



Mudanças climáticas e biodiversidade: desafios e oportunidades para o Brasil

Mercedes Bustamante
Audiência Pública – Senado Federal
Brasília, 30 de maio de 2019

Contexto Global

Dois dos maiores desafios que a humanidade enfrenta:

- Alimentar 9-10 bilhões de pessoas até 2050
- Mitigação e adaptação às mudanças climáticas



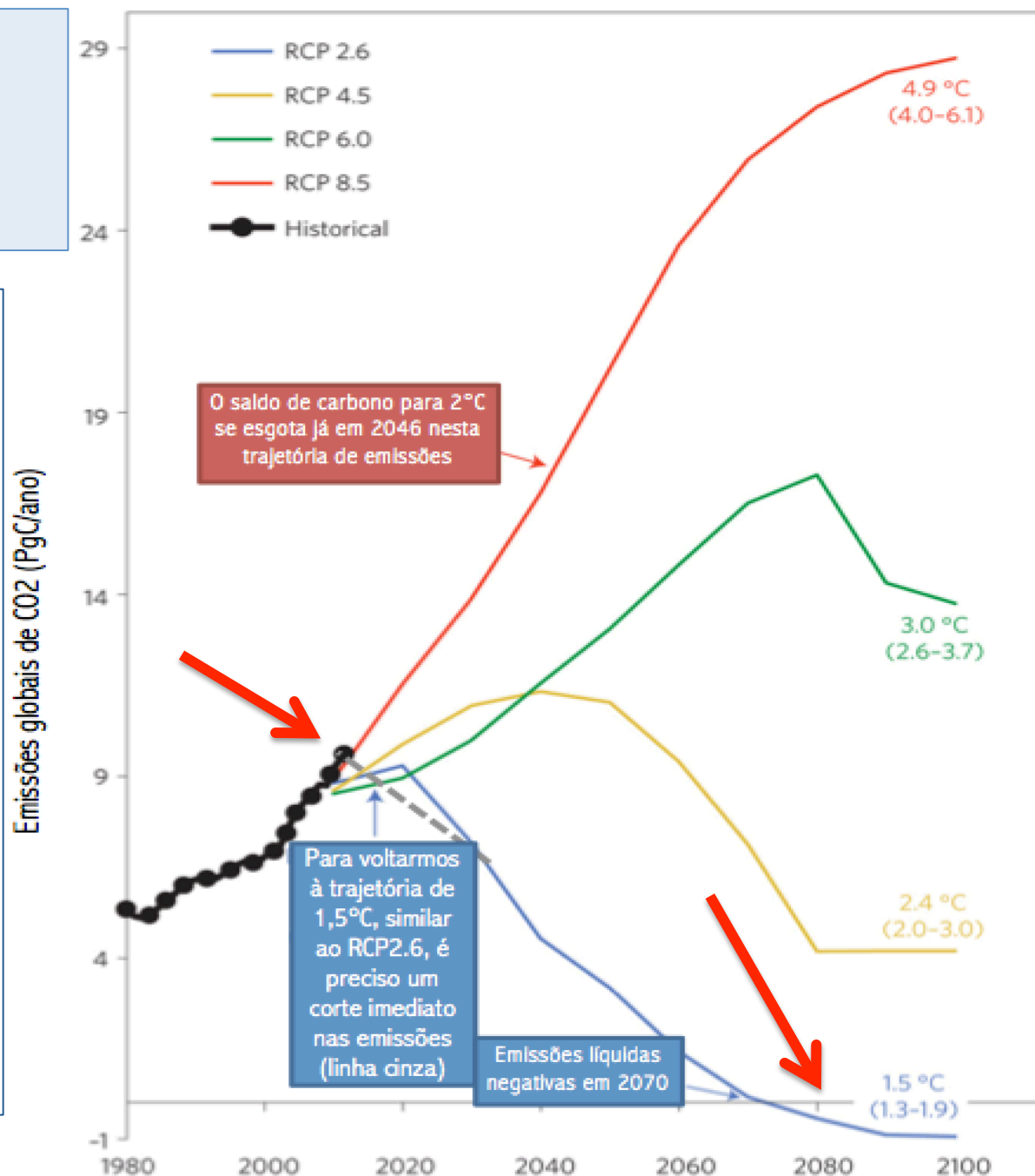
Ambos os desafios devem ser enfrentados reduzindo o **impacto do uso do solo sobre os serviços ecossistêmicos.**

Trajectoria de emissões dos quatro principais cenários avaliados na literatura científica.

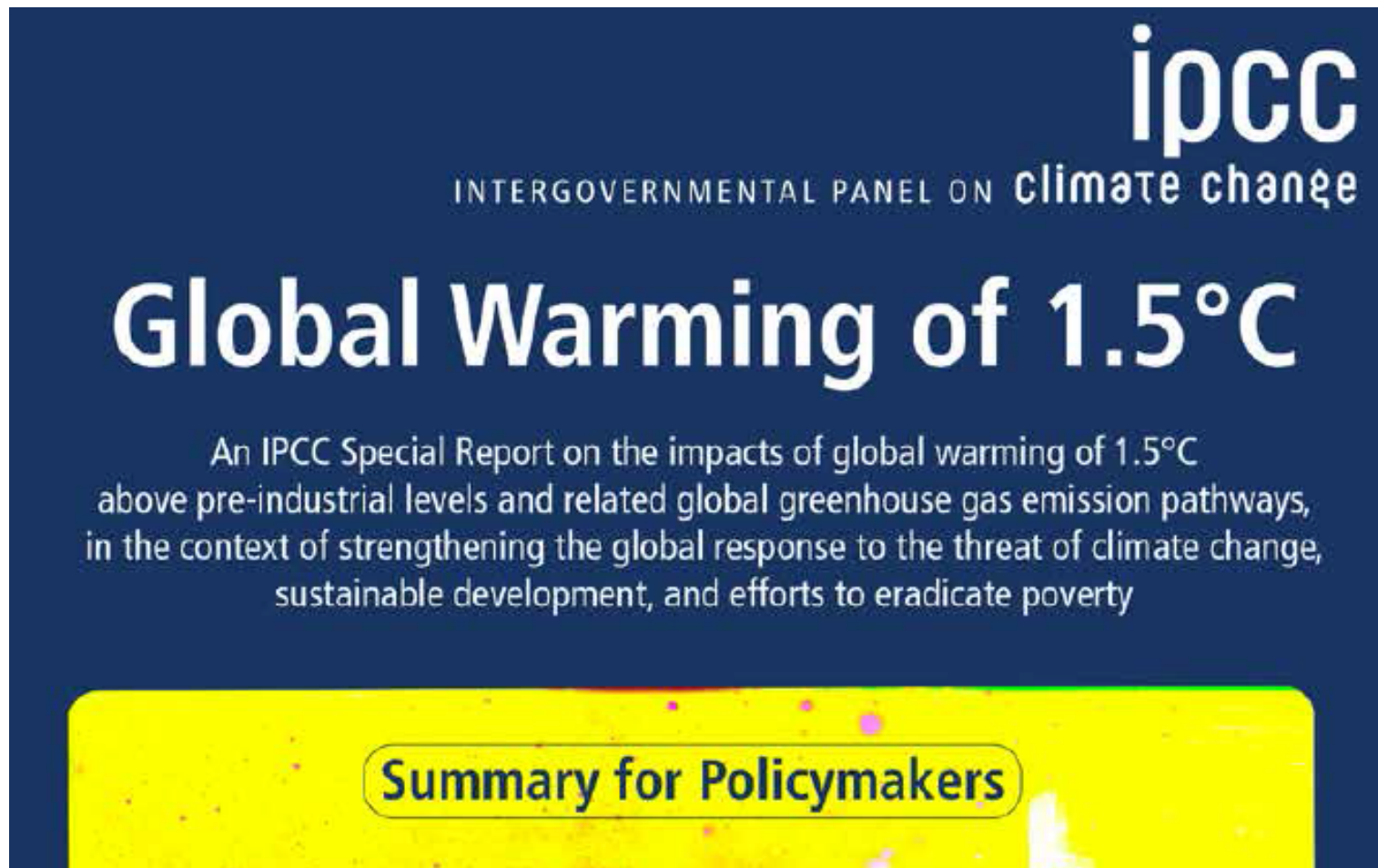
O RCP2.6 é o único que nos mantém com **boa margem de segurança abaixo de 2°C e permite que 1,5°C** se mantenha como objetivo tangível.

Problemas?

1. As emissões desse cenário já foram ultrapassadas...
2. Necessidade de emissões negativas



Relatório Especial do IPCC – 1.5°C



Conclusões do relatório de 1,5°C sobre Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra - AFOLU

- Limitação do aquecimento global a 1,5°C = Transições no uso global e regional do solo
- Mas, a sua escala depende do portfolio de ações de mitigação.

Transições de uso consideradas

Terras agrícolas não-pastoris para culturas alimentares e forrageiras

Terras de pastagem convertidas para culturas energéticas

Mudanças na cobertura de florestas

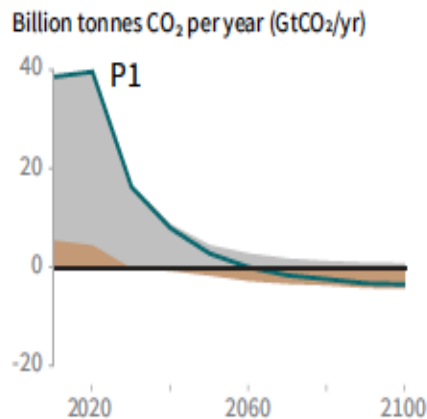


Repartição das contribuições para as emissões líquidas globais de CO₂ em quatro trajetórias

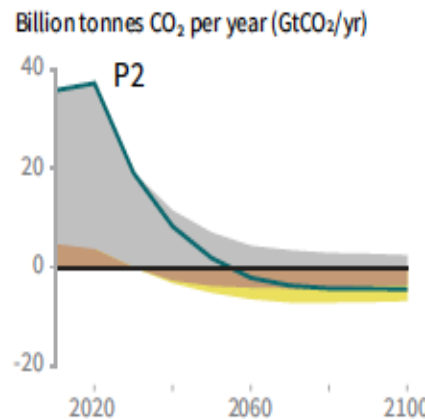
Combust. fósseis e indústria

AFOLU

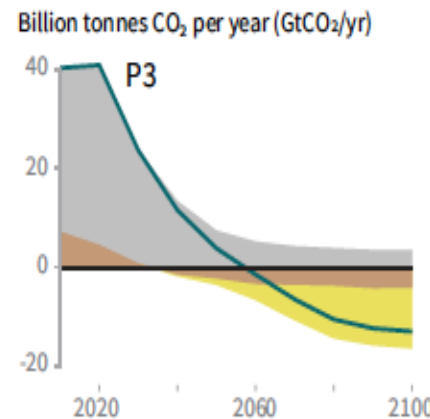
Bioenergia e captura de C



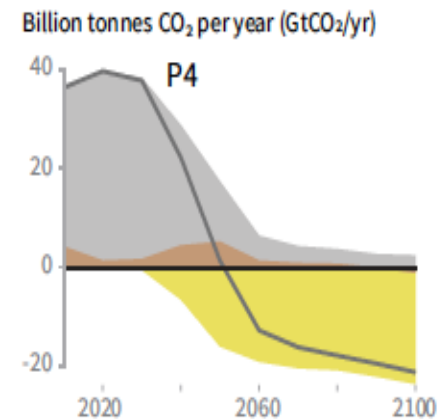
Descarbonização rápida



Foco na sustentabilidade



Cenário *meio do caminho*



Intenso uso de energia e recursos

- Quanto mais tarde os esforços de mitigação forem implementados, maior deverá ser o papel das emissões negativas para compensar as emissões passadas.
- Com isso, há um maior peso da mitigação na bioenergia e na captura de carbono - fortes impactos nos usos futuros do solo.

Transições de uso da terra colocam desafios profundos ao desenvolvimento sustentável

Seguranças hídrica e alimentar



Biodiversidade



Serviços
ecossistêmicos



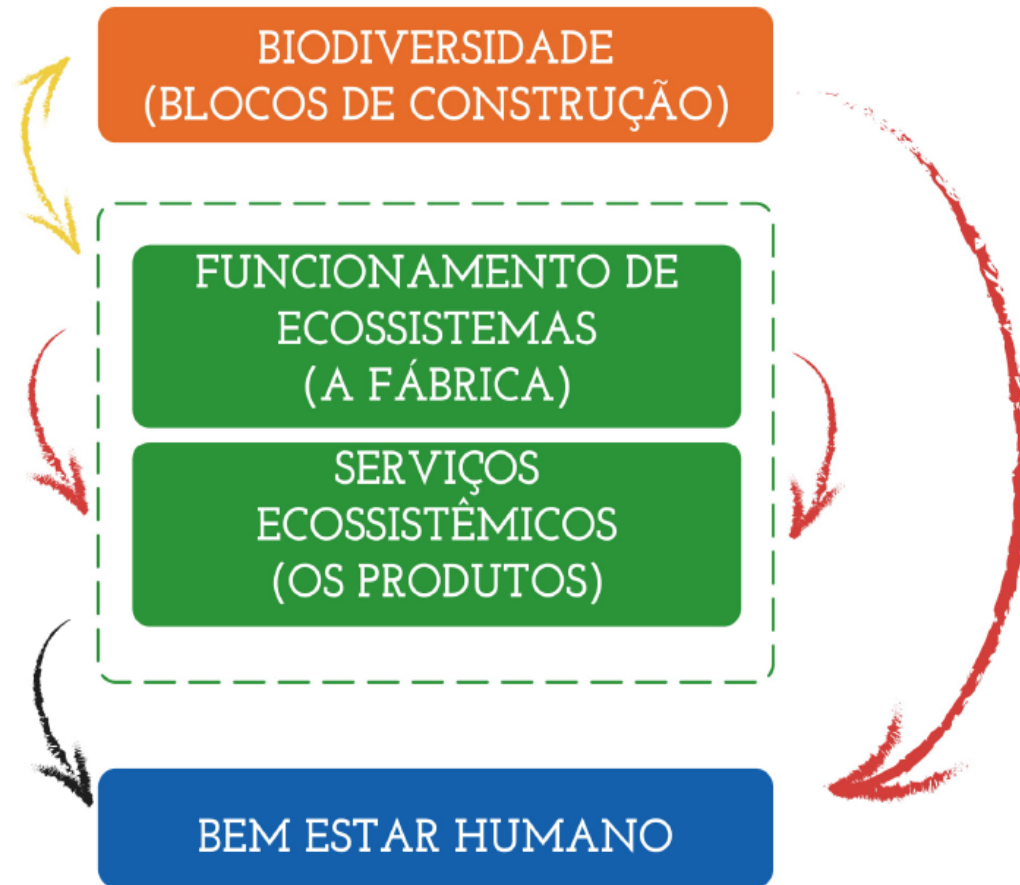
Meios de vida



Uso e cobertura da terra

Desenvolvimento Sustentável

Perda de biodiversidade e ecossistemas compromete o bem-estar humano

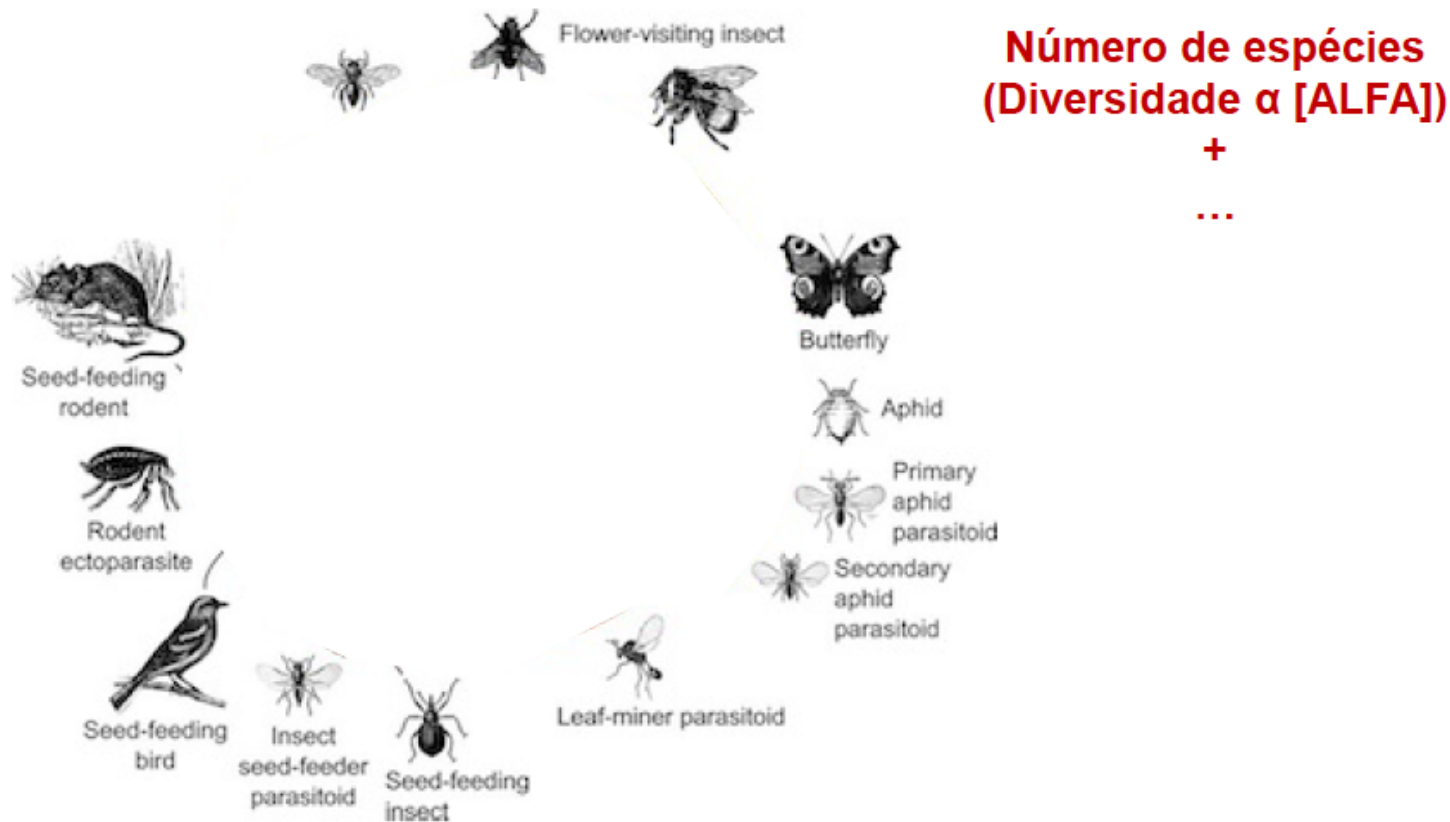


Biodiversidade: O que é?

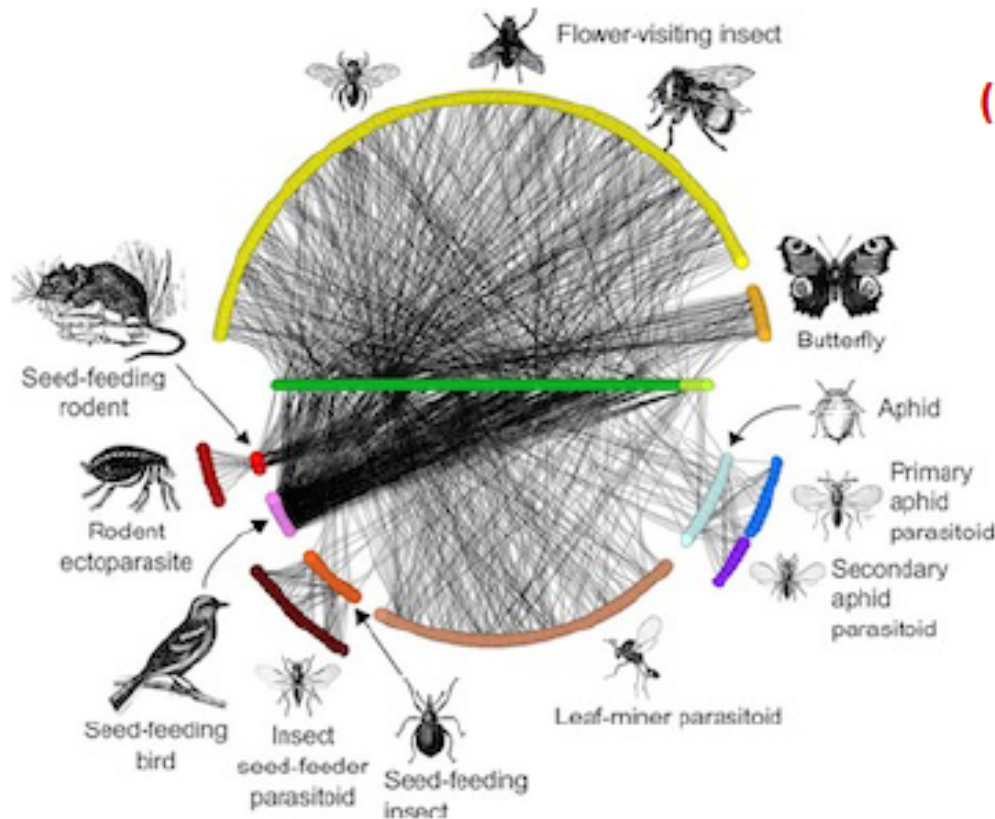
- Quatro conceitos-chave emergem ao abordar diferentes aspectos da biodiversidade:
 - variedade,
 - variabilidade,
 - vários níveis biológicos
 - processos de sustentação

- *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.*

Biodiversidade: O que é?



Biodiversidade: O que é?



**Número de espécies
(Diversidade α [ALFA])**

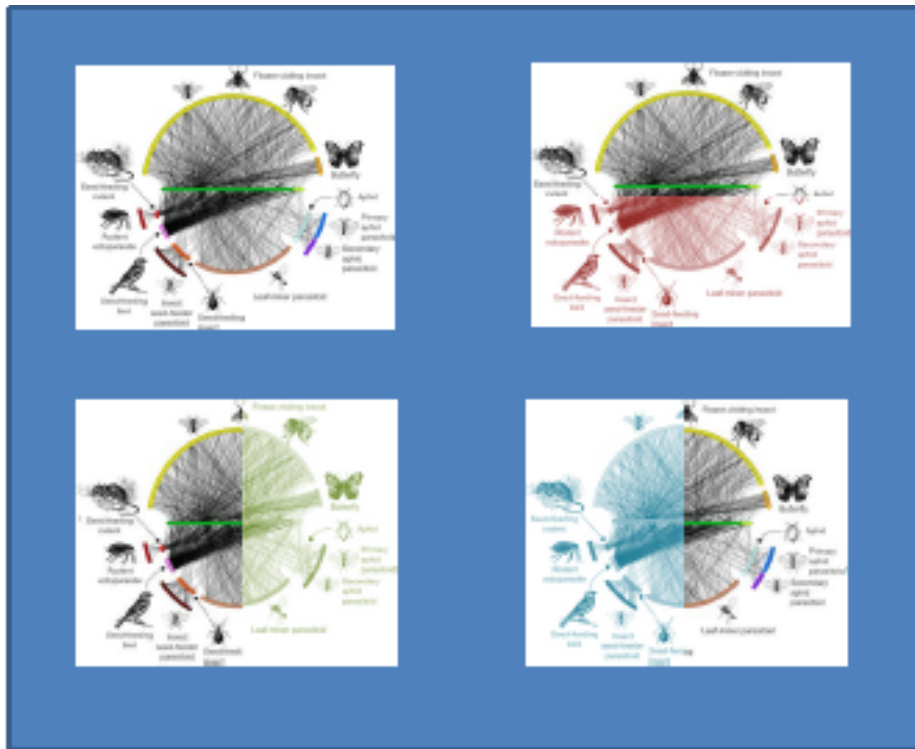
+

Relações ecológicas

+

...

Biodiversidade: O que é?



**Número de espécies
(Diversidade α [ALFA])**

+

Relações ecológicas

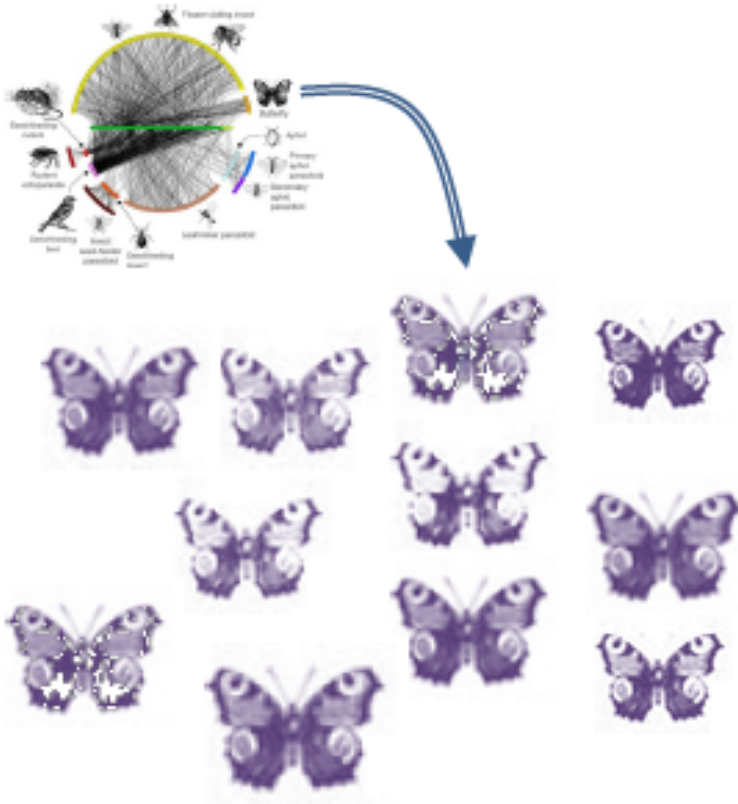
+

Variação espacial e temporal (Diversidade β [BETA])

+

...

Biodiversidade: O que é?



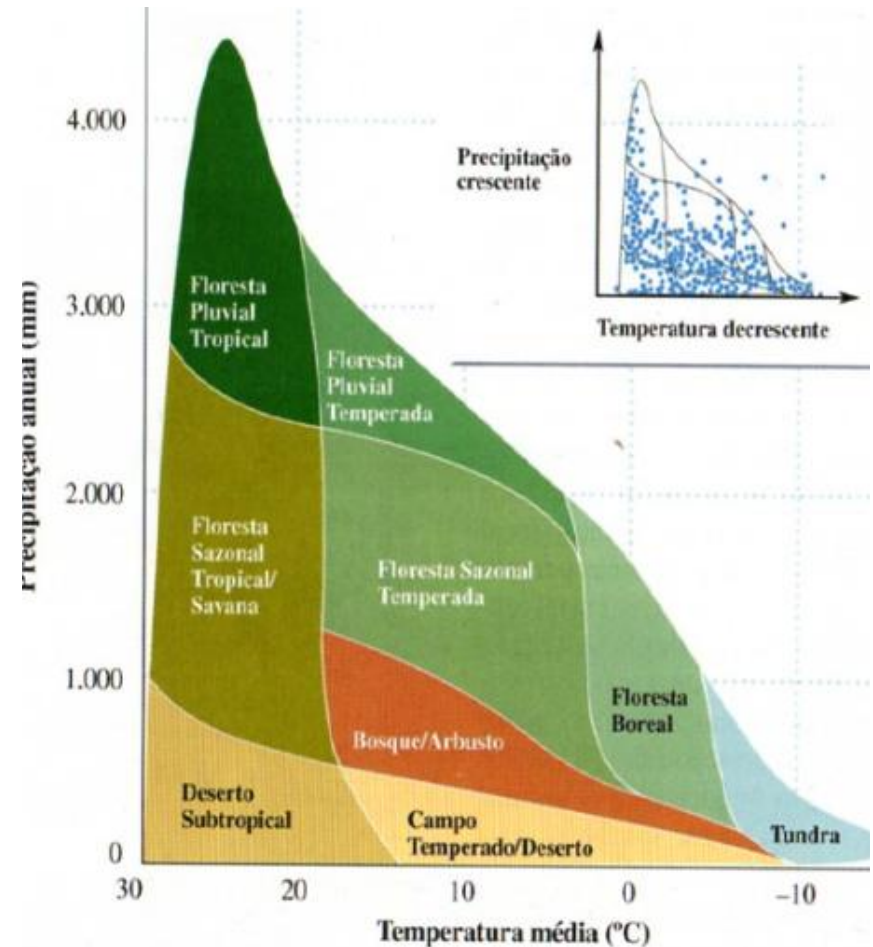
**Número de espécies
(Diversidade α [ALFA])**
+
Relações ecológicas
+
**Variação espacial e temporal
(Diversidade β [BETA])**
+
**Variação intra-específica
(ex. Diversidade genética)**

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.

Clima e Biodiversidade

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

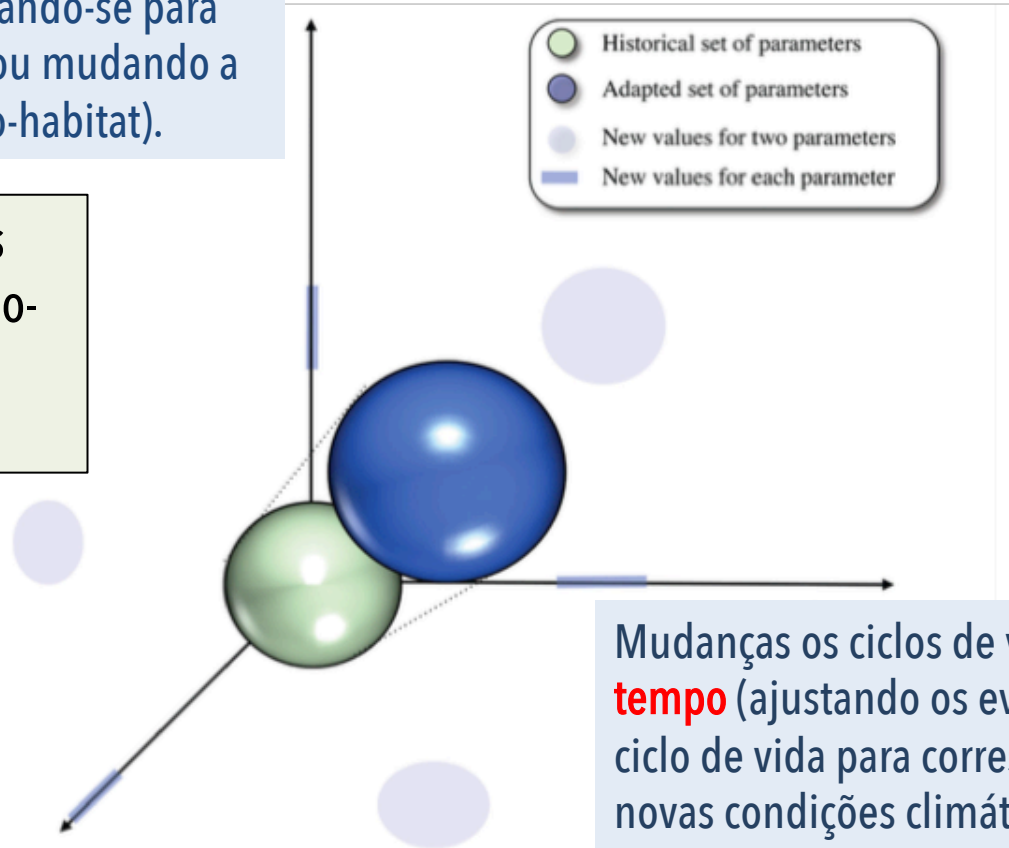


As espécies podem lidar com as mudanças climáticas deslocando-se ao longo de um ou vários destes **três eixos**:

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.



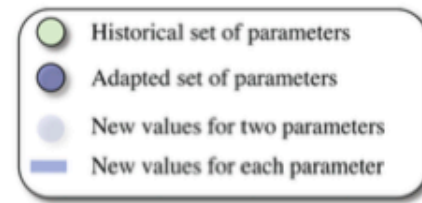
Mudanças os ciclos de vida no **tempo** (ajustando os eventos do ciclo de vida para corresponder às novas condições climáticas)

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

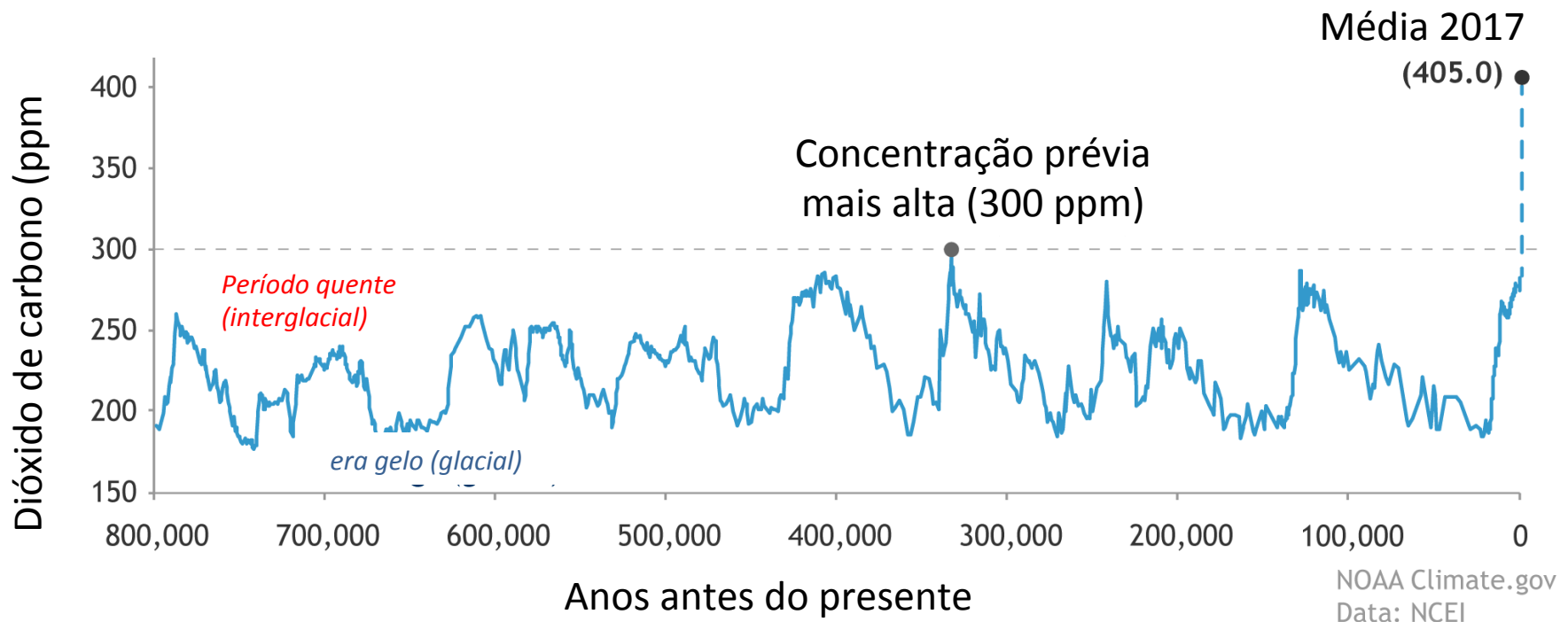
Mudanças sua **fisiologia** para lidar com as novas condições climáticas.



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

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

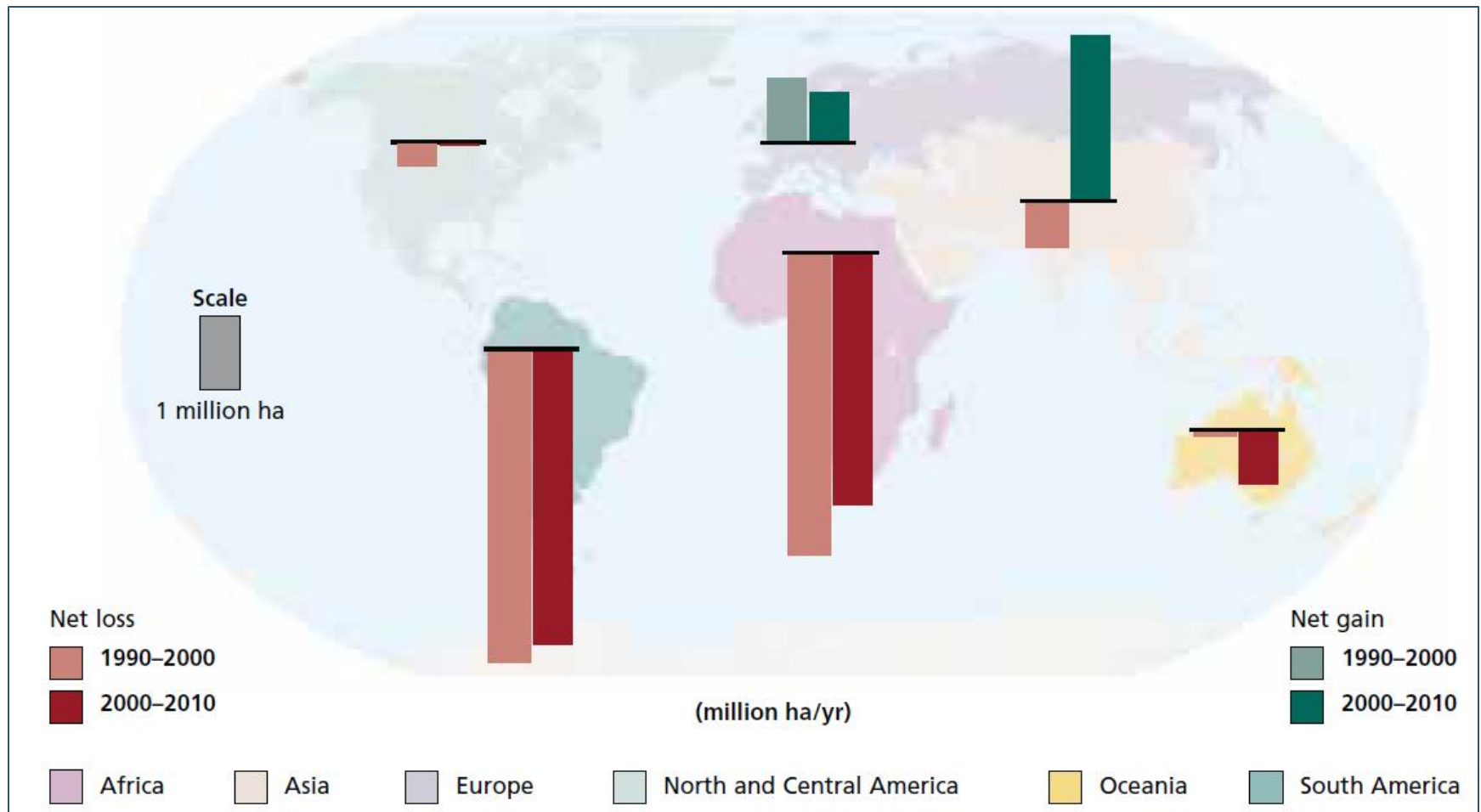
A espécie *Homo sapiens* surgiu entre 190.000 e 160.000 anos atrás.



Qual a situação do Brasil nesse contexto?



Mudanças na área de floresta 1990-2010

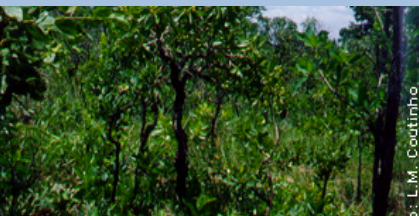


Brasil – enfrentando muito desafios...

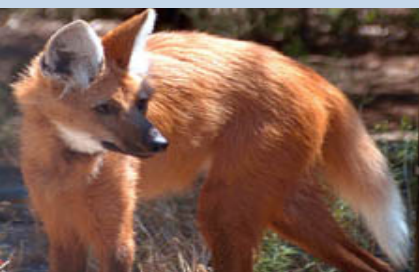
Recursos hídricos



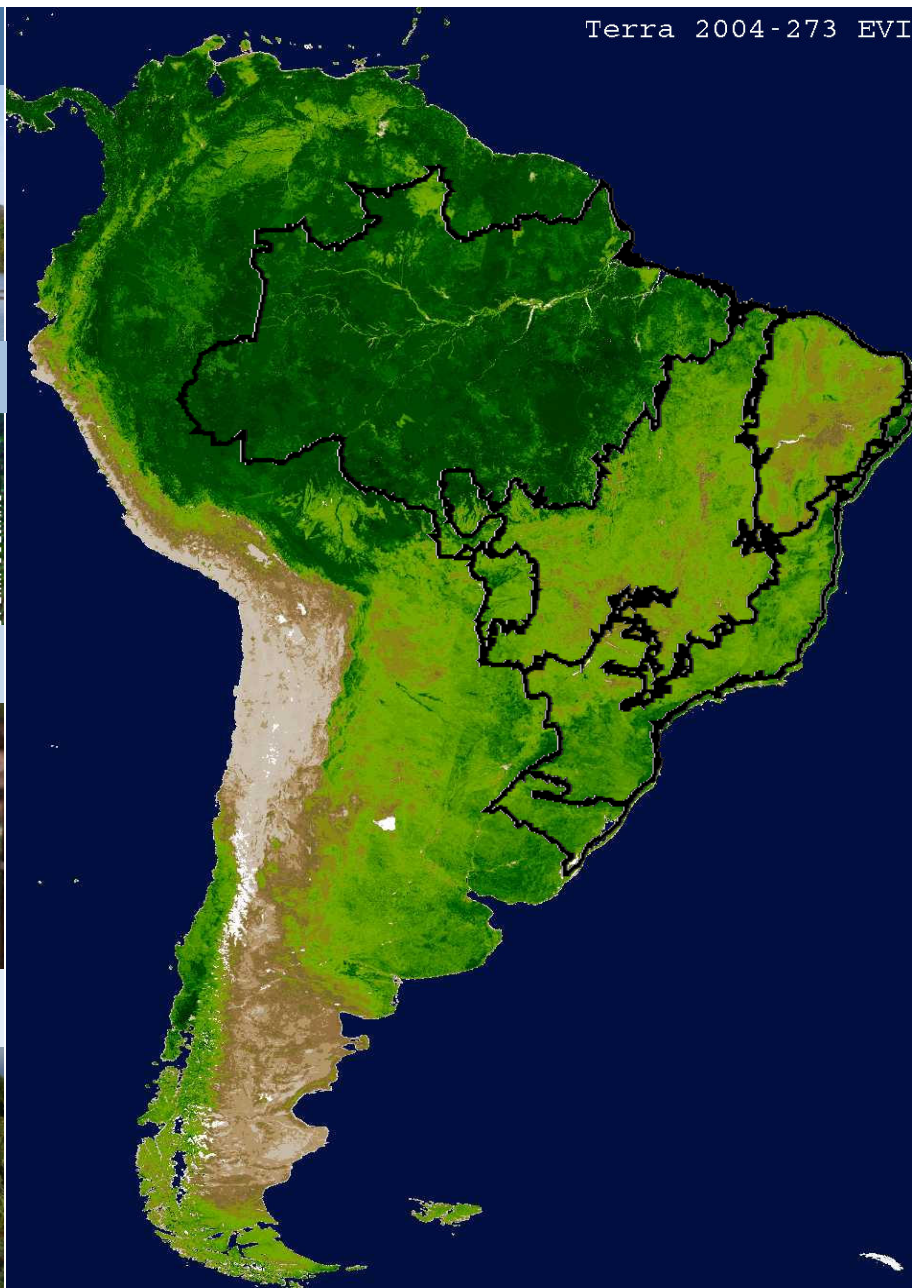
Estoques de carbono



Biodiversidade



Diversidade social



Mudanças no regime de fogo



Produção de carne



Produção de grãos



Expansão de Bioenergia



Brasil: Biodiversidade em números

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

~42.000 espécies vegetais

~9.000 vertebrados

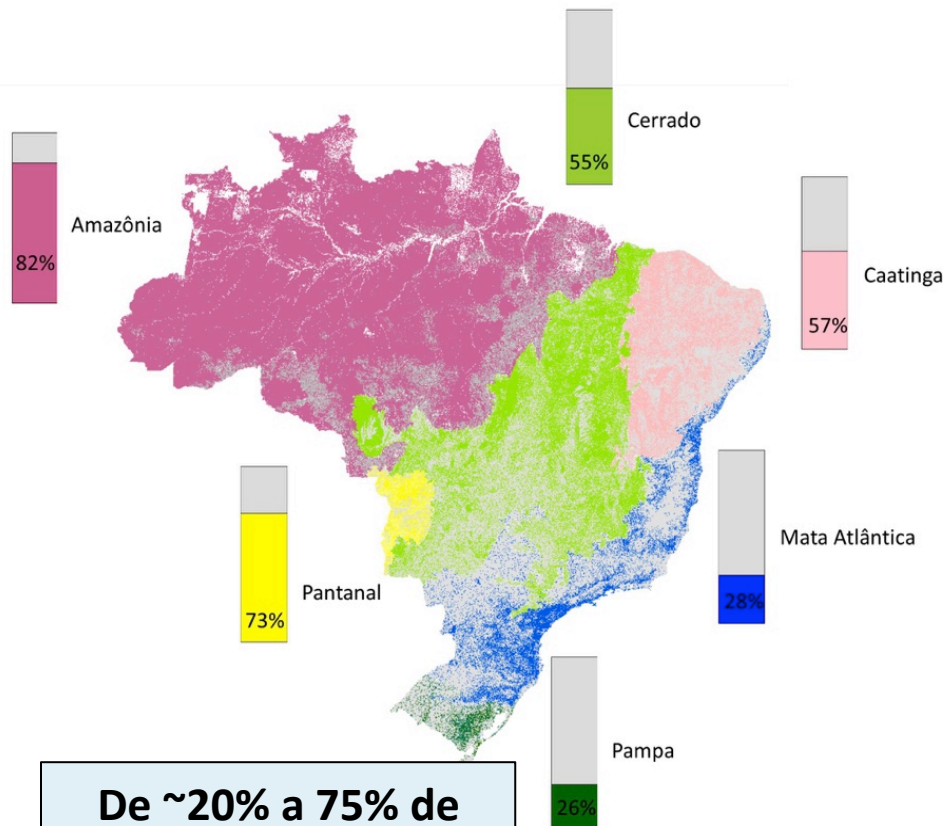
Mín. 129.840 invertebrados



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

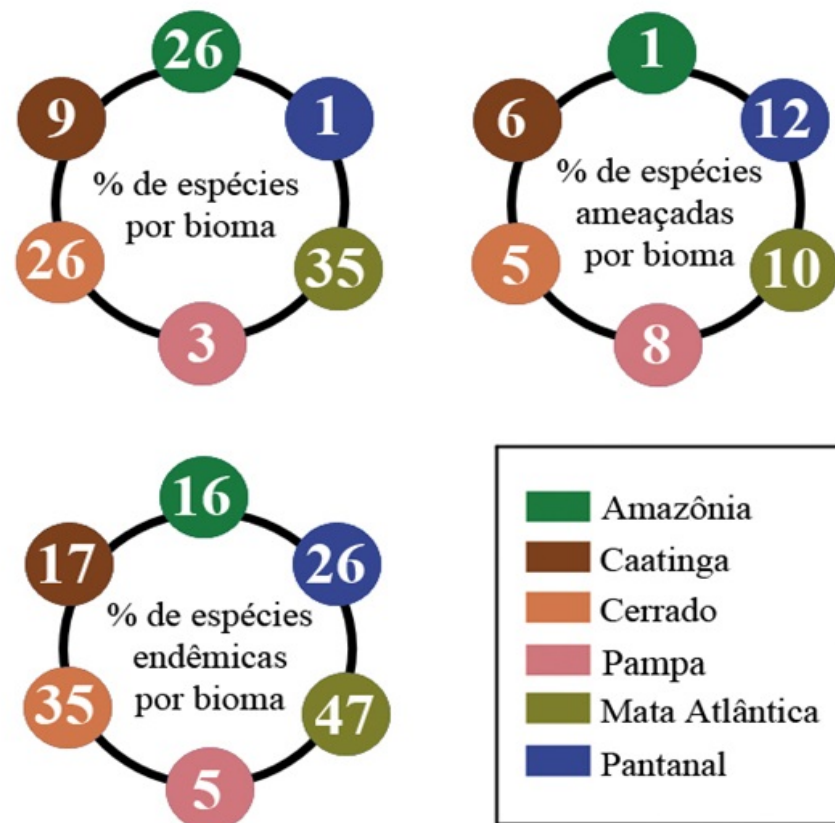
Nível de ameaça nos biomas

% Área nativa remanescente



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

% Espécies ameaçadas e endemismos



Situação particularmente crítica na Mata Atlântica e Cerrado

Brasil - Pressões sobre a Biodiversidade e Ecossistemas

Bioma	Ambiente	Vetores Diretos de Degradação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos								
		Mineração	Superexploração 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 aumentado 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.

Brazilian Atlantic Forest lato 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)

Impactos de mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros

Mata Atlântica

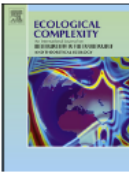
Biodivers Conserv (2012) 21:2913–2926
DOI 10.1007/s10531-012-0346-7

ORIGINAL PAPER

Conserving the Brazilian semiarid (Caatinga) biome under climate change

Caatinga

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



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

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

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

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



Impactos de mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros

Amazônia

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*

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

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

^c Unidade 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)

Cerrado

Impactos sobre serviços ecossistêmicos

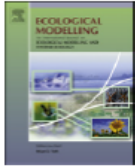
Polinização



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

Ecological Modelling

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



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 · Máira Dalía Sagnori · Ricardo Dobrovolski · José Alexandre F. Diniz-Filho

Efeitos espaciais das mudanças climáticas

Impactos sobre estratégias de conservação

Biological Conservation 158 (2013) 248–257



Contents lists available at SciVerse ScienceDirect

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

Mudanças no uso do solo no Brasil: uma via de mão dupla...

Conversão de vegetação nativa para agropecuária +
Aumento de frequência de queimadas



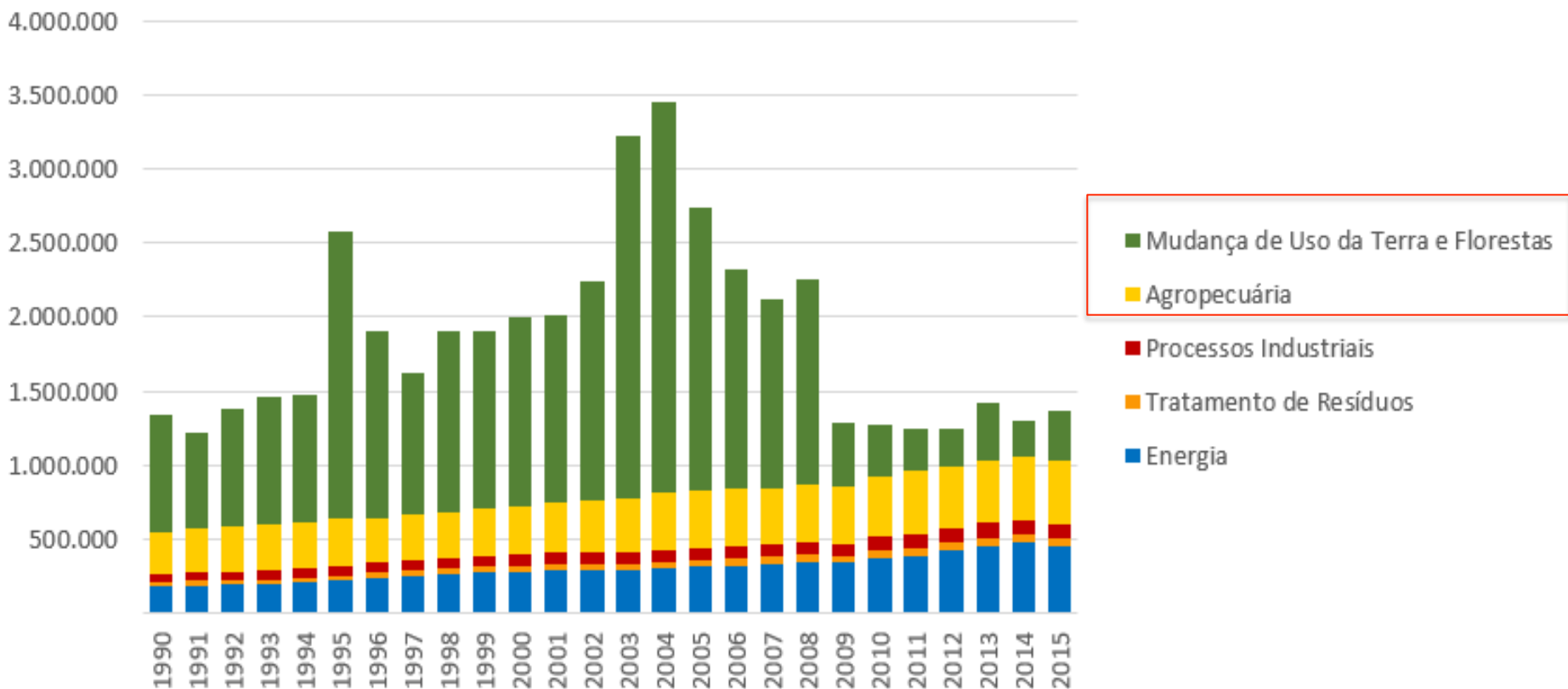
Impacto direto sobre as emissões de gases de efeito estufa

Mudanças Climáticas

Mudanças na temperatura e disponibilidade de água




Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil, por setor, em Gg CO₂e (GWP-AR2)



Estimativas Anuais de Emissões de Gases de Efeito Estufa no Brasil disponíveis no SIRENE. (<http://dados.gov.br/dataset/sirene-sistema-de-registro-nacional-de-emissoes>)

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

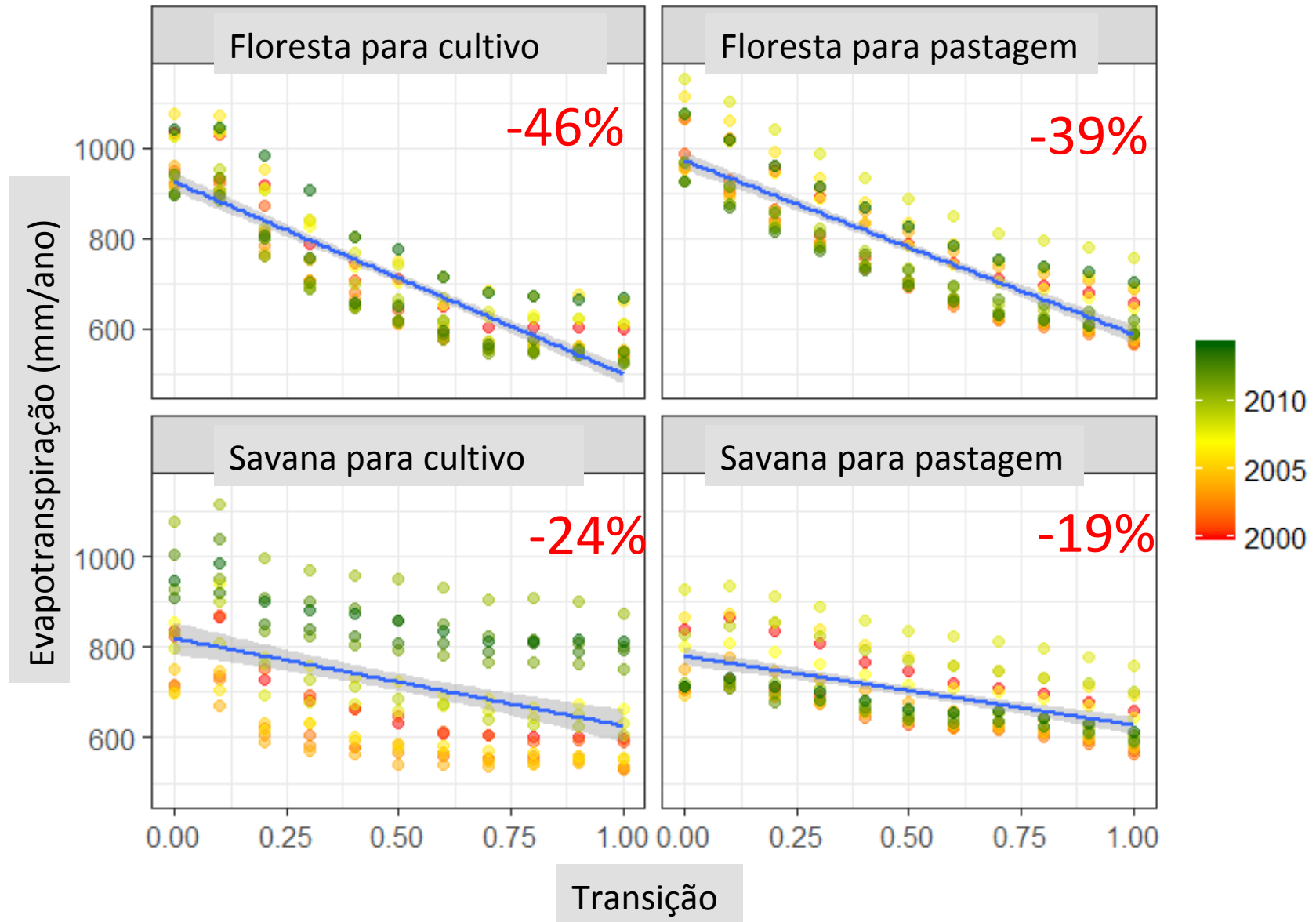


Soja e pastagem reciclar a mesma quantidade de água que a floresta durante a estação de crescimento

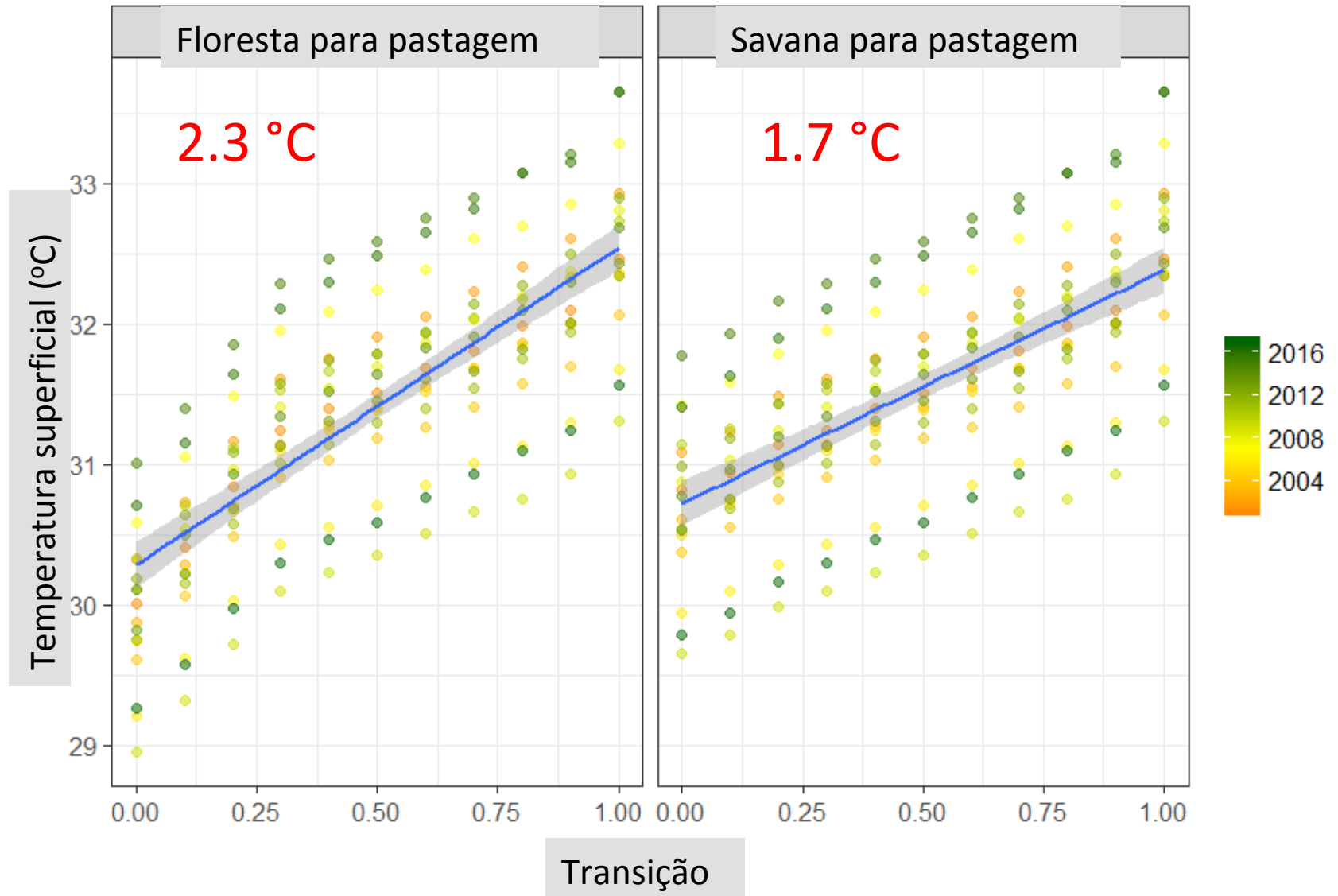


Mas não durante a estação seca,
Água fica aprisionada no solo proque não há raízes ativas.

Mudança de uso do solo no Cerrado – Redução da evapotranspiração



Mudança de uso do solo no Cerrado – aumento da temperatura superficial



Acordo de Paris – Contribuição brasileira

- Setembro de 2015
- Redução das emissões de gases de efeito de estufa (GEE) em relação aos níveis de 2005:
- 37% até 2025.
- 43% até 2030.

Setor Florestas e Uso da terra

- restaurar **12 milhões de hectares de floresta**, até 2030, para usos múltiplos (?);
- eliminar o **desmatamento ilegal** na Amazônia até 2030.
- Reforçar os esforços de implementação do Código Florestal

Cumprimento do Código Florestal

Restauração

- Hoje, no Brasil, áreas de APP e RL que precisam ser recuperadas sob a legislação atual = cerca de **21 milhões de hectares (Mha)**
(SAE 2013)
- Amazônia (8 Mha) - transição para o Cerrado
- Mata Atlântica (6 Mha) - quase toda a extensão
- Cerrado (5 Mha) - parte sul
- Considerando apenas os APPs a serem restaurados = 4,8 Mha
- Cerrado ($\approx 1,7$ Mha)
- Mata Atlântica ($\approx 1,5$ Mha)
- Amazônia (≈ 1 Mha).

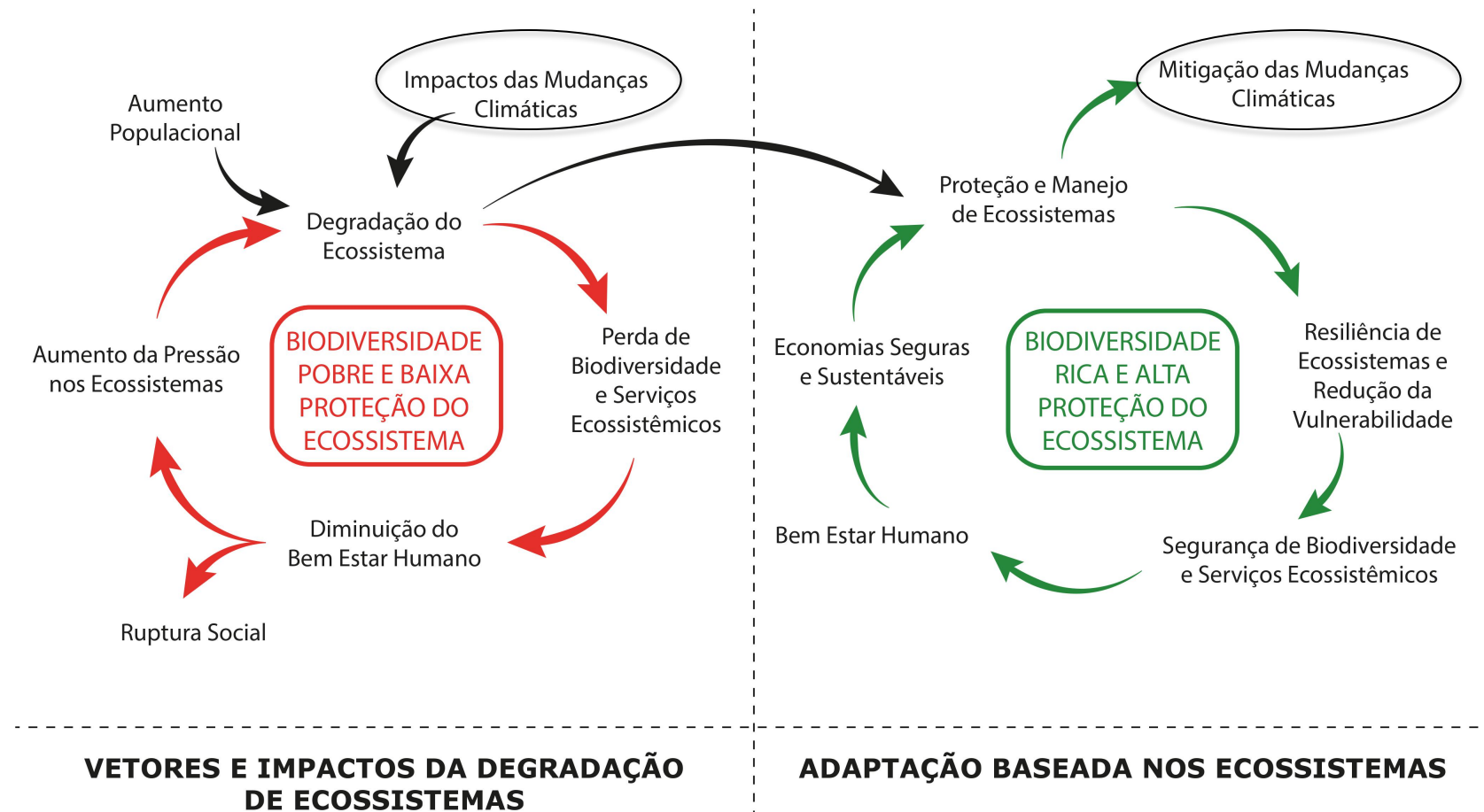
Mudanças climáticas e resiliência de ecossistemas

- As mudanças climáticas afetam os ecossistemas, e a biodiversidade e com impactos sobre serviços ecossistêmicos.
- Bom manejo de ecossistemas - manter a saúde e **aumentar 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

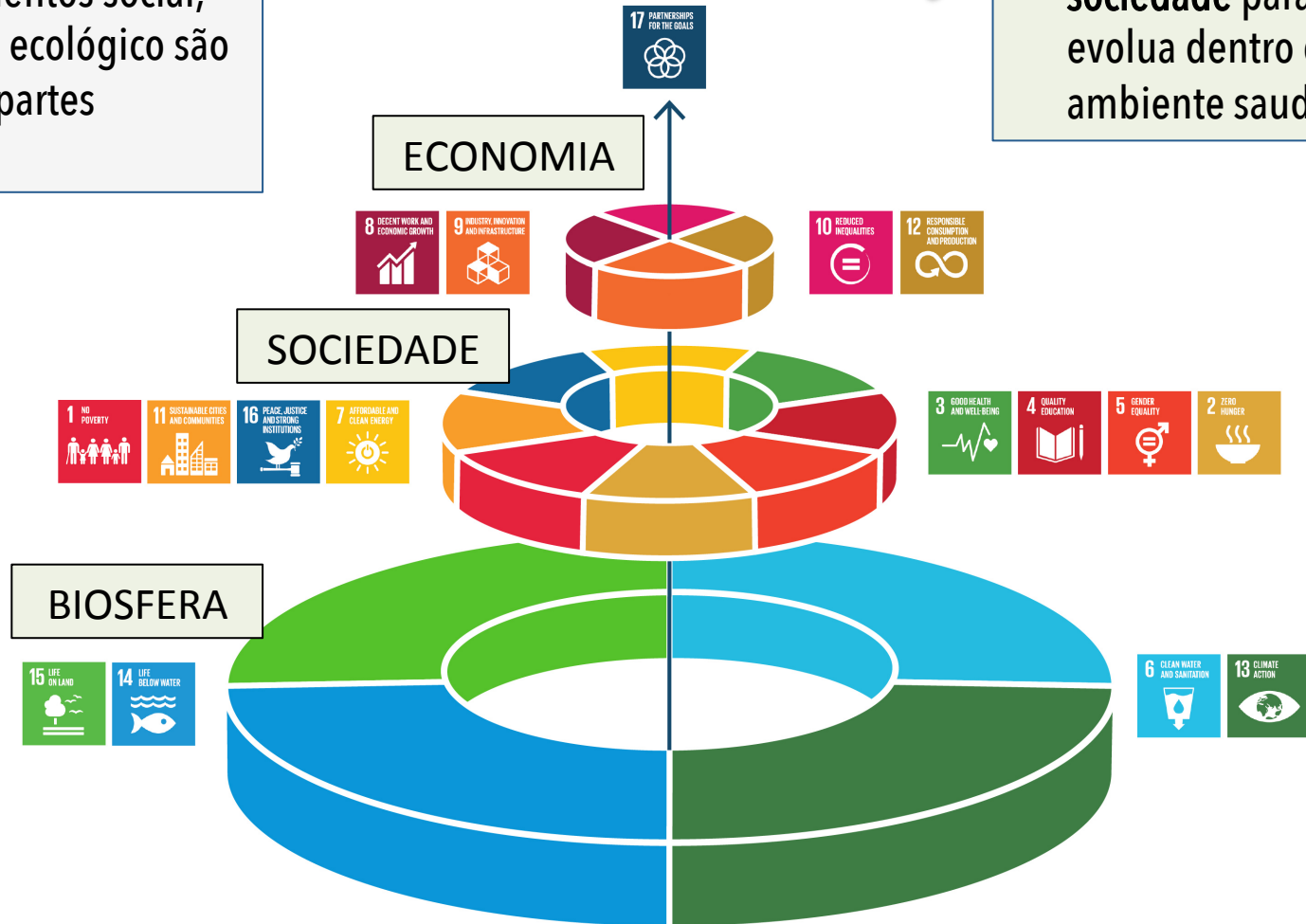


Biosfera: base do Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

- da atual abordagem setorial, em que os desenvolvimentos social, econômico e ecológico são vistos como partes separadas.

Mudança de paradigma para outro padrão de desenvolvimento

- a uma lógica em que a economia serve a sociedade para que ela evolua dentro de um ambiente saudável.



Crédito: Azote Images for Stockholm Resilience Centre

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 ecossistemas.



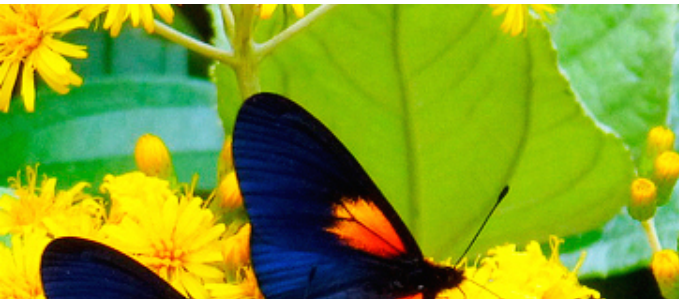
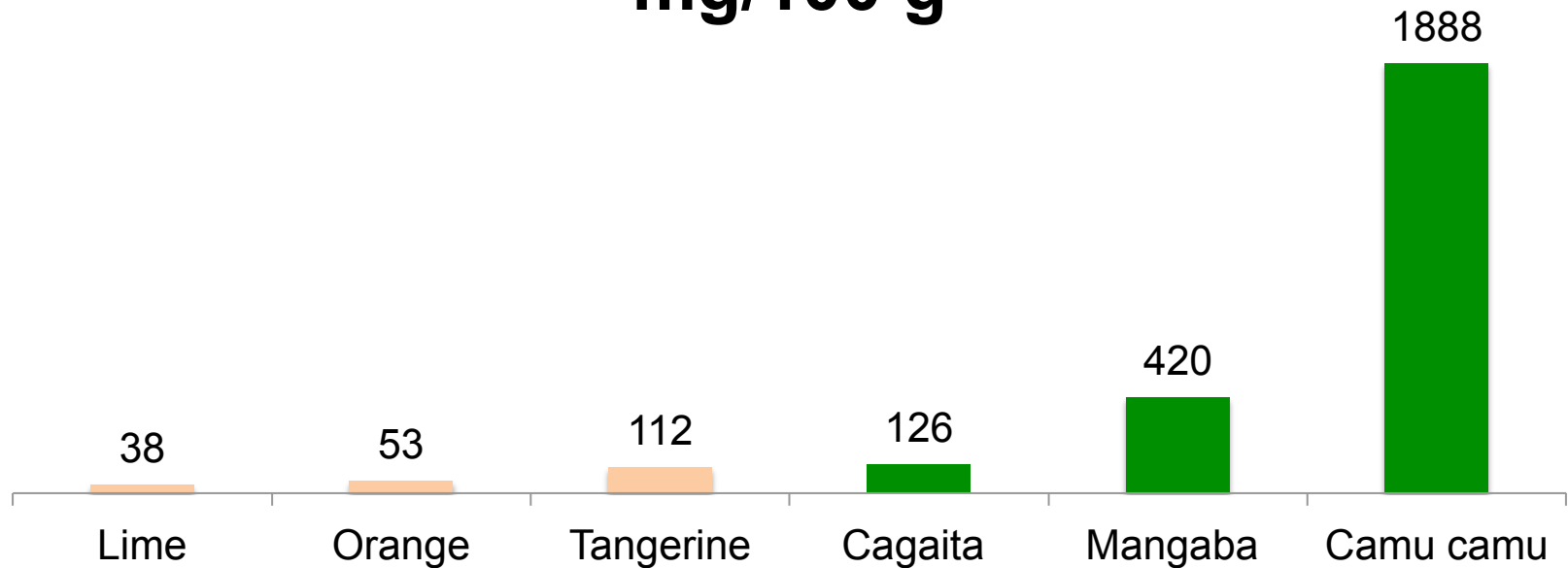
Cerca de 80 famílias e 469 espécies de plantas são cultivadas em sistemas agroflorestais.



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.

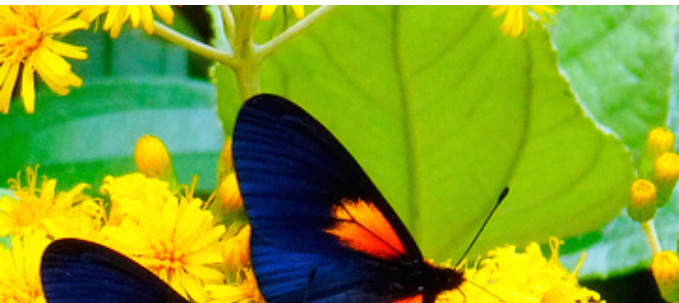
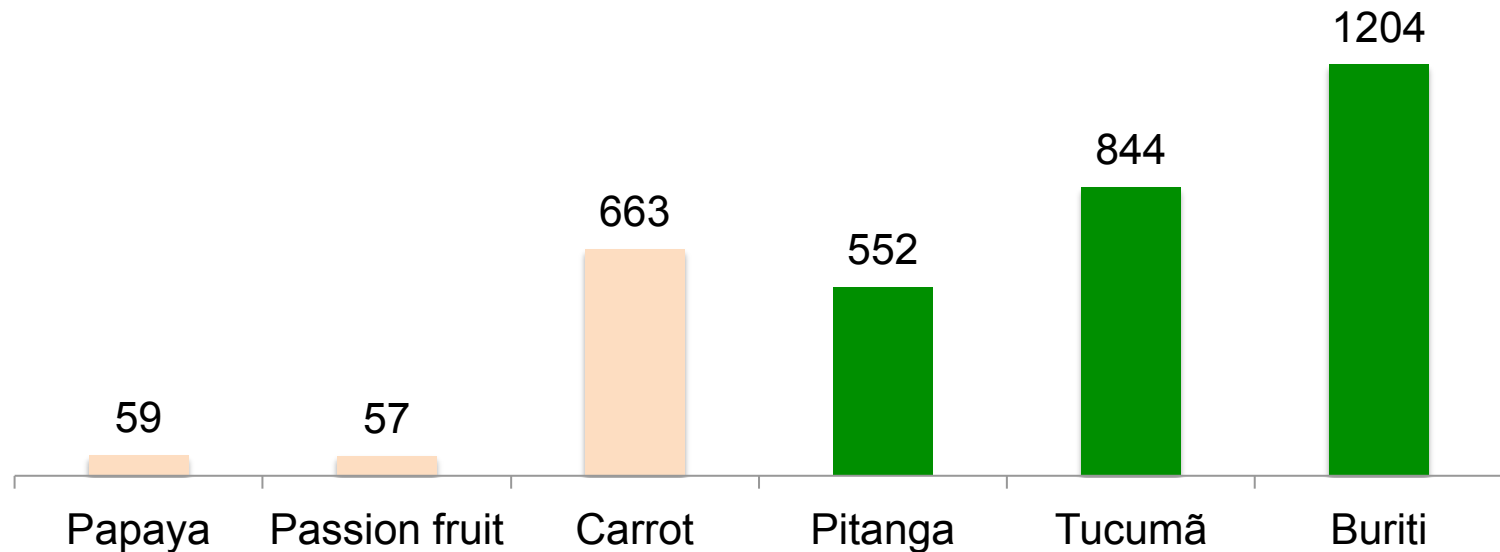
O que estamos perdendo?

Vitamina C mg/100 g



O que estamos perdendo?

Vitamina A
mcg RAE/100 g



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**



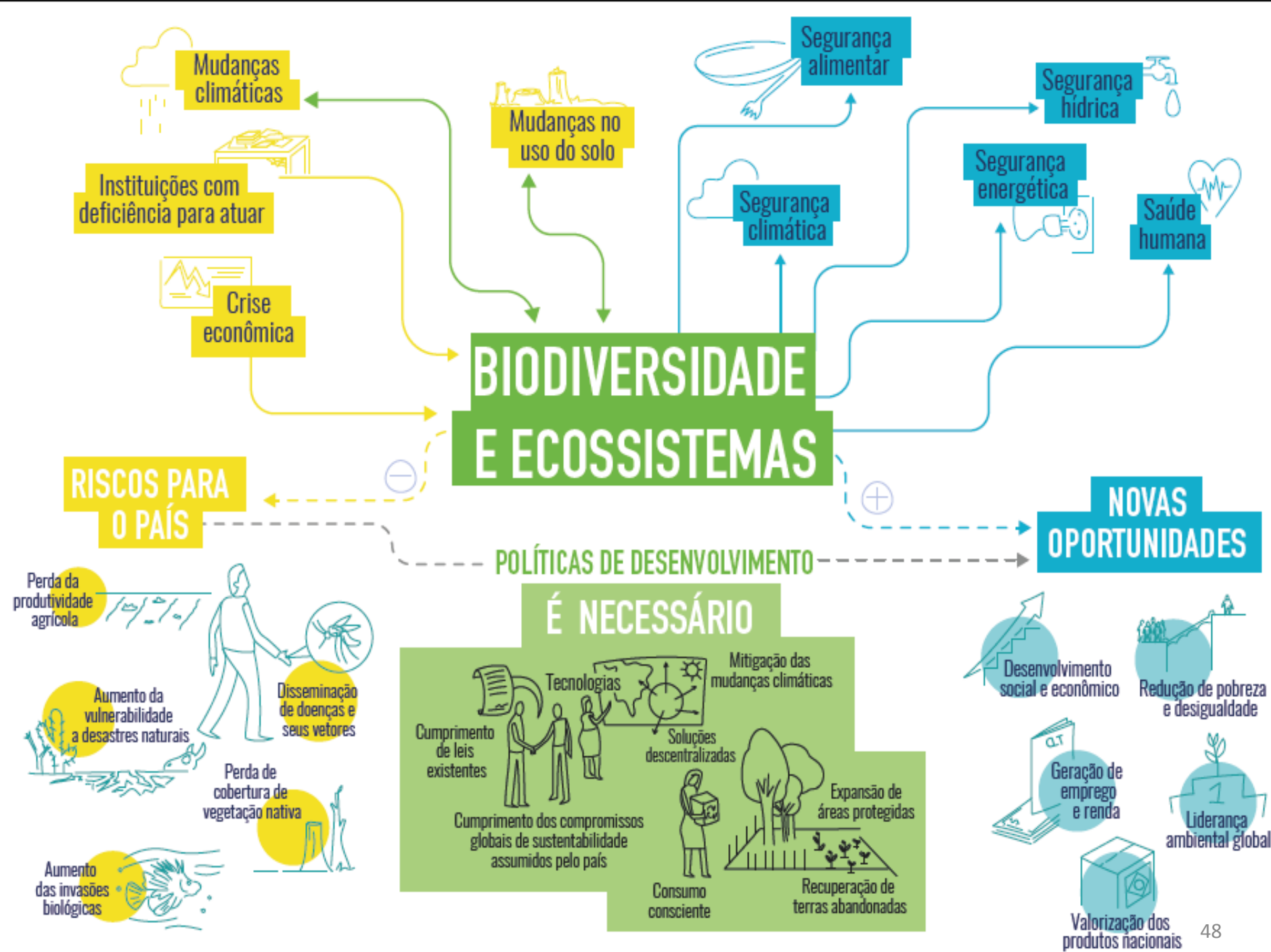
- *Ações para redução de emissões GEE e de impactos de mudanças climáticas*

O papel da ciência: diálogo e conhecimento a serviço da sociedade

A Ciência possui fundamental importância para:

- nos auxiliar a ler e a melhor compreender o mundo e suas dinâmicas,
- apontar e planejar opções de trajetórias futuras.





Obrigada!

mercedes@unb.br



UnB