



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



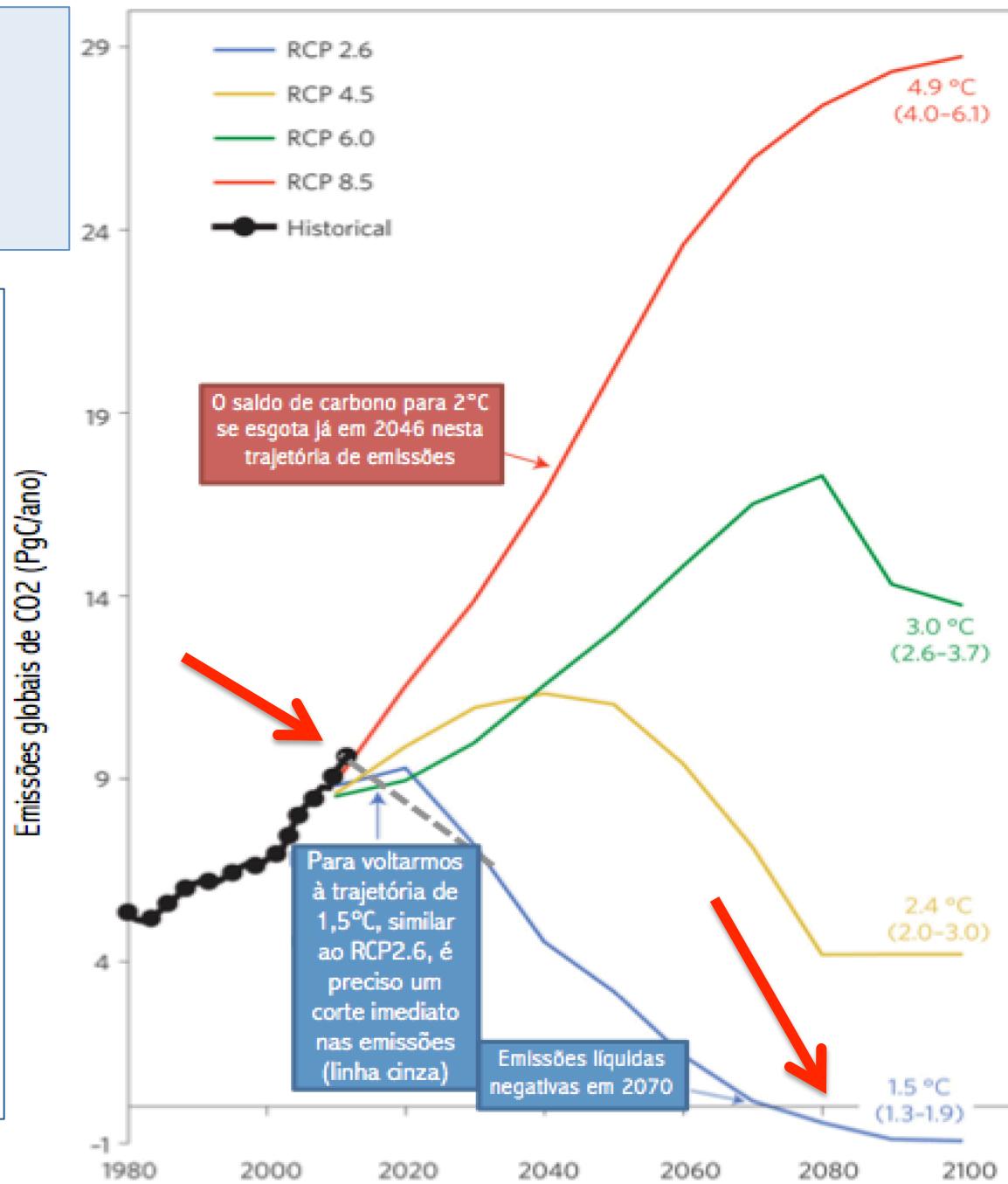
Ambos os desafios devem ser enfrentados reduzindo o **impacto do uso do solo sobre os serviços ecossistêmicos**.

Trajetória 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

ipcc
INTERGOVERNMENTAL PANEL ON climate change

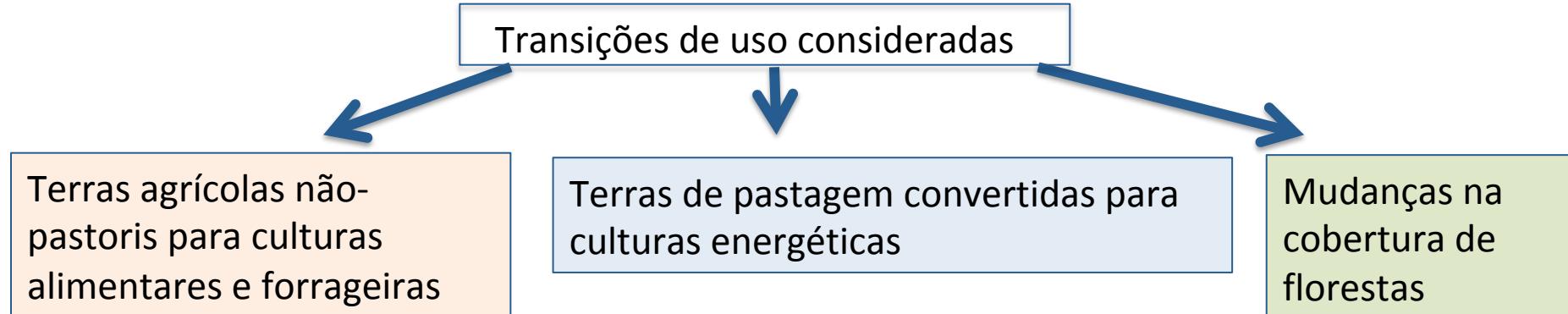
Global Warming of 1.5°C

An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty

Summary for Policymakers

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.



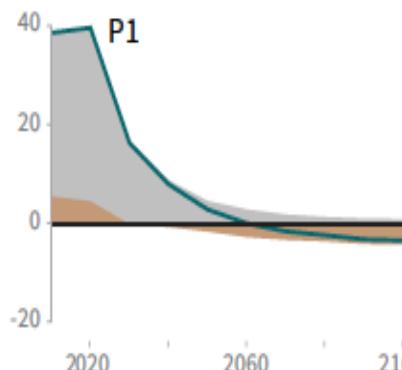
Repartição das contribuições para as emissões líquidas globais de CO₂ em quatro trajetórias

Combust. fósseis e indústria

AFOLU

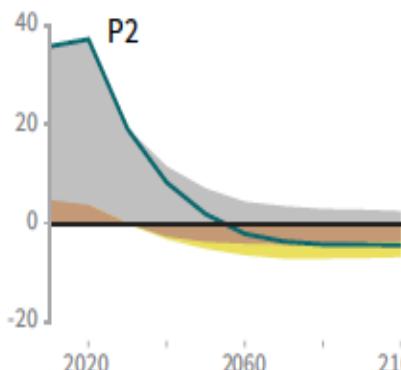
Bioenergia e captura de C

Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



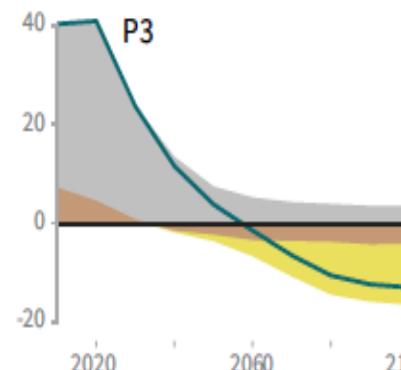
Descarbonização rápida

Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



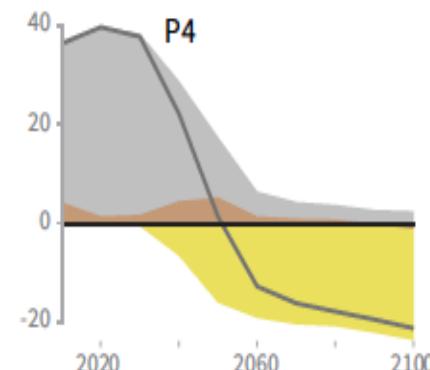
Foco na sustentabilidade

Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



Cenário meio do caminho

Billion tonnes CO₂ per year (GtCO₂/yr)



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

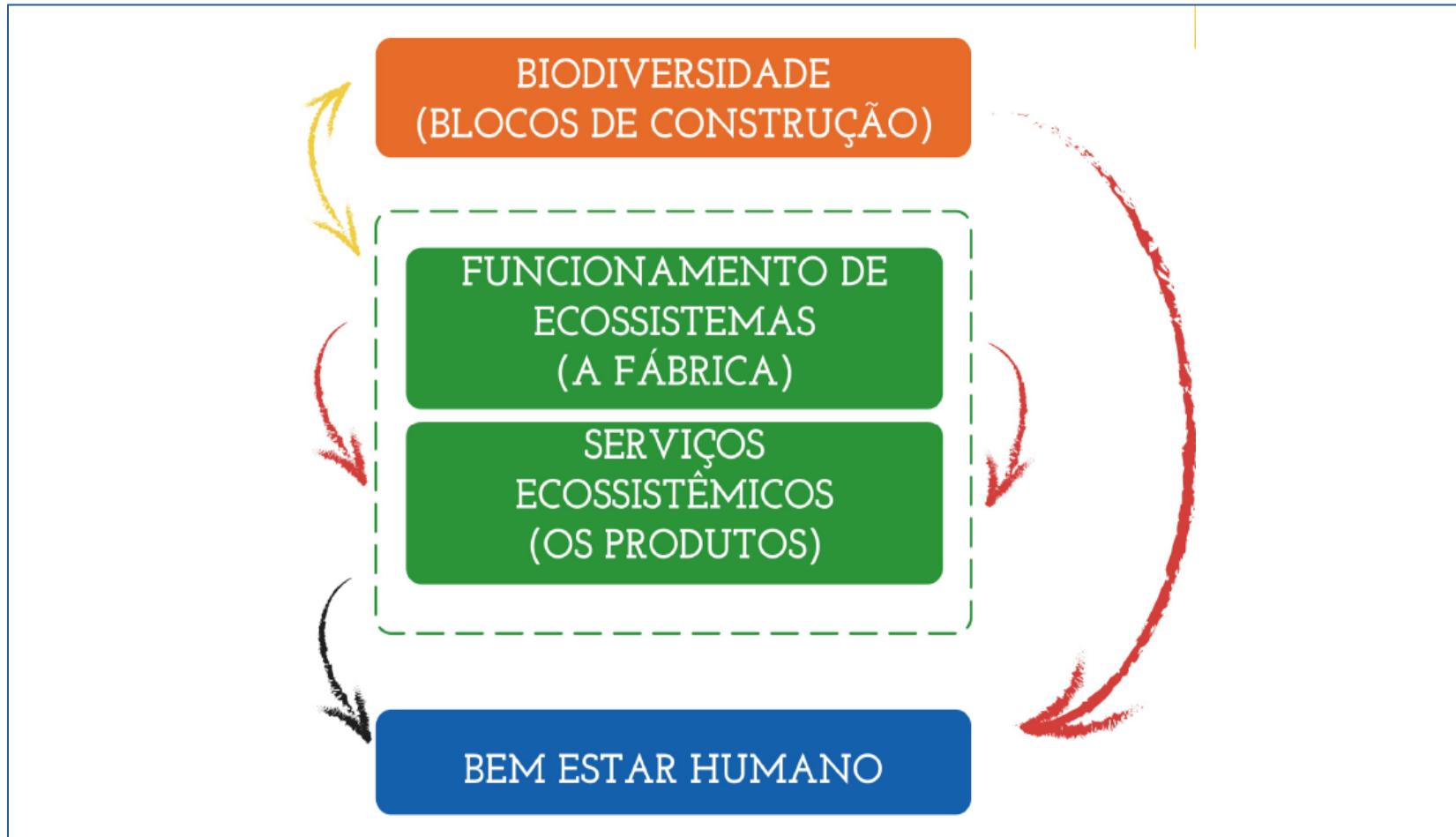


Uso e cobertura da terra



Desenvolvimento Sustentável

Perda de biodiversidade e ecossistemas compromete o bem-estar humano

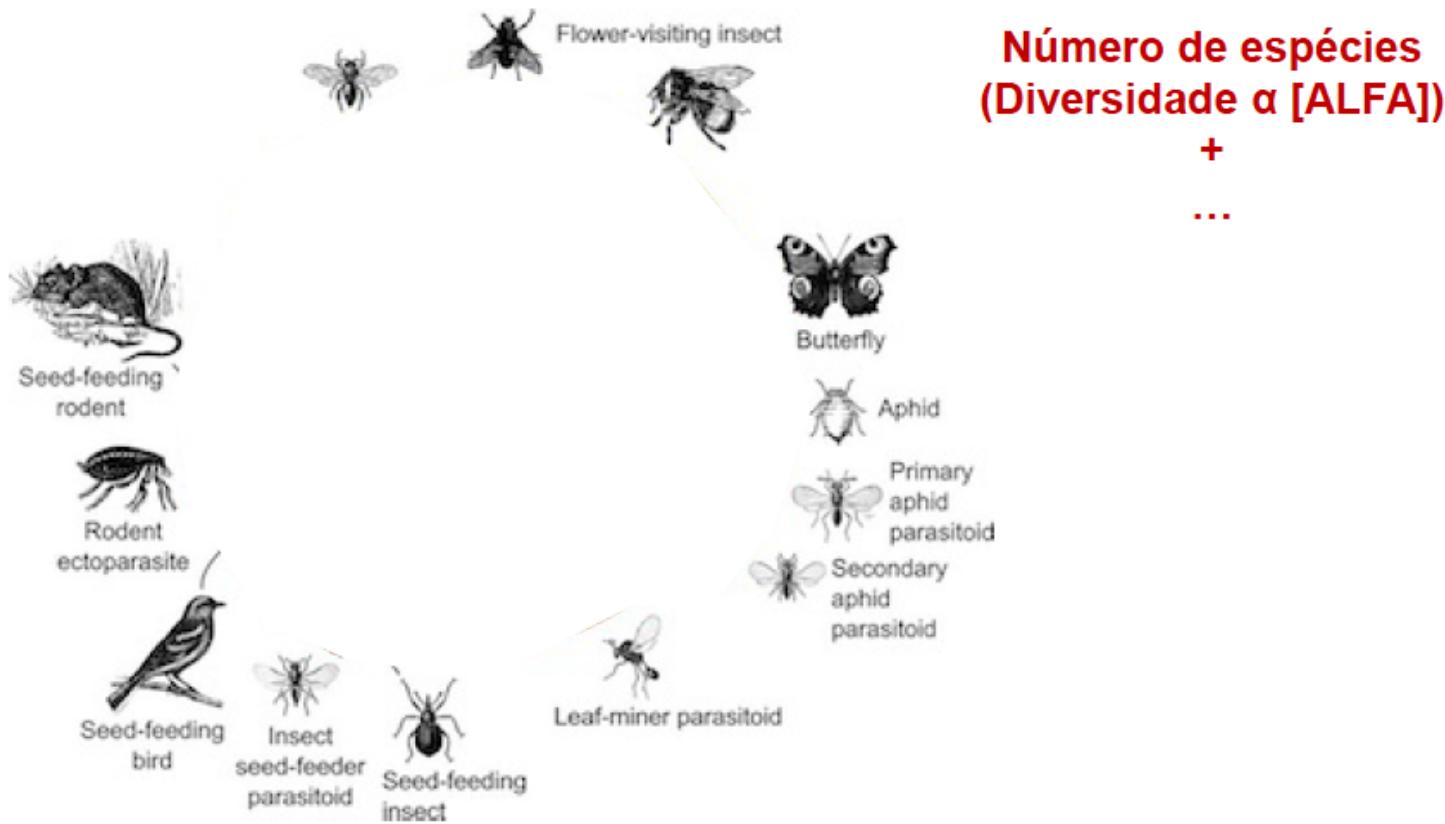


Biodiversidade: O que é?

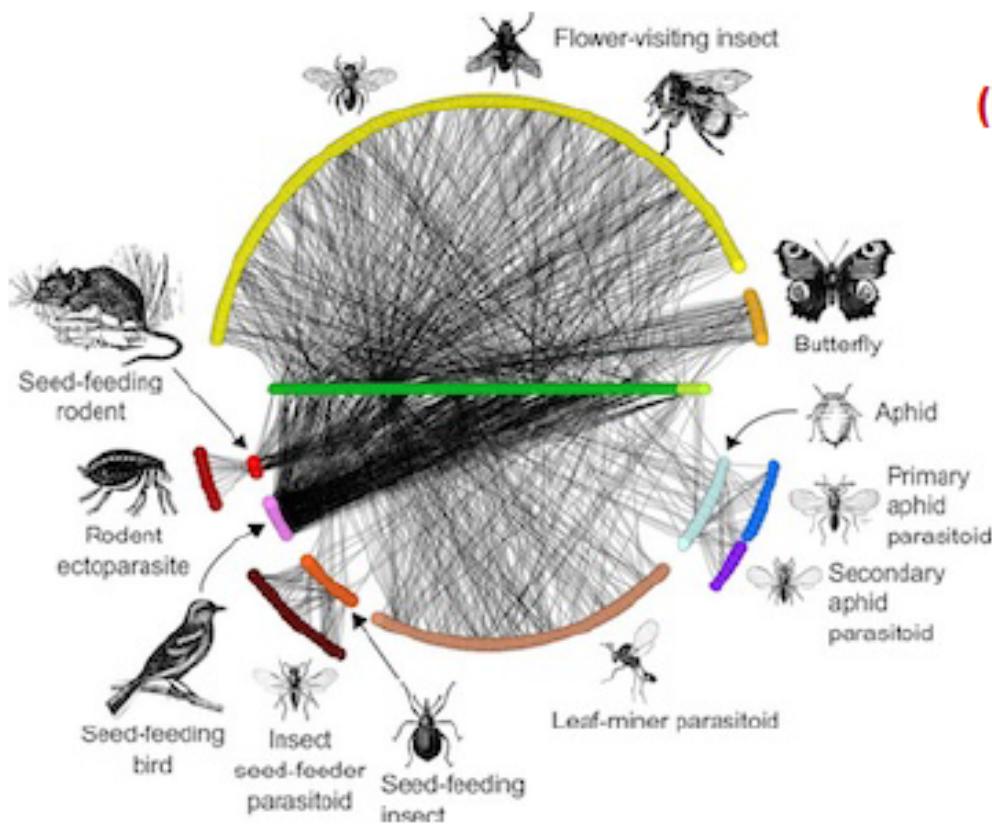
- Quatro conceitos-chave emergem ao abordar diferentes aspectos da biodiversidade:
 - variedade,
 - variabilidade,
 - vários níveis biológicos
 - processos de sustentação

- *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?

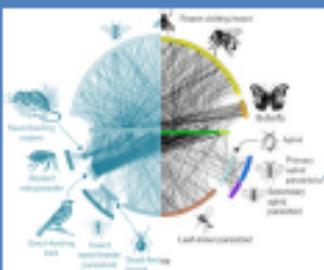
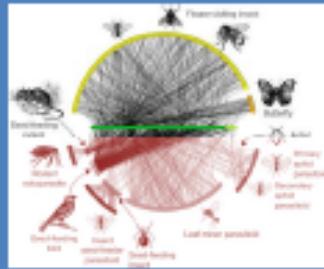
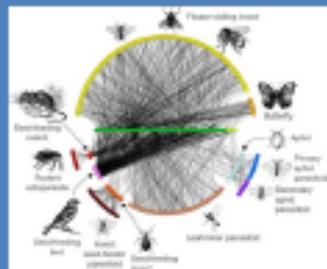


Biodiversidade: O que é?



**Número de espécies
(Diversidade α [ALFA])**
+
Relações ecológicas
+
...

Biodiversidade: O que é?



Número de espécies (Diversidade α [ALFA])

十一

Relações ecológicas

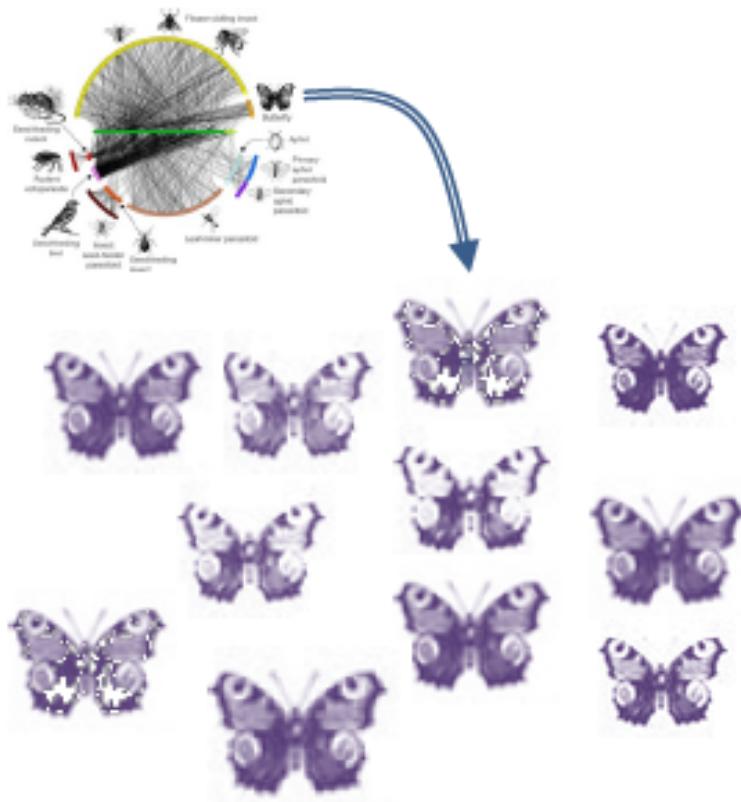
+

Variação espacial e temporal (Diversidade β [BETA])

十一

1

Biodiversidade: O que é?



Número de espécies
(Diversidade α [ALFA])

+

Relações ecológicas

+

Variação espacial e temporal
(Diversidade β [BETA])

+

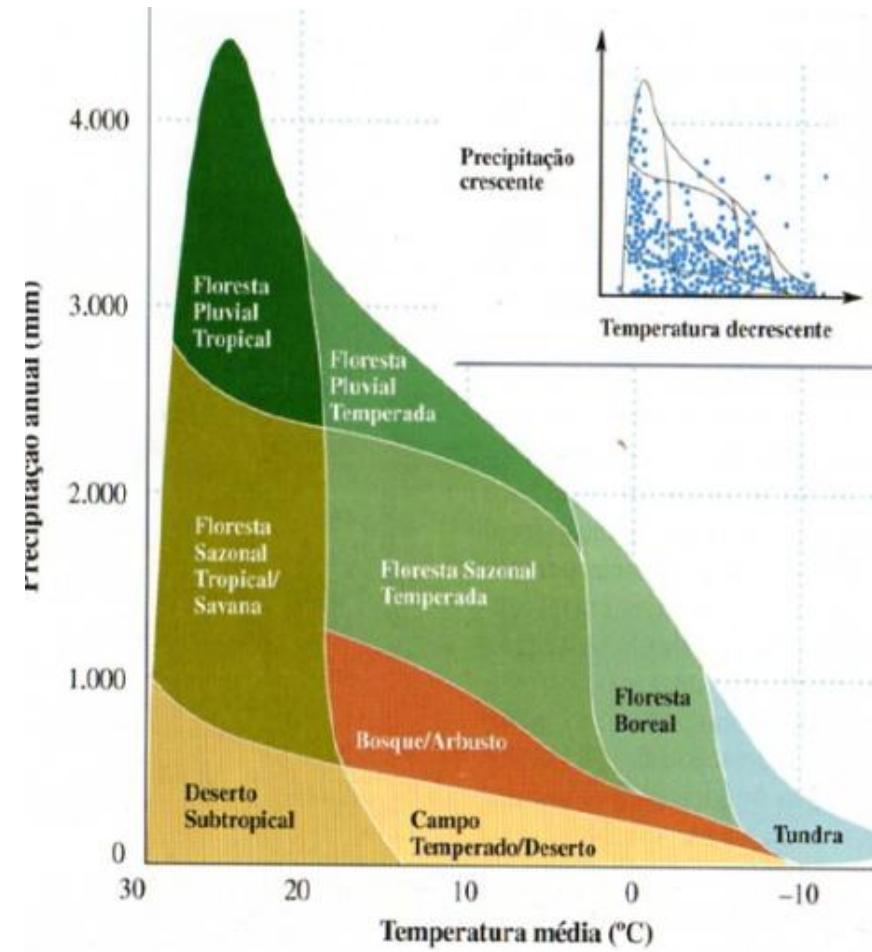
Variação intra-específica
(ex. Diversidade genética)

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



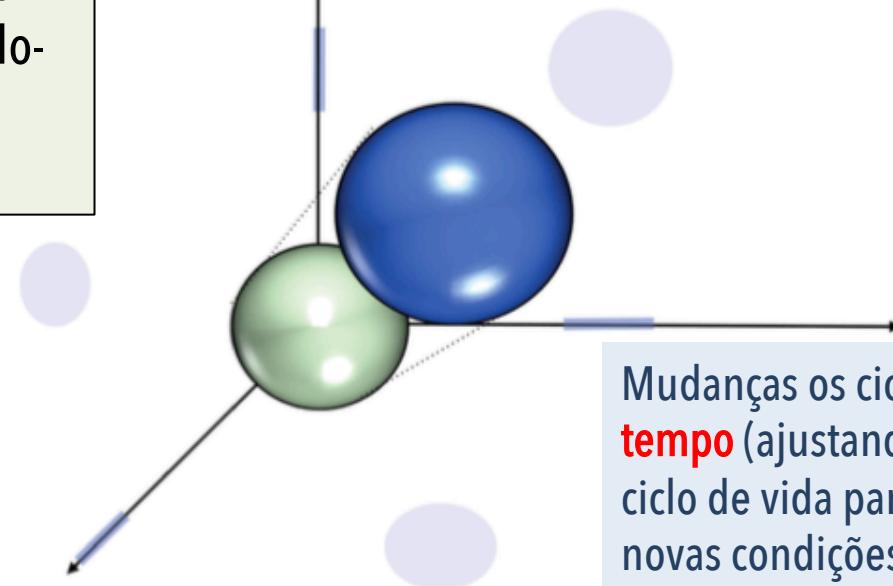
As espécies podem lidar com as mudanças climáticas deslocando-se ao longo de um ou vários destes **três eixos**:

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.

- Historical set of parameters
- Adapted set of parameters
- New values for two parameters
- New values for each parameter



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.

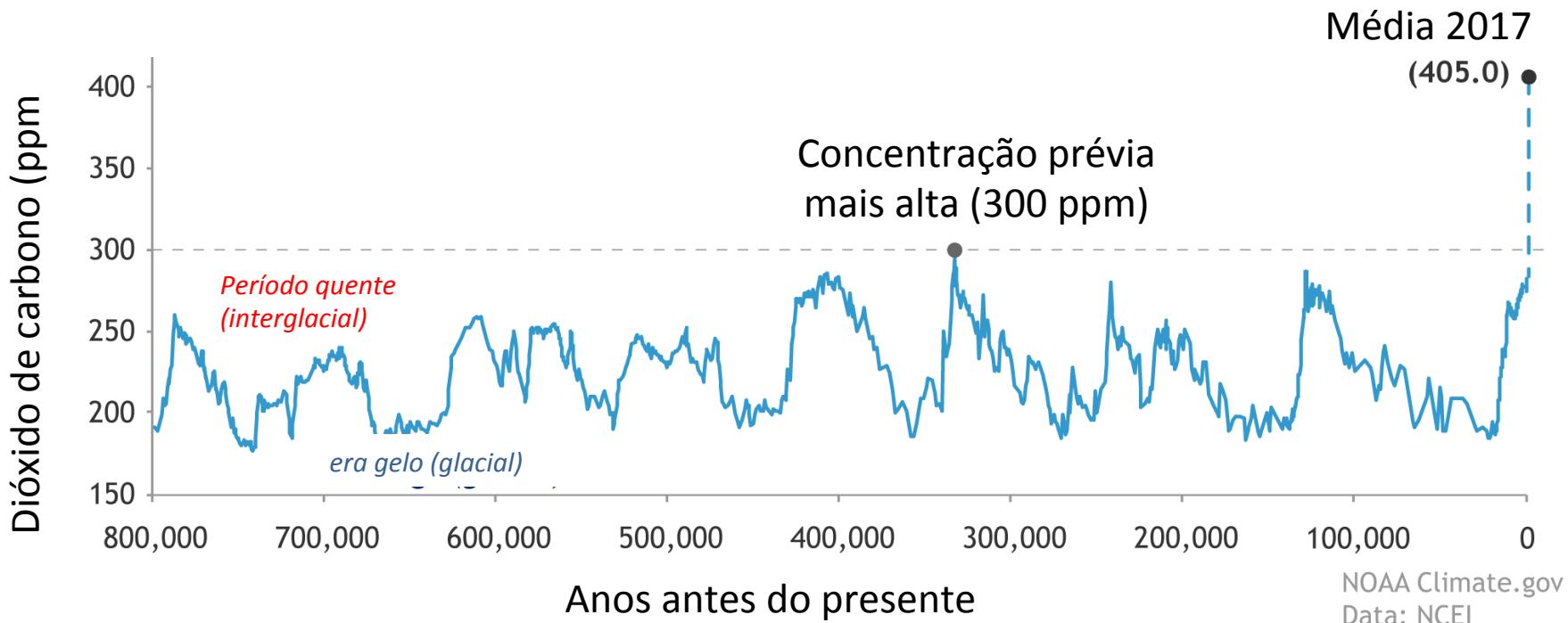
- Historical set of parameters
- Adapted set of parameters
- New values for two parameters
- New values for each parameter



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

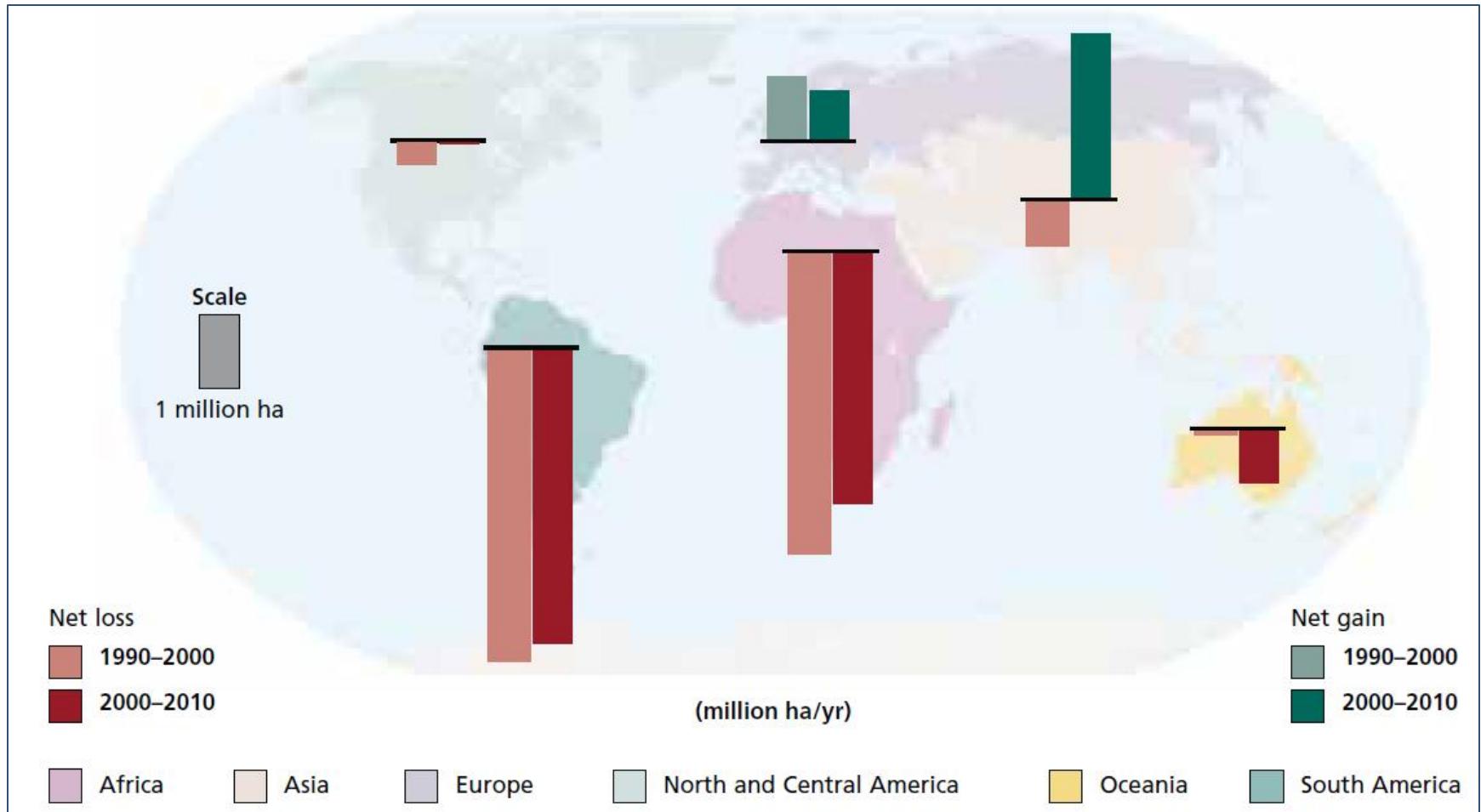
A espécie *Homo sapiens* surgiu entre 190.000 e 160.000 anos atrás.



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



Terra 2004-273 EVI



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



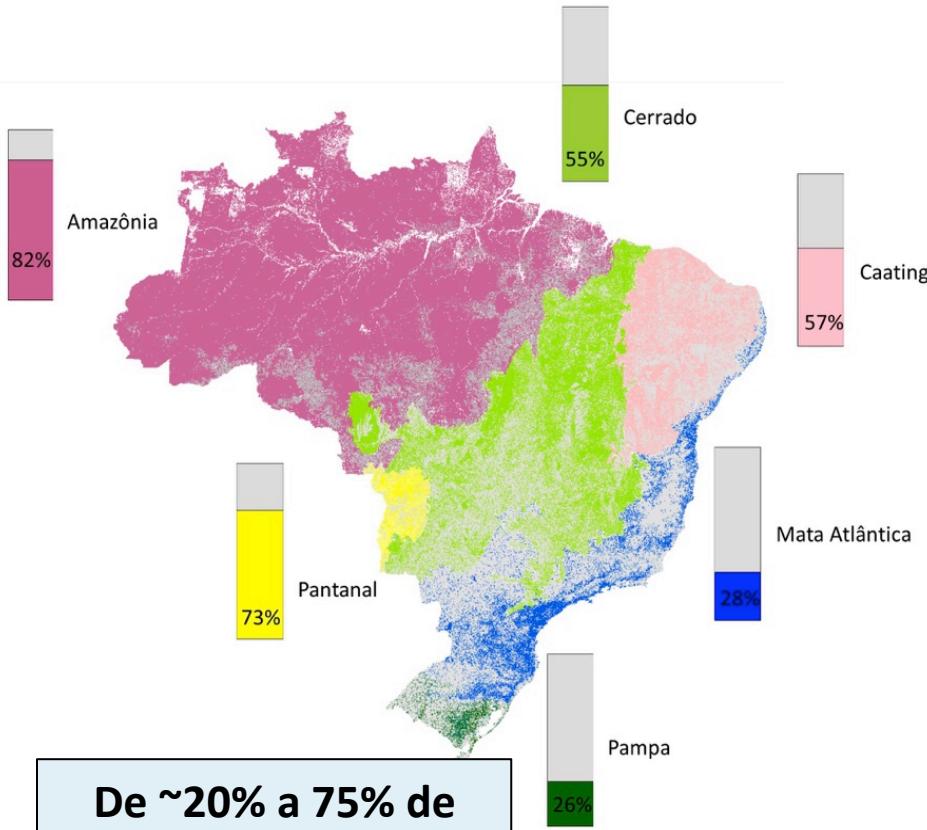
Mín. 129.840 invertebrados



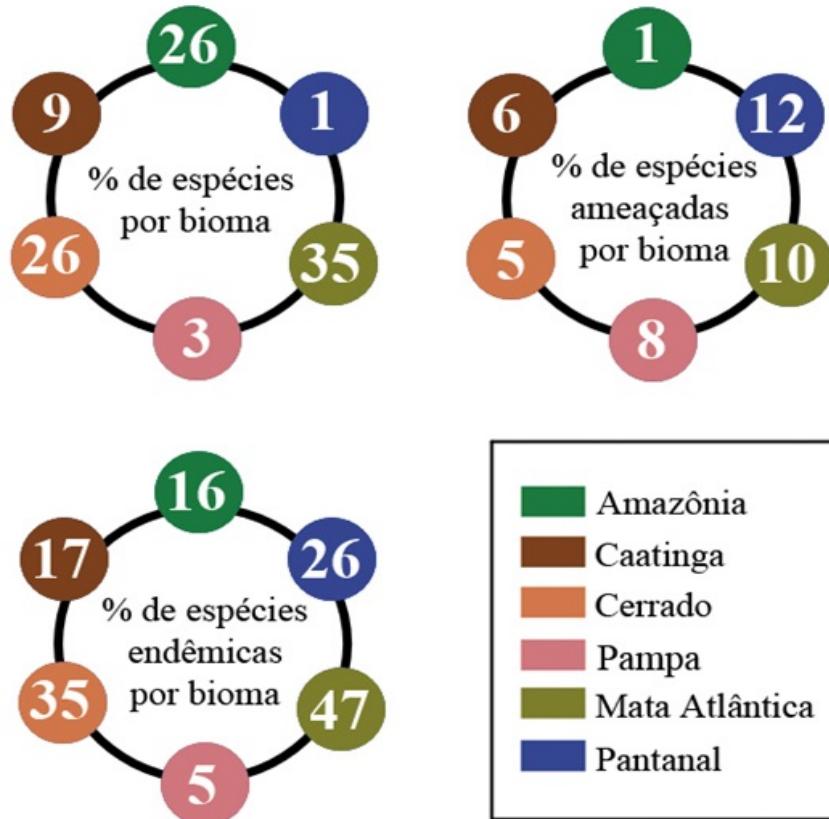
- Altas taxas de endemismos.
- No entanto...
- **Espécies ameaçadas** – 1.173 espécies da fauna e 2.118 da flora.

Nível de ameaça nos biomas

% Área nativa remanescente



% Espécies ameaçadas e endemismos



Situação particularmente crítica na Mata Atlântica e Cerrado

Brasil - Pressões sobre a Biodiversidade e Ecossistemas

		Vetores Diretos de Degradação da Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos								
Bioma	Ambiente	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)	Tendência atual e de um futuro próximo do vetor (setas)	
Alto	↗	Aumentando O impacto do vetor de transformação está aumentando continuamente ao longo dos últimos anos
Médio	→	Estável O impacto do vetor de transformação permanece estável nos últimos anos, sem aumentar ou diminuir
Baixo	↖	Diminuindo O impacto do vetor de transformação está diminuindo continuamente ao longo dos últimos anos
	↑	Aumentando muito rápido O impacto do vetor de transformação está aumentando em um ritmo cada vez maior, ano após ano
	?	Desconhecido Faltam informações acerca do impacto do vetor de transformação no bioma
	NA	Não se aplica

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

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

Mata Atlântica

Caatinga



Impactos de mudanças climáticas sobre os biomas brasileiros



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

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

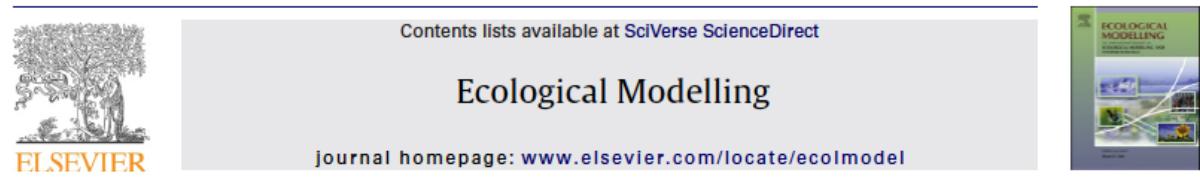
Biodivers Conserv (2013) 22:483–495
DOI 10.1007/s10531-012-0424-x

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

Efeitos espaciais das mudanças climáticas



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

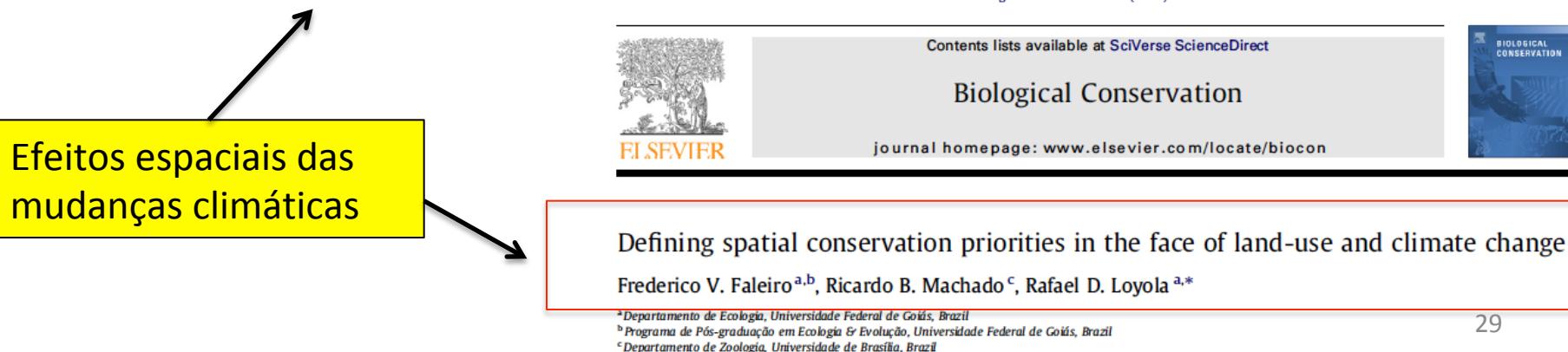
^b Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Av. Bandeirantes, 3900, 14040-901 Ribeirão Preto, São Paulo, Brazil

^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

Impactos sobre estratégias de conservação

Biological Conservation 158 (2013) 248–257



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

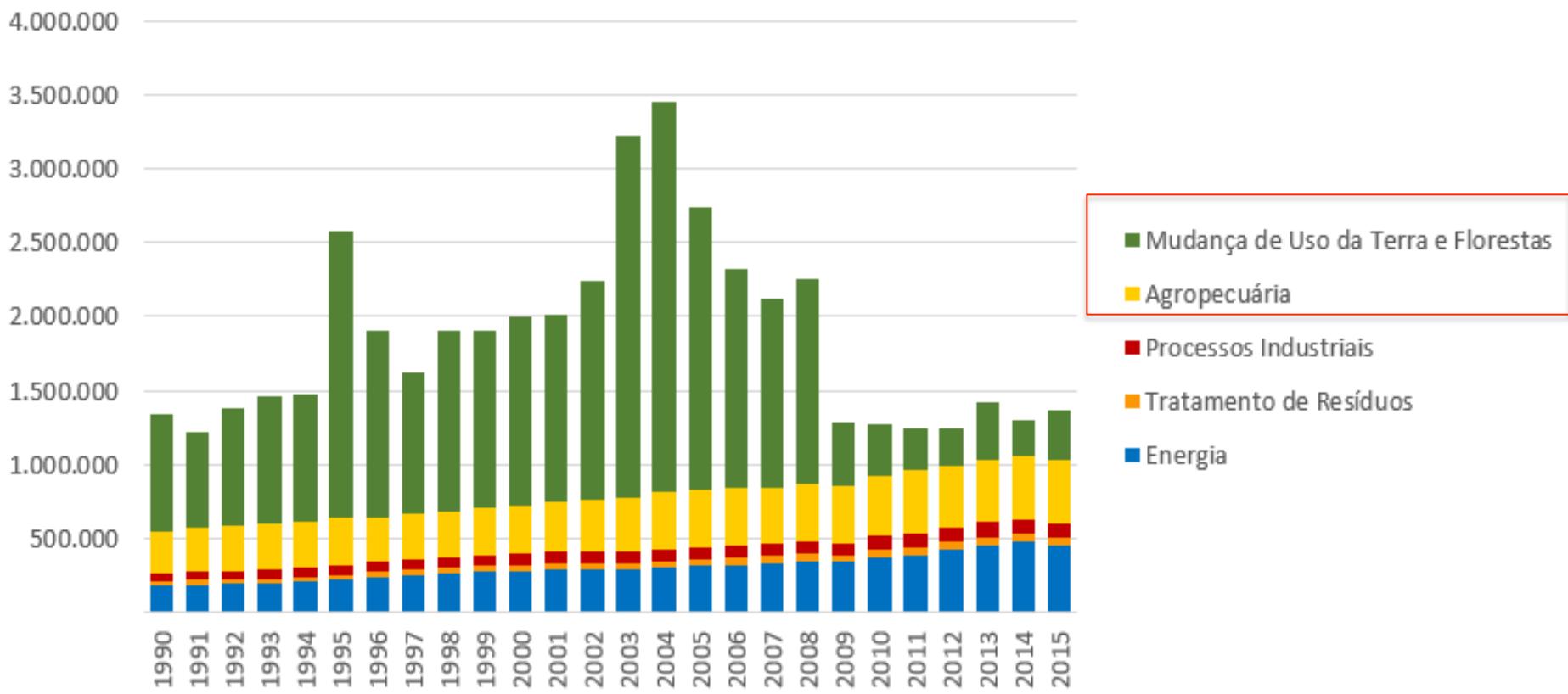


Impacto direto sobre as emissões de gases de efeito estufa

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

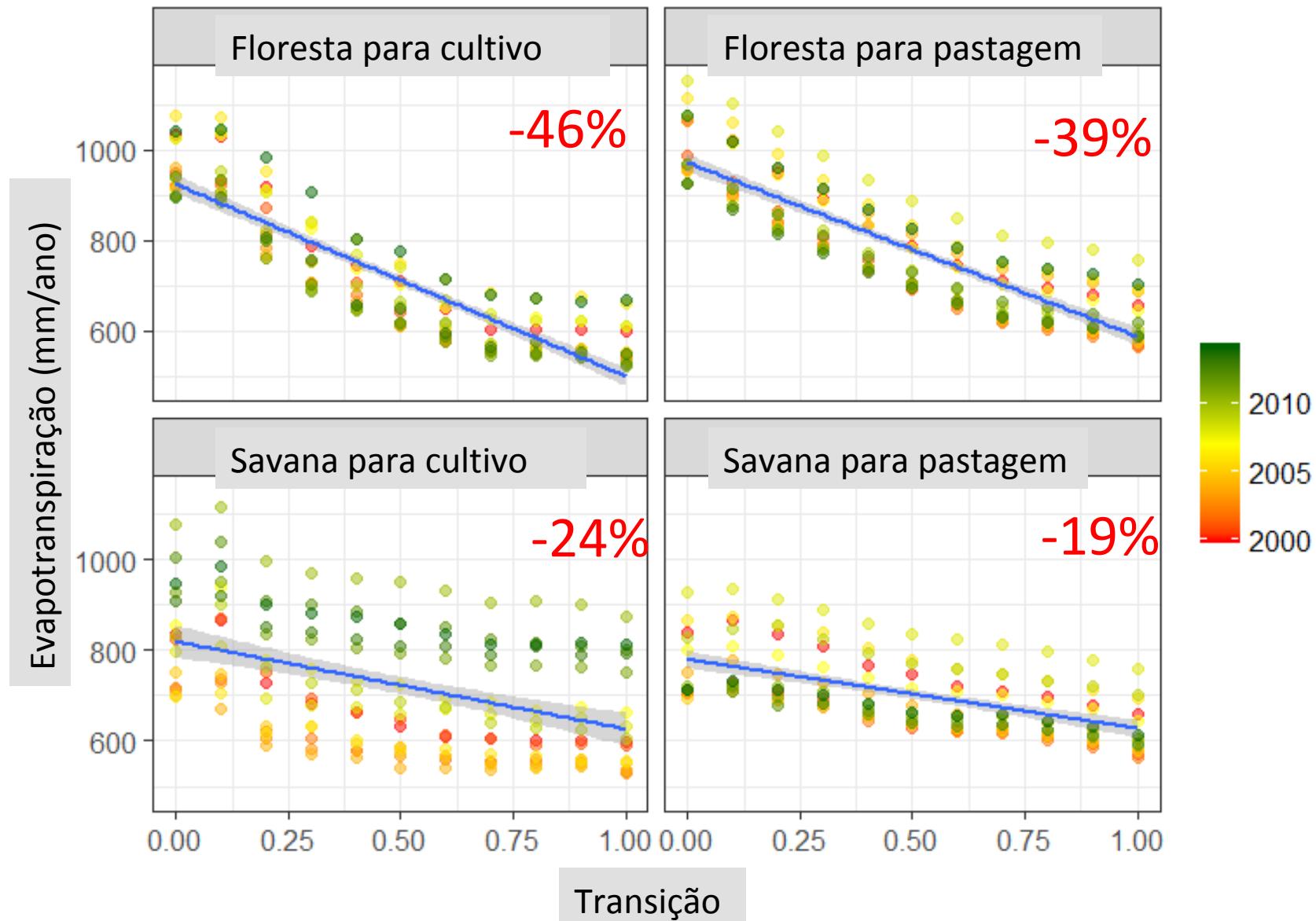


Soja e pastagem reciclar a mesma quantidade de água que a floresta durante a estação de crescimento

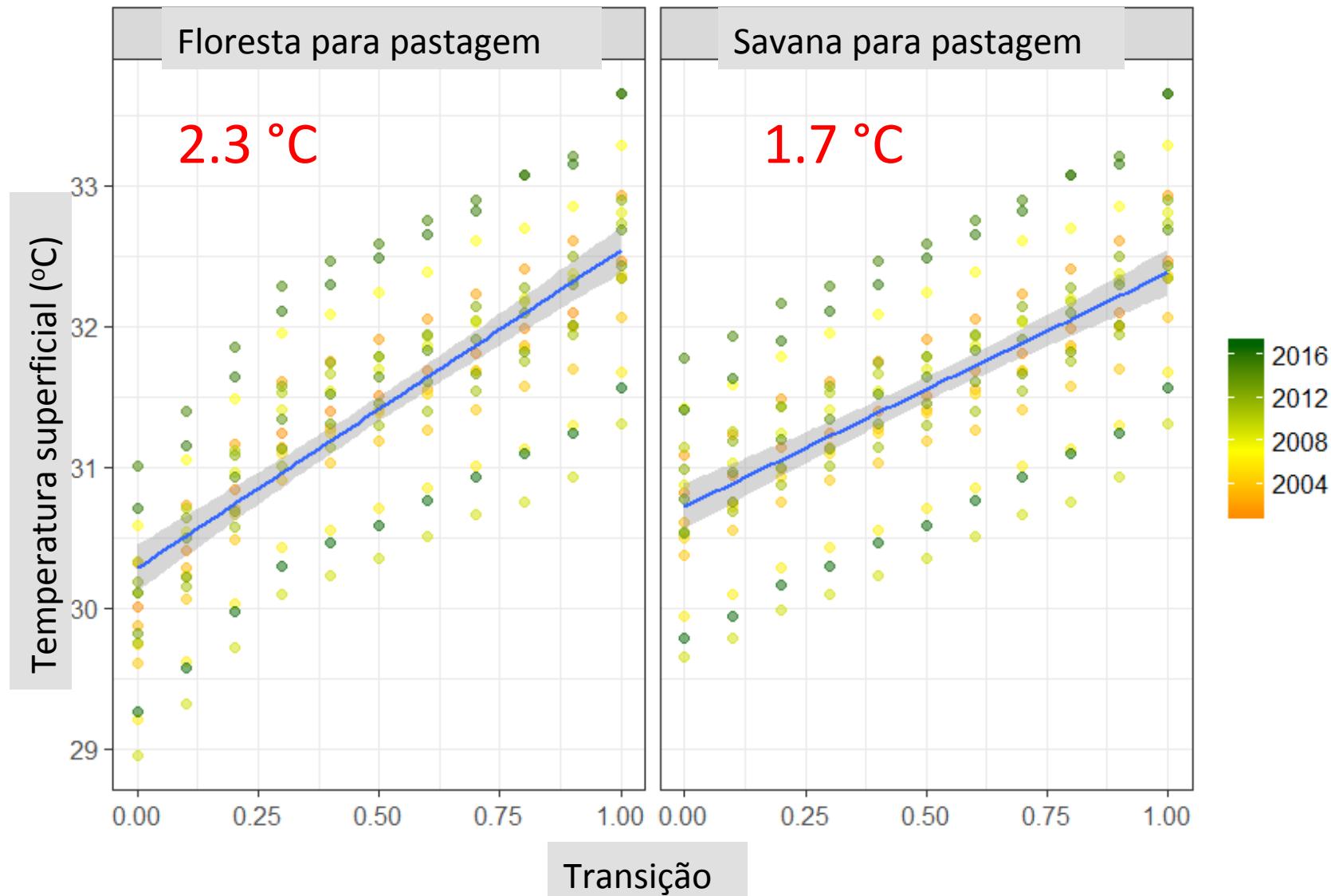


Mas não durante a estação seca,
Água fica aprisionada no solo proque não há raízes ativas.

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 (\approx 1 Mha).

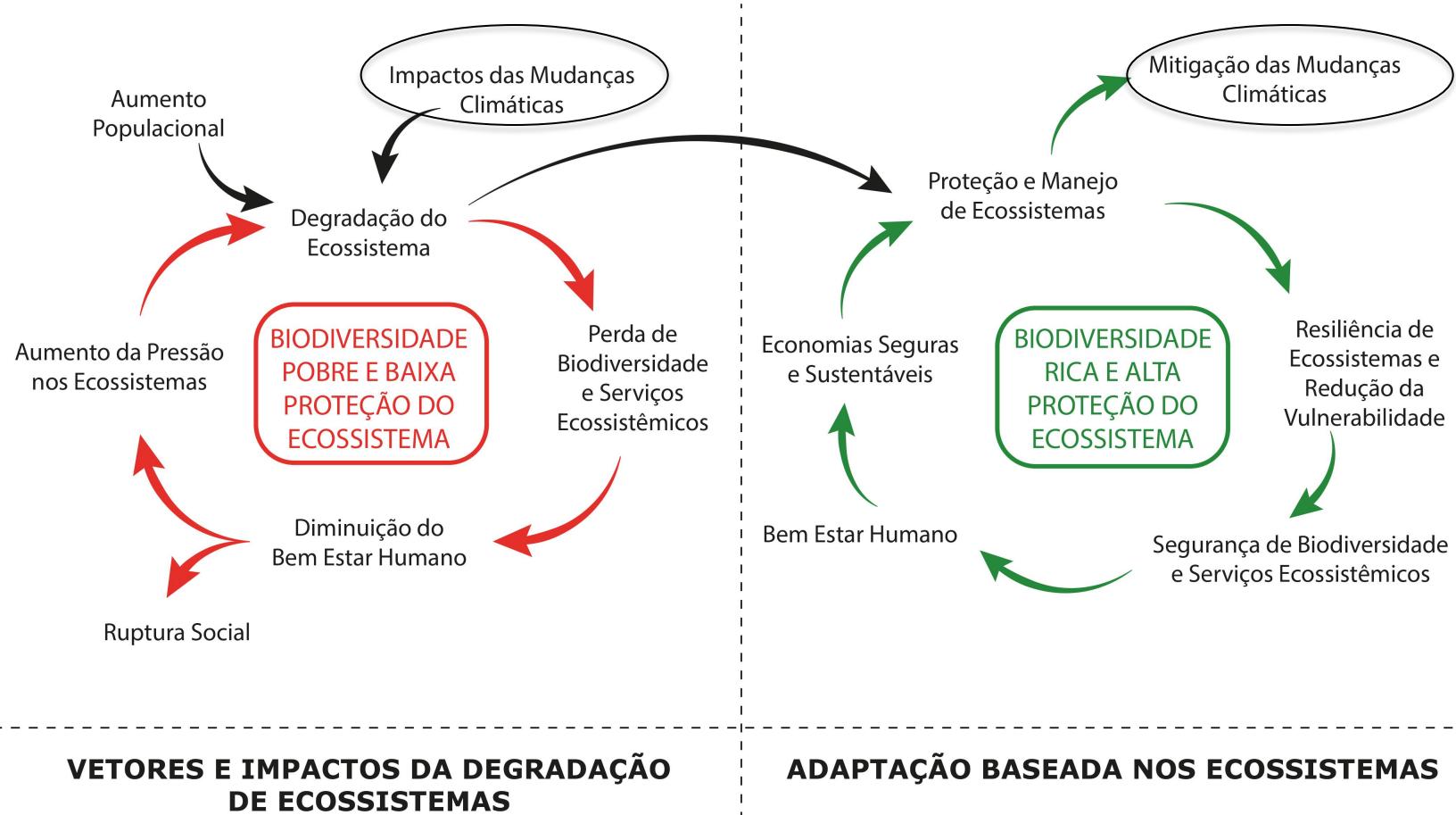
Mudanças climáticas e resiliência de ecossistemas

- 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

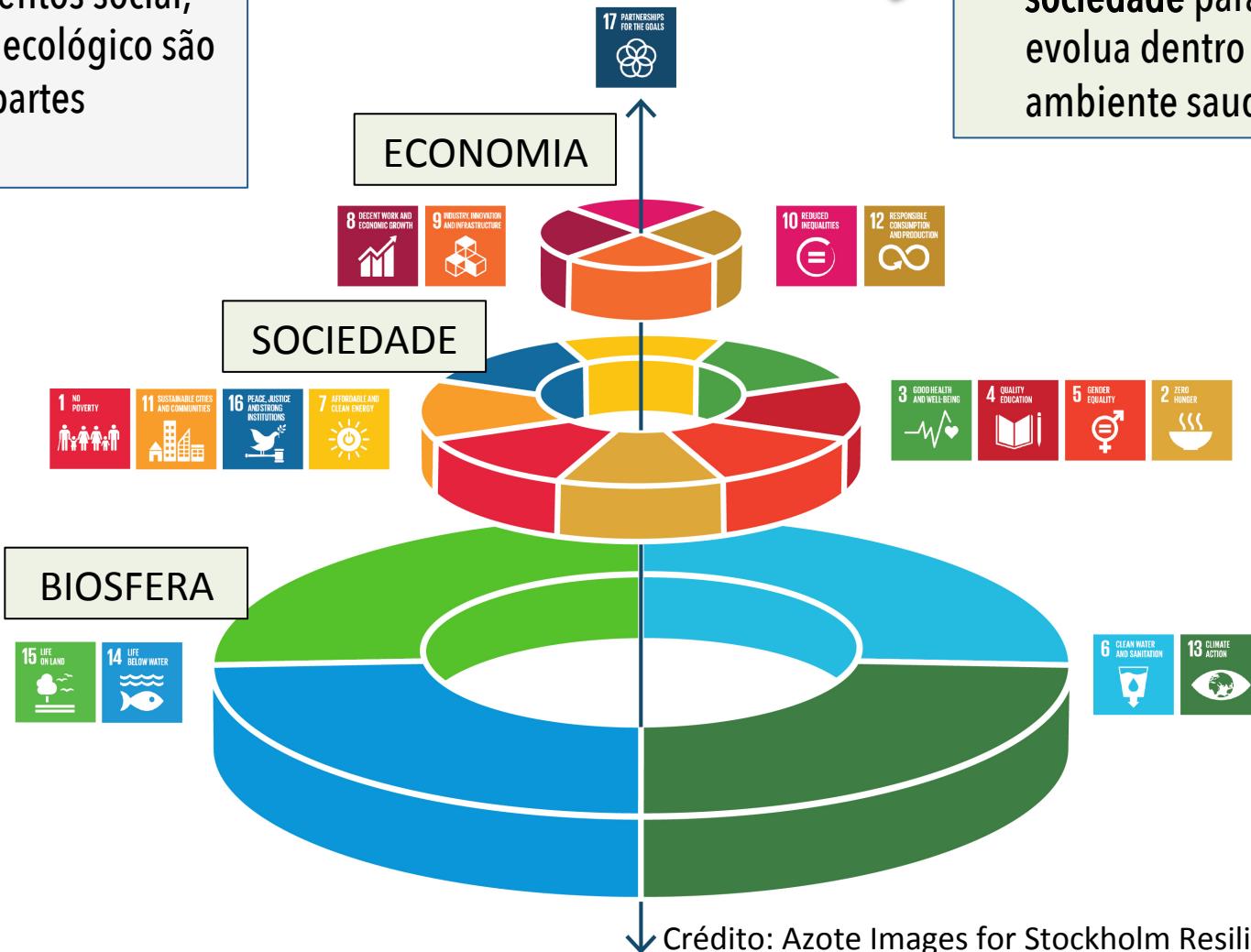


Biosfera: base do Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

- 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.



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.



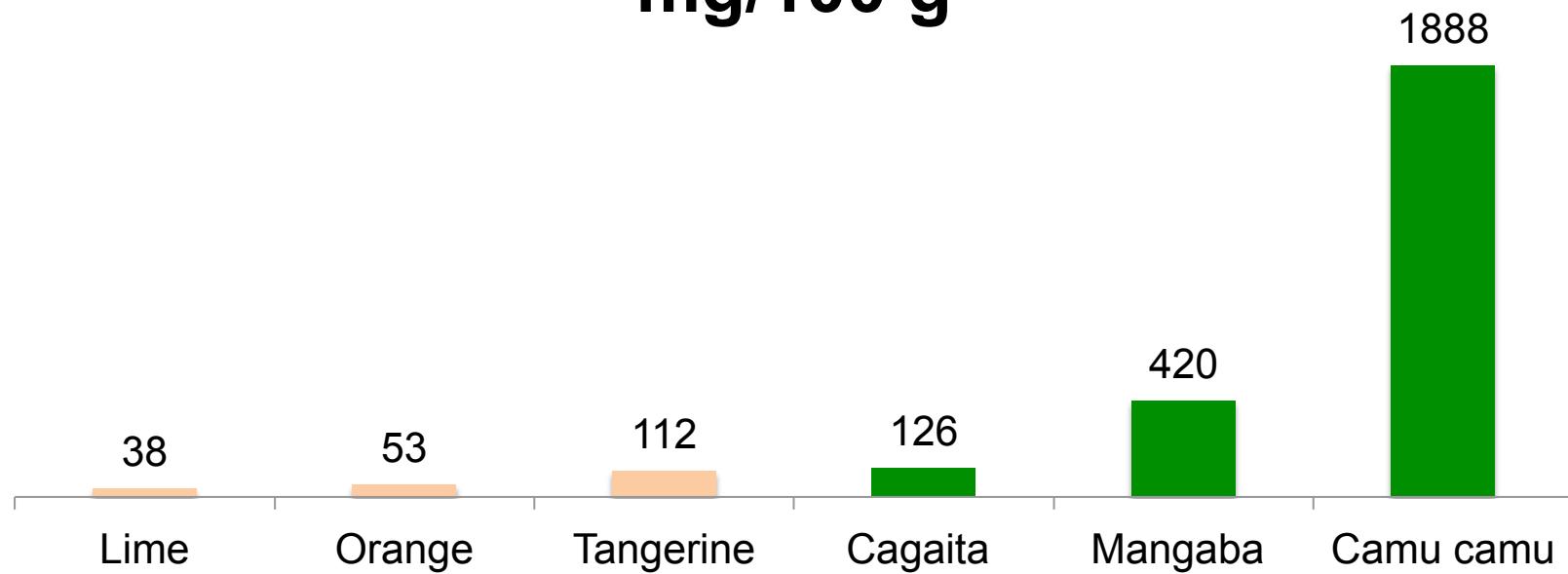
Cerca de 80 famílias e 469 espécies de plantas são cultivadas em sistemas agroflorestais.



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.

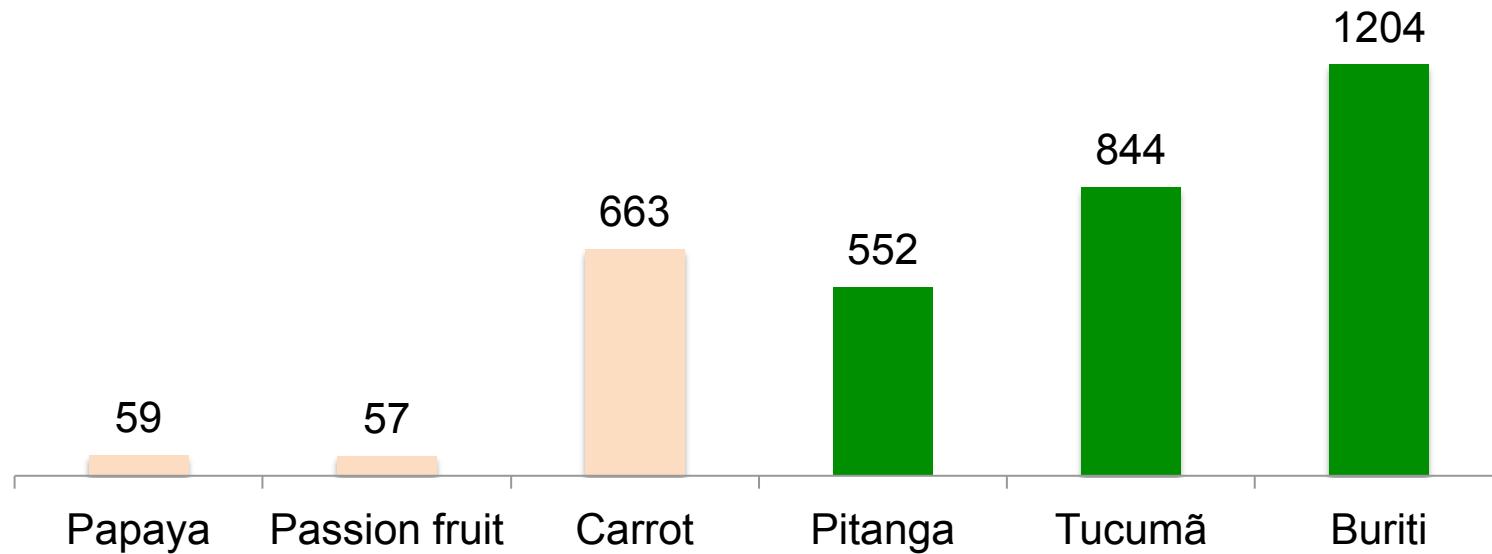
O que estamos perdendo?

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**

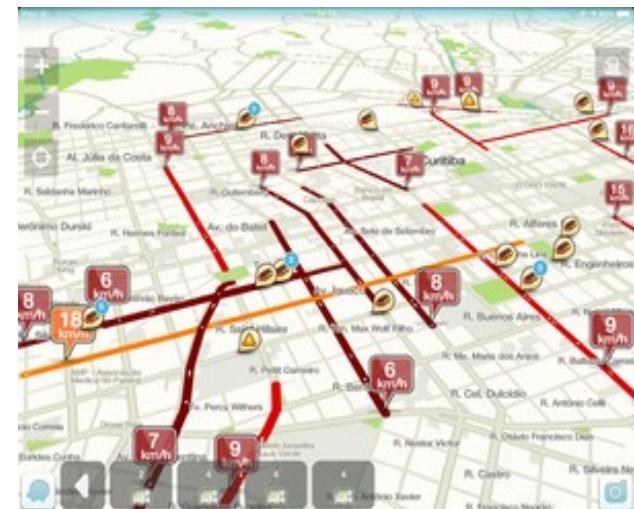


- *Ações para redução de emissões GEE e de impactos de mudanças climáticas*

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

A Ciéncia possui fundamental importância para:

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



BIODIVERSIDADE E ECOSISTEMAS

POLÍTICAS DE DESENVOLVIMENTO

É NECESSÁRIO



Obrigada!

mercedes@unb.br