



<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/clima-extremos-desastres>

Clima: extremos e desastres

Jose A. Marengo[1]

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2025), o ano de 2024 foi o mais quente já registrado em muitas partes da América do Sul, o que se reflete nas elevadas anomalias de temperatura.

Introdução

De acordo com o observatório europeu Copernicus[3], o ano de 2024 foi o mais quente já registrado. Foi também o ano em que a temperatura média do planeta ultrapassou 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (1850-1900), chegando a 1,6°C. Este fato é importante, porque 1,5°C é o limite inferior da faixa de referência pactuada no Acordo de Paris, em 2015, no qual os países se comprometeram a adotar as medidas necessárias para que a elevação da temperatura não ultrapasse os 2°C e se mantenha, preferencialmente, abaixo de 1,5°C. É um valor que muitos cientistas entendem como uma espécie de teto para impedir as piores consequências do aquecimento global, como o desaparecimento de países insulares. A marca não significa, no entanto, que o planeta já rompeu definitivamente a barreira de 1,5°C e as metas do Acordo. Para considerar o limite como definitivamente violado, é necessário que os termômetros permaneçam acima desse patamar por uma década, o que ainda não ocorreu. Ainda assim, é importante lembrar que os últimos dez anos, de 2015 a 2024, perfazem a década mais quente já registrada.

As altas temperaturas globais, juntamente com os níveis recordes globais de vapor de água na atmosfera em 2024, geraram ondas de calor sem precedentes, secas, incêndios, e chuvas intensas, causando significativos impactos materiais e levando miséria a milhões de pessoas. As mudanças



climáticas contribuíram para a morte de pelo menos 3.700 pessoas no último ano e o deslocamento de milhões ao redor do mundo.

Segundo o World Weather Attribution[4], muitos eventos extremos que ocorreram no início de 2024 foram influenciados pelo El Niño; no entanto, a mudança climática teve um papel significativo em alimentar esses eventos. A queima de petróleo, gás e carvão é a causa primária do aquecimento e a principal razão pela qual o clima extremo está se tornando mais severo.

Temperatura

Na América Latina e no Caribe, 2024 foi o ano mais quente já registrado, com +0,95 oC acima do normal 1991-2020. O evento El Niño de 2024 foi associado a temperaturas mais altas do ar e déficits de precipitação nas regiões peruanas do Altiplano boliviano, do Pantanal e da Amazônia, bem como ao aumento das chuvas em partes do sudeste da América do Sul. Também prolongou uma seca pré-existente em grande parte da região central da América do Sul que, juntamente com temperaturas mais elevadas e ondas de calor, levou a níveis extremamente baixos dos rios na maior parte da região durante a primavera no hemisfério sul.

Segundo a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2025), o ano de 2024 foi o mais quente já registrado em muitas partes da América do Sul, o que se reflete nas elevadas anomalias de temperatura[5]. A partir dos dados de temperatura do ar no Brasil, anomalias de temperatura acima de 2 °C foram observadas nas regiões Norte, Centro Oeste, Sudeste e no estado do Paraná, na região Sul, relacionadas às intensas ondas de calor ocorridas nessas regiões.

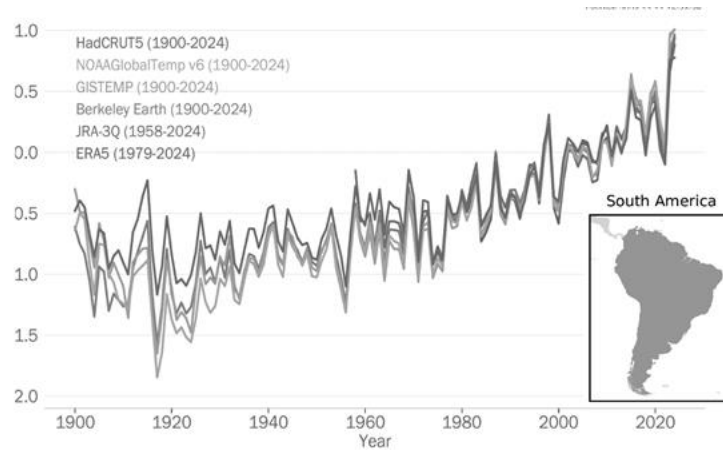


Figura 1. Anomalias médias anuais de temperatura próxima à superfície, 1900–2024, em relação à média de 1991–2020, para América do Sul. Fonte: UK Met Office.

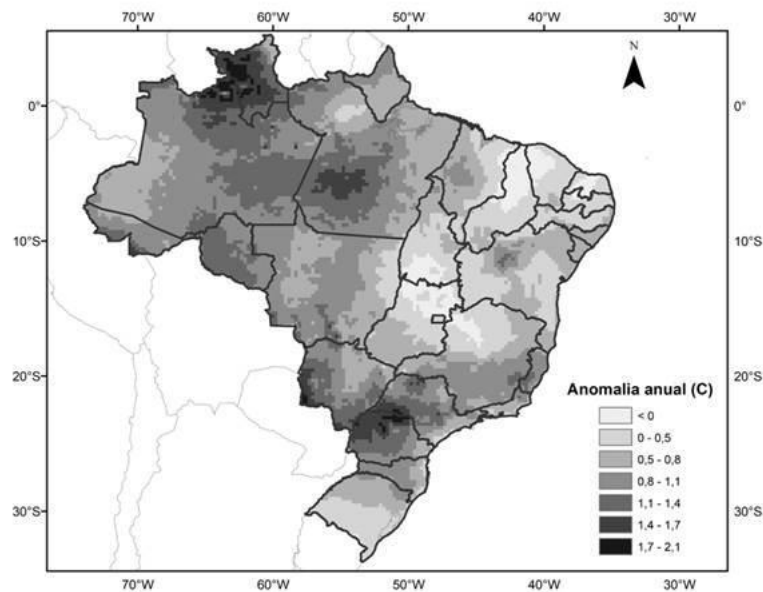


Figura 2. Anomalias de temperatura média do ar, a 2 metros da superfície, para 2024 (em relação a 1991–2020), para o Brasil. A escala de tons de cinza indica a intensidade do aquecimento, em °C. Fonte: CEMADEN.

No Brasil, segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), 2024 foi o ano mais quente desde 1961, com +0,79 oC acima do normal (tendo como referência o período 1991 a 2020). Entre as



idades que apresentaram os maiores registros de temperatura máxima em 2024, destacam-se os municípios de Goiás (GO), com 44,5oC no dia 6 de outubro; Cuiabá (MT), com 44,1oC também no dia 6 de outubro; Indiaporã (SP), com 43,3oC em 8 de outubro; Aragarças (GO), com 43,3 oC em 3 outubro; e Rio de Janeiro (Bairro Guaratiba), com 43,2oC no dia 28 de novembro. Destaca-se o fato de que tais temperaturas são medidas à sombra.

Durante 2024, todos os meses apresentaram temperaturas acima da média histórica em relação ao período 1991-2020. Além disso, 10 episódios de ondas de calor afetaram o Brasil, em março, abril, agosto, setembro e outubro, impactando majoritariamente os estados do Sul, Sudeste e Centro-Oeste. Em setembro, em meio a condições de clima seco e com baixa umidade relativa do ar no interior do país, as altas temperaturas ocasionadas pelas ondas de calor aumentaram o número de focos de queimadas.

Entre o final de agosto e a primeira semana de setembro, as ondas de calor afetaram partes do Brasil, com temperaturas 7°C acima do normal para esta época do ano no Centro-Oeste do Brasil (Belo Horizonte e Brasília), enquanto a região Norte (Manaus) enfrentou temperaturas de até 6°C acima do normal. Já nos dias 22 e 23 de setembro, Cuiabá, Goiânia e Brasília registraram novos recordes de temperaturas, chegando a 40oC. No dia 22 de setembro, Palmas atingiu 41,6°C, enquanto no dia 23 do mesmo mês, Cuiabá registrou 43,1°C, Brasília 33,5°C e Corumbá 42,5°C.

A incursão de ondas de frio aconteceu em maio, junho, julho e agosto, afetando os estados do Sul, Sudeste, Centro Oeste e, na região Norte, o estado do Acre. Em particular, o mês de agosto de 2024 foi marcado por extremos climáticos em todo o Brasil. Após uma forte onda de frio que estabeleceu novos recordes de baixas temperaturas na primeira quinzena, posteriormente o calor voltou com intensidade, quebrando recordes de temperatura máxima em várias capitais do país. O Brasil registrou a primeira onda de frio do ano em maio. Uma onda de frio, impulsionada por uma massa de ar vinda da Argentina, chegou no dia 11 de julho à região Sul e derrubou as temperaturas em grande parte do Brasil. Contudo, segundo o INMET, o inverno de 2024 foi o segundo mais quente desde 1961, perdendo apenas para 2023. Figura 3 mostra alguns eventos significativos de ondas de calor e frio que afetaram o Brasil em 2024.



Extremos climáticos

Brasil 2024: Ondas de calor e frio

Fontes: WMO, INMET, CEMADEN

Nos dias 22 e 23 de setembro, Cuiabá, Goiânia e Brasília registraram novos recordes de temperaturas mais altas chegando a 40 °C. Goiânia atingiu 40,3°C em 23 de setembro, Cuiabá atingiu 43,1°C em 22 de setembro e Palmas atingiu 41,6°C em 23 de setembro. Brasília atingiu 33,5°C em 23 de setembro, Corumbá atingiu 42,5°C no mesmo dia.

Em 10 de agosto de 2024, outra onda de frio afetou a região central da América do Sul de 11 a 21 de agosto. No dia 10 de agosto, em Cuiabá, centro-oeste do Brasil, foram observadas temperaturas mínimas de 11,2°C. No estado de Santa Catarina, Urupema registrou -4,6 °C, com neve no início da manhã. No estado de São Paulo, no dia 11 de agosto a cidade de São Paulo registrou 7°C e em Campos de Jordão, na região serrana do estado, as temperaturas caíram para -2,3°C. No estado de Goiás, no centro do Brasil, Jataí registrou 2°C. Na cidade de Rio Branco, capital do estado do Acre, no oeste da Amazônia, as temperaturas chegaram a 14,5°C no dia 10 de agosto

Entre os lugares mais quentes em 2024 pode se mencionar Goiás (GO) com 44,5 °C em outubro 6, Cuiabá (MT) com 44,1 °C em 6 outubro, Indiaporã (SP) com 43,3 °C em 8 de outubro,



Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná foram afetados por uma forte onda de calor, que começou em 27 de abril e durou cinco dias.

Entre o final de agosto e a primeira semana de setembro, ondas de calor afetaram partes do Brasil, experimentando temperaturas 7°C acima do normal para esta época do ano no centro-oeste do Brasil (Belo Horizonte e Brasília)

De 15 a 18 de março, uma onda de calor recorde afetou o centro e o sul do Brasil, que foram afetados por uma onda de calor severa, que começou em 27 de abril e durou cinco dias. Entre o final de agosto e a primeira semana de setembro, ondas de calor afetaram partes do Brasil com temperaturas 7°C acima do normal no centro-oeste. Temperaturas atingiram níveis sem precedentes para o início do outono no hemisfério sul, com 42°C no Rio de Janeiro

O estado do Rio Grande do Sul enfrentou ondas de frio extremo que se intensificaram desde o final de junho, afetando diversas cidades com temperaturas abaixo de zero. Fenômeno esse, impulsionado por um ciclone extratropical de baixa intensidade. No Brasil, Quaraí registrou -2,7°C e Uruguaiana -0,4°C, enquanto São Borja teve temperaturas igualmente baixas

Figura 3. Episódios de ondas de calor e de frio que afetaram o Brasil em 2024. Fonte: INMET, INPE, CEMADEN.

Precipitação

No Brasil, chuvas abaixo do normal foram observadas na Amazônia, Centro Oeste e Sudoeste da região Amazônia-Pantanal, com redução de 200 a 400 mm na precipitação total anual, enquanto anomalias de precipitação positivas de 400 mm foram observadas no leste do Brasil e no estado do Rio Grande do Sul. Alguns dos padrões observados foram consistentes com o comportamento típico da precipitação sob condições do El Niño durante o primeiro semestre de 2024, especialmente nas chuvas intensas que afetaram o sul do Brasil e as secas na Amazônia e no Pantanal.

Episódios de chuvas intensas afetaram os estados do Sudeste do Brasil no verão, com inundações e deslizamentos de terra que causaram óbitos, desabrigados e danos e levando as autoridades a decretar estado de emergência em alguns municípios. No Rio de Janeiro, deslizamentos de terra ocorreram a partir do final do dia 21 de fevereiro de 2024 e, em apenas uma hora na madrugada do dia 22 de fevereiro, alguns bairros da Zona Oeste da cidade registraram 42,8 mm. Pelo menos 8 mortes foram confirmadas em todo o estado.



Já na região Norte, no Acre, as inundações ao longo da bacia transfronteiriça do rio Acre causaram danos generalizados e deslocamentos de comunidades ribeirinhas no Peru, Brasil e Bolívia, também em fevereiro. O Peru relatou inundações no departamento de Madre de Dios a partir de 21 de fevereiro, após o transbordamento de vários rios, particularmente no distrito de Iñapari, área de influência do rio Acre. Em 22 de fevereiro, o governo do estado do Acre, no Brasil, relatou evacuações após o município de Assis Brasil ser afetado por inundações, onde o nível do rio Acre aumentou mais de 6 metros no intervalo de alguns dias.

Em 23 de fevereiro, a inundação do rio Acre continuou impactando comunidades no Departamento de Pando, na Bolívia, especialmente na fronteira com a cidade brasileira de Brasiléia, local onde o nível do rio Acre alcançou a cota de 15,83 m. Além da região de fronteira, outras áreas mais amplas do Acre foram afetadas no final de fevereiro, levando o governo estadual a declarar estado de emergência em 17 dos 22 municípios do estado. Quanto aos danos e impactos, 2 mortes foram relatadas e 103.227 mil pessoas foram afetadas na avaliação inicial. Até 25 de fevereiro, o governo do departamento de Madre de Dios, no Peru, havia relatado 560 casas danificadas e 2.800 pessoas deslocadas em Iñapari. Novas chuvas fortes no início de março fizeram com que os níveis dos rios subissem ainda mais, atingindo 17,68 metros em Rio Branco, no dia 3 de março, e 17,89 metros no dia 6 de março. Este é o segundo nível mais alto desde que os registros começaram, em 1971. Em todo o estado, pelo menos 20.182 pessoas foram desabrigadas e desalojadas. Ao menos 23 comunidades indígenas no interior do Acre também sofrem com os efeitos das enchentes.



Figura 4. Brasileia, no Acre, teve a maior cheia já registrada na história. Foto Marcos Vicenti/SECOM

Em março, fortes chuvas também afetaram o Espírito Santo e o Rio de Janeiro, causando inundações e provocando deslizamentos de terra, culminando com a morte de 27 pessoas. No dia 23 do referido mês, choveu 231,8 mm em 24 horas no município de Mimoso do Sul, e mais de 7 mil pessoas foram deslocadas.

Contudo, o maior destaque, em termos de precipitação, foram as inundações sem precedentes ocorridas em abril e maio de 2024 no Rio Grande do Sul, que afetaram 478 dos 497 municípios do estado. A precipitação extrema causou inundações na maior parte do estado, afetando 2,4 milhões de pessoas e provocando 183 mortes e 27 desaparecimentos. As chuvas começaram na madrugada do dia 26 de abril e permaneceram ininterruptas, com acúmulo diário acima de 200 milímetros, entre os dias 29 de abril e 3 de maio, retornando no dia 11 de maio. O El Niño foi considerado importante para explicar as chuvas observadas, e a frente fria que trouxe as chuvas permaneceu estacionária sobre a região Sul do Brasil, sem poder se mover para o centro do país devido a um bloqueio atmosférico.



Figura 5. Enchente em Porto Alegre, 5 de maio de 2024. Foto: Gustavo Mansur/Palácio Piratini

As tempestades fizeram com que os rios afluentes do Lago Guaíba — rios Taquari, Caí, Pardo, Jacuí, Sinos e Gravataí — transbordassem. Fortes chuvas, com acumulados superiores a 500 mm em 5 dias, levaram a níveis recordes de 5,35 m no dia 5 de maio, maiores que a enchente anterior registrada em 1941, em áreas vulneráveis da Região Metropolitana da capital Porto Alegre e municípios próximos (Reboita et al., 2024; Marengo et al., 2024a). Esta foi a catástrofe climática mais extensa e uma das mais devastadoras da história recente do Brasil. O custo estimado da limpeza é estimado em 3,7 bilhões de dólares (Debone et al., 2024), e o impacto económico deste desastre foi de cerca de 16 bilhões de dólares (1,8% do PIB do estado em 2024). A figura 6 lista extremos de chuvas intensas, secas e deslizamentos de terra no Brasil em 2024.



**Extremos climáticos
Brasil 2024: Chuva**

Fontes: WMO, INMET, CEMADEN, Floodlist

Um deslizamento de terra afetou a cidade de Manacapuru no dia 7 de outubro (fenômeno conhecido localmente como terras caídas), matando três pessoas.

Fortes chuvas afetaram o estado do Rio de Janeiro, no sudeste do Brasil, entre 13 e 14 de janeiro, causando inundações, inundações repentinas e provocando deslizamentos de terra que resultaram em vítimas e danos. Até 15 de janeiro, foram registradas 11 mortes e 1 pessoa ainda desaparecida em toda a Região Metropolitana do Rio de Janeiro.

O rio Paraguai, em Assunção, atingiu níveis recordes baixos observados em setembro (73 cm), dificultando a navegação pelas hidrovias do rio Paraná-Paraguai.

Desde 26 de janeiro, fortes chuvas têm afetado o estado da Bahia, no nordeste do Brasil, causando inundações que resultaram em vítimas e danos e, em 30 de janeiro, 6 pessoas morreram e foi declarado estado de emergência para 14

As inundações sem precedentes de abril a maio de 2024 no estado do Rio Grande do Sul, no sul do Brasil, afetaram 478 dos 497 municípios do estado, afetando 2.398.255 pessoas e causando 183 mortes e 27 desaparecidos. As cotas recordes de 5,35 m no dia 5 de maio do Lago Guaíba contribuíram para as inundações da capital Porto Alegre.

Até 1º de outubro, Brasília, capital do Brasil, experimentou 155 dias secos consecutivos em 2024 e o período seco mais longo (163 dias secos consecutivos) ocorreu em 1963

De 21 a 23 de fevereiro de 2024, as inundações ao longo do rio Acre, na região oeste da Amazônia, causaram danos generalizados e deslocamentos em comunidades ribeirinhas no Peru, Brasil e Bolívia. Em Cobiá, no departamento de Pando, na Bolívia, o rio Acre atingiu 15,83 m. Áreas mais amplas do estado do Acre, no Brasil, também foram afetadas no final de fevereiro, levando o governo do estado a declarar estado de emergência em 17 dos 20 municípios do estado, e 2 mortes foram relatadas

A Bacia Amazônica enfrentou uma das secas mais severas da história, até o final de setembro de 2024, entre 745 mil pessoas afetadas pela seca. As zonas úmidas do Pantanal apresentaram sua segunda pior temporada de seca e incêndios. Temporada recorde de incêndios florestais nessas duas regiões. O nível do rio Madeira em Porto Velho (Brasil) foi o mais baixo observado desde 1967 (0,41 m em 14 de setembro); o rio Solimões, em Tabatinga, atingiu -1,7 m em 14 de setembro, o nível mais baixo desde 1983; e o rio Amazonas em Óbidos atingiu 1,17 m em 15 de setembro, o valor mais baixo desde 1967

A cidade de Mimoso do Sul, Espírito Santo, registrou de 22 a 23 de março acumulos de chuvas variando de 300 a 600 mm/48 horas, com 20 vítimas fatais por enchentes e enxurradas

8 mortos em enchentes e deslizamentos de terra durante a chuva no estado do Rio de Janeiro em 21 de fevereiro. No bairro dos Bandeirantes, na Zona Oeste do Rio de Janeiro, a cidade registrou 42,8 mm de chuva e o bairro de Bangu, também na Zona Oeste, registrou 43,2 mm. Até 22 de fevereiro, pelo menos 8 mortes foram registradas em todo o estado como resultado de incidentes causados pelas fortes chuvas.

Na cidade de São Paulo, no dia 12 de outubro uma tempestade com ventos acima de 107 km/h forçou o fechamento dos 2 principais aeroportos da cidade de São Paulo, 11 pessoas morreram e provocou um apagão deixando 2,1 milhões de pessoas sem energia no Região Metropolitana de São Paulo. Este evento foi consequência de um ciclone extratropical que se desenvolveu na costa dos estados do Sul do Brasil em 10 de outubro



Figura 6. Exemplos episódios de chuvas intensas e desastres geohidrológicos que afetaram o Brasil em 2024. Fonte: INMET, INPE, CEMADEN

A figura 7 mostra os acumulados diários de chuva durante março e abril 2024 para Rio de Janeiro e Espírito Santo, e para maio 2024 em Rio Grande do Sul. As chuvas de 22 e 23 de março causaram 4 mortes em Petrópolis e 20 em Mimoso do Sul. As do início de maio no Rio Grande do Sul, 183 mortes.

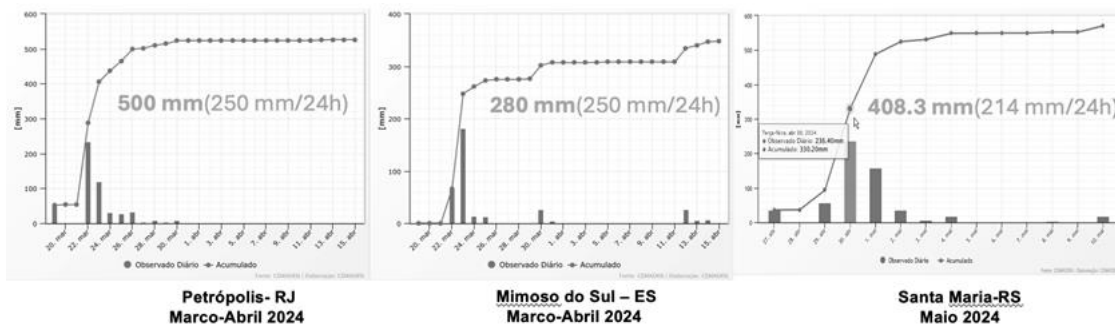




Figura 7. Totais diários de chuva em Petrópolis e Mimoso do Sul no período de março-abril 2024, e maio de 2024 para Santa Maria. A linha refere-se aos valores acumulados; as barras, ao total de chuvas em cada dia. Fonte: CEMADEN.

No segundo semestre do ano, um deslizamento de terra afetou a cidade de Manacapuru, no Amazonas, no dia 7 de outubro (fenômeno conhecido regionalmente como terras caídas), matando três pessoas. Na cidade de São Paulo, no dia 12 de outubro, uma tempestade com ventos acima de 107 km/h forçou o fechamento dos dois principais aeroportos da cidade, provocando também a morte de 11 pessoas e um apagão que deixou 2,1 milhões de pessoas sem energia na Região Metropolitana de São Paulo. Este evento foi consequência de um ciclone extratropical que se desenvolveu na costa dos estados do Sul do Brasil em 10 de outubro. De 23 a 25 de outubro, a cidade de São Paulo foi impactada por fortes chuvas com ventos intensos, influência de outro ciclone extratropical e da frente fria associada na costa sudeste da América do Sul, com 87 mm em 24 horas e a morte de 3 pessoas. No dia 23 de outubro, 72 mil pessoas ficaram sem energia elétrica devido a quedas de árvores provocadas por ventos superiores a 100 km/h. No dia 26 de outubro, chuvas intensas de 115 mm em 24 horas impactaram a cidade de Belo Horizonte, com consequentes ruas alagadas e risco de deslizamentos na periferia da cidade. No dia 2 de novembro, fortes chuvas na cidade de São Paulo deixaram novamente 70 mil pessoas sem energia.

Secas

A Figura 8 mostra a evolução temporal da seca no país, com as barras na parte de cima da imagem, indicando períodos mais úmidos, enquanto as barras na parte de baixo apontam condições de seca. A partir da década de 1990, as condições de seca se tornaram mais frequentes e severas, culminando em um período mais crítico nos últimos anos. A seca mais intensa aparece em 2024.

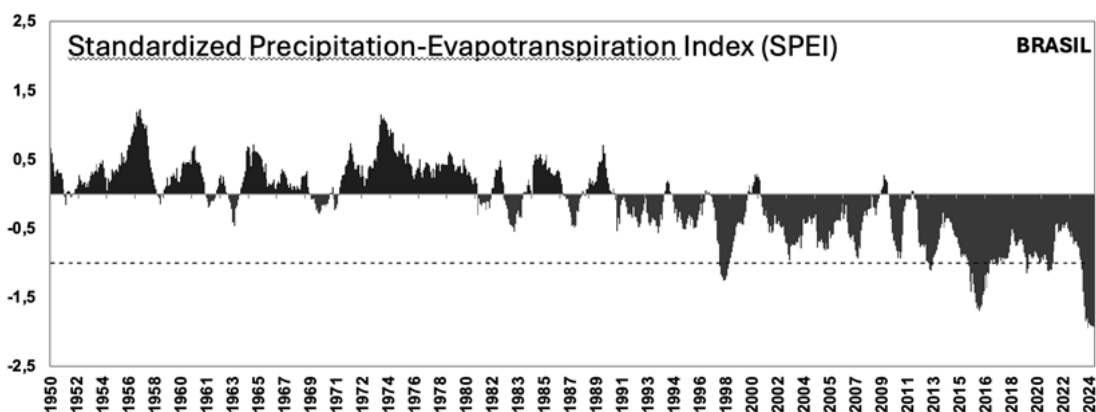


Figura 8. Evolução temporal de secas no Brasil, indicado pelo SPEI (Standard Precipitation Evapotranspiration Index). Fonte: CEMADEN.

Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), o Brasil enfrentou em 2024 a maior seca, em extensão e intensidade, dos últimos 70 anos. Em setembro, 4.748 cidades do Brasil – mais de 80% do total de municípios do país – enfrentavam algum grau de seca, sendo que 1.349 encontravam-se em níveis severos e extremos.

Em decorrência do déficit de chuvas acumulado, especialmente no segundo semestre de 2023, de acordo com o Índice Integrado de Seca (IIS) do CEMADEN, as condições de seca severa e extrema continuaram em parte do estado do Amazonas, em Roraima, em grande parte do Centro-Oeste, no estado de São Paulo e no triângulo mineiro, no trimestre dezembro-janeiro-fevereiro (DJF). No período seguinte, março-abril-maio (MAM), a situação de seca apresentou uma melhora, especialmente na região Centro-Oeste do país, em razão dos acumulados de chuvas acima da média ocorridos no mês de abril. Apesar disso, 239 municípios distribuídos em todo o território nacional ainda apresentaram condições de seca severa e extrema.

Nos meses seguintes, julho-agosto-setembro (JAS), a situação de seca voltou a se intensificar em todo o país, situação essa refletida no expressivo aumento do número de municípios em condição de seca severa e extrema, saltando de 239 para 1400 municípios. Além disso, em parte de alguns municípios, especialmente nos estados do Acre, Amazonas, Pará, Rondônia, Mato Grosso, Mato



Grosso do Sul, São Paulo e Paraná observou-se condição de seca excepcional. Destaca-se ainda que, desde o início do monitoramento de secas operacional no CEMADEN, tal condição nunca havia sido registrada fora do semiárido. A situação começou a normalizar entre os meses de novembro e dezembro. No final de dezembro de 2024, apenas 182 municípios ainda apresentaram condição de seca severa e extrema.

Na Bacia Amazônica, a seca severa esteve relacionada, em parte, com o impacto do El Niño, um padrão climático presente no segundo semestre de 2023 e no primeiro semestre de 2024 (Marengo et al., 2024b; Toreti et al., 2024). No Amazonas, até o final de setembro de 2024, das 745 mil pessoas afetadas pela seca, cerca de 330 mil pessoas, incluindo aproximadamente 115 mil crianças e adolescentes de 2.200 aldeias indígenas e comunidades ribeirinhas, ficaram isoladas ou em risco de isolamento, com graves impactos na saúde, nutrição, acesso à água, proteção e educação. O nível do Rio Negro, em Manaus, registrou 12,11 metros em 10 de outubro, sendo este o nível mais baixo já observado desde quando as medições começaram em 1902.

Os mínimos recordes anteriores foram observados durante os anos de seca: 12,70 m em 2023 e 13,63 m em 2010. O nível do Rio Madeira em Porto Velho foi o mais baixo já observado desde 1967 (0,41 m em 14 de setembro); o rio Solimões, em Tabatinga, atingiu -1,7 m em 14 de setembro, o nível mais baixo desde 1983; e o Rio Amazonas em Óbidos atingiu 1,17 m em 15 de setembro, o valor mais baixo desde 1967. Os níveis mais baixos dos rios afetaram a capacidade das comunidades locais de pescar e transportar mercadorias para o abastecimento local e o escoamento da produção para venda.





Figura 9. Imagem da seca em Tabatinga, na região do Alto Solimões/AM, Foto: Defesa Civil.

O Rio Paraná, usado como via de transporte fluvial para escoar aproximadamente 80% dos grãos e oleaginosas da Argentina para exportação, esteve no segundo nível mais baixo para este período do ano desde 1970, atrás apenas do declínio observado em 2021, devido à grande seca a montante no Brasil. Até o dia 1 de outubro, Brasília experimentou 155 dias secos consecutivos em 2024, sendo que o período seco mais longo (163 dias secos consecutivos) ocorreu em 1963.

Ainda em 2024, foram registrados os menores níveis do rio Paraguai desde 1981. Segundo o Índice de Seca Bivariado TSI, que considera conjuntamente a precipitação e o nível do rio, a bacia permanece, desde janeiro de 2024, numa condição de seca hidrológica excepcional. Entretanto, os valores numéricos do TSI têm melhorado desde outubro, apresentando menor intensidade negativa. Apesar do volume significativo de chuvas no final de 2024, as cotas dos rios aumentaram muito pouco devido ao solo estar extremamente seco, resultando em uma resposta ainda bastante tímida.

Desastres

O número alto de alertas emitidos pelo CEMADEN em 2024 (Figura 12) pode ser explicado, em parte, pela inclusão de 95 novos municípios que passaram a ser monitorados, embora o principal fator que contribuiu para esse crescimento foi a intensificação dos eventos extremos de chuvas, particularmente nos meses de janeiro a março e de outubro a dezembro. Estes períodos correspondem à estação chuvosa nas Regiões Sudeste e Sul do país, as quais abrigam grande parte dos municípios monitorados pelo CEMADEN e concentraram aproximadamente 75% do total de alertas enviados em 2024. Além disso, podemos citar também o grande desastre ocorrido no Rio Grande do Sul durante abril e maio, que justificou o envio de vários alertas.

Embora o número de alertas em 2024 tenha sido recorde, ele não pode ser considerado atípico dentro da análise histórica, uma vez que desde 2020 a média anual de alertas tem se mantido em torno de 3.300, indicando uma estabilização do número de alertas dentro desse intervalo.

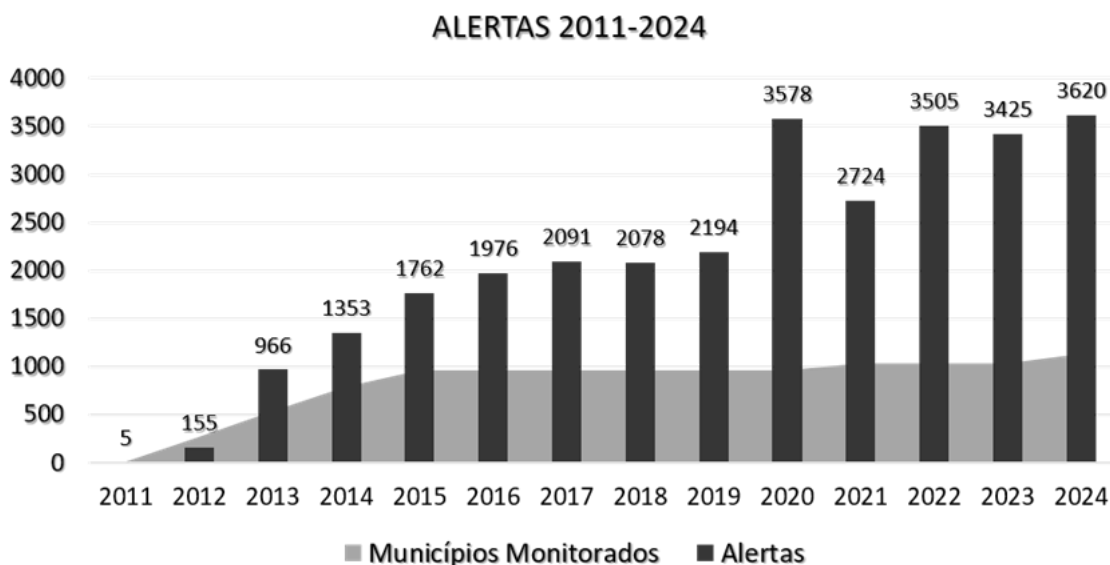


Figura 10. Número de alertas emitidos pelo CEMADEN desde 2011. As barras representam o número de alertas e a área cinza representa o número de municípios monitorados: Fonte: CEMADEN

A emissão de alertas, no entanto, não é suficiente para o enfrentamento dos riscos associados a eventos extremos; é apenas a primeira ação de uma longa cadeia que envolve agências de monitoramento, defesas civis, poder público e sociedade civil. Os eventos relacionados ao desastre de abril e maio de 2024 na região de Porto Alegre exemplificam esse fato. A linha do tempo abaixo mostra que as previsões de chuvas e alertas de alto risco de inundação foram emitidas dois dias antes da grande enchente.

28 de abril - Previsão do tempo para chuvas intensas no RS foi emitida pelo INMET e CEMADEN

29 de abril - Emissão de alertas iniciais para risco alto/muito de desastres geo-hidrológicos pelo CEMADEN

30 de abril – Agravamento da situação, informado pela Defesa Civil

31 de abril - Estado de emergência emitido pela Defesa Civil



2 de maio - Início do transbordamento do Lago Guaíba

5 de maio - Pico de transbordamento do Lago Guaíba, inundando áreas vulneráveis da cidade de Porto Alegre

O poder público responsável pelas regiões onde há população em áreas vulneráveis e expostas foi avisado. No entanto, o número de fatalidades foi alto. Esse fato evidencia a necessidade de implementar ações preventivas com a população mais vulnerável e atividades de educação ambiental para a sociedade. É, ainda, necessário melhorar a percepção do risco de desastres pela população e pelas autoridades públicas e os sistemas de previsão do tempo e alerta sobre o risco de desastres causados por extremos climáticos e, assim, salvar vidas e proteger populações em áreas de risco. O ponto principal deste caso é o aumento do risco de extremos e vulnerabilidade, o que se associa, desastrosamente, com a gestão territorial e o planejamento urbano insuficientes ou deficientes e os problemas de governança remanescentes nos níveis federal, estadual e local. O Brasil é um exemplo dessa combinação complexa de fatores.

Impactos dos extremos de clima e desastres

Segundo a Secretaria Nacional de Defesa Civil (SEDEC), em 2024 foram registradas 1.009 ocorrências de eventos hidrológicos, movimentos de massa e tempestades locais/convectivas (chuvas intensas), em 578 municípios, que reportaram danos e prejuízos significativos.

Em termos de danos humanos, aproximadamente 1 milhão de pessoas foram diretamente afetadas, com destaque para as inundações de maio de 2024 no Rio Grande do Sul, que responderam por 83% desse número. Os impactos no estado foram severos, contabilizando 183 vítimas fatais, 27 desaparecidos, 18.864 feridos e enfermos, 121.878 desabrigados e 834.645 desalojados. Esses números evidenciam a gravidade da situação e a vulnerabilidade da população exposta a tais desastres.

No que tange aos danos materiais, que incluem unidades habitacionais, instalações e obras de infraestrutura públicas danificadas ou destruídas, o custo estimado alcançou aproximadamente R\$



11 bilhões. Esses valores refletem os danos estruturais significativos e a necessidade de reconstrução de áreas afetadas.

Já os prejuízos econômicos, que englobam impactos públicos (como saúde pública, abastecimento de água potável, energia elétrica e limpeza urbana) e privados (como agricultura, pecuária, indústria, comércio e serviços), estes somaram cerca de R\$ 9,6 bilhões. É importante ressaltar que os valores reportados pelos municípios do Rio Grande do Sul podem estar subestimados, visto que foram informados nos estágios iniciais dos eventos de maio de 2024, quando foi solicitado o reconhecimento da emergência ou calamidade pública à União.

Os eventos de maio de 2024 tiveram um impacto devastador, especialmente na agricultura e na pecuária, setores fundamentais para a economia regional. As inundações danificaram extensas áreas de cultivo, afetando as culturas de soja, trigo, milho e arroz, além de instalações de armazenamento. A logística de abastecimento também foi severamente prejudicada, dificultando a distribuição de produtos agrícolas e gerando perdas tanto diretas quanto indiretas nesses setores.

Em levantamento atualizado pela CNM (Confederação Nacional dos Municípios), estima-se que o desastre no Rio Grande do Sul registrou prejuízos de R\$ 13,3 bilhões. O setor habitacional foi o mais prejudicado, com R\$ 4,7 bilhões, sendo 113,6 mil casas danificadas ou destruídas. O setor público responde por R\$ 2,6 bilhões e o privado por R\$ 6 bilhões, sendo R\$ 4,9 bilhões em prejuízos relativos à agricultura e R\$ 514,8 milhões à pecuária.

As enchentes no estado do Rio Grande do Sul deixaram um rastro de destruição na sociedade, no meio ambiente e na economia de todo o estado, com repercussões para o restante do país. Em particular, os impactos adversos significativos destes eventos nas escolas e nas comunidades escolares realçaram a vulnerabilidade do setor da educação neste estado. A educação precisa ser entendida pelas autoridades públicas e demais atores responsáveis pela gestão de riscos de desastres como um dos pilares sociais mais sensíveis aos efeitos das ameaças socioambientais e como um elo fundamental nos programas de adaptação às mudanças climáticas. A vulnerabilidade aos desastres neste setor abrange fatores humanos, e a população infantil e jovem se encontra numa fase crucial de desenvolvimento físico e mental, com autonomia limitada. As pessoas com menos de 18 anos, especialmente os mais jovens, ainda representam metade das vítimas da



catástrofe. O impacto na saúde mental e no bem-estar emocional da comunidade escolar pode levar a desafios a longo prazo que afetam múltiplas gerações. Os efeitos na educação podem se estender a toda a sociedade, pois a comunidade escolar abrange alunos, professores, funcionários administrativos, prestadores de serviços terceirizados, famílias ligadas a esses indivíduos e a vizinhança.

A CNM chama atenção sobre a severidade da seca que castigou o Norte do Brasil em 2024. Os 209 municípios da Região Norte em emergência por seca decretaram 242 resoluções de estado de emergência/calamidade pública no ano. Isso porque alguns enfrentaram a emergência mais de uma vez somente no primeiro semestre. De acordo com o S2ID, os municípios do estado de Tocantins são os mais afetados, pois já registraram 140 decretações, seguidos pelas cidades de Rondônia, com 80 registros. Somente nos primeiros sete meses de 2024, os prejuízos de R\$ 1,1 bilhão já correspondem a 50% do total calculado nos últimos 11 anos. Entre 2013 e 2023, a seca causou cerca de R\$ 2,2 bilhões de prejuízos na região. Além de danos às propriedades rurais, a seca severa contribuiu para o aumento de incêndios florestais, a degradação ambiental, perdas financeiras e de produção na agropecuária e a suspensão de serviços essenciais, como o abastecimento de água potável para consumo humano.

Os incêndios florestais ocorreram em toda a América Latina durante 2024, com o Brasil se singularizando por 20% acima do número normal. O aumento da incidência de incêndios florestais foi impulsionado principalmente pela seca extrema de 2023-2024, que foi generalizada e sem precedentes em todo o centro da América do Sul, e por episódios de ondas de calor num ambiente com baixa umidade relativa. Em 2024, foram detectados 1.025.591 de incêndios ativos na América Latina, mais de 47,7% destes no Brasil. Ainda no mesmo ano, vários ecossistemas naturais brasileiros foram ameaçados pelos incêndios, incluindo a floresta amazônica, as áreas úmidas do Pantanal e as savanas do Cerrado. As áreas úmidas do Pantanal no Brasil em 2024 registraram a sua segunda pior temporada de incêndios, somente superada pela de 2020, quando 4 milhões de hectares (30% da região) foram queimados. Até o dia 30 de setembro, os incêndios florestais no Brasil afetaram diretamente 18,9 milhões de pessoas e provocaram mais de R\$ 2 bilhões em prejuízos econômicos. Até novembro de 2024, cerca de 21% hectares foram queimadas segundo o sistema de monitoramento de áreas queimadas do Laboratório de Aplicações Ambientais por Satélite. A



floresta amazônica e as savanas do Cerrado atingiram o maior nível de área queimada desde 2012, cerca de 12 e 20 milhões de hectares, respectivamente. No dia 12 de setembro, cidades de Santa Catarina sofreram “chuva preta” como consequência da fumaça dos incêndios florestais na Amazônia e no Pantanal, transportada pelos ventos.

Conclusões

No Brasil, em 2024, eventos climáticos extremos, ao interagir com as condições de exposição e vulnerabilidade, deflagraram desastres que resultaram em óbitos, afetaram a economia local e regional e causaram fortes impactos em sistemas humanos e naturais. Entre esses eventos, podemos mencionar:

- As tendências da temperatura observadas no mundo mostram que o ano 2024 foi o mais quente na história, com um aquecimento global de +0,72 oC, para a América Latina. O aquecimento chegou a +0,95 oC, enquanto no Brasil o aquecimento foi de +0,79 oC (relativo à média 1991-2020). 2024 foi o ano mais quente desde 1961 no Brasil.
- De 21 a 23 de fevereiro de 2024, as inundações ao longo do rio Acre, na região oeste da Amazônia, causaram danos generalizados e deslocamentos em comunidades ribeirinhas no Peru, Brasil e Bolívia.
- As inundações provocadas por fortes chuvas causaram 183 mortes no estado do Rio Grande do Sul, considerado o pior desastre climático no Brasil, com consequentes significativas perdas econômicas em toda a região.
- A rara combinação de forte El Niño com a fase quente do Atlântico Norte Tropical e da Oscilação Multidecadal do Atlântico são os principais impulsionadores da seca na Amazônia e no Pantanal.
- Muitos rios nas regiões da Amazônia e do Pantanal registraram vazões muito baixas ou secaram em 2024. O Rio Negro em Manaus, na Amazônia central, atingiu o nível mínimo recorde em outubro de 2024, o mais baixo desde que as observações começaram em 1902, ainda mais baixo do que o recorde anterior em 2023.



- Ondas de calor causaram impactos na saúde ao longo do ano no Brasil, incluindo estresses térmicos e problemas respiratórios devido à fumaça das queimadas na Amazônia, que chegaram ao sul do Brasil e países vizinhos.
- O risco de propagação de incêndios florestais foi elevado nas regiões da Amazônia e do Pantanal, com um número recorde de incêndios, favorecidos pela seca e pelas fortes ondas de calor.
- Na cidade de São Paulo, tempestades com ventos acima de 100 km/h forçaram o fechamento dos 2 principais aeroportos da cidade de São Paulo, causando mortes e deixando milhões de pessoas sem energia no Região Metropolitana de São Paulo.
- Foram comunicadas pronunciadas perdas agrícolas devido a fenômenos meteorológicos e climáticos extremos. Tais impactos exacerbaram a insegurança alimentar e hídrica, especialmente em comunidades que dependem da agricultura para a sua subsistência.
- O ano 2024 registrou mais desastres hidro-geo-meteorológicos comparado com 2023, dos quais 47% foram desastres hidrológicos.
- Entre os diversos setores afetados por desastres, o da educação é bastante vulnerável no presente e demanda especial atenção por parte do poder público.

O Brasil tem regiões especialmente suscetíveis a catástrofes climáticas relacionadas a chuvas. As principais são a Serra do Mar, a Serra da Mantiqueira e a Serra Geral, na extensão que vai do Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná a Santa Catarina. É uma área cujo terreno é bem conhecido, em que temos uma concentração de escorregamentos e fluxos de detritos e inundações. Com a crise climática e aumento nos índices pluviométricos, a tendência é que áreas suscetíveis a deslizamentos e inundações tenham eventos de magnitudes ainda maiores. Qualquer município localizado nessas serras vai continuar tendo movimentos como deslizamentos. Isso faz parte da natureza geológica da região. Cenários futuros de extremos de chuva podem agravar ainda mais a ameaça e aumentar o risco de desastres em áreas vulneráveis e expostas.

Bibliografia



Debone, D.; Tavella, R. A.; Colombo, A. L.; Gales, A. C.; da Silva Júnior, F. M. R.; Miraglia, S. G. E. K. Is It Time to Build an Ark? The Reality of Climate Change in One of the Worst Climate Tragedies in Brazil. Preprints 2024, 2024061702. <https://doi.org/10.20944/preprints202406.1702.v1>

Marengo, J., Dolif, G., Cuartas, A., Camarinha, P., Gonçalves, D., Luiz, R., Silva, L., Alvalá, R., Seluchi, M., Moraes, O., Soares, W., Nobre, C. (2023 a) O Maior Desastre Climático do Brasil: Chuvas e Inundações no estado do Rio Grande do Sul em abril-maio 2024. *Estudos Avançados* (online). v.38, p.203 - 228, 2024.

Marengo, J., Cunha, A., P., Espinoza, J. C., Fu, R., Schöngart, J., Jimenez, J.C., Costa, M. C., Ribeiro, J. M., Wongchuig, S., Zhao, S., (2024b) The Drought of Amazonia in 2023-2024. *American Journal of Climate Change*. v.13, p.567 - 597, 2024.

Reboita, M.S.; Mattos, E.V.; Capucin, B.C.; Souza, D.O.d.; Ferreira, G.W.d.S. A Multi-Scale Analysis of the Extreme Precipitation in Southern Brazil in April/May 2024. *Atmosphere* 2024, 15, 1123. <https://doi.org/10.3390/atmos15091123>

Toreti, A., Bavera, D., Acosta Navarro, J., Acquafresca, L., Barbosa, P., de Jager, A., Ficchi, A., Fioravanti, G., Grimaldi, S., Hrast Essenfelder, A., Magni, D., Mazzeschi, M., McCormick, N., Salamon, P., Santos Nunes, S., Volpi, D. (2024) Drought in the Amazon and the La Plata basins - December 2024, GDO Analytical Report, JRC140741, doi:10.2760/9524487, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2024 European Union, 2024,. 30 pp.

[1] José Antonio Marengo Orsini é coordenador geral de pesquisa e desenvolvimento do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemadem), São Paulo, Brasil

[2] Este texto é versão reduzida e simplificada da Nota Técnica “Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2024”, produzida no Cemaden em janeiro de 2025 e de autoria de José A. Marengo, Ana P. Cunha, Rafael Luiz, Adriana Cuartas, Alan Pimentel, Regina C. S. Alvalá, Marcelo E. Seluchi, Elisângela Broedel e Viviana Muñoz.

[3] <https://climate.copernicus.eu/>

[4] <https://www.worldweatherattribution.org/>



[5] A expressão “anomalias de temperatura” refere-se à diferença entre a temperatura medida e as médias históricas registradas para determinada região. A anomalia por ser positiva (temperatura mais quente do que o esperado para determinada região e época do ano) ou negativa (mais fria). O termo também se aplica às chuvas: anomalia positiva de precipitação significa chuvas mais volumosas do que a referência histórica do passado.