

Relatório 02/23 (atualizado em 26/10/2023)

## Reflexões sobre o risco de arboviroses em 2024

*“The Earth is in Uncharted Territory”*

Paulo Ceppi, Imperial College London climate science lecturer, 2023

### RESUMO

Esse relatório trata das expectativas para 2024 quanto à atividade da transmissão de arboviroses urbanas no país. O ano de 2023 apresenta um cenário que reúne condições que demandam atenção como: atividade aumentada da dengue em várias partes do país em período entre temporadas; registro de temperaturas mais quentes do que padrão histórico e a evidência de 2024 ser um ano com *El Niño* forte, o que traz mudanças nos padrões de chuva e temperatura em todo o país. Dois modelos foram utilizados para gerar cenários para 2024, considerando os dados de notificação de dengue até a semana 40 de 2023. O primeiro estudo utiliza apenas dados de notificação em um modelo Bayesiano com estrutura temporal. Esse modelo indica aumento de casos em 2024 em estados do Nordeste e em alguns estados do Centro-Oeste. O segundo estudo implementa modelos de aprendizagem de máquina para fazer projeções para 2024 num cenário de *El Niño* forte. Nesse cenário, o Centro-Oeste apresenta potencial de atividade a nível epidêmico. Vários estados do Nordeste, como o Ceará, o Rio Grande do Norte e a Bahia, aparecem com risco de aumento de casos em 2024 em relação a 2023, ou manutenção de patamares altos, embora abaixo do limiar epidêmico. No Sul, o Paraná aparece com previsão de patamar alto de casos nos municípios de pequeno a médio porte. No Sudeste, Minas Gerais e Espírito Santo aparecem com potencial epidêmico. Esses resultados devem ser atualizados continuamente, na medida em que novas informações e dados surjam e permitam projeções mais precisas.

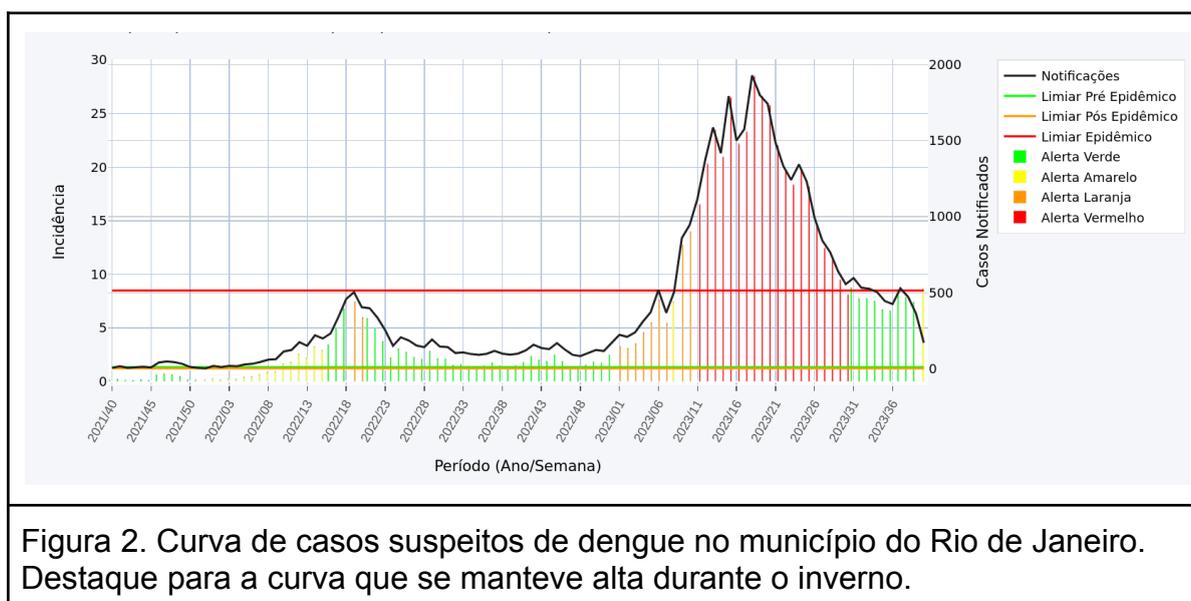
### INTRODUÇÃO

O ano de 2023 foi caracterizado por desastres climáticos, como secas extremas no Norte e Nordeste, chuvas torrenciais e alagamentos recordes no Sul e Sudeste. Esses eventos são explicados pelo fenômeno do *El Niño*, que é um aquecimento das águas do oceano Pacífico, impactando padrões meteorológicos de todo o globo. É previsto que esse fenômeno persista até meados de 2024, resultando num verão quente, com extremos de temperatura, acompanhado de chuvas excessivas na região Sul e estiagem extrema no Norte e Nordeste. Já estamos testemunhando o impacto desses eventos na saúde, segurança alimentar, transporte, energia, dentre outros setores.

No que tange às arboviroses, vimos nos últimos anos barreiras climáticas serem rompidas, com a expansão da atividade da dengue para a região Sul do país. O que antes estava limitado a algumas áreas metropolitanas (Londrina, Maringá, Porto Alegre, Florianópolis, Foz do Iguaçu) agora afeta vários municípios, incluindo os mais rurais. Nessa região, observam-se sequências de anos epidêmicos (Codeço *et al.*, 2022).

Os meteorologistas estão preocupados com o próximo ano, pois não se sabe o que esperar da combinação do *El Niño*, que é cíclico, com um aquecimento atípico de todo o oceano (Cemaden, 2023). Até o momento, os indicadores apontam para um *El Niño* de moderado a forte. A associação do clima com a transmissão das arboviroses é evidente, com sazonalidade marcada dessas doenças, que coincide com o período mais quente e úmido do ano (Delrieu *et al.*, 2023). Quanto mais quente<sup>1</sup> e úmido, maior a velocidade de propagação desses vírus. Em termos biológicos, a temperatura e umidade afetam diretamente a transmissão dessas doenças por meio de sua influência na capacidade vetorial dos mosquitos transmissores e na produtividade de criadouros. A ocorrência de epidemias é diretamente afetada pelo clima, porém, outros fatores, como a imunidade da população, as medidas de prevenção, o contato humano - mosquito também influenciam, mediados por fatores sociais e ambientais.

**Inverno quente.** Em 2023, observou-se um inverno mais quente do que o normal em várias partes do país. O efeito tem sido a manutenção da atividade da dengue fora de época.



<sup>1</sup> As temperaturas excessivamente altas são também prejudiciais para os mosquitos.

## PREDIÇÃO DE DENGUE EM 2024 SEM CENÁRIOS CLIMÁTICOS

Previsões para os casos suspeitos notificados de dengue por semana epidemiológica foram feitas usando um modelo estatístico bayesiano misto utilizando dados a partir de 2015. Esse modelo se baseia na série histórica recente de casos e suas tendências. A partir das previsões para as macrorregiões, podemos reagrupar e estimar totais de casos suspeitos de dengue por UF e para o Brasil. De acordo com esse modelo, em 2024, esperamos para o Brasil um total de **1.960.460 casos suspeitos** de dengue, com um intervalo que pode variar de 1.462.310 até 4.225.885. Esse quantitativo está no patamar de 2019 e 2022, anos de alta atividade no país. Considerando uma taxa de descarte de 40% (média do país), esse valor corresponde a **760 mil casos prováveis** (560 mil a 1,6 milhões)

Quando estratificado por UF, observa-se uma expectativa de aumento em quase todas as UFs, com especial ênfase para o Nordeste. Algumas UFs indicam expectativa de queda de acordo com esse modelo, mas as incertezas em relação a essas reduções são grandes (resultados não mostrados).

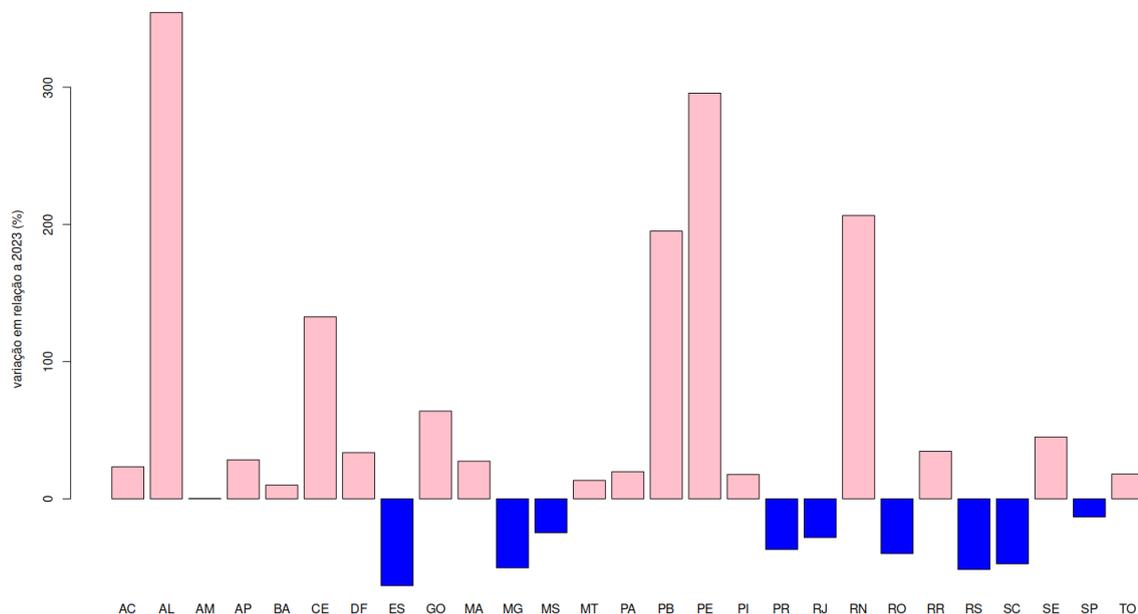
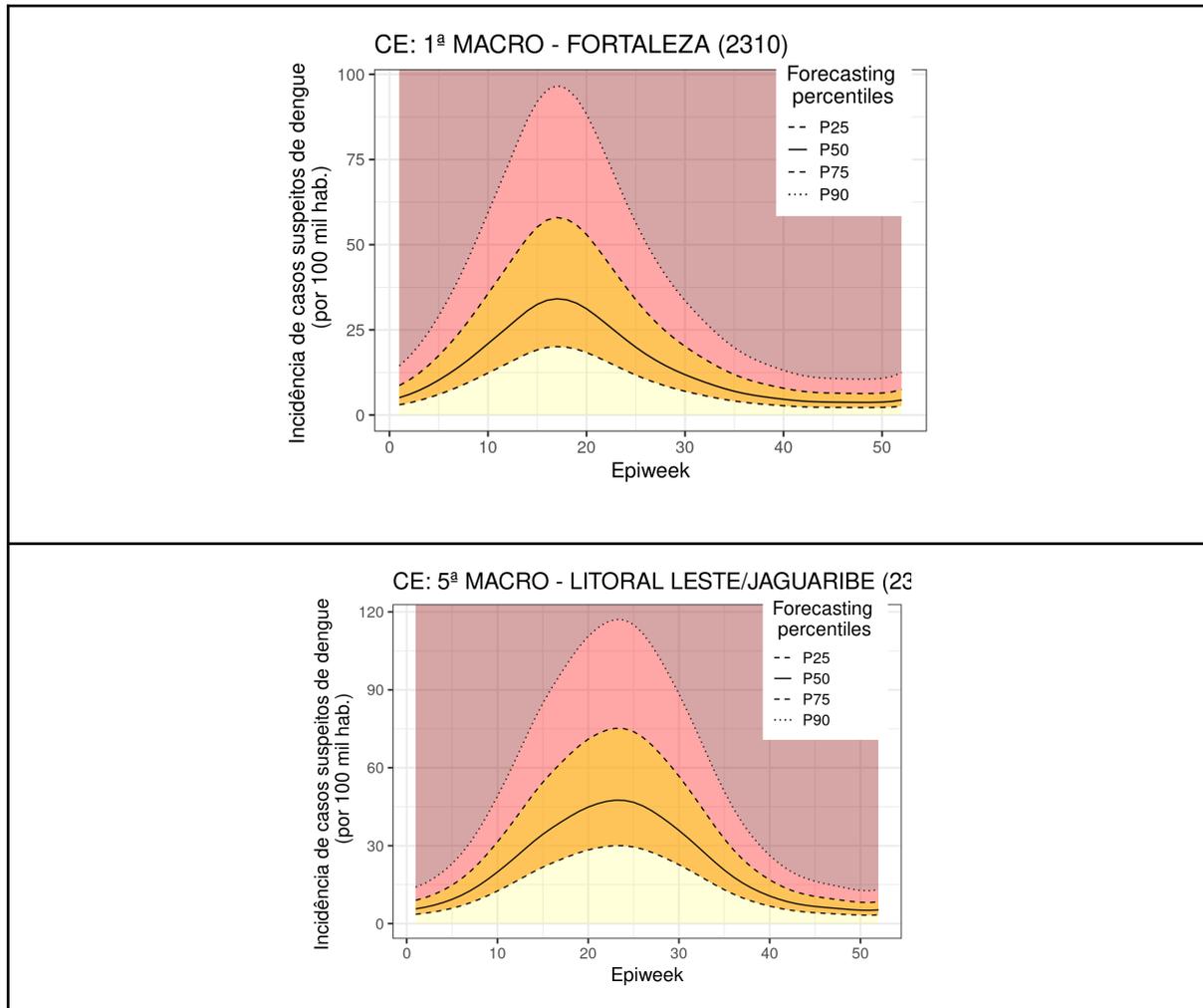


Figura 3. Variação (%) do número de casos preditos para 2024 em relação ao notificado em 2023. O modelo utilizado não leva em consideração cenários climáticos diferenciados para o próximo ano.

Seguem abaixo as curvas previstas para 2024, em uma seleção de macrorregiões de saúde. As curvas para cada macrorregião do país estão disponíveis no link

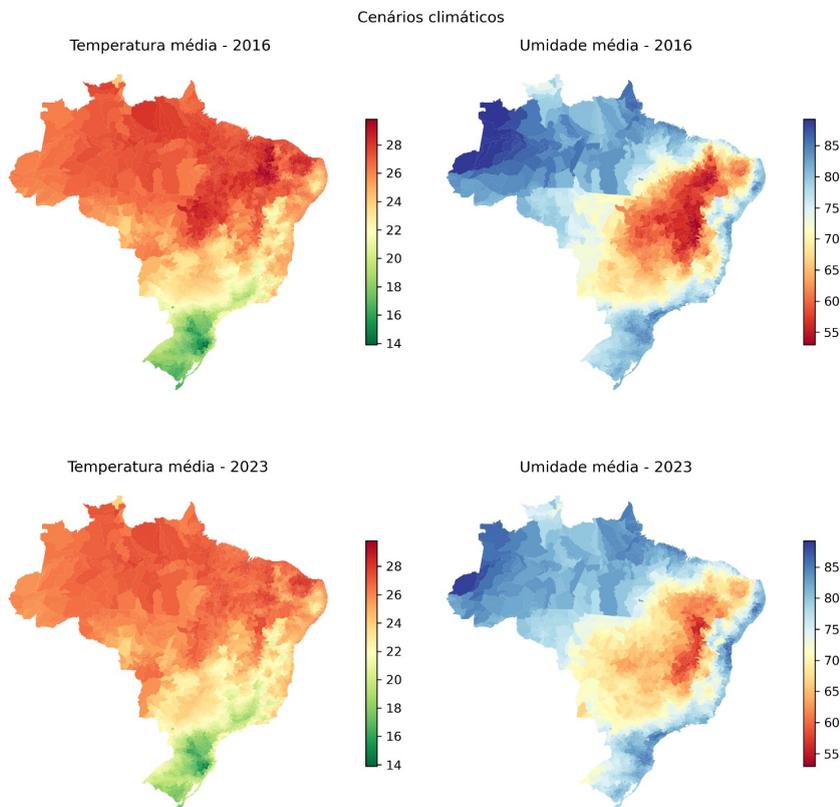
<https://lsbastos.github.io/dengue2024/>



**Figura 4.** Curva epidêmica prevista para duas macrorregiões de saúde do Ceará. A linha sólida mostra o valor esperado de *incidência de notificação de casos suspeitos* de dengue por semana. As linhas pontilhadas delimitam a área em alaranjado, dentro da qual temos 50% de probabilidade de encontrar a incidência de casos suspeitos a ser registrada em 2024.

### CARGA DE DENGUE EM 2024 EM CENÁRIO CLIMÁTICO DE *EL NIÑO*

A análise anterior utilizou apenas dados epidemiológicos, sem considerar cenário climático distinto para 2024. Aqui, apresentamos o resultado de um exercício de projeção *da carga de casos suspeitos de dengue em 2024*, considerando cenário climático em 2024 com características similares ao de 2016 (ano caracterizado por forte *El Niño*). A figura 5 compara a temperatura média e umidade média anual em 2016 e 2023. Nota-se que no ano com *El Niño*, 2016, observaram-se temperaturas mais altas no centro do país e na região Nordeste. Observa-se umidade menor em quase todo o país exceto a região Sul. Esse é um padrão esperado para 2024, com o potencial de ser mais extremo, devido ao clima em geral mais quente.



**Figura 5.** Médias anuais de temperatura e umidade nos municípios brasileiros nos anos de 2016 (*El niño* forte) e 2023.

Calibramos modelos de aprendizagem de máquina para projetar o número de casos por ano em função de variáveis epidemiológicas medidas no ano anterior e o clima do ano corrente. As variáveis utilizadas foram:

Variáveis epidemiológicas do ano anterior:

- a. Total de casos no ano
- b. Total de casos notificados no primeiro trimestre de cada ano
- c. Total de casos notificados no segundo trimestre de cada ano
- d. Total de casos notificados no terceiro trimestre de cada ano
- e. Semana epidemiológica do pico da epidemia (quando houver)
- f. Semanas inicial e final da epidemia
- g. Duração em semanas do período epidêmico
- h. Estimativa do  $R_0$

Variáveis Climáticas<sup>2</sup>

- i. Temperatura máxima, média e mínima e amplitude
- j. Umidade máxima, média e mínima e amplitude
- k. Precipitação total
- l. Número de dias chuvosos
- m. Pico e frequência dos picos de precipitação;

Variáveis demográficas

- n. População
- o. População > 50 mil habitantes (dicotômica)
- p. Indicador de Susceptibilidade ( (População - Número de casos notificados desde 2010)/População )

Variáveis de mobilidade/exposição

- q. Distância do centro municipal até rodovias principais do estado.
- r. Número de municípios ao longo destas rodovias que tiveram epidemias.

Os resultados apresentados a seguir vêm do modelo de melhor performance, que é um modelo de regressão de processo gaussiano. Para a seleção e regularização das variáveis que alimentam esse modelo, foi utilizada a regressão parcial de mínimos quadrados (PLS). Para validação dos modelos, foi utilizada a técnica de validação cruzada com randomização das observações (com seis réplicas) para minimizar o *overfit*. O modelo foi ajustado separadamente para cada região do país, e dentro de cada região, separadamente para municípios de pequeno a médio porte (com menos de 50 mil hab.) e municípios de médio a grande porte (mais de 50 mil hab.).

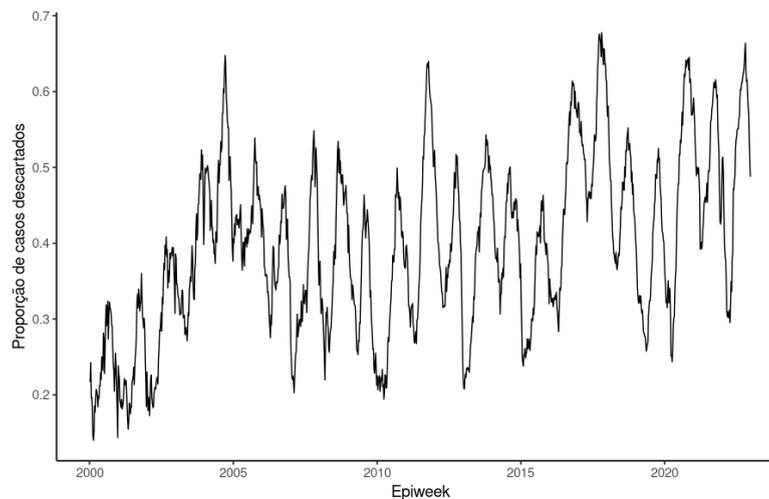
---

<sup>2</sup> para fins de predição as variáveis climáticas correspondem ao ano de previsão, sendo utilizado o dado de 2016 para imputar o cenário de 2024.

## PRESSUPOSTOS

A acurácia das previsões está assentada sobre alguns pressupostos, listados abaixo:

- A dinâmica do processo de transmissão da dengue continua a operar pelos mesmos princípios da última década.
- Estacionariedade das oscilações *El Niño/La Niña*, ou seja, que o clima varia dentro dos limites observados ao longo da última década.
- Eventos climáticos extremos (secas, inundações, etc.) não foram considerados.
- O modelo é conservador na previsão de grandes epidemias, ou seja, tende a subestimar valores altos de casos.
- Para o cálculo da incidência acumulada de casos prováveis, assumimos que 40% dos casos suspeitos serão eventualmente descartados (Figura 6).



**Figura 6.** Proporção de casos de dengue notificados que são eventualmente descartados em todo o Brasil.

## RESULTADOS DOS CENÁRIOS

### Centro-Oeste

A Tabela 1 mostra a incidência acumulada esperada de **casos suspeitos de dengue e casos prováveis** (casos prováveis = 40% dos casos suspeitos), segundo o cenário de *El Niño* forte. Observa-se que nesse cenário, todos os estados do Centro-Oeste estão com indicativo de epidemia (considerando o limiar de 30 casos por 10.000 hab que é equivalente a 300 casos por 100.000 hab.). Em Goiás, apenas as cidades de maior porte apresentam esse indicativo, enquanto que no Mato Grosso, são as de menor a médio porte.

**Tabela 1:** Incidência acumulada predita, **por 10.000 hab.** de casos suspeitos de dengue em 2024 (Média e quartis Q1 e Q3) nos estados da Região Centro-Oeste. **Entre parênteses, a incidência de casos prováveis, aplicando uma taxa de descarte de 40%.** Os estados com mais de 30 casos prováveis esperados por 10.000 hab. estão marcados em **ocre (epidêmicos)**. Estados com mais de 10 casos prováveis por 10.000 habitantes em **amarelo**.

Estados	Cidades com menos de 50 mil hab			Cidades com mais de 50 mil hab		
	Q1	Média	Q3	Q1	Média	Q3
DF	-	-	-	111.5 (44.6)	138.6 (55.4)	201.3 (80)
GO	47.14 (18.8)	65.18 (26.1)	157.14 (62.8)	196.8 (78.7)	244.4 (87.7)	354.0 (141.6)
MS	75.66 (30.2)	105.51 (42.2)	276.0 (110)	109.38 (43.6)	138.99 (55.2)	216.86 (86.4)
MT	55.7 (22.8)	77.22 (30.8)	190.54 (76)	39.07 (15.6)	48.93 (19)	72.88 (28.8)

A figura 7 mostra o número de *casos suspeitos* de dengue a serem notificados em 2024 em comparação com o valor observado em 2023. As contagens (observadas e previstas) se referem aos primeiros nove meses do ano, e estão estratificadas por tamanho de população.

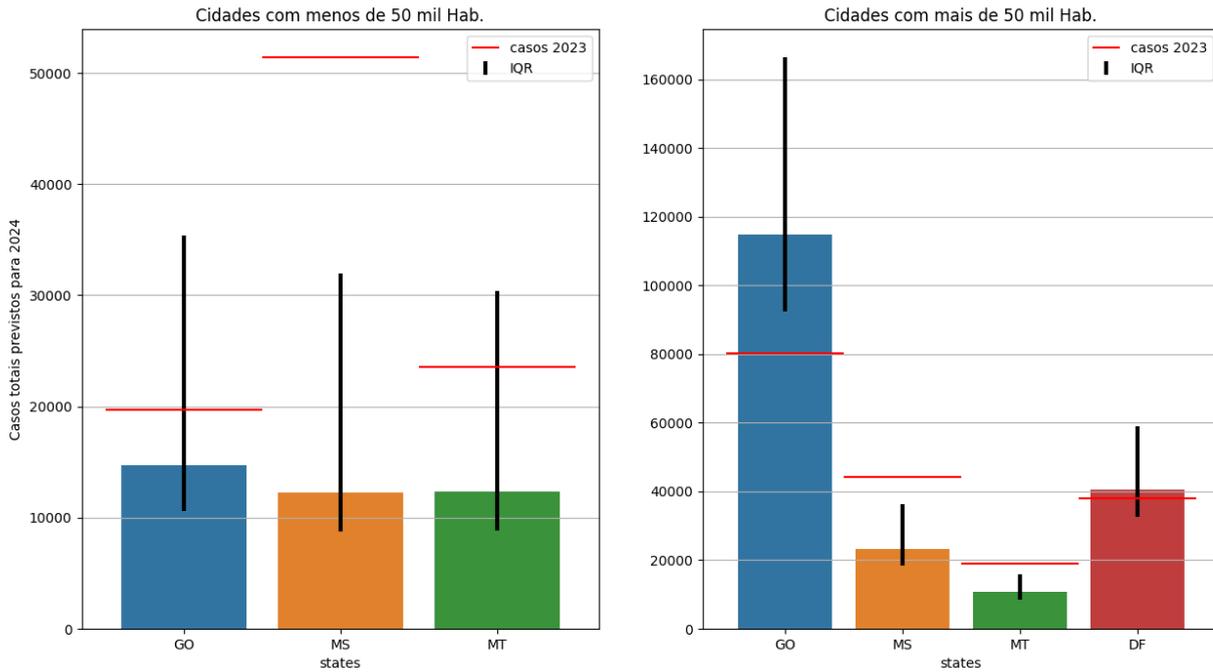


Figura 7: Número de casos suspeitos de dengue previstos para 2024, em cenário de *El Niño* similar a 2016. Para cada estado, a barra colorida indica o número esperado de casos, a linha vertical preta é o intervalo interquartil (50% de probabilidade). A linha vermelha indica o valor observado em 2023, para comparação<sup>3</sup>.

Em **Goiás** espera-se mais casos em 2024, comparado a 2023, no estrato de cidades de maior porte. Nas de menor porte, valores similares a 2023. No **MS**, o modelo prevê menos casos do que o observado em 2023, mas ainda assim, alcançando o limiar epidêmico. No **MT**, são esperados bem menos casos nas cidades maiores, abaixo do limiar epidêmico. Contudo, nos municípios de menor porte populacional, embora com contagens esperadas menores que 2023, continuam acima do limiar epidêmico. No **DF**, espera-se patamar semelhante a 2023.

<sup>3</sup> Casos totais notificados até 30 de setembro.

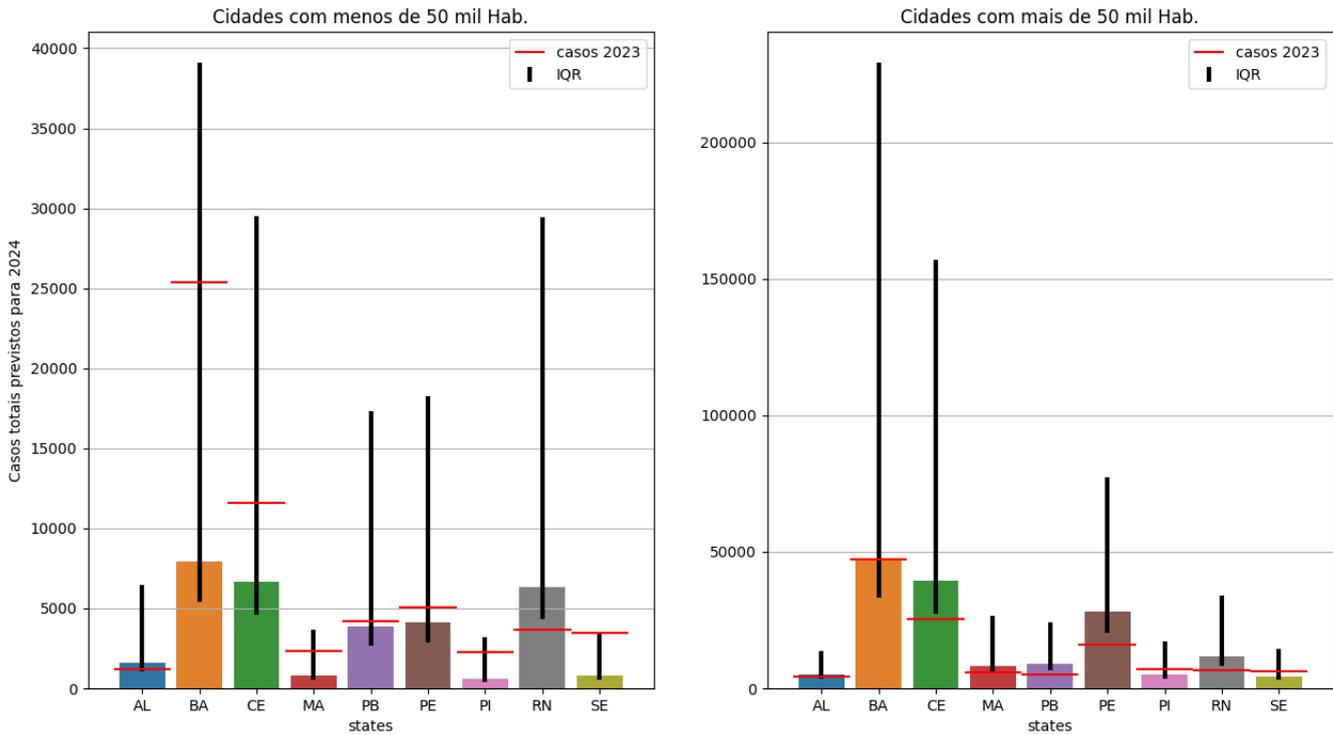
## Nordeste

A Tabela 2 mostra a incidência esperada por 10.000 hab. de casos suspeitos de dengue em 2024, no Nordeste, segundo o cenário de *El Niño* forte. A partir desses valores, estimou-se a incidência acumulada de casos prováveis, assumindo um descarte de 40%. Em todo o NE, é esperado uma atividade alta de dengue nos municípios de médio a grande porte, porém não em níveis epidêmicos.

Tabela 2: Incidência acumulada predita, **por 10.000 hab.**, de casos suspeitos de dengue em 2024 (Média e quartis Q1 e Q3) nos Estados da Região Nordeste. **Entre parênteses, a incidência de casos prováveis, aplicando uma taxa de descarte de 40%**. Os estados com mais de 10 casos prováveis esperados por 10.000 hab. estão marcados em **amarelo**. Não há estados com níveis acima de 30 casos por 10.000 hab, considerando a média como referência.

Estados	Cidades com menos de 50 mil hab			Cidades com mais de 50 mil hab		
	Q1	Média	Q3	Q1	Média	Q3
AL	7.31 (2.9)	10.6 (4.2)	43.5 (17.4)	21.6 (8.6)	30.4 (12.16)	83.3 (33.3)
BA	8.02 (3.2)	11.7 (4.7)	57.8 (23.1)	41.8 (16.7)	60.3 (24.1)	289.82 (115)
CE	15.5 (6.2)	22.5 (9)	99.7 (39)	45.8 (18)	66.1 (26.4)	262.2 (104)
MA	1.54 (0.61)	2.24 (0.9)	10.6 (4.2)	17.6 (7.0)	25.0 (10)	79.34 (31.6)
PB	12.6 (5.0)	18.4 (7.3)	83.3 (33.3)	33.6 (13.4)	46.9 (18.7)	123.8 (49.2)
PE	9.1 (3.6)	13.2 (5.3)	58.6 (23.4)	34.0 (13.6)	47.6 (19.0)	130.1 (52)
PI	2.01 (0.8)	2.9 (1.16)	15.7 (6.3)	28.0 (11.2)	40.17 (16)	137.8 (54.8)
RN	27.6 (11.0)	40.2 (16.1)	186.1 (74.4)	47.7 (19.1)	67.4 (26.9)	197.2 (78.8)
SE	5.4 (2.1)	7.8 (3.1)	34.5 (13.8)	25.8 (10.3)	36.7 (14.6)	117.5 (46.8)

A figura 7 mostra o número de casos com suspeita de dengue projetados para 2024 e compara com o valor observado em 2023. As contagens (observadas e previstas) se referem aos primeiros nove meses do ano, e estão estratificadas por tamanho de população.



**Figura 8:** Número de casos suspeitos de dengue previstos para 2024, em cenário de *El Niño* similar a 2016. Para cada estado do Nordeste, a barra colorida indica o número esperado de casos, a linha vertical preta é o intervalo interquartilico (50% de probabilidade). A linha vermelha indica o valor observado em 2023, para comparação<sup>4</sup>.

No Nordeste, dentre os municípios menores, chamam a atenção Alagoas e Rio Grande do Norte, onde espera-se em 2024 mais casos do que em 2023. Dentre os municípios com maior população, projeta-se aumento de casos no Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte. Esse aumento, embora significativo, não deve ultrapassar limites epidêmicos.

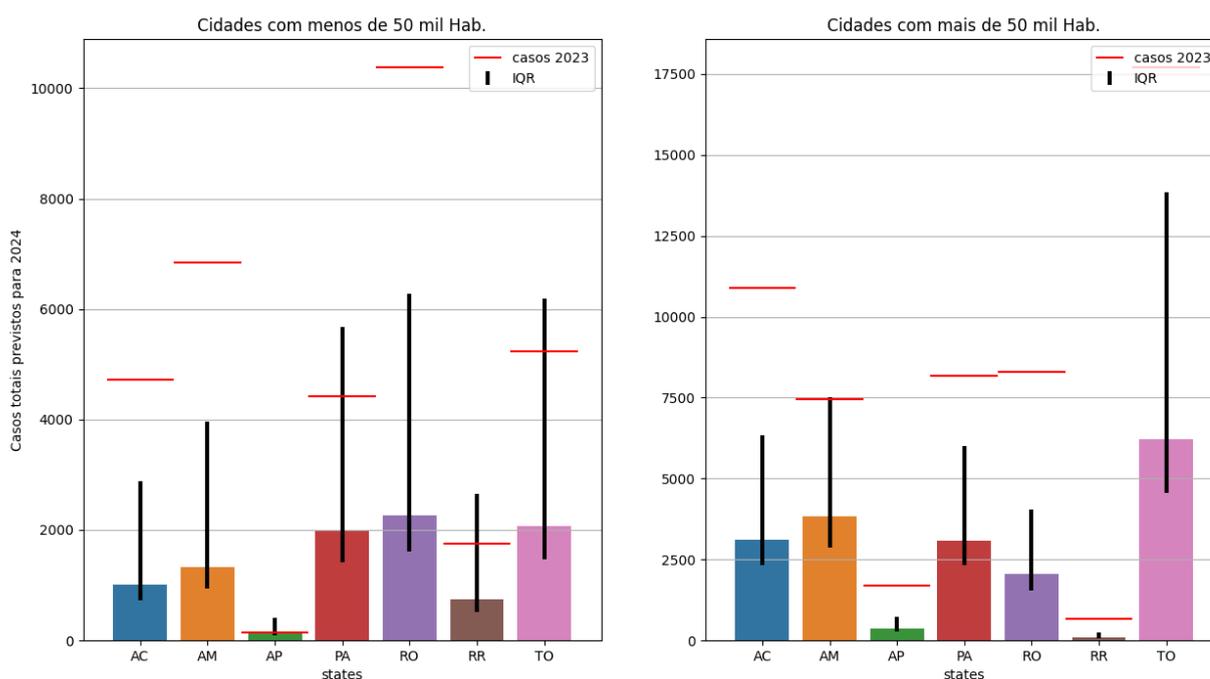
### Norte

A Tabela 3 mostra a incidência esperada de casos de suspeita de dengue em 2024, no Norte, segundo o cenário de *El Niño* forte. Como mencionado acima, também é calculado a incidência acumulada de casos prováveis, assumindo taxa de descarte de 40%. O estado de Tocantins aparece com atividade alta, com nível acima do limiar epidêmico. Já Acre, Roraima e Rondônia têm previsão de atividade alta, mas abaixo do limiar epidêmico, nesse cenário de *El Niño*.

<sup>4</sup> Casos totais notificados até 30 de setembro.

**Tabela 3:** Incidência acumulada predita, **por 10.000 hab.**, de casos suspeitos de dengue em 2024 (Média e quartis Q1 e Q3) nos Estados da Região Norte. **Entre parênteses, a incidência de casos prováveis, aplicando uma taxa de descarte de 40%.** Os estados com média maior que 30 casos prováveis por 10.000 hab. estão marcados em **ocre (epidêmicos)**. Estados com média maior que 10 casos prováveis por 10.000 habitantes em amarelo.

Estados	Cidades com menos de 50 mil hab			Cidades com mais de 50 mil hab		
	Q1	Média	Q3	Q1	Média	Q3
AC	19.3 (7.7)	27.2 (10.8)	77.4 (30.9)	50.4 (20.1)	67.9 (27.1)	137.8 (54)
AM	8.6 (3.4)	12.2 (4.9)	36.3 (14.4)	10.0 (4)	13.4 (5.3)	26.28 (10.4)
AP	5.3 (2.1)	7.5 (3.0)	22.5 (9)	4.5 (1.8)	6.1 (2.4)	12.05 (4.8)
PA	5.8 (2.3)	8.2 (3.2)	23.2 (9.2)	3.8 (1.5)	5.1 (2.0)	9.98 (4)
RO	26.0 (10.4)	36.5 (14.6)	101.1 (40.4)	15.4 (6.1)	20.6 (8.2)	40.5 (16)
RR	22.9 (9.1)	32.8 (13.1)	117.2 (46.8)	1.4 (0.6)	2.0 (0.8)	5.7 (2.3)
TO	17.0 (6.8)	24.1 (9.6)	72.3 (28.9)	62.5 (25)	85.5 (34.2)	190.3 (76)



**Figura 9:** Número de casos suspeitos de dengue previstos para 2024, em cenário de *El Niño* similar a 2016. Para cada estado do Norte, a barra colorida indica o número esperado de casos, a linha vertical preta é o intervalo interquartilício (50% de probabilidade). A linha vermelha indica o valor observado em 2023, para comparação<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> Casos totais notificados até 30 de setembro.

Em todos os estados da região Norte, não há projeção de aumento de casos em 2024 em decorrência do clima. No entanto, há grande incerteza nas estimativas de alguns estados, o que demanda atenção. Notar que esse resultado não considera mudança de sorotipos e outros fatores que possam modular a imunidade da população. O Tocantins, embora com menos casos que 2023, continua acima do limiar epidêmico no cenário analisado.

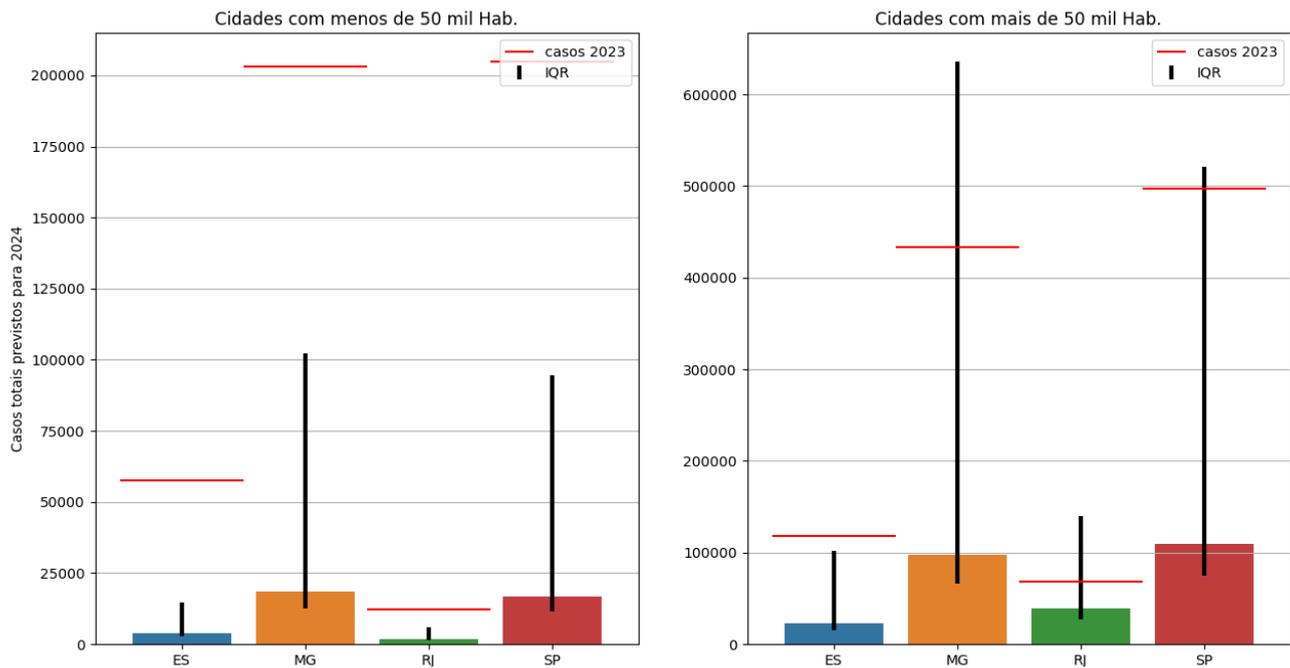
### Sudeste

A Tabela 4 mostra a incidência esperada de casos suspeitos de dengue em 2024, no Sudeste, segundo o cenário de *El Niño* forte. Como mencionado acima, também é calculada a incidência acumulada de casos prováveis. Minas Gerais e Espírito Santo têm incidências estimadas acima do limiar epidêmico, no estrato de municípios de médio e grande porte. Nos outros estados, SP e RJ, tem-se a estimativa de valores acima de 10 casos por 10.000 hab.

Tabela 4: Incidência acumulada predita, **por 10.000 hab.**, de casos suspeitos de dengue em 2024 (Média e quartis Q1 e Q3) nos Estados da Região Sudeste. **Entre parênteses, a incidência de casos prováveis, aplicando uma taxa de descarte de 40%**. Os estados com mais de 30 casos prováveis esperados por 10.000 hab. estão marcados em **ocre (epidêmicos)**. Estados com mais de 10 casos prováveis por 10.000 habitantes em amarelo.

Estados	Cidades com menos de 50 mil hab.			Cidades com mais de 50 mil hab.		
	Q1	Média	Q3	Q1	Média	Q3
ES	21.3 (8.4)	30.6 (12.2)	111.9 (44)	57.2 (22.8)	83.4 (33.3)	381.9 (152)
MG	15.2 (6.1)	22.2 (8.8)	122.8 (49)	52.9 (23)	78.1 (31.2)	511.8 (204)
RJ	10.3 (4.1)	14.7 (5.8)	50.4 (20.2)	17.9 (7.2)	25.6 (10.2)	90.3 (36.1)
SP	16.8 (6.6)	24.5 (9.8)	138.9 (55)	19.1 (7.6)	27.7 (11.1)	132.8 (53)

Em termos quantitativos, no Sudeste (Figura 10), a expectativa é de um menor número de casos de dengue em relação a 2023.



**Figura 10:** Número de casos suspeitos de dengue previstos para 2024, em cenário de *El Niño* similar a 2016. Para cada estado do Sudeste, a barra colorida indica o número esperado de casos, a linha vertical preta é o intervalo interquartil (50% de probabilidade). A linha vermelha indica o valor observado em 2023, para comparação<sup>6</sup>.

## Sul

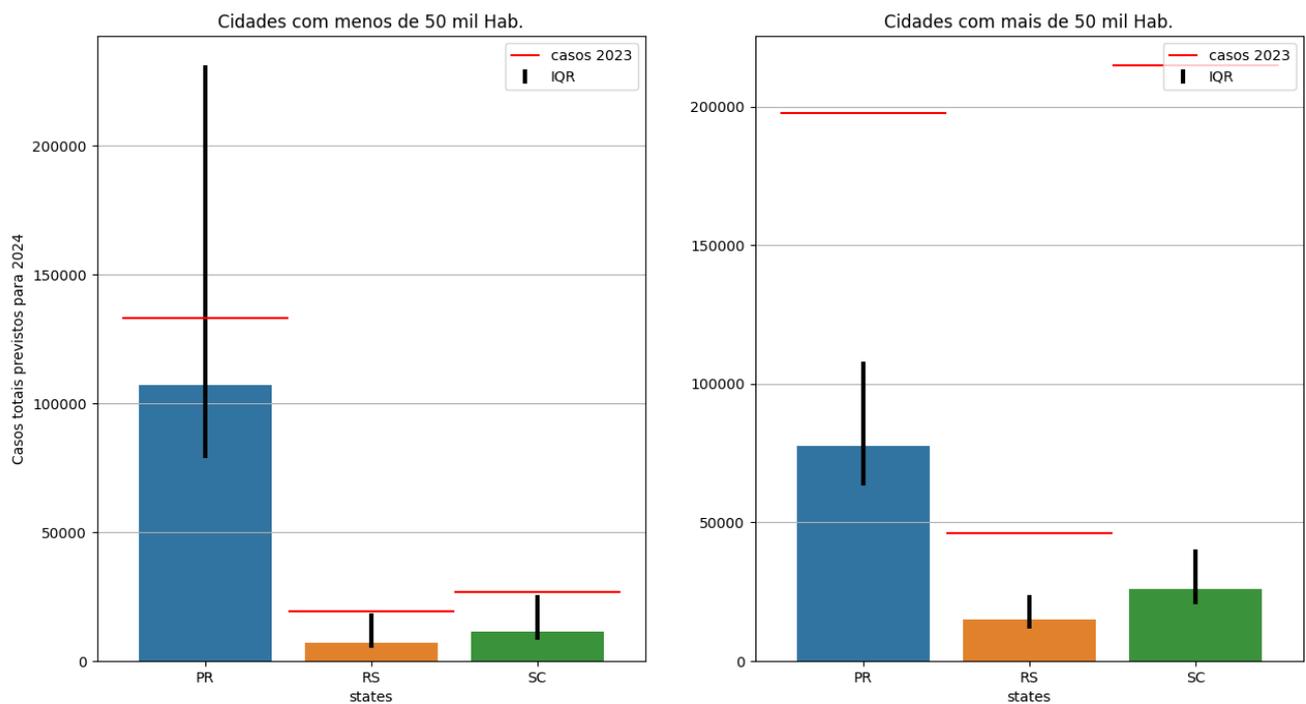
A Tabela 5 mostra a incidência esperada de casos de suspeita de dengue em 2024, no Sul, segundo o cenário de *El Niño* forte. Como mencionado acima, também é calculado a incidência acumulada de casos prováveis. Nesse cenário, o Paraná está acima do limiar epidêmico tanto nos municípios de grande e pequeno porte. Santa Catarina está com atividade alta, porém abaixo do limiar. O Rio Grande do Sul aparece com atividade prevista mais baixa que 2023.

<sup>6</sup> Casos totais notificados até 30 de setembro.

Tabela 5: Incidência acumulada predita, **por 10.000 hab.**, de casos suspeitos de dengue em 2024 (Média e quartis Q1 e Q3) nos Estados da Região Sul. **Entre parênteses, a incidência de casos prováveis, aplicando uma taxa de descarte de 40%.** Os estados com mais de 30 casos prováveis esperados por 10.000 hab. estão marcados em **ocre** (epidêmicos). Estados com mais de 10 casos prováveis por 10.000 habitantes em amarelo.

Estados	Cidades com menos de 50 mil hab.			Cidades com mais de 50 mil hab.		
	Q1	Média	Q3	Q1	Média	Q3
PR	181.5 (72.4)	246.9 (98.8)	532.5 (212)	84.7 (33.6)	103.5 (41.4)	144.1 (57)
RS	12.8 (5.1)	17.8 (7.1)	45.7 (18.2)	16.6 (6.6)	21.1 (8.4)	33.6 (13.4)
SC	28.3 (11.3)	38.9 (15.5)	89.0 (35)	42.2 (16.8)	53.4 (21.3)	82.8 (33.1)

No Sul (Figura 11), a expectativa é de atividade menor da dengue em relação a 2023. Apenas nos municípios menores, teremos tendência de atividade semelhante a 2023.



**Figura 10:** Número de casos suspeitos de dengue previstos para 2024, em cenário de *El Niño* similar a 2016. Para cada estado do Sul, a barra colorida indica o número esperado de casos, a linha vertical preta é o intervalo interquartil (50% de probabilidade). A linha vermelha indica o valor observado em 2023, para comparação<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Casos totais notificados até 30 de setembro.

## CONCLUSÕES

- Espera-se uma atividade alta da dengue no próximo ano, seja de acordo com modelo sem variáveis climáticas e modelo com o cenário de *El Niño*.
- Os estados da região Centro-Oeste estão com indicativo de alta atividade de dengue, sendo semelhante ou maior que os níveis observados em 2023, ultrapassando o limiar epidêmico de 300 casos por 100.000 hab.
- Os estados do Nordeste têm indicativo de aumento de casos em sua maioria, porém mantendo-se abaixo do limiar epidêmico.
- Na região Sudeste, o Espírito Santo tem indicativo de epidemia, mediante o *El Niño*.
- No Sul, o Paraná tem indicativo de epidemia, enquanto Santa Catarina aparece com risco de atividade aumentada.
- Todos esses resultados são decorrentes de cenários e devem ser considerados nesse contexto de incertezas. Melhores análises serão possíveis com dados epidemiológicos mais atualizados e projeções climáticas mais precisas.

## AUTORES

**Equipe do Infodengue:** Claudia Torres Codeço<sup>a</sup>, Leonardo Soares Bastos<sup>a</sup>, Eduardo Correa Araujo<sup>d</sup>, Raquel Martins Lana<sup>b</sup>, Sara de Souza Oliveira<sup>a</sup>, Danielle Andreza da Cruz Ferreira<sup>c</sup>, Vinicius Barbosa Godinho<sup>a</sup>, Sandro Loch<sup>a</sup>, Luã Bida Vacaro<sup>d</sup>, Thais Irene Souza Riback<sup>a</sup>, Iasmim Ferreira de Almeida<sup>a</sup>, Oswaldo Gonçalves Cruz<sup>a</sup>, and Flávio Codeço Coelho<sup>d</sup>.

<sup>a</sup> Scientific Computing Program, Oswaldo Cruz Foundation, Brazil

<sup>b</sup> Barcelona Supercomputing Center (BSC), Barcelona, Spain

<sup>c</sup> Federal University of Minas Gerais, Brazil

<sup>d</sup> School of Applied Math, Getulio Vargas Foundation, Brazil

## COMO CITAR:

Codeço CT, Bastos, LS; Araújo, EC; et al . Relatório 02/23 do Grupo Infodengue, PROCC/Fiocruz e EMap/FGV, versão revisada em 26 de outubro de 2023

## REFERÊNCIAS

Cunha AP et al. NOTA TÉCNICA N° 564/2023/SEI-CEMADEN. <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/impactos-do-fenomeno-el-nino-no-brasil-no-trimestre-son-2023-e-projecoes-de-evolucao-do-evento-no-verao-2024/NotaTcnicaElNio15set2023.pdf>

Codeço *et al.* (2022) Fast expansion of dengue in Brazil. The Lancet Regional Health - Americas 2022;12: 100274 Published online 29 May 2022 <https://doi.org/10.1016/j.lana.2022.100274>

DELRIEU, Méryl; MARTINET, Jean-Philippe; O'CONNOR, Olivia; *et al.* Temperature and transmission of chikungunya, dengue, and Zika viruses: A systematic review of experimental studies on *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*. Current Research in Parasitology & Vector-Borne Diseases, v. 4, p. 100139, 2023.