

O MOMENTO  
DECISIVO

Não podemos  
esperar mais, não  
podemos errar  
mais

## Cerrado: panorama científico

Observatório do Meio Ambiente e das Mudanças Climáticas do Poder Judiciário  
CNJ, 23 de abril de 2024.

Mercedes Bustamante - Universidade de Brasília

## Grandes desafios que a humanidade enfrenta

Alimentar 9–10 bilhões de pessoas até 2050

Reduzir as emissões de gases de efeito estufa e ao mesmo tempo adaptar-se à mudança climática

Deter e recuperar a perda de biodiversidade



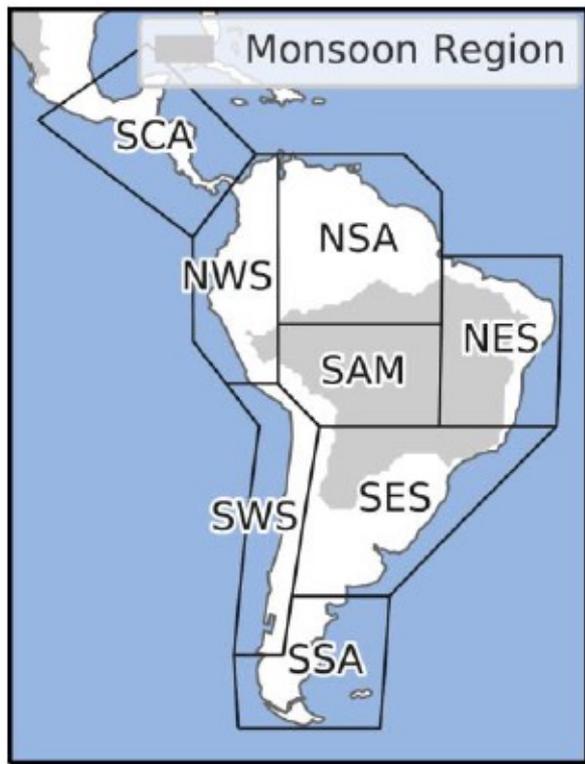
## Limitação do aquecimento global em 1.5°C

Transições em uso da terra, global e regionalmente, em todos os cenários para as próximas décadas.

**Mas**, a escala das transições irá depender do portfolio de ações de mitigação.



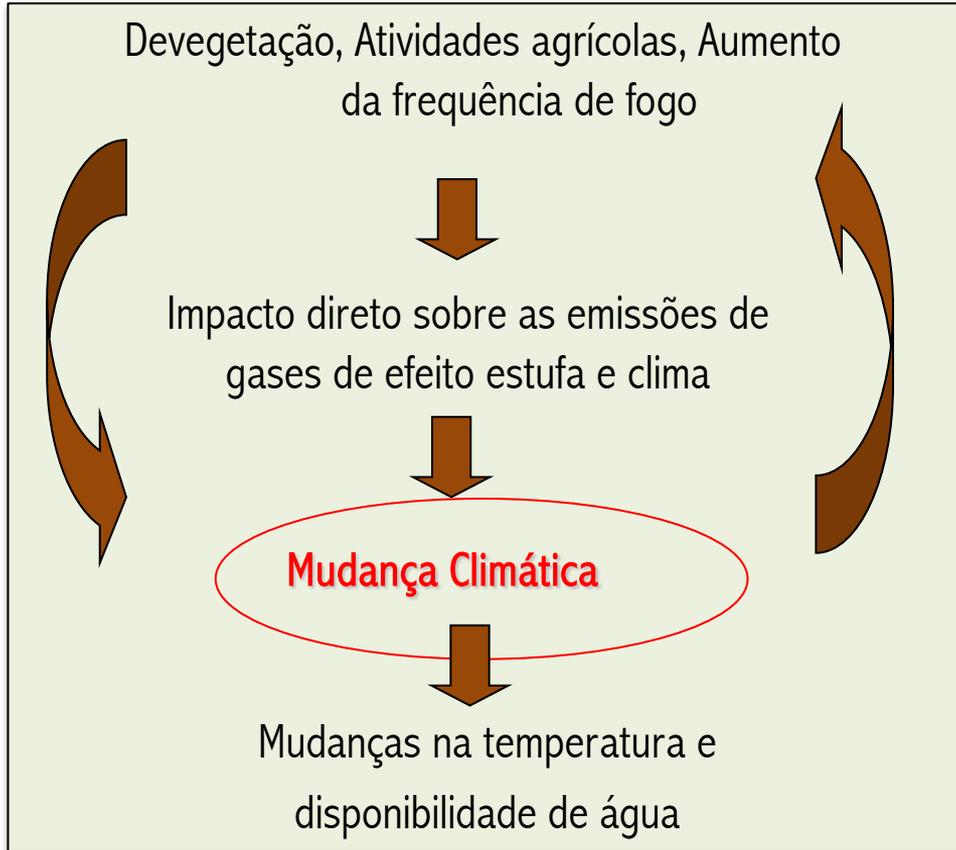
# Mudança climática no Brasil Central



## Sub-regiões das Américas Central e do Sul

- **Temperaturas médias** aumentaram em todas as sub-regiões e continuarão a aumentar a taxas maiores do que a média global (*alta confiança*).
- As monções sul-americanas (estação chuvosa no Cerrado) serão atrasadas durante o século XXI (*alta confiança*).
- Há projeções de **aumento de secas e clima para incêndios** para meados do século 21, considerando 2°C de aquecimento global e acima (*alta confiança*).

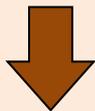
# Mudanças no Cerrado e clima: um caminho de mão dupla...



- A agricultura é um setor importante da economia brasileira e altamente dependente do clima.
- Desafios para os agricultores e ameaça à segurança alimentar.
- As mudanças climáticas tornarão mais difícil cultivar e criar animais da mesma maneira e nos mesmos lugares que fizemos no passado.

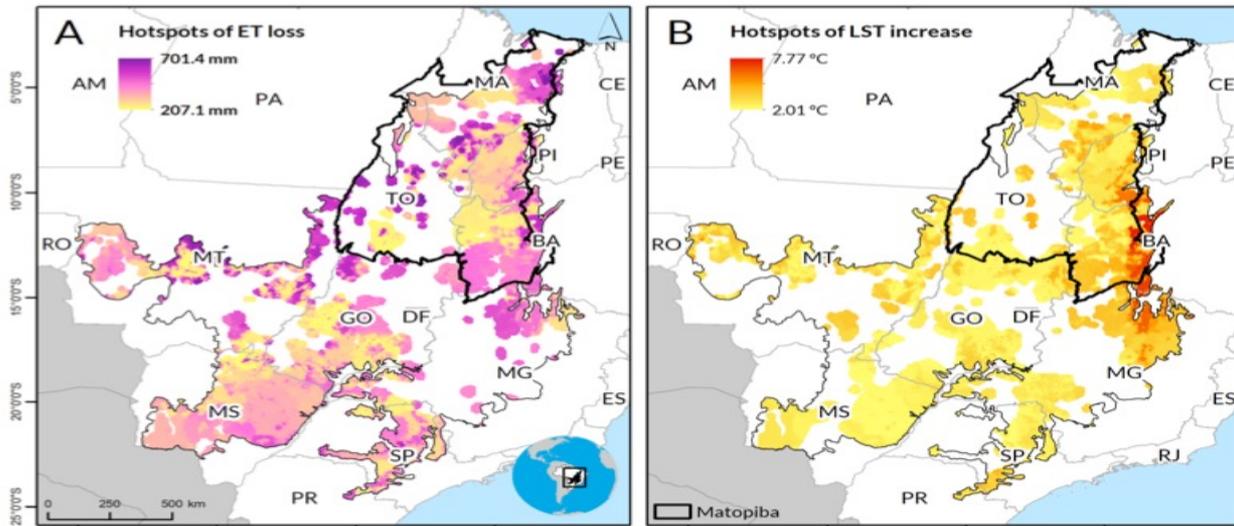
# Conversão em larga escala já tornou o Cerrado mais quente e seco

Período entre 2006 a 2019, a conversão do Cerrado em pastagens ou culturas anuais:



1. Redução da evapotranspiração (ET) anual em 10%,
2. Aumento da temperatura em 0,9°C,

Rodrigues et al. 2022



## MATOPIBA

- Formação de hotspots de ET reduzida e LST aumentada
- Concentração do desmatamento nos últimos anos (75% do desmatamento em 2023)

# Impactos econômicos e sociais

Projeções do impacto da mudança climática sobre as principais commodities agrícolas



Science of The Total Environment  
Volume 740, 20 October 2020, 139384



## The impact of climate change on Brazil's agriculture

Marcia Zilli <sup>a, b, c, d, e</sup>, Marluce Scarabello <sup>a</sup>, Aline C. Soterroni <sup>a, b</sup>, Hugo Valin <sup>b</sup>, Aline Mosnier <sup>b, c, d</sup>, David Leclère <sup>b</sup>, Petr Havlík <sup>b</sup>, Florian Kraxner <sup>b</sup>, Mauricio Antonio Lopes <sup>b, d</sup>, Fernando M. Ramos <sup>a, e</sup>

Show more

+ Add to Mendeley Share Cite

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139384>

[Get rights and content](#)

Cenário sem redução de emissões:

- Deslocamento da produção de soja e milho para regiões subtropicais do Brasil
- Diminuição da produção de soja e milho, especialmente na região do **Matopiba**

Implicações do estresse térmico para a saúde da força de trabalho no Brasil

International Journal of Climatology



RESEARCH ARTICLE

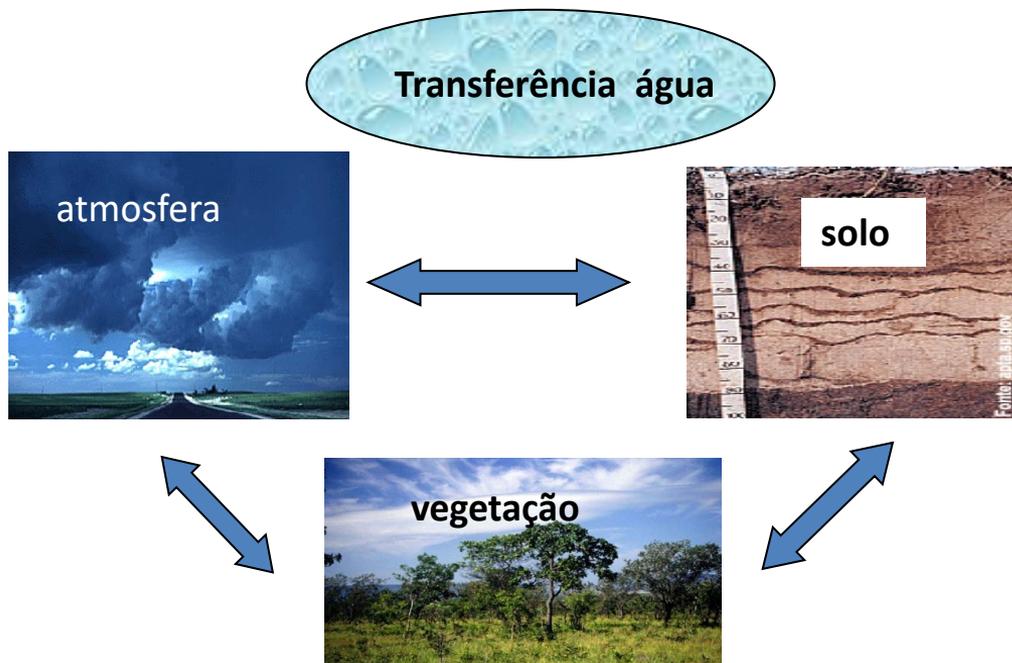
## Climate change impacts on heat stress in Brazil—Past, present, and future implications for occupational heat exposure

Daniel Pires Bitencourt , Lincoln Muniz Alves, Elisa Kayo Shibuya, Irlon de Ângelo da Cunha, João Paulo Estevam de Souza

First published: 09 October 2020 | <https://doi.org/10.1002/joc.6877>

**Funding information:** Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Grant/Award Number: 465501/2014-1; Deutsche Forschungsgemeinschaft, Grant/Award Number: 1740/2; Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, Grant/Award Number: 2015/50122-0

# Impactos climáticos, agricultura e recursos hídricos



Processo chave no ciclo hidrológico terrestre!  
Reservatórios de água profunda – papel crítico

Demandas de captação de água no Brasil em 2019



Fonte: adaptado de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil (ANA, 2020)

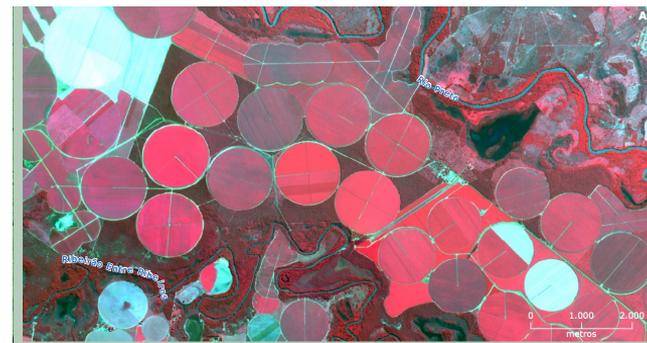
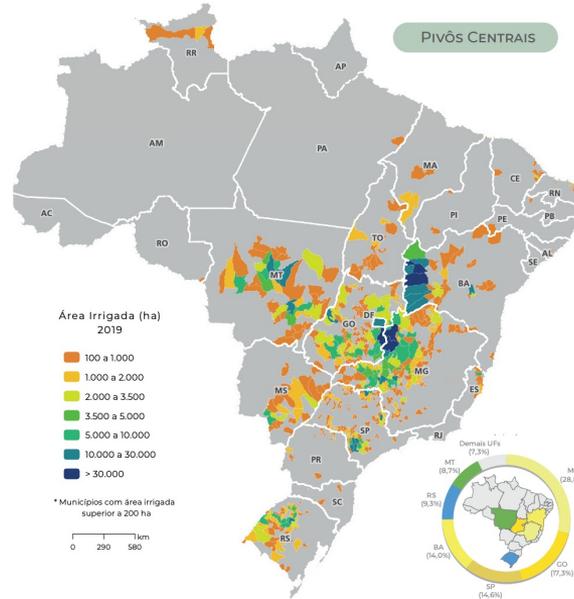
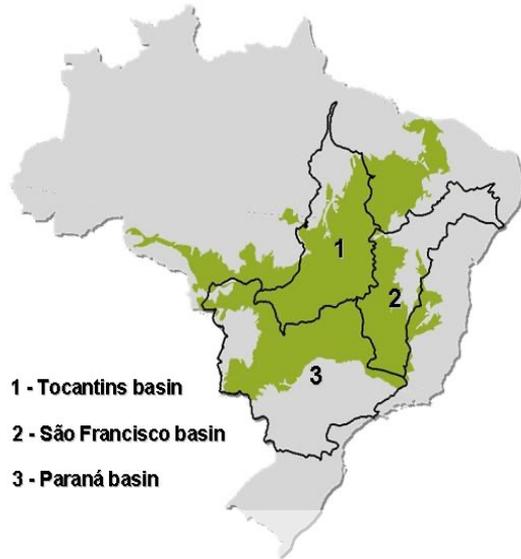


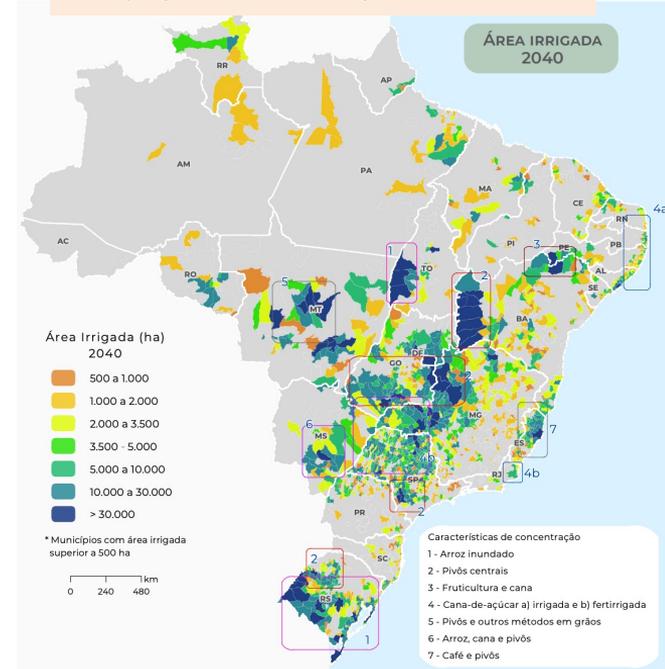
Imagem A - Divisa entre os municípios de João Ribeiro, Unai e Paracatu/MG - Polo de Irrigação Alto Paracatu - Entre Ribeiros.  
Imagem Planetscope RGB 4/3/2 de 12/2019. (Atlas Irrigação, 2ª.ed, 2021, ANA)

# Importância Hidrológica e Área irrigada

Pivôs Centrais - 2019



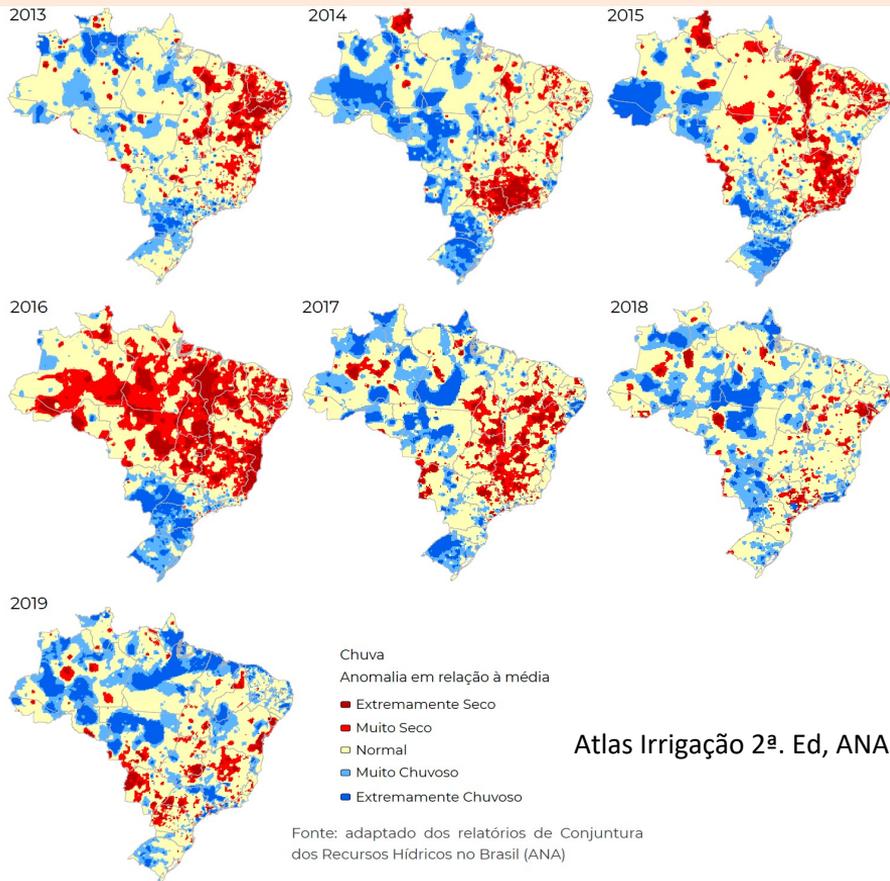
Projeção área irrigada - 2040



- Três das maiores bacias hidrográficas da América do Sul têm suas nascentes na região do Cerrado
- Cerrado é responsável por mais de 70% da descarga em cada um destes rios.

# Cerrado e segurança energética

Anomalias de precipitação em relação à média histórica 2013-2019



- Aprox. 40% das grandes barragens hidrelétricas (UHE) pequenas barragens hidrelétricas (PCH) no Brasil estão localizadas no Cerrado.



Article

## A Worrying Future for River Flows in the Brazilian Cerrado Provoked by Land Use and Climate Changes

Yuri Botelho Salmons<sup>1,2,\*</sup>, Eraldo Aparecido Trondoli Matricardi<sup>1,\*</sup>, David Lewis Skole<sup>3</sup>, João Flávio Andrade Silva<sup>4</sup>, Osmar de Araújo Coelho Filho<sup>5</sup>, Marcos Antonio Pedlowski<sup>6</sup>, James Matos Sampaio<sup>7</sup>, Leidi Cahola Ramírez Castrillón<sup>5</sup>, Reuber Albuquerque Brandão<sup>1</sup>, Andréa Leme de Silva<sup>8</sup> and Saulo Aires de Souza<sup>9</sup>



ECONOMIA

Q BUSCAR

## Menor nível de chuvas em 91 anos obriga governo a preparar plano para evitar falta de energia

Grupo que envolve representantes de três ministérios, Ibama e Agência Nacional de Águas fez primeira reunião nesta quinta (13). Plano deve ser apresentado em 15 dias.

Por Fábio Amato, G1 — Brasília  
14/05/2021 09h01 - Atualizado há 2 dias



# Contaminação de águas subterrâneas

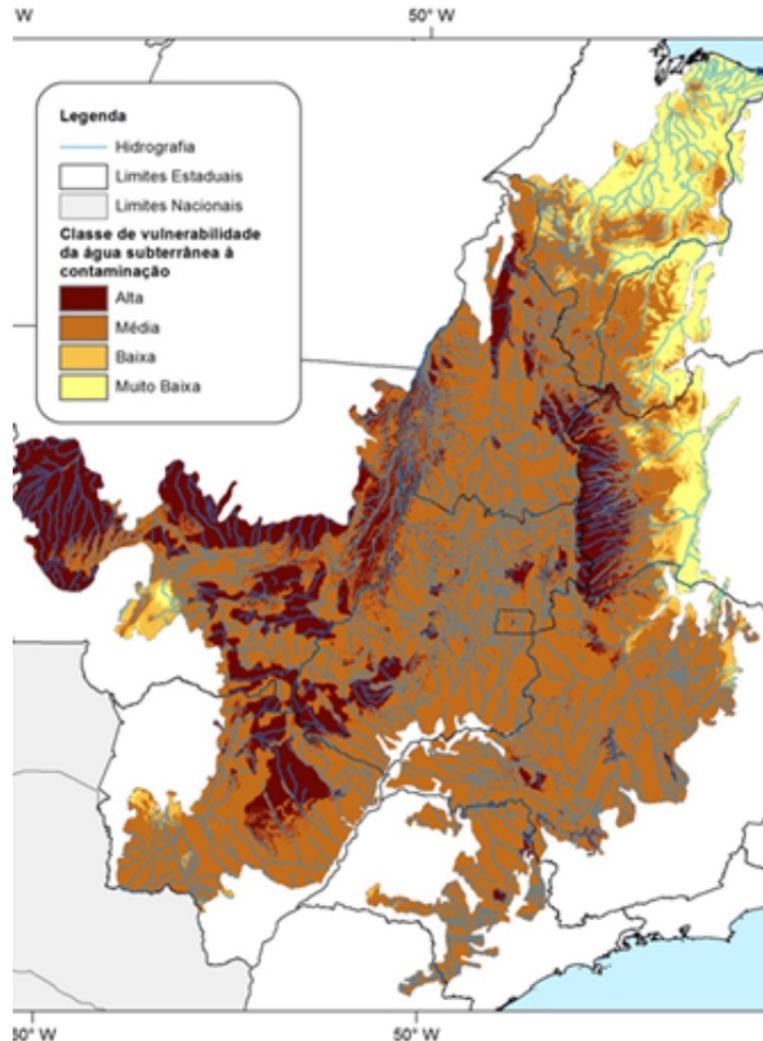
Estudo da Embrapa:

Delineou as áreas do Cerrado que abrigam águas subterrâneas naturalmente mais sujeitas à contaminação por agentes químicos.

Quatro categorias de vulnerabilidade: alta, média, baixa e muito baixa.

Maior vulnerabilidade: sudeste, centro-oeste e centro-leste de Mato Grosso, oeste da Bahia, sudoeste de Goiás e norte de Mato Grosso do Sul.

<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/12716085/estudo-localiza-aguas-subterraneas-mais-vulneraveis-no-cerrado>



# Classe 11 – Campos alagados e área pantanosa

Predominantes Herbáceas com adaptações ao alagamento

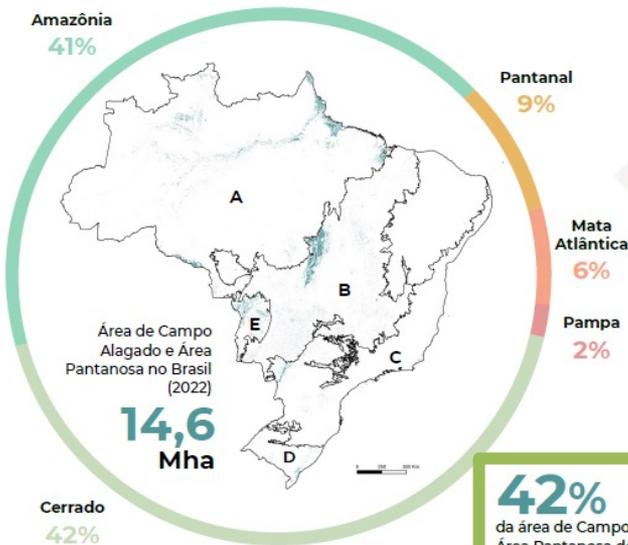
Sensoriamento Remoto



O CAMPO ALAGADO E ÁREA PANTANOSA COBREM 2% DO BRASIL (2022)

ÁREA DE CAMPO ALAGADO E ÁREA PANTANOSA NOS BIOMAS

- A **Amazônia**  
6,1 Mha  
1% do bioma
- B **Cerrado**  
6,1 Mha  
3% do bioma
- C **Mata Atlântica**  
0,9 Mha  
1% do bioma
- D **Pampa**  
0,3 Mha  
2% do bioma
- E **Pantanal**  
1,2 Mha  
8% do bioma



Área de Campo Alagado e Área Pantanosa no Brasil (2022)  
**14,6 Mha**

**42%**  
da área de Campo Alagado e Área Pantanosa do Brasil está no Cerrado, com 6,1 Mha

Perda de **13%**  
em 38 anos

O QUE É CAMPO ALAGADO E ÁREA PANTANOSA?

Vegetação predominantemente herbácea com adaptações ao alagamento permanente temporário

Deixou de Alagar

Pastagens Exóticas

777 mil ha

Adensamento Lenhoso

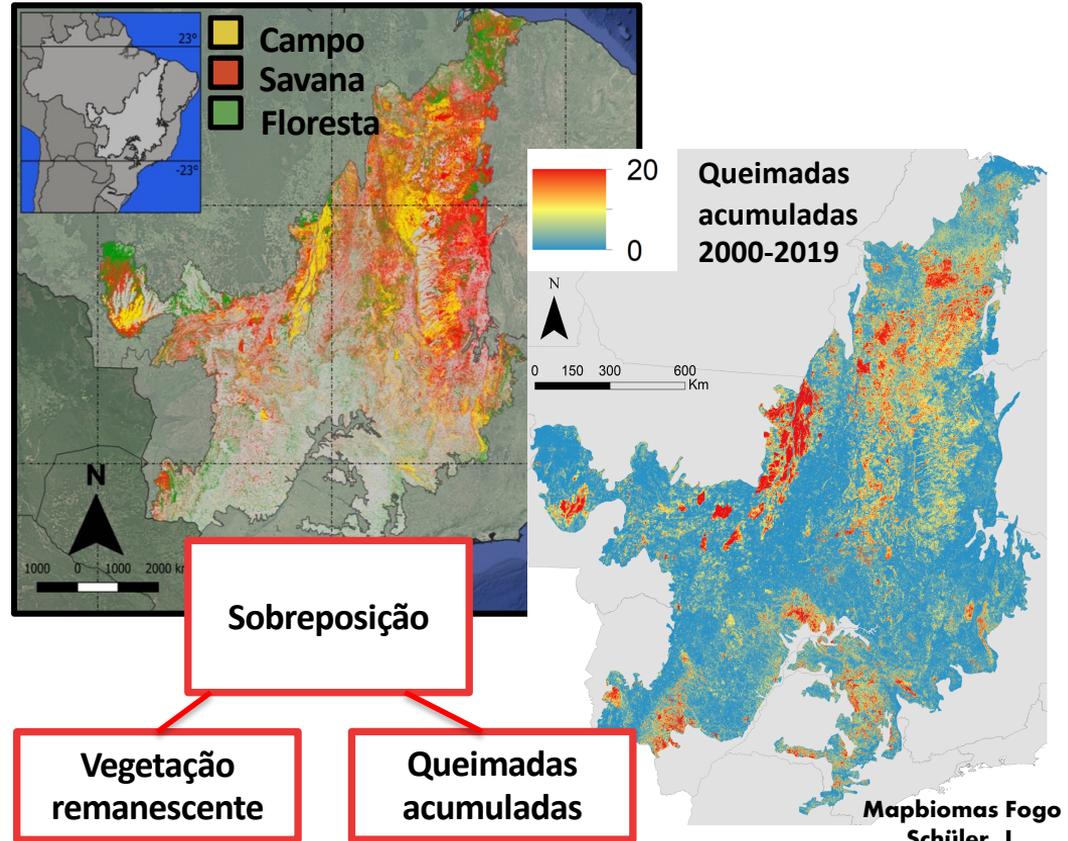
600 mil ha



# E a frequência de queimadas?

- Queimadas frequentes reduzem a densidade de espécies lenhosas
- ↓
- Favorecem formações mais abertas
  - Mais combustível (gramíneas) = queimadas mais intensas
  - Redução dos estoques de biomassa do sistema

Balanço dos efeitos negativos do fogo depende do intervalo entre queimadas!



## Por que o Cerrado é um caso único?

Relevância ecológica – Biodiversidade e serviços ambientais associados

### Mudanças no uso da terra

- muito **rápidas** (últimos 40 anos – 50% do bioma convertido)
- e também muito **drásticas** – transição direta da vegetação nativa para agricultura mecanizada com uso intensivo de insumos, fertilizantes, irrigação, etc.

Relevância econômica e social – segurança alimentar e energética

**Estrutura fundiária**

## Qual a realidade do Cerrado nas próximas décadas?

= conjunto competitivo de usos do solo.

Pressões irão crescer para prover mais pessoas com alimento, fibra e combustível.

Interações entre mudanças locais e globais

# Mudanças na evapotranspiração e na temperature superficial sob cenários contrastantes de uso da terra no Cerrado

## Colapso do Cerrado

Aceleração da conversão legal e ilegal

## Cerrado sob pressão

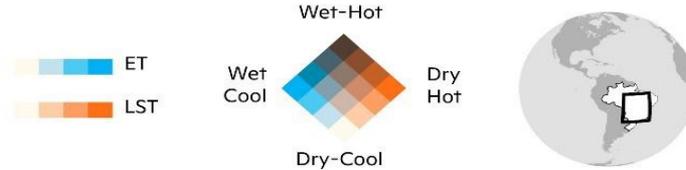
Conversão Legal

## Recuperação do Cerrado

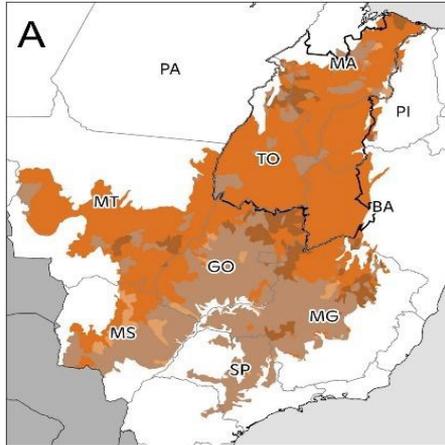
Conversão Zero e restauração

### Effects of Land-use Scenarios on Cerrado Climate

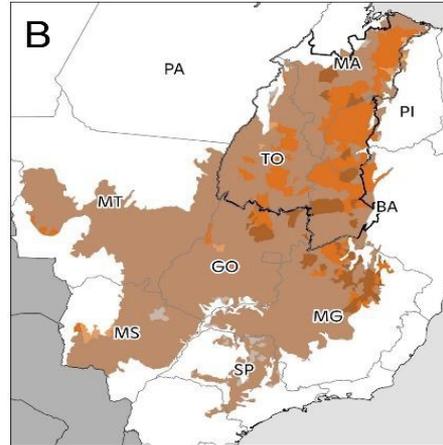
□ MATOPIBA



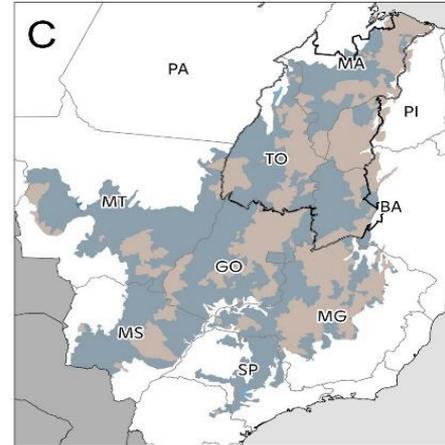
**Cerrado Collapse**  
(accelerating legal and illegal deforestation)



**Cerrado Struggling**  
(legal deforestation)



**Cerrado Recovering**  
(zero deforestation and restoration)



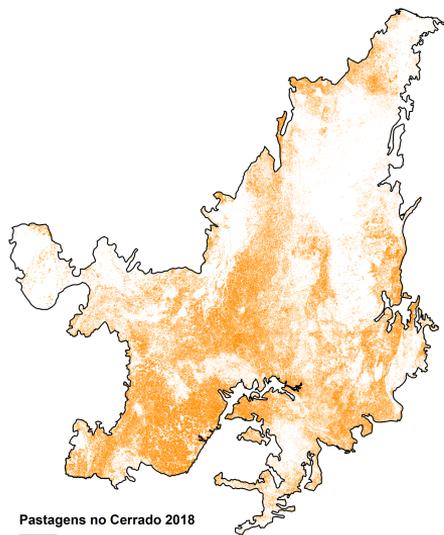
# Como priorizar as demandas de restauração?

- Redução de conflitos com produção agropecuária no Cerrado
- Ganhos em biodiversidade e serviços ecossistêmicos

Cerrado tem a demanda de restauração de 20 Mha = cerca de 10% da área do bioma e 35% de sua área de pastagens.



# Oportunidades



**Pastagens degradadas**

Schuler and Bustamante, 2022



As áreas com alta adequação para a **expansão da soja sobre pastagens** compreendem 16Mha - isso permitiria dobrar a área plantada.

No entanto, há uma sobreposição com áreas importantes para **restauração de biodiversidade e serviços ecossistêmicos**.

Necessidade de gestão territorial e incentivos adequados para cada caso.

# Mudança climática e injustiça ambiental

A mudança climática implica em uma faceta adicional de injustiça ambiental:

Aqueles que primeiro e mais fortemente sofrerão os efeitos da mudança climática, estão entre os menos responsáveis por suas causas.



# Comunidade tradicionais: a história dos conflitos e os conflitos da história

- Os sistemas ecológicos e os sistemas sociais estão em perigo de ultrapassar um limiar de danos irreparáveis.
- A saúde e a sobrevivência de um depende da saúde e da sobrevivência do outro.
- Aumento da vulnerabilidade – pressão de expansão do agronegócio e mudança climática
- Conexão entre diversidade social e biológica - Perda de espécies acrescenta mais um fator de estresse para comunidades já vulneráveis.



# Considerações finais

- Para a atividade agrícola, o meio ambiente é o fator mais importante de produção.
- As interações entre as mudanças climáticas irão resultar **importantes diferenças e incertezas regionais**.
- A conciliação entre agricultura, conservação da biodiversidade e ecossistemas requer **soluções regionais e direcionadas bem informadas**.

1. Identificação de incentivos adequados para reduzir a perda de vegetação natural
2. Reforço de instrumentos de planejamento territorial
3. Incentivos a práticas e negócios sustentáveis
4. Proteção de ecossistemas sensíveis e habitats naturais remanescentes
5. Benefícios e proteção para grupos cuja subsistência depende dos ecossistemas naturais
6. Compromissos com a restauração dos passivos ambientais

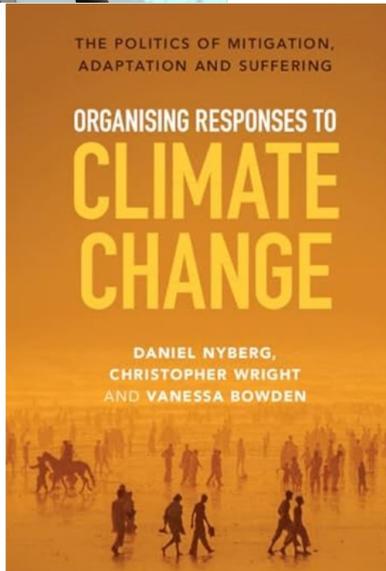
## World Scientists Near Consensus on Warming

Share full article



Rajendra Pachauri, chairman of the Intergovernmental Panel on Climate Change, opened a meeting to discuss the panel's latest report.  
Agence France-Presse — Getty Images

By James Kante  
Jan. 30, 2007



- John Holdren, presidente da Associação Americana para o Avanço da Ciência e especialista em energia e clima de Harvard:
- *"Temos basicamente três opções: mitigação, adaptação e sofrimento".*
- *"Vamos fazer um pouco de cada. A questão é qual será a combinação. Quanto mais mitigação fizermos, menos adaptação será necessária e menos sofrimento haverá."*

The Politics of Mitigation, Adaptation and Suffering  
Organising responses do Climate Change

**Sufrimento deve ser uma escolha inaceitável na  
busca de soluções!**

A sustentabilidade não  
é mais uma opção.

É um imperativo para  
o Cerrado.

Obrigada!

