

# **Mudanças climáticas, desenvolvimento urbano e impactos na saúde: uma análise à luz da epidemiologia**

**João Moraes  
Novembro de 2025**



# Sumário

- ▶ Contextualização
- ▶ Estudos Epidemiológicos: Medindo a associação com o calor
- ▶ Quanto é muito quente?
- ▶ O nosso estudo
- ▶ O Protocolo de Calor do Rio
- ▶ Conclusões



# Contextualização

Quando falamos de ondas de calor...



# Contextualização

Quando falamos de ondas de calor...



[Início > Geral](#)

## Brasil se prepara para nova onda de calor nos próximos dias

O Inmet já emitiu alerta relacionado às altas temperaturas  
14/02/2023 às 09h53 — GABRIEL VALÉRIO



[POLÍTICA](#) • [ECONOMIA](#) • [BRASIL](#) • [MUNDO](#) • [CULTURA+](#) • [ESPORTES](#) • [BLG](#)

**MEIO AMBIENTE**

## Espanha entra em onda de calor excepcional para a época

As máximas alcançam cerca de 40º



Presso horário baixa de sol na praia de Malvarrosa, em Valência, enquanto a Espanha se prepara para uma onda de calor. Foto: Jose Jordan/AFP



**O GLOBO 100 | Rio**

**Rio tem tarde de 40°C e pode ter segunda-feira ainda mais quente**

Cidade pode chegar a índice inédito de calor, alcançando o nível 4 nos próximos dias

Por O GLOBO — Rio de Janeiro  
16/02/2025 17h14 - Atualizado há 3 semanas



Praia do Leme, na Zona Sul do Rio, lotada neste domingo. — Foto: Gabriel de Paiva



# Contextualização

Quando falamos de ondas de calor...



NOTÍCIAS

**Quase 50 mil pessoas morreram na Europa por causa do calor em 2023, mostra estudo**

Mundo

**Onda de calor na Europa causou mais de 2 mil mortes em apenas dez dias, diz estudo**

Cientistas apontam que o aquecimento global elevou em até 4°C as temperaturas em certas cidades durante esse período, tornando o clima mais letal

Por [Júlia Sofia](#) 9 jul 2025, 15h12

**FOLHA DE S.PAULO**  
★★★

os do clima   queimadas   além do lixo   mudanças climáticas na amazônia

PLANETA EM TRANSE · MUDANÇA CLIMÁTICA · CLIMA

## Calor extremo mata mais de 175 mil pessoas na Europa anualmente, diz OMS

Região concentra 36% das mortes por altas temperaturas no planeta

DÉ UM CONTEÚDO 3

Giuliana Miranda



# Contextualização

- ▶ O calor mata silenciosamente.

1. ZHAO, Q. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *The Lancet Planetary Health*, v. 5, n. 7, p. e415–e425, 1 jul. 2021.



# Contextualização

- ▶ O calor mata silenciosamente.
- ▶ A cada ano, ocorrem em torno de **489 mil** mortes atribuíveis ao calor globalmente<sup>1</sup>.

1. ZHAO, Q. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *The Lancet Planetary Health*, v. 5, n. 7, p. e415–e425, 1 jul. 2021.



# Contextualização

- ▶ O calor mata silenciosamente.
- ▶ A cada ano, ocorrem em torno de **489 mil** mortes atribuíveis ao calor globalmente<sup>1</sup>.
- ▶ Santos *et al.*: 48.075 óbitos atribuídos a ondas de calor em 14 regiões metropolitanas brasileiras, entre 2010 e 2018<sup>2</sup>

## Calor matou mais que deslizamentos de terra no Brasil, aponta estudo

Pesquisa inédita de cientistas brasileiros e portugueses aponta 48 mil mortes em duas décadas, com vítimas principalmente entre idosos, mulheres, negros e a populações de baixa escolaridade.

BBC Por Filipe Vilicic

NEWS

25/01/2024 03h00 · Atualizado há um ano

<https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/01/25/calor-matou-mais-que-deslizamentos-de-terra-no-brasil-aponta-estudo.ghtml>

1. ZHAO, Q. et al. Global, regional, and national burden of mortality associated with non-optimal ambient temperatures from 2000 to 2019: a three-stage modelling study. *The Lancet Planetary Health*, v. 5, n. 7, p. e415–e425, 1 jul. 2021.

2. SANTOS, D. M. DOS et al. Twenty-first-century demographic and social inequalities of heat-related deaths in Brazilian urban areas. *PLOS ONE*, v. 19, n. 1, p. e0295766, 2024.

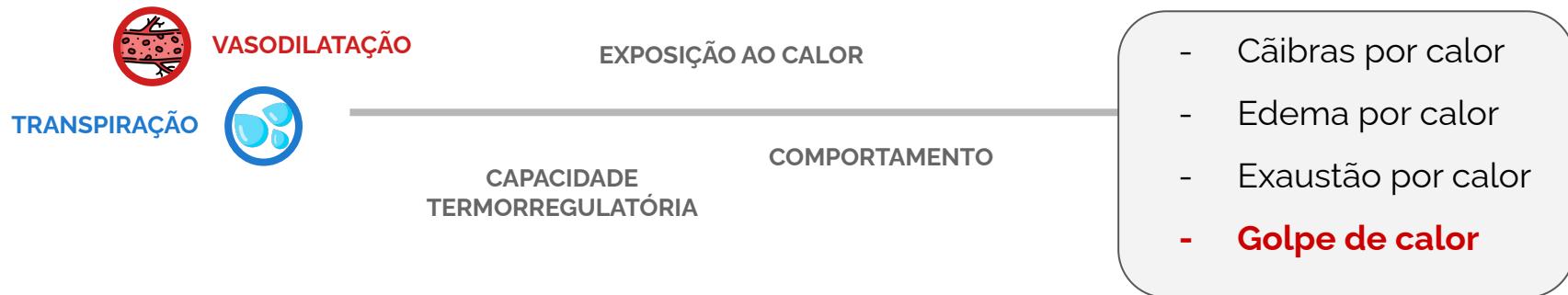


# Por que as pessoas morrem de calor?



# Por que as pessoas morrem de calor?

Corpo responde ao estresse térmico de duas formas principais:



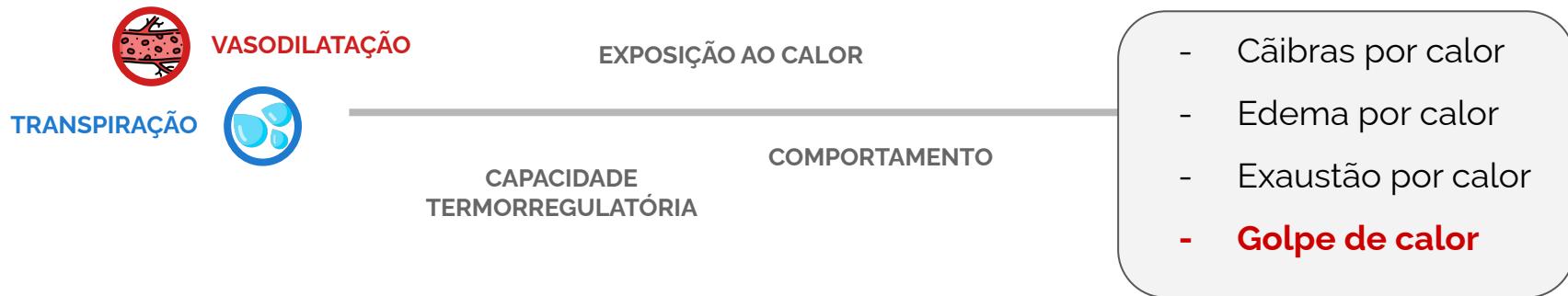
7. CHESHIRE, W. P. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Autonomic Neuroscience*, v. 196, p. 91–104, abr. 2016.

8. SAÚDE, RIO DE JANEIRO (PREFEITURA). Protocolo De Enfrentamento Ao Calor Extremo. Rio de Janeiro, RJ: Gislani Mateus Oliveira Aguilar, 2024.



# Por que as pessoas morrem de calor?

Corpo responde ao estresse térmico de duas formas principais:



O calor pode também levar à piora de condições de saúde já existentes<sup>9</sup>.

7. CHESHIRE, W. P. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Autonomic Neuroscience*, v. 196, p. 91–104, abr. 2016.

8. SAÚDE, RIO DE JANEIRO (PREFEITURA), Protocolo De Enfrentamento Ao Calor Extremo. Rio de Janeiro, RJ: Gislani Mateus Oliveira Aguilar, 2024.

9. SORENSEN, C.; HESS, J. Treatment and Prevention of Heat-Related Illness. *New England Journal of Medicine*, v. 387, n. 15, p. 1404–1413, 12 out. 2022.

# Efeitos do calor na saúde



10. BELL, M. L.; GASPARRINI, A.; BENJAMIN, G. C. Climate Change, Extreme Heat, and Health. *New England Journal of Medicine*, v. 390, n. 19, p. 1793–1801, 15 maio 2024.

11. EBI, K. L. et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*, v. 398, n. 10301, p. 698–708, ago. 2021.



# Efeitos do calor na saúde



Como contabilizamos e estabelecemos a relação de mortalidade/morbidade e calor? → **ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS**

10. BELL, M. L.; GASPARRINI, A.; BENJAMIN, G. C. Climate Change, Extreme Heat, and Health. *New England Journal of Medicine*, v. 390, n. 19, p. 1793–1801, 15 maio 2024.

11. EBI, K. L. et al. Hot weather and heat extremes: health risks. *The Lancet*, v. 398, n. 10301, p. 698–708, ago. 2021.



# Estudos epidemiológicos

- ▶ Estudos populacionais
- ▶ Comparações entre grupos



# Estudos epidemiológicos

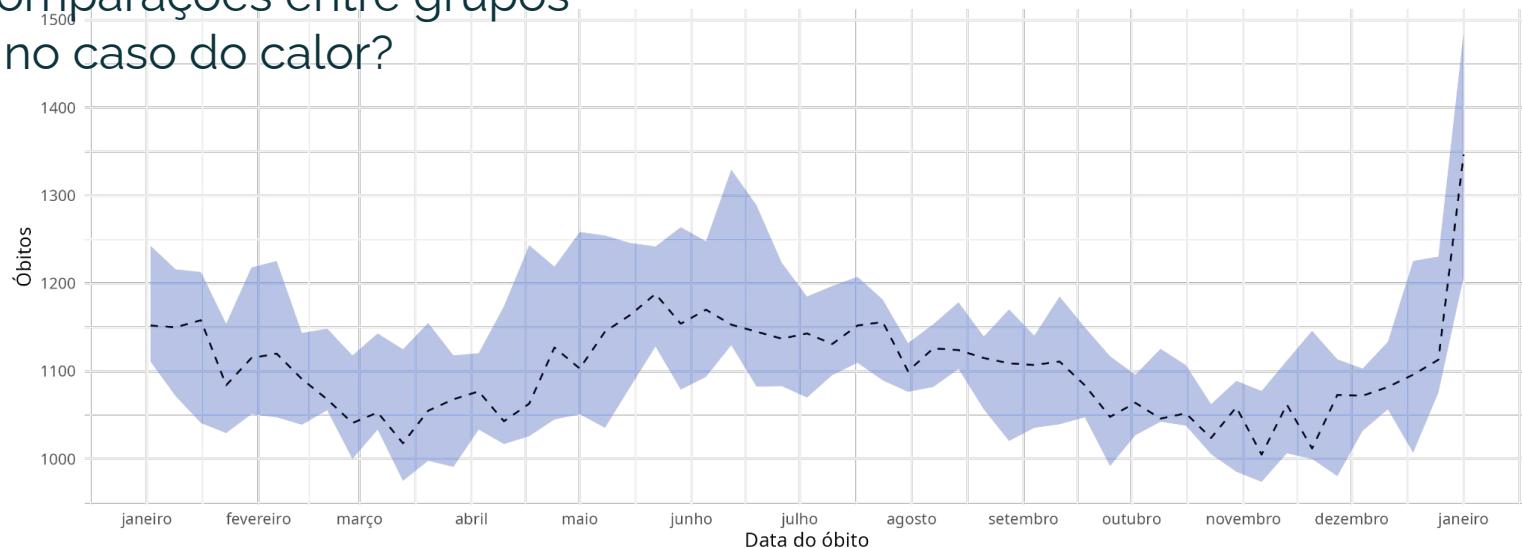
- ▶ Estudos populacionais
- ▶ Comparações entre grupos
- ▶ E no caso do calor?

# Estudos epidemiológicos

- ▶ Estudos populacionais
- ▶ Comparações entre grupos
- ▶ E no caso do calor?

Óbitos semanais no Rio de Janeiro, 2023.

-- Mediana histórica



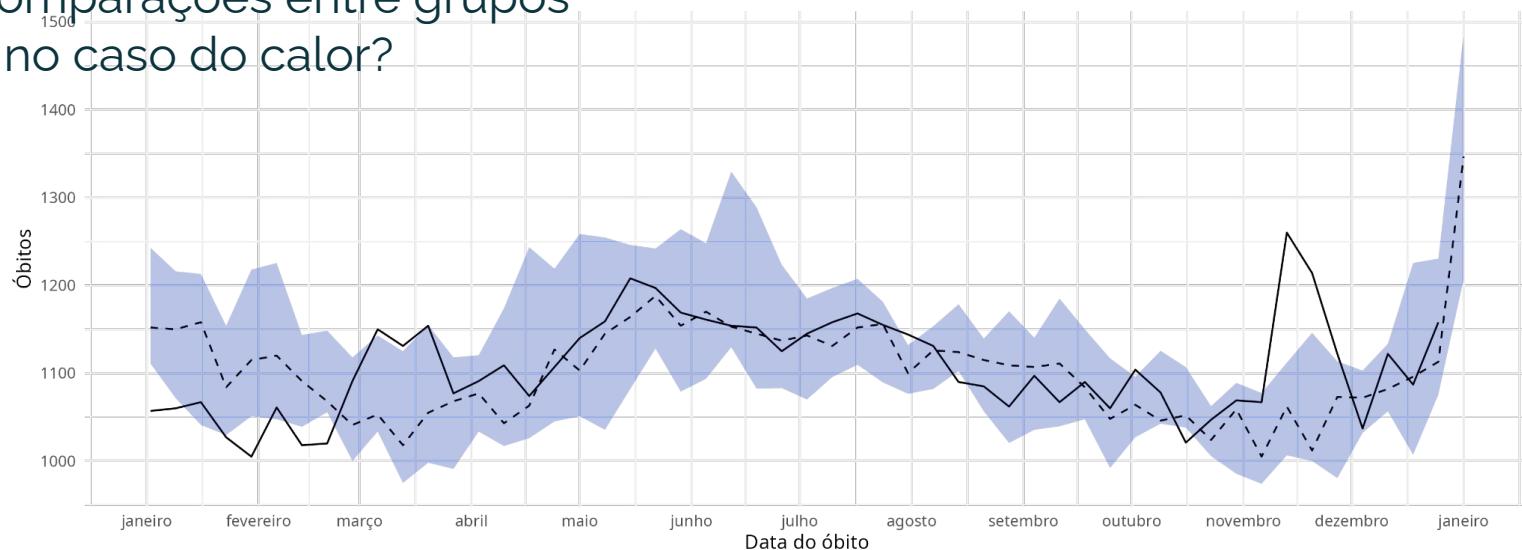
Fonte dos dados; Sistema de Informação de Mortalidade (SIM). Dados sujeitos à alterações. Não permitida a reprodução.

# Estudos epidemiológicos

- ▶ Estudos populacionais
- ▶ Comparações entre grupos
- ▶ E no caso do calor?

Óbitos semanais no Rio de Janeiro, 2023.

-- Mediana histórica — Observado



Fonte dos dados; Sistema de Informação de Mortalidade (SIM). Dados sujeitos à alterações. Não permitida a reprodução.



# Estudos epidemiológicos

- ▶ Novembro de 2023: Onda de Calor mais severa da série histórica no Brasil<sup>5</sup>

Cotidiano

## Rio de Janeiro registra sensação térmica recorde de 59,3°C nesta sexta (17)

Do UOL, em São Paulo  
17/11/2023 16h52

<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/11/17/sensacao-termica-rio-de-janeiro-calor.htm>

5. VAN DIJK, A. I. J. M. et al. Global Water Monitor 2023, Summary Report. Disponível em: <[https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item\\_5025841\\_1/component/file\\_5025912/content](https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_5025841_1/component/file_5025912/content)>. Acesso em: 1 nov. 2024.



# Estudos epidemiológicos

- Novembro de 2023: Onda de Calor mais severa da série histórica no Brasil<sup>5</sup>

Cotidiano

## Rio de Janeiro registra sensação térmica recorde de 59,3°C nesta sexta (17)

Do UOL, em São Paulo  
17/11/2023 16h52

<https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/11/17/sensacao-termica-rio-de-janeiro-calor.htm>  
<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/fa-de-taylor-swift-morreu-por-exaustao-causa-pelo-forte-calor-aponta-laudo/>

5. VAN DIJK, A. I. J. M. et al. Global Water Monitor 2023, Summary Report. Disponível em: <[https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item\\_5025841\\_1/component/file\\_5025912/content](https://gfzpublic.gfz-potsdam.de/rest/items/item_5025841_1/component/file_5025912/content)>. Acesso em: 1 nov. 2024.

6. IVANOVICH, C. C. et al. Physical Drivers of the November 2023 Heatwave in Rio de Janeiro. Research Square, , 11 abr. 2025. Disponível em: <<https://www.researchsquare.com/article/rs-5355924/v2>>. Acesso em: 19 abr. 2023

Ao vivo Política WW Economia Esportes Pop Viagem

## Fã de Taylor Swift morreu por exaustão causada pelo forte calor, aponta laudo

Ana Clara Benevides faleceu na noite do dia 17 de novembro, durante o primeiro show da cantora americana no Brasil

Isabelle Saleme, da CNN

27/12/2023 às 08:40 | Atualizado 27/12/2023 às 13:27

Research Article

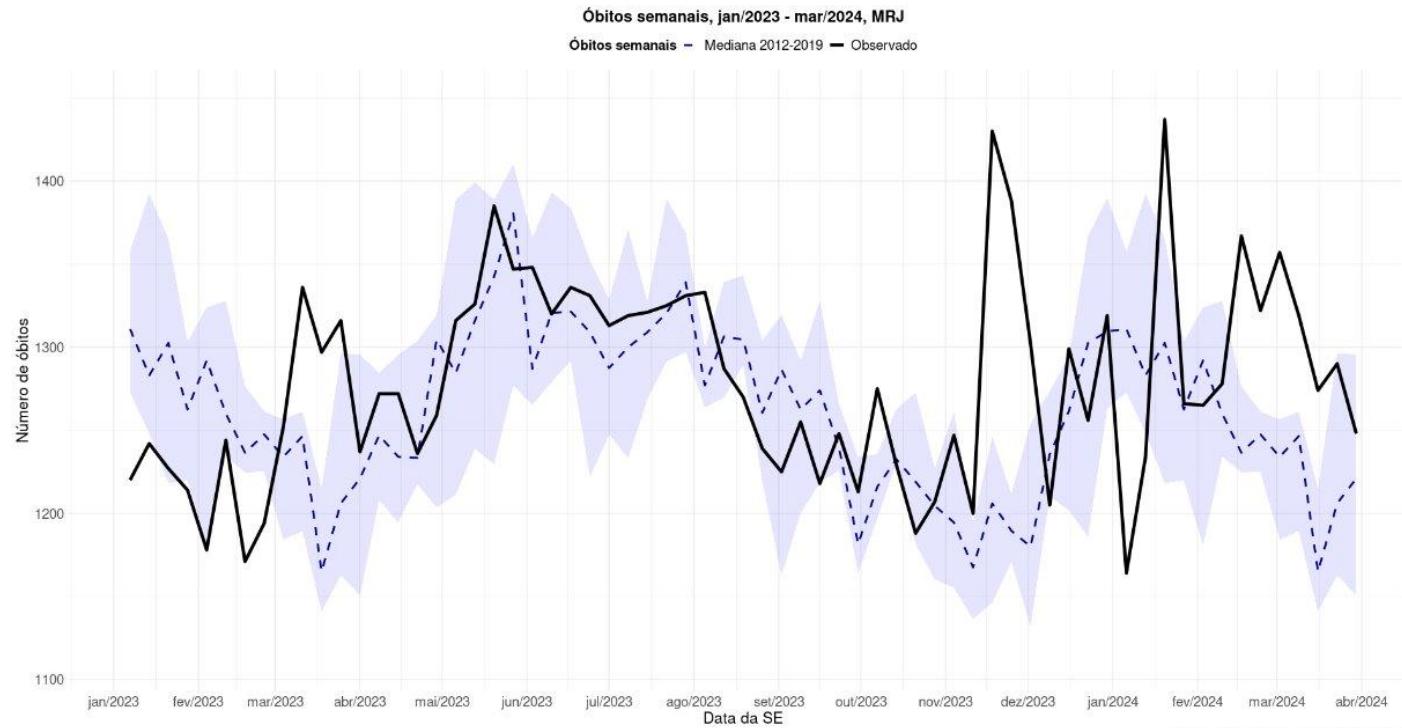
## Physical Drivers of the November 2023 Heatwave in Rio de Janeiro

Catherine C. Ivanovich, Adam H. Sobel, Radley M. Horton, Ana M. B. Nunes, and 2 more

This is a preprint; it has not been peer reviewed by a journal.

<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5355924/v2>  
This work is licensed under a CC BY 4.0 License

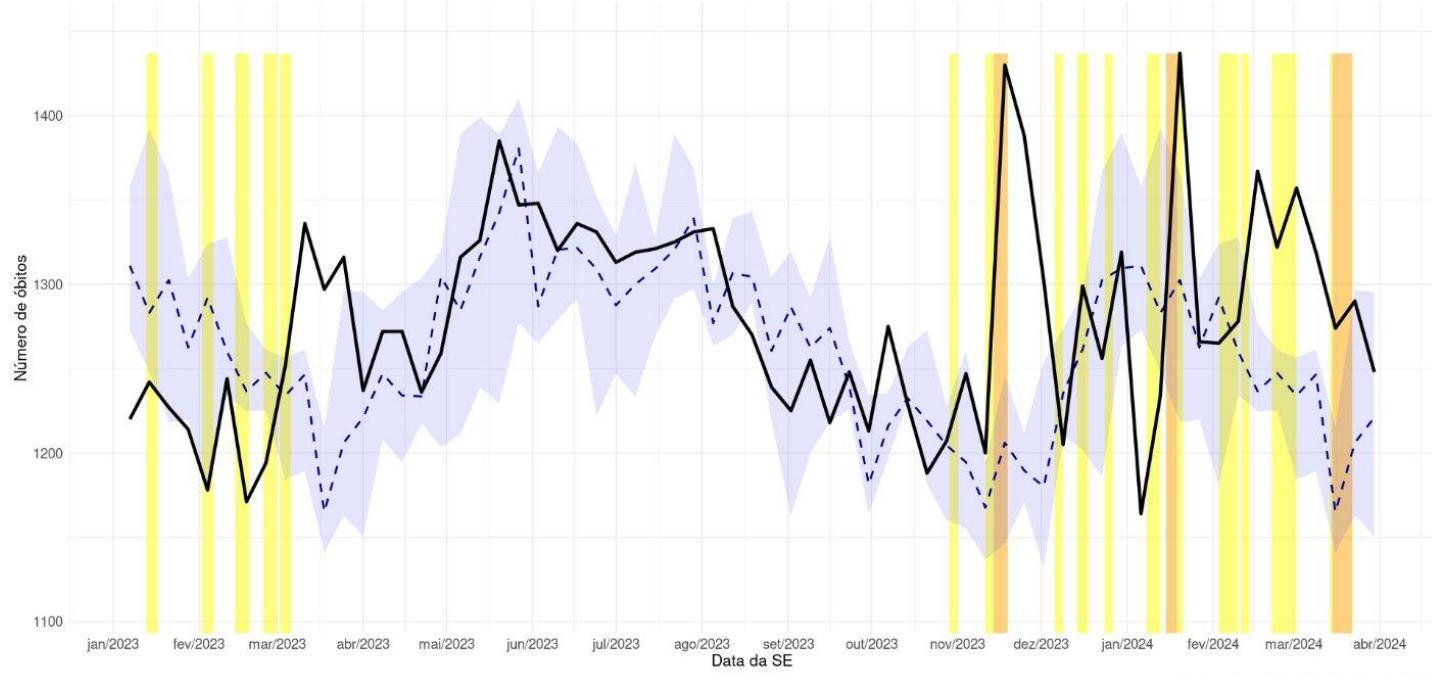
# Estudos epidemiológicos



# Estudos epidemiológicos

Óbitos semanais, jan/2023 - mar/2024, MRJ

Óbitos semanais — Mediana 2012-2019 — Observado



Dados atualizados em 24/06/2024. Dados sujeitos à alterações.



# Evento significativo: Onda de calor de 2003 na Europa

TILT

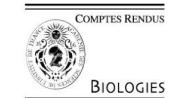
2003: onda de calor varre a Europa e provoca mais de 35 mil mortes

f Página 3 Pedagogia & Comunicação Especial para o UOL Ciência e Saúde 09/12/2010 19:58

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

 ScienceDirect

C. R. Biologies 331 (2008) 171–178

 COMPTES RENDUS  
BIOLOGIES

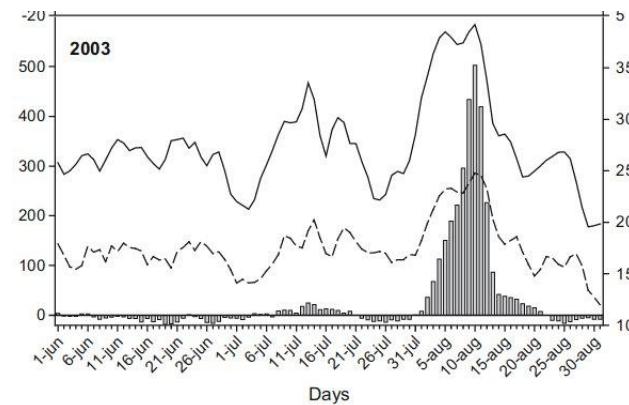
<http://france.elsevier.com/direct/CRASS3/>

Epidemiology / Épidémiologie

Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003

Jean-Marie Robine <sup>a,\*</sup>, Siu Lan K. Cheung <sup>a</sup>, Sophie Le Roy <sup>a</sup>, Herman Van Oyen <sup>b</sup>,  
Clare Griffiths <sup>c</sup>, Jean-Pierre Michel <sup>d</sup>, François Richard Herrmann <sup>d</sup>

**Fig. 2** Major heat-waves in Paris

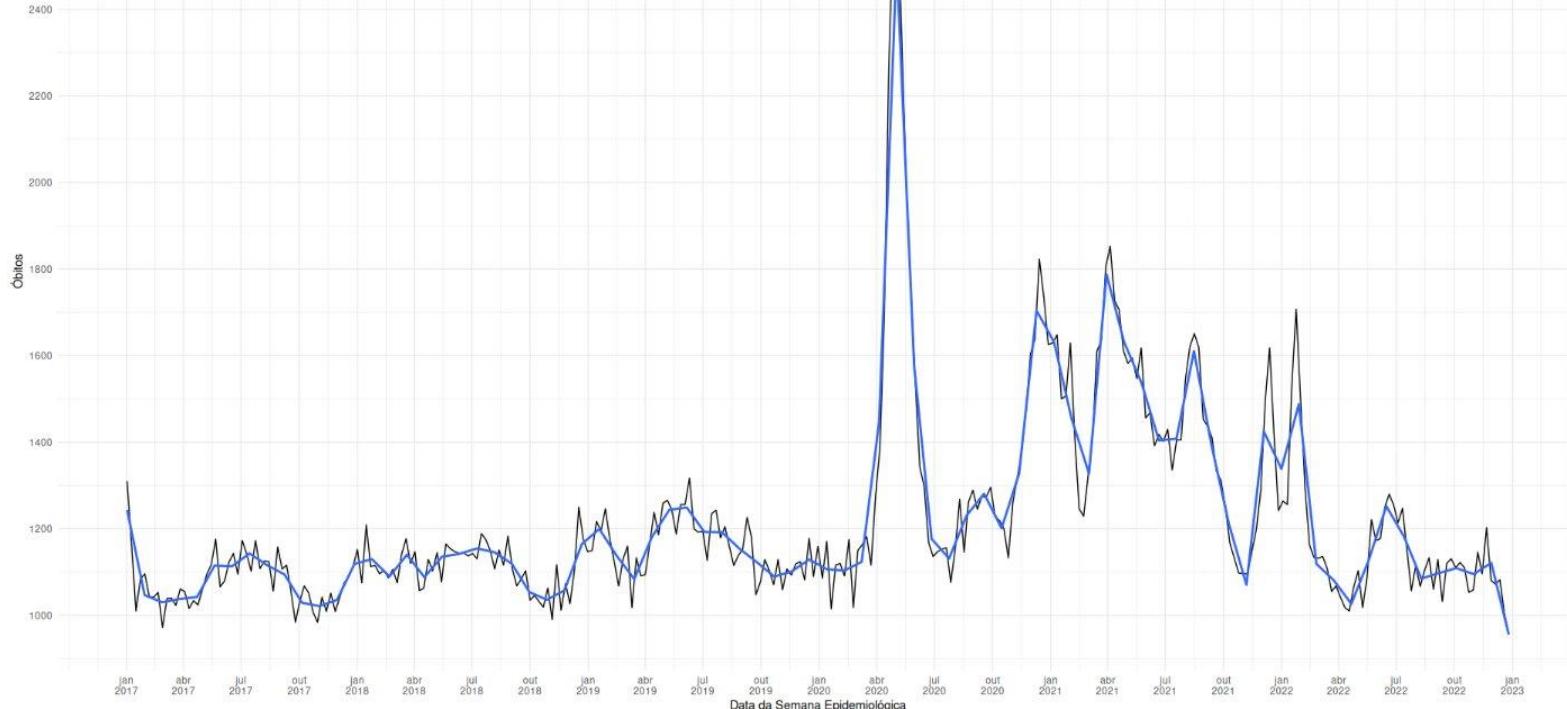


PASCAL, M. et al. France's heat health watch warning system. International Journal of Biometeorology, [S. l.], vol. 50, no. 3, p. 144–153, 1 Jan. 2006.

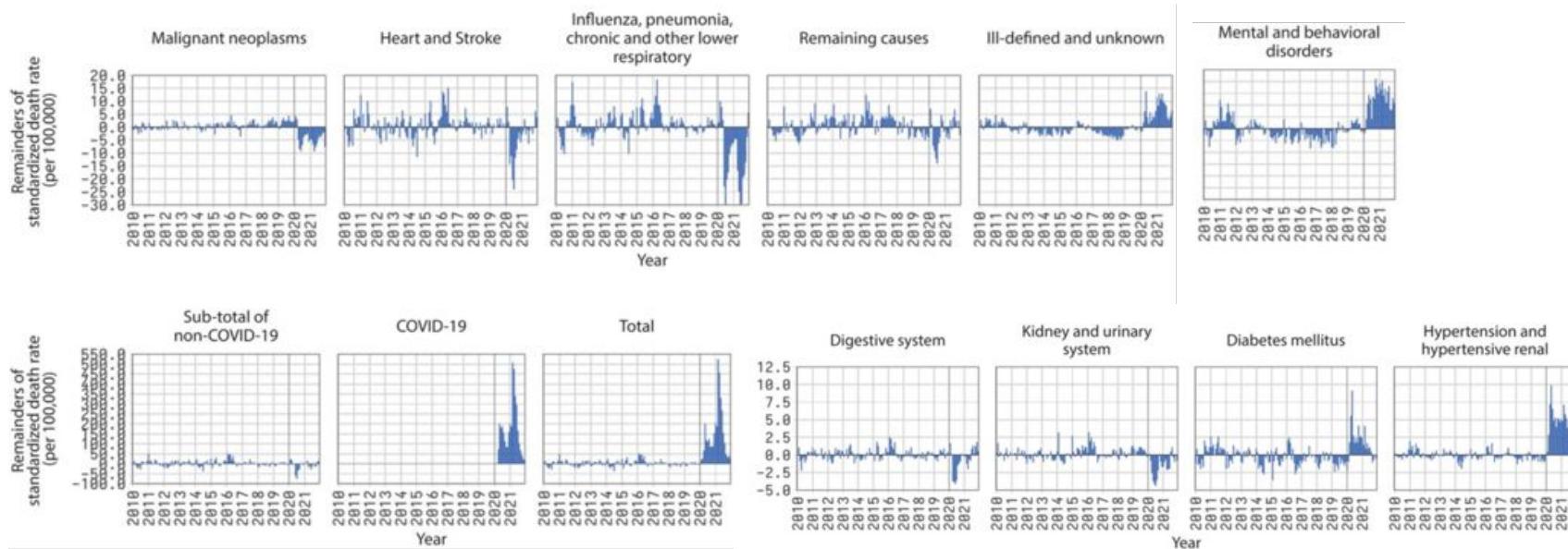
# Estudos de excesso de mortalidade



# Estudos de excesso de mortalidade

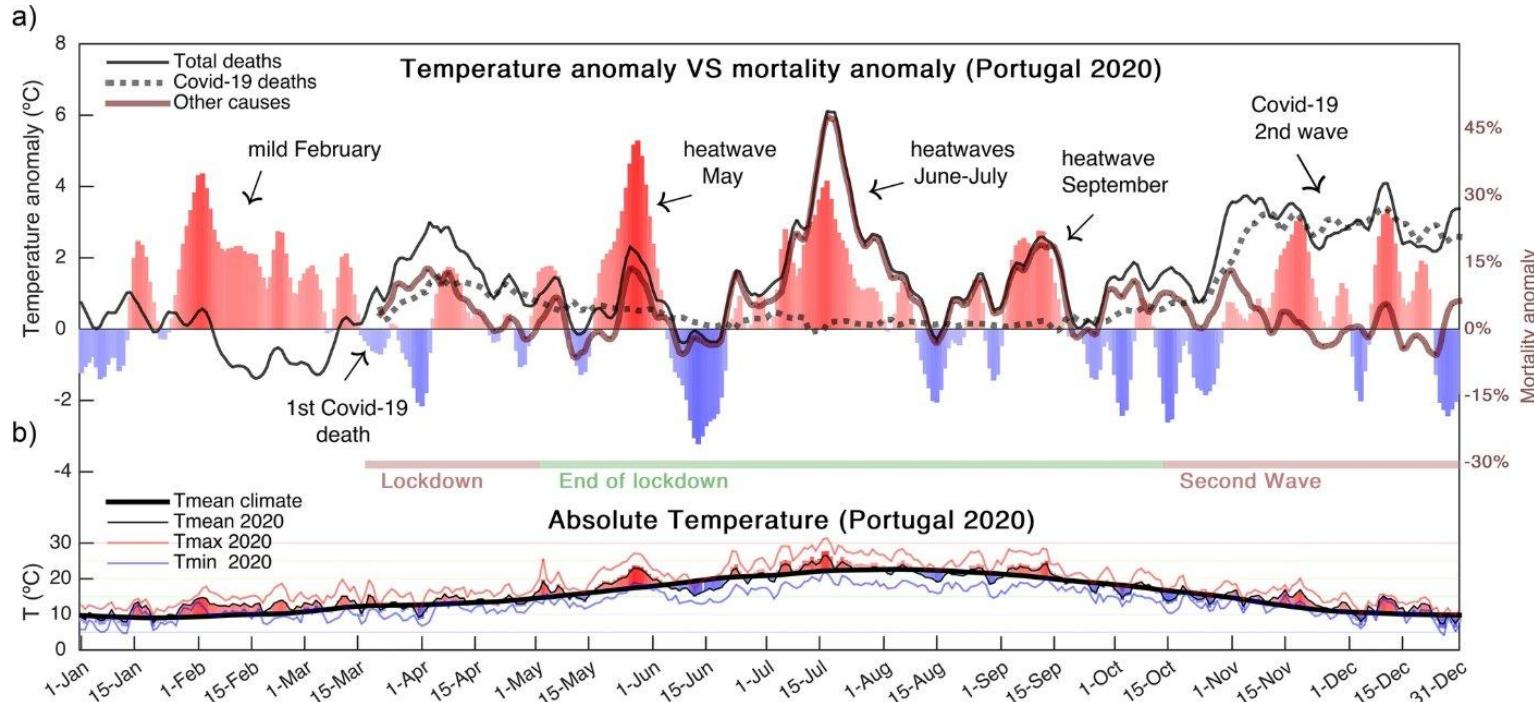


# Estudos de excesso de mortalidade



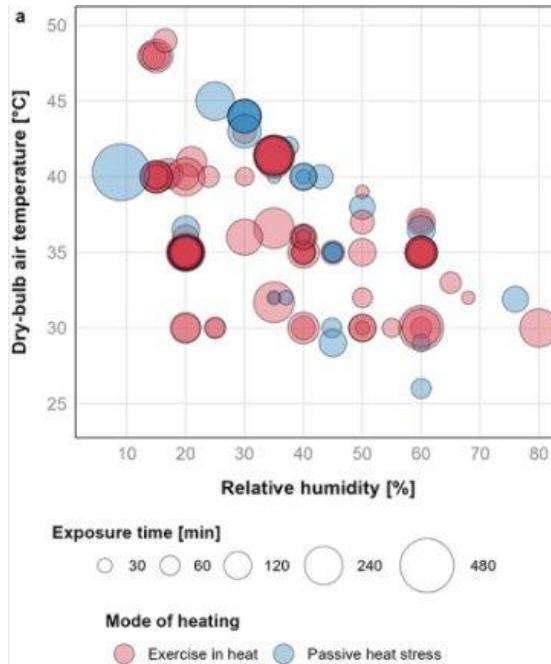
FERNANDES, F. et al. Mortality by cause of death in Brazil: effects of the COVID-19 pandemic and contribution to changes in life expectancy at birth. [S. l.], p. 2023.02.13.23285842, 19 fev. 2023. Disponível em: <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2023.02.13.23285842v1>. Acesso em: 19 mar. 2025.

# Estudos de excesso de mortalidade



SOUZA, P. M. et al. Heat-related mortality amplified during the COVID-19 pandemic. International Journal of Biometeorology, [S. l.], v. 66, n. 3, p. 457–468, mar. 2022.

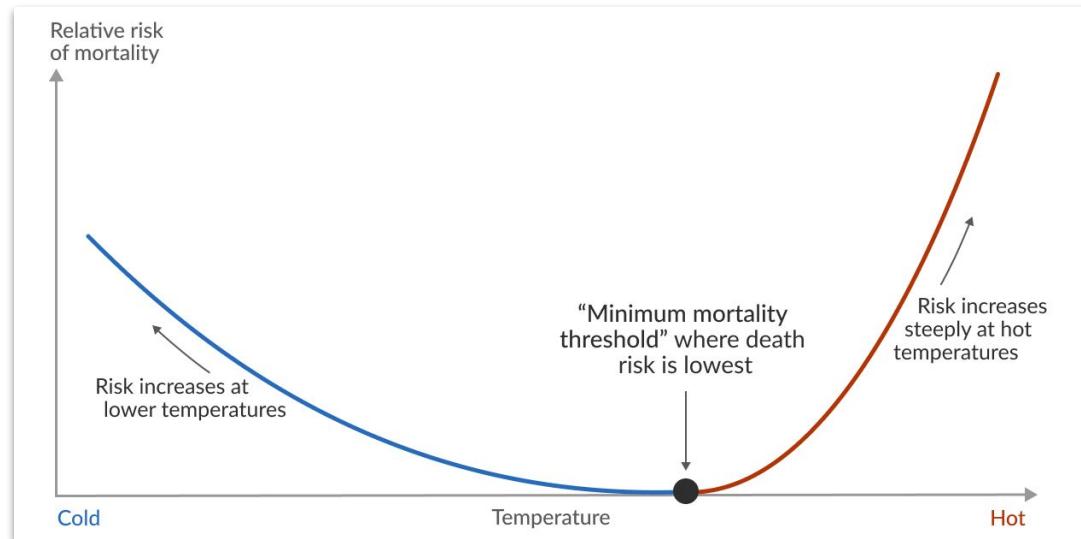
# Mas quanto é muito quente?



Bach, A. J. E., Cunningham, S. J. K., Morris, N. R., Xu, Z., Rutherford, S., Binnewies, S., & Meade, R. D. (2024). Experimental research in environmentally induced hyperthermic older persons: A systematic quantitative literature review mapping the available evidence. *Temperature (Austin, Tex.)*, 11(1), 4–26. <https://doi.org/10.1080/23328940.2023.2242062>

# Mas quanto é muito quente?

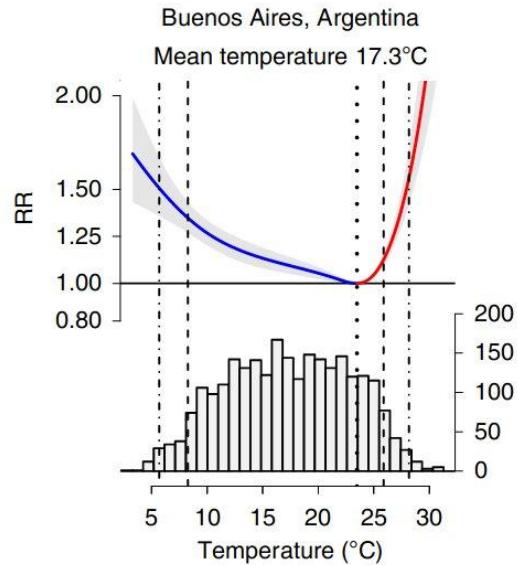
- ▶ **Abordagem epidemiológica:** medir o quanto a mortalidade aumenta a depender do nível de temperatura



O efeito não-linear da temperatura. Extraída de:

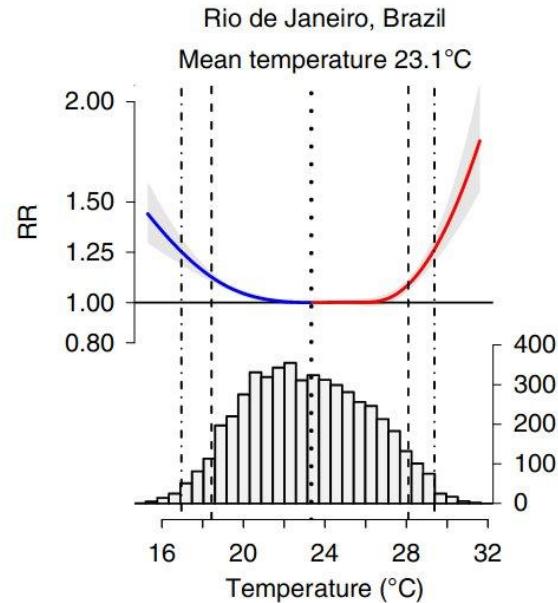
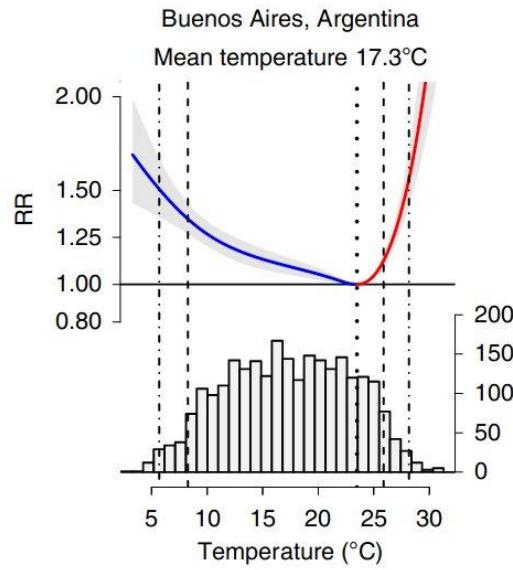
<https://ourworldindata.org/part-one-how-many-people-die-from-extreme-temperatures-and-how-could-this-change-in-the-future>

# Mas quanto é muito quente?



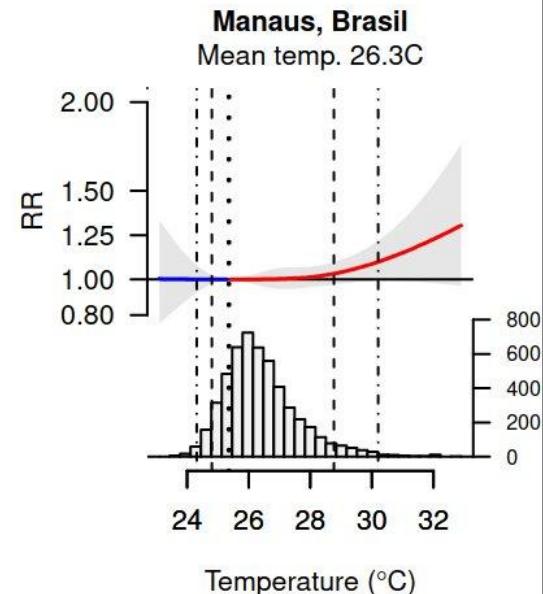
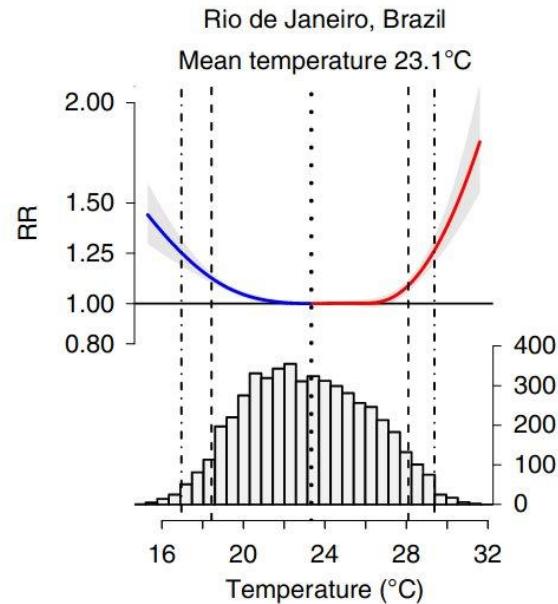
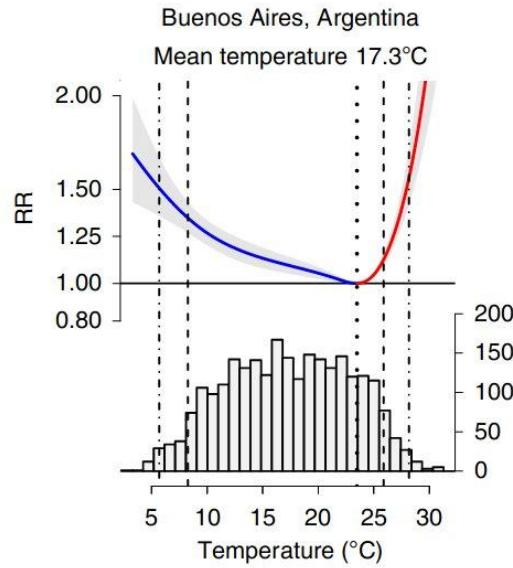
KEPHART, J. L. et al. City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. *Nature Medicine*, [S. l.], v. 28, n. 8, p. 1700–1705, ago. 2022.

# Mas quanto é muito quente?



KEPHART, J. L. et al. City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. *Nature Medicine*, [S. l.], v. 28, n. 8, p. 1700–1705, ago. 2022.

# Mas quanto é muito quente?



KEPHART, J. L. et al. City-level impact of extreme temperatures and mortality in Latin America. *Nature Medicine*, [S. l.], v. 28, n. 8, p. 1700–1705, ago. 2022.



# O nosso estudo

- ▶ Dados de Mortalidade (SIM) entre 2012 e 2024
- ▶ 17 causas de óbito estudadas
- ▶ Considerar:
  - ▷ Temperatura;
  - ▷ Temperatura + Umidade (Índice de Calor)
  - ▷ Tempo de exposição
- ▶ Jovens (0-64 anos) e Idosos (65+)





# O nosso estudo

- ▶ Dados de Mortalidade (SIM) entre 2012 e 2024
- ▶ 17 causas de óbito estudadas
- ▶ Considerar:
  - ▷ Temperatura;
  - ▷ Temperatura + Umidade (Índice de Calor)
  - ▷ Tempo de exposição
- ▶ Jovens (0-64 anos) e Idosos (65+)



HOME

Quantifying heat exposure and its related mortality in Rio de Janeiro City: evidence to support Rio's recent heat protocol

João Henrique de Araujo Moraes, Débora Medeiros de Oliveira e Cruz, Valeria Saraceni, Caroline Dias Ferreira, Gislani Mateus Oliveira Aguilar, Oswaldo Gonçalves Cruz

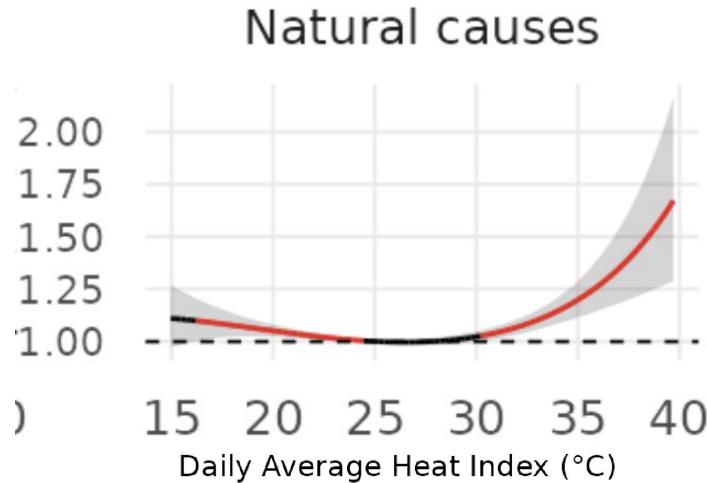
doi: <https://doi.org/10.1101/2025.01.17.25320740>

This article is a preprint and has not been peer-reviewed [what does this mean?]. It reports new medical research that has yet to be evaluated and so should not be used to guide clinical practice.

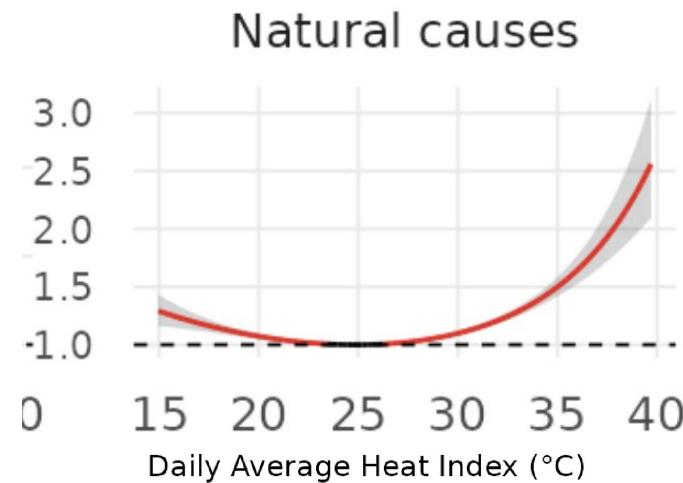
# O nosso estudo

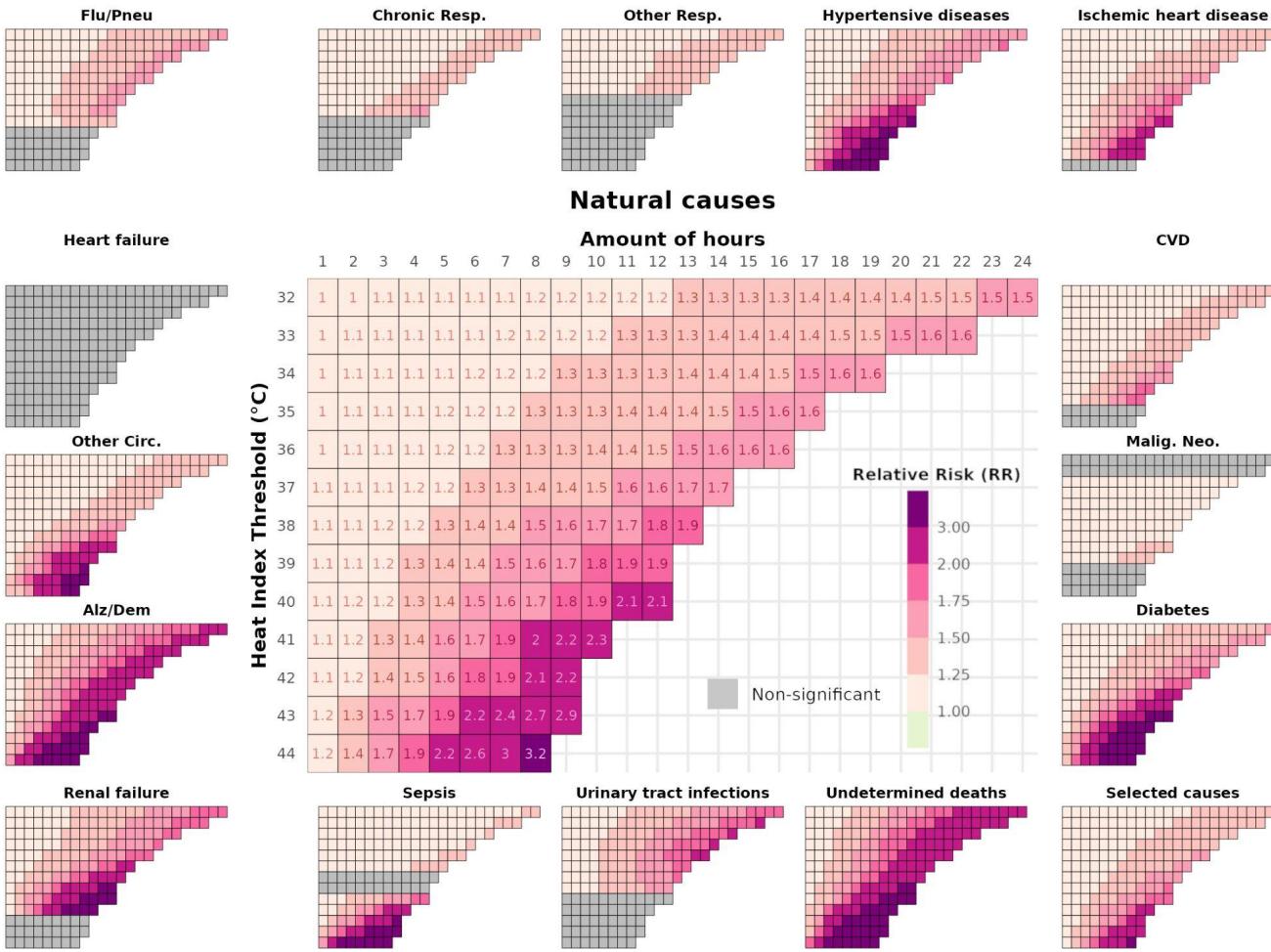
- ▶ Como o calor afeta a saúde da população carioca?

Jovens (0-64)



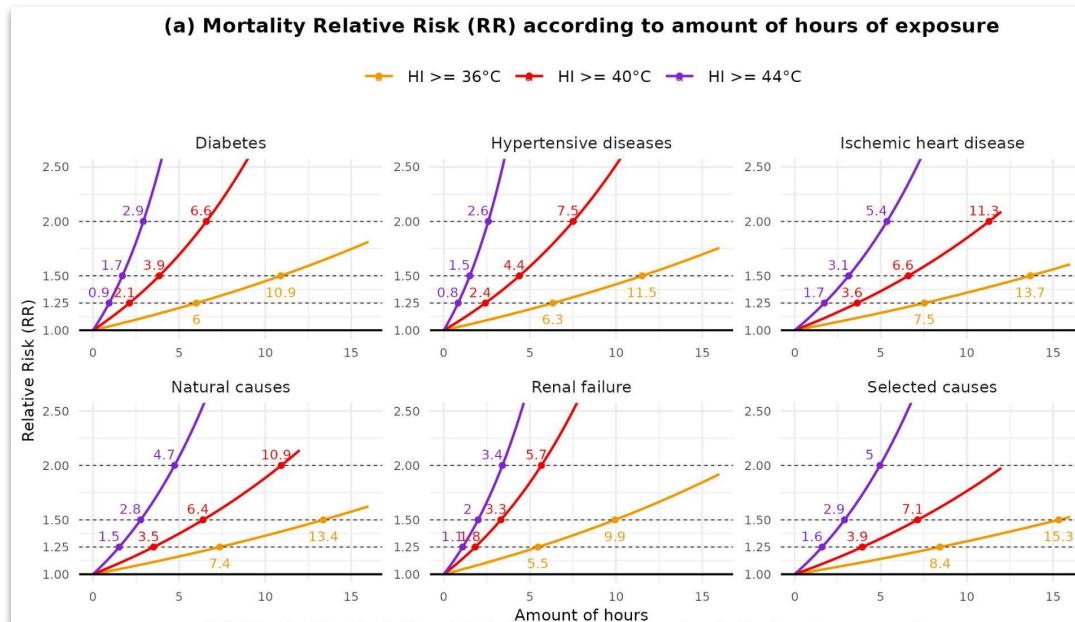
Idosos (65+)





# O nosso estudo

- ▶ Quanto é muito quente? O tempo de exposição importa?



# O nosso estudo

- Quanto é muito quente? O tempo de exposição importa?

## Novo Protocolo de Calor da Prefeitura do Rio

### ÍNDICES DE CALOR



### NÍVEIS DE CALOR (NC) NO PROTOCOLO DA PREFEITURA DO RIO

NC 1	Sem previsão de altos índices de calor. Neste nível, a cidade continua com sua rotina normal.
NC 2	Previsão ou registro de altos índices de calor por um ou dois dias consecutivos. <b>PROTOCOLO:</b> Comunicação 1
NC 3	Registro de índice de calor alto com previsão de permanência ou aumento por, ao menos, três dias consecutivos. <b>PROTOCOLO:</b> Comunicação 2
NC 4	Registro de índice de calor muito alto com previsão de permanência ou aumento por, ao menos, três dias consecutivos. <b>PROTOCOLO:</b> Comunicação 3 + Adaptação de atividades de risco
NC 5	Registro de índice de calor extremo com previsão de permanência ou aumento por, ao menos, três dias consecutivos. <b>PROTOCOLO:</b> Comunicação 4 + Interrupção de atividades de risco

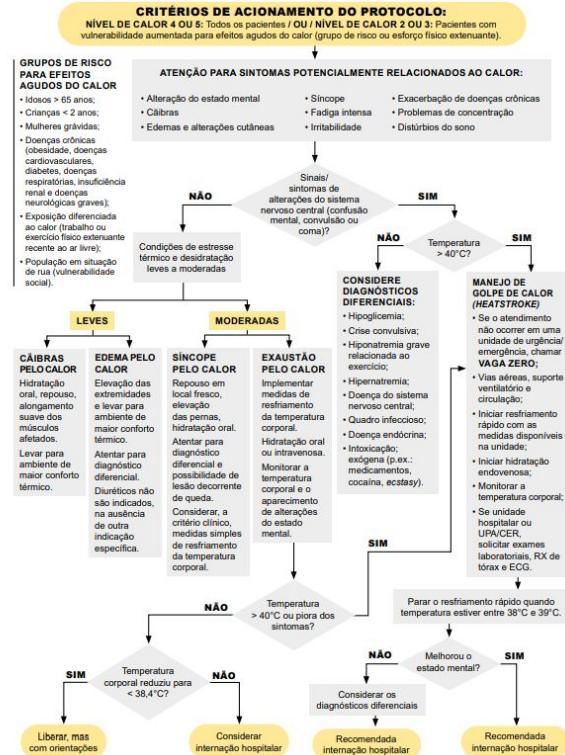
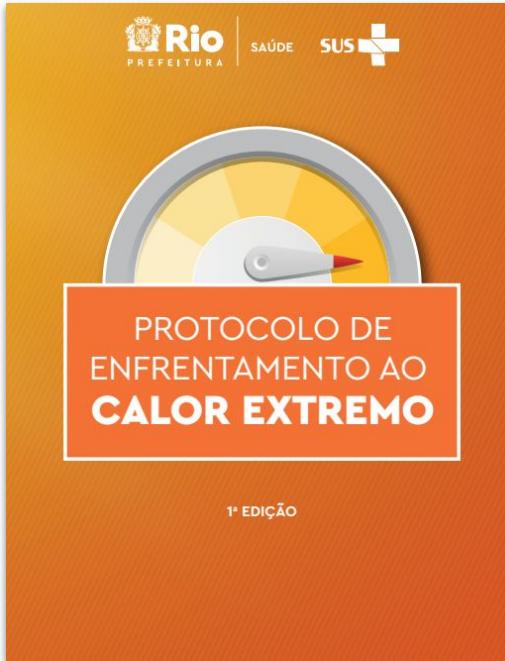
Fonte: Prefeitura do Rio

Extraído de:

<https://oglobo.globo.com/rio/noticia/2024/06/28/rio-passa-a-ter-nova-classificacao-de-niveis-de-calor-shows-podem-ser-cancelados-no-estagio-maximo.ghtml>



# O Protocolo de Calor do Rio





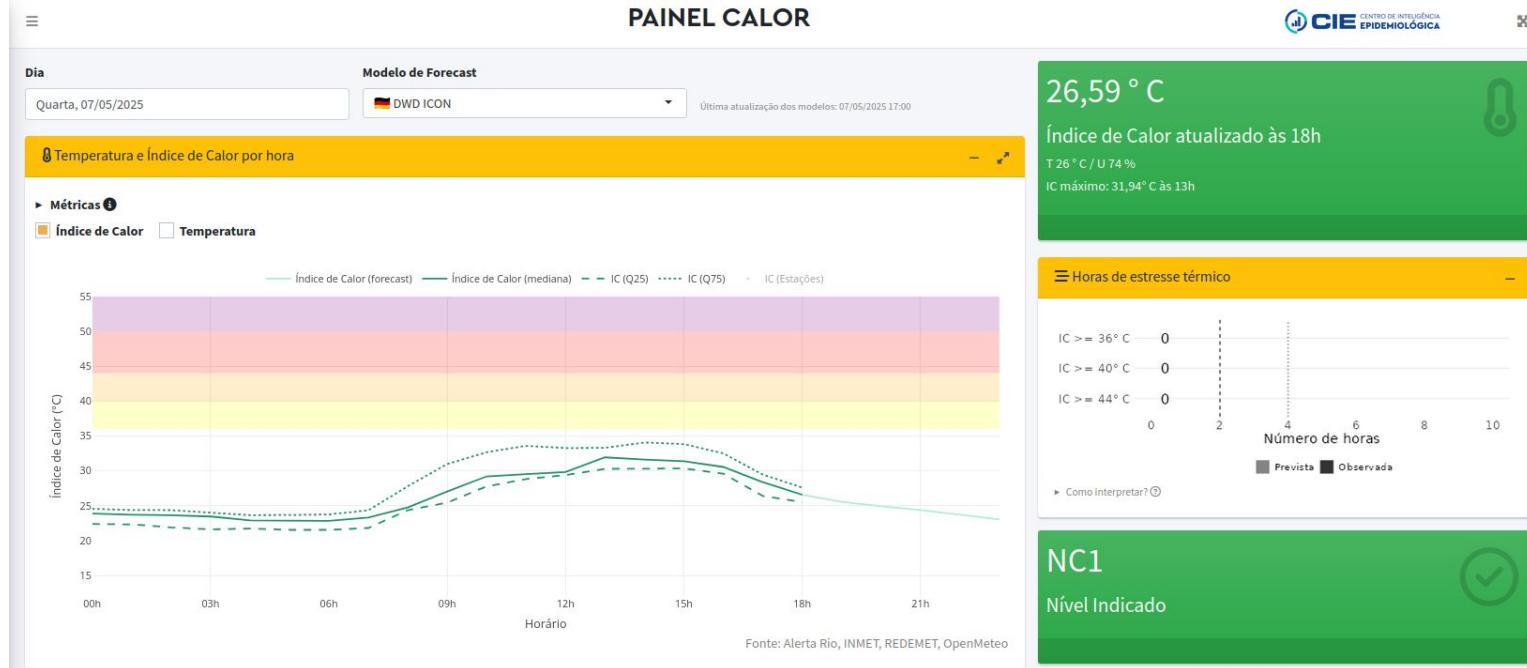
# O Protocolo de Calor do Rio

GRUPO DE CONDIÇÕES	CONDIÇÃO – CÓDIGO CID	QUADRO CLÍNICO	CONDUTA
Condições de estresse térmico e desidratação	Exaustão pelo calor (T673)	Fadiga intensa, sede, tonturas, náuseas e suor profuso após exposição prolongada ao calor, com capacidade de suar preservada. A temperatura é inferior a 40°C, e não há alterações importantes da consciência, apesar de poder haver alterações leves do estado mental, como irritabilidade e comprometimento da capacidade de julgamento.	Hidratação oral ou intravenosa, repouso em ambiente fresco. Considerar outras medidas de resfriamento. Requer monitoramento cuidadoso da temperatura corporal e do estado neurológico, devido ao risco aumentado de evoluir para golpe de calor.
	Golpe de calor (T670)	Temperatura corporal > 40°C, alterações de consciência (confusão, agitação, delírio, coma), pele quente seca ou suada, podendo também evoluir para crise convulsiva e choque. Os sintomas podem mimetizar outras condições: sepse, AVE isquêmico e emergências toxicológicas. Em um estágio tardio, pode evoluir para coagulação intravascular disseminada e falência orgânica.	Manejo em unidade de emergência, de preferência hospitalar. Enquanto aguarda transferência para a unidade de emergência, orientar aplicação de compressas geladas em pescoço, axilas, região inguinal, com suporte vital conforme necessário.

	<b>Problemas cardiovasculares</b>	Sintomas de angina ou evidência de infarto do miocárdio, como dor no peito, falta de ar e sudorese em pacientes com história prévia de doença cardiovascular ou com fatores de risco.	Avaliação e manejo conforme o protocolo de dor torácica, em unidade de urgência e emergência. Se atendido inicialmente em unidade de APS, considerar realizar ECG antes do encaminhamento.
	<b>Problemas respiratórios</b>	Aumento da dispneia, chiado, tosse em pacientes com doenças respiratórias crônicas, especialmente em dias de calor e poluição.	Administração de broncodilatadores, oxigenoterapia, umidificação das vias aéreas, avaliação para internação, se necessário.
	<b>Problemas renais</b>	A desidratação pode comprometer a fisiologia renal, agravando a condição de base ou induzindo a uma lesão renal aguda.	Hidratação e monitoramento do quadro.

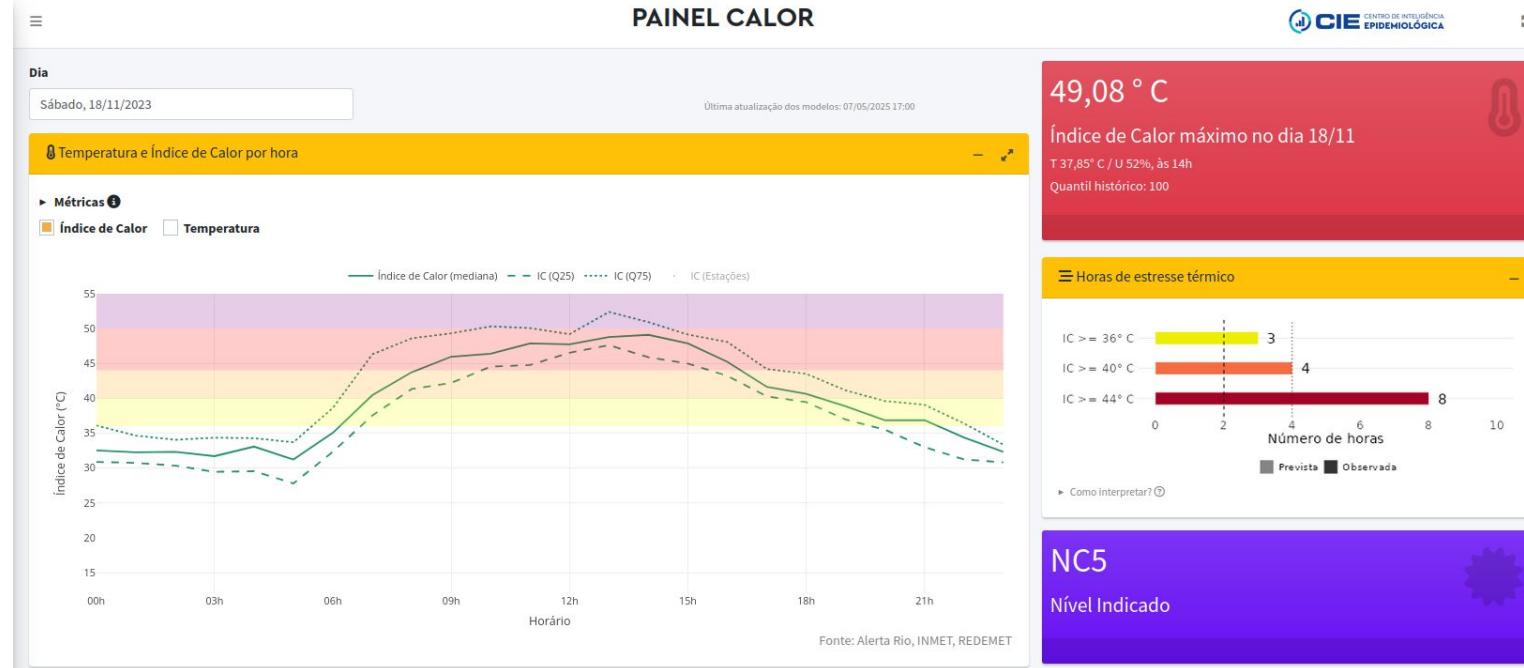
# O Protocolo de Calor do Rio

- ▶ Monitoramento contínuo através do **Painel de Calor**



# O Protocolo de Calor do Rio

- ▶ Monitoramento contínuo através do **Painel de Calor**





# O Protocolo de Calor do Rio

16/02/2025



Destaque Rio de Janeiro

Prefeitura do Rio alerta para risco de nível 4 de calor e reforça medidas de segurança

Com temperaturas acima de 40°C, município pode enfrentar calor extremo pela primeira vez

Por Quintino Gomes Freire - 16 de fevereiro de 2025



Foto: Marcos de Paula/Prefeitura do Rio



# O Protocolo de Calor do Rio

16/02/2025

Destaque | Rio de Janeiro

## Prefeitura do Rio alerta para risco de nível 4 de calor e reforça medidas de segurança

Com temperaturas acima de 40°C, município pode enfrentar calor extremo pela primeira vez

Por Quintino Gomes Freire - 16 de fevereiro de 2025

Foto: Marcos de Paula/Prefeitura do Rio

17/02/2025

ope racoes e 3 outros

# CALOR 4

A cidade do Rio de Janeiro atingiu o nível de Calor 4. Isso significa que houve registro de índices de calor muito altos com previsão de permanência ou aumento por, ao menos, três dias consecutivos.

Fique atento às orientações da Prefeitura. Caso tenha sintomas como tontura; fraqueza; sede intensa, mesmo após ingestão de líquidos; ou dor de cabeça forte e persistente, procure uma unidade de saúde imediatamente.

Saiba como se proteger ➤

PREFEITURA RIO | Saúde | SIS +

333 733 733

operacaoes Rio De Janeiro, Brazil

PREFEITURA RIO | Centro de Operações e Resiliência

# CALOR

# ILHAS DE RESFRIAMENTO

Entenda o que isso significa e quais são os locais indicados

545 545 545



# Conclusões



# Conclusões

- ▶ Emergência climática
  - ▷ Eventos extremos mais frequentes, intensos e concomitantes



# Conclusões

- ▶ Emergência climática
  - ▷ Eventos extremos mais frequentes, intensos e concomitantes
- ▶ Conscientização da população e medidas individuais



# Conclusões

- ▶ Emergência climática
  - ▷ Eventos extremos mais frequentes, intensos e concomitantes
- ▶ Conscientização da população e medidas individuais
- ▶ Políticas públicas a partir de evidências científicas



# Conclusões

- ▶ Emergência climática
  - ▷ Eventos extremos mais frequentes, intensos e concomitantes
- ▶ Conscientização da população e medidas individuais
- ▶ Políticas públicas a partir de evidências científicas
- ▶ Estudos epidemiológicos como ferramenta para entendimento dessa relação
  - ▷ Quem morre? Quando morre? De que morre? Onde morre?



# Conclusões

- ▶ Emergência climática
  - ▷ Eventos extremos mais frequentes, intensos e concomitantes
- ▶ Conscientização da população e medidas individuais
- ▶ Políticas públicas a partir de evidências científicas
- ▶ Estudos epidemiológicos como ferramenta para entendimento dessa relação
  - ▷ Quem morre? Quando morre? De que morre? Onde morre?
- ▶ (Muitas) questões remanescentes

# Obrigado!

[joao.tlp@gmail.com](mailto:joao.tlp@gmail.com)



**medRxiv**  
THE PREPRINT SERVER FOR HEALTH SCIENCES

**EpiRio** | OBSERVATÓRIO  
EPIDEMIOLÓGICO  
DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

