O Impacto do El Niño Sobre Saúde e Mortalidade no Brasil

Bernardo Jazra[1], Guilherme Cabrine[1,2], Rudi Rocha[1,3]

[1]**Instituto de Estudos para Políticas de Saúde (IEPS)**
[2]**FGV EPGE**
[3]**FGV EAESP**

Resumo

- O El Niño, aquecimento anormal do Pacífico equatorial que se repete a cada dois a sete anos, aumenta a frequência de dias quentes no Brasil, traz menos chuva no Norte e no Nordeste e mais chuva no Sul. Como o calor tipicamente aumenta a mortalidade, sobretudo de idosos, a mensuração e caracterização dos efeitos do El Niño sobre a saúde da população são fundamentais.
- Estimamos o impacto do calor induzido pelo El Niño sobre a mortalidade de brasileiros com 60 anos ou mais e testamos se políticas de saúde o atenuam. Combinamos os óbitos de todos os 5.570 municípios entre 2000 e 2024, período com sete eventos de El Niño, a dados climáticos do ERA5. Comparamos, no mesmo mês e ano, a mortalidade em cada zona climática tropical com aquela na zona Temperada, no Sul do país.
- Os meses de El Niño trazem mais dias acima de 35°C e mais ondas de calor a todas as zonas tropicais. A mortalidade total de idosos sobe entre 0,7% e 4,1% em três das quatro zonas, em relação ao Sul, sem efeito detectável na zona Equatorial. Isso corresponde a pelo menos 42.200 mortes adicionais de idosos no conjunto dos sete eventos analisados da amostra.
- O aumento aparece nas mortes por doenças não transmissíveis nas quatro zonas, de 1,1% a 3,4%, com destaque para as circulatórias. Nas doenças infecciosas, o aumento em média é relativamente maior, embora essas estimativas sejam mais ruidosas devido à baixa frequência de óbitos resultantes delas. Não observamos efeito sobre as causas externas.
- A evidência de mitigação é informativa: a alta cobertura da atenção primária está associada a um efeito menor do El Niño em todas as zonas tropicais, com exceção da zona Equatorial, na qual o acesso a unidades de urgência e emergência é mais relevante.

Introdução

O El Niño ocorre aproximadamente em intervalos de dois a sete anos, trazendo anomalias de temperatura e precipitação a diferentes regiões do planeta (Goddard e Gershunov, 2020). O fenômeno tem origem no Oceano Pacífico. Em condições neutras, os ventos alísios, correntes de ar constantes que sopram de leste para oeste ao longo do Equador, empurram as águas quentes da superfície para o Pacífico oeste, perto da Ásia e da Oceania, enquanto águas frias afloram no lado leste, junto à costa da América do Sul. Durante um El Niño, esses ventos enfraquecem, e as águas quentes se espalham para o Pacífico central e leste (Philander, 1985). Esse aquecimento vem acompanhado de uma reorganização da circulação atmosférica, que desloca as áreas de chuva e de seca ao redor do globo (Trenberth, 1997; Ropelewski e Halpert, 1987; Cai et al., 2020).

Nenhum El Niño é idêntico a outro, pois variam em intensidade, padrão espacial e época de ocorrência (Ashok e Yamagata, 2009; Lin et al., 2025). No entanto, seus efeitos no Brasil seguem um padrão relativamente consistente (Grimm e Tedeschi, 2009; Cai et al., 2020; Tedeschi e Sampaio, 2022). Os meses de El Niño tendem a ser mais quentes, com maior frequência de calor extremo e de ondas de calor (sequências de dias muito quentes), embora a intensidade deste padrão varie pelo país. A precipitação responde em direções opostas. No Norte e no Nordeste, sobretudo no norte e leste da Amazônia e no norte do Nordeste, chove menos, o que aumenta o risco de seca e de queimadas (Jiménez-Muñoz et al., 2016; Chen et al., 2017; Aragão et al., 2018). No Sul, chove mais, por vezes o suficiente para causar enchentes.

Para além da previsão de que eventos extremos de El Niño se tornem mais frequentes com o aquecimento

global (Cai et al., 2014), importante também destacar que as anomalias de temperatura e precipitação que acompanham o El Niño no Brasil tipicamente se assemelham às mudanças climáticas projetadas para o país nas próximas décadas (Cai et al., 2020; IPCC, 2022; Tedeschi e Sampaio, 2022). O El Niño funciona, assim, como uma prévia natural do clima futuro do Brasil e, por ser previsto com meses de antecedência, como uma oportunidade para que os sistemas de saúde se preparem.

Temperaturas elevadas e ondas de calor estão associadas a piores desfechos de saúde, e a mudança climática aumenta sua frequência (IPCC, 2022). Evidências de diversos países mostram que temperaturas extremas estão associadas a maior mortalidade, especialmente entre idosos, e a piores desfechos de saúde neonatal e materna (Deschenes e Moretti, 2009; Deschênes e Greenstone, 2011; Barreca et al., 2016; Flores, Hakak e Mathes, 2024; Lakhoo et al., 2025; Peçanha, Rocha e Szerman, 2026). Espera-se, portanto, que o El Niño aumente os riscos à saúde da população em diversas regiões do país. Este impacto causal, no entanto, nunca foi mensurado empiricamente.

Neste trabalho, estimamos o impacto do calor induzido pelo El Niño sobre a mortalidade de brasileiros com 60 anos ou mais e testamos se políticas públicas de saúde atenuam esse impacto. Combinamos registros mensais de óbitos de todos os 5.570 municípios entre 2000 e 2024, período que inclui sete eventos de El Niño, com dados climáticos horários do ERA5, e exploramos as diferenças na assinatura climática do El Niño entre as cinco zonas climáticas do Brasil para estimar sua associação com a mortalidade total e por causas específicas, acompanhando a cadeia de causalidade que vai do El Niño ao calor e a outras anomalias climáticas, e destas à saúde.

Do ponto de vista metodológico, como o El Niño está ativo em diferentes pontos do tempo, e supostamente atingindo o país inteiro ao mesmo tempo, uma série nacional de temperatura e mortalidade não permite separar os efeitos do fenômeno sobre a saúde de outros fenômenos que ocorrem simultaneamente. Por isso, implementamos uma estratégia que compara os municípios em cada uma das zonas tropicais do país com a zona Temperada, utilizada como benchmark. Esta zona corresponde ao Sul do país e é a menos exposta ao calor extremo do El Niño. Mais especificamente, usamos as cinco zonas climáticas definidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Nimer, 1979): Equatorial (EQ), Tropical Zona Equatorial (TZE), Tropical Brasil Central (TBC), Tropical Nordeste Oriental (TNO) e Temperado (TP). Essa comparação nos ajuda a eliminar a influência de outros determinantes da saúde que sejam comuns a todos os municípios, como de políticas nacionais, condições macroeconômicas ou ciclo político.

Os meses de El Niño trazem mais dias acima de 35°C e mais ondas de calor a todas as zonas tropicais em relação a TP, e a mortalidade de idosos aumenta em três das quatro. A mortalidade total sobe 4,1% em TNO, 3,4% em TZE e 0,7% em TBC, sem diferença detectável em EQ. O aumento também é observado para causas específicas, como doenças infecciosas e circulatórias, sendo que a última cresce nas quatro zonas. A evidência de mitigação é também heterogênea. Alta cobertura de atenção primária à saúde está associada à mitigação do impacto do El Niño em todas as regiões exceto EQ, na qual a mitigação se dá via acesso a unidades de urgência e emergência.

Em termos absolutos, estimamos que os últimos sete eventos de El Niño estão associados aproximadamente, ao menos, a 42.200 mortes adicionais de idosos. Essa estimativa, sendo um limite inferior, revela a importância do fenômeno sobre a saúde da população mais vulnerável. A nossa amostra termina antes do evento de El Niño em curso, que, segundo as previsões, se tornará muito forte até o fim de 2026 (WHO, 2026). Nossas estimativas oferecem, assim, uma referência para a carga de mortalidade que o Brasil pode enfrentar em 2026 e 2027, bem como evidências sobre as políticas capazes de reduzi-la.

Metodologia e Dados

Dados

Combinamos dados de cinco fontes no nível do município, mês e ano para criar o painel de análise, que contempla o período de 2000 a 2024: dados climáticos e de poluição, do El Niño, de saúde, de políticas públicas de saúde e de população. Também usamos a classificação climática do IBGE para designar cada município à sua zona climática.

Dados Climáticos e de Poluição

Os dados de temperatura e precipitação são produtos de reanálise do ERA5, elaborados pelo *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts* (ECMWF). Eles têm resolução horária e espacial de $0{,}25° \times 0{,}25°$ e coletamos o período de 1985 a 2025. A partir deles, calculamos, para cada célula da grade, as temperaturas máxima, mínima e média diárias e a precipitação total diária, e agregamos esses valo-

res aos municípios usando as fronteiras oficiais do IBGE, ponderando cada célula pela fração de sua área contida no município. Em seguida, construímos variáveis mensais: temperaturas média, máxima e mínima, precipitação total e número de dias com temperatura máxima igual ou superior a 35°C. Construímos também três medidas de onda de calor, definidas como o número de episódios de três ou mais dias consecutivos com (i) temperatura máxima igual ou superior a 35°C (ondas de calor diurnas), (ii) temperatura mínima igual ou superior a 24°C (ondas de calor noturnas) ou (iii) ambas as condições ao mesmo tempo (ondas de calor compostas).

Para a poluição do ar, usamos as concentrações diárias médias de material particulado fino ($MP_{2,5}$) por município, de Saldanha et al. (2025), disponíveis de 2003 a 2024 e construídas a partir da reanálise global CAMS (EAC4) do Serviço de Monitoramento da Atmosfera Copernicus. Em cada município e mês, contamos os dias em que a concentração média diária excede 15 $\mu g/m^3$, nível de referência de 24 horas da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2021), como medida de exposição a alta poluição.

El Niño

Identificamos os meses de El Niño pelo *Oceanic Niño Index* (ONI), da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), uma média móvel de três meses das anomalias de temperatura da superfície do mar na região Niño 3.4 do Pacífico equatorial. Seguindo a definição operacional da NOAA, classificamos um período como El Niño quando o índice atinge ou excede $+0{,}5^{\circ}$C por pelo menos cinco trimestres móveis consecutivos, e como La Niña quando o índice fica 0,5°C ou mais abaixo da média pelo mesmo período; os demais meses são neutros. Nossa análise usa o indicador resultante, que vale um nos meses de El Niño e zero nos demais.[1]

Dados de Saúde

Os dados de mortalidade vêm do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM), do Ministério da Saúde, que registra o universo de óbitos ocorridos no Brasil, independentemente da cobertura do sistema de saúde. Os dados do SIM vão até 2024, de modo que construímos contagens mensais de óbitos de 2000 a 2024 para todos os 5.570 municípios. Como o SIM registra a causa básica do óbito pela Classificação Internacional de Doenças (CID 10), construímos também contagens por causas específicas. A mortalidade total foi definida como o somatório das mortes por causas infecciosas, externas e não transmissíveis, sendo que a última inclui as circulatórias, respiratórias, endócrinas e metabólicas e as neoplasias.[2] Como nosso foco são os idosos, contamos apenas os óbitos de pessoas com 60 anos ou mais.

Dados de Políticas Públicas de Saúde

Para investigar se a capacidade do sistema de saúde ou o acesso ao cuidado atenuam os efeitos do El Niño, incorporamos duas medidas. Com base no Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), contamos as unidades de pronto atendimento e prontos-socorros gerais e especializados em operação em cada município e mês, entre 2005 e 2024, como indicador da capacidade local de resposta a emergências. Calculamos também a cobertura populacional das equipes da Estratégia Saúde da Família em cada município e mês, entre 2000 e 2024, como indicador de cobertura de atenção primária.

Dados de População

Obtivemos do IBGE a população por faixa etária em cada município e ano. Usamos a população de 60 anos ou mais como base de exposição para a mortalidade nos modelos e a população total para calcular o número de unidades de pronto atendimento por mil habitantes.

Zonas Climáticas

Agrupamos os municípios nas cinco zonas climáticas definidas pelo IBGE (Nimer, 1979), cuja delimitação pode ser vista na Figura 1. A zona Equatorial (EQ) cobre a maior parte da Amazônia, com temperaturas altas e chuvas abundantes ao longo de todo o ano. A Tropical Zona Equatorial (TZE) cobre o norte da região Nordeste, incluindo a transição entre a Amazônia e o restante do Nordeste, com temperaturas altas. A Tropical Brasil Central (TBC) cobre a região central do país, incluindo boa parte do bioma Cerrado e parte da Mata Atlântica, com estações seca e chuvosa bem definidas. A Tropical Nordeste Oriental (TNO) cobre a faixa litorânea úmida do leste do Nordeste (a Zona da Mata e parte do Agreste). A Temperado

[1] Desde 2026, a NOAA passou a classificar os eventos pelo *Relative Oceanic Niño Index* (RONI), que remove o efeito do aquecimento de longo prazo dos oceanos. Usamos o ONI para manter a consistência com a classificação histórica dos eventos entre 2000 e 2025 e com a literatura, que o utiliza.

[2] As doenças infecciosas são identificadas como aquelas com código CID 10 iniciado em A ou B; as externas com código iniciado em V, W, X ou Y; circulatórias, em I; respiratórias, em J; endócrinas e metabólicas, em E; e as neoplasias, em C ou D.

(TP) cobre os estados do Sul, com clima subtropical e a maior variação sazonal de temperatura do país. Parte do semiárido nordestino pertence às zonas TZE e TBC. Adotamos essa classificação, e não uma divisão mais ampla (como as cinco regiões geográficas do país) ou mais detalhada (como a classificação de Köppen e Geiger), porque ela captura a variação climática mais relevante para o El Niño, a saber, calor, seca e excesso de chuva, sem perder poder estatístico nas estimativas de cada zona.

Metodologia

Nosso objetivo é estimar o impacto do calor induzido pelo El Niño sobre a mortalidade de idosos e testar se políticas de saúde o atenuam. Também examinamos em que medida o El Niño está associado a várias dimensões ambientais. Além da temperatura, analisamos impactos sobre o padrão de chuva e poluição do ar.

Modelo Empírico

O desfecho é o número de óbitos de pessoas com 60 anos ou mais em cada município, mês e ano. Contagens de óbitos são sempre positivas e podem ser muito pequenas para causas raras em municípios pequenos, e dividi-las por populações pequenas gera taxas extremas que distorcem estimativas lineares. Por isso, usamos um modelo de Poisson estimado por pseudo máxima verossimilhança (PPML) (Gourieroux, Monfort e Trognon, 1984; Silva e Tenreyro, 2011; Correia, Guimarães e Zylkin, 2020), apropriado para dados de contagem com muitos zeros. A população de 60 anos ou mais entra como base de exposição do modelo, de modo que ele explica, na prática, taxas de mortalidade. A especificação principal é:

$$E\left[Y_{imy} \mid \cdot\right] = \exp\left(\sum_z \gamma_z \left(\text{ElNino}_{my} \times \text{Zona}_i^z\right) + \rho_{im} + \lambda_{my} + \ln(\text{Pop60}_{imy}) \right) \quad (1)$$

onde Y_{imy} é o número de óbitos no município i, mês m e ano y, ElNino_{my} indica meses de El Niño, Zona_i^z indica a zona climática do município e Pop60_{imy} é a população de 60 anos ou mais, nossa variável de exposição.[3] A soma percorre as quatro zonas tropicais (EQ, TZE, TBC e TNO), omitindo TP. O termo ρ_{im} é um efeito fixo de município por mês do calendário, que controla o padrão sazonal próprio de cada município e nos permite comparar o que ocorre, por exemplo, em um mês de julho com os demais meses de julhos do mesmo município nos demais anos. A sazonalidade padrão de cada município, portanto, é eliminada como confundidora. O termo λ_{my} é um efeito fixo de mês por ano, absorvendo choques comuns a todos os municípios em um dado ponto do tempo, como mudanças de políticas nacionais e choques de preços. Como o El Niño é uma variável indicadora varia apenas entre meses e anos, ou seja, ao longo do tempo e não no espaço, o seu efeito médio nacional é absorvido por λ_{my}, e cada coeficiente γ_z é identificado por diferenças entre zonas dentro do mesmo mês e ano: ele mede o efeito dos meses de El Niño na zona z em relação ao mesmo efeito em TP. Os erros padrão são *clusterizados* a nível do município.

Escolhemos TP como referência porque é a zona em que o El Niño menos altera a frequência de calor extremo (Figura 1). A escolha é uma normalização, e não a suposição de que o Sul seja um grupo de comparação não afetado: se o El Niño aumenta a mortalidade em TP, por exemplo, nossas estimativas subestimam o efeito nas demais zonas pois devem ser interpretadas em termos relativos.

Assinatura Climática do El Niño

Caracterizamos também a assinatura climática do El Niño. No primeiro passo, descritivo, regredimos (a) o número de dias no mês com temperatura máxima igual ou superior a 35°C e (b) a precipitação total mensal sobre o ONI, usando todos os meses da amostra. Como o exercício não tem controles, ele também capta sazonalidade e tendências de longo prazo. O segundo passo verifica se esses padrões resistem a uma especificação mais exigente. Estimamos a especificação principal com desfechos climáticos (dias acima de 35°C, as três medidas de onda de calor, precipitação total e dias de alta poluição) por mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos, em vez de PPML. Essas variáveis não têm a estrutura de eventos raros que motiva o modelo de Poisson, e nosso interesse é a variação absoluta esperada, em dias ou milímetros, e não a variação percentual.

Efeitos de Mitigação

Para testar se políticas de saúde atenuam impactos sobre mortalidade, acrescentamos à equação (1) uma interação tripla entre o El Niño, cada zona e uma variável de política medida no município, mês e ano:

[3] Aplicando o logaritmo natural em ambos os lados da equação 1, podemos reescrever o modelo como $ln\left(\frac{E\left[Y_{imy} \mid \cdot\right]}{\text{Pop60}_{imy}}\right) = \sum_z \gamma_z \left(\text{ElNino}_{my} \times \text{Zona}_i^z\right) + \rho_{im} + \lambda_{my}$, que torna mais claro como a variável de exposição permite o uso de taxas de mortalidade como variável dependente.

$$
\begin{aligned}
E\left[Y_{imy} \,\middle|\, \cdot\right] = \\
\exp\Bigg(& \sum_z \theta_z \left(\text{ElNino}_{my} \times \text{Zona}_i^z \times \text{Politica}_{imy}\right) + \\
& \sum_z \gamma_z \left(\text{ElNino}_{my} \times \text{Zona}_i^z\right) + \\
& \sum_z \omega_z \left(\text{Zona}_i^z \times \text{Politica}_{imy}\right) + \\
& \xi \left(\text{ElNino}_{my} \times \text{Politica}_{imy}\right) + \text{Politica}_{imy} + \\
& \rho_{im} + \lambda_{my} + \ln(\text{Pop60}_{imy}) \Bigg)
\end{aligned}
\tag{2}
$$

O coeficiente de interesse é θ_z: um valor negativo indica que maior exposição à política atenua o dano do El Niño na zona z mais do que o atenua em TP. Os demais termos isolam essa interação: ξ capta a interação entre o El Niño e a política comum a todas as zonas, e ω_z capta a interação entre zona e política fora dos períodos de El Niño, de modo que θ_z reflete apenas o papel mitigador da política específico de cada zona e exclusivo dos episódios de El Niño. Como a exposição à política não é aleatória, θ_z deve ser lido como uma associação, que pode refletir características municipais correlacionadas.

Consideramos duas variáveis de política: (1) uma variável binária igual a um se a cobertura populacional de equipes da Estratégia Saúde da Família está acima da mediana da amostra, como indicador de acesso à atenção primária; e (2) o número de unidades de urgência e emergência por mil habitantes, como indicador de acesso ao cuidado de emergência.

Resultados

Nesta seção seguiremos a cadeia de eventos que se inicia no impacto do El Niño sobre temperatura, e de temperatura à saúde. Seguimos três etapas: primeiro, documentamos a assinatura climática do El Niño; depois, sua associação com a mortalidade de idosos; por fim, se políticas de saúde a atenuam. Em todos os resultados, os coeficientes das zonas climáticas são relativos a TP.

A Assinatura Climática do El Niño

A Figura 1 mapeia a sensibilidade de cada município ao ONI. O painel (a) mostra que o efeito de aquecimento do El Niño é amplo, com as maiores sensibilidades no interior do Nordeste (TZE), no leste da região central (TBC) e na maior parte da Amazônia (EQ). TP é claramente a zona menos sensível: embora o El Niño também aqueça o Sul, seu clima ameno faz com que temperaturas extremas raramente sejam atingidas. O painel (b) mostra o padrão esperado para a chuva (Grimm e Tedeschi, 2009; Cai et al., 2020; Tedeschi e Sampaio, 2022): redução no norte do país, concentrada em EQ e mais branda em TZE, e aumento em TP.

A Tabela 1 confirma esses padrões na especificação com efeitos fixos. Em relação a TP, todas as zonas tropicais têm significativamente mais dias com temperatura máxima igual ou superior a 35°C durante o El Niño (coluna 1), de 0,24 dia adicional por mês em EQ a 0,81 em TZE, o que equivale a 15% a 51% da média amostral de 1,6 dia. As ondas de calor também aumentam em todas as zonas, nas três definições (colunas 2 a 4). Esses resultados são consistentes com a literatura que documenta a influência de aquecimento do ENOS sobre a América do Sul (Cai et al., 2020).

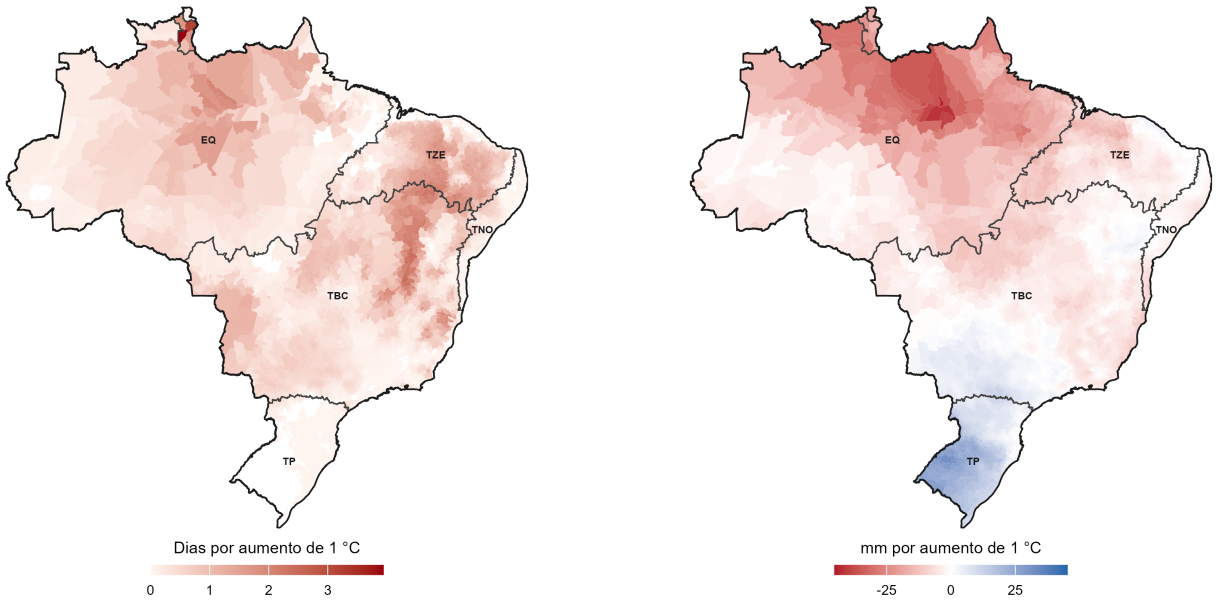
A precipitação total é menor em todas as zonas tropicais em relação a TP (coluna 5), de 21 a 39 milímetros por mês, ou 19% a 36% da média amostral. Esse contraste reflete as condições mais úmidas que o El Niño traz ao Sul do país (Grimm e Tedeschi, 2009) e, por si só, não indica que essas zonas fiquem mais secas em termos absolutos. O painel (b) da Figura 1 no entanto, mostra redução de chuva em EQ e TZE, em linha com secas documentadas na Amazônia e no norte do Nordeste (Grimm e Tedeschi, 2009; Jiménez-Muñoz et al., 2016). Os dias de alta poluição (coluna 6) aumentam mais no EQ, 1,3 dia adicional por mês, ou 28% da média amostral, o que é consistente com as queimadas impulsionadas por calor e seca durante o El Niño (Jiménez-Muñoz et al., 2016; Chen et al., 2017). Dias com alta poluição aumentam de forma modesta em TNO e TZE e diminuem em TBC.

O calor é, portanto, o fator mais consistente entre as zonas: sobe em todas elas, enquanto a poluição responde em direções opostas e os contrastes de chuva refletem em parte as chuvas mais fortes em TP, e não necessariamente a seca em todas as demais zonas.

Efeitos sobre Mortalidade

Tanto o calor extremo quanto o material particulado fino são fatores associados a aumento de mortalidade em diversos estudos (Deschênes e Greenstone, 2011; Deryugina e Hsiang, 2014; Barreca et al., 2016; Cohen e Dechezleprêtre, 2022; Aguilar-Gomez, Zivin e Neidell, 2025; Peçanha, Rocha e Szerman, 2026; Pope Iii et al., 2002; Dominici et al., 2006; Chay e Greenstone, 2003; Currie e Walker, 2011; Schlenker e Walker, 2016; Di, Dai et al., 2017; Di, Wang et al., 2017; Deryugina et al., 2019; Anderson, 2020), de modo que essas resultados da seção anterior revelam mecanismos pelos quais o El Niño pode afetar a saúde.

Figura 1. Sensibilidade dos municípios ao ONI, com os limites das zonas climáticas



(a) Dias com temperatura máxima igual ou superior a 35°C

(b) Precipitação total

Notas: Cada município recebe a inclinação de uma regressão simples do desfecho sobre o *Oceanic Niño Index* (ONI), sem controles nem efeitos fixos, usando todos os meses da amostra; as inclinações refletem, portanto, também sazonalidade e tendências de longo prazo. O painel (a) mostra os dias adicionais por mês com temperatura máxima igual ou superior a 35°C, e o painel (b), a variação da precipitação total mensal, em milímetros, para cada 1°C de aumento no ONI. Tons mais escuros de vermelho indicam mais dias quentes no painel (a) e menos chuva no painel (b); tons de azul indicam mais chuva. As linhas pretas delimitam as zonas climáticas do IBGE: Equatorial (EQ), Tropical Zona Equatorial (TZE), Tropical Brasil Central (TBC), Tropical Nordeste Oriental (TNO) e Temperado (TP). Fontes: ERA5 (ECMWF), ONI (NOAA) e IBGE.

A Tabela 2 apresenta os coeficientes estimados pela equação (1) para a mortalidade total e por causas específicas de pessoas com 60 anos ou mais. Como o modelo usa uma função exponencial, convertemos os coeficientes em variações percentuais aplicando a exponencial do coeficiente e subtraindo um. Cada efeito é relativo a TP.

Para a mortalidade total, encontramos coeficientes positivos e significativos em todas as zonas, exceto EQ, cujo coeficiente é pequeno e indistinguível de zero. Os maiores efeitos estão em TNO e TZE, onde os meses de El Niño estão associados a uma mortalidade de idosos 4,1% e 3,4% maior, respectivamente, em relação a TP. TBC apresenta um aumento menor, marginalmente significativo, de 0,7%. Em termos absolutos, esses coeficientes indicam que pelo menos 42.200 mortes adicionais de idosos foram causadas pelos sete eventos de El Niño da nossa amostra, aproximadamente.[4]

Com relação à causas específicas, vemos crescimentos significativos na mortalidade de idosos por causas não transmissíveis em todas as quatro zonas: 3,4% no TNO, 3,1% no EQ, 2,9% no TZE e 1,1% no TBC. Nas colunas (5) e (6), dividimos esse grupo de doenças em "circulatórias"e "outras". O destaque dado à primeira se justifica pelo número de óbitos a ela associado, que chega a quase metade dos totais por não transmissíveis, e pela sólida associação entre doenças cardiovasculares e o calor extremo (Kenny et al., 2010; Liu et al., 2022; Alahmad et al., 2023). Os resultados revelam que as mortes por doenças circulatórias seguem o mesmo padrão do agregado das não transmissíveis, associando-se a crescimentos significantes em todas as quatro zonas. Os maiores efeitos são observados na EQ e na TNO, com aumentos de, respectivamente, 4,5% e 3,6%. É interessante notar que essas são as duas mais associadas ao incre-

[4] Para cada município-mês dos sete últimos eventos de El Niño, calculamos as mortes adicionais de idosos como as mortes observadas multiplicadas por $1-\exp(-\hat{\gamma}_z)$, em que $\hat{\gamma}_z$ é o coeficiente Poisson de El Niño × zona climática (Tabela 2), e somamos entre municípios e eventos. O cenário contrafactual é aquele em que os meses de El Niño tivessem o mesmo efeito que na zona Temperada, tomada como referência com efeito nulo; se o efeito nessa zona for positivo, o número verdadeiro é maior, daí o limite inferior. A estimativa pontual é de 42.200 mortes, com intervalo de confiança de 95% de 18.500 a 65.400, obtido a partir de 10.000 sorteios dos coeficientes segundo sua matriz de covariância, com erros-padrão agrupados no nível do município.

Tabela 1. Efeito do El Niño sobre desfechos climáticos, por zona climática

	(1) Dias ≥ 35°C	(2) Onda de calor diurna	(3) Onda de calor noturna	(4) Onda de calor composta	(5) Precipitação total	(6) Dias com alto $MP_{2,5}$
El Niño × EQ	0,235***	0,033***	0,241***	0,037***	−39,282***	1,277***
	(0,032)	(0,004)	(0,013)	(0,003)	(0,793)	(0,040)
El Niño × TZE	0,809***	0,087***	0,164***	0,072***	−28,835***	0,072***
	(0,032)	(0,004)	(0,007)	(0,003)	(0,423)	(0,019)
El Niño × TBC	0,498***	0,063***	0,047***	0,020***	−20,607***	−0,150***
	(0,012)	(0,002)	(0,002)	(0,001)	(0,367)	(0,015)
El Niño × TNO	0,274***	0,035***	0,147***	0,014***	−25,054***	0,235***
	(0,018)	(0,003)	(0,009)	(0,001)	(0,374)	(0,012)
Média da var. dep.	1,580	0,166	0,198	0,064	109,211	4,616
Observações	1.670.100	1.670.100	1.670.100	1.670.100	1.670.100	1.468.368

Notas: Painel de municípios por mês, de 2000 a 2024 (2003 a 2024 na coluna 6, por disponibilidade dos dados de poluição). Cada coluna reporta uma regressão de mínimos quadrados com efeitos fixos de município por mês do calendário e de mês por ano. Os coeficientes são os da interação entre El Niño e cada zona climática, relativos à zona Temperada (TP). Colunas 1 a 4: dias por mês com temperatura máxima igual ou superior a 35°C e número de ondas de calor (episódios de três ou mais dias consecutivos) diurnas (máxima igual ou superior a 35°C), noturnas (mínima igual ou superior a 24°C) e compostas (ambas as condições). Coluna 5: precipitação total, em milímetros por mês. Coluna 6: dias por mês com concentração média diária de $MP_{2,5}$ acima de 15 $\mu g/m^3$, nível de referência de 24 horas da OMS. Erros padrão *clusterizados* por município entre parênteses. *** $p < 0{,}01$, ** $p < 0{,}05$, * $p < 0{,}10$.

mento da poluição em eventos de El Niño, segundo a Tabela 1. Dessa forma, a combinação entre calor extremo e alta concentração de material particulado pode ser um fator que explica esses resultados. Por fim, a mortalidade por outras doenças não transmissíveis também cresce significativamente nas quatro zonas, enquanto nenhum efeito foi encontrado para as causas externas.

Durante os meses de El Niño, também observamos um forte aumento da mortalidade por doenças infecciosas em TNO, TZE e TBC, de 33,9%, 25,5% e 15,0%, respectivamente, em relação a TP, sem efeito distinguível de zero em EQ. Esses percentuais devem ser lidos com cautela. As doenças infecciosas respondem por cerca de 8% dos óbitos de idosos considerados na análise, de modo que um aumento relativo elevado sobre uma base pequena não se traduz necessariamente em mais mortes, em números absolutos, do que o aumento observado nas demais causas, e as estimativas são menos precisas, como indicam os maiores erros padrão. Além disso, o grupo reúne causas diversas, como septicemia, tuberculose, doenças diarreicas e arboviroses, e nossos resultados não permitem atribuir o aumento a uma doença específica.

Duas razões tornam o resultado plausível. A primeira é que a literatura associa os episódios de El Niño, e as temperaturas elevadas em geral, à maior incidência de doenças infecciosas, em especial as transmitidas por vetores, como a dengue, cuja transmissão é favorecida por temperaturas mais altas (Tipayamongkholgul et al., 2009; Anyamba et al., 2019; Anikeeva et al., 2024). A segunda é que o calor extremo impõe uma sobrecarga fisiológica, cardiovascular e hídrica, a que idosos e pessoas com comorbidades respondem pior (Kenny et al., 2010), o que pode agravar quadros infecciosos e elevar sua letalidade. O aumento de óbitos pode, portanto, refletir mais casos, maior letalidade entre os mais vulneráveis, ou ambos.

Em conjunto, os resultados climáticos e de mortalidade apontam o calor como o principal canal, embora não o único. Os meses de El Niño trazem mais dias de calor extremo e mais ondas de calor a todas as zonas tropicais em relação a TP, e a mortalidade sobe em três das quatro, principalmente por causas não transmissíveis e infecciosas, plausivelmente sensíveis ao calor. O mapeamento, porém, é heterogêneo: TNO, a zona com o maior aumento de mortalidade, não tem o maior aumento de dias de calor extremo; e EQ, com o maior aumento de ondas de calor noturnas, não mostra efeito significativo sobre a mortalidade total. Diferenças de vulnerabilidade e de adaptação da população, e outros canais, como precipitação, poluição do ar e as doenças transmitidas por vetores, provavelmente moldam como o calor induzido pelo El Niño se traduz em mortalidade em cada zona.

Efeitos de Mitigação

A Figura 2 mostra os coeficientes estimados da interação tripla, θ_z, da equação (2) para cada zona, usando como política a alta cobertura de atenção primária (painel A) e o acesso a unidades de urgência e emergência (painel B). A variável dependente em ambos é a mortalidade total. Um coeficiente negativo e signi-

Tabela 2. Efeito do El Niño sobre a mortalidade de idosos, por zona climática e causa

					Doenças não transmissíveis	
	(1) Total	(2) Infecciosas	(3) Não transmissíveis	(4) Externas	(5) Circulatórias	(6) Outras
El Niño × EQ	−0,002	−0,069	0,031***	−0,016	0,044***	0,023***
	(0,013)	(0,065)	(0,007)	(0,016)	(0,008)	(0,009)
El Niño × TZE	0,033***	0,227***	0,029***	0,018	0,024***	0,038***
	(0,007)	(0,045)	(0,004)	(0,014)	(0,005)	(0,007)
El Niño × TBC	0,007*	0,140***	0,011***	−0,001	0,014***	0,010**
	(0,004)	(0,028)	(0,004)	(0,010)	(0,005)	(0,005)
El Niño × TNO	0,040***	0,292***	0,033***	0,020	0,035***	0,035***
	(0,006)	(0,029)	(0,004)	(0,015)	(0,005)	(0,006)
Média da var. dep.	7,827	0,632	6,857	0,339	3,153	3,704
Observações	1.669.975	1.496.475	1.669.925	1.403.200	1.667.975	1.668.875

Notas: Painel de municípios por mês, de 2000 a 2024. Estimativas de Poisson (PPML) da especificação principal (equação 1), com efeitos fixos de município por mês do calendário e de mês por ano e população de 60 anos ou mais como base de exposição. A variável dependente é o número de óbitos de pessoas com 60 anos ou mais. O total é a soma das causas infecciosas, externas e não transmissíveis; as não transmissíveis incluem as circulatórias, respiratórias, endócrinas e metabólicas e as neoplasias, e a coluna 6 (Outras) corresponde às não transmissíveis exceto as circulatórias. Os coeficientes são relativos à zona Temperada (TP); a variação percentual equivale a 100 × (exp(coeficiente) menos 1). O número de observações varia porque grupos de efeito fixo sem nenhum óbito no período são descartados na estimação. Erros padrão *clusterizados* por município entre parênteses. *** $p < 0{,}01$, ** $p < 0{,}05$, * $p < 0{,}10$.

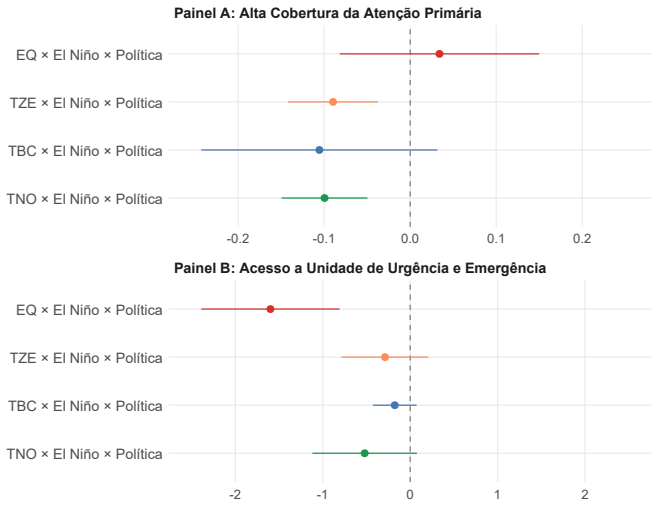
ficativo indica que maior exposição à política atenua o dano do El Niño na zona z mais do que o atenua em TP.

Encontramos evidência de mitigação informativa. Para a atenção primária (painel A), encontramos evidência de efeitos de mitigação em TZE e TNO, dado que os coeficientes estimados são negativos e significantes. É importante salientar que essas duas são as zonas com o maior efeito sobre mortalidade total observado na Tabela 2. Ou seja, cuidados básicos e preventivos podem ter relevante papel atenuante sobre os danos em saúde resultantes do El Niño, especialmente nas regiões mais afetadas. A magnitude do impacto é bastante similar em TBC, embora menos precisamente estimada. Em contrapartida, os resultados são pequenos e estatisticamente indistinguíveis de zero para EQ.

Para acesso ao cuidado de urgência e emergência (painel B), o padrão muda geograficamente. A única zona cujo efeito do El Niño sobre mortalidade é amenizado é a EQ, enquanto os outros coeficientes não são estatisticamente significantes. Esse resultado, de certa forma, se alia aos achados da Tabela 2. Nela, temos que o maior efeito sobre causas circulatórias é observado na EQ. Esse grupo envolve doenças graves e urgentes, que demandam rápido e mais complexo atendimento, como ataques cardíacos, AVC, embolia pulmonar, entre outras. Desse modo, o acesso a unidades de urgência e emergência são fundamentais para um tratamento adequado, principalmente para grupos mais vulneráveis, como os idosos.

Em conjunto, o papel mitigador das políticas de saúde é heterogêneo entre as zonas. Políticas diferentes parecem eficazes em lugares diferentes (atenção primária em TZE, TNO e TBC; urgência e emergência em EQ). Uma resposta única para todo o país tem, portanto, menor chance de funcionar, e investimentos específicos para cada região em atenção primária e em cuidado de urgência e emergência podem ser necessários para reduzir o dano do calor induzido pelo El Niño.

Figura 2. Efeitos de mitigação da política de saúde, por zona climática



Notas: Os pontos mostram os coeficientes da interação tripla (El Niño × zona × política) da equação 2, e as barras, seus intervalos de confiança de 95%. Variável dependente: mortalidade total de idosos (60 anos ou mais), estimada por PPML com os efeitos fixos da especificação principal e erros padrão *clusterizados* por município. Painel A: cobertura da Estratégia Saúde da Família acima da mediana da amostra (variável binária). Painel B: unidades de urgência e emergência por mil habitantes. Coeficientes negativos indicam atenuação do efeito do El Niño em relação à zona Temperada (TP).

Conclusões

O El Niño é um choque recorrente e previsível no curto prazo, que antecipa o clima que o Brasil deve enfrentar no futuro sob mudanças climáticas. Usando sete eventos passados e óbitos de 5.570 municípios, mostramos que os meses de El Niño trazem mais calor extremo a todas as zonas tropicais em relação ao Sul temperado, e que a mortalidade de idosos sobe em três das quatro. O calor parece ser o principal canal, embora o mapeamento imperfeito entre o tamanho das anomalias de calor e a mortalidade, junto com as respostas da chuva e da poluição, sugira que outros canais e a vulnerabilidade local também importam. Encontramos também que as políticas de saúde têm potencial de oferecer proteção.

Três limitações qualificam esses achados. Nossas estimativas são de forma reduzida e relativas ao Sul temperado e a exposição às políticas não é aleatória. Ainda assim, nossos resultados fornecem uma referência para o evento de 2026 e sugerem que antecipar ao El Niño investimentos específicos em atenção primária e em serviços de urgência e emergência pode ser instrumental para a redução da mortalidade que o fenômeno recorrentemente traz.

Agradecimentos

Agradecemos ao Mateus Villaça, pela disponibilização da base de temperatura e precipitação, e ao Lucas Falcão e à Bruna Borges, pelos comentários. Agradecemos também ao Instituto Itaúsa, pelo apoio à agenda de saúde e clima desenvolvida em parceria com o IEPS.

Referências

Aguilar-Gomez, Sandra, Joshua S Graff Zivin e Matthew J Neidell. 2025. *Killer congestion: Temperature, healthcare utilization and patient outcomes.* Relatório técnico. National Bureau of Economic Research.

Alahmad, Barrak, Haitham Khraishah, Dominic Royé, Ana Maria Vicedo-Cabrera, Yuming Guo, Stefania I Papatheodorou, Souzana Achilleos, Fiorella Acquaotta, Ben Armstrong, Michelle L Bell et al. 2023. "Associations between extreme temperatures and cardiovascular cause-specific mortality: results from 27 countries". *Circulation* 147 (1): 35–46.

Anderson, Michael L. 2020. "As the wind blows: The effects of long-term exposure to air pollution on mortality". *Journal of the European Economic Association* 18 (4): 1886–1927.

Anikeeva, Olga, Alana Hansen, Blesson Varghese, Matthew Borg, Ying Zhang, Jianjun Xiang e Peng Bi. 2024. "The impact of increasing temperatures due to climate change on infectious diseases". *bmj* 387.

Anyamba, Assaf, Jean-Paul Chretien, Seth C Britch, Radina P Soebiyanto, Jennifer L Small, Rikke Jepsen, Brett M Forshey, Jose L Sanchez, Ryan D Smith, Ryan Harris et al. 2019. "Global disease outbreaks associated with the 2015–2016 El Niño event". *Scientific reports* 9 (1): 1930.

Aragão, Luiz EOC, Liana O Anderson, Marisa G Fonseca, Thais M Rosan, Laura B Vedovato, Fabien H Wagner, Camila VJ Silva, Celso HL Silva Junior, Egidio Arai, Ana P Aguiar et al. 2018. "21st Century drought-related fires counteract the decline of Amazon deforestation carbon emissions". *Nature communications* 9 (1): 536.

Ashok, Karumuri e Toshio Yamagata. 2009. "The El Niño with a difference". *Nature* 461 (7263): 481–484.

Barreca, Alan, Karen Clay, Olivier Deschenes, Michael Greenstone e Joseph S Shapiro. 2016. "Adapting to climate change: The remarkable decline in the US temperature-mortality relationship over the twentieth century". *Journal of Political Economy* 124 (1): 105–159.

Cai, Wenju, Simon Borlace, Matthieu Lengaigne, Peter van Rensch, Mat Collins, Gabriel Vecchi et al. 2014. "Increasing frequency of extreme El Niño events due to greenhouse warming". *Nature Climate Change* 4 (2): 111–116.

Cai, Wenju, Michael J McPhaden, Alice M Grimm, Regina R Rodrigues, Andréa S Taschetto, René D Garreaud, Boris Dewitte, Germán Poveda, Yoo-Geun Ham, Agus Santoso et al. 2020. "Climate impacts of the El Niño–southern oscillation on South America". *Nature Reviews Earth & Environment* 1 (4): 215–231.

Chay, Kenneth Y e Michael Greenstone. 2003. "The impact of air pollution on infant mortality: evidence from geographic variation in pollution shocks induced by a recession". *The quarterly journal of economics* 118 (3): 1121–1167.

Chen, Yang, Douglas C Morton, Niels Andela, Guido R Van Der Werf, Louis Giglio e James T Randerson. 2017. "A pan-tropical cascade of fire driven by El Niño/Southern Oscillation". *Nature climate change* 7 (12): 906–911.

Cohen, François e Antoine Dechezleprêtre. 2022. "Mortality, temperature, and public health provision: evidence from Mexico". *American Economic Journal: Economic Policy* 14 (2): 161–192.

Correia, Sergio, Paulo Guimarães e Tom Zylkin. 2020. "Fast Poisson estimation with high-dimensional fixed effects". *The Stata Journal* 20 (1): 95–115.

Currie, Janet e Reed Walker. 2011. "Traffic congestion and infant health: Evidence from E-ZPass". *American Economic Journal: Applied Economics* 3 (1): 65–90.

Deryugina, Tatyana, Garth Heutel, Nolan H Miller, David Molitor e Julian Reif. 2019. "The mortality and medical costs of air pollution: Evidence from changes in wind direction". *American Economic Review* 109 (12): 4178–4219.

Deryugina, Tatyana e Solomon M Hsiang. 2014. *Does the environment still matter? Daily temperature and income in the United States.* Relatório técnico. National Bureau of Economic Research.

Deschenes, Olivier e Enrico Moretti. 2009. "Extreme weather events, mortality, and migration". *The Review of Economics and Statistics* 91 (4): 659–681.

Deschênes, Olivier e Michael Greenstone. 2011. "Climate change, mortality, and adaptation: Evidence from annual fluctuations in weather in the US". *American Economic Journal: Applied Economics* 3 (4): 152–185.

Di, Qian, Lingzhen Dai, Yun Wang, Antonella Zanobetti, Christine Choirat, Joel D Schwartz e Francesca Dominici. 2017. "Association of short-term exposure to air pollution with mortality in older adults". *Jama* 318 (24): 2446–2456.

Di, Qian, Yan Wang, Antonella Zanobetti, Yun Wang, Petros Koutrakis, Christine Choirat, Francesca Dominici e Joel D Schwartz. 2017. "Air pollution and mortality in the Medicare population". *New England Journal of Medicine* 376 (26): 2513–2522.

Dominici, Francesca, Roger D Peng, Michelle L Bell, Luu Pham, Aidan McDermott, Scott L Zeger e Jonathan M Samet. 2006. "Fine particulate air pollution and hospital admission for cardiovascular and respiratory diseases". *Jama* 295 (10): 1127–1134.

Flores, Andrea, Lorena Hakak e Sophie Mathes. 2024. "In Utero Heat Exposure and Infant Health in Brazil". *Available at SSRN 4919492.*

Goddard, Lisa e Alexander Gershunov. 2020. "Impact of El Niño on weather and climate extremes". Em *Geophysical monograph series, 1st edn,* editado por Cai W McPhaden MJ Santoso A, 361–375. Wiley.

Gourieroux, Christian, Alain Monfort e Alain Trognon. 1984. "Pseudo maximum likelihood methods: Applications to Poisson models". *Econometrica: Journal of the Econometric Society,* 701–720.

Grimm, Alice M e Renata G Tedeschi. 2009. "ENSO and extreme rainfall events in South America". *Journal of Climate* 22 (7): 1589–1609.

IPCC, Climate Change. 2022. "impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change". *O., Roberts, DC, Tignor, M., Poloczanska, ES, Mintenbeck, K., Alegría, A., Craig, M., Langsdorf, S., Löschke, S., Möller, V., et al., Eds* 3056.

Jiménez-Muñoz, Juan C, Cristian Mattar, Jonathan Barichivich, Andrés Santamaría-Artigas, Ken Takahashi, Yadvinder Malhi, José A Sobrino e Gerard van der Schrier. 2016. "Record-breaking warming and extreme drought in the Amazon rainforest during the course of El Niño 2015–2016". *Scientific reports* 6 (1): 33130.

Kenny, Glen P, Jane Yardley, Candice Brown, Ronald J Sigal e Ollie Jay. 2010. "Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases". *Canadian Medical Association Journal* 182 (10): 1053–1060.

Lakhoo, Darshnika P, Nicholas Brink, Lebohang Radebe, Marlies H Craig, Minh Duc Pham, Marjan M Haghighi, Amy Wise, Ijeoma Solarin, Stanley Luchters, Gloria Maimela et al. 2025. "A systematic review and meta-analysis of heat exposure impacts on maternal, fetal and neonatal health". *Nature Medicine* 31 (2): 684–694.

Lin, Yong-Fu, Mengyan Chen, Lingling Liu, Fei Zheng, Ruiqiang Ding, Xin Wang, Chau-Ron Wu, Min-Hui Lo, Huang-Hsiung Hsu, Jiepeng Chen et al. 2025. "Diverse NPMM conditions deviate the 2023/24 El Niño from the 1997/1998 and 2015/2016 extreme El Niño events". *npj Climate and Atmospheric Science* 8 (1): 133.

Liu, Jingwen, Blesson M Varghese, Alana Hansen, Ying Zhang, Timothy Driscoll, Geoffrey Morgan, Keith Dear, Michelle Gourley, Anthony Capon e Peng Bi. 2022. "Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis". *The Lancet Planetary Health* 6 (6): e484–e495.

Nimer, Edmond. 1979. "Um modelo metodologico de classificaçao de climas." *Revista brasileira de geografia* 41 (4): 59–89.

Peçanha, Vinícius, Rudi Rocha e Dimitri Szerman. 2026. *The Sun is for Everyone, the Heat for Some: Heatwaves and Mortality Within Cities.* Luxembourg Institute of Socio-Economic Research.

Philander, SGH. 1985. "El niño and la niña". *Journal of Atmospheric Sciences* 42 (23): 2652–2662.

Pope Iii, C Arden, Richard T Burnett, Michael J Thun, Eugenia E Calle, Daniel Krewski, Kazuhiko Ito e George D Thurston. 2002. "Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution". *Jama* 287 (9): 1132–1141.

Ropelewski, Chester F e Michael S Halpert. 1987. “Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation”. *Monthly weather review* 115 (8): 1606–1626.

Saldanha, R. de F., D. R. X. Silva, R. de S. da G. G. Carrijo, B. F. A. de. Oliveira, V. P. de. Matos, N. S. B. Saldanha e M. de M. Pedroso. 2025. *PM2.5 daily averages of Brazilian municipalities: 2003 - 2024.*

Schlenker, Wolfram e W Reed Walker. 2016. “Airports, air pollution, and contemporaneous health”. *The Review of economic studies* 83 (2): 768–809.

Silva, JMC Santos e Silvana Tenreyro. 2011. “Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator”. *Economics letters* 112 (2): 220–222.

Tedeschi, Renata G e Gilvan Sampaio. 2022. “Influences of different intensities of el niño–southern oscillation on south American precipitation”. *International Journal of Climatology* 42 (15): 7987–8007.

Tipayamongkholgul, Mathuros, Chi-Tai Fang, Suratsawadee Klinchan, Chung-Ming Liu e Chwan-Chuen King. 2009. “Effects of the El Niño-Southern Oscillation on dengue epidemics in Thailand, 1996-2005”. *BMC public health* 9 (1): 422.

Trenberth, Kevin E. 1997. “The definition of el nino”. *Bulletin of the American Meteorological Society* 78 (12): 2771–2778.

WHO. 2021. *WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2. 5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide: executive summary.* World Health Organization.

———. 2026. *Global Public Health Situation Analysis - El Nino 2026.* Available at https://www.who.int/publications/m/item/global-public-health-situation-analysis-el-nino-2026. Accessed October 06, 2026.

Instituto de Estudos para Políticas de Saúde

Jazra, B., Cabrine, G., Rocha, R. (2026). *O Impacto do El Niño Sobre Saúde e Mortalidade no Brasil*. Nota Técnica n. 46. São Paulo: Instituto de Estudos para Políticas de Saúde.

www.ieps.org.br
contato@ieps.org.br