

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS

Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais

Direção do CEMADEN

NOTA TÉCNICA Nº 105/2024/SEI-CEMADEN

Nº do Processo: **01242.000262/2023-99**
Interessado: **Casa Civil da Presidência da República, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação**
Assunto: **LA NIÑA 2024**

SUMÁRIO EXECUTIVO

1. No presente documento apresentam-se informações sobre o fenômeno La Niña, seus impactos no contexto de desastres e a evolução do evento em 2024, em atendimento à demanda da Sam/CC/PR.

1. INTRODUÇÃO

2. Em função do muito provável desenvolvimento de um fenômeno La Niña na segunda metade do ano corrente, neste documento prioriza-se explicar os aspectos mais relevantes deste fenômeno, incluindo suas diferentes variantes, assim como analisar os principais impactos esperados nas regiões do Brasil (precipitação, temperatura), nos recursos hídricos, na produtividade agrícola, nas cidades (desastres hidro-geodinâmicos) e na saúde humana. Muitos dos resultados foram obtidos considerando-se cenários construídos a partir de “anos análogos”, ou seja, de anos em que houve uma rápida transição de uma situação de El Niño para uma de La Niña, como provavelmente irá ocorrer nos próximos meses. Os principais resultados focam o período setembro/2024 – fevereiro/2025, quando deve ocorrer a próxima quadra chuvosa na maior parte do Brasil, provavelmente sob as condições de La Niña.

2. O QUE É LA NIÑA?

3. A “La Niña” é um fenômeno atmosférico-oceânico complexo, que envolve mudanças em diferentes aspectos do clima. Uma das características mais evidentes associadas à ocorrência do fenômeno La Niña consiste no resfriamento anormal em uma vasta extensão do Oceano Pacífico Tropical, especialmente na região central e no centro-leste deste oceano, incluindo a região costeira do Equador e do Peru. O resfriamento ocorre somente nas camadas mais superficiais do oceano, até aproximadamente 100 metros de profundidade. A La Niña faz parte de um ciclo natural mais amplo, conhecido como El Niño-Oscilação Sul, e que inclui estados de aquecimento (El Niño), condições neutras e de resfriamento (La Niña) do Oceano Pacífico Tropical. Uma La Niña pode ressurgir em intervalos de tempo que variam de 2 a 7 anos. O episódio mais recente registrado perdurou de julho de 2020 a fevereiro de 2023.

3. POR QUE É IMPORTANTE?

4. Trata-se de um importante fenômeno devido às suas vastas dimensões espaciais e temporais. No contexto da escala espacial, ele tem potencial para alterar os regimes de chuvas e de temperaturas em várias partes do planeta, inclusive no Brasil. Pelo fato da atmosfera cobrir toda a superfície do planeta, o resfriamento anômalo que ocorre no Pacífico Tropical durante episódios de La Niña não fica confinado somente nesta região. Este desbalanço altera o regime de ventos predominantes na atmosfera, bem como afeta regiões a milhares de quilômetros de distância. Além disso, um episódio de La Niña pode durar meses ou até mesmo anos, o que potencializa seus efeitos, em razão da sua longa permanência. A La Niña pode modular os padrões regionais do clima no Brasil, aumentando as chances de chuvas acima da média nas Regiões Nordeste e Norte do país e propiciando chuvas escassas na Região Sul.

4. POSSÍVEIS IMPACTOS NA PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA

5. Atualmente (março de 2024), o estado do ciclo ENOS é de um El Niño com intensidade moderada, mas que se encontra em fase de rápido enfraquecimento. As previsões dos principais centros mundiais apontam uma transição para uma La Niña a partir do trimestre Julho-Agosto-Setembro (JAS), embora não se possa ainda saber sobre a evolução, a intensidade ou o padrão de abrangência das anomalias de Temperatura da Superfície do Mar do evento previsto de La Niña. Entretanto, a ciência mostra que assim como os eventos quentes (El Niño), a La Niña também ocorre basicamente em dois “formatos” diferentes: eventos no Pacífico Oriental (EP) e os eventos no Pacífico Central (CP), com efeitos moderadamente distintos nos padrões de chuvas e nas temperaturas no Brasil (Figura 1). Historicamente, os eventos mais intensos de La Niña tendem a ser no CP (Kao e Yu, 2009; Cai et al., 2021). Outro fato científico relevante é que, historicamente, eventos de La Niña são mais propensos a perdurar por mais do que 1 (um) ano, quando comparados com eventos El Niño (Wu et al., 2019; Geng et al., 2023).

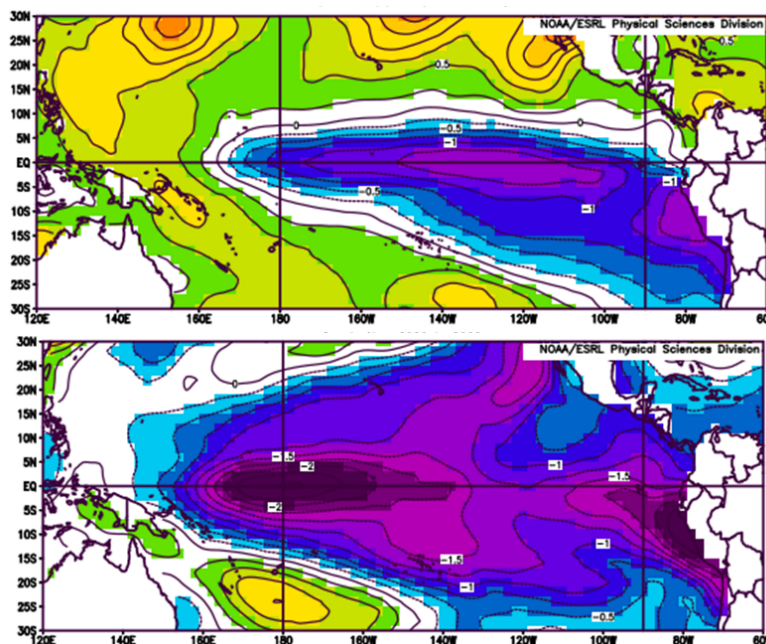


Figura 1 – Exemplos de eventos La Niña nas configurações Pacífico Oriental (acima) e Pacífico Central (abaixo). Ambas as configurações são do trimestre setembro-outubro-novembro. O painel superior diz respeito ao evento de 2020-2021 e o painel inferior representa o evento de 1975-1976.

6. A Figura 2 mostra o efeito mais provável sobre as chuvas e temperaturas na América do Sul e no Brasil. Essa figura resulta de uma pesquisa realizada para subsidiar esta Nota Técnica, para a qual se elaborou uma estatística baseada em “anos análogos”. Ou seja, foram considerados anos em que houve uma rápida transição do El Niño para a La Niña no mesmo ano, cenário este esperado para o ano corrente. Os anos considerados análogos foram: 2016, 2010, 2007, 1998 e 1995. A Tabela 1 resume as regiões com maiores chances de serem afetadas.

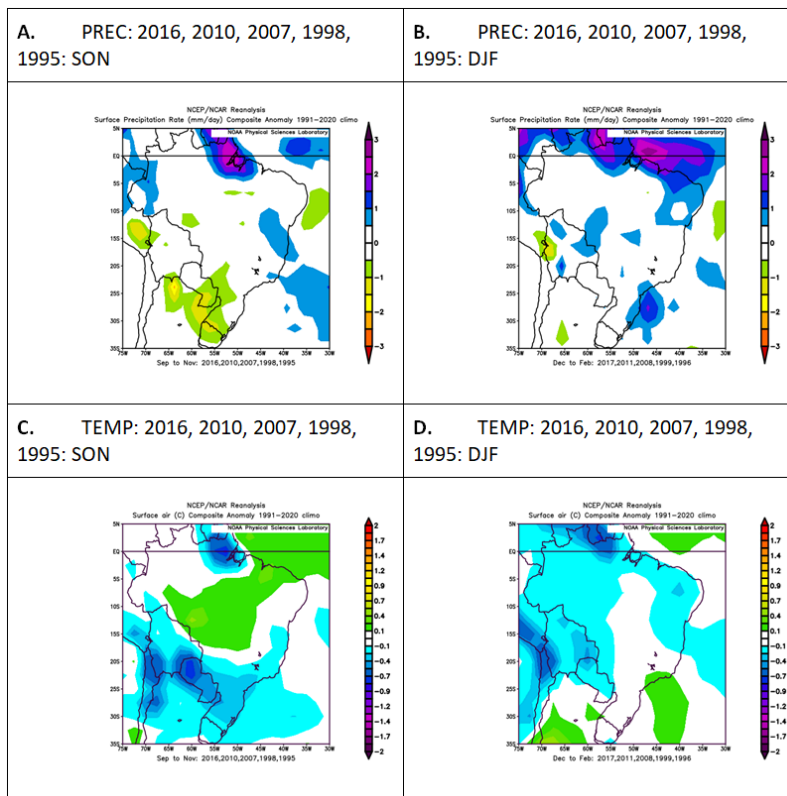


Figura 2 – Composição de anomalias dos eventos de La Niña dos anos 2016, 2010, 2007, 1998, 1995. Anomalias de chuvas no trimestre Setembro-Outubro-Novembro (A) e no trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (B). Anomalias de temperatura no trimestre Setembro-Outubro-Novembro (C) e no trimestre Dezembro-Janeiro-Fevereiro (D).

7. Os resultados (sumarizados na Tabela 1) indicam que o cenário mais provável é o de chuvas acima da média no estado do Amapá e entre Minas Gerais e a Bahia, e de chuvas abaixo da média histórica na Região Sul, durante a primavera. Nesse período se esperam temperaturas inferiores aos valores médios na Região Sul e em parte da Região Sudeste, assim como no Amapá, em razão da maior precipitação.

8. No próximo verão, a situação mais provável é de precipitações superiores à média no extremo norte do Brasil e de temperaturas inferiores ao normal em parte das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. Há também chance de haver temperaturas superiores à média em parte do leste da Região Nordeste.

9. Contudo, estes resultados poderão variar quando o fenômeno efetivamente estiver iniciado, razão pela qual o CEMADEN/MCTI estará acompanhando constantemente as previsões disponibilizadas pelos principais centros mundiais.

Tabela 1 – Cenários de padrões de chuvas e de temperaturas nos trimestres SON de 2024 e DJF de 2024-2025.

	Set-Out-Nov	Dez-Jan-Fev
Chuva	<ul style="list-style-type: none"> - Abaixo da média: na Região Sul - Acima da média: no Amapá e entre Minas Gerais e Bahia 	<ul style="list-style-type: none"> - Acima da média: no extremo norte do Brasil
Temperatura	<ul style="list-style-type: none"> - Abaixo da média: na Região Sul e parte da Região Sudeste e no Amapá - Acima da média: em parte das Regiões Centro-Oeste e Norte e Nordeste. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abaixo da média: em parte das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste - Acima da média: no leste de SP e no RJ.

5. POSSÍVEIS IMPACTOS NOS RESERVATÓRIOS PARA GERAÇÃO DE ENERGIA DO SISTEMA ONS E ABASTECIMENTO HUMANO

10. Avaliando a situação atual em termos de chuvas, o Índice Padronizado de Precipitação, na escala de 12 meses[1], para o mês de janeiro de 2024 (Figura 3) mostra uma situação bastante crítica em termos de déficit de chuvas (valores negativos de SPI) para as regiões Centro-Oeste, leste do Nordeste, oeste e norte da Amazonia (Região Norte) na escala de 12 meses (áreas em laranja e vermelho na Figura 3); contudo, espera-se que esta condição de déficit hídrico se reverta se as previsões do fenômeno La Niña se confirmem.

[1] As escalas comparam os últimos 12 e 24 meses com os mesmos períodos da serie histórica de precipitação.

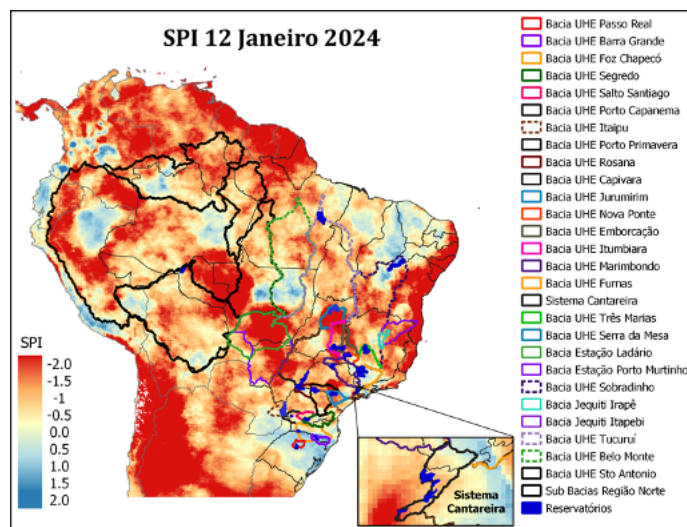


Figura 3 – Índice Padronizado de Precipitação (SPI), para o mês de janeiro de 2024, na escala de 12 meses. Dados de chuva: CHIRPS e Estimativa do SPI: CEMADEN/MCTI.

11. A situação dos recursos hídricos em algumas bacias afluentes a Usinas Hidroelétricas (UHE), segundo o Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI[2]), aponta que na Região Norte as bacias das UHEs Santo Antônio no rio Madeira, e Serra da Mesa e Tucuruí no rio Tocantins-Araguaia finalizaram o mês de janeiro de 2024 em condição de seca hidrológica extrema (Figura 4). Na Região Nordeste, a bacia afluente à UHE Sobradinho apresentou condição de seca hidrológica extrema. As bacias na Região Sul apresentaram condição de normalidade.

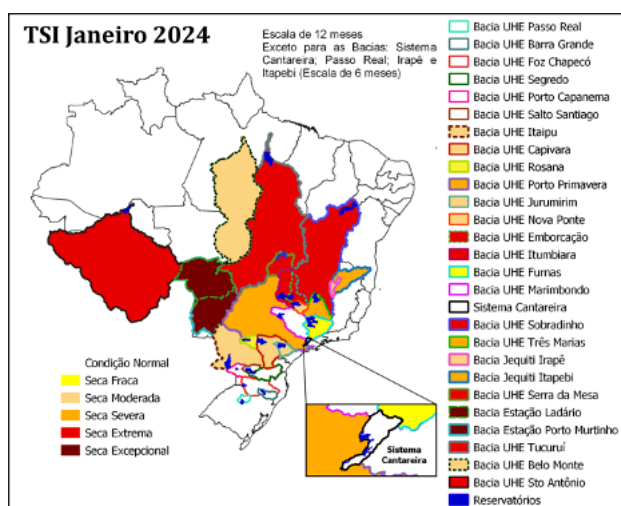


Figura 4 – Índice Padronizado Bivariado precipitação-vazão (TSI-12) para bacias afluentes a Usinas Hidroelétricas (UHE), com destaque para o Sistema Cantareira e o Rio Paraguai, referente ao mês de janeiro de 2024.

5.1. BACIA DO RIO PARANÁ

12. Na bacia do rio Paraná, as porções alta e média têm enfrentado condições de seca hidrológica, classificadas entre severa a excepcional desde 2014, como mostra o TSI na Figura 5 para as bacias afluentes às UHEs Nova Ponte, Emborcação, Itumbiara, Furnas, Marimbondo e Porto Primavera, configurando-se como a pior seca hidrológica desde janeiro de 1981. Na estação chuvosa 2022-2023 houve uma recuperação da condição de seca; entretanto, na atual estação chuvosa as bacias das UHEs Nova Ponte e Furnas finalizaram o mês de janeiro de 2024 em condição de seca moderada, enquanto as bacias das UHEs Emborcação e Itumbiara finalizaram em condição de seca severa e excepcional, respectivamente. No trecho mais baixo, a seca severa a excepcional se estabeleceu desde fevereiro de 2019, enquanto no período de 2020 a 2022 a bacia toda enfrentou situação de seca classificada como severa a excepcional (Figura 6). Na atual estação chuvosa, as bacias das UHEs Jurumirim, Capivara, Rosana e Itaipu finalizaram o mês de janeiro em condição de seca moderada.

13. O panorama futuro para a bacia do rio Paraná, caso a estação chuvosa 2023-2024 finalize com chuvas abaixo da média e a La Niña venha se configurar, não é muito favorável para os reservatórios das UHEs, devido à atual condição de seca hidrológica.

[2] O TSI é um índice que considera conjuntamente dados de precipitação e de vazão, através de uma função de distribuição de probabilidades conjunta e é utilizado para detectar a seca hidrológica em diversas escalas. Valores negativos representam condições de déficit hídrico, para os quais a variação conjunta precipitação-vazão é inferior à média climatológica. Valores positivos representam condições de excesso hídrico, para as quais a variação conjunta precipitação-vazão é superior à média histórica.

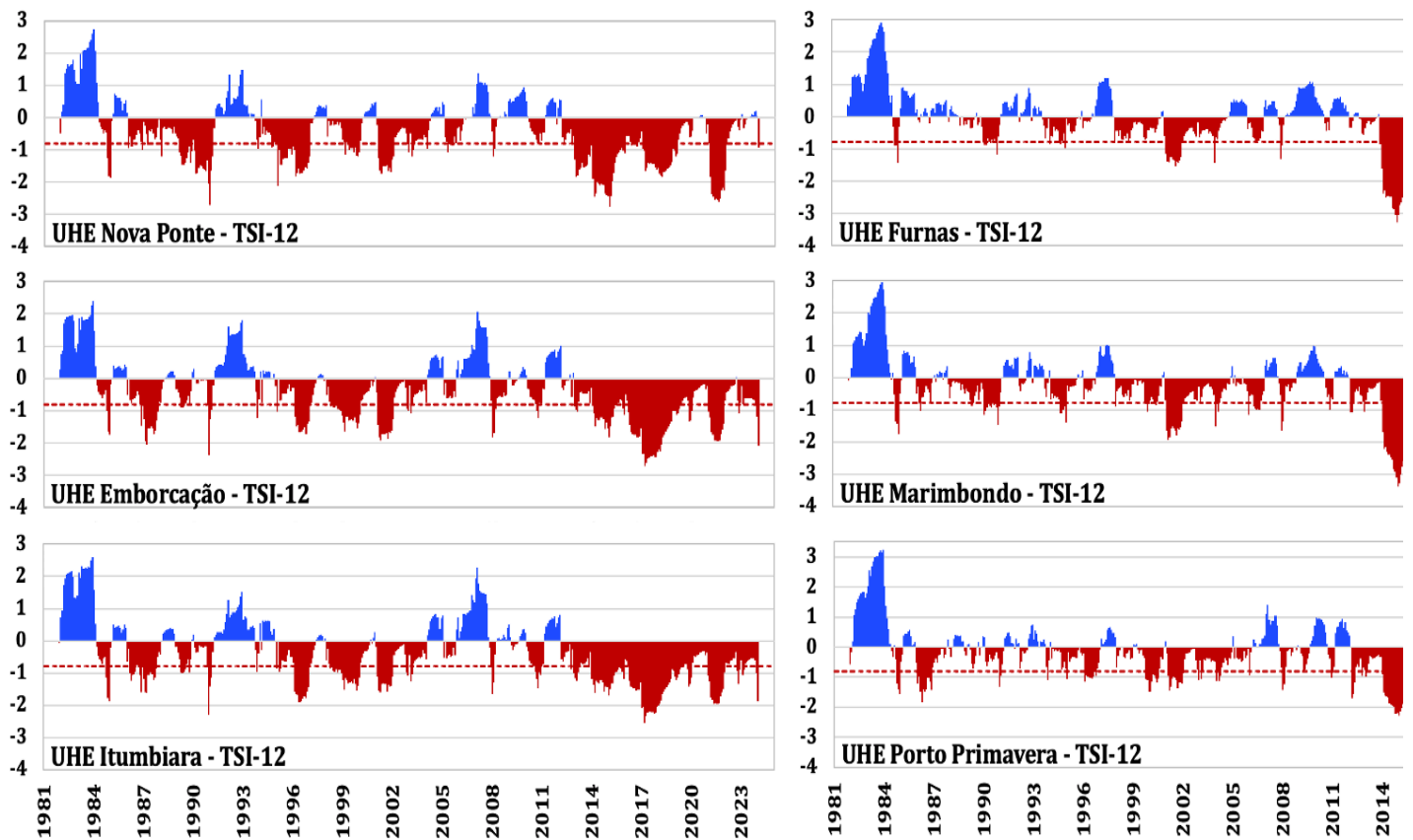


Figura 5 – Índice Padronizado Bivariado chuva-vazão (TSI) na escala de 12 meses para as sub-bacias das UHEs Nova Ponte, Emborcação, Itumbiara, Furnas, Marimondo, na porção alta da bacia do rio Paraná, e para a sub-bacia da UHE Porto Primavera. Dados de chuva: CHIRPS, dados de vazão: ONS. Cálculo do TSI e gráficos: CEMADEN/MCTI.

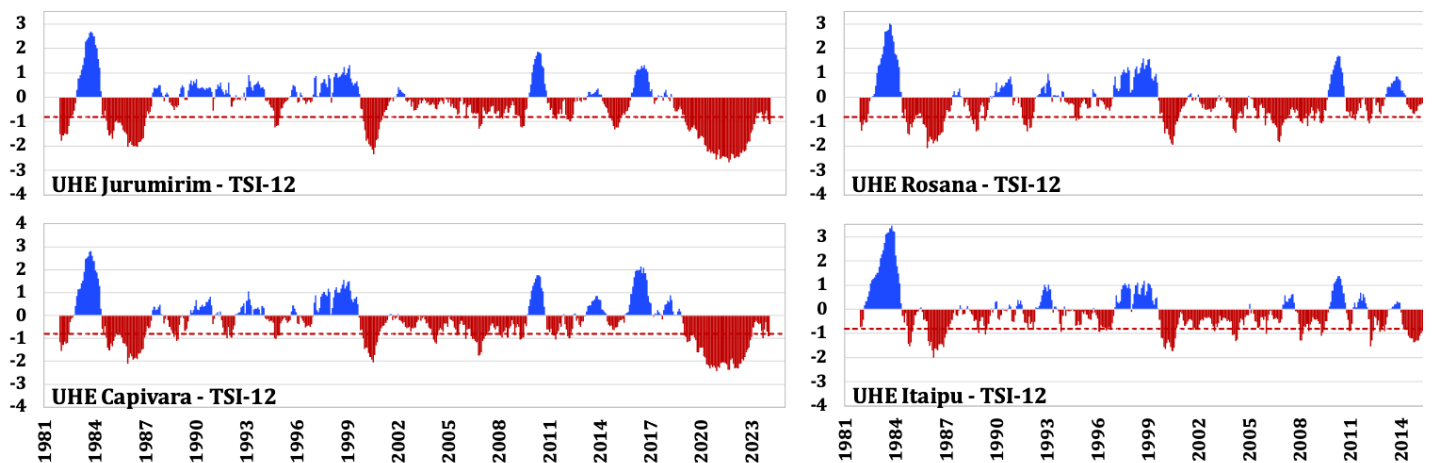


Figura 6 – Índice Padronizado Bivariado chuva-vazão (TSI) na escala de 12 meses para as sub-bacias das UHEs Jurumirim, Capivara, Rosana e Itaipu, na porção baixa da bacia do rio Paraná. Dados de chuva: CHIRPS, dados de vazão: ONS. Cálculo do TSI e gráficos: CEMADEN/MCTI.

14. Avaliando cada subsistema na Figura 7 pode-se observar que, no final de janeiro de 2024, todos os subsistemas encontravam-se acima de 50% de Energia Armazenada nos Reservatórios (EAR): Norte - 52%, Nordeste - 56%, Centro Oeste/Sudeste - 61% e Sul - 82%.

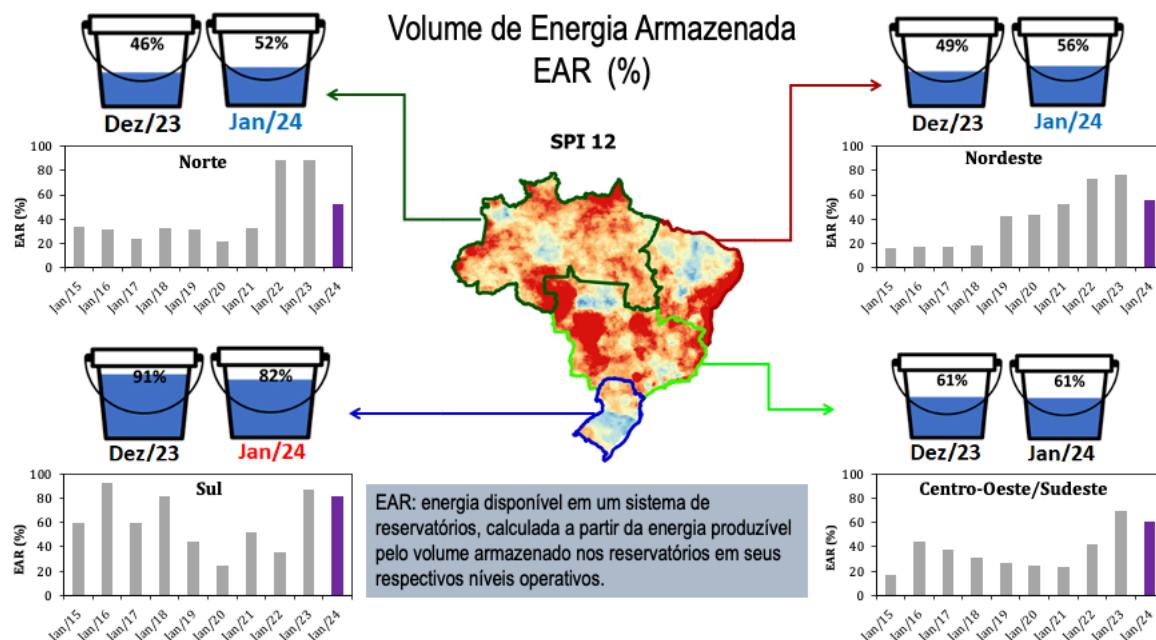


Figura 7 – Volume de Energia Armazenada (ENA) por subsistema. Os baldes correspondem aos valores registrados no último dia dos meses de dezembro de 2023 e janeiro de 2024. Os gráficos em barras mostram a ENA no final de janeiro, para o período 2015 – 2024.

- 15. Considerando a situação atual, os possíveis impactos nos reservatórios do SIN associado ao fenômeno de La Niña são:
 - 15.1. Subsistemas Norte e Nordeste: Espera-se um aumento no volume armazenado durante os meses de atuação do fenômeno El Niña;
 - 15.2. Subsistema Sul: Espera-se uma diminuição no volume armazenado nos reservatórios;
 - 15.3. Subsistema Centro-Oeste/Sudeste: em razão da não correlação de chuvas acima ou abaixo da média com o fenômeno La Niña nesta região, caso venham acontecer chuvas abaixo da média o volume nos reservatórios diminuirá, mas não se espera que cheguem numa situação
- 16. Para os reservatórios de abastecimento humano, espera-se um aumento dos volumes armazenados nos açudes da Região Nordeste durante os meses de atuação do fenômeno La Niña (Figura 8).

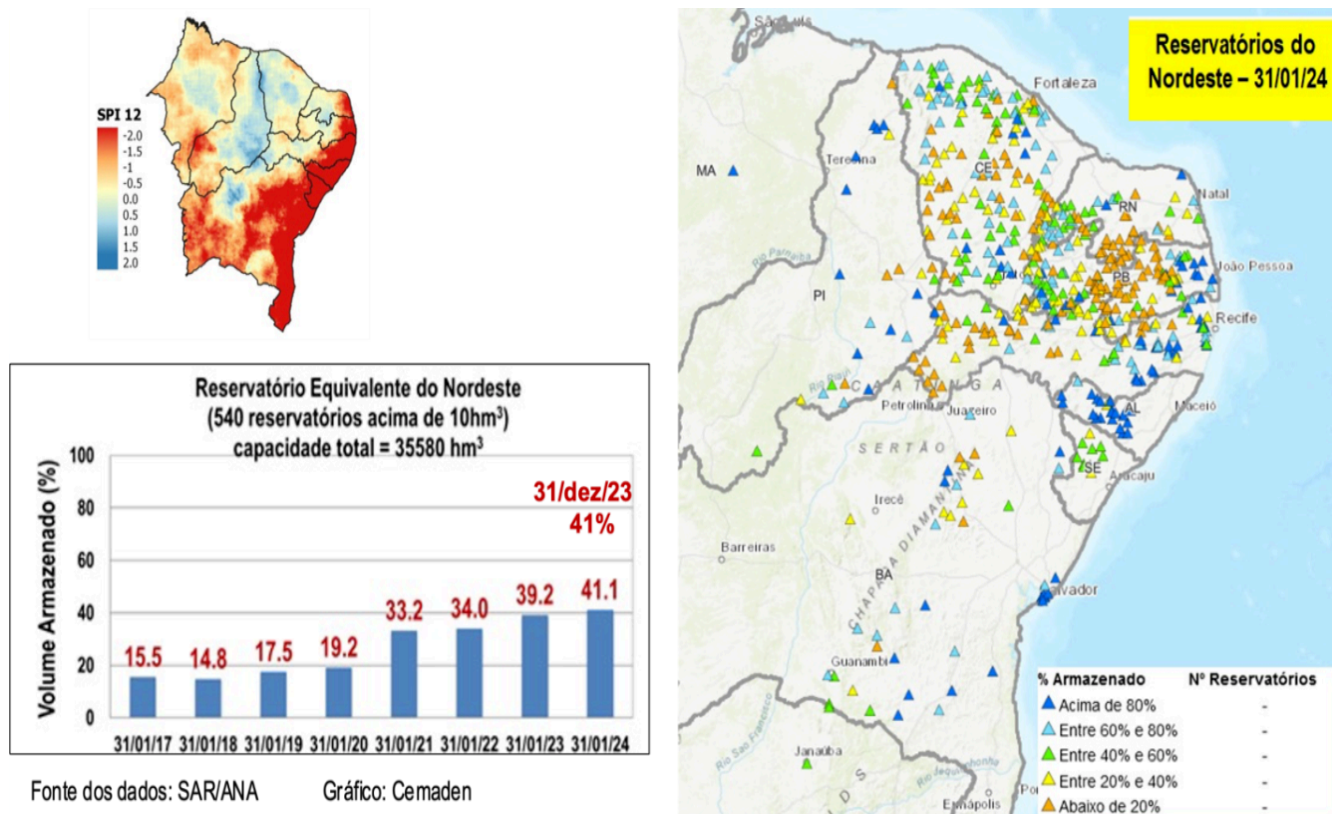


Figura 8 – Situação do armazenamento dos Açudes/Reservatórios da Região Nordeste, em 31 de janeiro de 2024.

17. Na Região Sudeste encontra-se localizado o Sistema Cantareira, principal sistema de abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Conforme anteriormente mencionado, não é possível prever se as chuvas estarão acima ou abaixo da média histórica durante o período de atuação da La Niña; portanto, o CEMADEN/MCTI realiza projeções hidrológicas para o Sistema Cantareira com base em possíveis cenários de chuvas. Segundo as projeções simuladas pelo modelo hidrológico PDM-CEMADEN, no final da estação seca de 2024, se as chuvas ficarem em torno da média, o armazenamento dos reservatórios do Cantareira poderá atingir, aproximadamente, 71% do seu volume útil (Figura 9). Se acontecerem chuvas entorno de 25% abaixo da média, o volume armazenado, no final de setembro de 2024, poderia chegar a 49%, aproximadamente, na faixa de operação "Atenção", segundo a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925/2017.

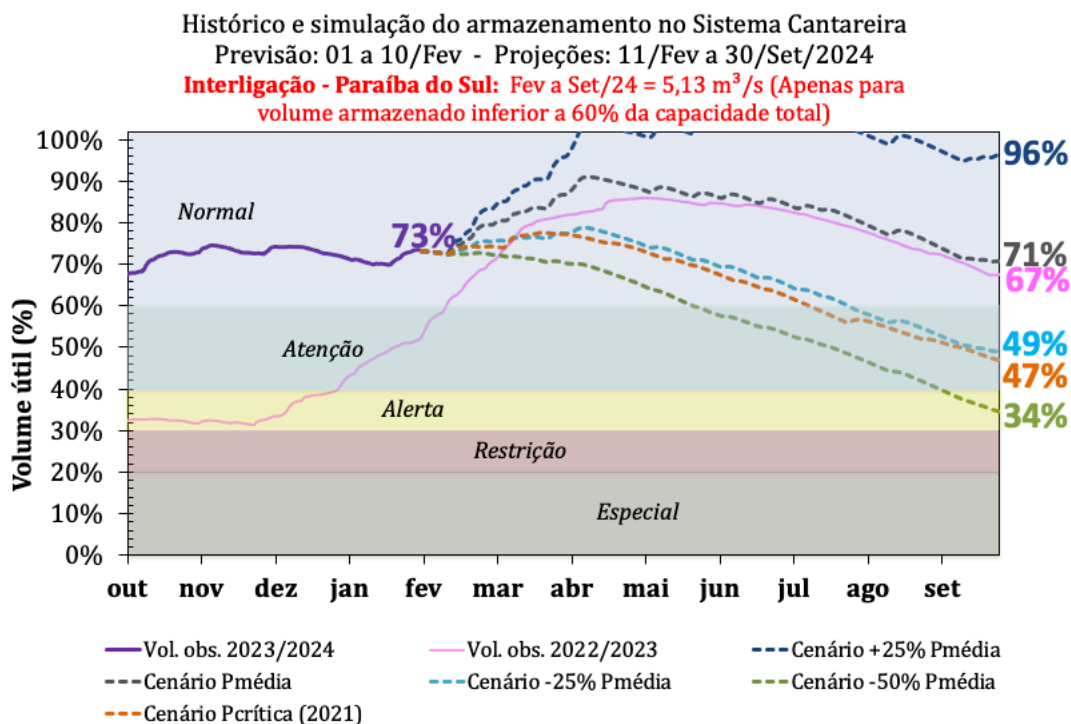


Figura 9 – Projeções de armazenamento do Sistema Cantareira (linhas tracejadas) para cinco cenários de precipitação: 50% (verde) e 25% (azul claro) abaixo da média histórica, na média histórica (cinza) e 25% acima da média histórica (azul escuro) e cenário crítico (laranja). Nestas simulações, o aporte de 5,13 m³/s da interligação com a bacia do Rio Paraíba do Sul não foi considerado, uma vez que na faixa de operação normal ela se mantém inoperante. A linha roxa mostra a evolução do armazenamento observado do Sistema Cantareira de outubro de 2023 a janeiro de 2024, enquanto a linha magenta é para o período outubro de 2022 a setembro de 2023. As faixas coloridas referem-se às faixas de operação do reservatório de acordo com a resolução conjunta da ANA/DAEE Nº 925/2017.

6. IMPACTOS POTENCIAIS EM ÁREAS AGROPRODUTIVAS

18. Historicamente, períodos sob a influência da La Niña são associados com chuvas acima da média nas regiões Norte e Nordeste, e chuvas abaixo da média nas regiões Centro Oeste e Sul do Brasil, como já mencionado anteriormente. A temperatura do ar também pode ser influenciada, podendo afetar as atividades agrícolas dependendo do padrão espacial e temporal das alterações térmicas, principalmente considerando-se o calendário agrícola. Entretanto, em cada evento de La Niña ou mesmo de El Niño, os padrões de distribuição de chuvas podem ser diferentes, o que ocorre devido à combinação com condições atmosféricas e oceânicas do período, como, por exemplo, as condições de temperatura do Oceano Atlântico. Assim, não é raro encontrar nos registros históricos períodos de impactos nas regiões agroprodutivas mesmo durante períodos de La Niña, quando chuvas acima da média são esperadas no norte do país. O caráter único de cada evento El Niño ou La Niña introduz uma incerteza na previsão de impactos futuros nas regiões agroprodutivas.

19. Para ilustrar o impacto potencial de eventos La Niña foram calculadas as porcentagens das áreas agroprodutivas municipais afetadas, com base no Índice Integrado de Secas (IIS), para cada um dos eventos selecionados (1995/1996, 2010/2011 e 2016/2017). As frações afetadas para os eventos de La Niña são mostradas na Figura 10. Nas Figuras 10 A e 10 B são mostrados os percentuais referentes aos períodos de setembro, outubro e novembro (SON), de 1995, e de dezembro, janeiro e fevereiro da transição 1995-1996. Notam-se impactos significativos nos estados do Rio Grande do Sul, Amazonas e Minas Gerais, na primavera de 1995 (SON), enquanto as regiões Centro Oeste e Nordeste sofreram maiores impactos no verão seguinte (1995/1996).

20. Para o período de 2010/2011, associado a um evento de La Niña considerado mais intenso do que o anterior, verifica-se que durante a primavera (Figura 10 C) os impactos foram mais significativos em termos de áreas afetadas, no sul do Rio Grande do Sul, no Mato Grosso, no este de Rondônia e no sul do Pará. Já para o verão de 2011 (Figura 10D), um menor conjunto de municípios apresentaram percentuais consideráveis de áreas afetadas, estes restritos ao sul do Rio Grande do Sul, leste do Acre e interior de Minas Gerais.

21. Para o evento de 2016/2017 (Figuras 10D e 10 F), os impactos maiores foram registrados na região Nordeste (primavera e verão) e no estado de Minas Gerais (primavera). No entanto, ressalta-se que a região semiárida, entre os anos de 2012 a 2017, enfrentou uma seca pluri-anual severa em toda a sua extensão, que foi intensificada durante o evento de El Niño de 2015-2016.

22. Portanto, pode se observar que não existe um padrão único no comportamento das áreas afetadas pelas secas em anos de La Niña. Além disso, é importante destacar que as condições pretéritas de secas antes da ocorrência de um novo evento de La Niña devem ser consideradas, uma vez que podem contribuir para o período de recuperação ou de degradação das áreas agroprodutivas.

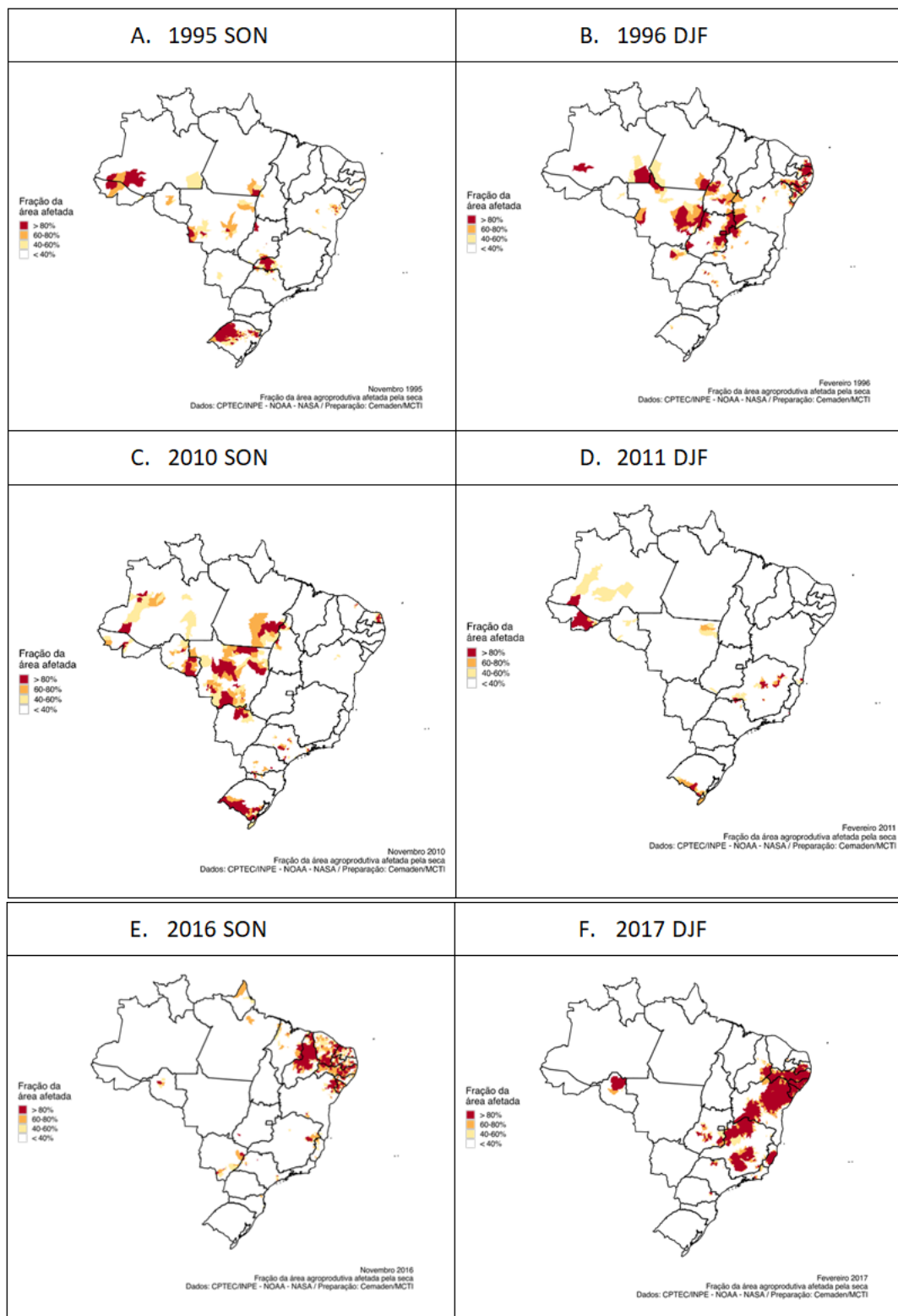


Figura 10 – Percentuais de áreas agro-produtivas dos municípios impactadas, de acordo com o Índice Integrado de Seca, correspondentes a anos de La Niña nos períodos indicados.

23. A Figura 11 mostra as porcentagens das áreas de atividades agrícolas e pastoris, em cada município, afetadas atualmente por condições de seca, considerando o período de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024. As regiões com mais municípios afetados são o Norte, Centro Oeste, além dos estados de São Paulo e Minas Gerais. A situação de seca atual pode afetar essas regiões, especialmente quando se considera que o período inclui as épocas de plantio de milho (primeira e segunda safras), arroz e algodão nas regiões Norte, Centro Oeste e Sudeste. Os plantios de arroz no Norte e Sudeste a partir de outubro de 2023 podem ter sido afetados pela seca durante o desenvolvimento da vegetação.

24. Levando em consideração a situação atual e as áreas historicamente afetadas pelas secas nas épocas de primavera e verão durante anos do La Niña, mostradas na Figura 11, pode se especular que durante a próxima estação chuvosa é provável que seja observada uma melhora na atual situação de seca na Região Norte. Nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul a atual estação chuvosa encontra-se perto de finalizar; logo, o cenário mais provável é o de manutenção ou, ainda, de piora das condições de secas nos próximos meses. Essa situação leva em conta que as chuvas devem retomar só a partir de outubro, sendo que o cenário menos provável é o de precipitações superiores ao normal. Na Região Sul, como um todo, se espera um aumento do número de municípios (e de áreas agrícolas) afetados pelas secas, em razão das chuvas inferiores à média que provavelmente irão ocorrer no segundo semestre do ano.

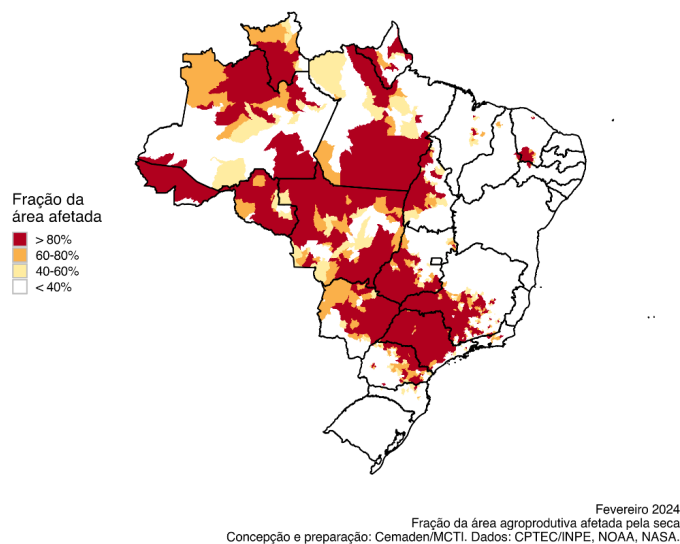


Figura 11 – Percentuais das áreas agro-produtivas dos municípios impactadas pelas secas, de acordo com o Índice Integrado de Seca. Condições de seca referentes ao período de dezembro de 2023 a fevereiro de 2024.

7. POSSÍVEIS IMPACTOS NOS MUNICÍPIOS BRASILEIROS

25. Para estabelecer o provável impacto das chuvas associadas ao próximo episódio previsto de La Niña a ser iniciado no segundo semestre de 2024, foram realizadas análises utilizando-se os dados de precipitação do CHIRPS (*Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations*). Para isso, considerou-se uma série temporal para anos análogos à situação que pode se instaurar no final de 2024 e início de 2025 (1995, 1998, 2007, 2010 e 2016). Para comparar o cenário mais provável nos próximos meses com a situação média, foi utilizada uma média histórica do período 1993-2022. Para a análise de impactos de origem geo-hidrometeorológica, utilizaram-se dois indicadores relacionados aos eventos extremos, os quais estão apresentados nas Figuras 12 e 13:

- N50days: número de dias, por ano, em que a precipitação ultrapassou 50 mm; mostrados na Figura 12.
- Rx1day: máxima precipitação registrada em um único dia, para um mesmo ano de análise; mostrada na Figura 13.

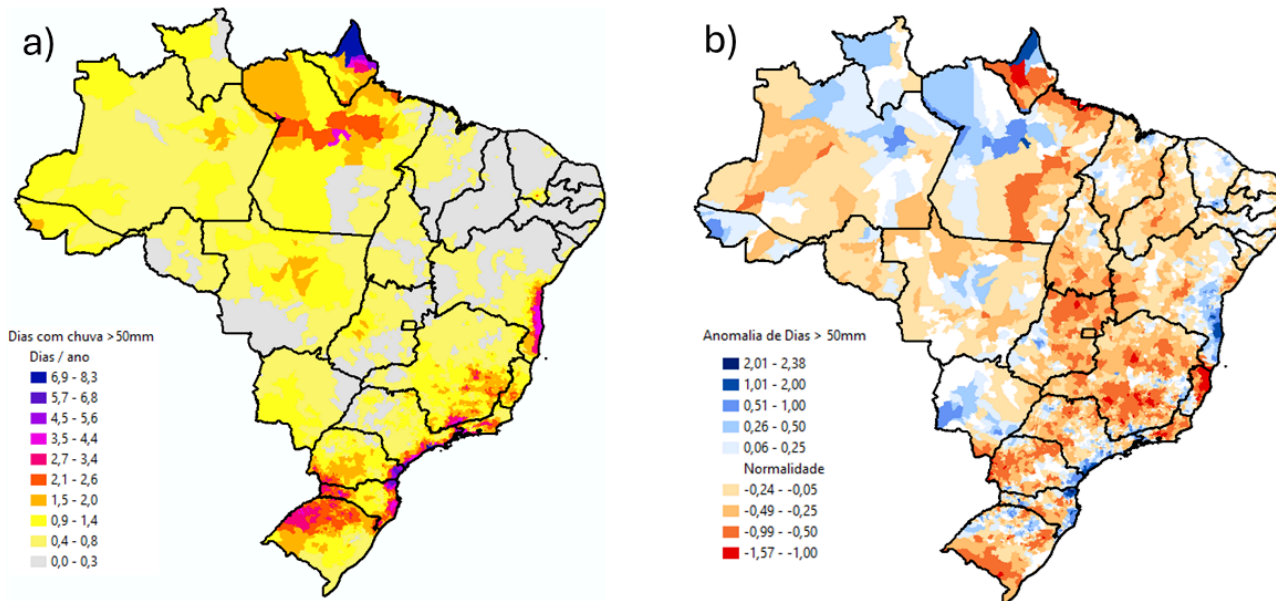


Figura 12 – (a) Média do indicador N50days (quantidade de dias com chuvas superiores a 50 mm) entre os meses de setembro até fevereiro do ano subsequente para os anos análogos (1995, 1998, 2007, 2010 e 2016); e (b) anomalias ao comparar os anos análogos com a média encontrada entre 1993-2022. Fonte dos dados de precipitação: CHIRPS.

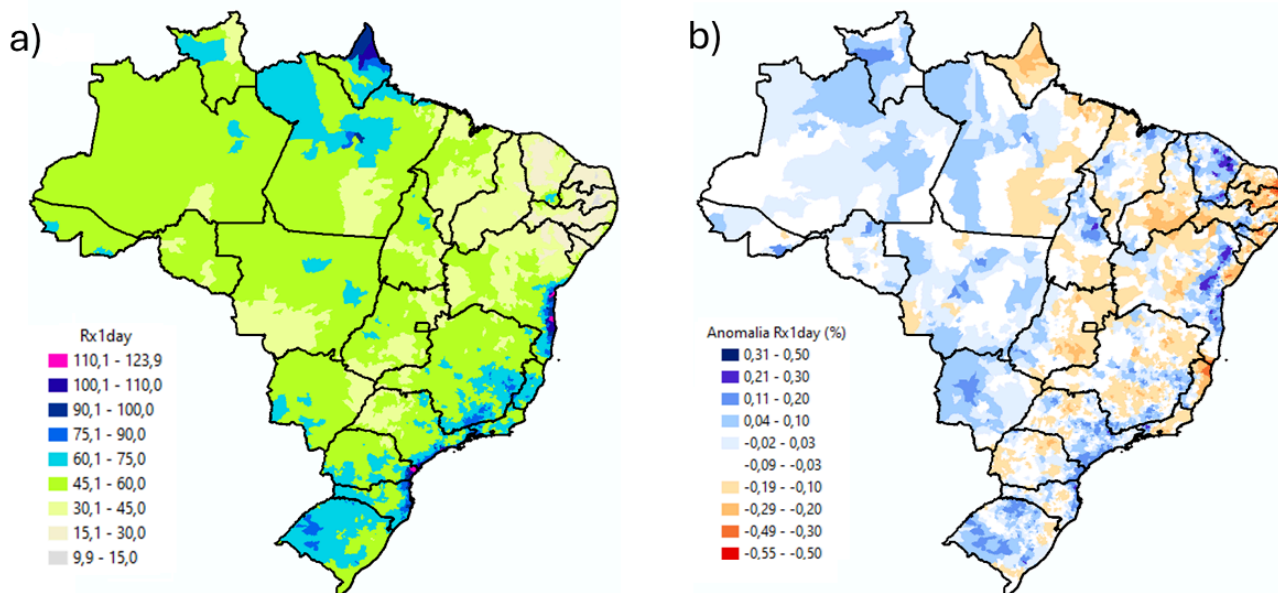


Figura 13 – (a) Média do indicador Rx1day (máxima precipitação em 24 horas) entre os meses de setembro até fevereiro do ano subsequente considerando os anos análogos (1995, 1998, 2007, 2010 e 2016); e (b) anomalias ao comparar os anos análogos com a média encontrada do Rx1day entre 1993-2022. Fonte dos dados de precipitação: CHIRPS.

26. Prosseguindo com a abordagem dos análogos para estimar o cenário do final de 2024 e início de 2025, calculou-se a média da quantidade de dias que ultrapassam o valor de 50 mm nos municípios brasileiros, a partir dos dados do CHIRPS (N50days), ilustrado na Figura 12.

27. Para as análises, compararam-se os resultados obtidos somente para os anos de 1995, 1998, 2007 e 2016 com todo o período da série histórica considerada neste estudo (1993-2022). As análises focam os meses de setembro a fevereiro, em anos caracterizados por rápida transição de um fenômeno de El Niño para La Niña. Na esquerda da Figura 13, apresentam-se os valores médios do indicador RX1day (chuva máxima em 24 horas) dos anos análogos; enquanto na direita apresentam-se a diferença desse indicador (em total de dias) em comparação com o período 1993-2022 (anomalias). A seguir destacam-se as regiões do país com maior quantidade de dias com chuvas superiores a 50 mm e, portanto, com potencial de impactos nos respectivos municípios.

28. **Região Sul:** leste de Santa Catarina e Paraná, destacando o nordeste catarinense e litoral do Paraná com uma média entre 5 e 7 eventos entre os meses de setembro e fevereiro, resultado das maiores anomalias detectadas pela análise (com valores superiores a 2 dias). Nestas mesmas regiões, o indicador Rx1day aponta anomalias positivas, variando entre +10% e +40%, sugerindo a possibilidade de eventos de chuvas mais intensas e volumosas no final de 2024 e início de 2025. Estas regiões de SC e PR têm muitos municípios com elevados riscos associados a deslizamentos de terra e processos hidrológicos rápidos, incluindo histórico de desastres ao longo das últimas décadas.

29. Ainda na Região Sul, também se destaca o noroeste do estado do Rio Grande do Sul (RS), oeste de SC e sudoeste do PR, com uma média de 2 e 4 eventos nos anos análogos, além de um pequeno desvio positivo do indicador Rx1day, o que sugere a possibilidade de eventos um pouco mais intensos que o normal. Estas localidades têm municípios de menor porte com pequeno histórico de impactos de origem geo-hidrometeorológico quando comparada com as outras mencionadas no parágrafo anterior. Ainda que a probabilidade de ocorrência (por verossimilhança) de eventos que ultrapassem 50 mm por dia seja menor em comparação com as outras localidades da Região Sul, nota-se que há uma grande extensão territorial em que a média fica entre 2 e 4 dias, o que pode indicar grandes volumes de água chegando aos corpos hídricos que, eventualmente, podem estabelecer cenários propícios para a ocorrência de inundações, especialmente no noroeste do RS.

30. **Região Sudeste:** destaca-se toda a porção leste de SP e litoral sul do RJ - com destaque aos municípios litorâneos - onde, baseado nos anos análogos, são esperados entre 5 e 8 eventos superiores a 50mm/24h (Figura 13) entre setembro de 2024 e fevereiro de 2025, com anomalias positivas mais significativas no Litoral Sul paulista, Baixada Santista (SP) e Costa Verde (RJ). O aumento da magnitude dos eventos extremos (avaliado pelo indicador Rx1day) é mais evidente no Litoral Sul de SP; mas, também, são observadas anomalias positivas para praticamente todo o litoral até o Sul Fluminense. Nestas localidades encontram-se muitos municípios considerados extremamente vulneráveis aos impactos de origem geo-hidrológica, com destaque para os municípios da Baixada Santista, Litoral Norte Paulista e litoral Sul Fluminense, onde se destaca Angra dos Reis. A localização de áreas urbanizadas próximas ou, mesmo, nas encostas da Serra do Mar estabelecem cenários de risco instalado onde há uma elevada quantidade de pessoas expostas e vulneráveis a processos geo-hidrológicos, destacando-se os deslizamentos de terra. Esta situação, associada ao indicativo do aumento da frequência de dias com chuva superiores a 50mm, demanda especial atenção, tendo em vista que são esperados impactos de origem geo-hidrológica de moderada a alta magnitude.

31. Outras localidades do Sudeste que se destacam, em segundo plano, com a maior frequência de eventos acima de 50 mm são o Sul de Minas Gerais e a Região Serrana do Rio de Janeiro, onde são esperados entre 2 e 5 eventos.

32. Importante mencionar que, embora o valor absoluto da Região Serrana do Rio de Janeiro seja em torno de 2-3 eventos, esse número é consideravelmente menor quando comparado com a série histórica (1993-2022). Além disso, pelo indicador Rx1day os resultados são inconclusivos, de modo que algumas localidades se encontram com anomalias positivas e outras com anomalias negativas. Isto indica que há incertezas em relação ao aumento ou diminuição de eventos com chuvas superiores a 50 mm, devido ao fato que eventos individuais extremos que alcancem valores muito elevados de precipitação podem acontecer em razão de fatores locais, os quais não são detectados com tamanha antecedência. Destacam-se os grandes desastres ocorridos no início de 2011 (período análogo) e, também, em 2022 (ano de La Niña), quando supostamente a frequência de chuvas acima de 50 mm seria menor. Logo, ao considerar que estas duas regiões (Sul de Minas e Região Serrana do Rio de Janeiro) têm elevada suscetibilidade à deflagração de inundações rápidas, enxurradas, alagamentos e deslizamentos de terra, bem como considerável quantidade de população exposta e vulnerável, tem-se um cenário de alto risco associado aos eventos geo-hidrológicos, caracterizado, especialmente, por potencial de impactos socioambientais diversos, destacando-se os danos humanos e prejuízos financeiros associados às atividades antrópicas.

33. Por fim, também chama atenção o indicador Rx1day para a faixa entre Belo Horizonte e o extremo oeste do Espírito Santo, onde são esperados entre 2 a 3 eventos que ultrapassem 50 mm em 24h, sendo provável que alguns destes casos alcancem intensidades diárias entre 80 mm e 120 mm. Importante notar que as anomalias positivas do indicador Rx1day ocupam uma grande extensão territorial da porção sul e sudoeste do estado mineiro, o que sugere que alguns eventos extremos podem se materializar em grandes extensões territoriais do estado, facilitando a ocorrência de eventos hidrológicos de médio e grande porte, especialmente nas bacias de resposta rápida, as quais tem potencial para causar múltiplos impactos sociais.

34. **Região Nordeste:** destaca-se o Sul da Bahia, especialmente os municípios litorâneos, onde se observa uma média de 4 eventos por ano que ultrapassam 50 mm por dia, com valores comparativamente acima da média, destacando municípios que apresentam um aumento de 2 eventos adicionais durante a estação chuvosa. Além disso, o indicador Rx1day apresenta valores bem elevados e anomalias positivas consideráveis sobre a região destacada, o que sugere o aumento da probabilidade de eventos extremos de precipitação, tanto em frequência como em magnitude, além deste padrão também se estender por áreas contínuas e extensas, podendo culminar em eventos volumosos de precipitação de grande abrangência espacial.

35. Nestas regiões anteriormente mencionadas observam-se muitos municípios de pequeno e médio porte, com um número moderado de pessoas expostas ao risco, mas com uma elevada vulnerabilidade e baixa capacidade de enfrentamento. Nestas regiões, considerando um cenário de aumento nos eventos de precipitação diária extrema e o número de dias de precipitação acima de 50 mm, espera-se a ocorrência de deslizamentos de terra em municípios com alta suscetibilidade, além de processos de inundação relacionados com extremos de precipitação associados com efeitos de maré. Neste contexto, vale relembra os desastres ocorridos no Sul da Bahia nos últimos anos de La Niña, com destaque para os eventos de dezembro de 2021, quando centenas de milhares de pessoas foram afetadas por chuvas extremas sobre toda a região.

36. **Região Norte:** destaca-se o norte do Amapá, com uma média entre 5 e 8 eventos de precipitação superiores a 50mm por ano, e anomalias positivas significativas. Essas áreas se destacam pela baixa ocupação territorial e por apresentarem suscetibilidade moderada a inundações e deslizamentos. Tais fenômenos podem afetar diretamente as comunidades locais, principalmente áreas com populações mais vulneráveis. A situação é semelhante na porção centro-norte e noroeste do Pará, com médias entre 2,5 e 5 eventos que ultrapassam 50 mm por dia. Esta faixa do estado, junto ao nordeste amazônico, devido à sua localização e características de suscetibilidade, também têm fortes indicativos de anomalias positivas, apresentando uma exposição elevada a riscos geohidrológicos. Nestas regiões, a combinação de eventos de precipitação intensa com a vulnerabilidade das áreas urbanizadas e rurais estabelece um cenário de risco elevado, exigindo atenção especial. O maior destaque é para a região metropolitana de Manaus, onde há uma elevada exposição da população e uma alta vulnerabilidade, indicando um cenário de risco elevado se os eventos de precipitações mais extremas se concretizarem. A frequência e intensidade desses eventos detectados em anos análogos, em áreas caracterizadas por ocupações vulneráveis e com histórico de ocorrências, potencializam os riscos de deslizamentos de terra e inundações, impactando significativamente a vida e os meios de subsistência das populações afetadas. Considerando também a anomalia positiva do indicador RX1Day, espera-se que eventos pontuais extremos possam vir a se concretizar juntamente com o aumento do número destes eventos sob influência da La Niña.

8. POSSÍVEIS IMPACTOS NA SAÚDE PÚBLICA

37. Durante os anos de La Niña normalmente ocorrem chuvas mais abundantes na Amazônia e na Região Nordeste, que podem provocar episódios frequentes de cheias, alagamentos e enchentes, afetando áreas urbanas e rurais. Pessoas em contato com águas acumuladas das chuvas e de barro em decorrência de eventos hidrológicos podem ser contaminadas por leptospirose, tétano, hepatite A, doenças diarreicas aguda, entre outros, além de ataques por animais peçonhentos, que surgem em locais de enchentes e destruições.

38. Os sintomas mais frequentes em pessoas contaminadas por enchentes são febre alta, dores de cabeça, dores pelo corpo, principalmente nas panturrilhas (batata-da-perna), fraqueza, falta de apetite, dor nos olhos, vômitos, coceira, manchas no corpo, dor de barriga, pequenos sangramentos, etc. Nas formas mais graves, geralmente aparece icterícia (coloração amarelada da pele e dos olhos) e consequente necessidade de cuidados especiais e internação hospitalar. Pessoas afetadas por águas contaminadas podem apresentar também hemorragias, meningite, insuficiência renal, hepática e respiratória, que podem levar à morte. Em caso destes sintomas após contato com águas de enchentes e inundações, os afetados devem procurar o Centro de Saúde mais próximo.

39. Em razão do exposto, recomenda-se evitar o contato com água ou lama de enchentes e impedir que crianças nadem ou brinquem nessas águas ou outros ambientes que possam estar contaminados pela urina de ratos. Ao retornar para uma residência afetada por água de enchentes e inundações, é necessário usar luvas e botas de borracha e evitar o contato da pele com a água ou com a lama proveniente das inundações. Recomenda-se ainda lavar os utensílios de cozinha com solução de hipoclorito de sódio a 2,5% (água sanitária). O hipoclorito mata as bactérias que causam leptospirose e deverá ser utilizado para desinfetar reservatórios de água (um litro de água sanitária para cada 1.000 litros de água do reservatório), locais e objetos que entraram em contato com água ou lama contaminada (um copo de água sanitária em um balde de 20 litros de água).

40. Como medidas preventivas, são indicadas desinfecção periódica de caixas d'água e sua completa vedação. Também são necessárias medidas de combate aos ratos, que incluem o acondicionamento e destino adequado do lixo, o armazenamento apropriado de alimentos e o uso de raticidas, que deve ser realizado por equipes capacitadas.

41. Ainda como efeito das chuvas intensas nas regiões Norte e Nordeste, em conjunto com altas temperaturas, os impactos relacionados à saúde pública envolvem o risco de arboviroses (dengue, Zika, chikungunia). Há episódios frequentes de cheias e alagamentos, principalmente em áreas urbanas onde as lâminas de água da chuva e a água acumulada em recipientes como pneus, garrafas e caixas d'água sem vedação aumentam os locais de postura e eclosão de ovos dos vetores. Os aumentos na temperatura diminuem o período de incubação do patógeno, fazendo com que os vetores se tornem infecciosos mais rapidamente. Aumentos na temperatura também aceleram o ciclo de vida do vetor ou permitem que o vetor colonize áreas que antes eram muito frias. A temperatura também pode afetar o comportamento humano com relação à exposição a locais abertos e com maior presença de mosquitos vetores de doenças.

42. Os sintomas mais frequentes das arboviroses são febre alta, dor nas articulações e nos olhos, mal-estar, dor de cabeça, manchas vermelhas no corpo. No caso da dengue, os sinais de alarme da doença são caracterizados principalmente por dor abdominal intensa e contínua, vômitos persistentes, acúmulo de líquidos, sangramento de mucosa, irritabilidade. Em caso de suspeita de arboviroses é importante aumentar a hidratação e evitar a automedicação. Além disso, é possível realizar testes para identificar a exata enfermidade e fazer o tratamento adequado. O diagnóstico correto só pode ser feito pelo médico. Deve-se buscar assistência na unidade de saúde mais próxima.

43. No caso das arboviroses, como medidas preventivas recomendam-se limpar quintais e terrenos vazios uma vez por semana e procurar eliminar ou acondicionar corretamente os recipientes que possam acumular água. É recomendável também usar repelentes contra insetos e, quando possível, tomar as vacinas disponíveis.

44. Na região Sul, em caso de atuação de La Niña há maior ocorrência de estiagem e secas, podendo provocar eventualmente falta de água para abastecimento humano. A redução da disponibilidade de água para consumo e saneamento aumenta o risco de doenças diarreicas (associadas ao consumo de água não-potável), alergias por contato com água em situação imprópria, insegurança alimentar e desidratação. Nestes casos, recomenda-se o manejo dos recursos hídricos nos reservatórios, para evitar uma situação de colapso. Deve-se considerar a possibilidade de racionamento de água e a realização de campanhas para redução do uso doméstico, e, quando possível, do uso industrial. As campanhas informativas devem alertar também para o cuidado no contato com águas não tratadas de rios e reservatórios.

45. Em situações de secas, pode aumentar o risco de incêndios, causando efeitos diretos por queimaduras e efeitos indiretos por problemas respiratórios relacionados à inalação de fumaça. As principais recomendações são de alertar as equipes de brigadistas e socorristas para que estejam devidamente preparadas. Para a população com problemas respiratórios, a orientação é de procurar o centro de saúde mais próximo.

46. Para localidades com temperaturas abaixo da média, pode haver situações de hipotermia em pessoas sem abrigo. Nestas condições, devem se alertar assistentes sociais, socorristas e voluntários, para que estejam devidamente preparados para assistência.

47. Face ao exposto, os efeitos do La Niña podem impactar diversas localidades do país. Os principais grupos de doenças associadas com períodos de La Niña, assim como de El Niño, são as doenças de veiculação hídrica, as transmitidas por vetores e as respiratórias. Os riscos associados às mudanças climáticas globais não podem ser avaliados separadamente do contexto globalizado, das mudanças ambientais e da precarização de sistemas de governos. Cabe ao setor saúde, não só prevenir esses riscos, mas atuar na redução de suas vulnerabilidades sociais.

9. CONCLUSÕES

48. As projeções de precipitação e de temperatura elaboradas para o período setembro/2024 – fevereiro/2025 a partir da construção de cenários derivados de anos análogos (rápida transição de fenômeno El Niño para La Niña) indicam altas chances de ocorrência de chuvas abaixo da média no sul do país e de precipitações superiores à média entre Minas Gerais e Bahia (especialmente na primavera) e em boa parte do setor norte do Brasil. As temperaturas provavelmente serão inferiores à média no centro-sul do país, na primavera, e em parte das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, no verão. Ao contrário, as temperaturas serão superiores aos valores normais em parte das regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, na primavera, e em parte da Região Sudeste no verão.

49. Partindo do cenário atual, espera-se um aumento do volume armazenado nos principais reservatórios do Sistema Integrado (SIN) nas regiões Norte e Nordeste, e uma diminuição desses volumes no subsistema Sul. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste o cenário é mais incerto, embora não se espere uma

situação crítica nos próximos meses.

50. Em relação aos impactos nas áreas agroprodutivas, partindo da situação atual espera-se uma recuperação da situação de seca na Região Norte. Por outro lado, nos estados de São Paulo e Mato Grosso do Sul a situação de seca deve persistir nos próximos meses. Na Região Sul, onde o cenário atual é de normalidade na maior parte da região, espera-se um gradativo aumento do número de municípios em condição de seca.

51. Em termos de probabilidade de desastres geo-hidrológicos (inundações, enxurradas, alagamentos, deslizamentos de terra, e outros) destacam-se a parte nordeste do Rio Grande do Sul e o leste de Santa Catarina e do Paraná, na Região Sul. Na Região Sudeste o maior risco encontra-se na faixa leste de São Paulo, na Costa Verde do Rio de Janeiro, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, na Serra fluminense, no sul de Minas Gerais, na Região Metropolitana de Belo Horizonte e no Espírito Santo. Na Região Nordeste ressalta-se o sul da Bahia, em que o número de desastres pode ser superior ao da média, enquanto na Região Norte especial atenção deve ser dada à área metropolitana de Manaus e, em menor medida, ao norte do Amapá e ao centro-norte e noroeste do estado do Pará.

52. Em relação à saúde pública, espera-se um aumento do número de casos de leptospirose, assim como de arboviroses (dengue, Zika, chikungúnia) nas regiões Norte e Nordeste. Na Região Sul, a diminuição das chuvas pode provocar a redução da disponibilidade de água, com consequente aumento de doenças diarreicas, alergias e insegurança alimentar, além do aumento da probabilidade de incêndios de vegetação, que podem derivar em problemas respiratórios. Em situações de baixas temperaturas, mais prováveis em anos de La Niña, pode haver situações de hipotermia em pessoas sem abrigo ou em moradias com condições precárias de aquecimento.

53. Face ao acima exposto, o CEMADEN/MCTI fará atualização da análise apresentada após a efetiva configuração do fenômeno La Niña e antes do início da próxima estação chuvosa na região central do Brasil, que provavelmente ocorrerá nos meses de agosto/setembro.

REFERÊNCIAS

Biblioteca virtual em Saúde – Ministério da Saúde:

<https://bvms.saude.gov.br/leptospirose/#:~:text=O%20hipoclorito%20de%20s%C3%B3dio%20a,em%20um%20balde%20de%20>

Ministério da Saúde. <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2024/fevereiro/aprenda-a-diferenciar-os-sintomas-da-dengue-e-da-gripe#:~:text=Normalmente%2C%20a%20primeira%20manifesta%C3%A7%C3%A3o%20da,e%20manchas%20vermelhas%20na%20pele>.

Cai, W.; Santoso, A.; Collins, M. et al. Changing El Niño–Southern Oscillation in a warming climate. *Nat. Rev. Earth Environ.* 2, 628–644 (2021). <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00199-z>

Golin, V.; Sprovieri, S. R. S.; Bedrikow, R.; Pereira, A. C.; Melhado, V. E. R.; Salles, M. J. C.; Azevedo, P. R. C. (2003). Hipotermia acidental em um país tropical. *Revista da Associação Médica Brasileira*, 49(3), 261–265. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302003000300028>

Geng, T.; Jia, F.; Cai, W. et al. Increased occurrences of consecutive La Niña events under global warming. *Nature* 619, 774–781 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41586-023-06236-9>

Kao, H.; J. Yu, 2009: Contrasting Eastern-Pacific and Central-Pacific Types of ENSO. *J. Climate*, 22, 615–632, <https://doi.org/10.1175/2008JCLI2309.1>.

Moraes, B. C. et al. Sazonalidade nas notificações de dengue das capitais da Amazônia e os impactos do El Niño/La Niña. *Cadernos de Saúde Pública* [online]. v. 35, n. 9, 2019. [Acessado 27 Fevereiro 2024], e00123417. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00123417>>. ISSN 1678-4464. <https://doi.org/10.1590/0102-311X00123417>.

Nobre, G. G.; Muis, S.; Veldkamp, T. I. E.; Ward, P. J. Achieving the reduction of disaster risk by better predicting impacts of El Niño and La Niña. *Progress in Disaster Science*, Volume 2, 2019, 100022, ISSN 2590-0617, <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100022>.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590061719300225>

Wu, X.; Okumura, Y. M.; DiNezio, P. N. What controls the duration of El Niño and La Niña events? *J. Clim.* 32, 5941–5965 (2019).

Elaborado por:

Ana Paula Martins do Amaral Cunha

Christopher Alexander Cunningham Castro

Diego Oliveira de Souza

Giovanni Dolif Neto

Lidiane Cristina Oliveira Costa

Luciana de Resende Londe

Luz Adriana Cuartas Pineda

Pedro Ivo Mioni Camarinha

Revisado por:

Jose Antonio Marengo Orsini

Marcelo Enrique Seluchi

Regina Célia dos Santos Alvalá



Documento assinado eletronicamente por **Regina Célia dos Santos Alvalá**, Diretor do Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais substituto, em 06/03/2024, às 15:59 (horário oficial de Brasília), com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.mcti.gov.br/verifica.html>, informando o código verificador **11766545** e o código CRC **BDE2F25C**.

Minutas e Anexos

Não Possui.