



Mudanças climáticas e biodiversidade

Mercedes Bustamante
6 de julho de 2022

Os desafios

- As **mudanças climáticas** e o **declínio da biodiversidade** são os principais desafios de nosso tempo.
- Causados, principalmente, por atividades humanas.
- Consequências profundas para as pessoas e para os ecossistemas dos quais dependemos.

- **Importante considerar a interligação e interdependência dessas duas agendas.**



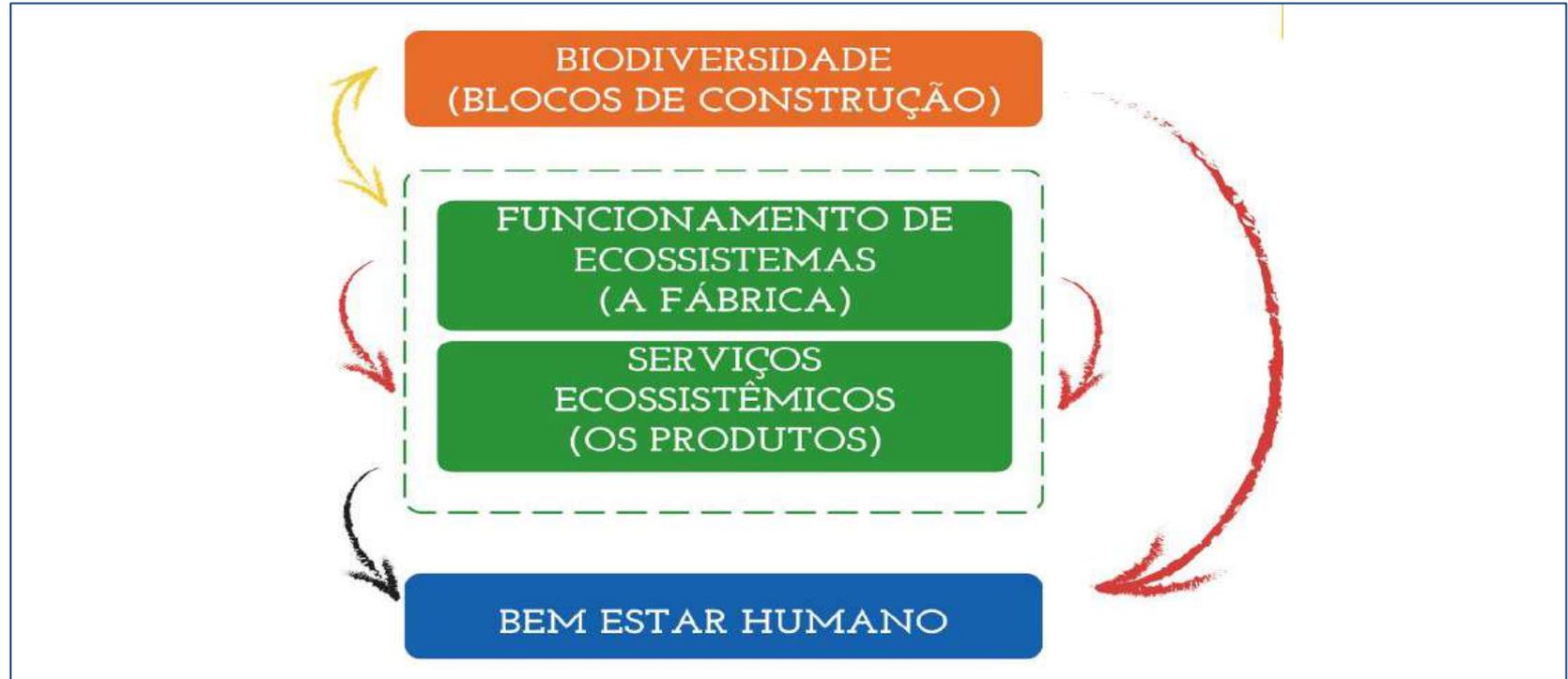
- **Oportunidades e riscos**

Biodiversidade: O que é?

- Quatro conceitos-chave emergem ao abordar diferentes aspectos da biodiversidade:
 - variedade,
 - variabilidade,
 - vários níveis biológicos
 - processos de sustentação

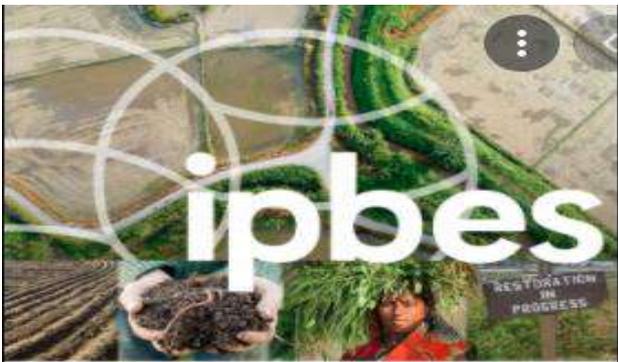
- ***Biodiversidade é a variedade e a variabilidade da vida na Terra, de genes aos ecossistemas, juntamente com os processos ecológicos e evolutivos que a sustentam.***

Perda de biodiversidade e ecossistemas compromete o bem-estar humano



Mudanças climáticas e biodiversidade

- Hoje, é amplamente reconhecido que a mudança climática e a biodiversidade estão interligadas.
 1. A biodiversidade é afetada pela mudança climática, com consequências negativas para o bem-estar humano.
 2. Mas, a biodiversidade, através dos serviços ecossistêmicos que sustenta, também faz uma contribuição importante para a mitigação e adaptação à mudança climática.
- Consequentemente, conservação e gestão da biodiversidade de forma sustentável são fundamentais para o combate às mudanças climáticas.



The assessment report on
**LAND
DEGRADATION AND
RESTORATION**

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

Climate Change and Land

An IPCC Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems

Summary for Policymakers



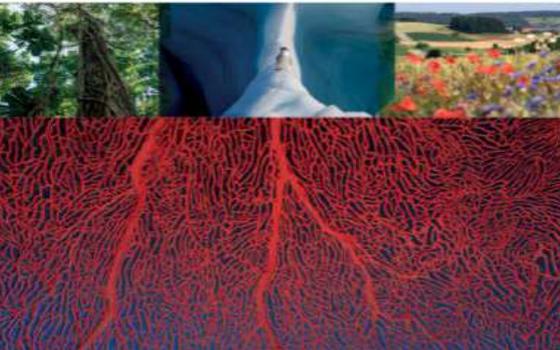
The image shows the cover of the IPCC report. It has a dark blue background. At the top is the IPCC logo. Below it is the title 'Climate Change and Land' in large white letters. Underneath is a subtitle in smaller white text. A white rounded rectangle contains the text 'Summary for Policymakers'. The central image is an aerial view of a landscape with rolling green hills and a large area of brown, eroded soil.

IPBES-IPCC CO-SPONSORED WORKSHOP
**BIODIVERSITY AND
CLIMATE CHANGE**
Scientific outcome



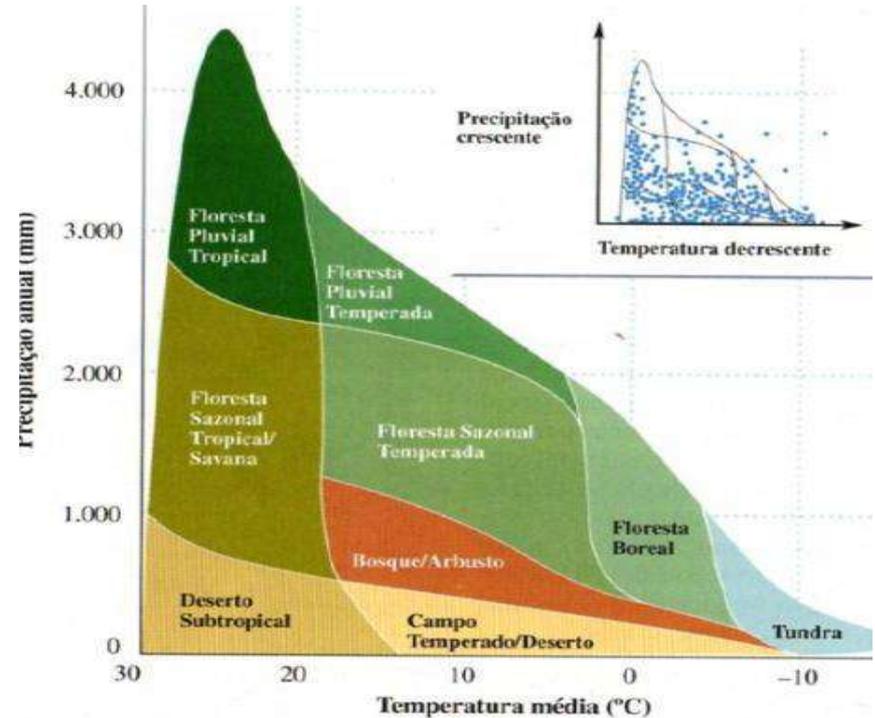
The image shows a scenic view of terraced rice fields on a hillside. The terraces are filled with green rice plants. In the background, there are mountains and a small building with a blue roof. The sky is overcast.

Becoming #GenerationRestoration
**ECOSYSTEM RESTORATION FOR
PEOPLE, NATURE AND CLIMATE**



Clima e Biodiversidade

- Temperatura e precipitação - papéis majoritários e determinam onde espécies de plantas e animais podem
 - viver
 - crescer
 - reproduzir

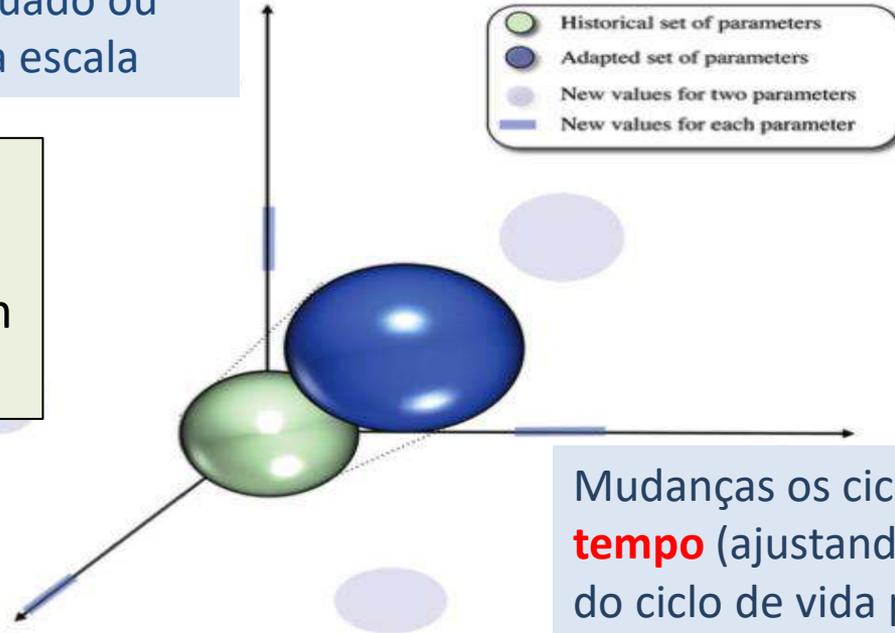


As espécies podem lidar com as mudanças climáticas deslocando-se ao longo de um ou vários destes **três eixos**:

Mudanças no **espaço** (dispersando-se para áreas com habitat adequado ou mudando a localização numa escala micro-habitat).

As espécies podem lidar com as mudanças climáticas deslocando-se ao longo de um ou vários destes três eixos:

Mudanças sua **fisiologia** para lidar com as novas condições climáticas.



Mudanças os ciclos de vida no **tempo** (ajustando os eventos do ciclo de vida para corresponder às novas condições climáticas)

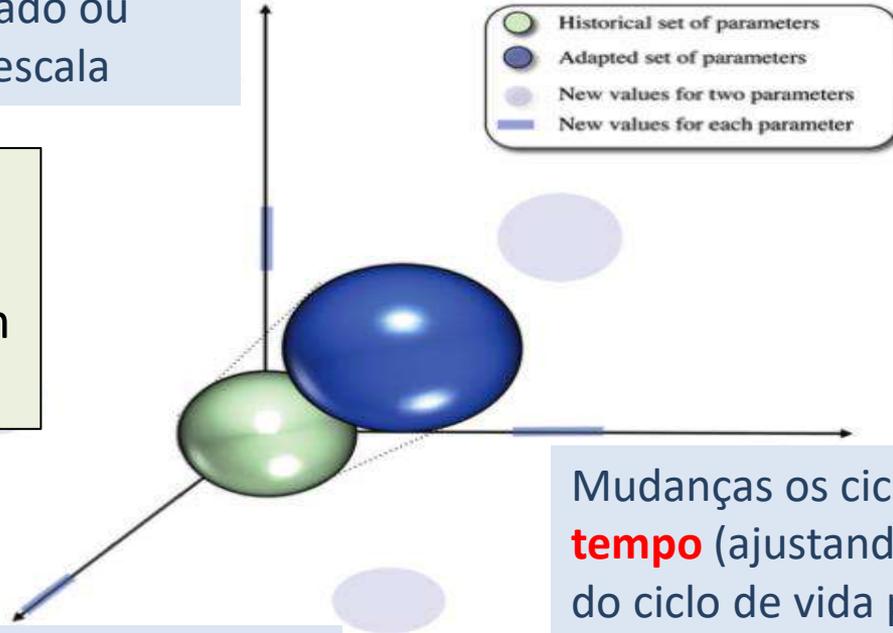
Mudanças no **espaço** (dispersando-se para áreas com habitat adequado ou mudando a localização numa escala micro-habitat).

As espécies podem lidar com as mudanças climáticas deslocando-se ao longo de um ou vários destes três eixos:

Plasticidade ou respostas evolutivas

Mudanças sua **fisiologia** para lidar com as novas condições climáticas.

Mudanças os ciclos de vida no **tempo** (ajustando os eventos do ciclo de vida para corresponder às novas condições climáticas)

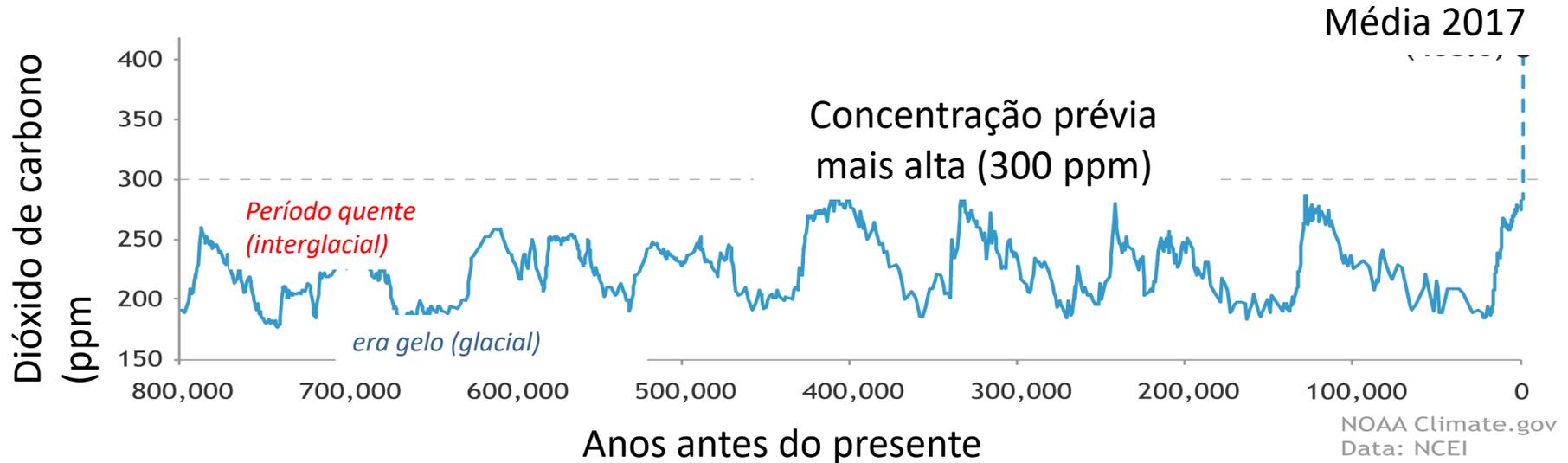


Respostas ecológicas a mudança climática recente

- **As respostas ecológicas às mudanças climáticas recentes já são claramente visíveis.**
- **Ampla evidência dos impactos ecológicos**
 - de ambientes polares terrestres a marinhos tropicais.
- **Respostas abrangem uma variedade de ecossistemas e níveis de organização**
 - Flora e fauna, desde espécie aos níveis da comunidade.

CO₂ durante eras de gelo e períodos quentes nos últimos 800.000 anos

A espécie *Homo sapiens* surgiu entre 190.000 e 160.000 anos atrás.



Perguntas centrais da Ecologia como ciência

- Quais são os padrões e que processos que regulam as distribuições das espécies e suas abundâncias?
- Quais são os efeitos da diversidade biológica no funcionamento de ecossistemas ?



Hoje, apresentam importantes implicações para a sociedade.

O aquecimento global representa a maior ameaça à diversidade biológica na história humana.

SHARE

REPORT



Past and future global transformation of terrestrial ecosystems under climate change

Connor Nolan¹, Jonathan T. Overpeck^{2,1}, Judy R. M. Allen³, Patricia M. Anderson⁴, Julio L. Betancourt⁵, Heather A. Binney⁶...

[+ See all authors and affiliations](#)

Science 31 Aug 2018:
Vol. 361, Issue 6405, pp. 920-923
DOI: 10.1126/science.aan5360

[Article](#)[Figures & Data](#)[Info & Metrics](#)[eLetters](#)[PDF](#)

Future predictions from paleoecology

[View PDF](#)

terrestrial ecosystems will be transformed by current anthropogenic change, but the extent of change remains a challenge to predict. Nolan *et al.* looked at documented vegetational and climatic changes at almost 600 sites worldwide since the last glacial maximum 21,000

Science

Vol 361, Issue 6405
31 August 2018

[Table of Contents](#)
[Print Table of Contents](#)
[Advertising \(PDF\)](#)
[Classified \(PDF\)](#)
[Masthead \(PDF\)](#)



ARTICLE TOOLS

- [Email](#)
- [Print](#)
- [Request Permissions](#)
- [Citation tools](#)
- [Download Powerpoint](#)
- [Save to my folders](#)
- [Alerts](#)
- [Share](#)

SIMILAR ARTICLES IN:

- [PubMed](#)
- [Google Scholar](#)

- A vegetação do planeta corre um risco de grandes mudanças de composição e estrutura:
- Desintegração e reorganização das comunidades;
- substituição de espécies dominantes ou fundamentais;
- Transferência de efeitos para os níveis tróficos mais altos;
- efeitos nas interações das espécies.
- Impactos aumentarão com o aumento das emissões de GEE, principalmente se o aquecimento exceder 1,5 °C.

Scientists predict more extreme weather events in future

Global warming, a weakening jet stream and the moon will combine to cause more devastating heat waves and floods in the coming decades.



Arctic warming is becoming reality

Thousands evacuated as deadly floods hit China

Record rainfall has left more than 12 dead and flooded stations and roads in Zhengzhou city.

🕒 5h | 🇨🇳 China



Record June temperatures point to more 'extraordinary' extremes

By Justin Rowlett
Chief environment correspondent

🕒 7 July | 💬 Comments



Climate change

predict flood

- Record heat points to 'extraordinary' extremes

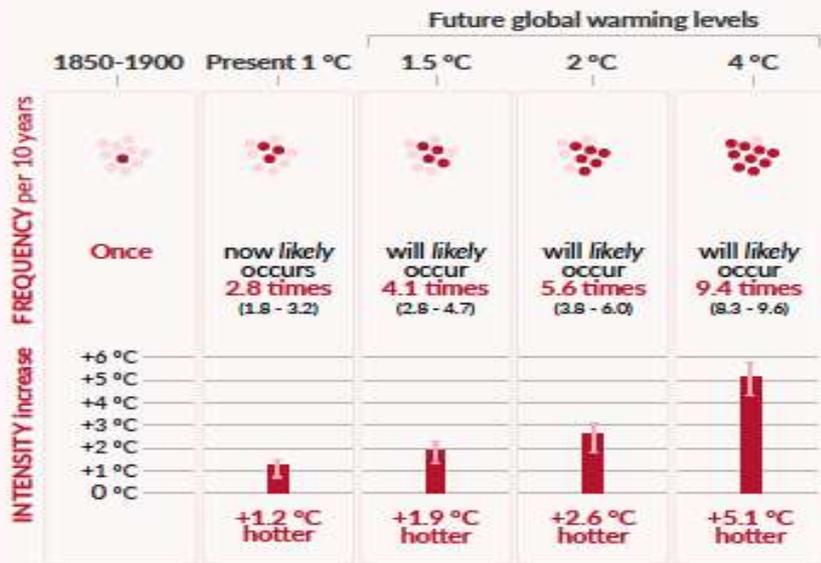


Projected changes in extremes are larger in frequency and intensity with every additional increment of global warming

Hot temperature extremes over land

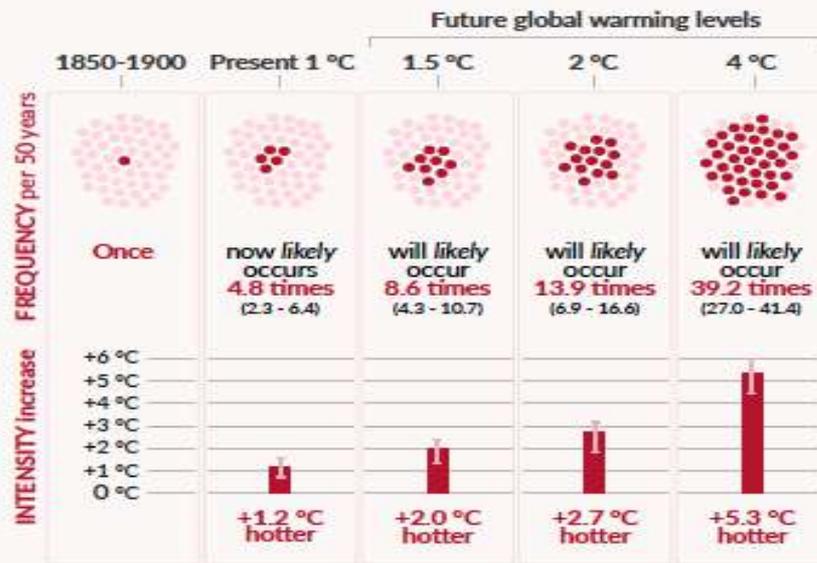
10-year event

Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred once in 10 years on average in a climate without human influence



50-year event

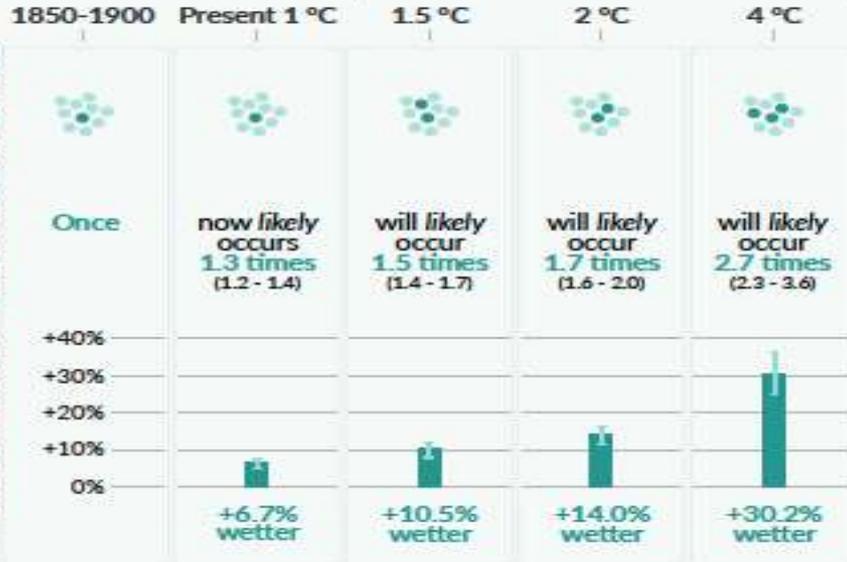
Frequency and increase in intensity of extreme temperature event that occurred once in 50 years on average in a climate without human influence



Heavy precipitation over land 10-year event

Frequency and increase in intensity of heavy 1-day precipitation event that occurred once in 10 years on average in a climate without human influence

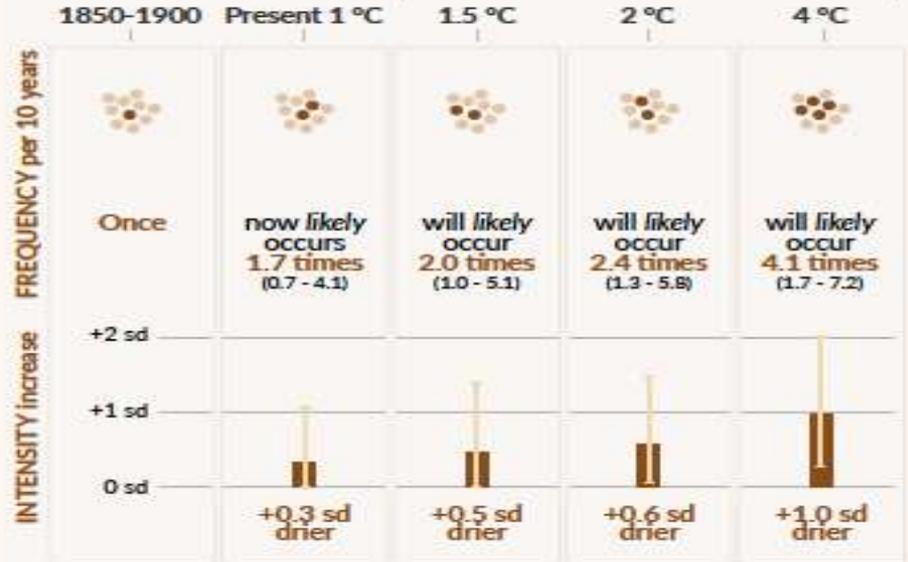
Future global warming levels



Agricultural & ecological droughts in drying regions 10-year event

Frequency and increase in intensity of an agricultural and ecological drought event that occurred once in 10 years on average across drying regions in a climate without human influence

Future global warming levels



Recuperação de ecossistemas após extremos climáticos

- Mudança climática contemporânea é caracterizada tanto **pelo aumento da temperatura média como pelo aumento da variabilidade do clima**, tais como ondas de calor, tempestades e inundações.
- **Como populações e comunidades irão lidar com tais extremos climáticos é uma questão central para a ecologia contemporânea e conservação da biodiversidade.**

Recuperação de ecossistemas após extremos climáticos

- Os trabalhos anteriores mostraram que a diversidade de espécies pode afetar o funcionamento do ecossistema e resiliência.
- Resultados destacam a importância de manter a **diversidade genética**, bem como a **diversidade de espécies** para aumentar a resiliência dos ecossistemas em um mundo de crescente incerteza .

Riscos múltiplos

- A ocorrência simultânea e/ou consecutiva de diferentes eventos.
- É provável que as condições de múltiplos eventos aumentem devido à mudança climática e à variabilidade climática.

Paisagens multifuncionais

- **Grandes habitats naturais intactos e críticos:**
- Papel essencial para a biodiversidade global, o clima e outras funções.
- **Partilha dos espaços:**
- Conservação da biodiversidade,
- Adaptação e/ou mitigação do clima
- Satisfação das necessidades sociais

Qual a situação do Brasil nesse contexto?



Dois componentes da crise ambiental

Perda de biodiversidade



Mudanças climáticas



- Interrelacionados e não podem ser enfrentados separadamente.

Brasil

- 
- **significativos ativos ambientais globalmente relevantes.**
 - Tanto em biodiversidade como em carbono
 - **Oportunidades em uma nova agenda de desenvolvimento.**

Brasil: Biodiversidade em números

Megadiversidade e dimensão continental que proporcionam heterogeneidade espacial e de recursos.

~42.000 espécies vegetais

~9.000 vertebrados

Mín. 129.840
invertebrados

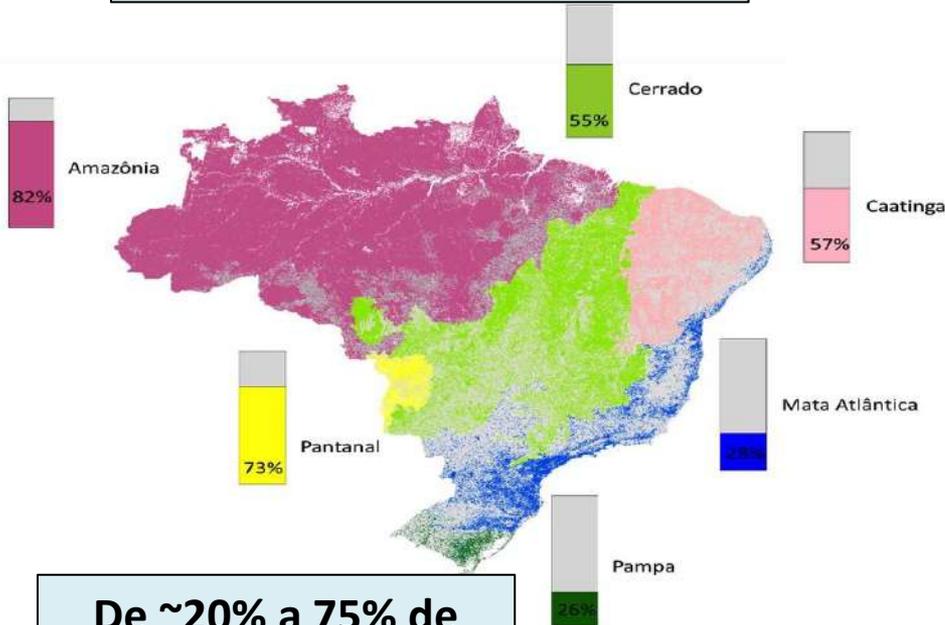


Foto: Antonio Candido de Almeida

- Altas taxas de endemismos.
- No entanto...
- **Espécies ameaçadas** – 1.173 espécies da fauna e 2.118 da flora.

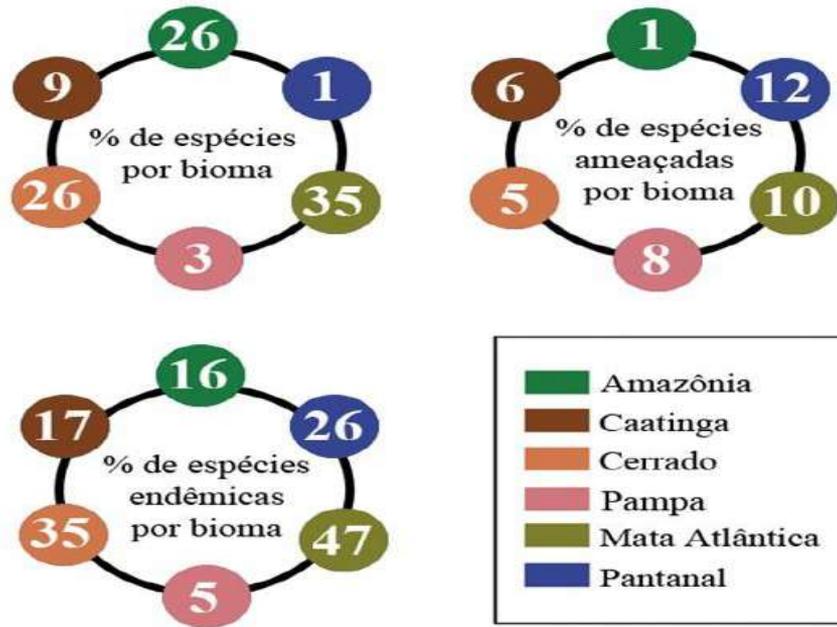
Nível de ameaça nos biomas

% Área nativa remanescente



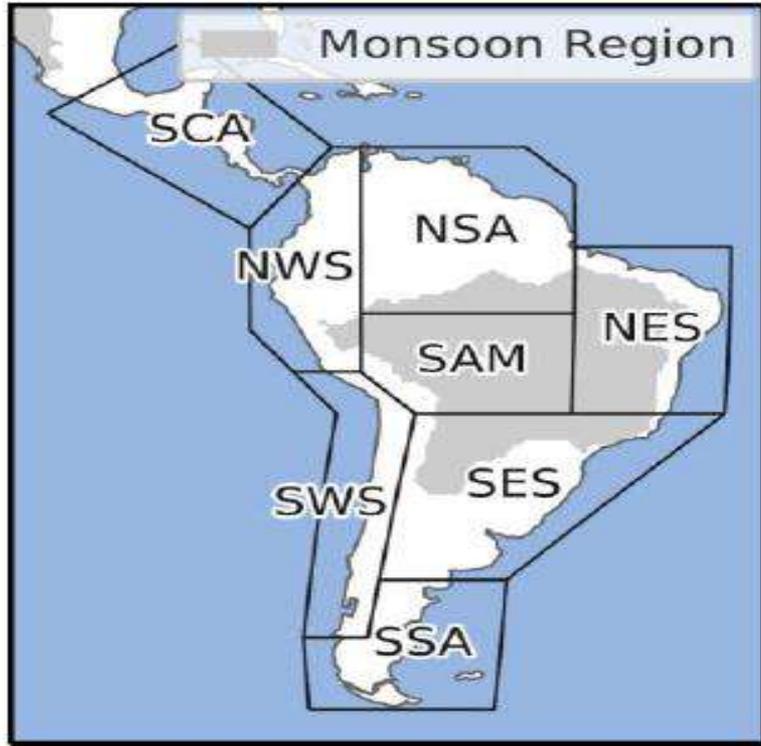
De ~20% a 75% de perda de cobertura original

% Espécies ameaçadas e endemismos



Situação particularmente crítica na Mata Atlântica e Cerrado

Sub-regiões das Américas Central e do Sul



É muito provável que as **temperaturas médias** tenham aumentado em todas as sub-regiões e continuarão a aumentar a taxas maiores do que a média global (*alta confiança*).

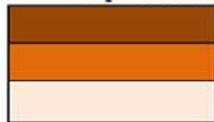
As **monções sul-americanas** serão atrasadas durante o século XXI (*alta confiança*).

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*).

Brasil - Pressões sobre a Biodiversidade e Ecossistemas

		Vetores Diretos de Degradação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos								
Bioma	Ambiente	Mineração	Supereexploração de Recursos Naturais	Uso do solo	Poluição	Infraestrutura e Urbanização	Mudanças Climáticas	Regimes de Inundação	Regimes do Fogo	Invasões Biológicas
Amazônia	Terrestre	↗	↗	↗	→	↗	↗	↗	↑	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Caatinga	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	→	→
	Aquático	→	→	→	→	↗	↗	→	→	→
Cerrado	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗	↑
	Aquático	↗	→	↗	↗	↗	↗	→	↗	↗
M. Atlântica	Terrestre	↗	→	→	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	?	↗
Pampa	Terrestre	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↘	↗
	Aquático	↗	↗	↗	→	↗	→	→	→	→
Pantanal	Terrestre	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	→	↗	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
Marinho - costeiro	Terrestre	→	→	↗	↗	↗	↗	↗	→	↗
	Aquático	↗	↗	↗	↗	↗	↗	NA	NA	↗

Impacto do vetor (cores)



Alto
Médio
Baixo

Tendência atual e de um futuro próximo do vetor (setas)



Aumentando
Estável
Diminuindo
Aumentando muito rápido
Desconhecido
Não se aplica

O impacto do vetor de transformação está aumentando continuamente ao longo dos últimos anos
O impacto do vetor de transformação permanece estável nos últimos anos, sem aumentar ou diminuir
O impacto do vetor de transformação está diminuindo continuamente ao longo dos últimos anos
O impacto do vetor de transformação está aumentando em um ritmo cada vez maior, ano após ano
Faltam informações acerca do impacto do vetor de transformação no bioma

Pressões sobre a biodiversidade e os ecossistemas

- Atualmente, dois fatores pressionam em especial a perda de biodiversidade e serviços ecossistêmicos:
 - 1) mudanças de uso da terra;
 - 2) mudanças climáticas
- Ao longo deste século, a **intensificação das mudanças climáticas** acentuará a tendência atual da perda de biodiversidade e do comprometimento dos serviços ecossistêmicos.

Impactos de mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros

Brazilian Atlantic Forest *latu sensu*: the most ancient Brazilian forest, and a biodiversity hotspot, is highly threatened by climate change

Colombo, AF.^a and Joly, CA.^{b*}

^aPrograma de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia – IB, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, CP 6109, CEP 13083-970, Campinas, SP, Brazil

^bDepartamento de Biologia Vegetal, Instituto de Biologia – IB, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, CP 6109, CEP 13083-970, Campinas, SP, Brazil

*e-mail: cjoly@unicamp.br

Received January 8, 2010 – Accepted July 5, 2010 – Distributed October 31, 2010

(With 6 figures)

Mata Atlântica

Biodivers Conserv (2012) 21:2913–2926
DOI 10.1007/s10531-012-0346-7

ORIGINAL PAPER

Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change

Guilherme de Oliveira · Miguel Bastos Araújo ·
Thiago Fernando Rangel · Diogo Alagador ·
José Alexandre Felizola Diniz-Filho

Caatinga



Original Research Article

Synergistic effects of drought and deforestation on the resilience of the south-eastern Amazon rainforest



Arie Staal ^{a,b,*}, Stefan C. Dekker ^b, Marina Hirota ^c, Egbert H. van Nes ^a

^aAquatic Ecology and Water Quality Management Group, Wageningen University, P.O. Box 47, 6700 AA, Wageningen, The Netherlands

^bDepartment of Environmental Sciences, Copernicus Institute for Sustainable Development, Utrecht University, P.O. Box 80115, 3508 TC Utrecht, The Netherlands

^cDepartment of Physics, Federal University of Santa Catarina, P.O. Box 476, 88040-970, Florianópolis, Brazil

Impactos de mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros

Potential impacts of climate change on biogeochemical functioning of Cerrado ecosystems

Bustamante, MMC.^{a*}, Nardoto, GB.^b, Pinto, AS.^a, Resende, JCF.^c, Takahashi, FSC.^a and Vieira, LCG.^b

^aLaboratório de Ecologia de Ecossistemas, Departamento de Ecologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília – UnB, CEP 70919-900, Brasília, DF, Brazil

^bFaculdade UnB Planaltina – FUP, Universidade de Brasília – UnB, Campus de Planaltina, CEP 73345-010, Brasília, DF, Brazil

^cUnidade de Desenvolvimento Urbano, Rural e Meio Ambiente, Câmara Legislativa do Distrito Federal, Praça Municipal – Eixo Monumental, Quadra 2, Lote 5, CEP 70070-550, Brasília, DF, Brazil

*e-mail: mercedes@unb.br

Received February 13, 2012 – Accepted July 23, 2012 – Distributed August 31, 2012

(With 2 figures)

Amazônia

Cerrado



Ecological Modelling

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolmodel



Impactos sobre serviços ecossistêmicos

Polinização

Pollination services at risk: Bee habitats will decrease owing to climate change in Brazil

Tereza C. Giannini^{a,*,} André L. Acosta^{a,} Carlos A. Garófalo^{b,} Antonio M. Saraiva^{c,} Isabel Alves-dos-Santos^{a,} Vera L. Imperatriz-Fonseca^{a,d}

^a Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Rua do Matão, 321, 05508-900 São Paulo, São Paulo, Brazil

^b Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Av. Bandeirantes, 3900, 14040-901 Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil

^c Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Av. Prof. Luciano Gualberto, 380, 05508-970 São Paulo, São Paulo, Brazil

^d Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Av. Francisco Mota, 572, 59625-900 Mossoró, Rio Grande do Norte, Brazil

Biodivers Conserv (2013) 22:483–495
DOI 10.1007/s10531-012-0424-x

ORIGINAL PAPER

A straightforward conceptual approach for evaluating spatial conservation priorities under climate change

Rafael D. Loyola · Priscila Lemes · João Carlos Nabout · Joaquim Trindade-Filho · Maíra Dalfa Sagnori · Ricardo Dobrovolski · José Alexandre F. Diniz-Filho

Efeitos espaciais das mudanças climáticas

Impactos sobre estratégias de conservação



Biological Conservation

journal homepage: www.elsevier.com/locate/biocon



Defining spatial conservation priorities in the face of land-use and climate change

Frederico V. Faleiro^{a,b,} Ricardo B. Machado^{c,} Rafael D. Loyola^{a,*}

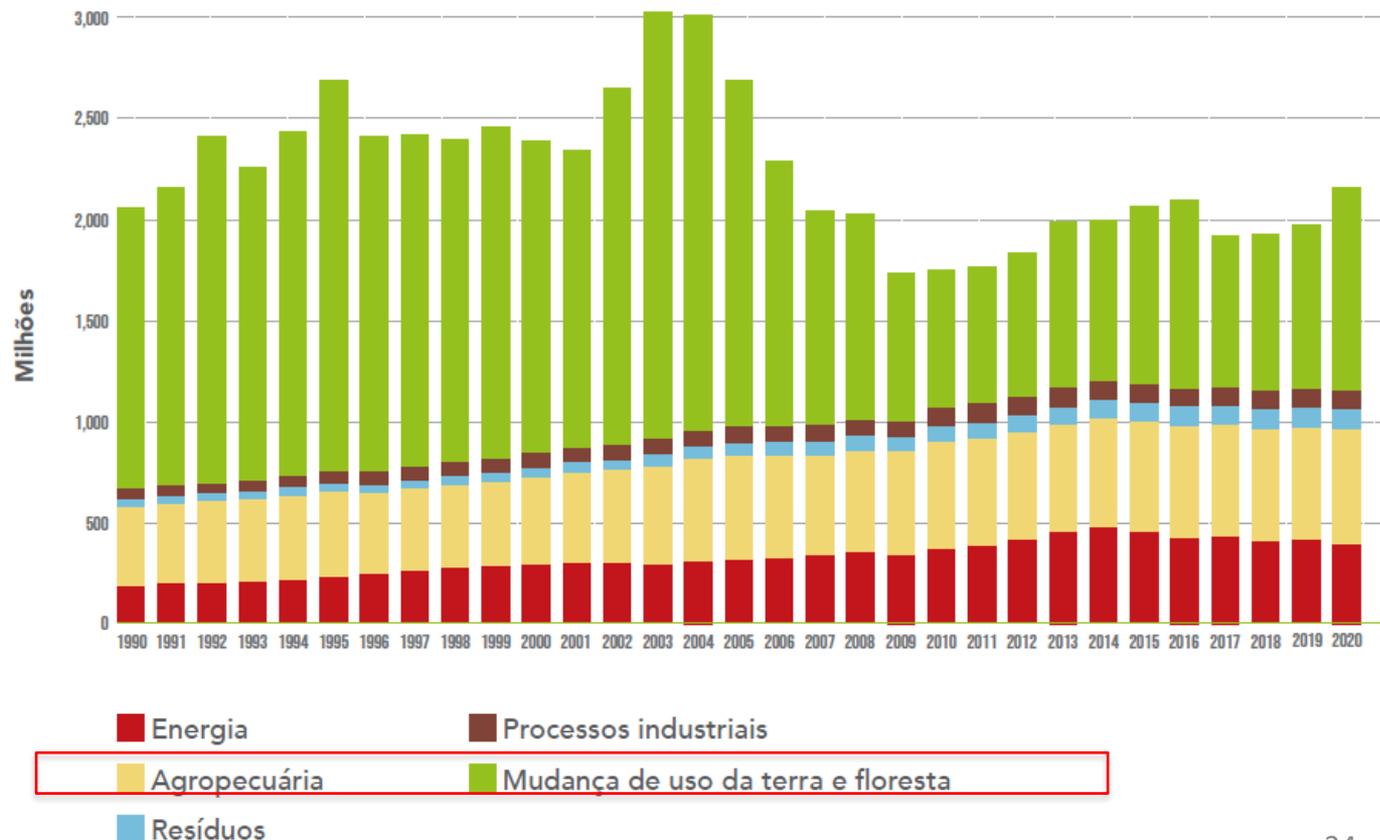
^a Departamento de Ecologia, Universidade Federal de Goiás, Brazil

^b Programa de Pós-graduação em Ecologia & Evolução, Universidade Federal de Goiás, Brazil

^c Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília, Brazil

Emissões de GEE do Brasil 1990-2020

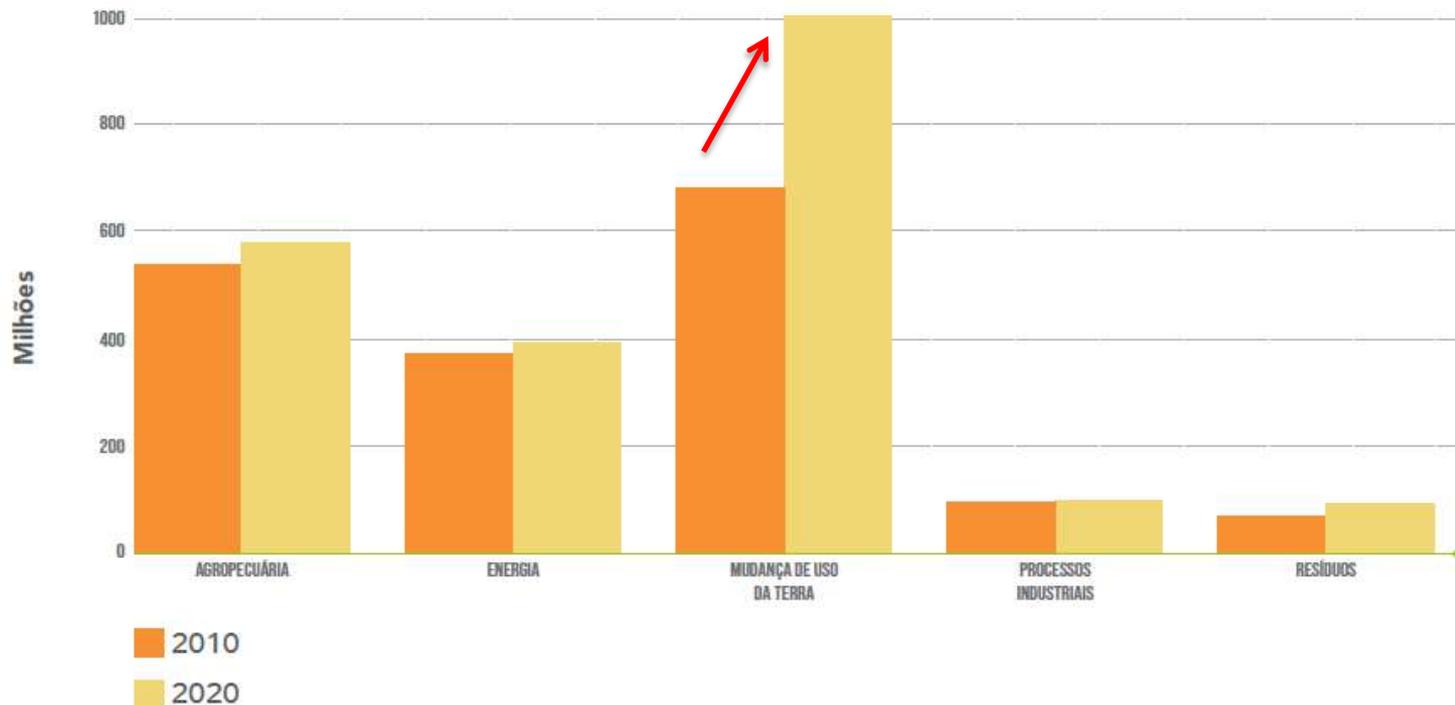
Figura 1. Emissões de gases de efeito estufa do Brasil de 1990 a 2020 (GtCO₂e)



Fonte: SEEG

Figura 3 - Emissões brasileiras por setor, antes e depois da PNMC

Emissões do Brasil por Setor Antes e depois da PNMC (2009)



Fonte: SEEG

Cobertura vegetal natural afeta o clima regional

- Fluxo de grandes quantidades de energia e água para a atmosfera;
 - Mantem a temperatura da superfície relativamente baixa apesar da alta radiação;
- 
- **Suporta alta atividade convectiva e chuvas, particularmente no início e no final da estação chuvosa;**

Aerial view of cerrado grassland and transition forest in the southern Amazon of Mato Grosso state, Brazil

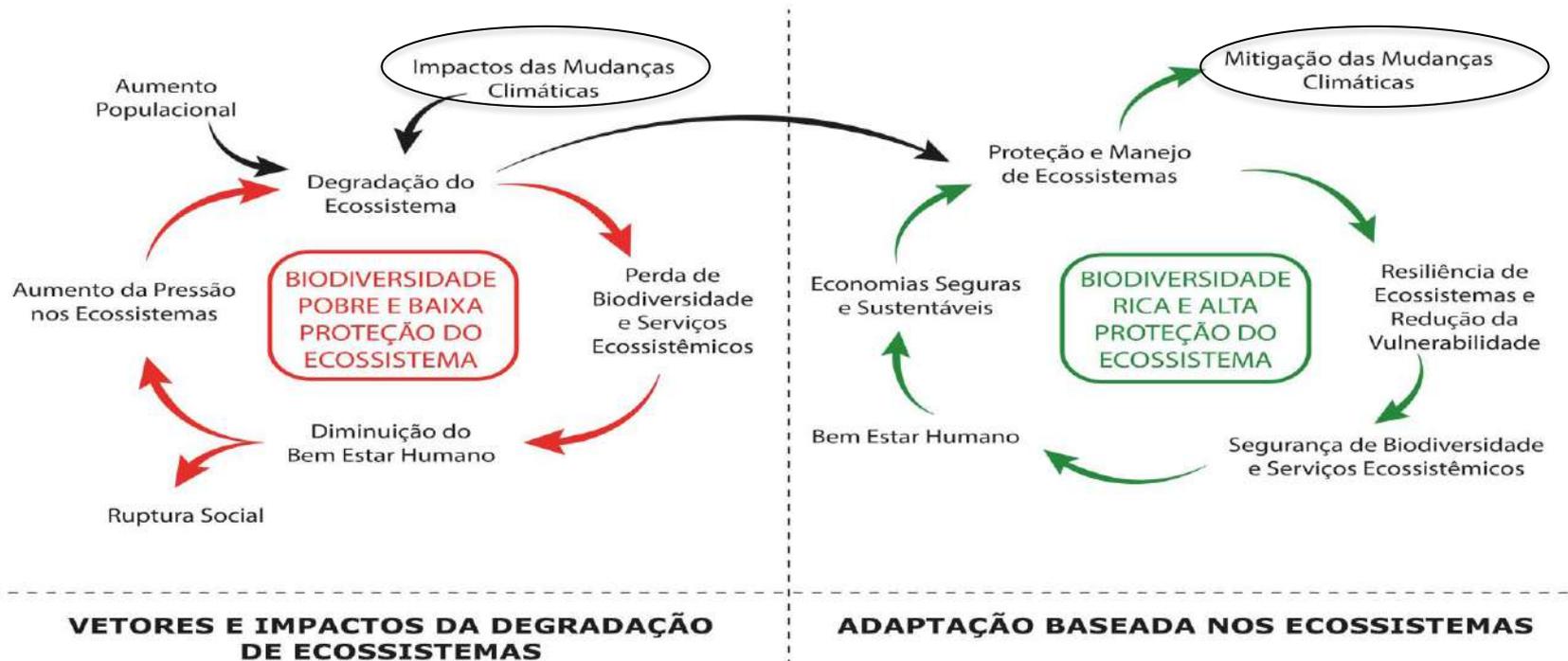
Mudanças climáticas e resiliência de ecossistemas

- As mudanças climáticas afetam os ecossistemas, e a biodiversidade e com impactos sobre serviços ecossistêmicos.
- **Bom manejo de ecossistemas** - manter a saúde e **umentar a resiliência**, reduzindo simultaneamente a vulnerabilidade às mudanças climáticas.



- Ecossistemas resilientes têm maior potencial para **mitigar** e **se adaptar** às mudanças climáticas e reverter o aquecimento global.

Rompendo o ciclo vicioso da pobreza, degradação dos ecossistemas e mudanças climáticas



Brasil: Biosfera, base dos objetivos do desenvolvimento sustentável

- **Os ativos ambientais do Brasil** – oferta de bens da natureza e serviços ecossistêmicos associados – **representam a base de sustentação das demandas da sociedade brasileira.**
- **A segurança alimentar, hídrica, climática, energética, bem como a saúde humana,** dependem dos serviços ecossistêmicos, como:
 - aqueles associados à polinização
 - manutenção dos recursos hídricos
 - regulação do clima
 - controle de vetores de doenças

Brasil: Biosfera, base dos objetivos do desenvolvimento sustentável



Das 141 culturas agrícolas brasileiras analisadas, 85 dependem de polinização por animais.



Mais de 40% da produção de energia primária no país são provenientes de fontes renováveis
2/3 da energia elétrica consumida provém de usinas hidroelétricas que dependem da integridade de



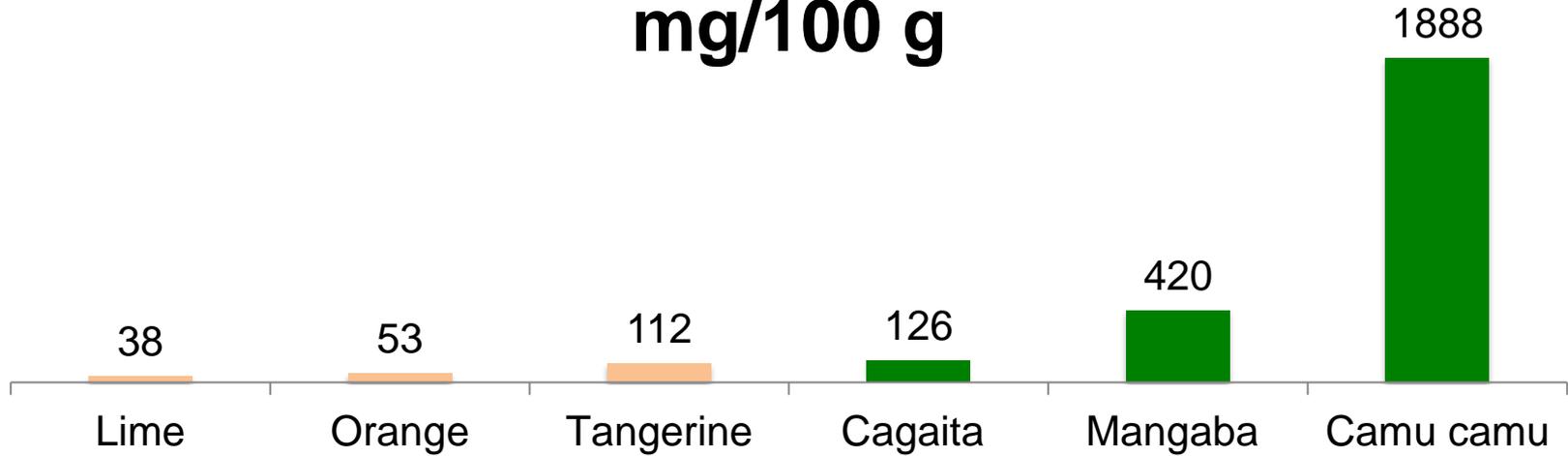
Cerca de 80 famílias e 469 espécies de plantas são cultivadas em sistemas agroflorestais.



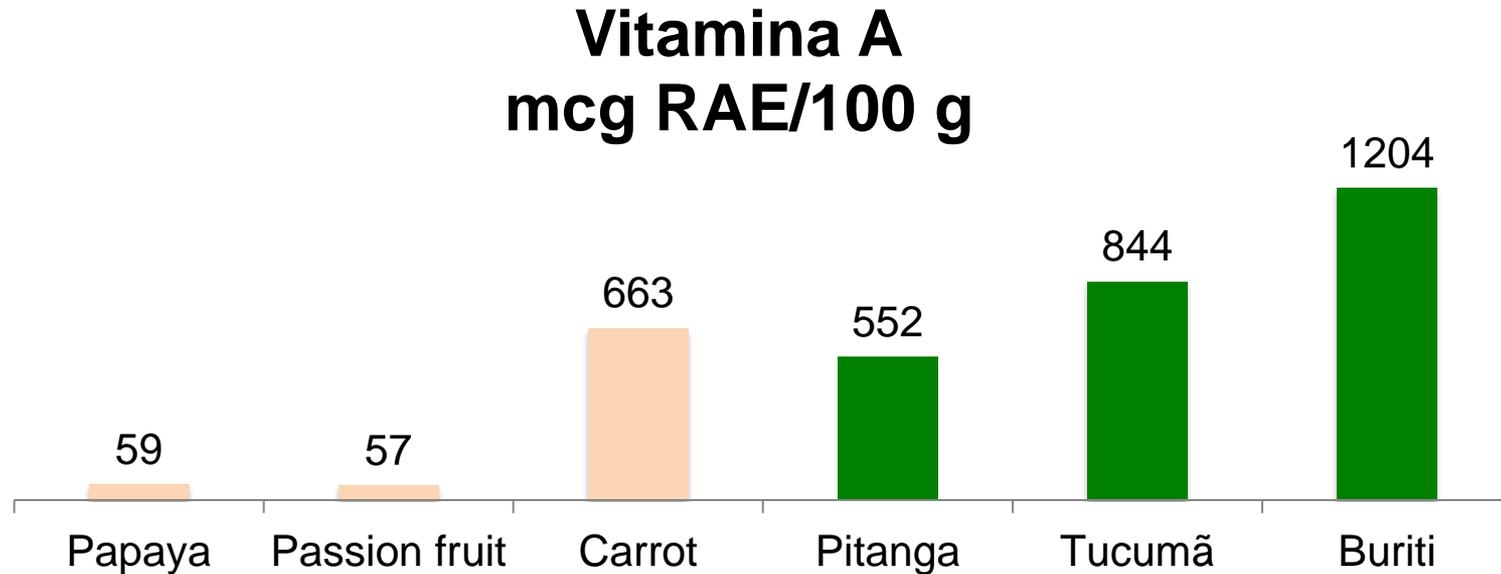
Mais de 245 espécies da flora brasileira são base de produtos cosméticos e farmacêuticos e ao menos 36 espécies botânicas nativas possuem registro de fitoterápicos

O que estamos perdendo?

Vitamina C mg/100 g



O que estamos perdendo?



Do Risco à Oportunidade: o privilégio de um Brasil megadiverso

- Em cenário de crise, o Brasil desfruta de uma posição privilegiada.
 - Seu **gigantesco capital natural** confere as condições necessárias para transformar a conservação e o uso sustentável dos ativos ambientais em **oportunidades para um desenvolvimento** capaz de enfrentar novas condições futuras e, ao mesmo tempo, promover prosperidade socioeconômica.

Do Risco à Oportunidade: o privilégio de um Brasil megadiverso

- No entanto...
- Esta combinação incomum resulta do fato de que o elevado potencial de produção econômica (presente e futuro) **depende da manutenção dos recursos da biodiversidade e dos ecossistemas**



- **Ações para redução de emissões GEE e de impactos de mudanças climáticas**

Obrigada!

mercedes@unb.br