução também se encontra no âmbito da física. Para resolver essa questão, é necessário reunir os principais cientistas de todo o mundo, para que possam concentrar todos os seus esforços no estudo deste problema físico.

Para atingir este objetivo, é crucial conscientizar a comunidade global sobre esse grave problema. A única forma de termos uma oportunidade para preservar a vida, para garantir o nosso futuro e o futuro dos nossos filhos, é promover uma demanda pública universal, estimulando os que estão no poder a criarem condições para unir os cientistas de todo o mundo na procura de soluções para os problemas climáticos globais.

---

## **PARTE 3**

# **A SOLUÇÃO É POSSÍVEL**

Talvez muitos queiram saber por qual razão não há divulgação pública da informação sobre a escala real da ameaça climática e por que não se promove nenhuma discussão de alto nível sobre esse assunto entre cientistas e políticos. A resposta está nas peculiaridades do trabalho do subconsciente humano. O subconsciente está estruturado de tal forma que, se não encontra uma saída para uma situação crítica, simplesmente bloqueia a realidade e nega a existência da ameaça.

Por essa razão, muitas pessoas apesar de se familiarizar com os fatos acima referidos e receberem provas contundentes e exaustivas sobre a iminência de uma catástrofe planetária não reagem adequadamente à situação. Não acreditam que a humanidade seja capaz de enfrentar esse desafio e sobreviver. O principal objetivo deste relatório é fornecer provas de que existe uma solução real para o problema do colapso climático.



## RESTAURAÇÃO OCEÂNICA

Um requisito crucial para a sobrevivência da humanidade é a restauração da capacidade do oceano de dissipar o calor proveniente do interior da Terra. Caso isso não ocorra, como mencionado anteriormente, o planeta Terra poderá atingir um momento irreversível durante este ciclo. Vamos nos aprofundar nos processos que desempenham o papel mais significativo na manifestação do perigo catastrófico que representa o avanço do magma na área da Fossa das Marianas.

Durante o ciclo de 12.000 anos, a influência cósmica externa faz com que o núcleo do planeta superaqueça o manto. Neste ciclo, o calor excessivo não escapa do manto e se acumula, pois há uma falha na capacidade do oceano dissipar esse calor para a atmosfera, atribuída a fatores antrópicos. Isso contribui para um aumento anormal da temperatura do magma e um derretimento intensivo do manto.

O magma, localizado próximo ao núcleo, torna-se extremamente quente e fluido, erodindo ativamente o manto e formando novos caminhos para se expandir até a superfície da Terra. Segundo o modelo, isso leva à formação de canais e rios magmáticos no manto. As evidências sugerem que este processo já é observável na Sibéria.

Segundo a hipótese, quando os rios magmáticos colidem, ocorrem explosões intramanto, causadas por reações nucleares que liberam grandes quantidades de energia. Estas explosões desestabilizam o núcleo da Terra e aumentam ainda mais a temperatura no interior do planeta e a atividade sísmica na crosta.

Cálculos matemáticos indicam que a taxa de derretimento do manto na Terra está se acelerando. Até o final de 2024, quando a influência cósmica externa no núcleo se intensificar, o aquecimento e o derretimento do

magma aumentarão significativamente. Além disso, o magma subirá cada vez mais para perto da superfície no decorrer do tempo.

A modelagem tectonofísica mostra que quando todo o manto derreter, os terremotos de foco profundo cessarão e a crosta terrestre poderá ser facilmente rompida pelo magma na área da Fossa das Marianas.

É por isso que restaurar a função do oceano é uma condição vital para a sobrevivência da humanidade e do planeta.

Uma consequência adicional da ação antropogênica que interrompe a função que o oceano deveria cumprir para dissipar o calor é o excesso de umidade atmosférica.

Como a temperatura da água dos oceanos do mundo aumenta, a umidade evapora intensamente para a atmosfera. Quando a água evapora, também conduz nesse processo energia térmica do oceano para a atmosfera. À medida que o ar úmido sobe e atinge as camadas mais frias da atmosfera, o vapor d'água se condensa, e isso significa que volta a ser água líquida. Com isso, formam-se nuvens e, eventualmente, ocorrem chuvas anormais, enchentes e inundações de primavera.

Existe também uma questão contraditória: há um aumento no vapor de água da atmosfera e inundações extremas estão aumentando em todo o mundo, mas ao mesmo tempo metade do globo está sofrendo com secas. Isso se explica pelo aumento da temperatura atmosférica. Quanto mais elevada for a temperatura do ar, mais umidade o ar pode reter. À medida que a umidade evapora em grandes quantidades, permanece na atmosfera por muito tempo sem retornar à terra na forma de precipitação. Isto traz como consequência longos períodos de seca em algumas regiões do mundo.

A atmosfera quente e úmida também favorece a formação de ciclones tropicais e aumenta seu poder destrutivo. Ar quente e úmido, por apresentar menor densidade, sobe formando áreas de baixa pressão, e isso aumenta a velocidade do vento. Quando a água na atmosfera se condensa, libera toda a energia térmica acumulada que foi absorvida durante a evaporação. Essa energia térmica é a principal fonte da energia dos ciclones tropicais. Quando o vento, a água e a energia térmica se combinam, se manifesta um grande poder destrutivo.

A restauração das funções do oceano, incluindo a sua capacidade de remover calor do interior da Terra e manter a estabilidade ambiental, pode ser alcançada através da utilização generalizada de dispositivos que extraem água do ar, especificamente, geradores de água atmosférica (AWGs). Não apenas fornecerão água pura suficiente para toda a população mundial, mas também ajudarão a limpar os oceanos mundiais da poluição de micro e nanoplásticos. Conforme discutido anteriormente na Parte 2 deste relatório, como os plásticos e microplásticos, se estruturam por uma composição química única, perturbam a condutividade térmica do oceano, impedindo assim a transferência do calor do seu interior para a atmosfera. Com a utilização em ampla escala global dos dispositivos AWGs, a água que evapora do oceano e contém microplásticos passará necessariamente pelos filtros do dispositivo, que removerá todos os poluentes. As substâncias restantes no filtro serão então recicladas e reutilizadas. A captura e remoção desses poluentes irá restaurar a capacidade do oceano de transferir o calor da crosta terrestre para a atmosfera e posteriormente para o espaço. Além disso, a condutividade térmica da atmosfera irá melhorar, isso significa que o calor será dissipado para o espaço de forma mais eficiente à medida que a atmosfera se torna

livre do excesso de umidade, gás metano e CO<sub>2</sub>.

Atualmente, foi registrada uma diminuição na densidade e uma diminuição na espessura das camadas superiores da atmosfera. Com a extração intensiva de umidade da atmosfera, essa espessura irá se normalizar e as camadas superiores se tornarão mais densas. A quantidade de umidade na atmosfera também se tornará estável e a ocorrência de precipitações e ventos extremos será reduzida. Isto será possível a partir de uma transição completa do consumo atual de águas superficiais e subterrâneas, para a utilização da água atmosférica obtida a partir desses dispositivos, tanto para uso doméstico quanto industrial.

Vamos explorar as etapas necessárias para restaurar a umidade e a troca de calor entre o oceano, atmosfera e crosta terrestre.

A primeira etapa deve envolver uma transição completa para o uso de geradores de água atmosférica (AWG) em todo o planeta. Isto elimina a necessidade de extrair água de fontes superficiais e subterrâneas. Os AWGs podem produzir a quantidade necessária de água para consumo e necessidades industriais. São equipamentos fundamentais no contexto de uma crise hídrica que garantirão a resiliência do abastecimento de água, permitindo a plena realização de vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, tais como:

- **Objetivo 6.** Garantir o acesso à água e ao saneamento para todos.
- **Objetivo 9.** Construir infra-estruturas resilientes, promover a industrialização sustentável e fomentar a inovação
- **Objetivo 13.** Tomar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.
- **Objetivo 14.** Conservar e utilizar de forma sustentável os oceanos, os mares e os recursos marinhos.

- **Objetivo 15.** Gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, interromper e reverter a degradação dos solos, interrompendo a perda de biodiversidade.
- **Objetivo 17.** Revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.

O segundo passo importante será a adoção de geradores isentos de combustível (FFG), que são essenciais para fornecer aos AWG, que dependem de elevado consumo de energia, a energia necessária e acessível ao seu pleno funcionamento. Além disso, a umidade para alimentar as usinas de geração de água atmosférica deve ser reposta a partir de fontes naturais, que devem ser previamente purificadas. Para isso, os reservatórios de água também devem ser eliminados, juntamente com as barragens. É a introdução de FFG que reduzirá a dependência da energia hidroelétrica e proporcionará uma oportunidade para abertura das barragens. Os rios retornarão aos seus canais naturais, restaurando o seu fluxo natural. Isso eliminará a estagnação da água e trará de volta a vida dos rios, garantindo o fluxo de água limpa para o oceano, e evitará que poluentes entrem no oceano vindos dos continentes.

Essas medidas também ajudarão a alcançar uma série dos seguintes Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, de acordo com o que é adotados pela Assembleia Geral das Nações Unidas:

- **Objetivo 7.** Garantir o acesso a energia acessível, a baixo custo, sustentável e de excelência.
- **Objetivo 8.** Promover o crescimento econômico inclusivo e sustentável, o emprego e o trabalho digno para todos.
- **Objetivo 9.** Construir infra-estruturas resilientes, promover a industrialização sustentável e fomentar a inovação.

- **Objetivo 11.** Tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis.
- **Objetivo 13.** tomar medidas urgentes para combater as alterações climáticas e os seus impactos.

Na terceira fase de restabelecimento das trocas de umidade e calor entre o oceano, a atmosfera e a superfície da Terra, é necessário reconstruir os sistemas de esgotos. As águas residuais não devem ser despejadas em massas de águas abertas. Devem fluir para o solo, passando por uma purificação natural através das camadas do solo antes de chegarem às massas de água.

A investigação e as abordagens práticas propostas podem tornar-se uma nova revolução científica e técnica. O seu objetivo é garantir um abastecimento sustentável de água e uma utilização equilibrada dos recursos hídricos. Mas, acima de tudo, reduzirão o impacto negativo no sistema climático do planeta. Estas medidas têm um enorme potencial para alterar significativamente a situação ambiental, tornando o nosso planeta mais resistente aos desafios climáticos.

O efeito que se prevê em relação à extração de água da atmosfera é estimado da seguinte forma: 70% dos problemas relacionados com a deterioração do clima podem ser resolvidos através da extração de água da atmosfera. Os restantes 30% dos problemas serão resolvidos pelo tratamento de águas residuais, visto que esta tarefa também é de primordial importância.

Se as medidas propostas forem implementadas, de acordo com estimativas preliminares, resultados tangíveis serão visíveis dentro de 2 a 3 anos. A situação pode agravar-se durante o primeiro ano após a implementação, mas em cerca de 8 a 14 meses a troca de calor e umidade entre o oceano e a atmosfera irá começar a melhorar. Os primeiros

resultados positivos devem ser esperados em 2 anos. A natureza começará a revitalizar-se e os fenômenos atmosféricos se tornarão mais equilibrados. Em 5 a 8 anos, será muito perceptível o quanto as águas se tornarão mais purificadas. Isso irá restaurar a função específica de resfriar o planeta que cumpre o oceano. As inundações e as secas se tornarão eventos do passado e os ventos indesejados, assim como as oscilações de temperatura diminuirão. Espera-se

que o clima se torne mais ameno e previsível.

Contudo, é importante compreender que estas medidas não resolverão o problema global dos desastres geodinâmicos, pois a causa destas alterações não está na atmosfera.

A implementação generalizada dos AWG só será capaz de amenizar os efeitos das alterações climáticas e acelerar a restauração do ambiente do planeta, desde que sejamos capazes de proteger o planeta da influência cósmica externa.

## **CONCLUSÕES**

---

Proporcionalmente ao aumento da frequência e intensidade dos desastres naturais, as perdas econômicas também aumentarão. É extremamente importante calcular os danos potenciais dos próximos desastres climáticos, tendo em conta a progressão exponencial que corresponde à tendência global de aumento dos cataclismos.

Assim, quanto mais intensos e generalizados forem os eventos climáticos extremos, maior será a probabilidade de aumento dos preços e menos estável se tornará a economia de todo o mundo. Isto é especialmente constatável no contexto das catástrofes globais relacionadas aos fatores geodinâmicos e antropogênicos que foram descritos neste relatório.

Uma solução eficaz para esse problema exige a cooperação internacional de cientistas que

possam unir os seus esforços e recursos para desenvolver e adotar medidas abrangentes. Atualmente, a ciência contemporânea está dividida e fragmentada em áreas e disciplinas científicas com objetivos restritos que não colaboram entre si. Nessas condições de desunião global, é naturalmente impossível analisar e investigar exaustivamente a atual insegurança climática planetária. Se forem criadas condições para uma cooperação aberta, os cientistas não terão que começar do zero, uma vez que já existem experimentos efetivos em processo de desenvolvimento e uma compreensão das relações de causa e efeito nesse domínio.

Agora é preciso agir com prontidão e usar o tempo restante com sabedoria.

---

## Apêndice 1

### O método de mesclar bancos de dados de terremotos

Reunimos dados de terremotos de vários bancos de dados, como Centro Sismológico Internacional (ISC)<sup>78</sup>, Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS)<sup>79</sup>, Instituições de Pesquisa Incorporadas para Sismologia (IRIS)<sup>80</sup>, Centro Sismológico Europeu-Mediterrâneo (EMSC)<sup>81</sup>, e agregação de terremotos. recurso Descoberta de Vulcão (VD)<sup>82</sup>. Para obter a visão mais completa da situação dos terremotos, criamos um banco de dados que mescla eventos de todas essas fontes. Naturalmente, alguns eventos estão presentes em vários bancos de dados, por isso queremos identificar esses eventos idênticos e agrupá-los durante a fusão. Cada agência sismológica, no entanto, avalia os parâmetros do terremoto, como o hipocentro, a hora do terremoto e sua magnitude usando seus próprios algoritmos e conjuntos específicos de sismógrafos. Portanto, é impossível uma comparação estrita e precisa de eventos usando apenas parâmetros de tempo, hipocentro e magnitude. Empregamos o método de correspondência difusa de eventos entre dois bancos de dados usando o seguinte algoritmo.

Definimos o evento A no primeiro banco de dados D<sub>1</sub> possivelmente relacionado ao evento B do segundo banco de dados D<sub>2</sub> se a distância de seus epicentros ( $D_{diff}(A,B)$ ) for menor ou igual a 300 km, a diferença no tempo do evento ( $T_{diff}(A,B)$ ) é inferior a 90 segundos e a diferença na magnitude estimada ( $M_{diff}(A,B)$ ) é menor ou igual a 1. Existem vários tipos diferentes de magnitudes de terremoto, por exemplo, no catálogo ISC, são apresentadas estimativas

de magnitude múltipla para o mesmo evento. Portanto,  $M_{diff}(A,B)$  é definido como a diferença mínima de magnitudes  $\min(\text{abs}(M_A - M_B))$  onde  $M_A$  é uma magnitude do evento A e  $M_B$  é uma magnitude do evento B restringida pelo seguinte algoritmo:

Se A e B têm magnitudes do tipo Mw, então  $M_A$  e  $M_B$  são selecionados dos tipos Mw;

Caso contrário, se A e B tiverem magnitudes do tipo Ms, então  $M_A$  e  $M_B$  serão selecionados dos tipos Ms;

Caso contrário, se A e B tiverem magnitudes do tipo mb, então  $M_A$  e  $M_B$  serão selecionados dos tipos mb;

Caso contrário, se A e B tiverem magnitudes do tipo ML, então  $M_A$  e  $M_B$  serão selecionados dos tipos ML;

em todos os outros casos: qualquer magnitude de A e qualquer magnitude de B são escolhidas para cumprir a condição:  $\text{abs}(M_A - M_B)$  é mínimo.

Para dois eventos relacionados A e B, definimos o valor de seu relacionamento como:

$$V(A,B) = 36 - 16 * T_{diff}^2(A,B) / 8100 - 16 * D_{diff}^2(A,B) / 90000 - 4 * M_{diff}^2(A,B),$$

onde  $T_{diff}(A,B)$  é medido em segundos,  $D_{diff}(A,B)$  é medido em quilômetros e  $M_{diff}(A,B)$  é medido em magnitudes. Para dois eventos A e B totalmente idênticos, o valor de  $V(A,B)$  é igual a 36. Para dois eventos A e B no limite de serem possivelmente relacionados, o valor de  $V(A,B)$  é igual a 0.

<sup>78</sup>ISC Bulletin: event catalogue search <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin/search/catalogue/>

<sup>79</sup>USGS Search Earthquake Catalog <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>

<sup>80</sup>IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)

<sup>81</sup>EMSC Search earthquakes [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)

<sup>82</sup>Volcano Discovery Earthquakes <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>

Para encontrar uma correspondência entre eventos nas bases de dados  $D_1$  e  $D_2$ , é necessário que cada evento de uma base de dados corresponda a não mais que um evento da outra base de dados, e que a soma de todos os valores  $V(A,B)$  para os pares selecionados dos eventos seja máximo. Tecnicamente, podemos definir um grafo  $G$  com o conjunto de vértices formado por todos os eventos em  $D_1$  e  $D_2$  e o conjunto de arestas formado por pares de eventos possivelmente relacionados. O valor de uma aresta entre os vértices  $A$  e  $B$  é definido como  $V(A,B)$ . O problema de otimização que formulamos acima é conhecido como peso máximo correspondente em gráficos bipartidos e pode ser resolvida por algoritmos padrão.<sup>83</sup>

A partir do algoritmo, obtemos a correspondência de peso máximo entre os eventos em  $D_1$  e  $D_2$  e consideramos os eventos correspondentes idênticos. Assim, o banco de dados mesclado  $D_m$  é formado por eventos em  $D_1$  e eventos não correspondentes em  $D_2$ . Se um evento em  $D_1$  for casado com algum evento em  $D_2$ , a estimativa de magnitude do evento casado em  $D_2$  é adicionada ao conjunto de estimativas de magnitude para o evento casado em  $D_m$ .

Começando com o banco de dados ISC e fundindo sequencialmente os bancos de dados do USGS, IRIS, EMSC e Volcano Discovery (VD), obtivemos o banco de dados final mesclado (Mesclado).

Para traçar vários gráficos comparando contagens de terremotos em diferentes bancos de dados, geralmente precisamos restringir os dados a uma determinada faixa de magnitudes. Para evitar diferenças nas contagens de terremotos devido às diferentes estimativas de magnitude entre os bancos de dados, usamos o banco de dados mesclado para selecionar eventos em uma determinada faixa de magnitude e traçar os gráficos (porque o banco de dados mesclado pode conter múltiplas estimativas de magnitude para um mesmo evento, ele não é óbvio para qual estimativa usar de acordo com a seleção). Existem duas abordagens diferentes que empregamos:

1. O primeiro método é incluir um evento em uma

seleção de eventos se qualquer estimativa de magnitude para o evento estiver na faixa de magnitude desejada.

2. O segundo método, mais complexo, é selecionar uma estimativa de magnitude preferida e incluir o evento em uma seleção se a estimativa preferida estiver na faixa de magnitude desejada. Selecionamos a estimativa de magnitude preferida procurando os seguintes tipos de magnitude entre as estimativas (em ordem de preferência): Mw, ML, MS, mb, MVD (esta é a estimativa de magnitude proveniente do banco de dados do Volcano Discovery porque o tipo de magnitude não é disponível nesse banco de dados), MD e MV. Se qualquer estimativa de magnitude de um determinado tipo for encontrada para um evento, então todas as estimativas de magnitude do tipo selecionado para esse evento serão usadas. Em seguida, a mediana é calculada para eles e uma estimativa com o valor da mediana é selecionada. Se não houver estimativa de nenhum dos tipos acima (o que é raro e ocorre em apenas uma pequena porcentagem de todos os eventos em todo o banco de dados), então qualquer tipo de valor de magnitude que coincida com o valor mediano calculado para todas as magnitudes deste evento será selecionado.

A diferença nas contagens de eventos obtidos quando se usa o primeiro e o segundo método de seleção de eventos num determinado intervalo de magnitude é insignificante, como regra, não mais do que alguns por cento.

Para o gráfico do número de sismos por ano (Figuras 7,9) em cada base de dados, foi utilizado o primeiro método de seleção de eventos da base de dados combinada. Para os gráficos do número de eventos sísmicos únicos (Figura 10) presentes em diferentes bases de dados, foi utilizado o segundo método de seleção de sismos dentro de um intervalo de magnitude especificado.

<sup>83</sup> Nittish Korula, Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>

## Referências

- Alexeev, G. V., Borovkov, M. I., & Titova, N. E. (2018). Sovremennyye sredstva dlja ochistki vody ot maslo-zhirovyh jemul'sij i nefteproduktov. [Modern means of purifying water from oil-fat emulsions and petroleum products]. *Colloquium-journal*, 7(18), 4-6.
- Alken, P., Thébault, E., Beggan, C.D. et al. (2021). International Geomagnetic Reference Field: the thirteenth generation. *Earth Planets Space* 73, 49. <https://doi.org/10.1186/s40623-020-01288-x>
- Androsova, N. K., Baranova, T. I., & Semykina D.V. (2020). Geological past and present of the Earth's magnetic poles. *EARTH SCIENCES/ "Colloquium-journal"*, 5(57). DOI:10.24411/2520-6990-2020-11388
- AON. (2023). Weather, Climate and Catastrophe Insight. <https://www.aon.com/getmedia/f34ec133-3175-406c-9e0b-25ce-a768c5cf/20230125-weather-climate-catastrophe-insight.pdf>, p.42.
- Arushanov, M. L. (2023). Causes of Earth climate change, as a result of space impact, dispelling the myth about anthropogenic global warming. *Deutsche Internationale Zeitschrift Für Zeitgenössische Wissenschaft*, 53, 4–14. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7795979>
- Arushanov, M. L. (2023). Dinamika klimata. Kosmicheskie faktory. [Climate Dynamics. Cosmic Factors]. Hamburg: LAMBERT Academic Publishing.
- Aubourg, L., (2024, January 12). Editors' notes 2023's record heat partly driven by 'mystery' process: NASA scientist <https://phys.org/news/2024-01-driven-mystery-nasa-scientist.html>
- Barkin, Yu.V. (2009). Ciklicheskie inversionnye izmenenija klimata v severnom i juzhnom polusharijah Zemli [Cyclic Inversion Climate Change in the Northern and Southern Hemispheres of Earth]. *Geology of the Seas and Oceans: Materials of the XVIII International Scientific Conference (School) on Marine Geology. Vol. III. - Moscow: GEOS. pp. 4-8.*
- Barkin, Yu.V., & Barkin, M. Yu., (2014). Novaja analiticheskaja teorija vrashhenija Zemlstat'ja [New Analytical Theory of Earth's Rotation]. *Engineering Journal: Science and Innovation*, 12(36). <https://istina.msu.ru/publications/article/7735956/>
- Barkin, Yu. V. & Smolkov, G. Ya. (2013). Abrupt changes in the trends of geodynamic and geophysical phenomena in 1997-1998. In *All-Russian Conf. on Solar-Terrestrial Physics, dedicated to the 100th anniversary of the birth of a corresponding member of the Russian Academy of Sciences Stepanov V.E. (September 16-21, 2013, Irkutsk), Irkutsk, 2013.*
- Barletta, V. R., Bevis, M., Smith, B. E., Wilson, T., Brown, A., Bordoni, A., Willis, M., Khan, S. A., Rovira-Navarro, M., Dalziel, I., Smalley, R., Kendrick, E., Konfal, S., Caccamise, D. J., Aster, R. C., Nyblade, A., & Wiens, D. A. (2018). Observed rapid bedrock uplift in Amundsen Sea Embayment promotes ice-sheet stability. *Science*, 360(6395), 1335–1339. <https://doi.org/10.1126/science.aao1447>
- Baturin, A. M. (2001). Periodichnost globalnykh katastrof - 12166 let. [Periodicity of Global Catastrophes - 12166 years"] Monograph. Kursk CSTI.
- Belozеров, I. M. (2008). Nature as viewed by a physicist. *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, 12(68). <https://cyberleninka.ru/article/n/priroda-glazami-fizika/viewer>
- Bowling, J. S., Livingstone, S. J., Sole, A. J., & Chu, W. (2019). Distribution and dynamics of Greenland subglacial lakes. *Nature Communications*, 10(2810). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10821-w>
- Briner, J. P., Cuzzone, J. K., Badgley, J. A., Young, N. E., Steig, E. J., Morlighem, M., Schlegel, N.-J., Hakim, G. J., Schaefer, J. M., Johnson, J. V., Lesnek, A. J., Thomas, E. K., Allan, E., Bennike, O., Cluett, A. A., Csatho, B., de Vernal, A., Downs, J., Larour, E., & Nowicki, S. (2020). Rate of mass loss from the Greenland Ice Sheet will exceed Holocene values this century. *Nature*, 586(7827), 70–74. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2742-6>
- Broquet, A., & Andrews-Hanna, J. C. (2022). Geophysical evidence for an active mantle plume underneath Elysium Planitia on Mars. *Nature Astronomy*, 7, 160–169. <https://doi.org/10.1038/s41550-022-01836-3>
- Brown, S. K., Crosweller, H. S., Sparks, R. S. J., Cottrell, E., Deligne, N. I., Guerrero, N. O., Hobbs, L., Kiyosugi, K., Loughlin, S. C., Siebert, L., & Takarada, S. (2014). Characterisation of the Quaternary eruption record: analysis of the Large Magnitude Explosive Volcanic Eruptions (LaMEVE) database. *Journal of Applied Volcanology*, 3(5). <https://doi.org/10.1186/2191-5040-3-5>
- Bryson, R. A. (1989). Late quaternary volcanic modulation of Milankovitch climate forcing. *Theoretical and Applied Climatology*, 39, 115–125. <https://doi.org/10.1007/bf00868307>
- Bushuev, E. V., & Kopylov, I. P. (2005). Kosmos i Zemlja. Elektromekhanicheskie vzaimodejstvija. [Space and Earth. Electromechanical Interactions]. Monograph. Moscow: Energy.
- Canadell, J., Meyer, C., Cook, G., Dowdy, A., Briggs, P., Knauer, J., Pepler, A. & Haverd, V. (2021). Multi-decadal increase of forest burned area in Australia is linked to climate change. *Nature Communications*, 12, 6921. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-27225-4>
- Cesca, S., Sukan, M., Rudzinski, Ł., Vajedian, S., Niemz, P., Plank, S., Petersen, G., Deng, Z., Rivalta, E., Vuan, A., Plasencia Linares, M. P., Heimann, S., & Dahm, T. (2022). Massive earthquake swarm driven by magmatic intrusion at the Bransfield Strait, Antarctica. *Communications Earth & Environment*, 3(1). <https://doi.org/10.1038/s43247-022-00418-5>
- Chadwick, J., Keller, R., Kamenov, G., Yogodzinski, G., & Lupton, J. (2014). The Cobb hot spot: HIMU-DMM mixing and melting controlled by a progressively thinning lithospheric lid. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 15(8), 3107–3122. <https://doi.org/10.1002/2014gc005334>

- Channell, J. E. T., & Vigliotti, L. (2019). The role of geomagnetic field intensity in Late Quaternary evolution of humans and large mammals. *Reviews of Geophysics*, 57. <https://doi.org/10.1029/2018RG000629>
- Cheng, L., Abraham, J., Zhu, J., Trenberth, K. E., Fasullo, J., Boyer, T., Locarnini, R., Zhang, B., Yu, F., Wan, L., Chen, X., Song, X., Liu, Y., & Mann, M. E. (2020). Record-Setting Ocean Warmth Continued in 2019. *Advances in Atmospheric Sciences*, 37(2), 137–142. <https://doi.org/10.1007/s00376-020-9283-7>
- Copernicus. (2024, January 9) Copernicus: 2023 is the hottest year on record, with global temperatures close to the 1.5°C limit <https://climate.copernicus.eu/copernicus-2023-hottest-year-record>
- Cox, C., & Chao, B. F. (2002). Detection of a large-scale mass redistribution in the terrestrial system since 1998. *Science*, 297(5582), 831–833. <https://doi.org/10.1126/science.1072188>
- Dahmen, N., Clinton, J. F., Meier, M., Stähler, S., Ceylan, S., Kim, D., Stott, A. E., & Giardini, D. (2022). MarsQuakeNet: A more complete marsquake catalog obtained by deep learning techniques. *Journal of Geophysical Research: Planets*, 127(11). <https://doi.org/10.1029/2022je007503>
- Damiani, T. M., Jordan, T. A., Ferraccioli, F., Young, D. A., & Blankenship, D. D. (2014). Variable crustal thickness beneath Thwaites Glacier revealed from airborne gravimetry, possible implications for geothermal heat flux in West Antarctica. *Earth and Planetary Science Letters*, 407, 109–122. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.09.023>
- Danilov, A. D., & Konstantinova, A. V. (2014). Reduction of the atomic oxygen content in the upper atmosphere. *Geomagnetizm i Aeronomija*. [Geomagnetism and Aeronomy], 54(2), 224–229. <https://doi.org/10.1134/S0016793214020066>
- Danilov, A.D., Konstantinova, A.V. (2020). Long-Term Variations in the Parameters of the Middle and Upper Atmosphere and Ionosphere (Review). *Geomagnetizm i Aeronomija* [Geomagnetism and Aeronomy], 60; 397–420. <https://doi.org/10.1134/S0016793220040040>
- Davidson, B. (2021). *The next end of the world*. Space Weather News. ISBN 9781098357788
- Deng, S., Liu, S., Mo, X., Jiang, L., & Bauer-Gottwein, P. (2021). Polar Drift in the 1990s Explained by Terrestrial Water Storage Changes. *Geophysical Research Letters*, 48(7). <https://doi.org/10.1029/2020gl092114>
- Dyachenko, A. I. (2003). *Magnetic Poles of the Earth*. Moscow: MCCME. 48 p.
- Dziadek, R., Ferraccioli, F., & Gohl, K. (2021). High geothermal heat flow beneath Thwaites Glacier in West Antarctica inferred from aeromagnetic data. *Communications Earth & Environment*, 2(16). <https://doi.org/10.1038/s43247-021-00242-3>
- Earth Observatory. (n.d). Antarctic warming trends. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/36736/antarctic-warming-trends>
- Easterbrook, D. J. (2016). *Evidence-based climate science, data opposing CO2 emissions as the primary source of global warming*, (2nd Ed.) Elsevier. Bellingham, USA. <https://doi.org/10.1016/C2015-0-02097-4>
- EM-DAT. (n.d.). *Inventorying hazards & disasters worldwide since 1988*. <https://www.emdat.be>
- Emmert, J. T., Lean, J. L., & Picone, J. M. (2010). Record-low thermospheric density during the 2008 solar minimum. *Geophysical Research Letters*, 37(12). <https://doi.org/10.1029/2010gl043671>
- EMSC. (n.d.). *EMSC Search earthquakes*. [https://www.emsc-csem.org/Earthquake\\_information/](https://www.emsc-csem.org/Earthquake_information/)
- Fernando, B., Daubar, I. J., Charalambous, C., Grindrod, P. M., Stott, A., Abdullah Al Ateqi, Atri, D., Ceylan, S., Clinton, J., Fillingim, M. O., Hauber, E., Hill, J. R., Kawamura, T., Li, J., Lucas, A., Lorenz, R. D., Ojha, L., Perrin, C., S. Piqueux, & Stähler, S. C. ... Banerdt, W. B. (2023). A tectonic origin for the largest marsquake observed by InSight. *Geophysical Research Letters*, 50(20). <https://doi.org/10.1029/2023gl103619>
- Frattasi, P. (2023, May 8). Ai Campi Flegrei 675 terremoti ad aprile 2023: è il mese con più scosse degli ultimi 20 anni. [At the Phlegraean Fields, 675 earthquakes in April 2023: it is the month with the most tremors in the last 20 years]. [Fangage.it https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/](https://www.fanpage.it/napoli/campi-flegrei-675-terremoti-aprile-2023/)
- Gase, A., Bangs, N. L., Saffer, D. M., Han, S., Miller, P., Bell, R., Arai, R., Henrys, S. A., Shiraiishi, K., Davy, R., Frahm, L., & Barker, D. (2023). Subducting volcanoclastic-rich upper crust supplies fluids for shallow megathrust and slow slip. *Science Advances*, 9(33). <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh0150>
- GeoNet. (2022, December 2). Strong M5.6 earthquake consistent with continued minor volcanic unrest at Taupō. Volcanic Alert Level remains at Level 1. Volcanic Activity Bulletin. <https://www.geonet.org.nz/vabs/7tu66IDztDnlaYDG0LYSgI>
- Geyer, R., Jambeck, J. R., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). Long-term trend of the ionospheric E-layer response to solar flares. *Solnechno-Zemnaya Fizika* [Solar-Terrestrial Physics], 8(1): 51–57. <https://doi.org/10.12737/szf-81202206>
- Givishvili, G. V. & Leshchenko, L. N. (2022). On the causes of cooling and settling of the middle and upper atmosphere. *Izvestija RAN. Fizika atmosfery i okeana*. [News. Russian Academy of Sciences. Atmospheric and Ocean Physics], 58(5), 601-614. <https://doi.org/10.31857/S0002351522050042>
- Gorny, V. I. et al. (2001) Model of the mantle-lithospheric interaction based on data from Uralseys Geotraverse for prospecting seismology and remote geothermal method. *Deep structure and geodynamics of the Southern Urals*. Tver. pp. 227-238.



- Hapgood, C. H. (1958). *Earth's shifting crust: A key to some basic problems of earth science*. Pantheon Books, - Science.
- Heinrich, H. (1988). Origin and consequences of cyclic ice rafting in the Northeast Atlantic Ocean during the past 130,000 years. *Quaternary Research*, 29(2), 142–152. [https://doi.org/10.1016/0033-5894\(88\)90057-9](https://doi.org/10.1016/0033-5894(88)90057-9)
- Hruzdov, V. I. (October 2021). Nejtronnaja Vselennaja, Gl. 10. Raschjot nejtronnogo jadra Zemli [Neutron Universe. Ch. 10. Calculation of the Earth's neutron core]. Moscow: Libmonster Russia. Retrieved from: <https://libmonster.ru/m/articles/download/17227/4846>
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Baird, A. H., Connolly, S. R., Dietzel, A., Eakin, C. M., Heron, S. F., Hoey, A. S., Hoogenboom, M. O., Liu, G., McWilliam, M. J., Pears, R. J., Pratchett, M. S., Skirving, W. J., Stella, J. S., & Torda, G. (2018). Global warming transforms coral reef assemblages. *Nature*, 556, 492–496. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0041-2>
- IERS Earth Orientation Center of the Paris Observatory. (n.d.). Length of day — Earth Orientation Parameters: [https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04\\_14\\_62-NOW\\_IAU1980-LOD&id=223](https://datacenter.iers.org/singlePlot.php?plotname=EOPC04_14_62-NOW_IAU1980-LOD&id=223)
- International Seismological Centre. (n.d.). Bulletin of the International Seismological Centre. <http://www.isc.ac.uk/iscbulletin> <https://doi.org/10.31905/D808B830>
- IRIS. (n.d.). IRIS Wilber 3: Select Event [http://ds.iris.edu/wilber3/find\\_event](http://ds.iris.edu/wilber3/find_event)
- Kamis, J. E., (n.d.). Geologically induced northern atlantic ocean “warm blob” melting Southern Greenland ice sheet. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/geologically-induced-northern-atlantic-ocean-warm-blob-melting-southern-greenland-ice-sheet>
- Kamis, J. E., (2016, November 3). West Antarctic glacial melting from deep earth geological heat flow not global warming. *Plate Climatology*. <https://www.plateclimatology.com/west-antarctic-glacial-melting-from-deep-earth-geological-heat-flow-not-global-warming>
- Khalilov, E. (Ed.). (2010). *Global changes of the environment: Threatening the progress of civilization*. GEOCHANGE: Problems of Global Changes of the Geological Environment, 1, London, ISSN 2218-5798.
- Kopylov, I. (2001, November 1) *Elektromekhanika Solnechnoj sistemy* [Electromechanics of the solar system]. NVO.
- Korula, N. (2010, February 18). *Combinatorial Optimization. Maximum Weight Matching in Bipartite Graphs*. Lecture in CS 598CSC: Combinatorial Optimization. <https://courses.engr.illinois.edu/cs598csc/sp2010/lectures/lecture10.pdf>
- Laufkötter, C., Zscheischler, J., & Frölicher, T. L. (2020). *Science*, 369(6511), 1621–1625. <https://doi.org/10.1126/science.aba0690>
- Lebreton, L., Egger, M., & Slat, B. (2019). A global mass budget for positively buoyant macroplastic debris in the ocean. *Scientific Reports*, 9, 12922. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49413-5>
- Li, S., Li, Y., Zhang, Y., Zhou, Z., Guo, J., & Weng, A. (2023). Remnant of the late Permian superplume that generated the Siberian Traps inferred from geomagnetic data. *Nature Communications*, 14, 1311. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37053-3>
- Livermore, P. W., Hollerbach, R., & Finlay, C. C. (2017). An accelerating high-latitude jet in Earth's core. *Nature Geoscience*, 10, 62–68. <https://doi.org/10.1038/ngeo2859>
- Loose, B., Naveira Garabato, A. C., Schlosser, P., Jenkins, W. J., Vaughan, D., & Heywood, K. J. (2018). Evidence of an active volcanic heat source beneath the Pine Island Glacier. *Nature Communications*, 9(2431). <https://doi.org/10.1038/s41467-018-04421-3>
- Lübken, F.-J., Berger, U., & Baumgarten, G. (2013). Temperature trends in the midlatitude summer mesosphere. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(24), 13,347–13,360. <https://doi.org/10.1002/2013jd020576>
- Lushvin, P., (2018, March 27). Prirodnye ravninnye pozhary i kak ih minimizirovat' — 2 [Natural Grassland Fires and How to Minimize Them — 2]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2395754>
- Lushvin, P., (2019). Natural Plain Fires and How to Minimize Them. Presentation at the 26th meeting of the All-Russian Interdisciplinary Seminar-Conference of the Geological and Geographical Faculties of Moscow State University “Planet Earth System,” January 30 — February 2, 2018.
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). Development of ice cover in water areas during methane. *International Journal of Geosciences*, 12(9), 927-940. <https://doi.org/10.4236/ijg.2021.129047>
- Lushvin, P., Buyanova, M. (2021). History of observations of seismogenic phenomena in the atmosphere and formalization of their decryption. *International Journal of Atmospheric and Oceanic Sciences*, 5(1), 13-19. <https://doi.org/10.11648/j.ijaos.20210501.13>
- Malinin V. N. & Vaynovsky P. A. (2021). Trends of moisture exchange components in the ocean-atmosphere system under global warming conditions”, *Reanalysis-2. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space] 18(3), 9-25. DOI: 10.21046/2070-7401-2021-18-3-9-25
- Meinen, C. S., Perez, R. C., Dong, S., Piola, A. R., & Campos, E. (2020). Observed ocean bottom temperature variability at four sites in the northwestern argentine basin: Evidence of decadal deep/abyssal warming amidst hourly to interannual variability during 2009–2019. *Geophysical Research Letters*, 47(18). <https://doi.org/10.1029/2020gl089093>
- Mersereau, D., (2023, September 9). A world first, every tropical ocean saw a Category 5 storm in 2023. *The Weather Network*. <https://www.theweathernetwork.com/en/news/weather/severe/a-world-first-every-tropical-ocean-saw-a-category-5-hurricane-cyclone-in-2023>

- Mikhaylova R.S. (2014). Strong earthquakes in the mantle and their impact in the near and far zone. Geophysical Service of the Russian Academy of Sciences. <http://www.emsd.ru/conf2013lib/pdf/seism/Mihaylova.pdf>
- Mikhailova, R. S., Ulubieva, T. R., & Petrova N. V. (2021). The Hindu Kush earthquake of October 26, 2015, with Mw=7.5, 10~7: Preceding Seismicity and Aftershock Sequence. *Earthquakes of Northern Eurasia*, 24, 324–339. <https://doi.org/10.35540/1818-6254.2021.24.31>
- Morton, A. (2019, December 27). Hot blob: vast patch of warm water off New Zealand coast puzzles scientists. *The Guardian*. <https://www.theguardian.com/world/2019/dec/27/hot-blob-vast-and-unusual-patch-of-warm-water-off-new-zealand-coast-puzzles-scientists>
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (2024). NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI) U.S. Billion-Dollar Weather and Climate Disasters. (<https://www.ncei.noaa.gov/access/billions/>), DOI: 10.25921/stkw-7w73
- Nippon. (2018, May 16). Sakurajima, Japan's Most Active Volcano. <https://www.nippon.com/en/features/h00194/>
- Oppo, D. (2013, October 31). Is global heating hiding out in the oceans? Columbia Climate School. The Earth Institute. <https://www.earth.columbia.edu/articles/view/3130>
- Ostle, C., Thompson, R. C., Broughton, D., Gregory, L., Wootton, M., & Johns, D. G. (2019). The rise in ocean plastics evidenced from a 60-year time series. *Nature Communications*, 10(1622). <https://doi.org/10.1038/s41467-019-09506-1>
- Otosaka, I. N., Horwath, M., Mottram, R. & Nowicki, S. (2023). Mass Balances of the Antarctic and Greenland Ice Sheets Monitored from Space. *Surveys in Geophysics*, 44:1615–1652. <https://doi.org/10.1007/s10712-023-09795-8>
- Petrov, N. V. (2015). The Climate of the Earth: The solution to the problem of climate change of the Earth from the position of the law the preservation of life in space. *Ecology and Society Development: Journal of the International Academy of Ecology, Human and Nature Safety Sciences*, 4, 11-23. <http://www.trinitas.ru/rus/doc/0016/001d/2551-ptr.pdf>
- Pissoft, P., Sacha, P., Polvani, L. M., Añel, J. A., de la Torre, L., Eichinger, R., Foelsche, U., Huszar, P., Jacobi, C., Karlicky, J., Kuchar, A., Miksovsky, J., Zak, M., & Rieder, H. E. (2021). Stratospheric contraction caused by increasing greenhouse gases. *Environmental Research Letters*, 16, 064038. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfe2b>
- PMODWRC. (n.d.). Solar Constant: Construction of a Composite Total Solar Irradiance (TSI) Time-Series from 1978 to the Present <https://www.pmodwrc.ch/en/research-development/solar-physics/tsi-composite/>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Epidemii v obstanovke bol'shogo solnechnogo minimuma [Epidemics in the context of a major solar minimum]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/2913426>
- Reteyum, A. Yu. (2020, April 11). Opasnyj mif antropogennogo poteplenija [The dangerous myth of anthropogenic warming]. *Regnum*. <https://regnum.ru/article/3101660>
- Rezvanbehbahani, S., Stearns, L. A., Kadivar, A., Walker, J. D., & van der Veen, C. J. (2017). Predicting the geothermal heat flux in Greenland: A machine learning approach. *Geophysical Research Letters*, 44(24), 12,271-12,279. <https://doi.org/10.1002/2017gl075661>
- Rogozhina, I., Petrunin, A. G., Vaughan, A. P. M., Steinberger, B., Johnson, J. V., Kaban, M. K., Calov, R., Rickers, F., Thomas, M., & Koulakov, I. (2016). Melting at the base of the Greenland ice sheet explained by Iceland hotspot history. *Nature Geoscience*, 9, 366–369. <https://doi.org/10.1038/ngeo2689>
- Romagnoli, C., Zerbini, S., Lago, L., Richter, B., Simon, D., Domenichini, F., Elmi, C., & Ghirotti, M. (2003). Influence of soil consolidation and thermal expansion effects on height and gravity variations. *Journal of Geodynamics*, 35(4-5), 521–539. [https://doi.org/10.1016/S0264-3707\(03\)00012-7](https://doi.org/10.1016/S0264-3707(03)00012-7)
- Rosenthal, Y., Linsley, B. K., & Oppo, D. W. (2013). Pacific ocean heat content during the past 10,000 years. *Science*, 342(6158), 617–621. <https://doi.org/10.1126/science.1240837>
- Rysgaard, S., Bendtsen, J., Mortensen, J., & Sejor, M. K. (2018). High geothermal heat flux in close proximity to the Northeast Greenland Ice Stream. *Scientific Reports*, 8(1344). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-19244-x>
- Sawyer, D. E., Urgeles, R., & Lo lacono, C. (2023). 50,000 yr of recurrent volcanoclastic megabed deposition in the Marsili Basin, Tyrrhenian Sea. *Geology*, 51(11), 1001–1006. <https://doi.org/10.1130/g51198.1>
- Seroussi, H., Ivins, E. R., Wiens, D. A., & Bondzio, J. (2017). Influence of a West Antarctic mantle plume on ice sheet basal conditions. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 122(9), 7127–7155. <https://doi.org/10.1002/2017jb014423>
- Seroussi, H., Morlighem, M., Rignot, E., Mouginit, J., Larour, E., Schodlok, M., & Khazendar, A. (2014). Sensitivity of the dynamics of Pine Island Glacier, West Antarctica, to climate forcing for the next 50 years. *The Cryosphere*, 8(5), 1699–1710. <https://doi.org/10.5194/tc-8-1699-2014>
- Smolkov, G. Ya. (2018). Exposure of the solar system and the earth to external influences. *Physics & Astronomy International Journal*, 2(4), 310–321. <https://doi.org/10.15406/paij.2018.02.00104>
- Smotrín E. G., candidate of military sciences. (1998). Natural disasters and catastrophes — the main threat to planetary and Eurasian security upon entering the 3rd millennium AD. *Geostrategy and Technologies XXI*. <http://www.geost-21.su/ru/node/1>

- Strass, V. H., Rohardt, G., Kanzow, T., Hoppema, M., & Boebel, O. (2020). Multidecadal warming and density loss in the Deep Weddell Sea, Antarctica. *Journal of Climate*, 33(22), 9863–9881. <https://doi.org/10.1175/jcli-d-20-0271.1>
- Sun, D., Li, F., Jing, Z., Hu, S., & Zhang, B. (2023). Frequent marine heatwaves hidden below the surface of the global ocean. *Nature Geoscience*, 16(12), 1099–1104. <https://doi.org/10.1038/s41561-023-01325-w>
- Sun, W., & Tkalčić, H. (2022). Repetitive marsquakes in Martian upper mantle. *Nature Communications*, 13, 1695. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-29329-x>
- Swiss Re Institute. (2023, December 14). Natural catastrophes in focus: Tornados, hail and thunderstorms. <https://www.swissre.com/risk-knowledge/mitigating-climate-risk/tornados-hail-thunderstorms.html>
- Tarasov, L. V. (2012) *Earth magnetism: A textbook*. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 184 p.
- Thomas, C. (1993). *The Adam & Eve story: The history of cataclysms*. Bengal Tiger Pr.
- Toyokuni, G., Matsuno, T., & Zhao, D. (2020). P wave tomography beneath Greenland and surrounding regions: 1. crust and upper mantle. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 125(12). <https://doi.org/10.1029/2020jb019837>
- The IMBIE Team. (2018). Mass balance of the Antarctic Ice Sheet from 1992 to 2017. *Nature*, 558, 219–222. <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0179-y>
- The Watchers. (2023, February 23). Increased seismic activity under Trident volcano, Alaska. <https://watchers.news/2023/02/23/increased-seismic-activity-under-trident-volcano-alaska/>
- van der Veen, C. J., Leftwich, T., von Frese, R., Csatho, B. M., & Li, J. (2007). Subglacial topography and geothermal heat flux: Potential interactions with drainage of the Greenland ice sheet. *Geophysical Research Letters*, 34(12). <https://doi.org/10.1029/2007gl030046>
- United Nations. (n.d.). Her land. Her rights. <https://www.un.org/en/observances/desertification-day>
- USGS. (n.d.). Search results: Seismic activity in the Mariana Trench region according to USGS data. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=-15.62304,98.08594&extent=45.39845,196.52344&range=search&search=%7B%22name%22:%22Search%20Results%22,%22params%22:%7B%22starttime%22:%222023-11-23%2000:00:00%22,%22endtime%22:%222023-11-26%2023:59:59%22,%22maxlatitude%22:29.075,%22minlatitude%22:6.49,%22maxlongitude%22:155.215,%22minlongitude%22:133.242,%22minmagnitude%22:2.5,%22orderby%22:%22time%22%7D%7D>
- USGS. (n.d.). USGS Search Earthquake Catalog. <https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/>
- Viterito, A. (2022). 1995: An important inflection point in recent geophysical history. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, 29(5). <https://doi.org/10.19080/ijesnr.2022.29.556271>
- Vogt, D. B. (2007). *God's Day of Judgment; The real cause of global warming (1st Ed.)*. Vector Associates.
- Vogt, D. B. (2015). *The theory of multidimensional reality*. Vector Associates.
- Volcano Discovery. (n.d.). Volcano Discovery Earthquakes. <https://www.volcanodiscovery.com/earthquakes/lists.html>
- Volcano Hazards Program. (2015, September 17). Mauna Loa - earthquake and deformation data 2010-2016. <https://www.usgs.gov/media/images/mauna-loa-earthquake-and-deformation-data-2010-2016>
- Vsegei. (n.d.). Tajaniju Idov Grenlandii sposobstvuet Islandskij pljum [The melting of Greenland's ice is facilitated by the Icelandic plume.] [https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase\\_id=1444325](https://www.vsegei.ru/ru/about/news/97448/?sphrase_id=1444325)
- White, K. W. (1992). *World in peril: The origin, mission, and scientific findings of the 46th/72nd Reconnaissance Squadron*, K. White, ISBN 0962891681.
- Yao, F., Livneh, B., Rajagopalan, B., Wang, J., Jean-François Crétaux, Wada, Y., & Berge-Nguyen, M. (2023). Satellites reveal widespread decline in global lake water storage. *Science*, 380(6646), 743–749. <https://doi.org/10.1126/science.abo2812>
- Yurganov, L. N., Leifer, I., & Sunil Vadakkepuliambatta. (2017). Evidences of accelerating the increase in the concentration of methane in the atmosphere after 2014: satellite data for the Arctic. *Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniâ Zemli iz kosmosa [Current problems in remote sensing of the Earth from Space]* 14(5), 248–258. [https://www.researchgate.net/publication/317587506\\_Evidences\\_of\\_accelerating\\_the\\_increase\\_in\\_the\\_concentration\\_of\\_methane\\_in\\_the\\_atmosphere\\_after\\_2014\\_satellite\\_data\\_for\\_the\\_Arctic](https://www.researchgate.net/publication/317587506_Evidences_of_accelerating_the_increase_in_the_concentration_of_methane_in_the_atmosphere_after_2014_satellite_data_for_the_Arctic)
- Zotov, L. V., Barkin, Y. V. & Lyubushin, A. A. (2009). Dvizhenie geocentra i ego geodinamika [The motion of the geocenter and its geodynamics]. In 3rd. conf. Space geodynamics and modeling of global geodynamic processes, Novosibirsk, September 22-26, 2009, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. (pp. 98-101). Novosibirsk: Geo.