

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

94f4ff8ed6af5177585385ef9a5c018e63d00cc140e79722bfd816ebf96afb61

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

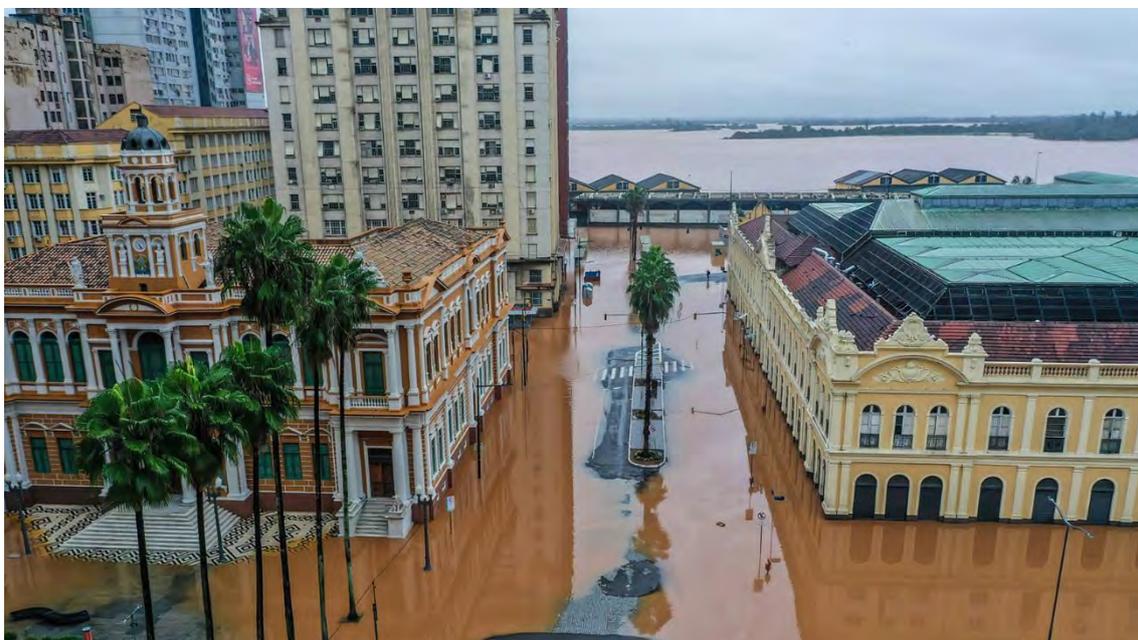
<https://amazoniareal.com.br/licoes-da-enchente-catastrofica-no-rio-grande-do-sul/>



# Surpresas climáticas: a Amazônia e as lições da enchente catastrófica no Rio Grande do Sul



Por **Amazônia Real** Publicado em: 03/07/2024 às 09:33



---

**Por Philip M. Fearnside e Rosimeire Araújo Silva**

## Surpresas

“Surpresas” é um termo introduzido na literatura em ciências climáticas por Stephen Schneider (1945–2010) para representar eventos climáticos inesperados, geralmente refletindo processos que ainda não estão incluídos nos modelos climáticos [1, 2]. Estas surpresas são esperadas porque o clima do mundo real é muito mais complexo do que os modelos e porque o clima real inclui processos caóticos não lineares. As surpresas se tornarão mais frequentes com

o aquecimento global em curso, e elementos das catastróficas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul parecem ser um exemplo. Os eventos extremos de precipitação no Brasil aumentaram dramaticamente nos últimos anos e espera-se que aumentem muito mais sob o aquecimento global projetado [3]. Indicações recentes de mudanças desproporcionais incluem secas recordes na Amazônia, como a de 2023 [4, 5], no centro e sudeste do Brasil como em 2014 e 2021 [6, 7] e a enchente do Rio Madeira em 2014 [8].

### **O desastre das enchentes no Rio Grande do Sul**

Em abril e maio de 2024, 90% do estado do Rio Grande do Sul foi inundado, incluindo a capital Porto Alegre (Figura 1), deslocando 581.638 pessoas, com 169 mortes confirmadas e muitas outras desaparecidas [9]. Vários fatores climáticos convergiram para causar um evento tão sem precedentes. O evento ocorreu em um ano de El Niño, que normalmente resulta em chuvas acima da média no sul do Brasil, sendo o caso mais famoso as enchentes em Blumenau, no estado de Santa Catarina, durante o El Niño de 1982. No entanto, em Abril e Maio de 2024, o El Niño de 2023-2024 já havia passado bastante o seu pico, que ocorreu em Setembro-Outubro de 2023. No entanto, este El Niño aumentou a probabilidade de um evento de precipitação extrema de 10 dias por um factor de 2 a 3 e aumentou sua intensidade em 4-8%, conforme calculado por um estudo recente liderado pelo Grantham Institute do Imperial College London [9].



Figura 1- Parque de diversão inundado no bairro Mathias Velho em Canoas, RS (Foto: Gustavo Mansur/ Palácio Piratini/06/05/2024) [10].

El Niño, um fenômeno climático natural causado por temperaturas acima da média da superfície do mar no Oceano Pacífico tropical que, desde 2007, foram reconhecidas pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) como aumentando devido ao aquecimento global antropogênico ([11], pág. 779). El Niños graves aumentaram em frequência e intensidade, e prevê-se que “super-El Niños ” sem precedentes resultem do aquecimento global contínuo (por exemplo, [12]).

Outro fator que contribuiu para o evento foi uma grande massa de ar quente que permaneceu sobre os estados de São Paulo e Minas Gerais (Figura 2). Isso forçou os ventos conhecidos como “rios voadores”, que transportam o vapor d’água da Amazônia para o sul e sudeste do Brasil, a passarem para o sul, com todo o vapor d’água que normalmente seria espalhado desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul passando por cima do Rio Grande do Sul. O cálculo retroativo dos padrões de vento indica esse redirecionamento dos ventos [9] (Figura 3). No entanto, esta não foi a primeira vez que uma massa de ar quente se formou sobre São Paulo e Minas Gerais, e durante outros eventos semelhantes, como em 2021 [6], inundações catastróficas não ocorreram no Rio Grande do Sul. Além disso, Abril e

Maio não estão no pico do transporte de vapor de água da Amazônia, que é de Dezembro a Fevereiro [13].



Figura 2. Recorde de temperaturas na cidade de São Paulo como com massa estacionária

de ar quente sobre os estados de São Paulo e Minas Gerais (Foto: Paulo Pinto/ Agência Brasil) [14].

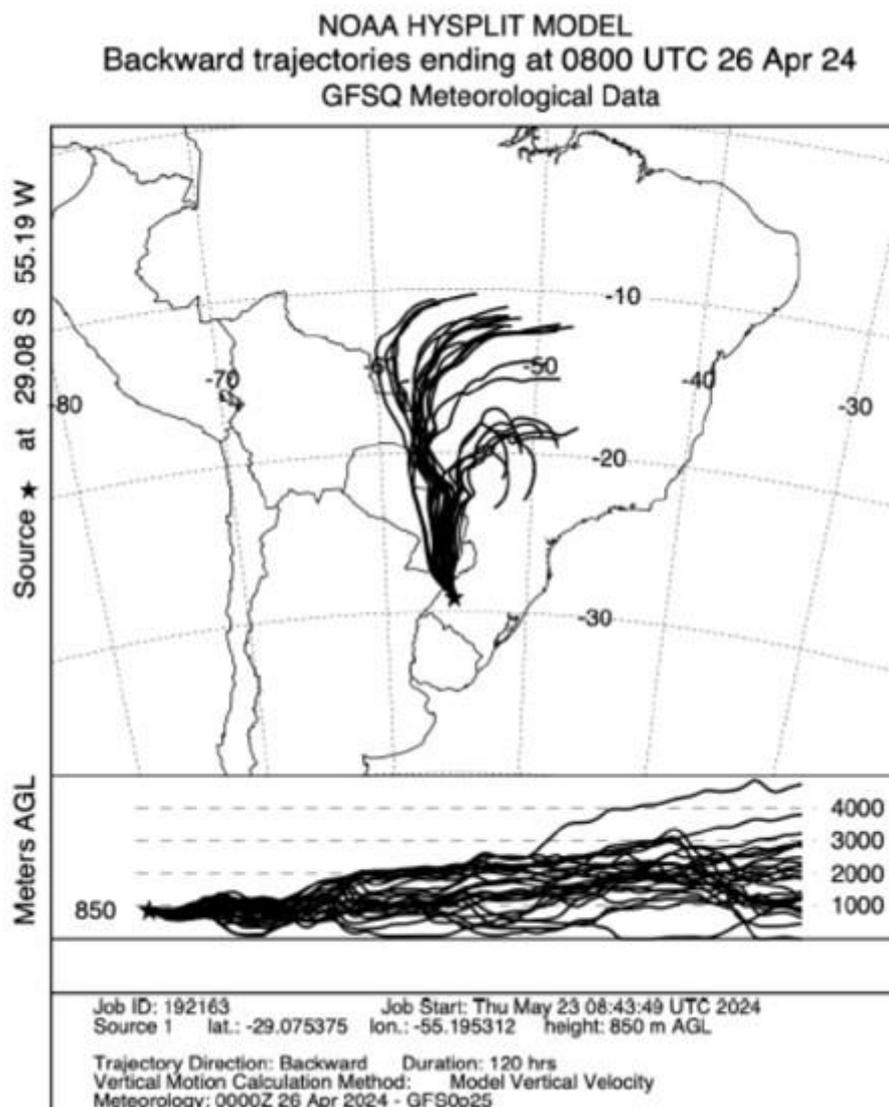


Figura 3 Trajetórias retroativas de cinco dias do vento terminando no Rio Grande do Sul em 26 de abril de 2024 (Fonte: [9]; dados: [15]).

Outro fator que influenciou o desastre foi a formação de uma área de alta pressão no Atlântico Sul (Figura 4), que serviu para bloquear a passagem dos ventos portadores de umidade que, de outra forma, teriam passado pelo Rio Grande do Sul e continuado sobre o Atlântico [9]. No entanto, a célula de alta pressão sobre o Atlântico Sul é uma característica essencialmente permanente, e seu posicionamento próximo ao sul do Brasil não é incomum [16, 17].

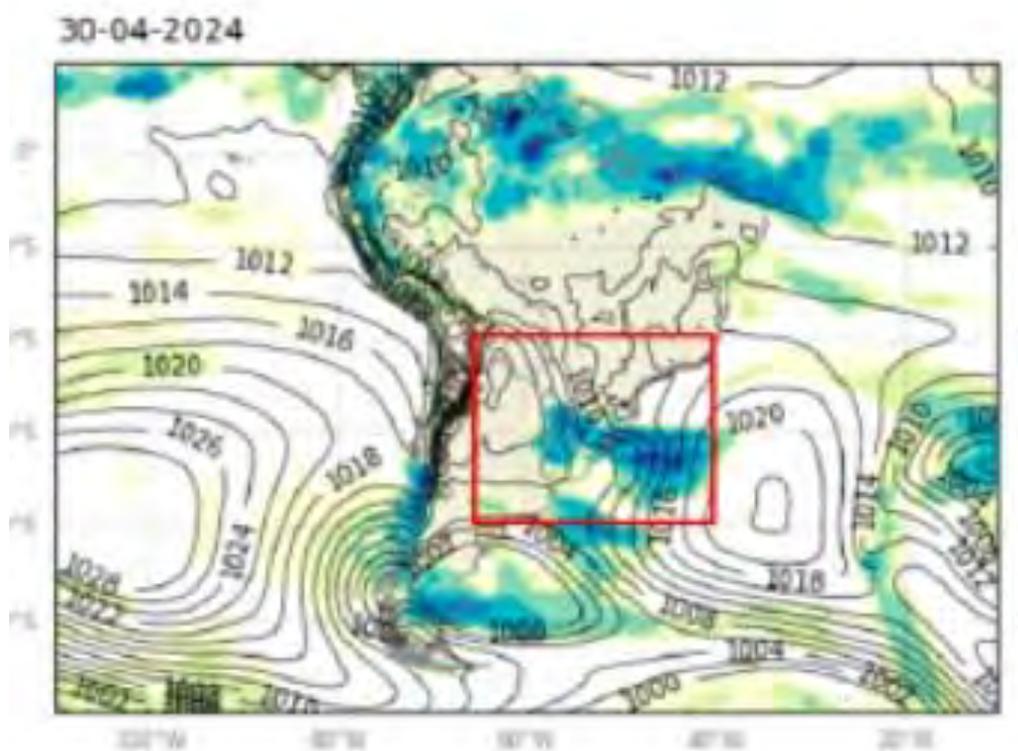


Figura 4. Pressão média diária ao nível do mar (isobares) e precipitação (azul) em 30 de abril de 2024 (Fonte: [9]; dados: [18]).

Para que o vapor de água se condense e forme chuva, geralmente é necessário ar frio. Esse resfriamento pode ter sido causado por uma área de água fria no Atlântico Sul, ao largo da costa da Argentina [19] (Figura 5). Isso contrasta com outros anos, como em 2021, quando uma massa de ar quente também se formou sobre São Paulo e Minas Gerais mas a mesma área do oceano estava mais quente que o normal [6].

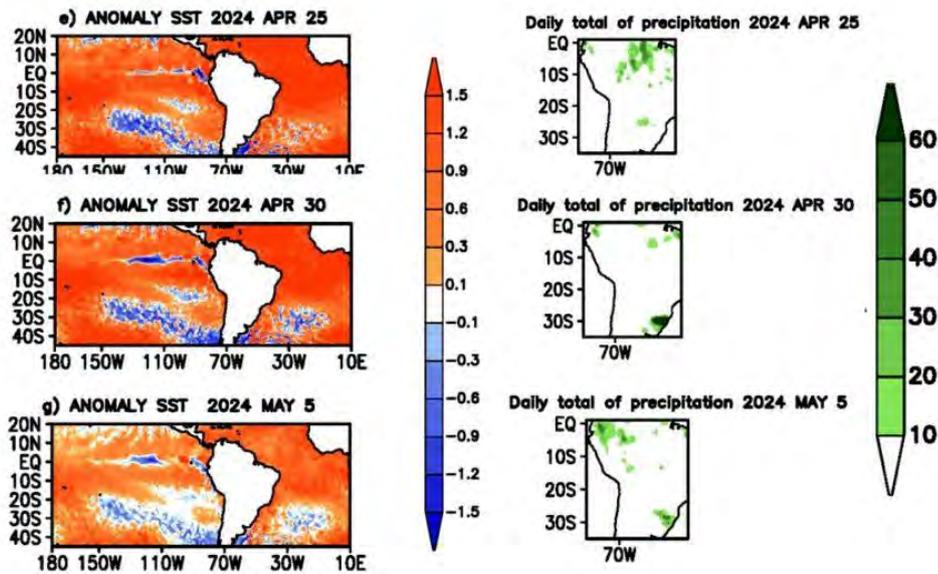


Figura 5. Anomalias da temperatura da superfície do mar (esquerda) e precipitação (direita) de 25 de abril até 05 de maio de 2024. O evento de chuva de 10 dias em Rio Grande do Sul durou de 26 de abril até 05 de maio (Fonte: [19]).

## Figura 5

A “surpresa climática” no Rio Grande do Sul provavelmente também foi influenciada por outro fenômeno inédito: o comportamento anômalo do anticiclone do Atlântico Sul. Este sistema, caracterizado por um grande movimento circular dos ventos que se move no sentido anti-horário, apresentou mudanças significativas a partir de 2023 [20] (Figura 6). O índice do anticiclone do Atlântico Sul manteve-se praticamente constante durante os 43 anos compreendidos entre 1979 e 2022, mas começou a oscilar radicalmente a partir desse período. Este anticiclone se posiciona em torno da célula de alta pressão do Atlântico Sul [16].

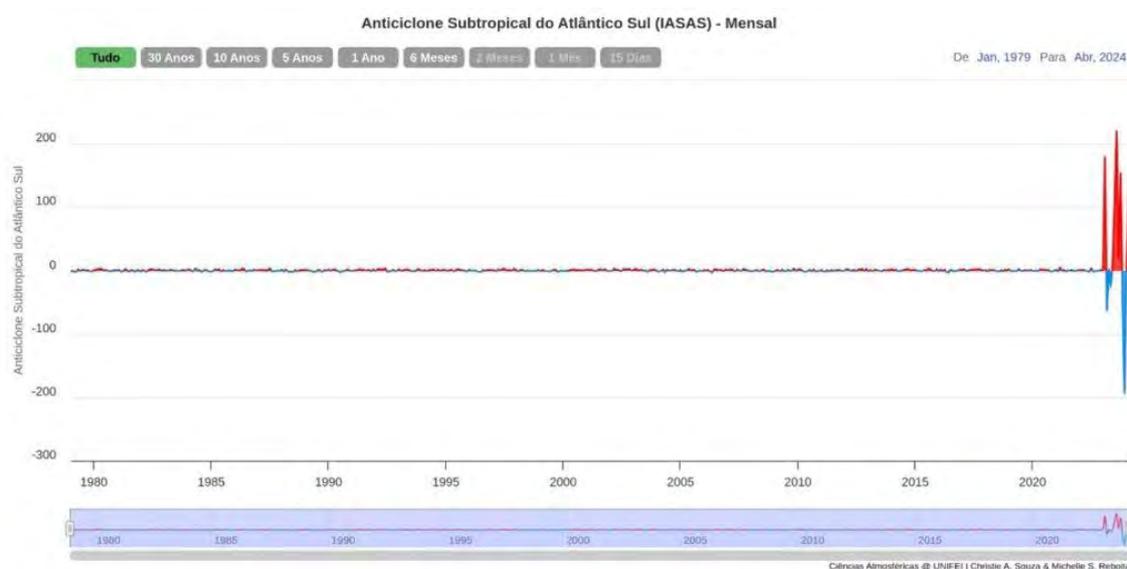


Figura 6. Valores mensais do índice Anticiclone do Atlântico Sul desde 1979 (Fonte: [20]).

*A imagem que abre este artigo, mostra rio Guaíba, inundando o centro de Porto Alegre após chuva intensa (Foto: Gilvan Rocha/Agência Brasil/03/05/2024).*

## Lições da surpresa climática

No rescaldo da catástrofe das cheias, muita atenção foi dada à falta de preparação para tais eventos e aos erros na resposta a eles. Mais fundamental, porém, é a necessidade de confrontar a causa subjacente: o aquecimento global antropogénico. O estudo do Grantham Institute calculou que os atuais 1,3°C de aquecimento global antropogénico mais que duplicaram a probabilidade do evento no Rio Grande do Sul e aumentaram sua gravidade em 6–9%, e que se a temperatura média global continuar a aumentar para marca de 2°C, a probabilidade de tal evento aumentaria ainda por mais um fator de 1,3–2,7 e sua intensidade aumentaria mais 4% [9].

O “stocktake” (balanço global) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC), divulgado na COP28 em dezembro de 2023, determinou que as emissões antropogénicas globais de gases de efeito estufa precisam diminuir em 73% até 2030 e em 84% até 2050 para evitar o grande aumento do risco do aquecimento global de passar de um ponto de não retorno para além do qual escapará ao controlo humano se a temperatura média global

ultrapassar a marca de 1,5°C acima da média pré-industrial que foi acordada como o limite máximo no Acordo de Paris [21]. Alcançar isto requer grandes mudanças imediatas em todo o mundo. Nenhum país pode adiar a redução das suas emissões com a desculpa de que o resto do mundo deve agir primeiro. O Brasil não deveria apenas reduzir suas emissões, mas também assumir uma posição de liderança global nesse esforço (por exemplo, [22]). Isto exige dar o exemplo, reduzindo o desmatamento e a degradação florestal na Amazônia e procedendo à eliminação dos combustíveis fósseis.

Embora a necessidade de ação imediata para reduzir as emissões do Brasil seja a principal lição a ser tirada da surpresa climática no Rio Grande do Sul, isso não afetou as ações do governo brasileiro. Com a importante exceção do Ministério do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas, que trava uma batalha heróica contra o desmatamento, o resto da atual governo está do lado errado da questão [23]. O Ministro das Minas e Energia pretende expandir os campos de gás e petróleo tanto *offshore* quanto na floresta amazônica, e o ministro disse que o Brasil continuará a extrair e vender petróleo até que o país atinja o nível econômico de um “país desenvolvido” [24]. O presidente Luiz Inácio Lula da Silva disse essencialmente a mesma coisa: com relação à proposta carregada de risco que ele endossa para extrair petróleo no estuário do rio Amazonas, ele disse “...nós não vamos jogar fora nenhuma oportunidade de fazer esse país crescer” [25]. Como o Brasil sempre precisará crescer e lutar por um nível econômico mais elevado, essas posições significam expandir indefinidamente a extração de combustíveis fósseis.

Apesar da grande melhoria ambiental no que diz respeito ao desmatamento da Amazônia após a mudança da presidência da república em janeiro de 2023 [26], as ações do Brasil na área de combustíveis fósseis têm seguido consistentemente esse caminho de expansão infinita. Na cúpula da Amazônia em agosto de 2023, o Brasil recusou-se a aceitar a proposta da Colômbia de renunciar aos planos de extrair petróleo na floresta amazônica [27], que incluem os planos para a vasta “Área Sedimentar do Solimões” [28]. O Brasil aderiu à OPEP+, ironicamente durante a conferência climática COP28 [29], em janeiro de 2024 o Brasil realizou o leilão do “fim do mundo” de direitos de perfuração, incluindo vários locais na floresta amazônica

[30] e planeja outro grande leilão para 2025 [31]. Infelizmente, isto não é compatível com a contenção do aquecimento global: a Agência Internacional de Energia (AIE), que não é de forma alguma um grupo ambientalista, assumiu a posição de que o mundo deve atingir zero emissões líquidas de carbono até 2050 e que não deverá haver novas campos de petróleo e gás abertos em qualquer lugar do mundo, sendo a extração progressivamente diminuída nos campos existentes até que zero emissões líquidas seja alcançado [32].

Outros setores do governo continuam a promover projetos que impulsionam o desmatamento e, conseqüentemente, as emissões de gases de efeito estufa. O Ministério dos Transportes está agindo rapidamente para reconstruir a desastrosa rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho) que, juntamente com estradas vicinais planejadas, abriria vastas áreas da floresta amazônica para a entrada desmatadores a partir do notório “arco de desmatamento” [33]. O Ministério da Agricultura continua a subsidiar o gado e a soja na Amazônia, que são os principais impulsionadores do desmatamento [34]. O Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) continua com programas de legalização de invasões ilegais e reivindicações de grileiros em terras públicas não designadas (“terras devolutas”), e o presidente chegou a declarar a intenção de criar uma “prateleira” de terras nessas áreas para distribuir [35]. Estas medidas estão a implementar processos que irão impulsionar a desflorestação nas próximas décadas.

A noção de que a governança, incluindo a repressão ao desmatamento por meio de fiscalizações e multas, conterà essas pressões é um mito perigoso que serve para justificar o mais perigoso dos projetos, como a reconstrução da Rodovia BR-319 [36]. A seriedade do controle do aquecimento global claramente ainda não penetrou nas partes mais influentes do governo brasileiro. O desastre no Rio Grande do Sul está ajudando a aumentar a conscientização pública, mas não mudou as políticas do Brasil.

---

## Notas

- [1] Schneider, S., 1996. [The future of climate: Potential for interaction and surprises. p. 77–113.](#) In: T.E. Downing (ed.) *Climate Change and World Food Security*, Springer-Verlag Heidelberg, Alemanha. 662 p.
- [2] Schneider, S.H., B. Turner & H. Garriga 1998. [Imaginable surprise in global change science.](#) *Journal of Risk Research* 1(2): 165–185.
- [3] Marengo, J.A., P.I. Camarinha, L.M. Alves, F. Diniz & R.A. Betts. 2021. [Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5, 2.0, and 4.0°C Global Warming Scenarios: An Analysis for Brazil.](#) *Frontiers in Climate* 3: Art. 610433.
- [4] Fearnside, P.M. & R.A. Silva. 2023. [A seca na Amazônia em 2023 indica um futuro desastroso para a floresta tropical e seu povo.](#) *The Conversation*, 06 de novembro de 2023.
- [5] Silva, R.A. & P.M. Fearnside. 2023. [A seca de 2023 na Amazônia terá muito estrago pela frente.](#) *Amazônia Real*, 26 de outubro de 2023.
- [6] Fearnside, P.M. 2021. [As lições dos eventos climáticos extremos de 2021 no Brasil.](#) *Amazônia Real*
- [7] Stríkis, N.M., P.F.S.M. Buarque, F.W. Cruz, J.P. Bernal, M. Vuille, E. Tejedor, M.S. Santos, M.H. Shimizu, A. Ampuero, W. Du, G. Sampaio, H.R. Sales, J.L. Campos, M.T. Kayano, J. Apaèstegui, R.R. Fu, H. Cheng, R.L. Edwards, V.C. Mayta, D.S. Francischini, M.A. Zezzi Arruda & V.F. Novello. 2024. [Modern anthropogenic drought in Central Brazil unprecedented during last 700 years.](#) *Nature Communications* 15: art. 1728.
- [8] Fearnside, P.M. 2015. [As barragens do rio Madeira como espada de Dâmocles.](#) *Amazônia Real*.
- [9] Clarke, B., C. Barnes, R. Rodrigues, M. Zachariah, L.M. Alves, R. Haarsma, I. Pinto, W. Yang, M. Vahlberg, G. Vecchi, K. Izquierdo & J. Kimutai. 2024. [Climate change, El Niño and infrastructure failures](#)

[behind massive floods in southern Brazil](#). Grantham Institute, Imperial College London, Reino Unido. 56 p.

[10] GI. 2024. [Tragédia no Rio Grande do Sul](#).

[11] Kitoh, A., R. Knutti, J.M. Murphy, A. Noda, S.C.B. Raper, I.G. Watterson, A.J. Weaver & Z-C. Zhao. 2007. Global Climate Projections. p. 247–845 In: S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor & H.L. Miller, (eds.), [Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change](#), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, 996 p.

[12] Latif, M., V.A. Semenov & W. Park. 2015. [Super El Niños in response to global warming in a climate model](#). *Climatic Change* 132: 489–500.

[13] Fearnside, P.M. 2015. [Rios voadores e a água de São Paulo](#). *Amazônia Real*.

[14] O Antagonista. 2024. [São Paulo bate recorde de calor para o verão desde 1961](#). *O Antagonista*, 19 de março de 2024.

[15] [NOAA-ARL \(National Oceanic and Atmospheric Administration-Air Resources Laboratory\)](#). 2024. Hysplit.

[16] Gilliland, J.M. & B.D. Keim. 2018. [Position of the South Atlantic Anticyclone and its impact on surface conditions across Brazil](#). *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 57(3): 535–553.

[17] Pinheiro, R.F. & R.P. da Rocha. 2019. [The South Atlantic Subtropical Anticyclone: Present and future climate](#). *Frontiers in Earth Science* 7: Art. 8.

[18] Copernicus, 2024. [ERA5 hourly data on single levels from 1940 to present](#).

[19] NOAA-PSL ([National Oceanic and Atmospheric Administration – Physical Sciences Laboratory](#)). 2024. Daily SST Anomaly for the Past 2 Weeks. 15 May 2024.

- [20] Unifei (Universidade Federal de Itajubá). 2024. [Índice Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul \(IASAS\)](#). Ciências Atmosféricas, Unifei, Itajubá, MG.
- [21] UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2023. Technical dialogue of the first global stocktake. [Synthesis report by the co-facilitators on the technical dialogue](#). FCCC/SB/2023/9, UN-FCCC, Bonn, Alemanha.46 pp.
- [22] Artaxo, P. 2024. [Análise: Mudanças climáticas nos forçarão a repensar e construir uma sociedade mais sustentável e justa](#). *The Conversation*, 16 de maio de 2024. hma-sociedade-mais-sustentavel-e-justa-230187
- [23] Fearnside, P.M. 2024. [A Agenda Transversal Ambiental do PPA-2024-2027: Os elefantes na sala](#). *Amazônia Real*, 31 de janeiro de 2024.
- [24] Pupo, F.2024. [Brasil vai explorar petróleo até ter nível de país desenvolvido, diz ministro de Energia](#). *Folha de São Paulo*, 03 de abril de 2024.
- [25] Vieceli, L. & I. Nogueira. 2024. [Lula volta a defender exploração de petróleo na margem equatorial](#). *Folha de São Paulo*, 12 de junho de 2024.
- [26] Vilani, R., L. Ferrante & P.M. Fearnside. 2023. [Os primeiros atos de Lula](#). *Amazônia Real*.
- [27] Fearnside, P.M. 2023. [As decepções da Cúpula da Amazônia em Belém](#). *Amazônia Real*, 16 de agosto de 2023.
- [28] Fearnside, P.M. 2020. [Os riscos do projeto de gás e petróleo "Área Sedimentar do Solimões"](#). *Amazônia Real*, 12 de março de 2020.
- [29] Fearnside, P.M. 2023. [O que o Brasil deveria ter dito na COP28, mas não disse](#). *Amazônia Real*, 05 de dezembro de 2023.
- [30] Fearnside, P.M. 2023. [O leilão do "Fim do Mundo" para exploração de gás e petróleo](#). *Amazônia Real*, 14 de dezembro de 2023.

- [31] ClimaInfo. 2024. [ANP retira blocos de oferta permanente de petróleo e gás por restrições socioambientais](#). *ClimaInfo*, 01 de julho de 2024.
- [32]. IEA (International Energy Agency). 2021. [Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector](#). IEA, Paris, França. 222 p.
- [34] Fearnside, P.M. 2023. [O desmatamento da Amazônia](#). *Amazônia Real*.
- [35] Machado, R. 2023. [Lula fala em criar 'prateleira' de terras improdutivas para evitar invasões](#). *Folha de São Paulo*, 27 de junho de 2023.
- [36] Fearnside, P.M. 2024. [Impactos da rodovia BR-319 – 9: O discurso de governança](#). *Amazônia Real*, 26 de junho de 2024.
- 

## Sobre os autores

**Philip Martin Fearnside** é doutor pelo Departamento de Ecologia e Biologia Evolucionária da Universidade de Michigan (EUA) e pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), em Manaus (AM), onde vive desde 1978. É membro da Academia Brasileira de Ciências. Recebeu o Prêmio Nobel da Paz pelo Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), em 2007. Tem mais de 800 publicações científicas e mais de 750 textos de divulgação de sua autoria que estão disponíveis [aqui](#).

**Rosimeire Araújo Silva** é graduada em física pela Universidade Federal do Amazonas e em análise e desenvolvimento de sistemas pela Unifavip Wyden. Tem mestrado e doutorado em clima e ambiente pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-Inpa. Atualmente é bolsista pós-doutorado no laboratório do Dr. Philip Fearnside, no Inpa. Pesquisa a influência da interação oceano-atmosfera no clima amazônico, especialmente o efeitos e diferentes tipos de El Niño.