



# O Estado de Minas Gerais:

Clima Presente e Futuro

Reboita, M. (2024). O Estado de Minas Gerais: Clima Presente e Futuro.  
Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10820901>

**Profa. Dra. Michelle Simões Reboita**

Instituto de Recursos Naturais

Universidade Federal de Itajubá

14 mar 2024



# Sumário

1 Física das Mudanças Climáticas

2 Evidências e Impactos das Mudanças Climáticas em Minas Gerais

3 Projeções Climáticas em Minas Gerais

4 Conclusões/Sugestões



# 1 Física das Mudanças Climáticas

A primeira revolução industrial 1760-1840

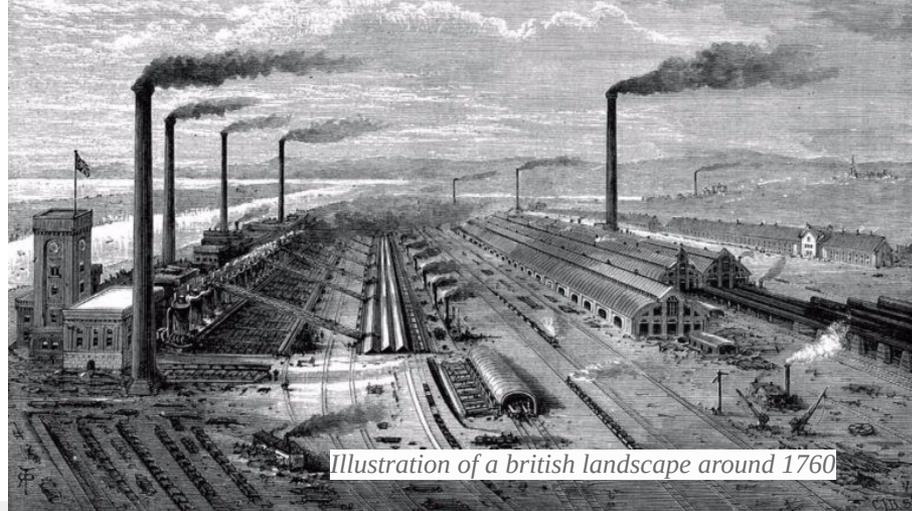
O grande feito:  
máquina a vapor



<https://br.pinterest.com/pin/516717757224026123/>

Quais os impactos disso para a humanidade?

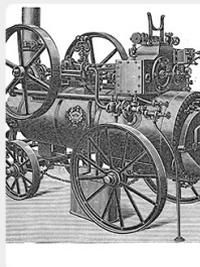
Desenvolvimento e injeção de gases na atmosfera



**FIRST**

**Mechanical Production**

steam, water



**1784:** First power loom

**SECOND**

**Mass Production**

electricity



**1870:** First assembly, line

**THIRD**

**Digital**

IT, Electronics



**1969:** First programmable logic controller

**FOURTH**

**Cyber physical systems**

physical, digital, biological



**Today:** Robots learning from humans

<https://medium.datadriveninvestor.com/the-first-four-main-revolutions-in-the-industrial-world-428cf3dd0f78>

## Concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera

- No início da revolução industrial: ~**280** ppm (partes por milhão)
- Hoje ~**425** ppm → Aumento de 50%

**Met Office** CO<sub>2</sub> at Mauna Loa now reaching 50% above pre-industrial levels

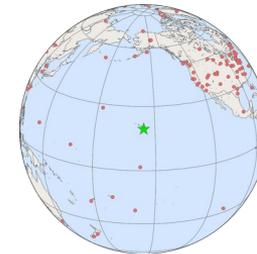
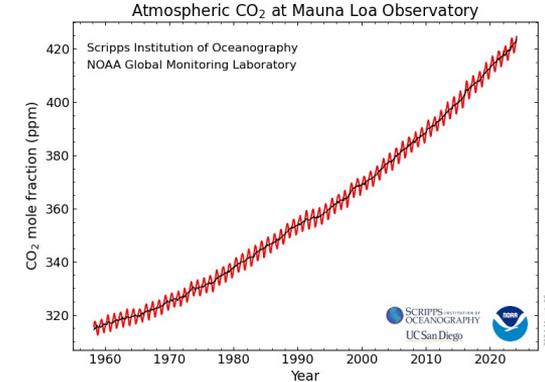


**February 2024: 424.55 ppm**

**February 2023: 420.30 ppm**

*Last updated: Mar 05, 2024*

<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>



Ilha de Mauna Loa  
(oceano Pacífico)

**Quais as consequências do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera?**

# Consequências do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera

Mudança na composição química da atmosfera



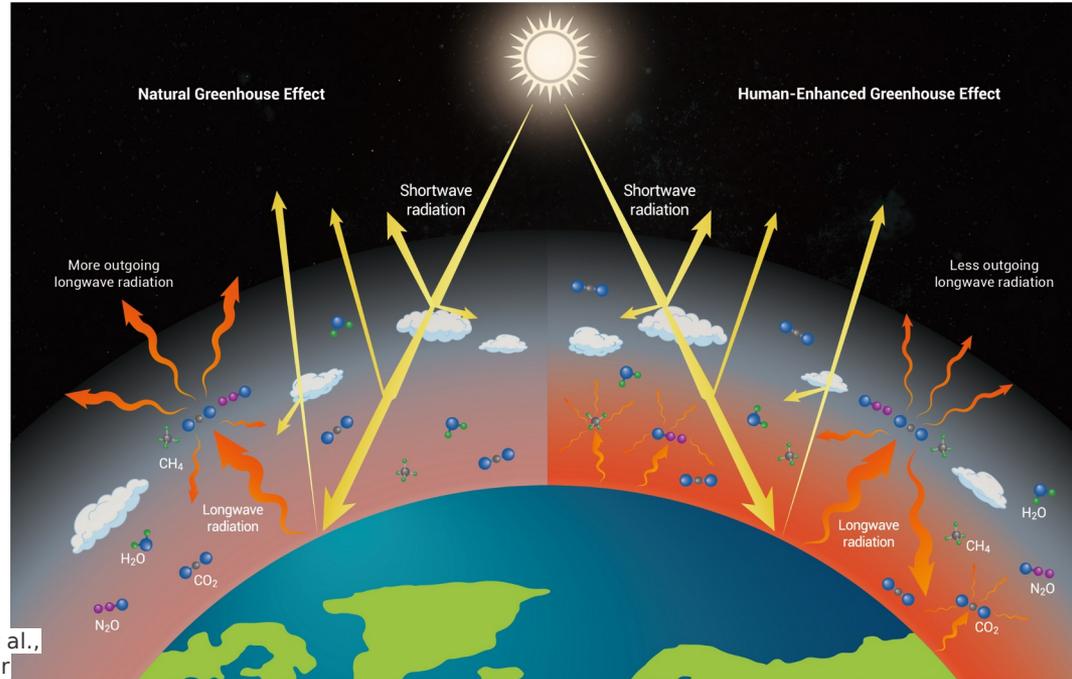
Aumento do efeito estufa



Aumento da média global da temperatura do ar



Distúrbios no sistema climático

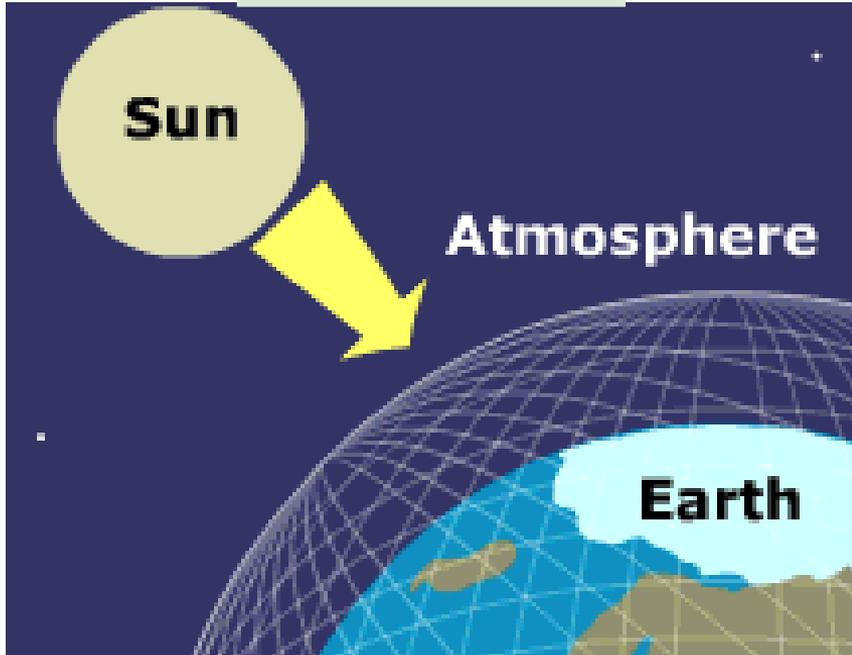


Wang F., Harindintwali J.-D., Wei K., et al., (2023). Climate change: Strategies for mitigation and adaptation. The Innovation Geoscience **1(1)**, 100015. doi: [10.59717/j.xinn-geo.2023.100015](https://doi.org/10.59717/j.xinn-geo.2023.100015)

**Efeito estufa! O que é isso?**

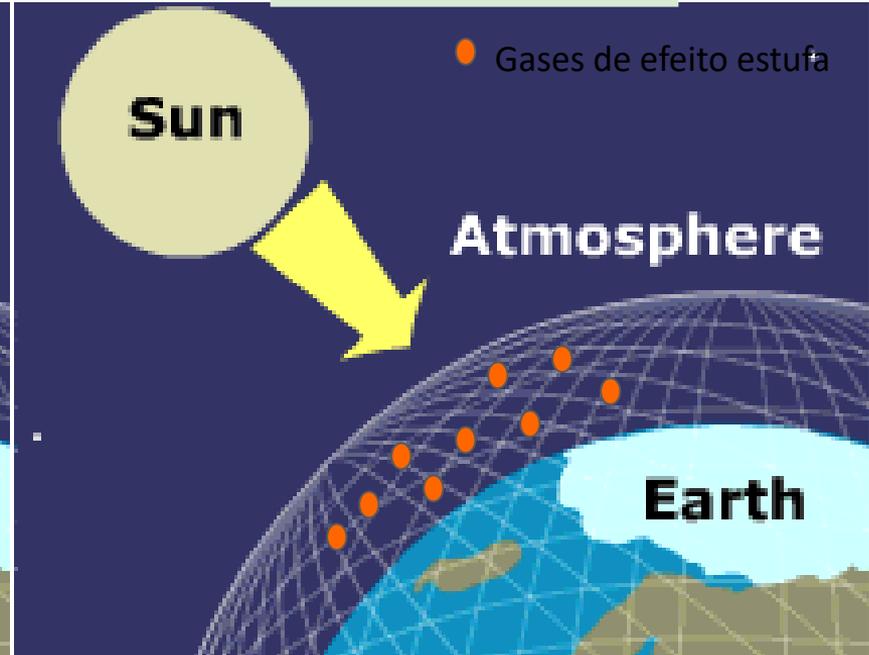
**Efeito estufa** é um efeito **natural**, mas **amplificado** pelas atividades antrópicas.

**Sem Efeito Estufa**



Sem o efeito estufa, a média global da temperatura do ar seria **-18°C**

**Com Efeito Estufa**



Média da temperatura em 1900 = **13,7°C**  
Média da temperatura hoje = **14,8°C**  
**Aumento de 1,1°C**

## O que ocorre no planeta Terra se ele estiver mais quente?

- Ar pode conter mais vapor d'água
- Vapor d'água é um gás de efeito estufa
- As temperaturas aumentam mais (efeito de *feedback*)
- Algumas regiões no globo tornam-se úmidas e outras secas
- Eventos extremos de tempo e clima etc.

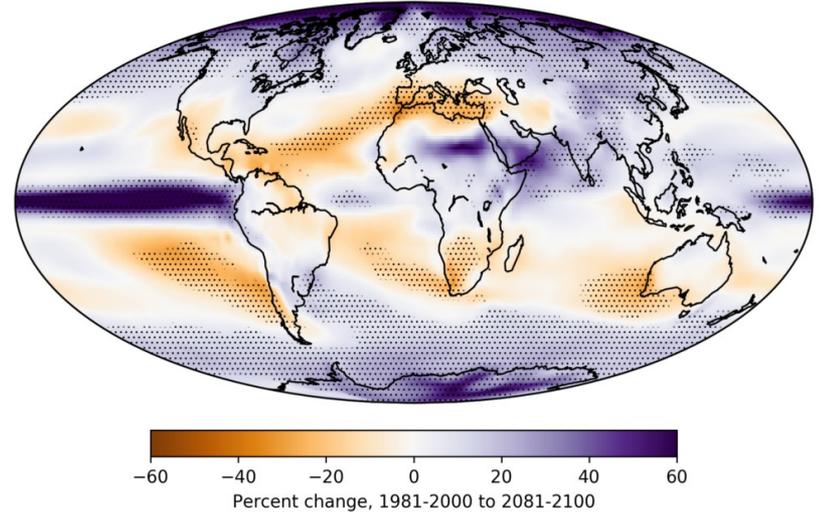


tempo x clima



Impactos negativos à sociedade

CMIP5 RCP8.5 multimodel mean all precipitation



O aumento da média global da temperatura do ar pode ser pensado como a febre causada por uma doença.

A reação à febre, no caso do planeta, são os eventos extremos de tempo e clima.



## 2 Evidências e Impactos das Mudanças Climáticas em Minas Gerais

Temperatura do ar

Eventos extremos

Ondas de calor

Ondas de frio

Secas

Chuvas extremas



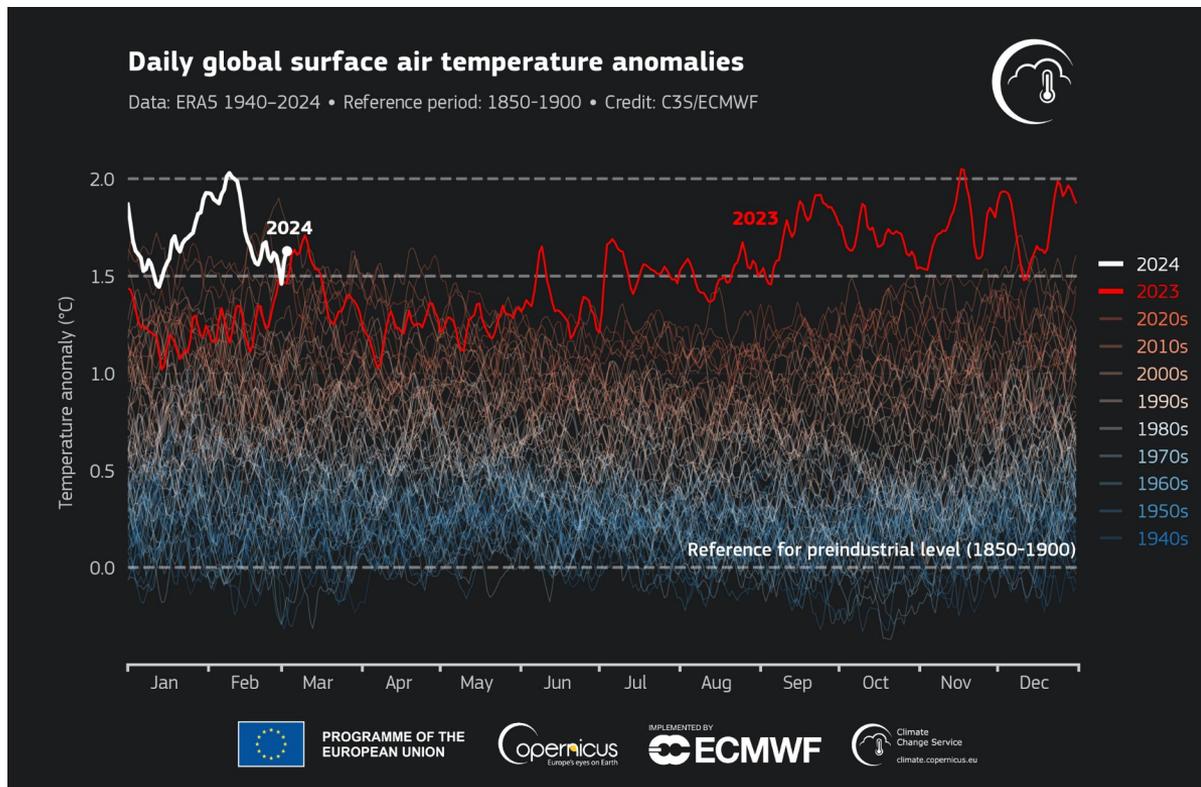
<https://saude.abril.com.br/medicina/amplitude-termica-mudanca-brusca-de-temperatura-faz-mal-a-saude>

# Evidências e Impactos das Mudanças Climáticas

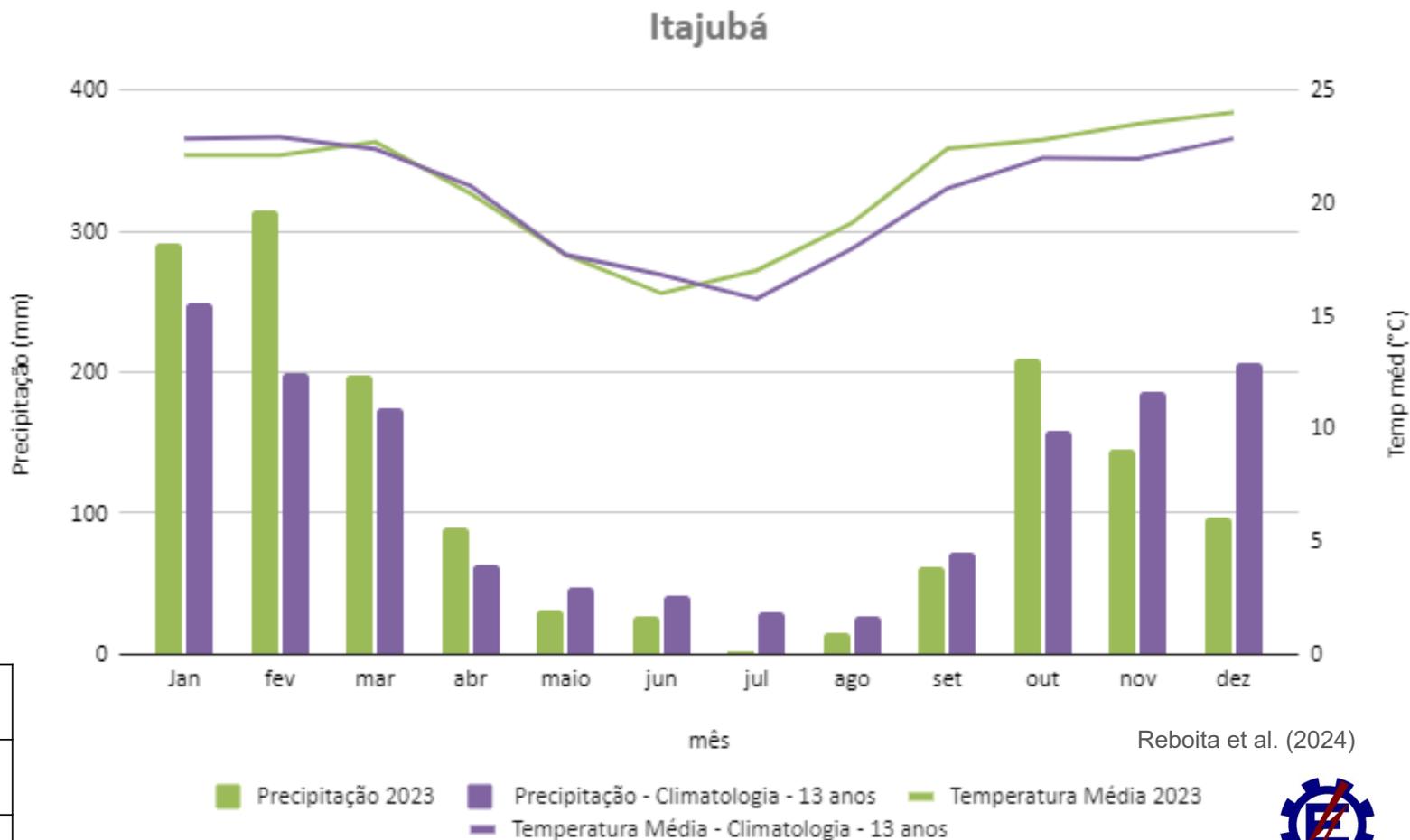
## Aumento da temperatura média global

A Terra está mais quente em 1,1°C desde a Revolução Industrial.

Em 17 de novembro de 2023 atingimos um recorde de anomalia em relação a 1850-1900: + 2,07°C.



## Itajubá seguiu a tendência global



2024	T med
J 22,90	22,84
F 23,1	22,91



**Araçuaí-MG, a 593 km de Belo Horizonte, registrou no dia 19 de novembro de 2023 a maior temperatura já observada no país, 44,8°C.**

Confira as 20 cidades Brasileiras que mais esquentaram: 19 são de MG

1. TURMALINA (MG) - 5,52
2. BOTUMIRIM (MG) - 5,51
3. CAPELINHA (MG) - 5,46
4. LEME DO PRADO (MG) - 5,45
5. VEREDINHA (MG) - 5,42
6. JOSÉ GONÇALVES DE MINAS (MG) - 5,39
7. ITAMARANDIBA (MG) - 5,36
8. CAPITÃO ENÉAS (MG) - 5,34
9. RIACHO DOS MACHADOS (MG) - 5,34
10. ANGELÂNDIA (MG) - 5,34
11. SERRANÓPOLIS DE MINAS (MG) - 5,33
12. NOVA PORTEIRINHA (MG) - 5,31
13. URANDI (BA) - 5,30
14. JANAÚBA (MG) - 5,29
15. PORTEIRINHA (MG) - 5,29
16. CONFINS (MG) - 5,29
17. SÃO JOÃO DA PONTE (MG) - 5,29
18. CHAPADA DO NORTE (MG) - 5,28
19. FRANCISCO SÁ (MG) - 5,28
20. VERDELÂNDIA (MG) - 5,27

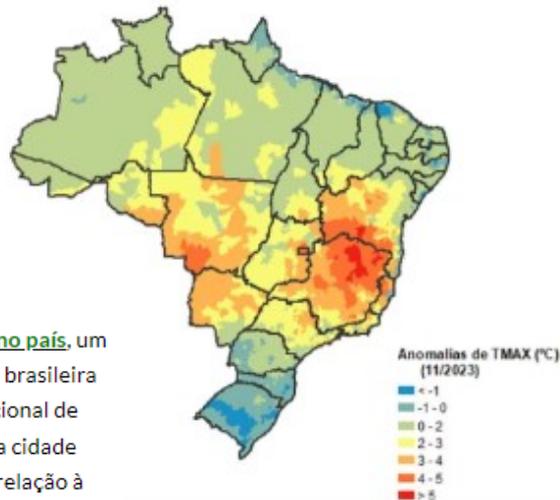
Após **2023 ser considerado o ano mais quente já registrado no país**, um novo estudo nacional indicou que Belo Horizonte foi a capital brasileira que mais "esquentou" no ano passado. Segundo o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), a cidade registrou, no mês de novembro, uma elevação de 4,23° C em relação à média para o mês com base em dados coletados desde 2000. Minas Gerais é ainda o Estado mais afetado, tendo 19 das 20 cidades com maiores aumentos de temperatura.

QUE CALOR!

## Com +4,2° C, BH é a capital brasileira que mais esquentou em 2023; veja a causa

Levantamento aponta que Minas Gerais tem 19 das 20 cidades com maior aumento da temperatura no país

Por José Vitor Camilo Publicado em 3 de março de 2024 | 03h00 - Atualizado em 5 de março de 2024 | 10h20

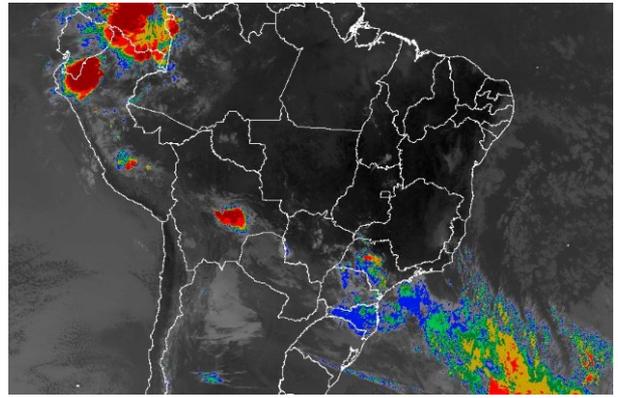


concentradas as maiores anomalias de temperatura — Foto:

# Eventos extremos mais frequentes e intensos

## - Ondas de Calor

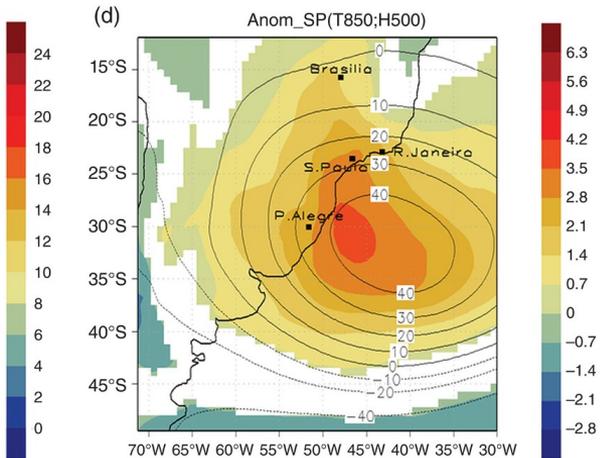
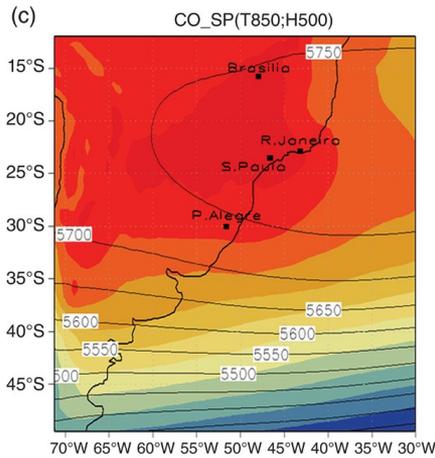
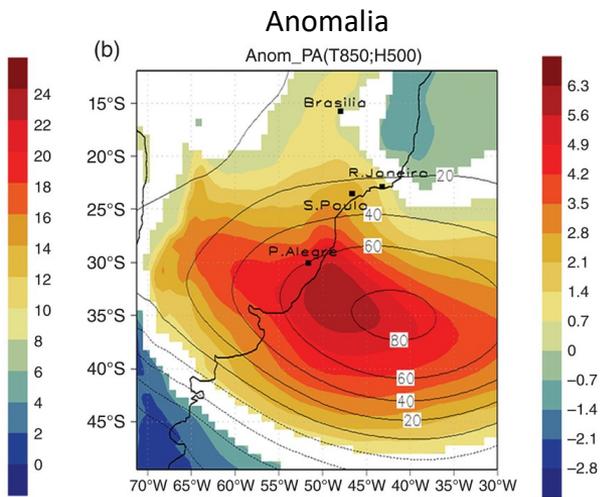
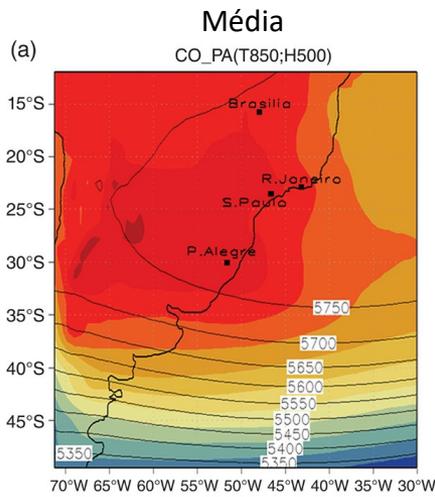
Associadas à estagnação da circulação atmosférica e predomínio de alta pressão.



<https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/clima/243107-tempo-mapa-do-noaa-confirma-mudanca-de-padrao-com-retorno-das-chuvas-ao-br-central-para-os-proximos.html>

Temperatura do ar em 850 hPa e altura geopotencial em 500 hPa

Geirinhas et al. (2017)



# Eventos extremos mais frequentes e intensos

## - Ondas de calor

Brasil afetado por  
9 ondas de calor em 2023



MEIO AMBIENTE

TER 14 NOVEMBRO 2023 | 15:20 | ATUALIZADO EM TER 14 NOVEMBRO 2023 15:58

DOWNLOAD

### Minas Gerais enfrenta terceira onda de calor histórica e temperaturas podem ultrapassar os 44°C

Alerta sobre recorde nos termômetros e baixa umidade em todo o estado é válido até a próxima quinta-feira (16/11)

Pelo menos até quinta-feira (16/11), Minas Gerais enfrenta a terceira onda de calor do ano e uma das mais intensas da história, com previsões de temperaturas que podem superar os 44°C.

O Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (Simge) emitiu alerta sobre recorde nos termômetros e a baixa umidade em todo o estado.

Além do desconforto, o calorão acarreta potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente.

De acordo com o Simge, o calor intenso poderá durar mais dias e ser sentido em todas os 853 municípios mineiros.

No entanto, as regiões do Triângulo, Noroeste, Central e Norte de Minas serão as mais impactadas, com previsão de temperaturas máximas que podem variar de 39°C a 44°C.

Nas demais áreas, inclusive na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), os termômetros também devem bater recordes, variando entre 36 e 39°C.

#### Histórico

A primeira e segunda onda de calor registradas em Minas Gerais ocorreram em agosto e setembro, quando os termômetros chegaram a 39 e 43°C, respectivamente, no Norte de Minas.

A capital chegou a registrar 34,3°C em agosto e 38,6°C no dia 25/9.

De acordo com o meteorologista do Simge, Heriberto dos Anjos, a intensidade desta nova onda é semelhante à anterior, porém, só será possível uma comparação da escala de graus celsius após coleta de dados ao longo desta semana.

<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/minas-gerais-enfrenta-terceira-onda-de-calor-historica-e-temperaturas-podem-ultrapassar-os-44-c>

# Onda de calor: bombeiros registram mais de 20 incêndios em Belo Horizonte e Região nos últimos sete dias

De acordo com a corporação, dados são referentes aos casos já encerrados. Outros incêndios, como o da mata da UFMG, seguiam em andamento, até a conclusão desta reportagem.

Por **Camille Falabela, g1 Minas** — Belo Horizonte  
26/09/2023 16h20 - Atualizado há 5 meses



Incêndio atinge mata da UFMG, em Belo Horizonte

Nos últimos sete dias, **23 incêndios foram registrados em Belo Horizonte** e na região metropolitana, segundo os bombeiros. Em Minas, foram **685 registros no mesmo período**. A onda de calor que atinge o estado vem contribuindo para as queimadas (**leia mais abaixo**). Nesta segunda-feira, **Belo Horizonte registrou o dia mais quente da história**.



<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2023/09/26/onda-de-calor-bombeiros-registram-mais-de-20-incendios-em-belo-horizonte-e-regiao-nos-ultimos-sete-dias.ghtml>

# Ondas de calor e incêndios

INFRAESTRUTURA

TER 12 SETEMBRO 2023 | 14:05 | ATUALIZADO EM TER 12 SETEMBRO 2023 14:07

## Queimadas prejudicam mais de 54 mil clientes da Cemig nos primeiros sete meses de 2023

Companhia registrou 110 ocorrências no sistema elétrico provocadas por queimadas entre janeiro e julho deste ano



DOWNLOAD



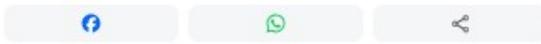
Além de causar danos irreparáveis ao meio ambiente e colocar em risco a fauna local, as queimadas também trazem outros prejuízos significativos para a população. Somente nos sete primeiros meses deste ano, os incêndios causaram interrupções no fornecimento de energia elétrica para mais de 54 mil clientes da **Cemig**, em um total de 110 ocorrências envolvendo a rede de distribuição da empresa. Para tentar conscientizar mais a população, a Cemig estendeu sua campanha sobre queimadas até o fim do próximo mês de outubro.

<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/queimadas-prejudicam-mais-de-54-mil-clientes-da-cemig-nos-primeiros-sete-meses-de-2023>

# Após 24 horas de queimadas, incêndio no Parque Nacional da Serra do Gandarela é controlado

Área atingida ainda não foi contabilizada e brigadistas seguem monitorando os pontos atingidos.

Por **Ana Carolina Ferreira, g1 Minas** — Belo Horizonte  
10/08/2023 16h48 - Atualizado há 6 meses



Linha de fogo destrói vegetação da Gandarela, na Grande BH — Foto: Reprodução/TV Globo

O incêndio que atinge o Parque Nacional da Serra do Gandarela, em Raposos e Nova Lima, na Região Metropolitana de Belo Horizonte, desde terça-feira (8) foi controlado. Três focos foram extintos nesta quarta-feira (9). De acordo com brigadistas, pontos de fumaça seguem sendo monitorados.

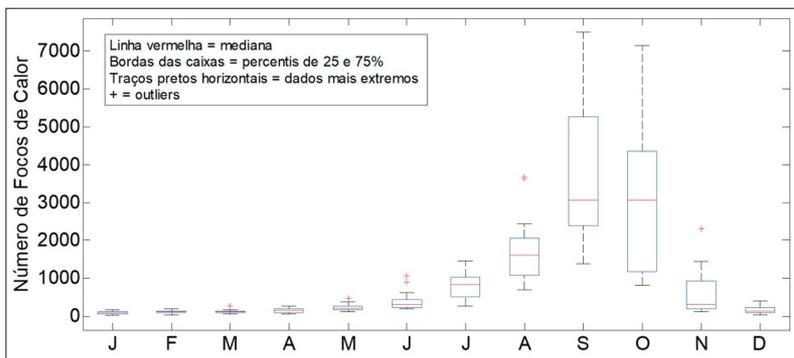
Anúncios Google  
[Não exibir mais este anúncio](#)  
Anúncio? Por quê?

<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2023/08/10/apos-24-horas-de-queimadas-incendio-no-parque-nacional-da-serra-do-gandarela-e-controlado.ghtml>

# Climatologia dos Focos de Calor em MG

## Focos de calor: estimativas por satélite

### Ciclo anual dos focos de calor

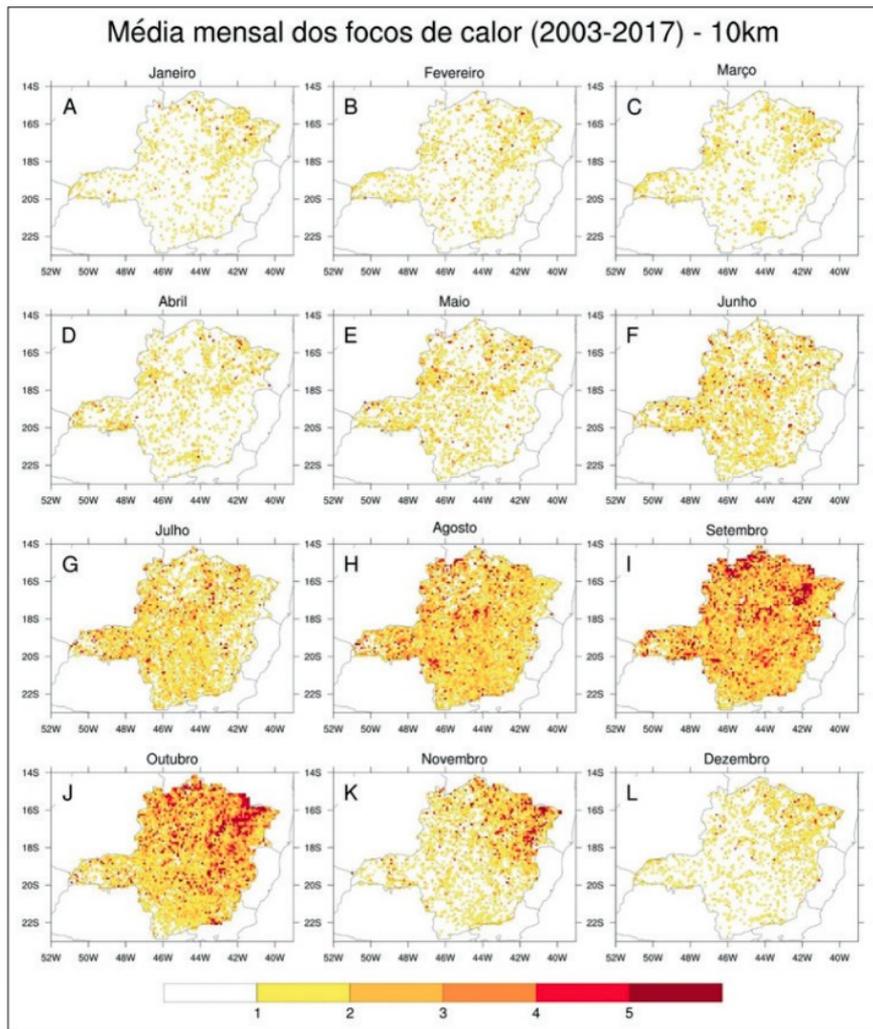


Santos et al. (2019)



Figura 3 *Boxplot* da distribuição mensal do número de focos de calor para 15 anos de dados (2003-2017) proveniente do sensor MODIS a bordo do satélite AQUA.

Figura 8 Média mensal dos focos de calor (número de focos mês<sup>-1</sup> (100 km<sup>2</sup>)<sup>-1</sup>) no período de 2003 a 2017 com resolução horizontal de 10 km.



# Ondas de calor e saúde

## PLOS MEDICINE

OPEN ACCESS PEER-REVIEWED

RESEARCH ARTICLE

### The association between heatwaves and risk of hospitalization in Brazil: A nationwide time series study between 2000 and 2015

Qi Zhao, Shanshan Li, Micheline S. Z. S. Coelho, Paulo H. N. Saldiva, Kejia Hu, Rachel R. Huxley, Michael J. Abramson, Yuming Guo

Published: February 22, 2019 • <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002753>

<https://extra.globo.com/noticias/saude-e-ciencia/previsao-de-mais-calor-para-os-proximos-anos-exige-cuidados-maiores-com-saude-17502233.html>

## RISCOS

### Doenças respiratórias

A mudança de um ambiente frio para um quente (ou vice-versa), como a rua e uma sala com ar-condicionado, provoca choque térmico, que facilita a aquisição de infecções respiratórias e aumenta a sensibilidade de alérgicos para crises

### Desidratação

A transpiração é uma forma de o corpo refrescar a pele, mas, em excesso, implica a perda de água e eletrólitos (sais minerais) em quantidades significativas. Vômitos, diarreia e febre podem ser os sintomas

Exaustão



### Queda de pressão

No calor extremo, os vasos sanguíneos tendem a se dilatar, o que pode provocar queda da pressão arterial e, consequentemente, desmaios. Em pessoas com doenças cardíacas, isso pode reduzir a circulação de sangue no cérebro e até causar quadros graves

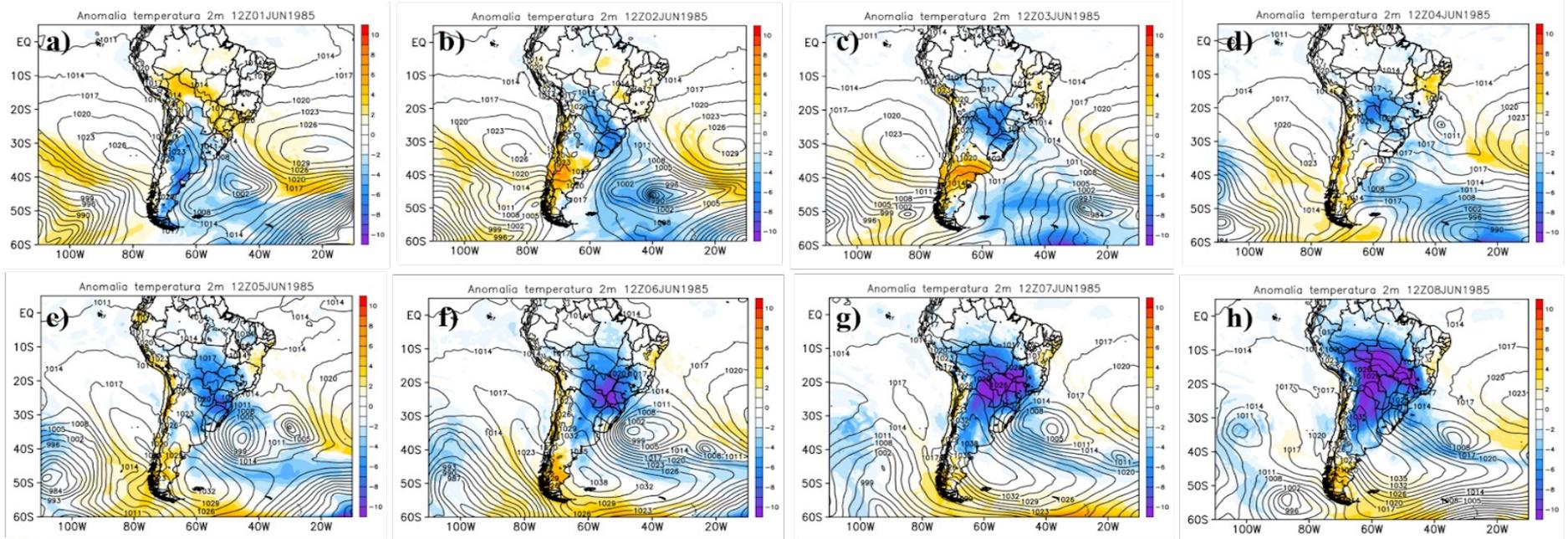
Fontes: clínico geral José Cysne, da Clínica São Vicente, e cardiologista e clínico geral Abrão Curly, do Hospital do Coração (HCor), em São Paulo  
Infografia: Daniel Juca

# Eventos extremos mais frequentes e intensos

## - Ondas de frio

Evolução temporal da onda de frio histórica de 1985 (Capucin et al., 2022)

Ar frio migra das altas para as baixas latitudes.



## Ondas de frio e agricultura



Geada em Monte Verde - 05/07/2023 — Foto: Mari Filippini



## Geada e nevoeiro: sul de MG

<https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2023/07/05/fotos-sul-de-minas-amanhece-com-temperaturas-baixas-e-neblinas-dao-contorno-as-paisagens-de-inverno.ghtml>

Visitar >

Geadas mancham cafezais do sul de Minas Gerais - 31/07/2021 - Mercado - ...

As imagens podem ter direitos autorais. **Saiba mais**

LAVOURAS PERDIDAS

# Entenda por que a onda de frio em Minas vai deixar alimentos mais caros

Geadas da última semana já afetam agricultura e nova onda pode piorar: "se as expectativas se concretizarem, teremos danos irreversíveis em algumas lavouras"



[https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/07/27/internas\\_economia,1290429/entenda-por-que-a-onda-de-frio-em-minas-vai-deixar-alimentos-mais-caros.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/economia/2021/07/27/internas_economia,1290429/entenda-por-que-a-onda-de-frio-em-minas-vai-deixar-alimentos-mais-caros.shtml)

Lavouras já foram atingidas por geadas da última semana e podem sofrer ainda mais com nova onda

(foto: Alexandre Kurachi/Arquivo pessoal e Márcia Helena Barbosa/Arquivo pessoal e Fernando Machado/Arquivo pessoal)

# Ondas de frio e saúde

As temperaturas mais baixas favorecem a disseminação dos vírus causadores de infecções como gripe, resfriado e a própria COVID-19. Além dessas, doenças como sinusite, rinite e crises de asma e bronquite aumentam consideravelmente.

Fonte: Ministério da Saúde



<https://www.paulista.pe.gov.br/site/noticias/detalhes/5198>

## Moradores de rua morrem em madrugada mais fria dos últimos 5 anos na cidade de SP, diz movimento

Termômetros marcaram 6° C nesta quarta. Segundo o Movimento Estadual dos Moradores em Situação de Rua, foram 7 mortes desde terça (29), sendo 4 na madrugada desta quarta (30). Prefeitura disse que não tem como atestar as mortes.

Por SP1  
30/06/2021 13h46 · Atualizado há 2 anos



<https://www.einstein.br/noticias/noticia/inverno-e-os-efeitos-em-nosso-organismo>



<https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2021/06/30/moradores-de-rua-morrem-em-madrugada-mais-fria-dos-ultimos-5-anos-na-cidade-de-sp-diz-movimento.ghtml>

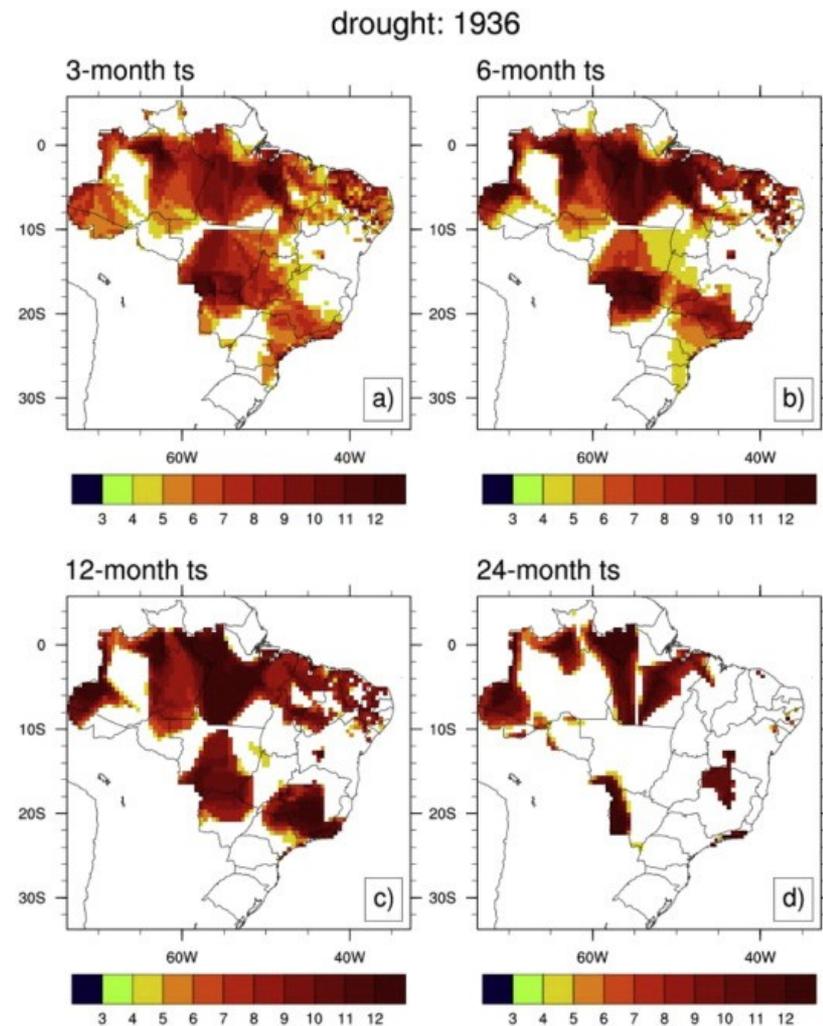
# Eventos extremos mais frequentes e intensos

## - Secas

meteorológicas  
agrícolas  
hidrológicas

Exemplo das diferenças na duração das secas (meses) nas escalas de (a) 3 meses:, (b) 6 meses, (c) 12 meses e (d) 24 meses.

Awange et al. (2016)



# Secas e agricultura

QUA 27 DEZEMBRO 2023 | 16:30 | ATUALIZADO EM QUA 27 DEZEMBRO 2023 16:29

## Governo de Minas suspende cobrança de ICMS de produtores impactados pela seca

Estado conseguiu aprovação para zerar a cobrança do imposto sobre a movimentação de gado bovino nas cidades que decretaram situação de emergência



<https://www.agenciaminas.mg.gov.br/noticia/governo-de-minas-suspende-cobranca-de-icms-de-produtores-impactados-pela-seca>

**exame.**

EXAME Agro

Home > EXAME Agro

## Seca em Minas Gerais prejudica 326 mil produtores e reduz área de grãos

De acordo com a Emater-MG, estiagem provocou perda de produção em 92 mil hectares, principalmente nos cultivos de milho, feijão e soja

20-12-2023



## Seca em Minas Gerais afeta 326 mil produtores rurais, aponta Emater

Total de lavouras perdidas soma 92 mil hectares **2023**

Por Cibelle Bouças e Rafael Walendorff — Belo Horizonte (MG) e Brasília  
20/12/2023 17h26 - Atualizado há 2 meses



Culturas mais afetadas são de milho, feijão e soja, informa Emater-MG — Foto: Emater-MG/Divulgação

<https://globorural.globo.com/clima/noticia/2023/12/seca-em-minas-gerais-afeta-326-mil-produtores-rurais-aponta-emater.ghtml>

# Climatologia do Índice de Aridez no Estado de Minas Gerais (1980-2010)

IA = precipitação / evapotranspiração potencial  
Unidade: mm

$IA < 0,05$  condições hiperáridas

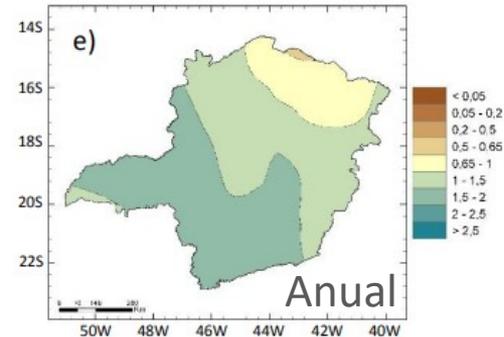
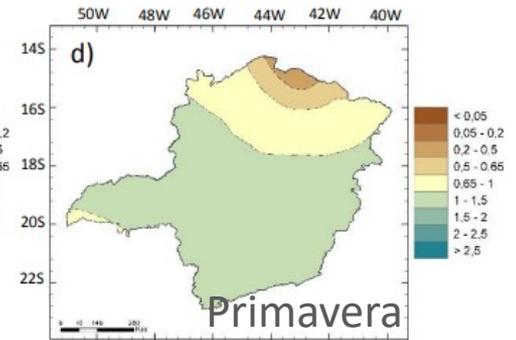
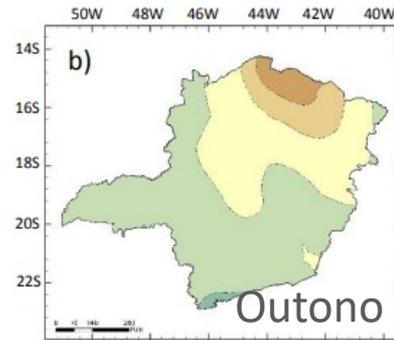
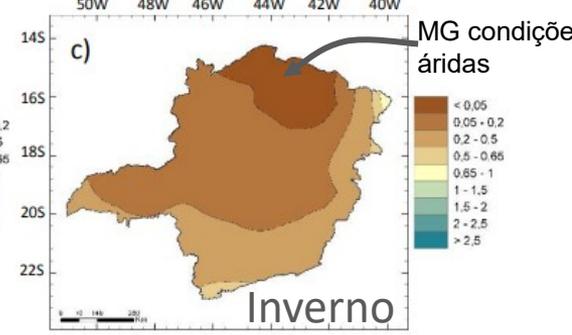
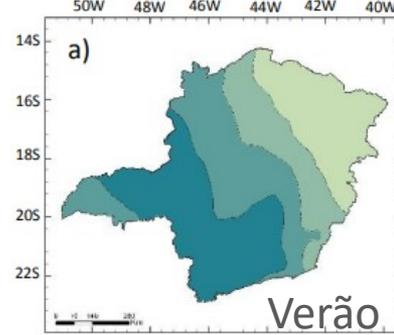
$0,05 \leq IA < 0,20$  condições áridas

**$0,20 \leq IA < 0,5$  condições semi-árida**

$0,5 \leq IA < 0,65$  condições sub-úmida seca

$0,65 \leq IA < 1,0$  condições sub-úmida úmida

$IA > 1,0$  condições úmidas



Reboita et al. (2015) - Revista Brasileira de Climatologia



# Secas e desertificação

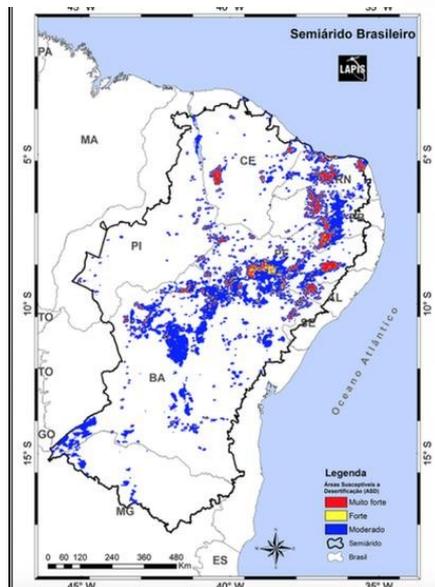
## Desertificação atinge 13% do semiárido brasileiro e ameaça conservação da caatinga

Estimativa é do Laboratório de Análise e Processamento de Imagens de Satélites (Lapis), Processo é causado pela ação humana e por mudanças climáticas.

Por Filipe Domingues, G1  
20/08/2019 05:00 - Atualizado há um ano



<https://g1.globo.com/natureza/desafio-natureza/noticia/2019/08/20/desertificacao-atinge-13percent-do-semiarido-brasileiro-e-ameaca-conservacao-da-caatinga.ghtml>



# Mudança do clima acelera criação de deserto do tamanho da Inglaterra no Nordeste

João Fellet - @joaofellet  
Da BBC News Brasil em São Paulo

11 agosto 2021



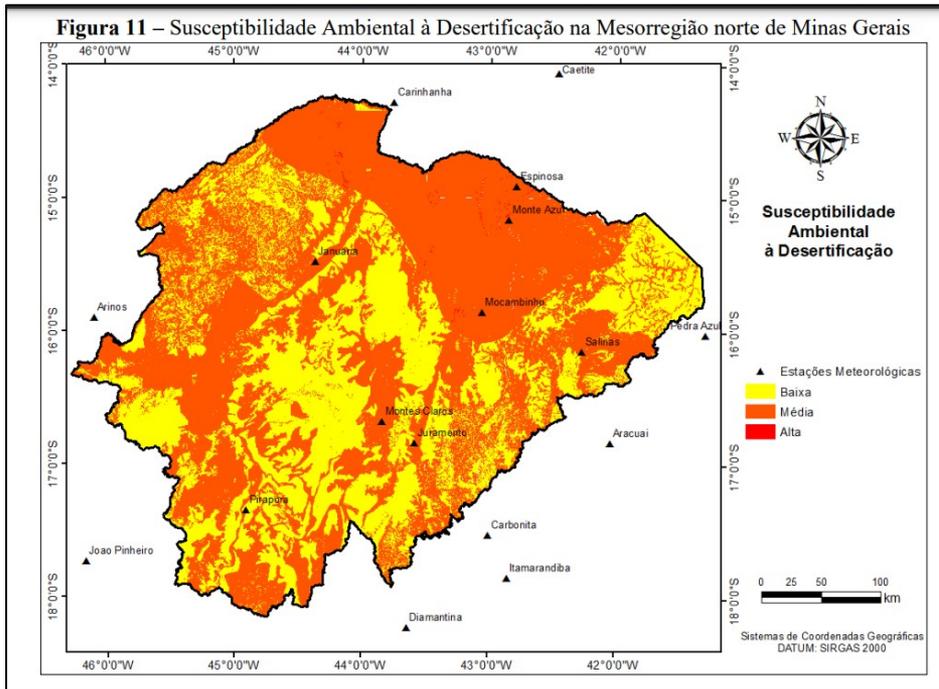
Área desertificada no interior de Alagoas, onde fenômeno atinge 32,8% de todo o território estadual, o maior percentual em todo o Semiárido

O último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), divulgado em 9/8, reforça que o Brasil abriga uma das áreas do mundo

<https://www.bbc.com/portuguese/brasil-58154146>

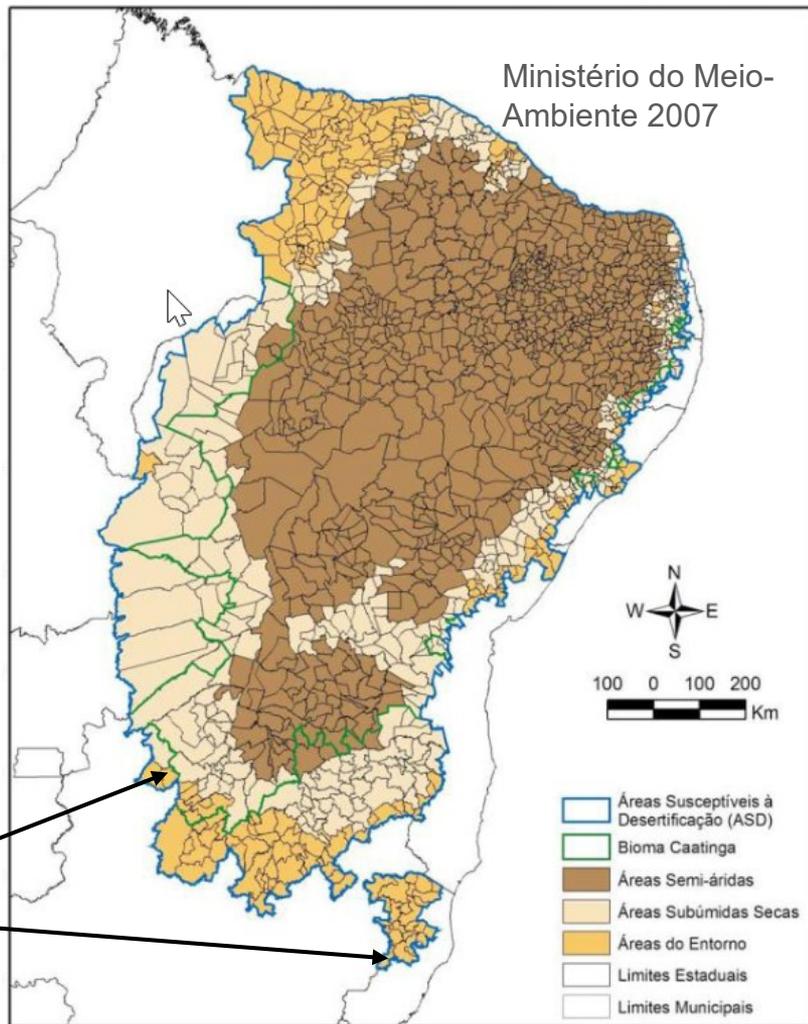
# Secas e desertificação

Figura 11 – Susceptibilidade Ambiental à Desertificação na Mesorregião norte de Minas Gerais



Marques.et al. (2017)

Linha azul indica áreas suscetíveis à desertificação



Ministério do Meio-Ambiente 2007

Costa.et al. (2016)

## Recent Hydrological Droughts in Brazil and Their Impact on Hydropower Generation

by Luz Adriana Cuartas <sup>1,2,\*</sup> , Ana Paula Martins do Amaral Cunha <sup>1,2</sup> ,  
 Jessica Anastácia Alves <sup>2</sup> , Larissa Milena Pinto Parra <sup>2</sup> , Karinne Deusdará-Leal <sup>1</sup> ,  
 Lidiane Cristina Oliveira Costa <sup>1</sup> , Ruben Dario Molina <sup>3</sup> , Diogo Amore <sup>1</sup> ,  
 Elisangela Broedel <sup>1</sup> , Marcelo Enrique Seluchi <sup>1</sup> , Christopher Cunningham <sup>1</sup> ,  
 Regina Célia dos Santos Alvalá <sup>1,2</sup> and José Antonio Marengo <sup>1,2</sup>

## Secas e geração de energia

Seções **ESTADO DE MINAS** Gerais

Assine Entrar

# Três Marias paralisa quatro das seis turbinas por causa da seca no São Francisco

Coma queda da vazão a usina está praticamente desligada para a geração de energia elétrica. Objetivo é garantir abastecimento humano

Luiz Ribeiro

postado em 07/10/2014 06:00 / atualizado em 07/10/2014 07:07



Com menos de 5% de armazenamento, volume liberado cai a 150m3/s

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/10/07/interna\\_gerais,577014/tres-marias-paralisa-quatro-das-seis-turbinas-por-causa-da-seca-no-sao-francisco.shtml#google\\_vignette](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2014/10/07/interna_gerais,577014/tres-marias-paralisa-quatro-das-seis-turbinas-por-causa-da-seca-no-sao-francisco.shtml#google_vignette)

[Secas em rios de SP tornam 1 hectare de lixo em reservatório de MG](#)

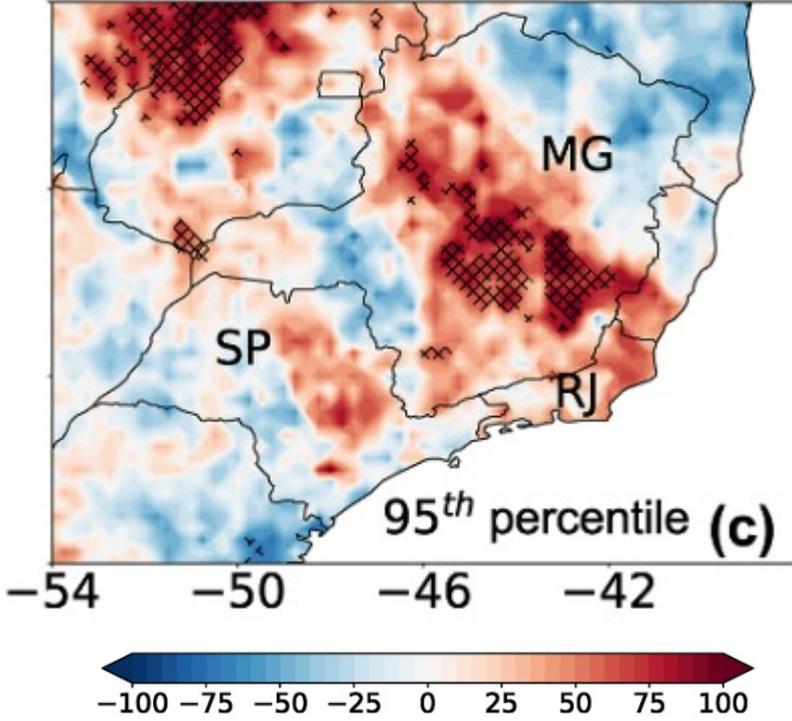
2 04:00 - 08/10/2023 - Compartilhe   
[Conheça a história da professora que morreu salvando alunos em Minas](#)

# Eventos extremos mais frequentes e intensos

## Eventos combinados de secas e ondas de calor

Mudança percentual (%) de eventos combinados de seca e ondas de calor (duração mínima de 3 dias):

DJF (1999/00–2017/18) - DJF(1980/81–1998/99)



Geirinhas et al. (2017)

# Eventos extremos mais frequentes e intensos

- chuvas intensas e/ou volumosas
- ventos fortes/rajadas
- granizo

<https://g1.globo.com/mg/minas-gerais/noticia/2023/03/19/chuva-de-granizo-atinge-contagem-e-regiao-do-barreiro-em-belo-horizonte.ghtml>

## Chuva de granizo atinge Contagem e Região do Barreiro em BH

Com alta do córrego Ferrugem, avenida Tereza Cristina chegou a ser bloqueada por agentes da BHTrans.

Por Zu Moreira, g1 Minas — Belo Horizonte



Chuva de granizo atinge bairros Barreirinhas, em Contagem, no limite com a região do Barreiro — Foto: Reprodução/Redes Sociais

Uma chuva de granizo atingiu na tarde deste domingo (19) bairros do município de Contagem e da região do Barreiro, em Belo Horizonte. As fortes chuvas também causaram o alagamento de vias e a cheia do córrego Ferrugem no Rio Arrudas, provocando o bloqueio da avenida Tereza Cristina, devido ao risco de transbordamento. A via já foi desbloqueada.



## Chuva em BH deixa bairros alagados e provoca alerta de deslizamentos

Segundo a Defesa Civil, 4 regiões da capital mineira estão sob forte risco geológico em decorrência do temporal



Carros presos em alagamento em Belo Horizonte na noite de 23 de fev. (23 jan 2024)

PODER360  
24 jan 2024 (quarta-feira) - 19h:48

As fortes chuvas que atingiram Belo Horizonte, em Minas Gerais, na noite de 23 de fev. (23 jan 2024) deixaram bairros alagados, carros empilhados e diversas árvores caídas. O Corpo de Bombeiros registrou 162 ocorrências relacionadas ao temporal, enquanto a Defesa Civil emitiu alerta de forte risco de deslizamentos de terra para 4 regiões de capital mineira.

Ao todo, 61 relatos de quedas de árvore foram registrados, além de 7 chamadas por desabamento de estruturas. Os bombeiros ainda contabilizaram 39 chamadas para socorro de pessoas ilhadas e 2 caso de pessoas presas em casa. Episódios de inundação, alagamentos ou encurruadas somaram 10 ocorrências. Nenhuma morte foi notificada.

<https://www.poder360.com.br/brasil/chuva-em-bh-deixa-bairros-alagados-provoca-alerta-de-deslizamentos/>

## FOTOS: Os danos causados pelas chuvas em Belo Horizonte

A capital mineira sofre com fortes chuvas desde a última quarta-feira (22)

Por Da redação 29 jan 2020, 16h:28



7/16 Equipes de resgate pesquisam o local de um deslizamento de terra, após fortes chuvas no bairro Vila Ideal em Belo Horizonte, em 24 de janeiro de 2020 (Cristiane Mattos/Reuters)



13/16 Um monitorador local caminha entre escombros após o transbordamento do córrego Da Prata devido a chuvas torrenciais, em Raposos, região metropolitana de Belo Horizonte, em 28 de janeiro (Douglas Magno/APF)

<https://veja.abril.com.br/galeria-fotos/fotos-os-danos-causados-pelas-chuvas-em-belo-horizonte/>

# Chuvas e alagamentos no sul de MG

08/01/2011 13h23 - Atualizado em 08/01/2011 16h42

## Internauta mostra enchente em cidade do Sul de Minas Gerais

Rio que corta Santa Rita do Sapucaí transbordou e alagou as ruas. Prefeito decretou estado de emergência.

Marcelo Palma Guerzoni  
Internauta, Santa Rita do Sapucaí, MG



Escrevo de Santa Rita do Sapucaí, no sul de Minas Gerais. O rio Sapucaí que corta a cidade transbordou e algumas ruas estão alagadas; casas desabaram, fazendo uma vítima fatal. O prefeito decretou estado de emergência. Veja abaixo fotos tiradas na manhã deste sábado (8):



Via foi tomada pela água em Santa Rita do Sapucaí. (Foto: Pedro Henrique Barroso Silva/VC no G1)

<http://g1.globo.com/vc-no-g1/noticia/2011/01/internauta-mostra-enchente-em-cidade-do-sul-de-minas-gerais.html>

25/01/2017 14h49 - Atualizado em 25/01/2017 20h18

## Chuva faz ribeirão transbordar e gera prejuízos para moradores de Itajubá

Na cidade, Centro e bairro BPS foram os mais atingidos pela água. Em Muzambinho, temporal deixou Brejo Alegre e Barra Funda inundados.

Do G1 Sul de Minas



<http://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2017/01/chuva-faz-ribeirao-transbordar-e-gera-prejuizos-para-moradores-de-itajuba.html>

## DECRETO Nº 40.877 DE 18 DE JANEIRO DE 2000

DECRETO Nº 40.877 DE 18 DE JANEIRO DE 2000

(MG de 19)

Decreta Estado de Calamidade Pública nos municípios que menciona.

O Governador do Estado de Minas Gerais, no uso de atribuição que lhe confere o artigo 90, inciso VII, da Constituição do Estado, e tendo em vista o disposto no artigo 1º, § 2º, do Decreto nº 19.077, de 17 de fevereiro de 1978, e,

CONSIDERANDO QUE:

- as trombas-d'água que caíram no Sul de Minas ocasionaram enchentes e inundações e fortes chuvas concentradas, no período de 31 Dez 1999 a 17 Jan 2000, atingindo diversos municípios, desabrigoando/desalojando aproximadamente 80.000 (oitenta mil) pessoas, causando ainda 12 (doze) vítimas fatais

[http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao\\_tributaria/decretos/d40877\\_2000.html](http://www.fazenda.mg.gov.br/empresas/legislacao_tributaria/decretos/d40877_2000.html)



*Em Santa Rita do Sapucaí, no sul de Minas, o barco ainda era ontem o único meio de transporte viável na maior parte do município*

<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0701200002.htm>

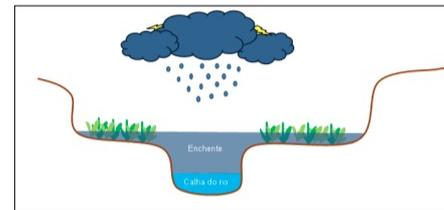
# Chuvas, Transbordamentos e Inundações



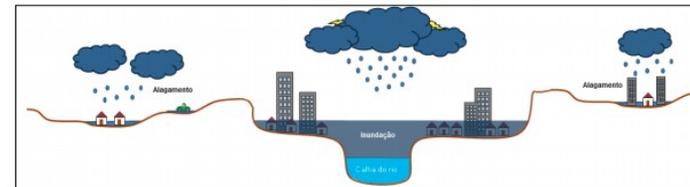
Foto: Divulgação/Prefeitura de Governador Valadares

<https://plox.com.br/noticia/04/03/2020/rio-doce-deve-transbordar-nesta-tarde-em-cidade-do-leste-de-mg-diz-prefeitura>

[https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/06/05/interna\\_gerais,769450/devastacao-das-matas-ciliares-em-minas-e-ameaca-de-proporcoes-desconhe.shtml](https://www.em.com.br/app/noticia/gerais/2016/06/05/interna_gerais,769450/devastacao-das-matas-ciliares-em-minas-e-ameaca-de-proporcoes-desconhe.shtml)



Fonte: Jacob (2014).



[https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento\\_de\\_cidades/article/viewFile/1345/1367](https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/viewFile/1345/1367)

## FUNDAMENTAIS PARA A VIDA

Matas ciliares têm grande importância para a flora a fauna e o equilíbrio do meio ambiente



Diminuição de erosão e assoreamento



Formação de corredores naturais que garantem o fluxo de populações silvestres, incluindo as que foram fragmentadas e isoladas pela perda dos seus habitats



Aumento da infiltração das águas das chuvas para o abastecimento dos lençóis freáticos



Atua como filtro, participando do controle do ciclo de nutrientes



Fornecimento de matéria orgânica para ecossistemas aquáticos, sendo importante para alimentação, reprodução e abrigo de algas, plânctons, moluscos, peixes, aves e mamíferos



Regularização da vazão dos rios pela redução da velocidade de escoamento de enxurradas



Fonte: ICBA/UFMG

# Chuvas fortes e/ou contínuas e os deslizamentos de terras

GERAL - Publicada em 26 de Janeiro de 2020 às 19:07

Chega a 44 número de mortos com chuvas em Minas Gerais



Na Vila Bernardete, em Belo Horizonte, um deslizamento de terra soterrou cinco casas

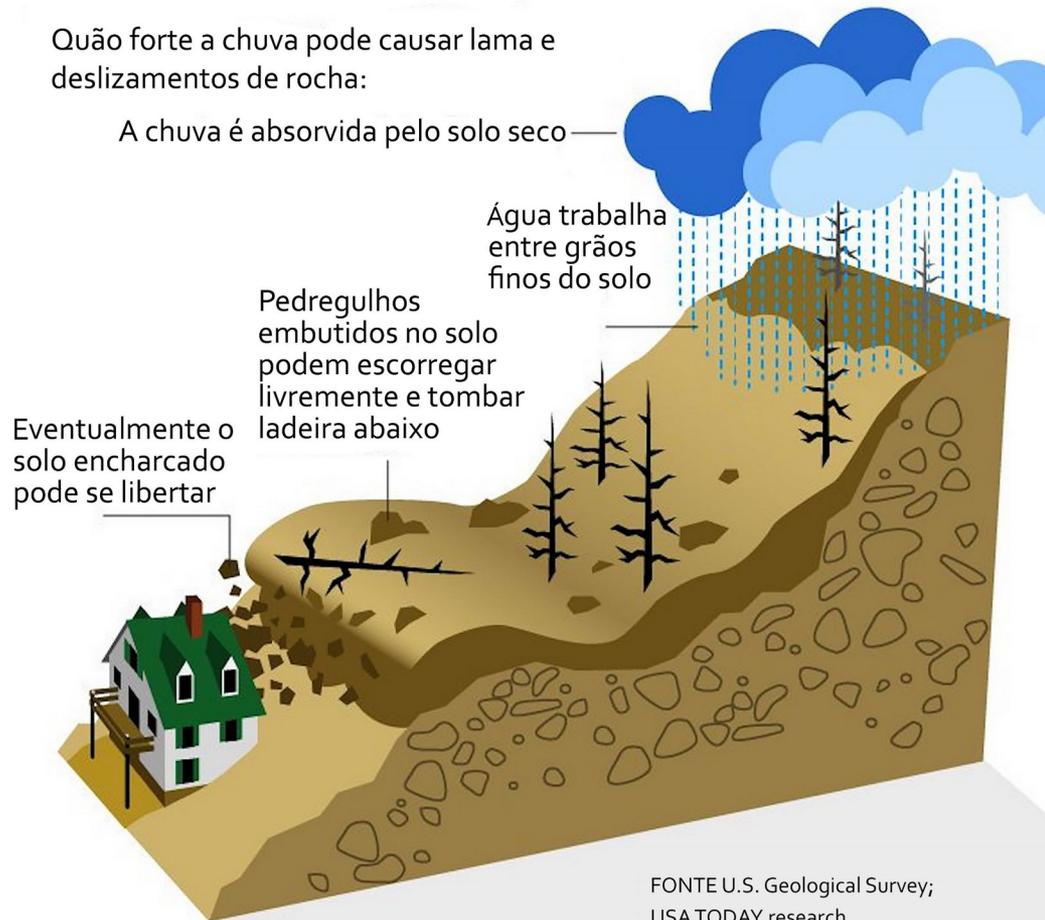
DOUGLAS MAGNO/AFP/JC

[https://www.jornaldocomercio.com/\\_conteudo/geral/2020/01/722541- chega-a-44-numero-de-mortos-com-chuvas-em-](https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/geral/2020/01/722541- chega-a-44-numero-de-mortos-com-chuvas-em-)

## Anatomia de um deslizamento de terra

Quão forte a chuva pode causar lama e deslizamentos de rocha:

A chuva é absorvida pelo solo seco —



FONTES U.S. Geological Survey;  
USA TODAY research

# Chuvas e Granizo

## Danos em infraestruturas e plantações

Por Aline Gonçalves Publicado em 28 de setembro de 2021 | 11h45 - Atualizado em 28 de setembro de 2021 | 11h48



1



Cabo Verde

Cidade do Sul de Minas sofreu com precipitação de granizo neste sábado — Foto: Arthur Moreira

<https://www.otempo.com.br/cidades/mg-tem-novo-alerta-de-tempestade-e-granizo-em-256-cidades-nesta-4-veja-locais-1.2548088>



<https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2022/11/09/cidades-atingidas-por-chuva-de-granizo-comecam-trabalho-de-limpeza-apos-ruas-ficarem-encobertas-de-gelo-ghtml>

## Produtores rurais atingidos pela chuva de granizo devem procurar ajuda técnica

Recomendação da Emater-MG é o acompanhamento profissional e especializado para minimizar os impactos nas lavouras

Publicado em: 04/10/2022



<https://www.mg.gov.br/agricultura/noticias/produtores-rurais-atingidos-pela-chuva-de-granizo-devem-procurar-ajuda-tecnica>

# Muitos outros casos no Brasil de chuvas extremas

Chuvas em Petrópolis em 15/02/2022 e 20/03/2022

Chuvas no litoral de São Paulo em 18-19/02/2023

Chuva em Itajubá em 27/02/2023 e 07/03/2023

Ciclones extratropicais severos no sul

junho/2023

julho/2023

setembro/2023

Campus da Universidade Federal de Itajubá 27/02/2023



### 3 Projeções Climáticas em Minas Gerais

**Diante das evidências das mudanças climáticas, o que podemos fazer para ajudar o planeta?**

Usar a ciência para

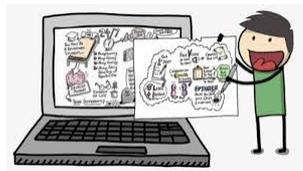
- conhecer as alterações no clima presente;
- projetar os possíveis cenários das mudanças climáticas no futuro;
- desenvolver tecnologias para redução de emissões;
- desenvolver tecnologias para descarbonização da atmosfera;
- etc.

#### **Governantes**

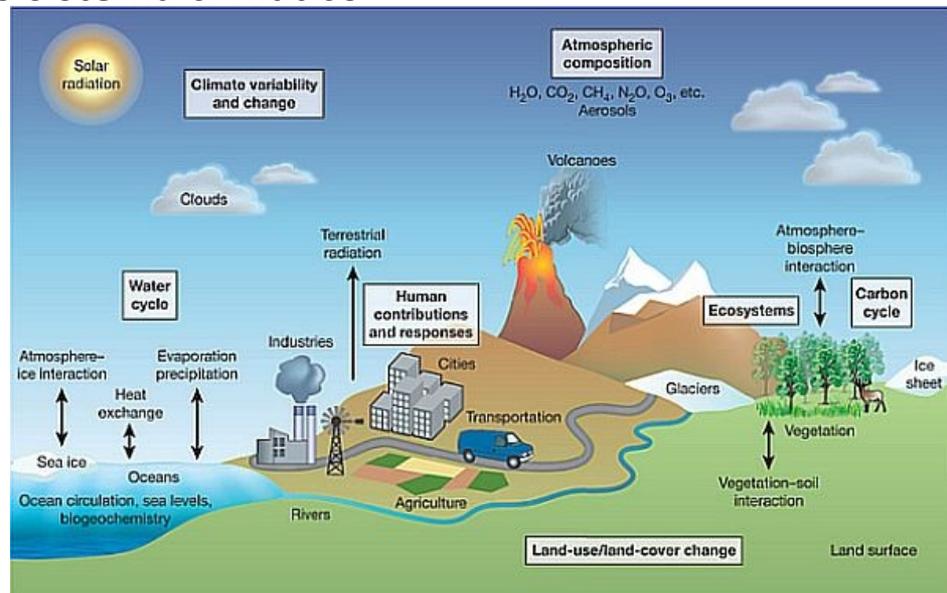
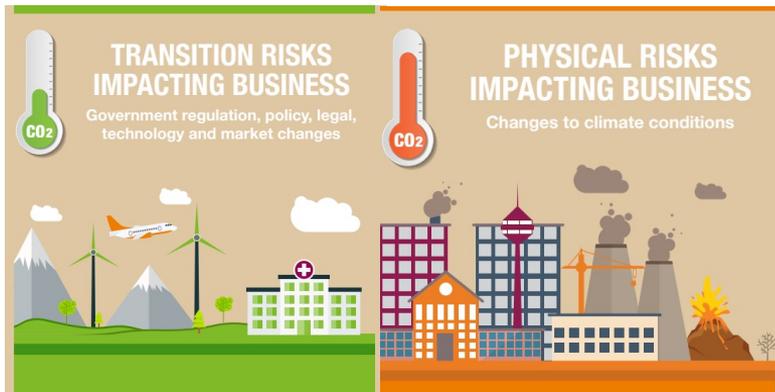
Utilizam tais conhecimentos para gerar medidas de adaptação, mitigação etc. com o objetivo de melhorar a vida da população

# Projeções climáticas

- Computadores de alto desempenho
- Modelos numéricos para representação do sistema climático
- Cenários  
Idealização do mundo



**Ciência  
extremamente  
cara!!!!**



# Estrutura Organizacional Global

## IPCC

Compila conhecimento estado-da-arte

Há projetos internacionais que geram informações: CMIP

## CMIP

Elabora protocolos para projeções climáticas com modelos climáticos globais

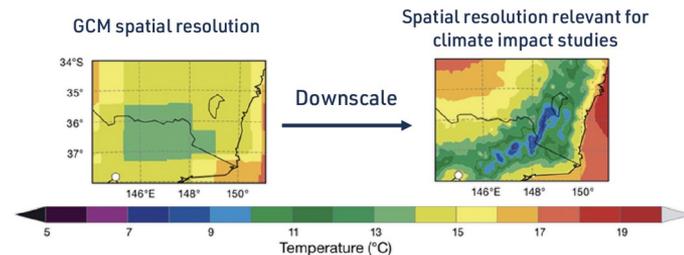
Disponibiliza as projeções gratuitamente (mas é necessário conhecimento especializado) e recursos financeiros para computadores de alta performance

Os modelos possuem resolução horizontal grosseira (~100 km x 100 km), não permitindo o estudo de características regionais do clima

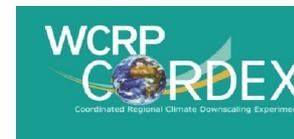
Para melhorar a informação: técnicas de *downscaling* dinâmico ou estatístico são aplicadas

## Downscaling Estatístico/Dinâmico

Modelos globais usados para gerar informações em maior resolução horizontal.



<https://climateextremes.org.au/whats-the-difference-between-dynamical-downscaling-and-statistical-downscaling/>





# Projeções climáticas

## SSP Narrative

Shared Socio-economic Pathways



Social and economic development patterns

## Emission Scenarios

Representative Concentration Pathways



Changes in greenhouse gas emissions, landuse patterns, and other climate drivers

## GCM/ESM

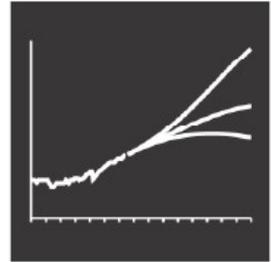
Climate Models



Modelling global climate change

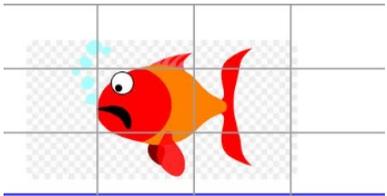
## Climate Data

Available on ClimateData.ca



Climate projections based on different emissions scenarios

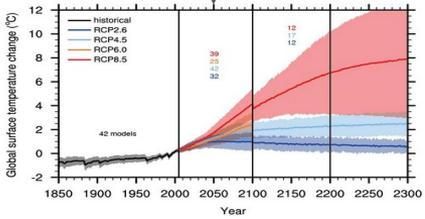
## Downscaling / Regional and Local Studies



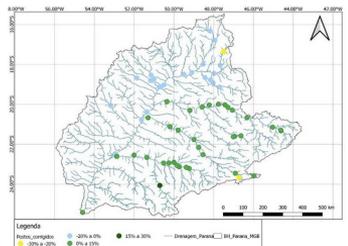
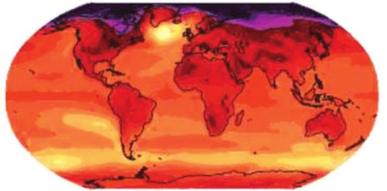
Determine

Input

Output



<https://open.oregonstate.edu/climatechange/chapter/impacts/>





## Projeções Climáticas

Serão apresentadas as projeções climáticas para:

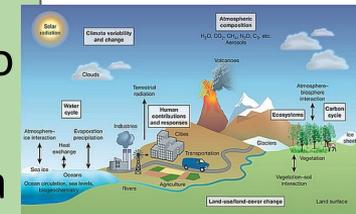
**Variáveis atmosféricas:** temperatura do ar, precipitação, eventos extremos, ciclo de vida da monção

**Agricultura:** café, oliveira e frutíferas de clima temperado

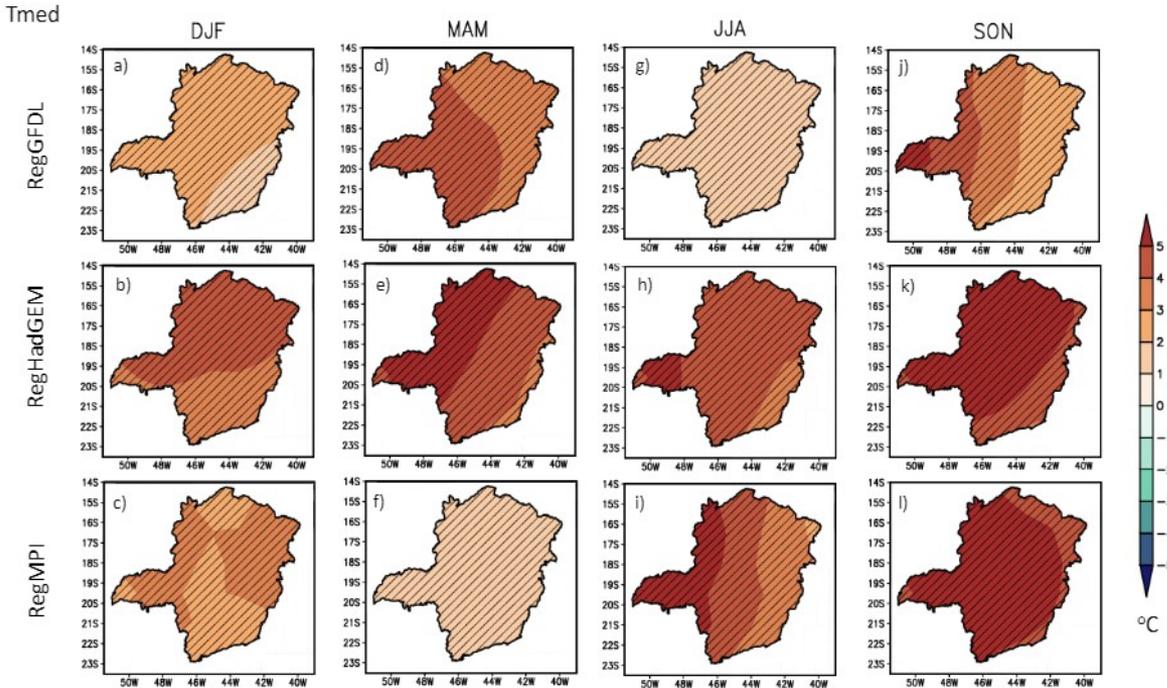
**Saúde:** dengue

**Energia:** vazão, densidade de potência do vento, potencial de energia fotovoltaica

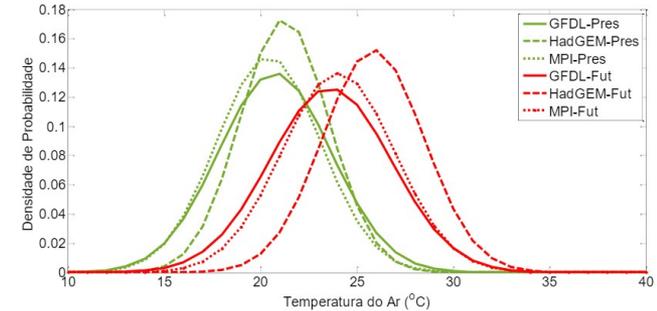
As informações a serem apresentadas são baseadas na análise de muitos modelos climáticos (*ensemble*) que, embora incluam incertezas (já que o sistema climático é complexo), convergem para um resultado comum.



# Mudanças Climáticas e Temperatura do Ar



**Figura 3** - Projeção sazonal da temperatura do ar (°C), futuro (2070-2095) menos presente (1980-2005), no Estado de Minas Gerais considerando o cenário RCP8.5. Regiões hachuradas indicam que há significância estatística nas diferenças com  $\alpha=0,1$ .



**Figura 4** - Densidade de probabilidade da temperatura do ar em nos períodos 1980-2005 e 2070-2095 para as três projeções climáticas (ver legenda da figura).

# Mudanças Climáticas e Precipitação

Ensemble obtido com modelos do CMIP6 e cenário SSP5-8.5 após a aplicação de *statistical downscaling*.

MG

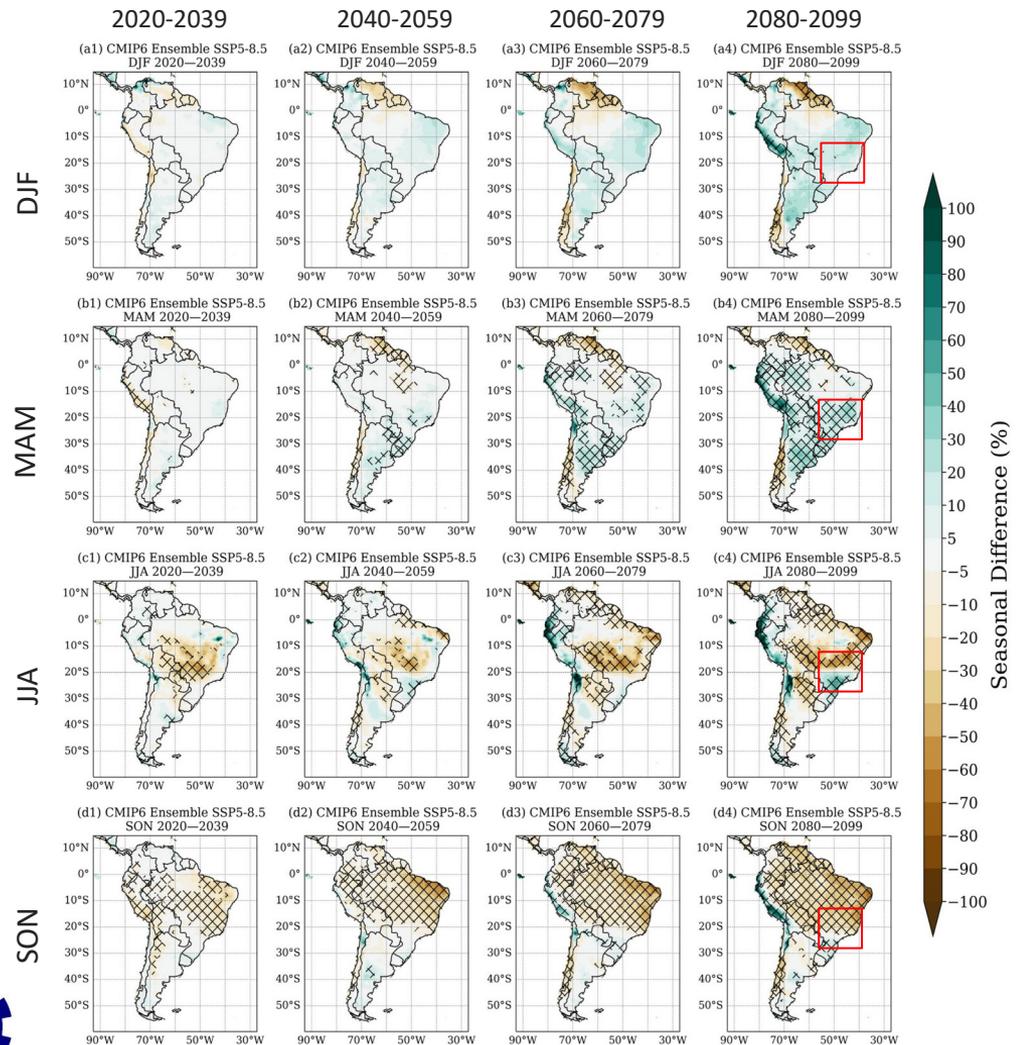
DJF, MAM → úmido

JJA, SON → centro norte do Estado seco

Seasonal differences of precipitation (%) between the future (2020–2039, 2040–2059, 2060–2079, 2080–2099) and historical period (1995–2014), projected by the BCSO ensemble under the SSP5-8.5 forcing scenario. Hatched areas indicate statistical significance at a 95% confidence level.

## Assessment of Precipitation and Hydrological Droughts in South America through Statistically Downscaled CMIP6 Projections

by  Glauber Willian de Souza Ferreira   Michelle Simões Reboita \*   
 João Gabriel Martins Ribeiro  and  Christie André de Souza 



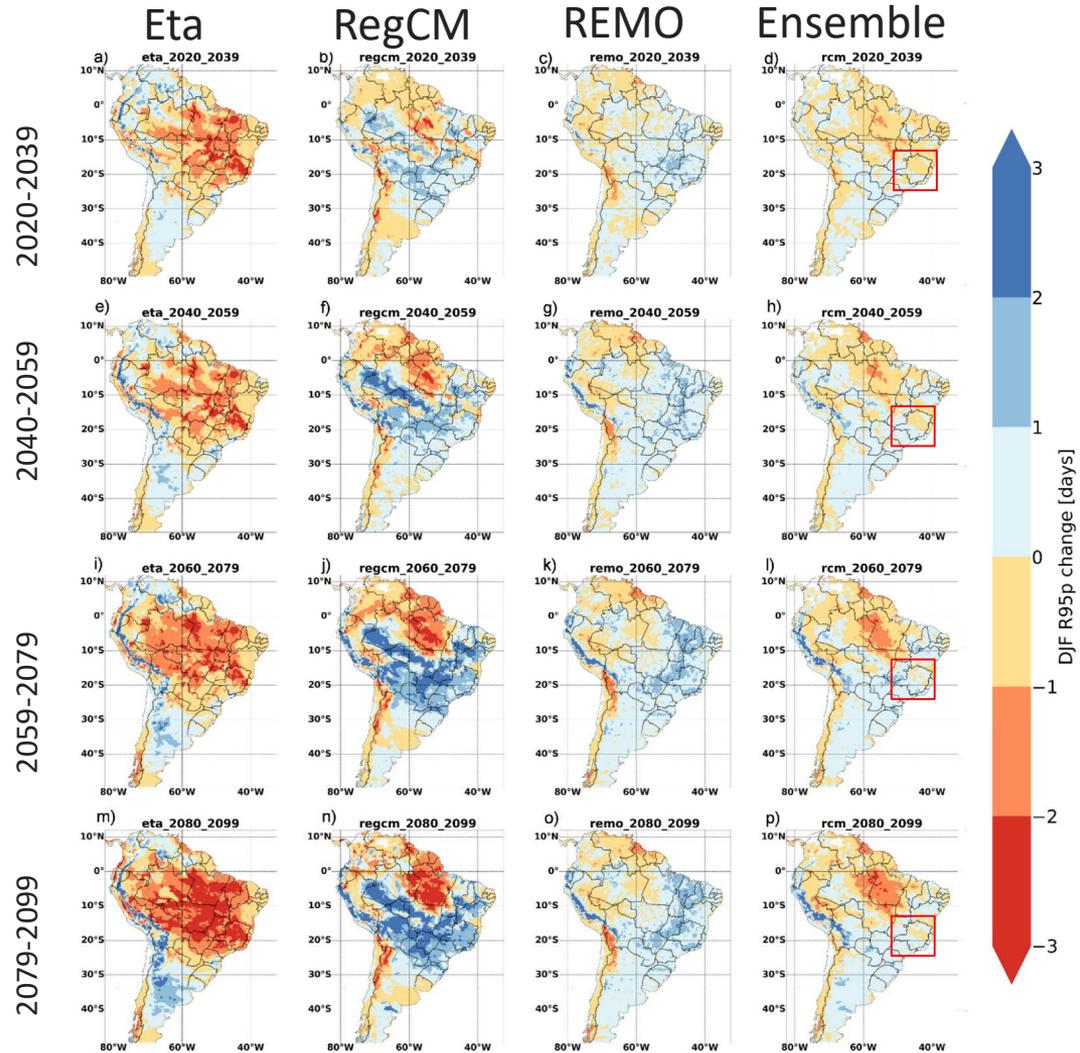
# Mudanças Climáticas e Frequência de Eventos Extremos Diários de Precipitação

DJF:

Em MG, o número de  
eventos extremos  
tende a aumentar no  
sul do Estado.

Future Projections of Extreme Precipitation Climate Indices over South America Based on CORDEX-CORE Multimodel Ensemble

by [Michelle Simões Reboita](#)<sup>1,2,\*</sup>, [Rosmeri Porfírio da Rocha](#)<sup>3</sup>, [Christie André de Souza](#)<sup>1</sup>,  
[Thales Chile Baldoni](#)<sup>1</sup>, [Pedro Lucas Lopes da Silveira Silva](#)<sup>1</sup> and [Glauber Willian S. Ferreira](#)<sup>1</sup> 



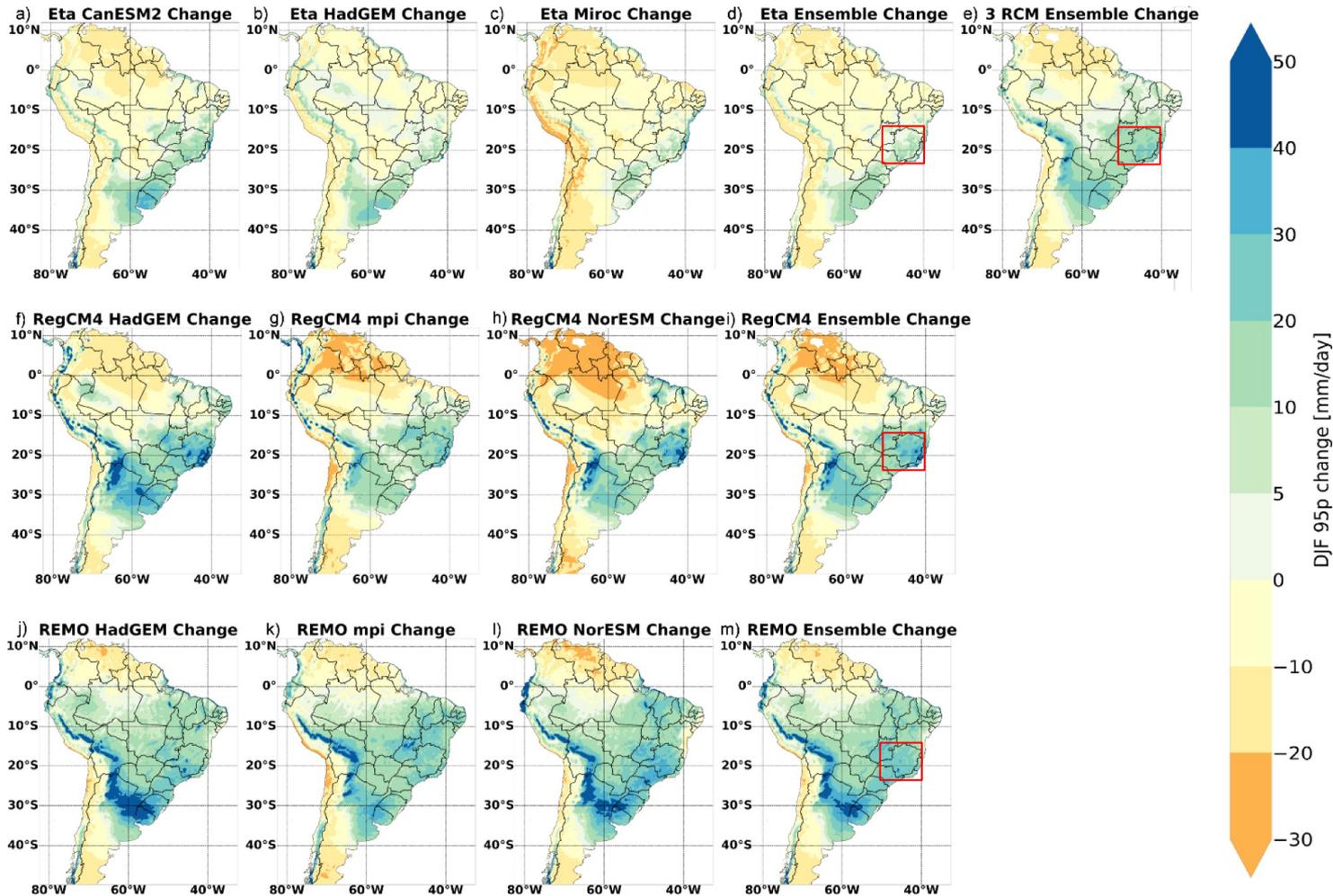
# Mudanças Climáticas e Intensidade da Chuva

DJF:  
Em MG, o volume de chuva diária considerada evento extremo é projetada a aumentar



Future Projections of Extreme Precipitation Climate Indices over South America Based on CORDEX-CORE Multimodel Ensemble

by Michelle Simões Reboita<sup>1,2</sup>, Rosmeri Porfírio da Rocha<sup>1,3</sup>, Christin André de Souza<sup>1</sup>,  
Thales Chile Baldoni<sup>1</sup>, Pedro Lucas Lopes da Silveira Silva<sup>1</sup> and Glauber Willian S. Ferreira<sup>1,4</sup>



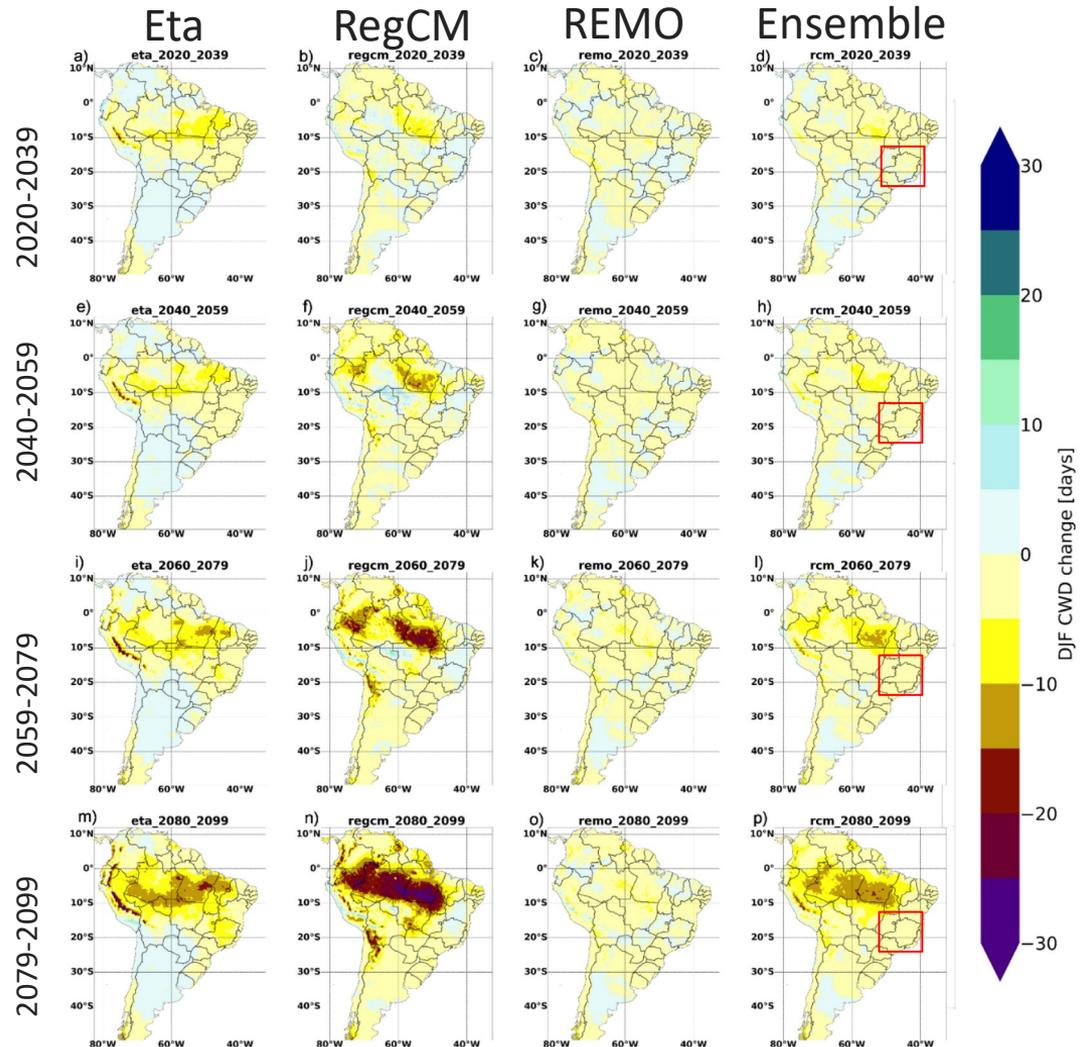
# Mudanças Climáticas e Duração de Períodos Consecutivos Úmidos

DJF:  
Em MG, ligeiro decréscimo na duração de períodos úmidos

The greatest number of consecutive days with  $Pr \geq 1$  mm/day in each summer.

Future Projections of Extreme Precipitation Climate Indices over South America Based on CORDEX-CORE Multimodel Ensemble

by [Michelle Simões Reboita](#)<sup>1,2,\*</sup>, [Rosmeri Porfírio da Rocha](#)<sup>3</sup>, [Christie André de Souza](#)<sup>1</sup>, [Thales Chile Baldoni](#)<sup>1</sup>, [Pedro Lucas Lopes da Silveira Silva](#)<sup>1</sup> and [Glauber Willian S. Ferreira](#)<sup>1</sup>



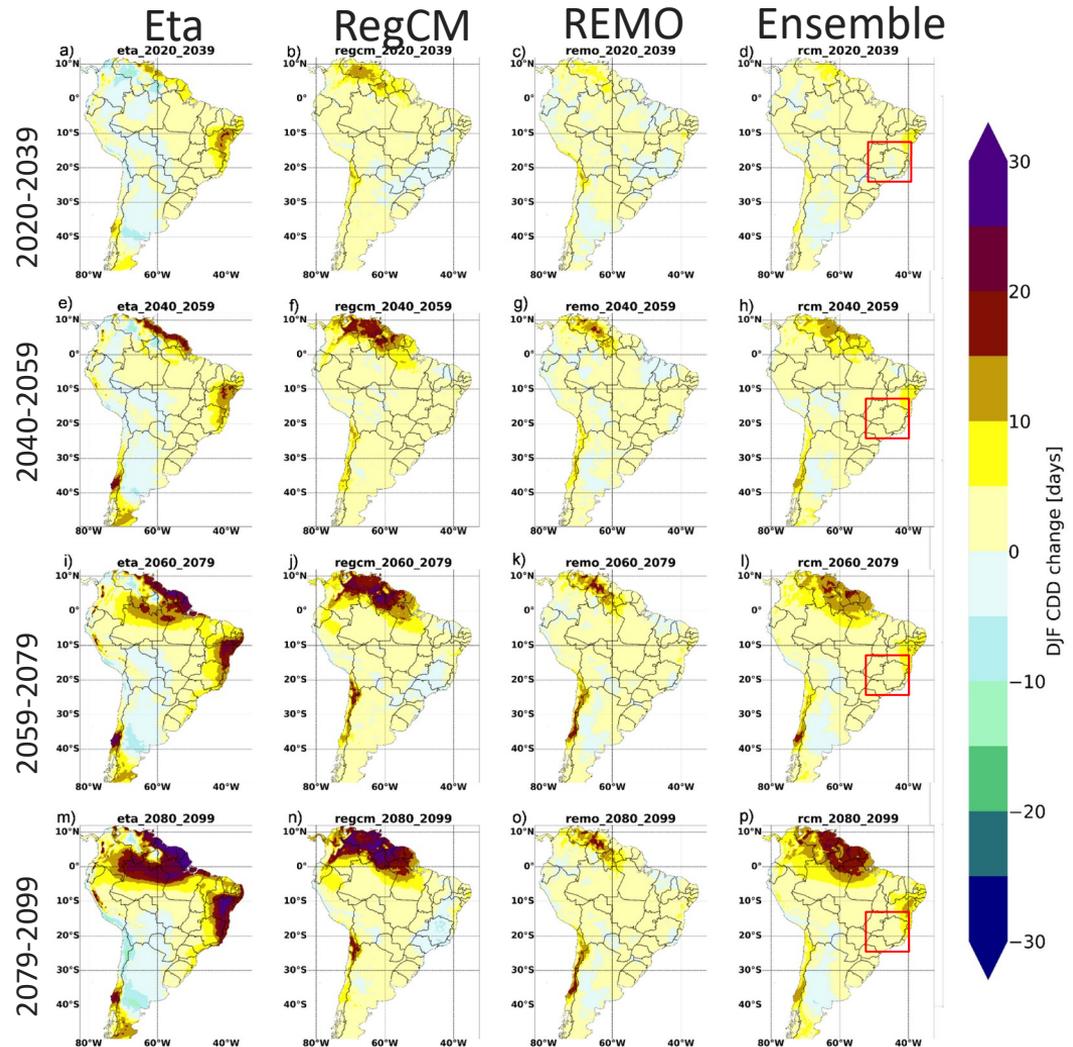
# Mudanças Climáticas e Duração de Períodos Consecutivos Secos

DJF:  
Em MG, ligeiro aumento na duração de períodos secos

The greatest number of consecutive days with  $Pr < 1$  mm/day in each summer.

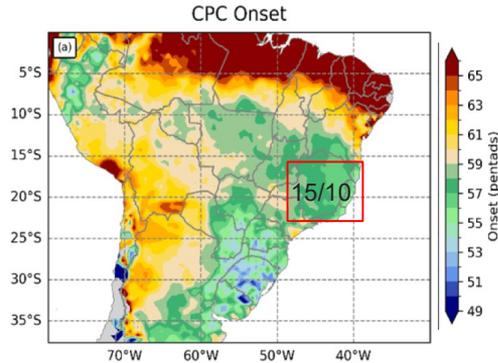
Future Projections of Extreme Precipitation Climate Indices over South America Based on CORDEX-CORE Multimodel Ensemble

by [Michelle Simões Reboita](#)<sup>1,2,\*</sup>, [Rosmeri Porfírio da Rocha](#)<sup>3</sup>, [Christie André de Souza](#)<sup>1</sup>, [Thales Chile Baldoni](#)<sup>1</sup>, [Pedro Lucas Lopes da Silveira Silva](#)<sup>1</sup> and [Glauber Willian S. Ferreira](#)<sup>1</sup>

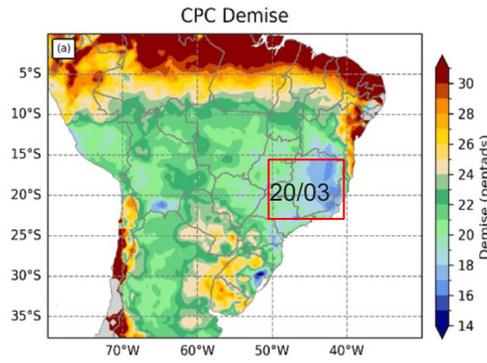


# Mudanças Climáticas e Monção

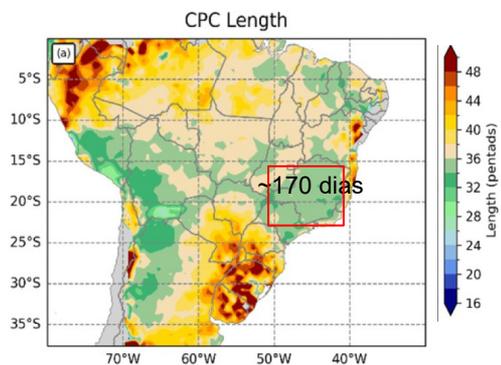
## Condições Observadas (1995-2014)



Futuro: atrasa o início em MG



Futuro: atrasa o fim em MG, mas esse tem menor período comparado ao atraso do início



Futuro: menor duração da estação chuvosa

Presente ~170 dias  
Futuro ~150 dias (10% de decréscimo)

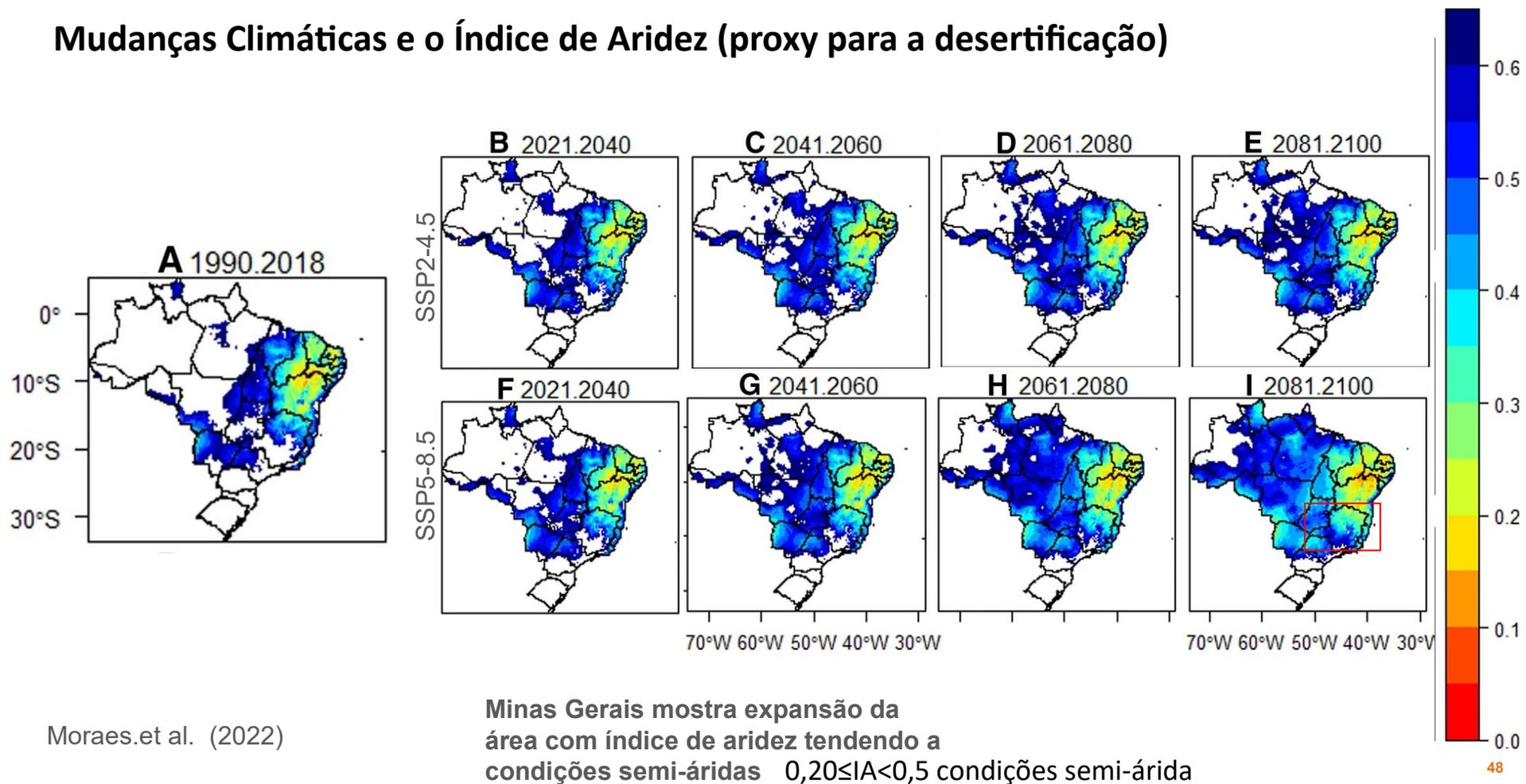
Problemas nos ciclos vegetativos das culturas, colheitas etc.

## South American Monsoon Lifecycle Projected by Statistical Downscaling with CMIP6-GCMs

by Michelle Simões Reboita 1,\* Glauber Willian de Souza Ferreira 1 João Gabriel Martins Ribeiro 1 Rosmeri Porfírio da Rocha 2 and Vadlamudi Brahmananda Rao 3



# Mudanças Climáticas e o Índice de Aridez (proxy para a desertificação)



Moraes.et al. (2022)

# Impacto das Mudanças Climáticas no Cultivo do Café



Apto  
Risco Econômico

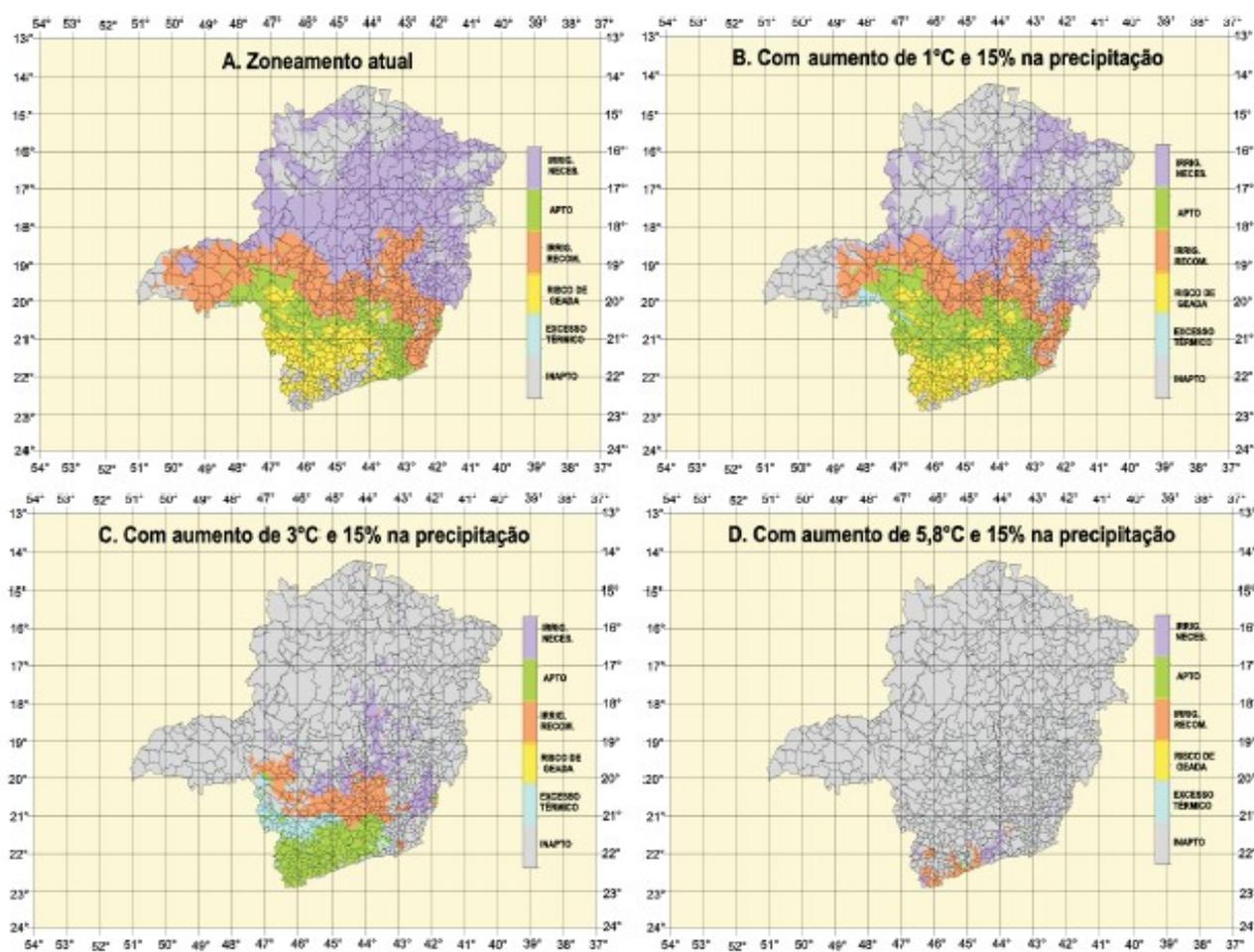
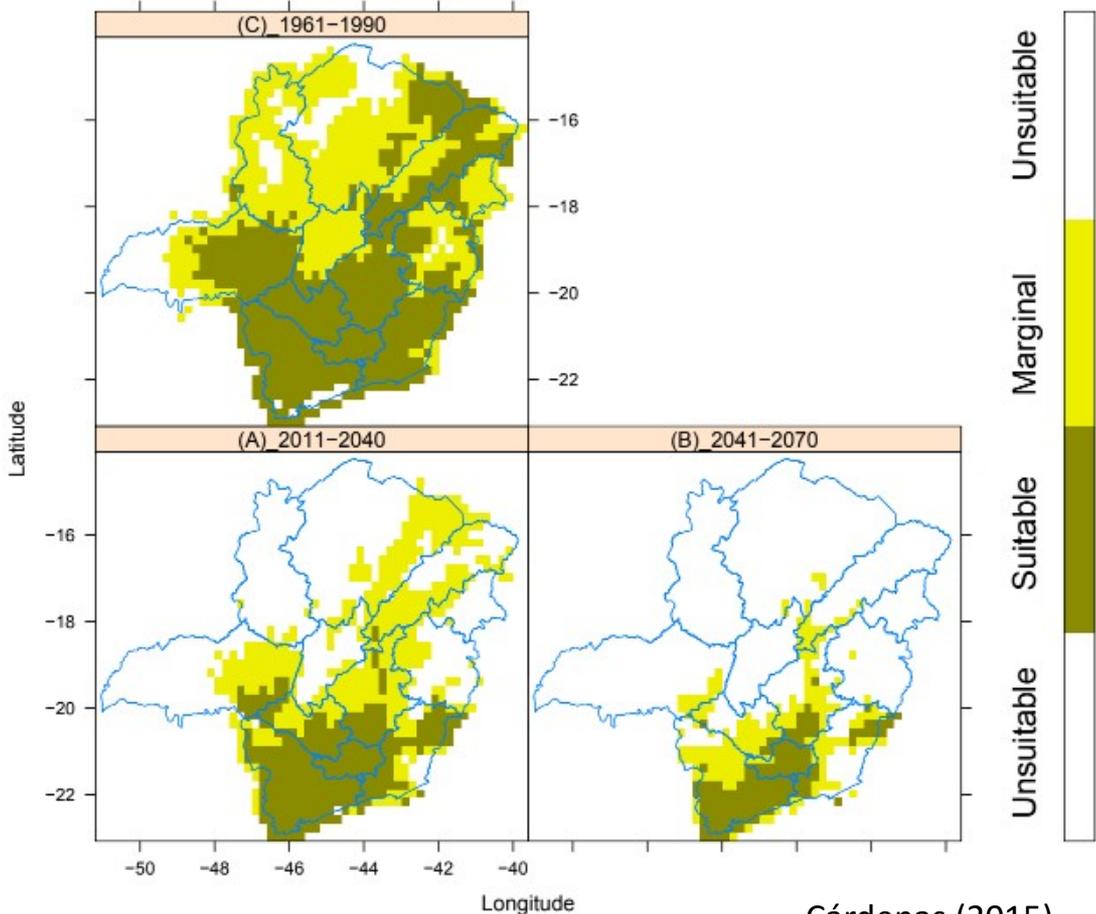
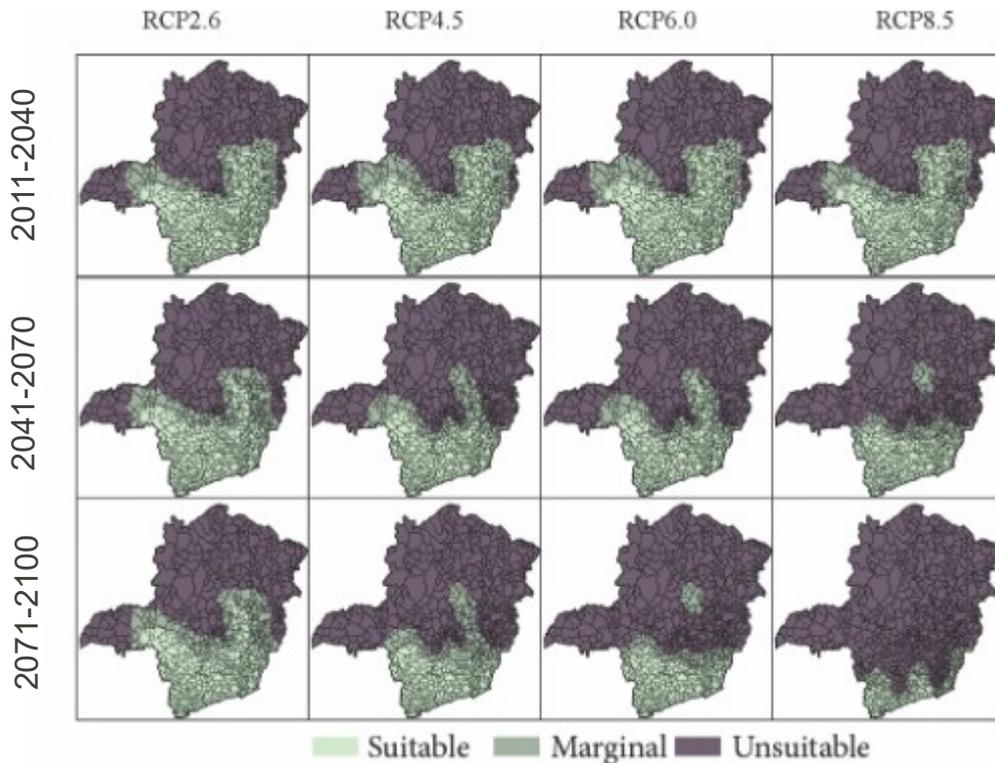
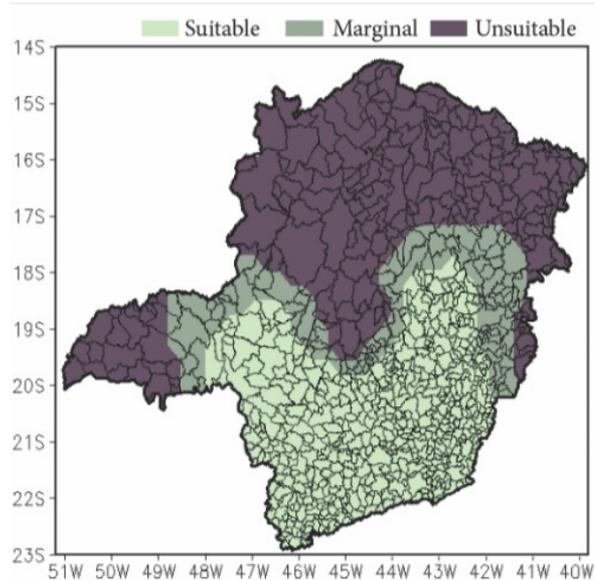


Figura 2. Zoneamento atual do café para o Estado de Minas Gerais (A); Zoneamento considerando aumento de 1°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (B); Zoneamento considerando aumento de 3°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (C); Zoneamento considerando aumento de 5,8°C na temperatura e 15% na precipitação pluvial (D).

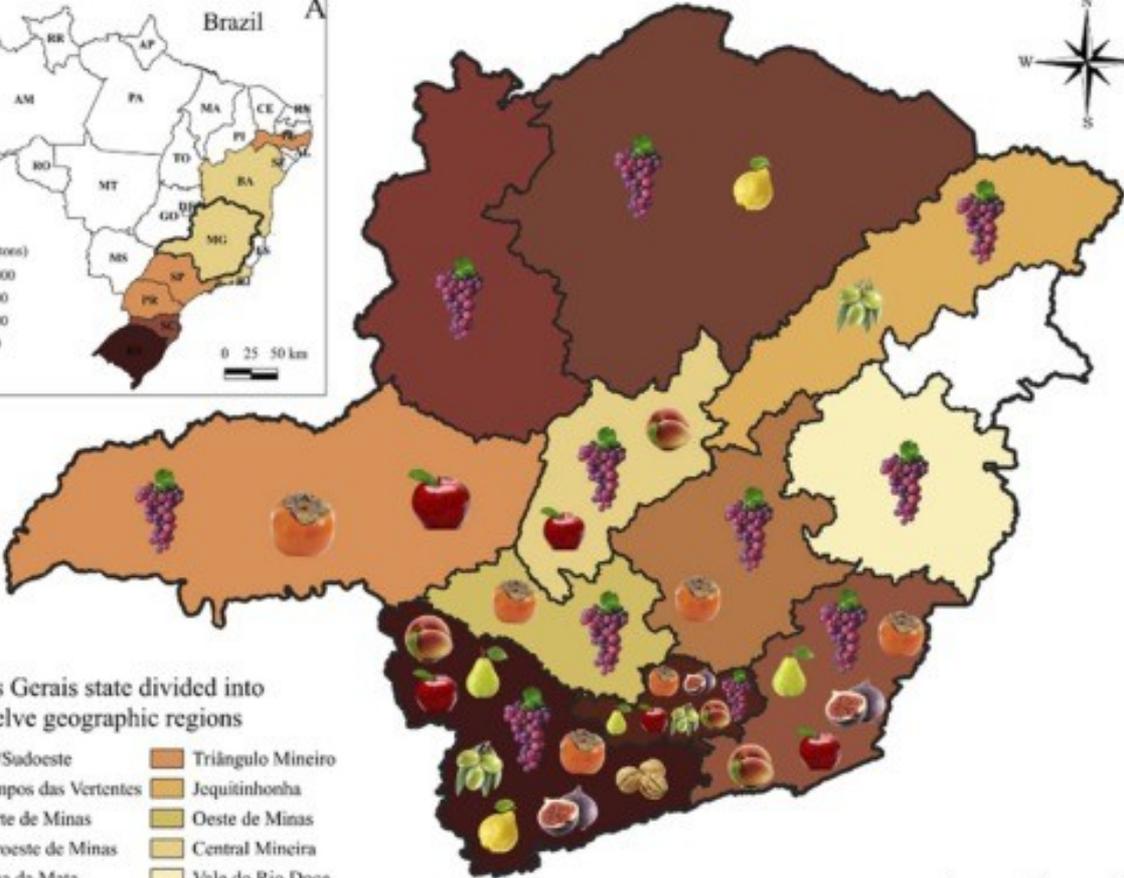
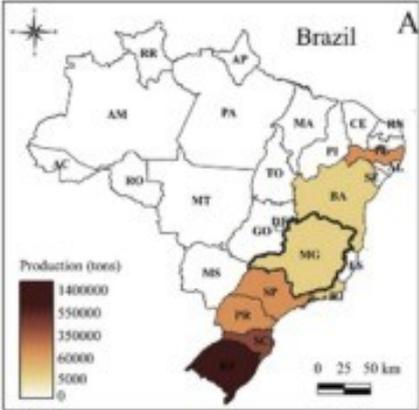
# Impacto das Mudanças Climáticas no Cultivo do Café Arábica



# Impacto das Mudanças Climáticas no Cultivo de Oliveiras



# Impacto das Mudanças Climáticas nas Áreas de Plantio de Frutíferas de Clima Temperado

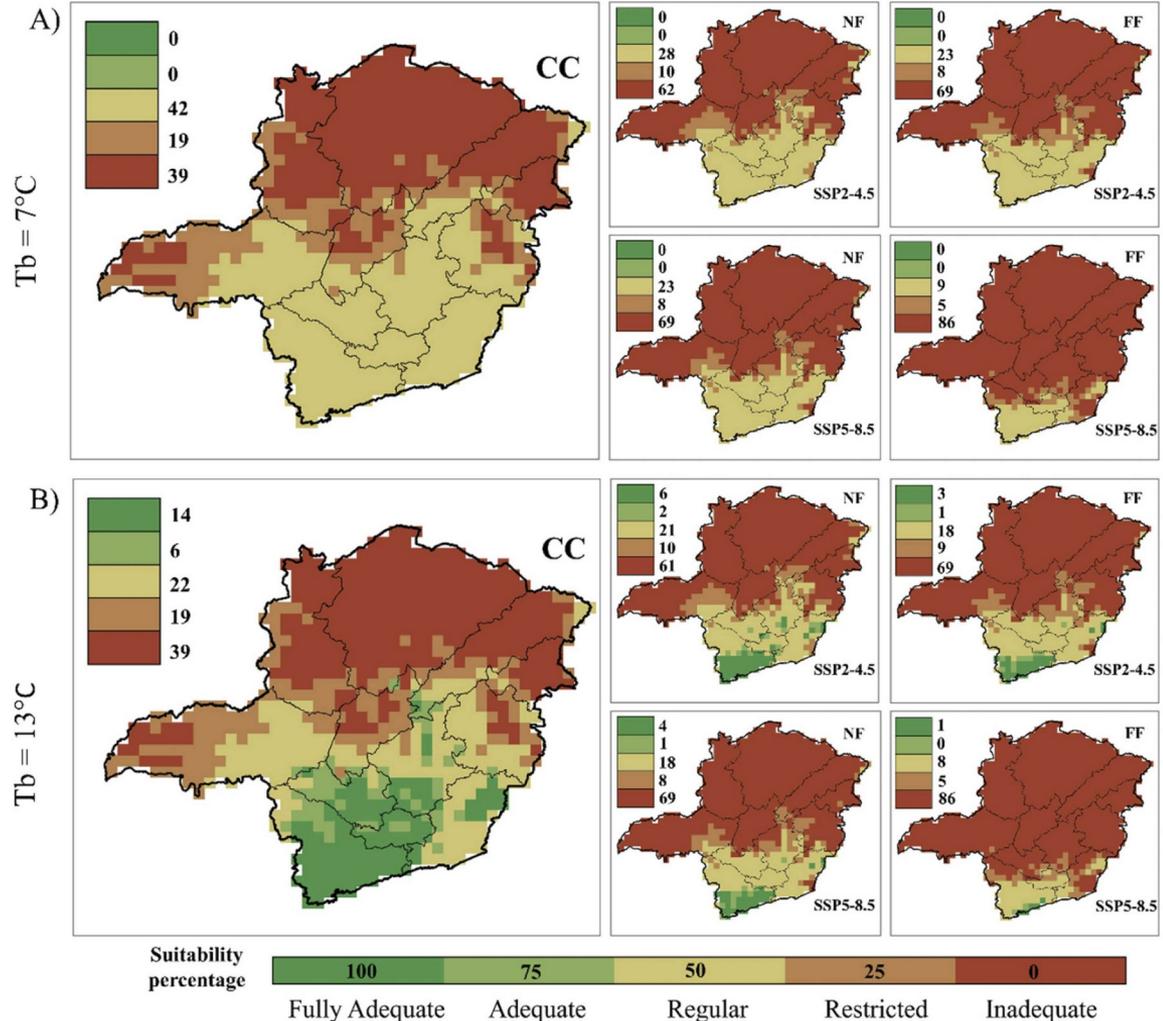


- Minas Gerais state divided into twelve geographic regions
- Sul/Sudoeste
  - Campos das Vertentes
  - Norte de Minas
  - Noroeste de Minas
  - Zona da Mata
  - Metropolitana
  - Triângulo Mineiro
  - Jequitinhonha
  - Oeste de Minas
  - Central Mineira
  - Vale do Rio Doce
  - Vale do Mucuri



# Impacto das Mudanças Climáticas nas Áreas de Plantio de Frutíferas de Clima Temperado

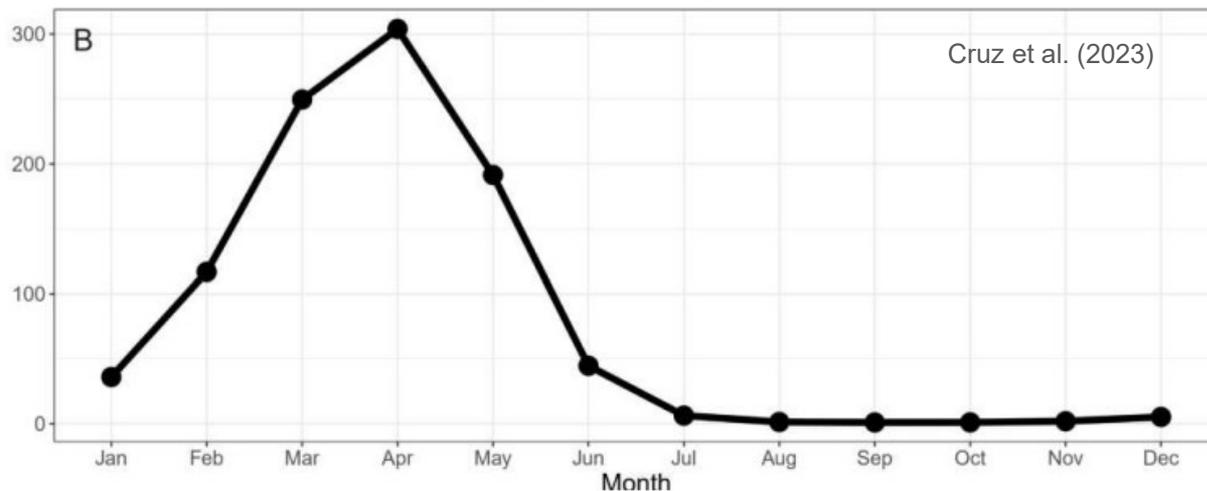
Perigo (*hazard*) para a segurança alimentar e setor econômico



## Clima e Dengue

Estação do ano de maior ocorrência de notificações de dengue: **outono**

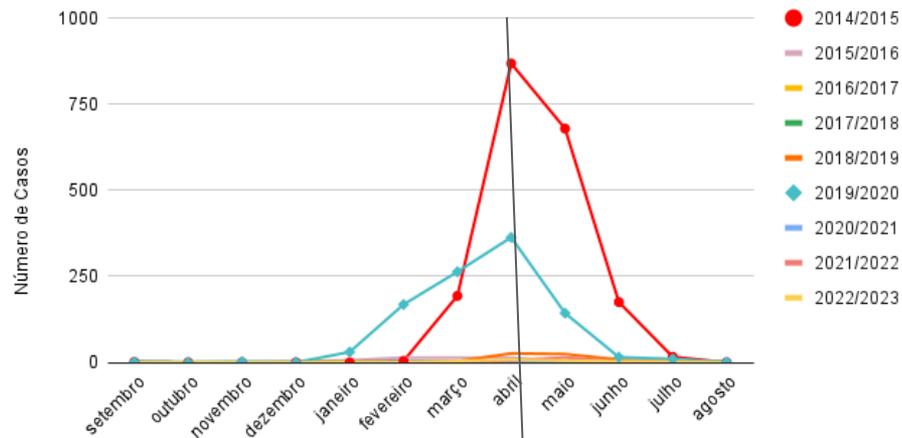
Média mensal da Incidência de casos de dengue por 100 mil habitantes em Belo Horizonte (2001-2021)



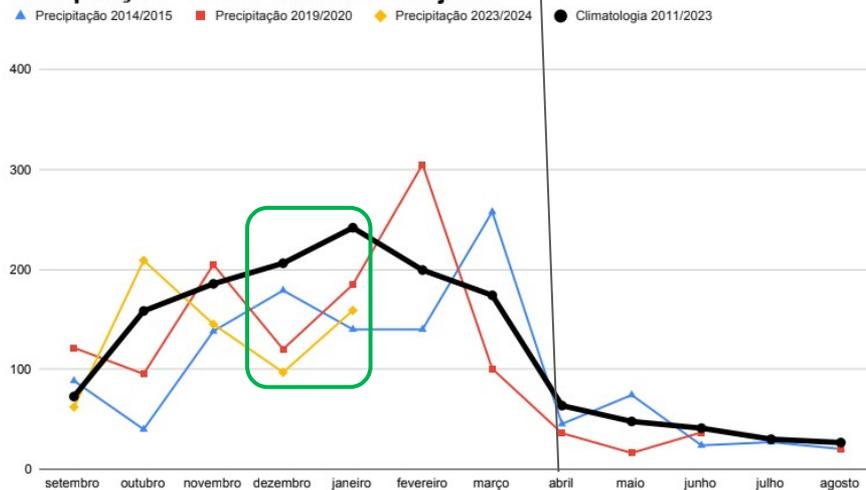
# Clima e Dengue

Anos com maior número de notificações de dengue são aqueles em que o verão foi seco, principalmente os meses de dezembro e janeiro.

### Número de Casos de Dengue por Mês de Moradores de Itajubá



### Precipitação - Média Mensal em Itajubá



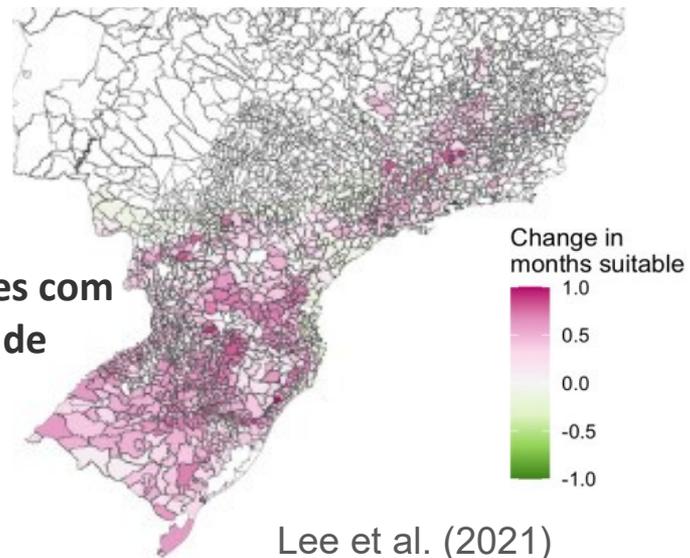
Reboita et al. (2024)



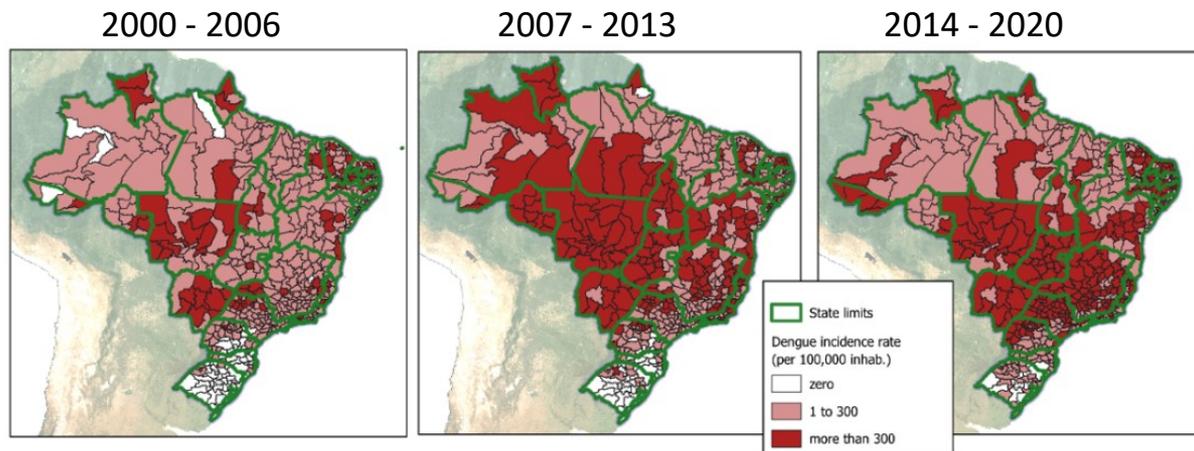
## Clima e Dengue

Diferença entre a média do número de meses com temperatura apropriada para a transmissão de dengue: (2011–2020) - (2001–2010)

Temperatura apropriada: 16,2°C e 34,5°C



Lee et al. (2021)

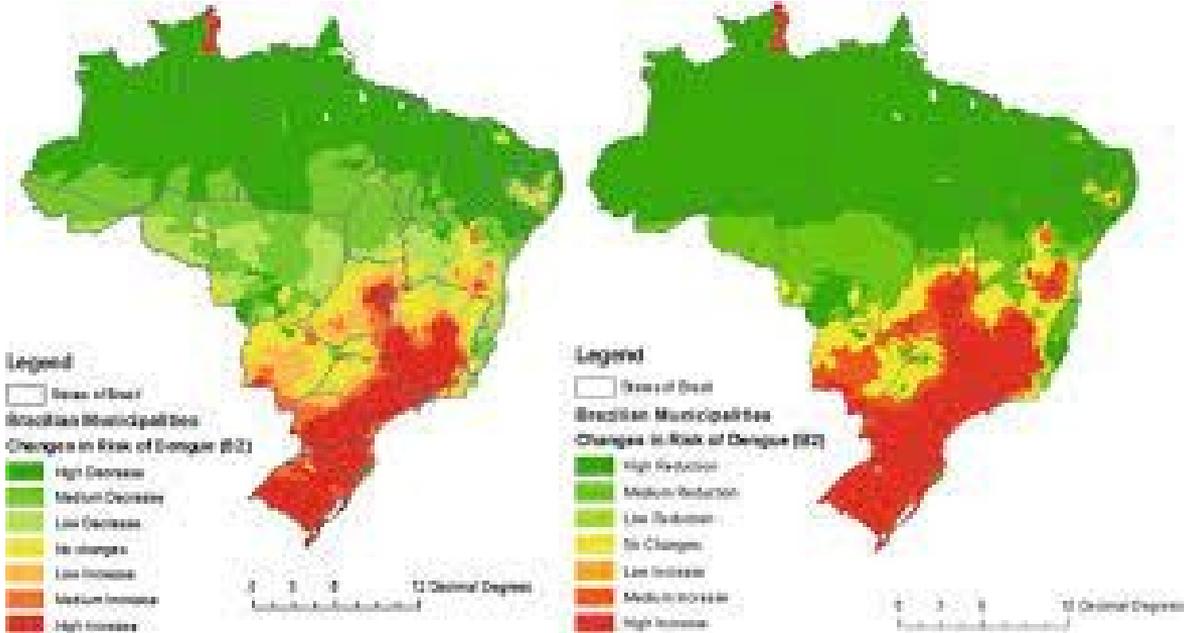


Taxa de incidência de dengue em microrregiões do Brasil

Barcelos et al. (2023)

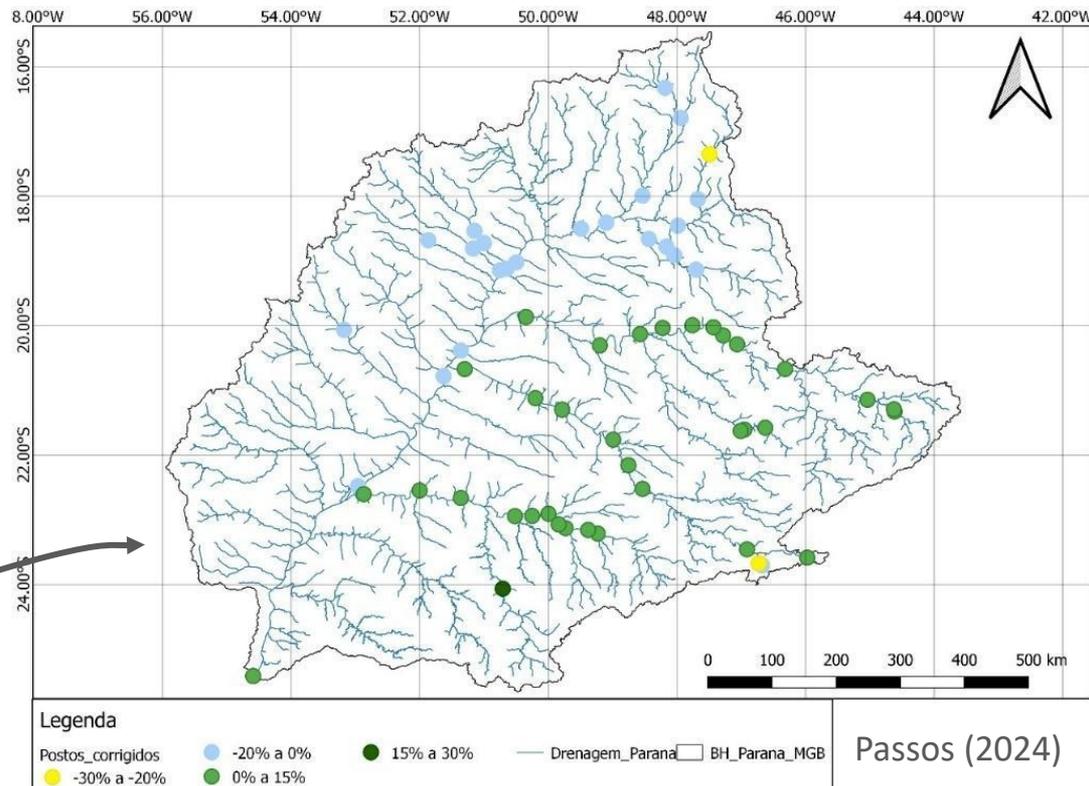
# Clima e Dengue

Pereda, P.C., de Oliveira Alves, D.C. (2016). Climate Impacts on Dengue Risk in Brazil: Current and Future Risks. In: Leal Filho, W., Azeiteiro, U., Alves, F. (eds) Climate Change and Health. Climate Change Management. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24660-4\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24660-4_13)



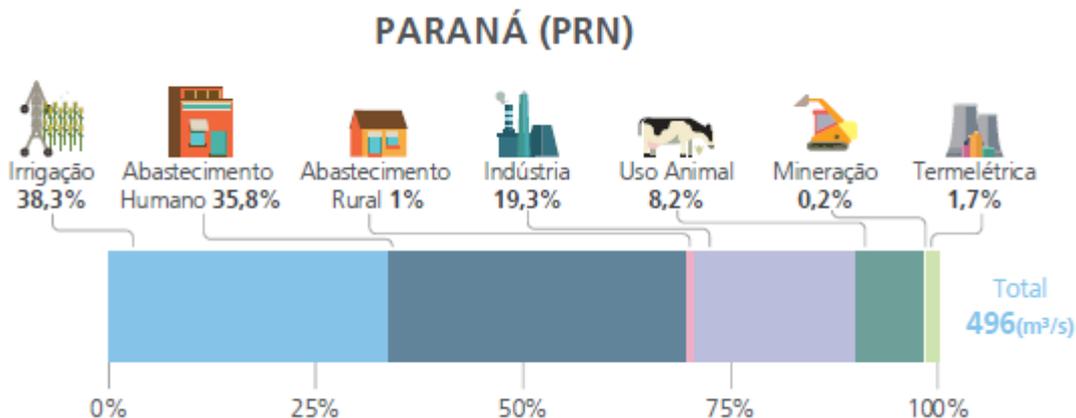
# Mudanças Climáticas e Energia

Projeção de vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná para o final do século considerando o cenário SSP5-8.5 e “apenas um modelo climático”.



# Mudanças Climáticas e Energia

Aumento da população → maior captação e consumo d'água → problemas gerados com a canalização dos corpos d'água (regiões antes irrigadas podem se tornar secas)



Caracterização do consumo de água para a BHRP separado por classe.

Passos (2024)



Projeções de usos consuntivos para a bacia incremental da UHE São Simão (divisa de MG e GO), para o conjunto de cenários de mudanças climáticas.

# Mudanças Climáticas e Energia

↑ temp

↑ consumo energia

↓ supondo menor  
disponibilidade hídrica

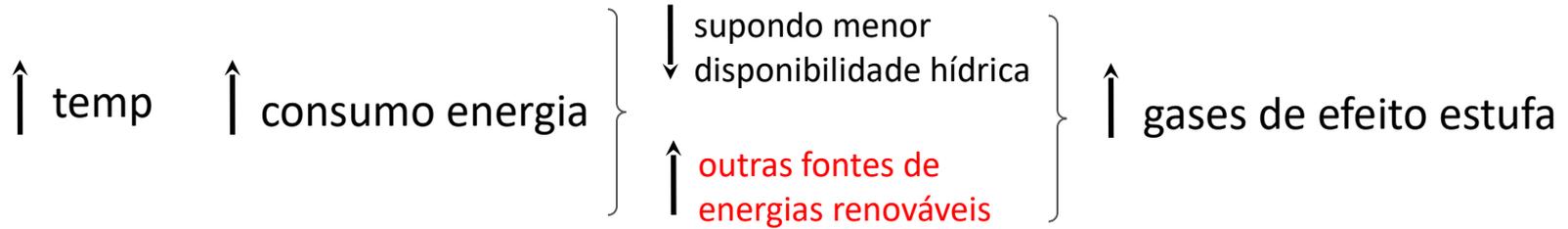
↑ term~~é~~tricas

Não só por falta de chuva,  
mas também por maior  
evaporação e uso da água

↑ gases de efeito estufa

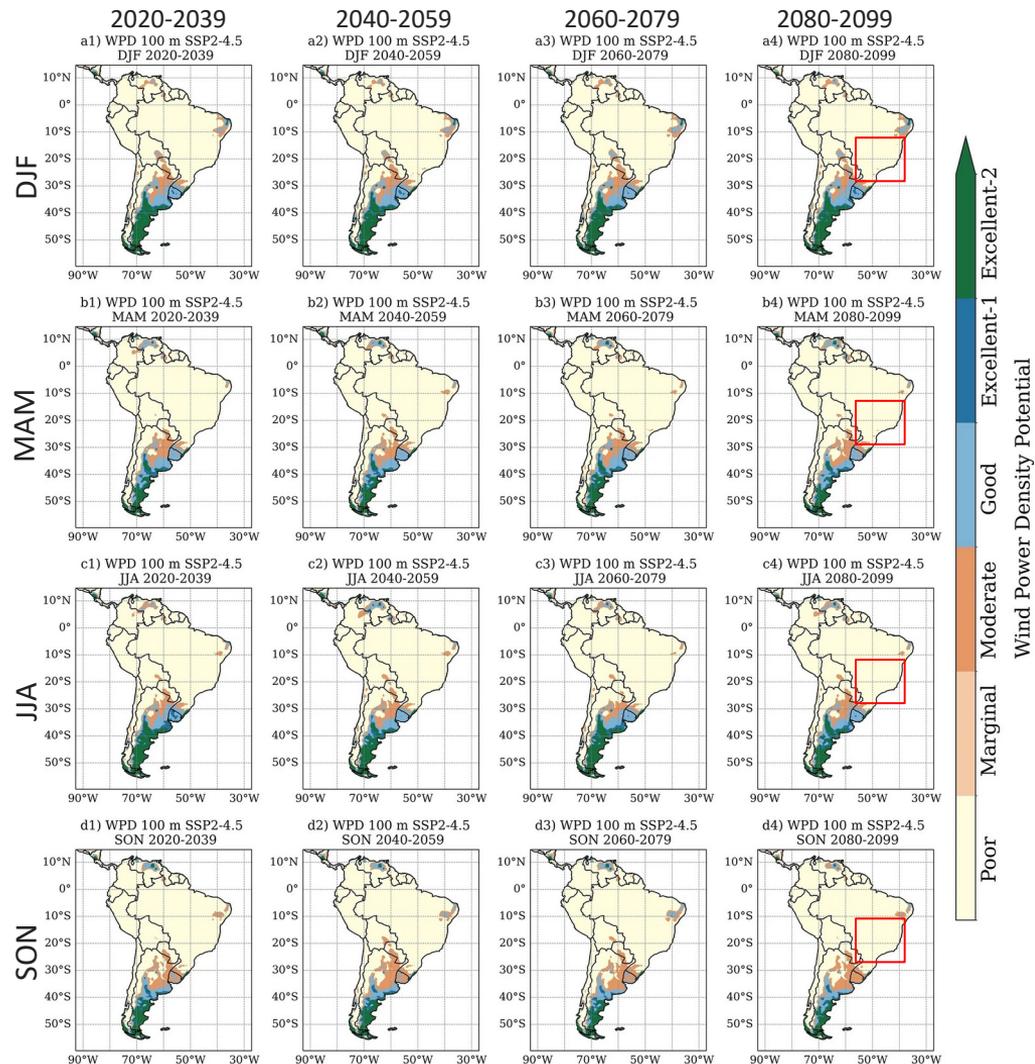


# Mudanças Climáticas e Energia



# Densidade de potência do vento projetada com modelos do CMIP6 e cenário SSP5-8.5

MG não é propício à geração de energia eólica.



**Assessment of the wind power density over South America simulated by CMIP6 models in the present and future climate**

Original Article | Published: 31 October 2023  
 Volume 62, pages 1729–1763, (2024) | [Cite this article](#)

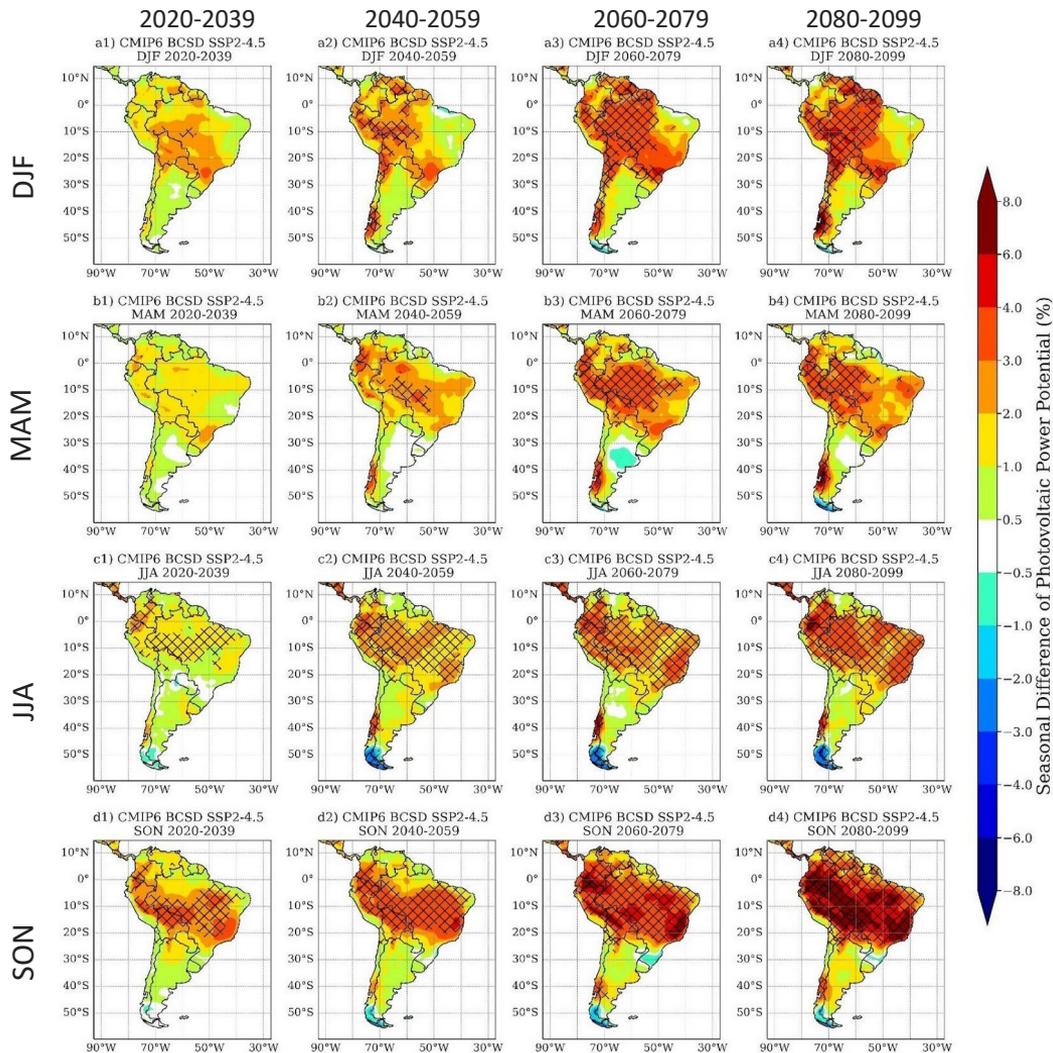
[Download PDF](#) | [Access provided by Samarkand State University](#)



# Potencial de energia fotovoltaica projetada com modelos do CMIP6, após *downscaling* estatístico, e cenário SSP5-8.5

MG propícia à energia fotovoltaica.

Ferreira et al. (2024) em preparação.



# Adverse impacts from human-caused climate change will continue to intensify

## 4 Concluindo: impactos

### a) Observed widespread and substantial impacts and related losses and damages attributed to climate change

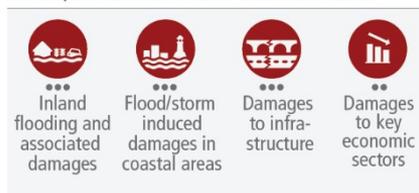
#### Water availability and food production



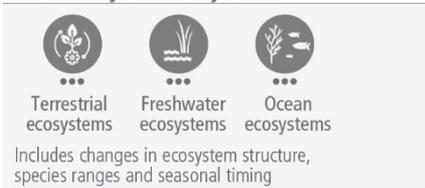
#### Health and well-being



#### Cities, settlements and infrastructure



#### Biodiversity and ecosystems



#### Key

Observed increase in climate impacts to human systems and ecosystems assessed at **global level**

- Adverse impacts
- Adverse and positive impacts
- Climate-driven changes observed, no global assessment of impact direction

Confidence in attribution to climate change

- High or very high confidence
- Medium confidence
- Low confidence

### b) Impacts are driven by changes in multiple physical climate conditions, which are increasingly attributed to human influence

Attribution of observed physical climate changes to human influence:

*Medium confidence*



Increase in agricultural & ecological drought



Increase in fire weather



Increase in compound flooding



Increase in heavy precipitation

*Likely*



Glacier retreat



Global sea level rise

*Very likely*

*Virtually certain*



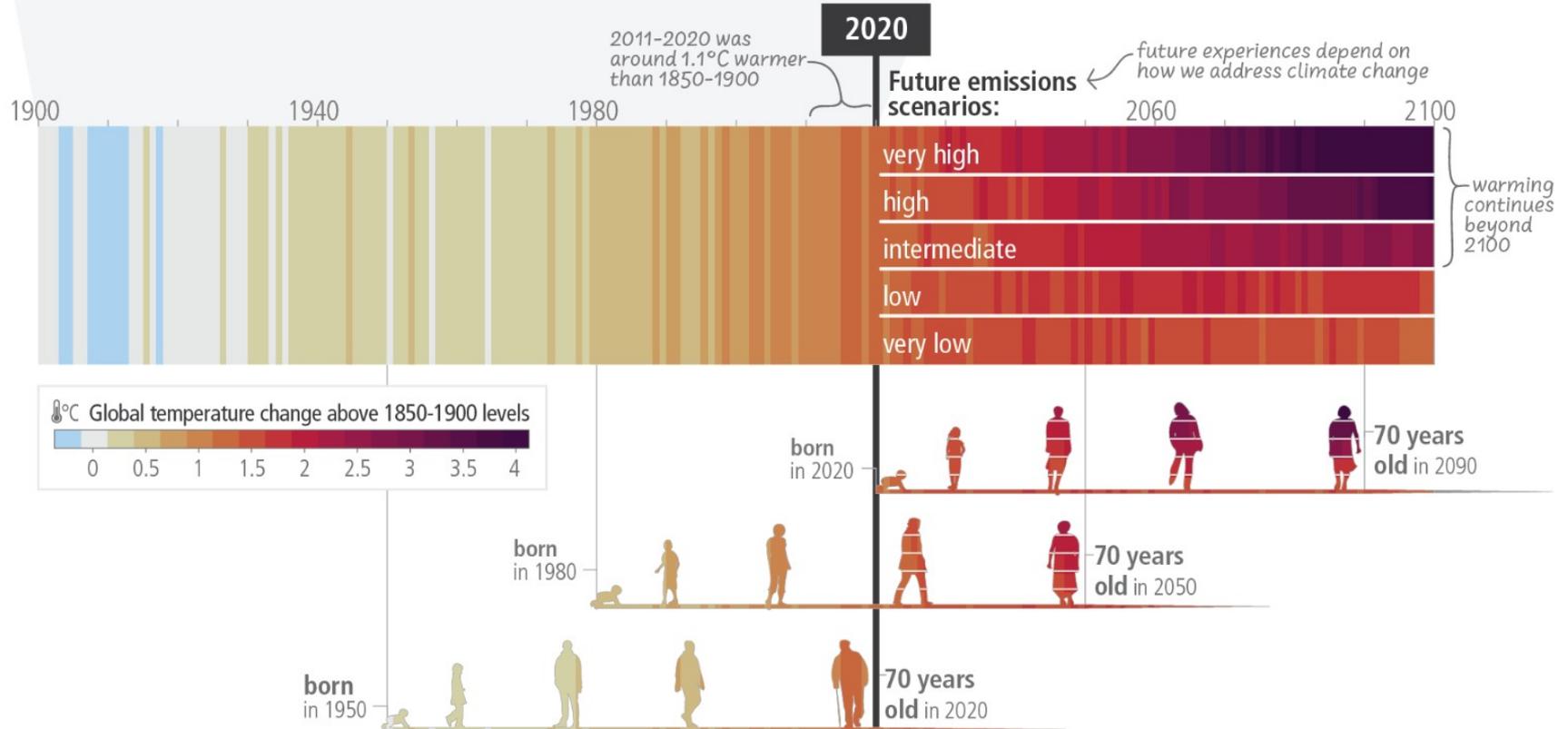
Upper ocean acidification



Increase in hot extremes



c) The extent to which current and future generations will experience a hotter and different world depends on choices now and in the near term



# 4 Concluindo

## Quando os limites de temperatura serão alcançados?



### Ação climática ambiciosa\*



### Caminho de alto carbono\*\*



Notas: \*SSPI-1.9 \*\*SSP5-8.5

Fonte: IPCC.

06.08.2021



*net zero carbon emissions*

## Podemos limitar o aquecimento global a 1,5°C até 2100?



Se agirmos de forma agressiva hoje\* podemos limitar o aumento da temperatura média em 1,6°C até o meio do século e reduzir a 1,4°C até 2100



Se escolhermos o caminho de alto carbono\*\* temperatura média pode subir a 2,4°C até o meio do século e chegar a 4,4°C até 2100

## Quais ações são necessárias para limitar o aquecimento a 1,5°C?



Manter as emissões globais de gases de efeito estufa em declínio nesta década

Alcançar emissões líquidas zero até a metade do século



Notas: \*SSPI-1.9 \*\*SSP5-8.5

Fonte: IPCC.

21.08.05



## Pathways to a healthy net-zero future: report of the *Lancet* Pathfinder Commission

Sarah Whitmee, PhD   • Prof Rosemary Green, PhD • Kristine Belesova, PhD • Syreen Hassan, PhD •

Soledad Cuevas, PhD • Peninah Murage, PhD • et al. [Show all authors](#)

Published: November 20, 2023 • DOI: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(23\)02466-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)02466-2)  [Check for updates](#)



Executive summary

Introduction

Methods

Results

Pathways to a just

### Executive summary

Deep, rapid cuts in greenhouse gas emissions are needed to limit future global temperature increases to 1.5°C above pre-industrial levels, but current progress is inadequate to achieve the goals of the Paris Climate Agreement and to reduce future risks from climate change. Many actions to mitigate greenhouse gas emissions can also deliver near-term health co-benefits, for example from reduced air pollution, consumption of healthy diets, and increased physical activity. High-quality evidence on the type and magnitude of co-benefits that can be realised and improved knowledge of how to promote the implementation of such actions can support progress towards net-zero greenhouse gas emissions by 2050. The *Lancet* Pathfinder Commission was established to collate

Request your institutional access to this journal

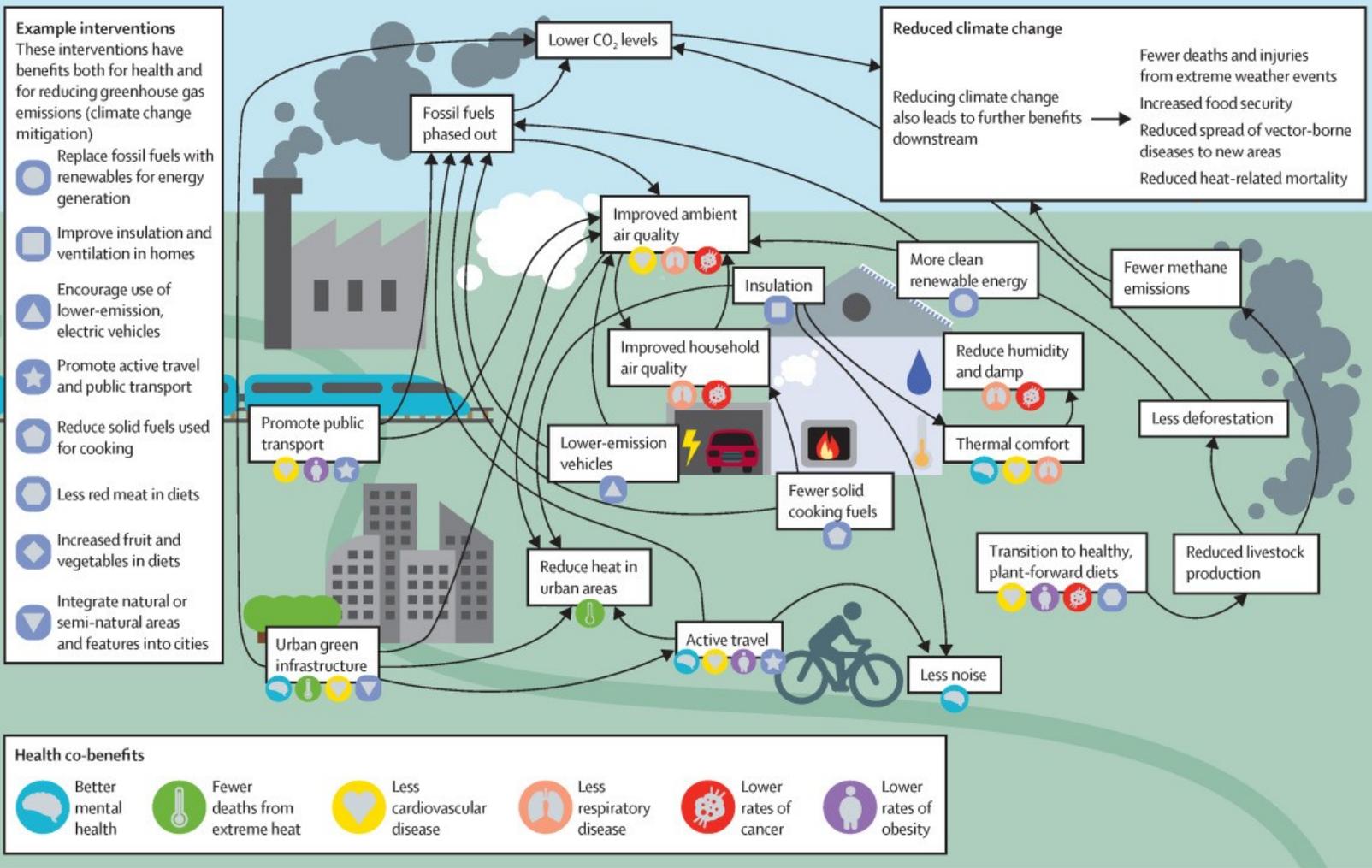
ADVERTISEMENT



Rumo ao net-zero → balanço entre emissões e remoção de gases de efeito estufa

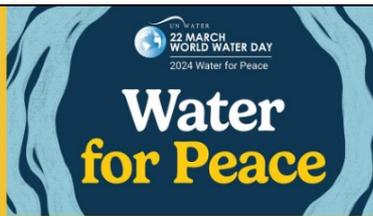
Net-Zero: balance greenhouse gas removal with greenhouse gas emissions, so that the overall net

# SUGGESTIONS



	Forests	Rivers and watersheds	Farmland	Cities	Coasts and oceans
Example of solutions	Protect, restore, or sustainably manage forests through REDD+ initiatives	Restoration and protection of wetlands and peatlands	Agroforestry: integrated land management (eg, growing trees and crops or grazing animals on the same land)	Green infrastructure: harnessing and integrating nature and natural systems in urban infrastructure (eg, parks, green walls or roofs)	Protect and restore wetland and marine habitats, such as mangroves, coral reefs, seagrass, and kelp forests
Mitigation action	Increased uptake and storage of carbon from the atmosphere Prevention of further emissions from decomposition and wildfires	Enhanced carbon sinks through sequestration and storage Avoidance of methane emissions from intact wetlands	Enhanced carbon sinks through sequestration and storage Improved productivity means less land use and disturbance, and reduced fertiliser use	Enhanced carbon and surface ozone sequestration Reduction of urban heat island effect leading to reduced energy demand through passive cooling	Enhanced storage of both blue and green carbon through sequestration Avoidance of methane emissions from intact wetlands
Health co-benefits	Livelihood benefits and poverty reduction (eg, from sale of non-timber products) Gender participation and equality Enhanced forest ecosystem services (eg, flood protection and regulation of zoonotic diseases and air quality)	Natural water quality improvement reducing occurrence of algal blooms Enhanced wetland ecosystem services (eg, flood control) Reduced poverty from income generation through recreation and tourism	Increased crop yields and food security Livelihood benefits and income diversification from sale of timber Enhanced local microclimates generating a cooling effect Improved hydrological cycles and water catchment, and increased flood protection	Reduced heat-related deaths and morbidity Reduced storm water run-off buffers against extreme rainfall events Removal of harmful air pollutants Recreational spaces increase physical activity, reducing incidence of cardiovascular disease and improving mental health	Livelihood benefits and income diversification from fishing and sustainable building material Increased food security and key sources of protein Natural barrier to limit the impact of floods, storms, and sea-level rise Marine ecosystems are a novel source of pharmaceutical compounds

# 22 de março Dia Mundial da Água



Você sabia  
que:

-  O Dia Mundial da Água é comemorado todos os anos no dia 22 de março.
-  A data foi sugerida na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992.
-  O Dia Mundial da Água é comemorado desde 1993.
-  A cada ano é discutido um tema de relevância no Dia Mundial da Água.
-  O tema de 2023 é “Água pela Paz”.
-  O tema escolhido visa a reflexão e discussão sobre o uso da água, que pode trazer paz ou conflitos, e como cuidar desse recurso essencial para a vida.

Referência  
<https://www.un.org/en/observances/water-day>

Organizado por: Michelle Reboita



PROEX



CEPREMG



# 23 de março Dia Meteorológico Mundial



Você sabia  
que:

-  A Organização Meteorológica Internacional (OMI) foi fundada em 1873.
-  Em 23 de março de 1950, a OMI passou ao status de Organização Meteorológica Mundial (OMM).
-  Todo os anos, em 23 de março a data é lembrada com o nome de Dia Meteorológico Mundial e
-  a OMM define um tema para ser discutido nesse dia pelas várias instituições no globo. O tema de 2024 é “**Na linha de frente da ação climática**”.

Referências  
<https://wmo.int/site/world-meteorological-day-2024>

Organizado por: Michelle Reboita



PROEX

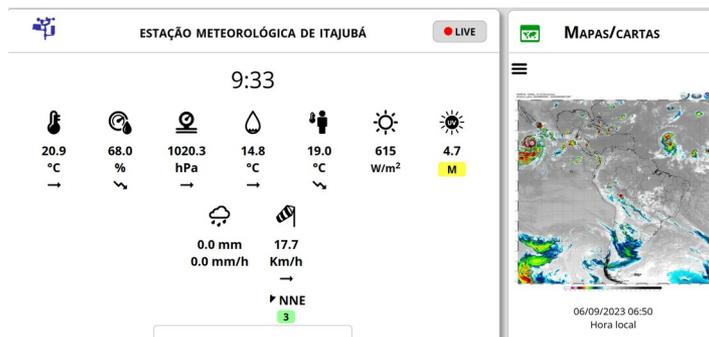


CEPREMG



Visite o site do CEPreMG  
inúmeros produtos incluindo  
projeções climáticas

<https://meteorologia.unifei.edu.br/>



# CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS - UNIFEI

CURSO ESTAÇÃO METEOROLÓGICA TEMPO/CLIMA HIDROLOGIA AMBIENTE PRODUTOS PROJETOS PUBLICAÇÕES

## FIREWEB - MG

### Monitoramento de queimadas no Estado de Minas Gerais

- Monitoramento horário
- Mapa diário
- Mapa mensal
- Mapa anual

Acessar

- WEBCAM DE ITAJUBÁ
- ESTAÇÃO METEOROLÓGICA
- MONITORAMENTO DO NÍVEL DO RIO SAPUCAÍ
- PREVISÃO NUMÉRICA

Obrigada pela atenção!

