



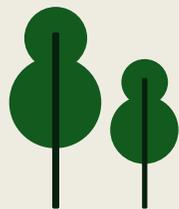
Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo



Secretaria de  **SÃO PAULO**
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística GOVERNO DO ESTADO

WORKSHOP 3
PLANO ESTADUAL
DE ENERGIA 2050
Race to Zero | Race to Resilience

OFERTA II – Impactos climáticos nas
vazões, Combustíveis fósseis e
balanço de energia elétrica





Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo



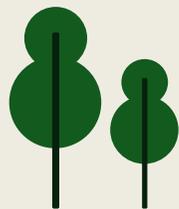
Secretaria de  **SÃO PAULO**
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística GOVERNO DO ESTADO

WORKSHOP 3 PLANO ESTADUAL DE ENERGIA 2050

Race to Zero | Race to Resilience

EFEITO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

José Wanderley Marangon,
Michelle S. Reboita,
Benedito C. da Silva



20 de Julho de 2023

AGENDA

1. CONTEXTO

2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA
3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES
4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA
5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO
6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS
7. PROJEÇÃO DA CARGA
8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS

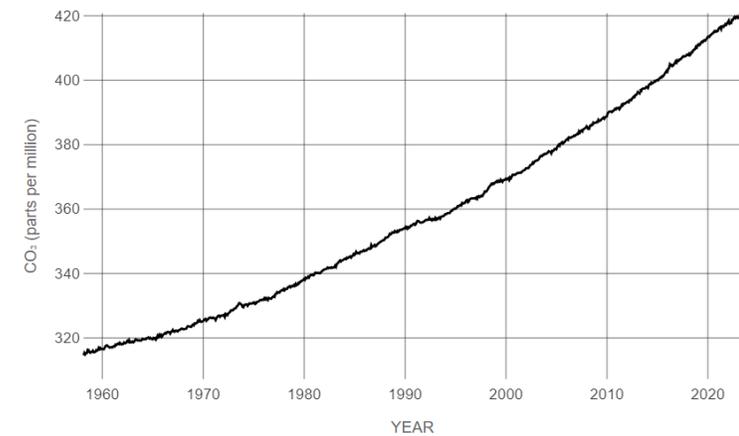
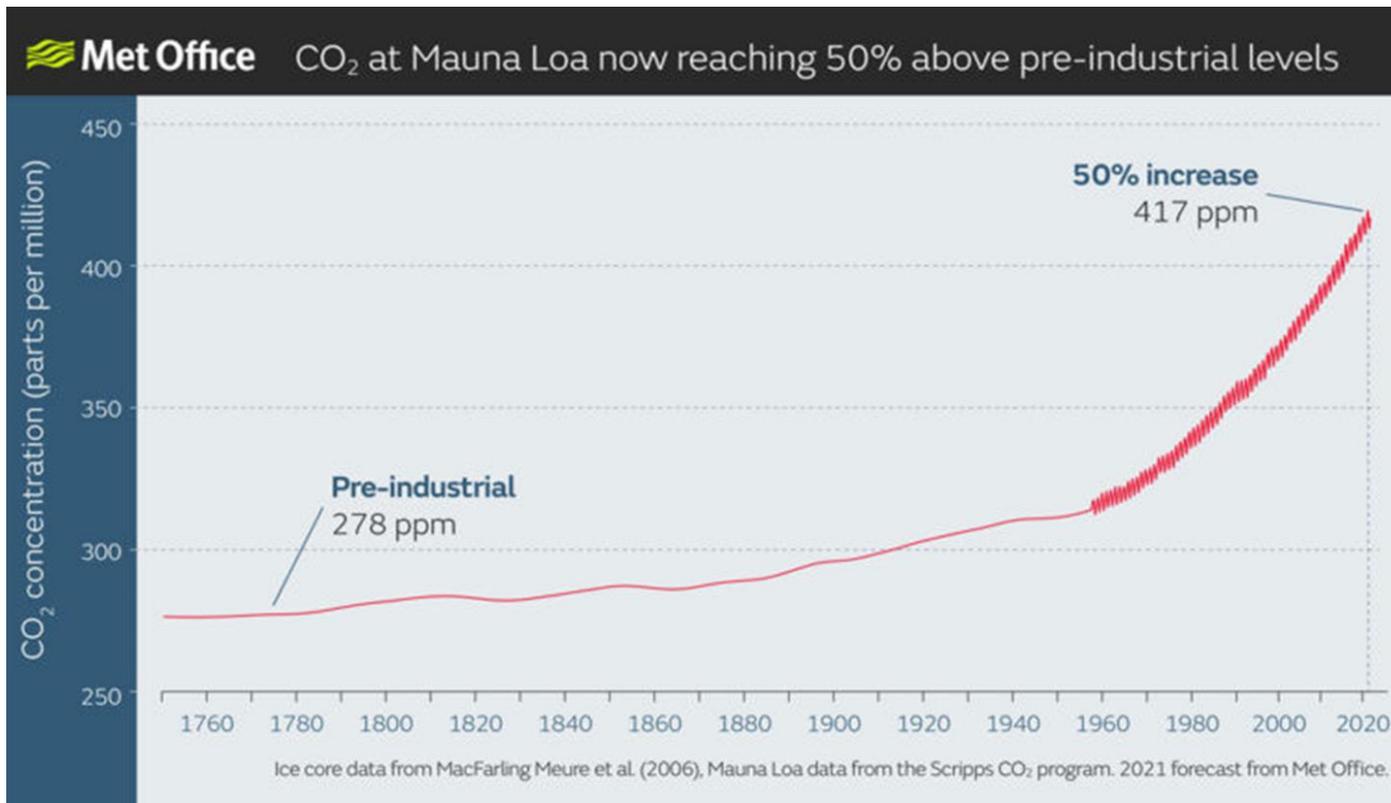
CONTEXTO

No início da revolução industrial, a concentração de CO₂ na atmosfera era de ~280 ppm. Hoje é de ~421 ppm (partes por milhão)

Qual a implicação desse aumento?

2019	6	414.16
2020	6	416.60
2021	6	418.94

June 2023: 423.68 ppm
June 2022: 420.99 ppm
Last updated: Jul 05, 2023



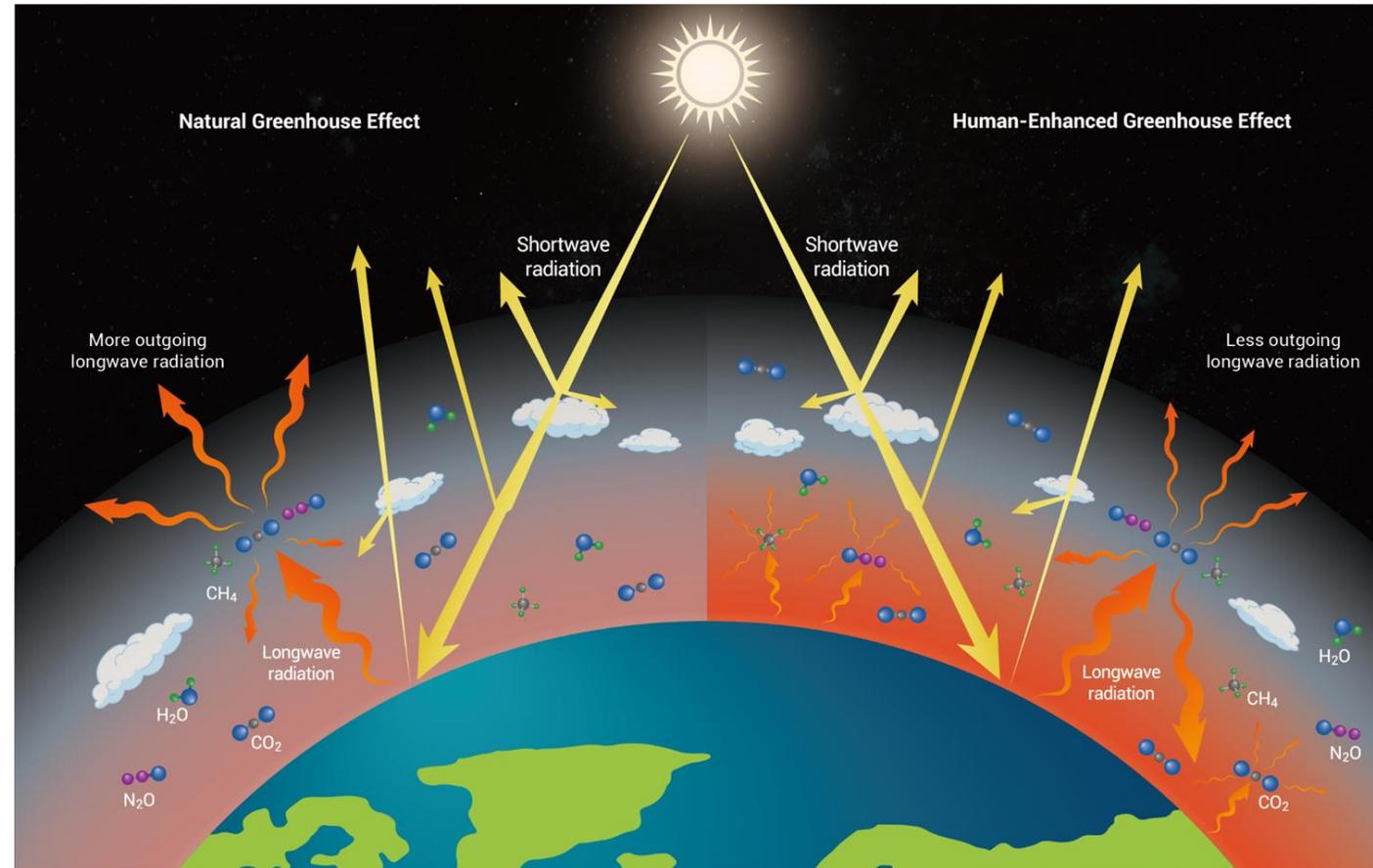
Ilha de Mauna Loa
(Havaí no oceano
Pacífico)

Qual a implicação desse aumento?

- Mudança na composição química da atmosfera
- Aumento do efeito estufa
- Aumento da média global da temperatura do ar

Há problemas em decorrência do aquecimento global?

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)

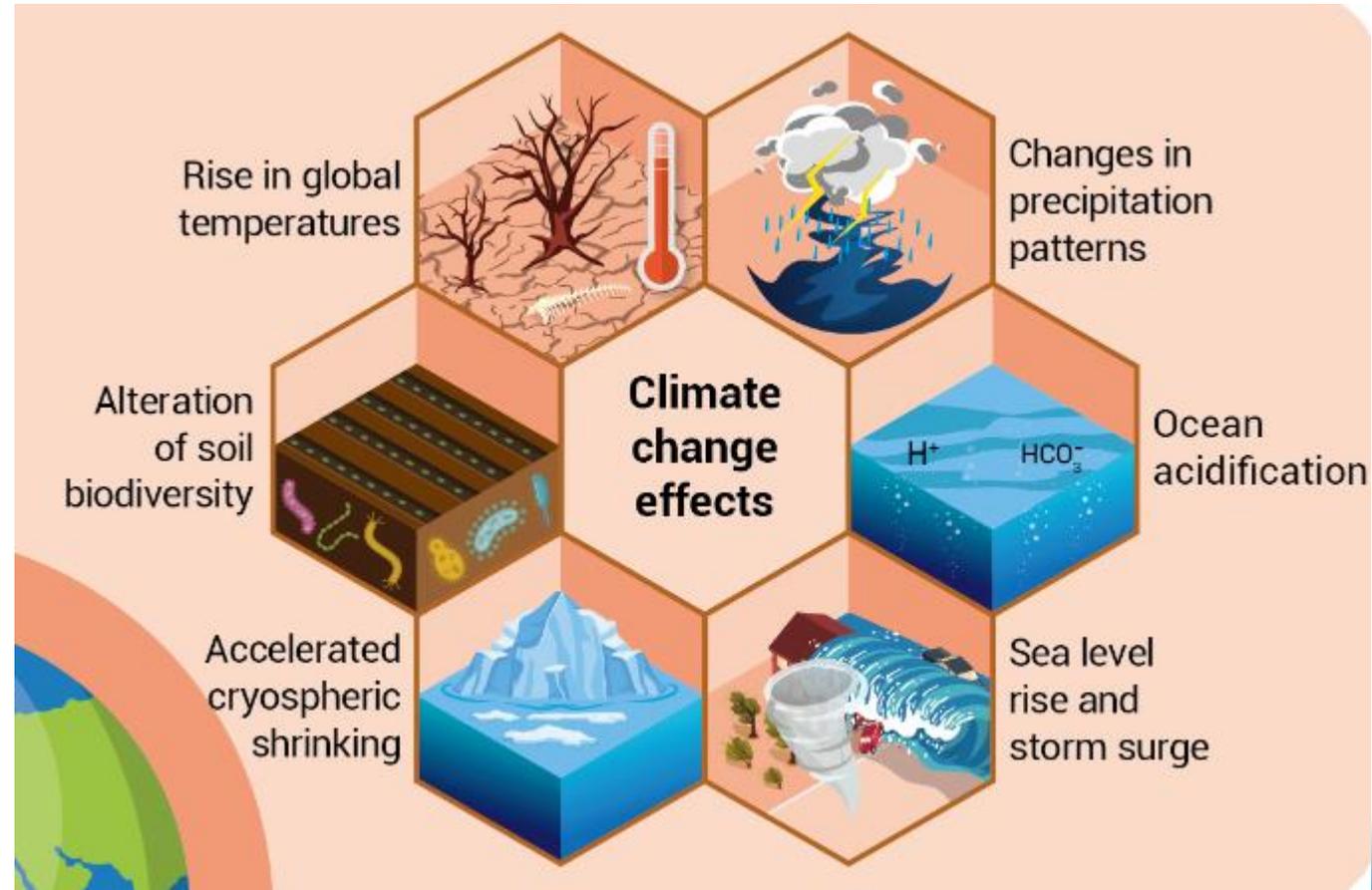


Há problemas em decorrência do aquecimento global?

Há inúmeros problemas como exemplificado na figura.

Mesmo reduzindo, hoje, a zero as emissões, os efeitos do aquecimento ainda perdurarão por décadas.

A humanidade está exposta aos problemas das mudanças no clima.

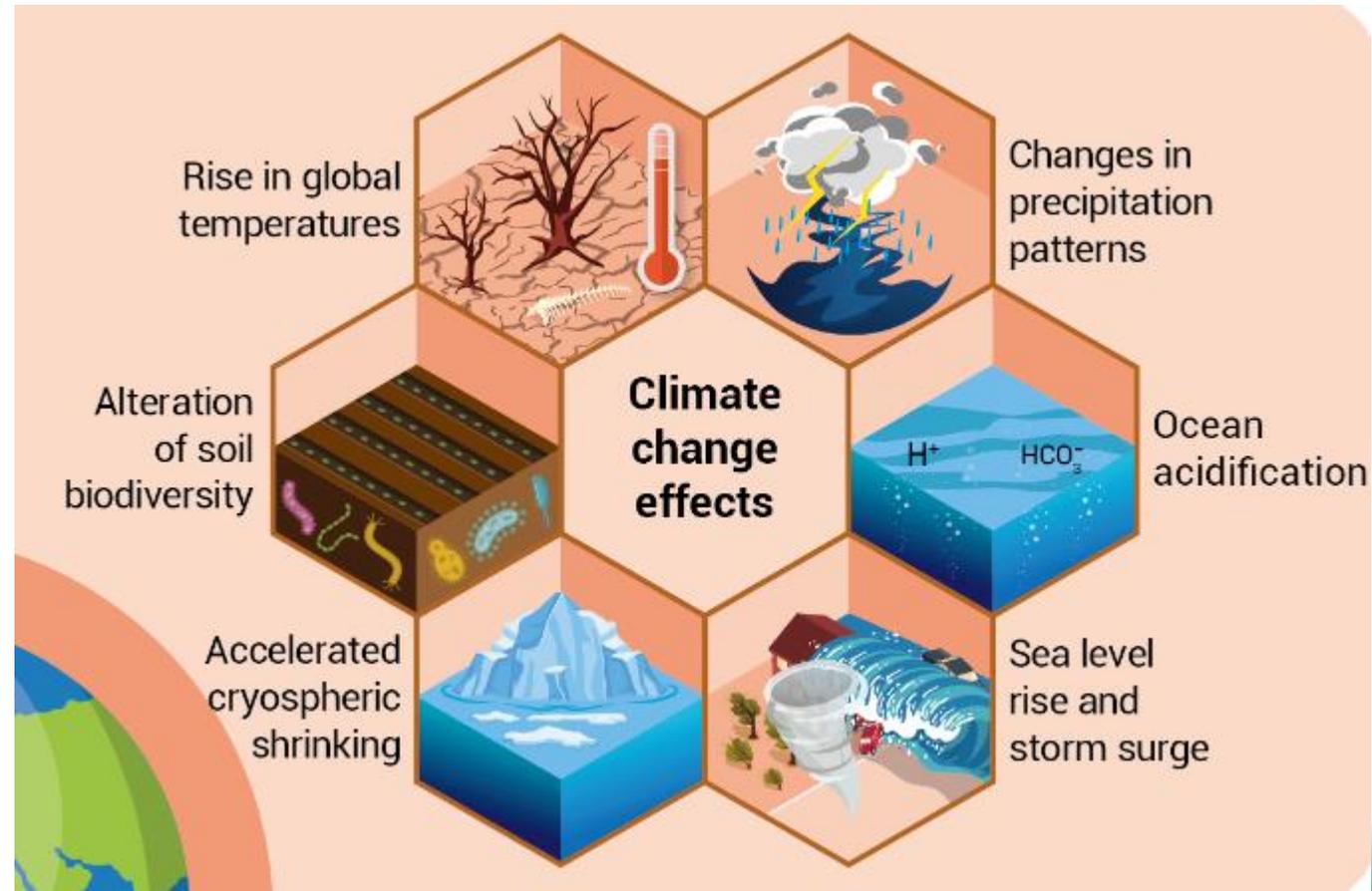


E no panorama energético?

Mudança no regime de chuvas afeta a geração hidrelétrica tanto no seu aspecto de geração média como na variabilidade de produção principalmente em usinas a fio d'água

Mudança no comportamento do vento e insolação afeta a geração eólica/solar e sua despachabilidade

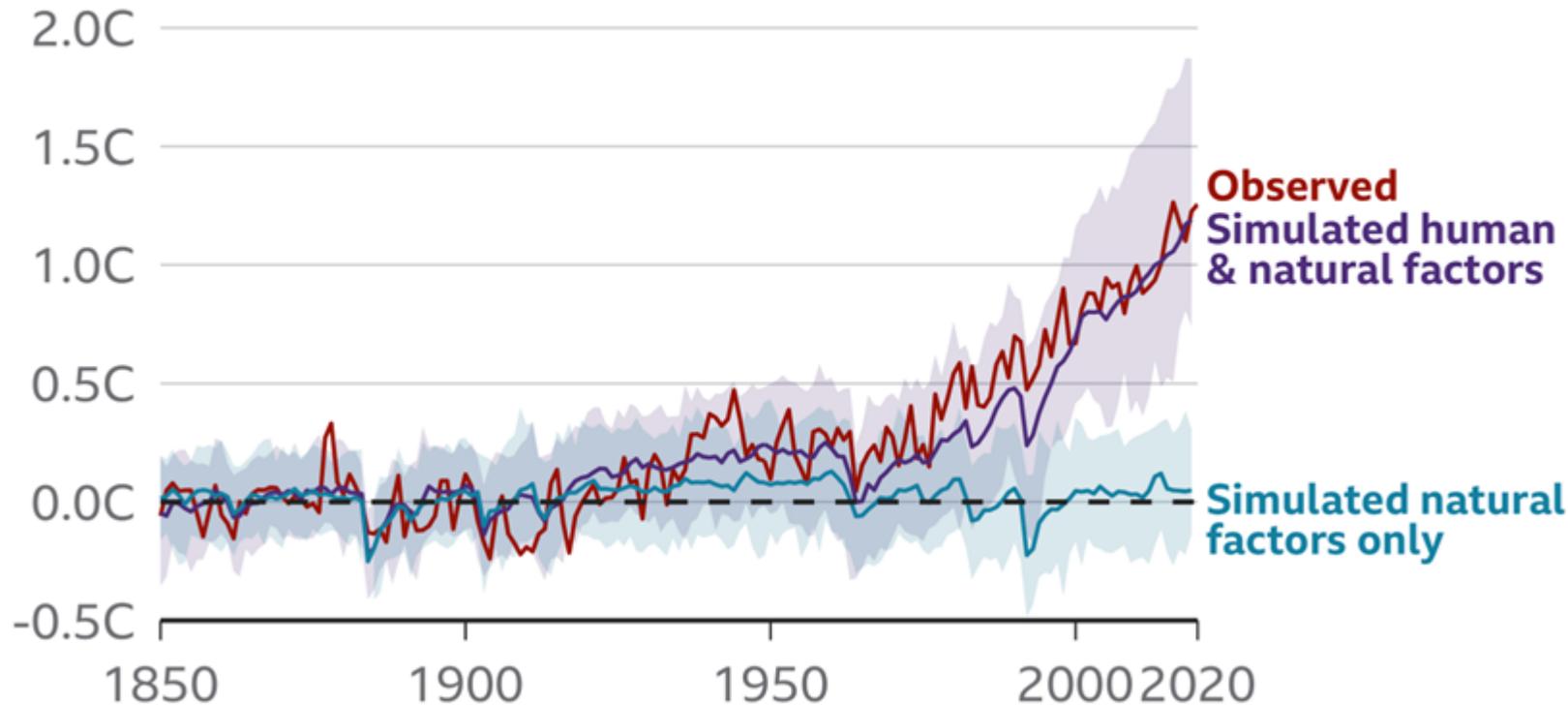
Mudança na temperatura afeta os equipamentos das centrais e na demanda de energia



CONTEXTO

Human influence has warmed the climate

Change in average global temperature relative to 1850-1900, showing observed temperatures and computer simulations



Note: Shaded areas show possible range for simulated scenarios

Source: IPCC, 2021: Summary for Policymakers

Pontos chave do IPCC 2021

- A temperatura da superfície do globo foi 1.09° C maior na década 2011-2020 que que na década de 1850-1900
 - Os últimos 5 anos foram os mais quentes desde 1850
 - A taxa de aumento no nível do mar aumentou o triplo comparado com 1901-1971
 - A influência humana no processo é muito provável (90%) sendo o principal fator do degelo desde 1990 e diminuição do mar de gelo do Ártico.
- Existe uma certa convicção de que o extremos de calor incluindo ondas de calor tornaram mais frequentes e mais intensas desde 1950s, enquanto que eventos de frio tem sido menos frequentes e menos severos.

O que podemos fazer?

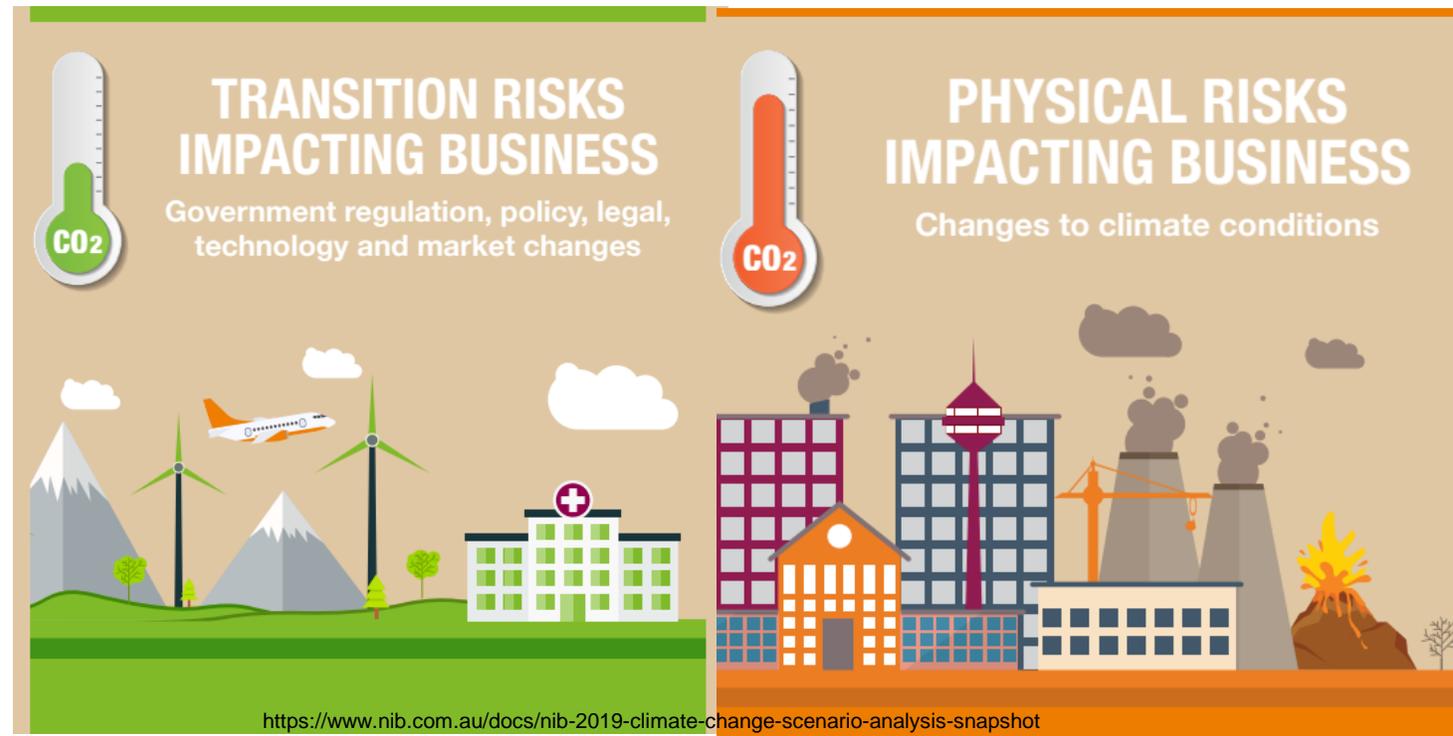
Conhecer a dimensão do problema: Usar conhecimentos científicos para projetar os possíveis cenários das mudanças

Planos de adaptação: mitigar os efeitos das mudanças climáticas construindo um sistema mais resiliente

Objetivo do presente estudo: fornecer projeções de variáveis hidrometeorológicas em alta resolução para o Estado de São Paulo.

Projeções climáticas

- Computadores de alto desempenho
- Representação numérica do sistema climático
- Cenários



IPCC vem compilando as informações sobre mudanças no clima desde a década de 1991

P&D ANEEL Estratégico 10 mostrando as tendências usando CMIP4 onde projetou uma queda 25% na GF em 2040-70 em relação a 1960-90 (2013) – AR4

Projeto META MME do BID usando CMIP5 para sugerir mudanças no planejamento mostrando a não estacionaridade das bacias (2018) _ AR5

Projeto GIZ – MME Efeito das Mudanças Climáticas nas Hidrelétricas da Bacia do Paraná (2020) – AR5



AGENDA

1. CONTEXTO

2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES

4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA

5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

7. PROJEÇÃO DA CARGA

8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS

PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

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)

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

Requer um pouco menos de recursos computacionais do que o dinâmico

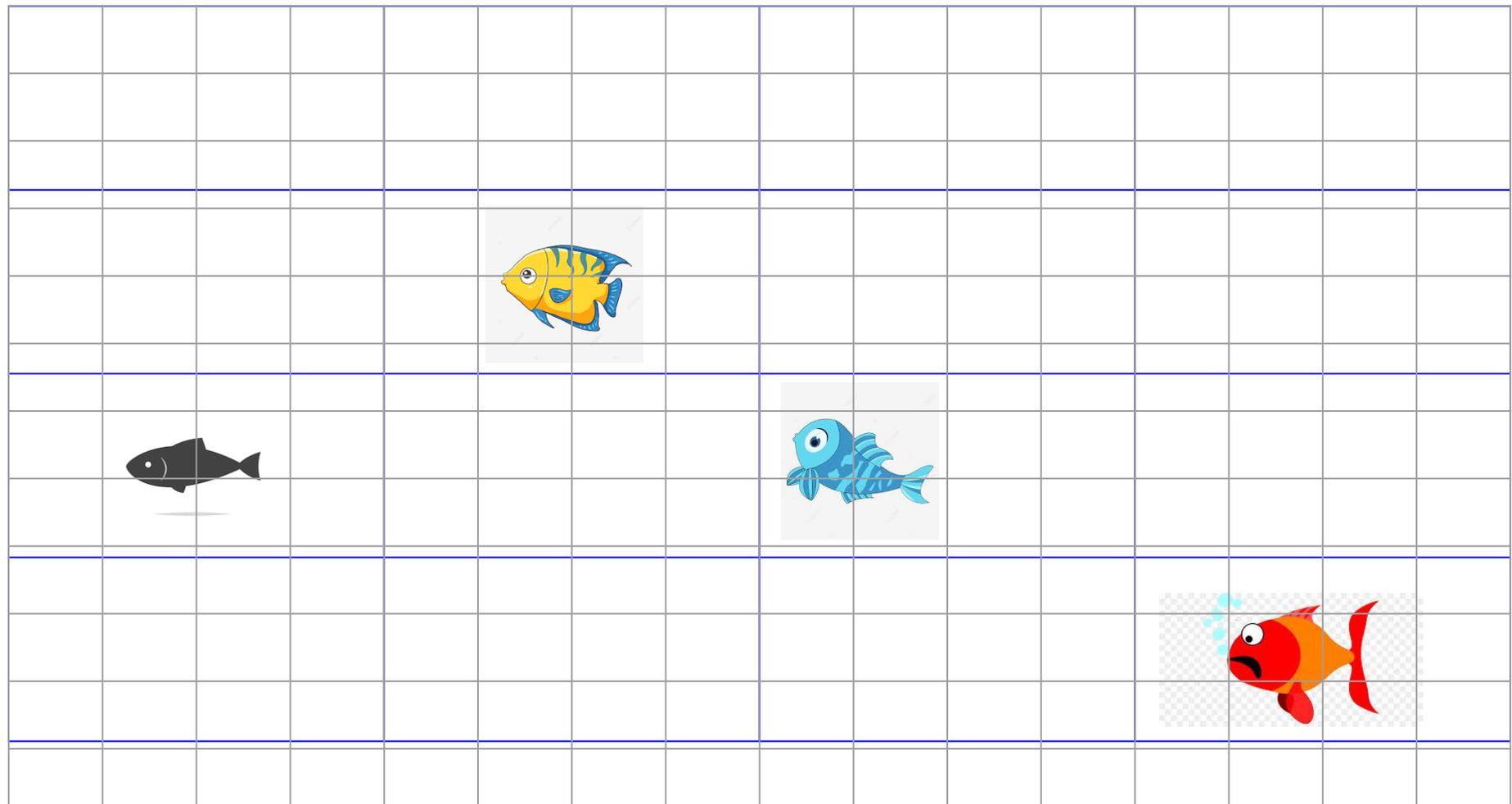
A partir das projeções climáticas dos modelos climáticos globais são obtidos dados em alta resolução

Necessita de dados observados históricos para ajuste de funções estatísticas que serão posteriormente aplicadas nas projeções.

Variáveis analisadas no projeto SP:
Precipitação
Temperatura Mínima
Temperatura Máxima
Intensidade do Vento a 10 m

Resolução horizontal dos modelos

Baixa Resolução



Alta Resolução

No caso do Estado de SP, usando modelos climáticos globais com **100 km** de resolução horizontal, que equivale a $\sim 1^\circ$, o número de pontos de grade cobrindo o domínio seria de **~ 35** .

No projeto, construímos uma grade com **5 km** de resolução horizontal (~ 10000 pontos de grade).

~ 619 km



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

Etapas do Estudo

1 Dados Observados

Obtenção de dados diários medidos *in situ* de estações da ANA, DAEE e INMET (1995 → 2022)

Controle de qualidade dos dados (falhas não são problemas, pois há interpolação no espaço)

Aplicação de método de interpolação espacial para criação de grade com 5 km de resolução horizontal para o Estado de SP e arredores

Validação dos resultados através de comparação com estudos da literatura

2 Projeções do CMIP6

Há cerca de 50 MCGs disponíveis para *download*

Inviável a obtenção de todos os dados

Dias e Reboita (2022) e Ferreira et al. (2023) identificaram os modelos com boa performance no Brasil

Com base nesses estudos foram selecionados 8 modelos (next slide)

Os cenários selecionados foram: SSP2-4.5 e SSP5-8.5

Os dados obtidos foram padronizados

3 Downscaling Estatístico

As saídas dos MCGs são interpoladas para a grade de alta resolução (5 km)

O período histórico dos MCGs são ajustados com base nos dados observados e as funções estatísticas são aplicadas ao futuro

Técnica usada: quantile delta mapping (Cannon et al., 2015)

Geração de mapas por períodos

Transferência dos dados para o grupo hidrologia

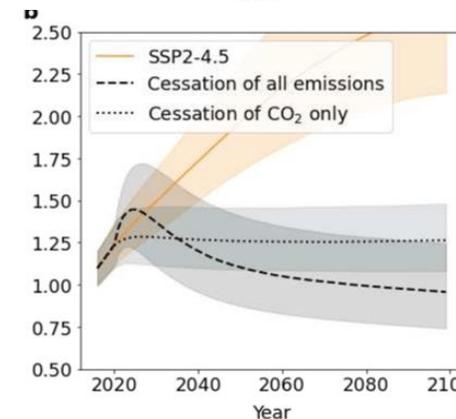
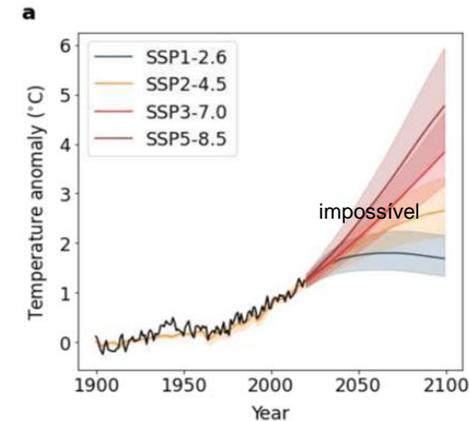
PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

Modelos Climáticos do CMIP6, cenários e variáveis usadas no projeto.

MODELO	HISTORICAL (1995-2014)				SSP245 (2015-2099)				SSP585 (2015-2099)			
	TMIN	TMAX	PR	Wind	TMIN	TMAX	PR	Wind	TMIN	TMAX	PR	Wind
EC-Earth3	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
ACCESS-CM2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
CMCC-ESM2	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
GFDL-ESM4	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
IPSL-CM6A-LR	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
MIROC6	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
MPI-ESM1-2-HR	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok
MRI-ESM2-0	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok	ok

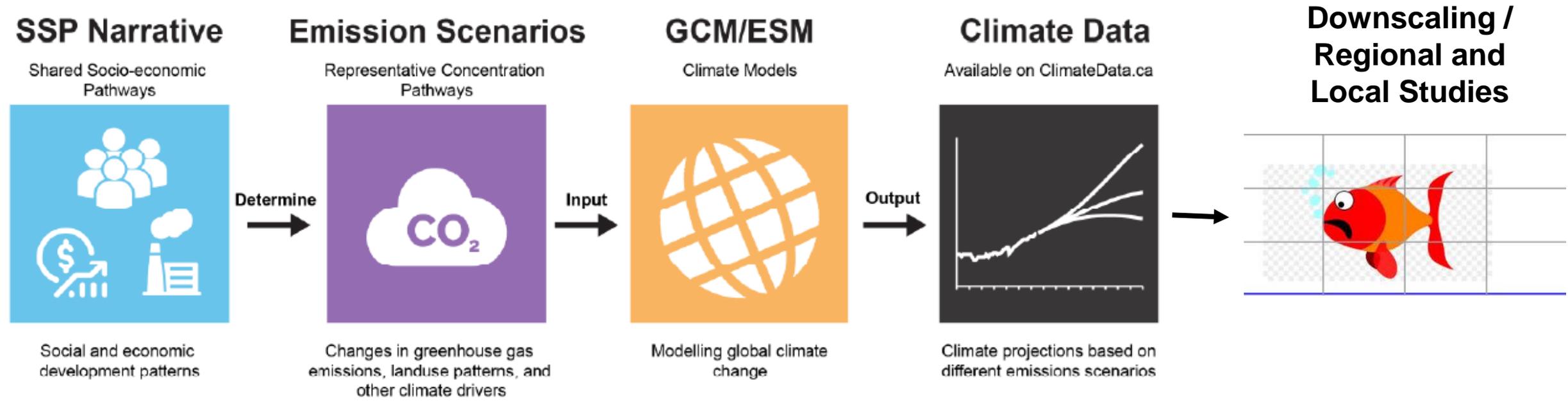
SSP2-4.5 tem emissões similares às atuais até 2050 seguidas de decréscimo, mas sem chegar ao net zero em 2100

SSP5-8.5 é o cenário mais pessimista com emissões aumentando.



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

Resumindo



AGENDA

1. CONTEXTO

2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA

3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES

4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA

5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

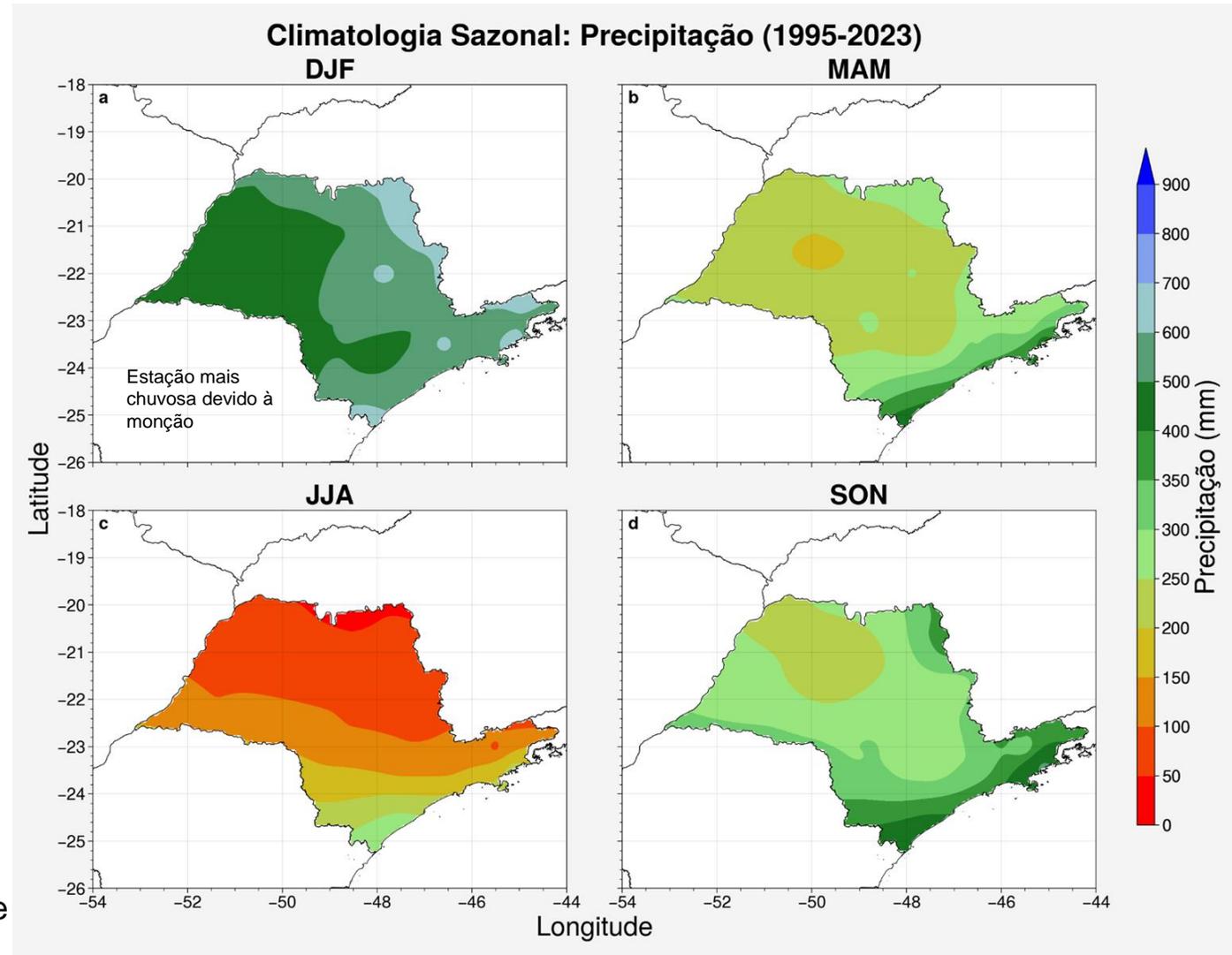
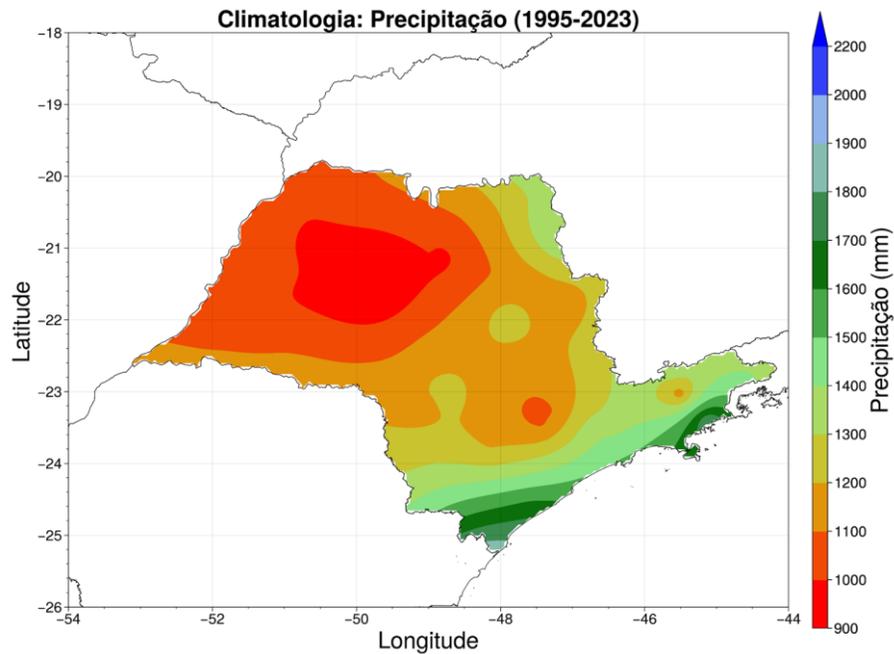
7. PROJEÇÃO DA CARGA

8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS

PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

Dados Observados: Climatologias

Precipitação (mm)



Os maiores totais pluviométricos registrados no litoral estão associados à influência da orografia no escoamento atmosférico e aos fenômenos de brisa marítima e brisa de vale e montanha.

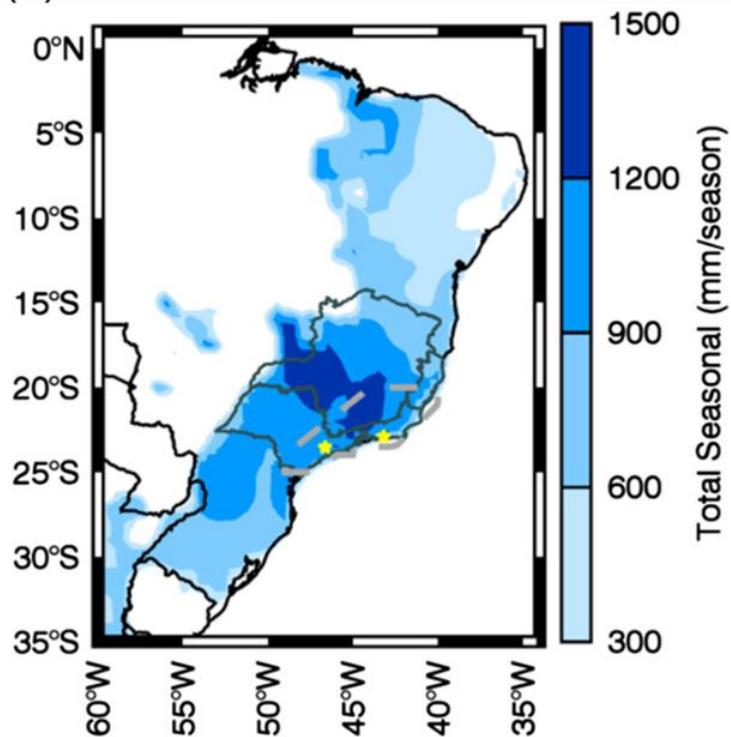
Análise das tendências da precipitação Esses dois trabalhos mostram resultados opostos

Research Article | [Full Access](#)

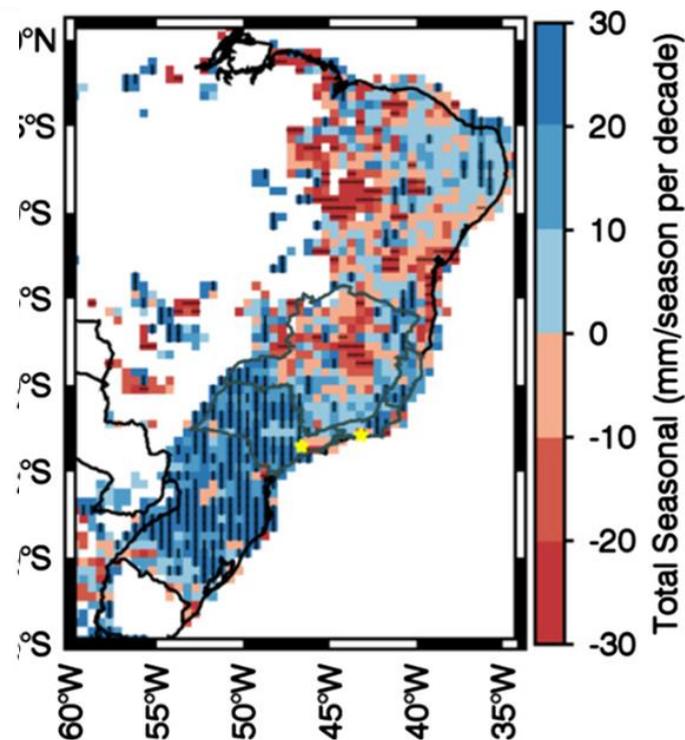
A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil

Marcia T. Zilli, Leila M. V. Carvalho, Brant Liebmann, Maria A. Silva Dias

First published: 02 August 2016 | <https://doi.org/10.1002/joc.4840> | Citations: 66



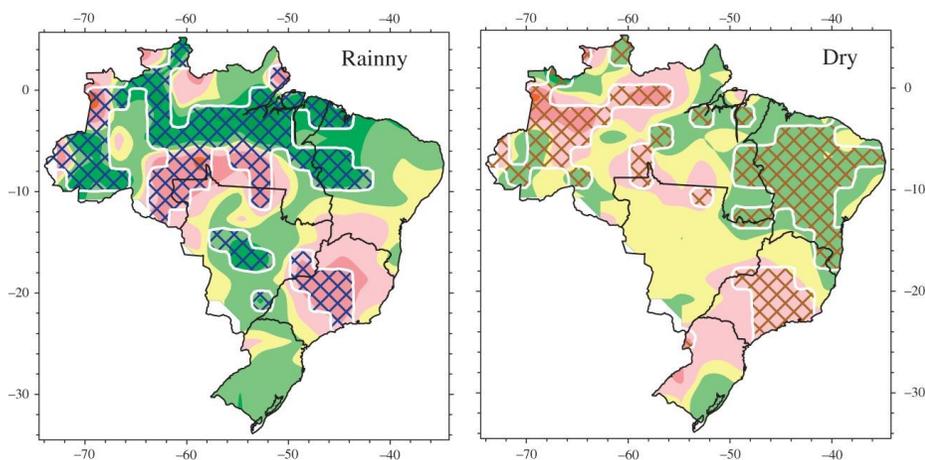
wet season = from October to March (1938 - 2012)
Station Data



An update on the rainfall characteristics of Brazil: seasonal variations and trends in 1979–2011

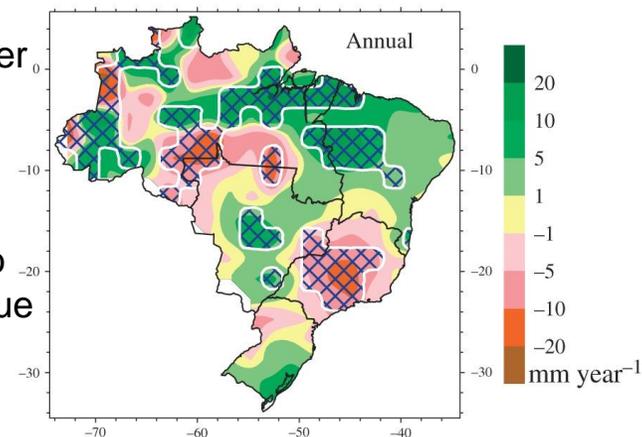
V. Brahmananda Rao, Sergio H. Franchito, Clovis M. E. Santo, Manoel A. Gan

First published: 27 April 2015 | <https://doi.org/10.1002/joc.4345> | Citations: 70



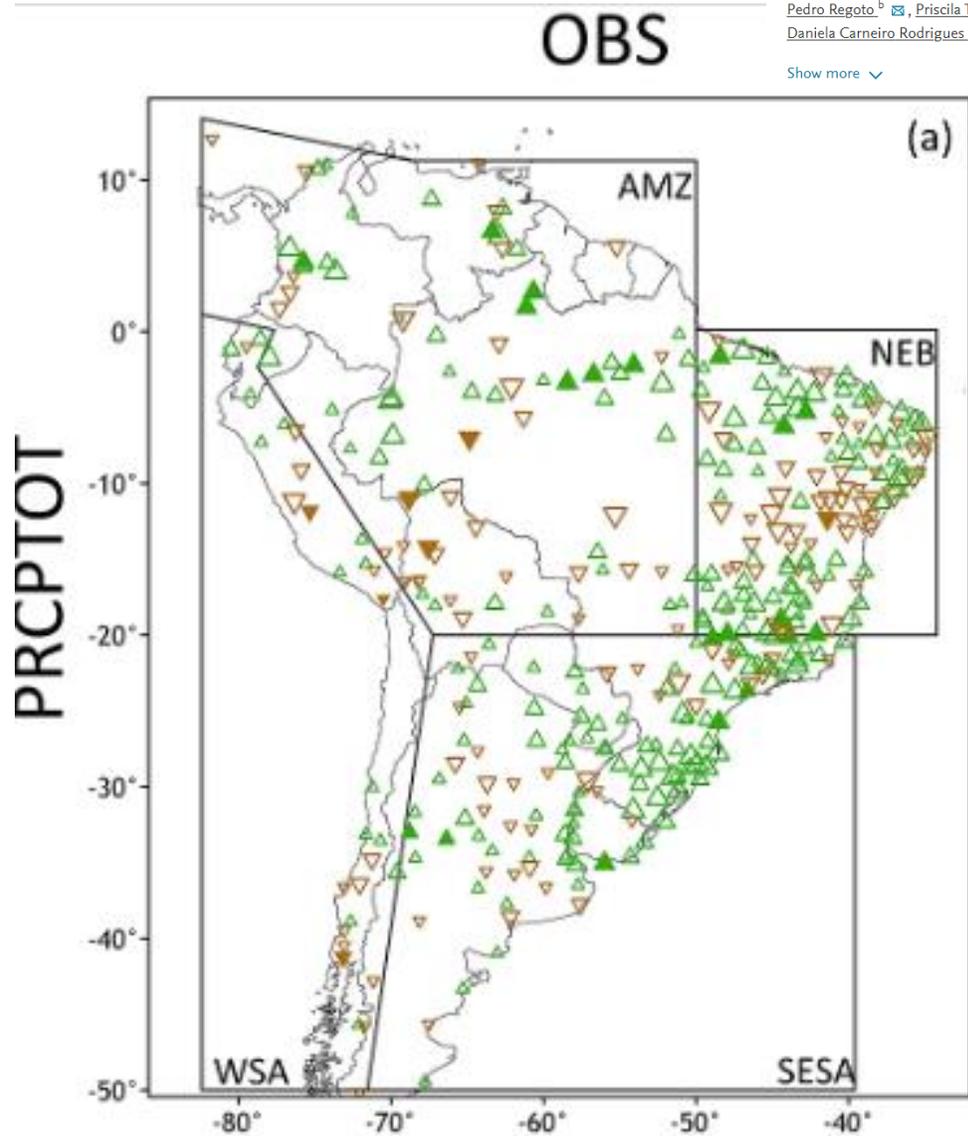
wet season =
from December
to January
1979-2011

Período mais curto
de análise. Será que
isso é efeito dos
últimos anos?

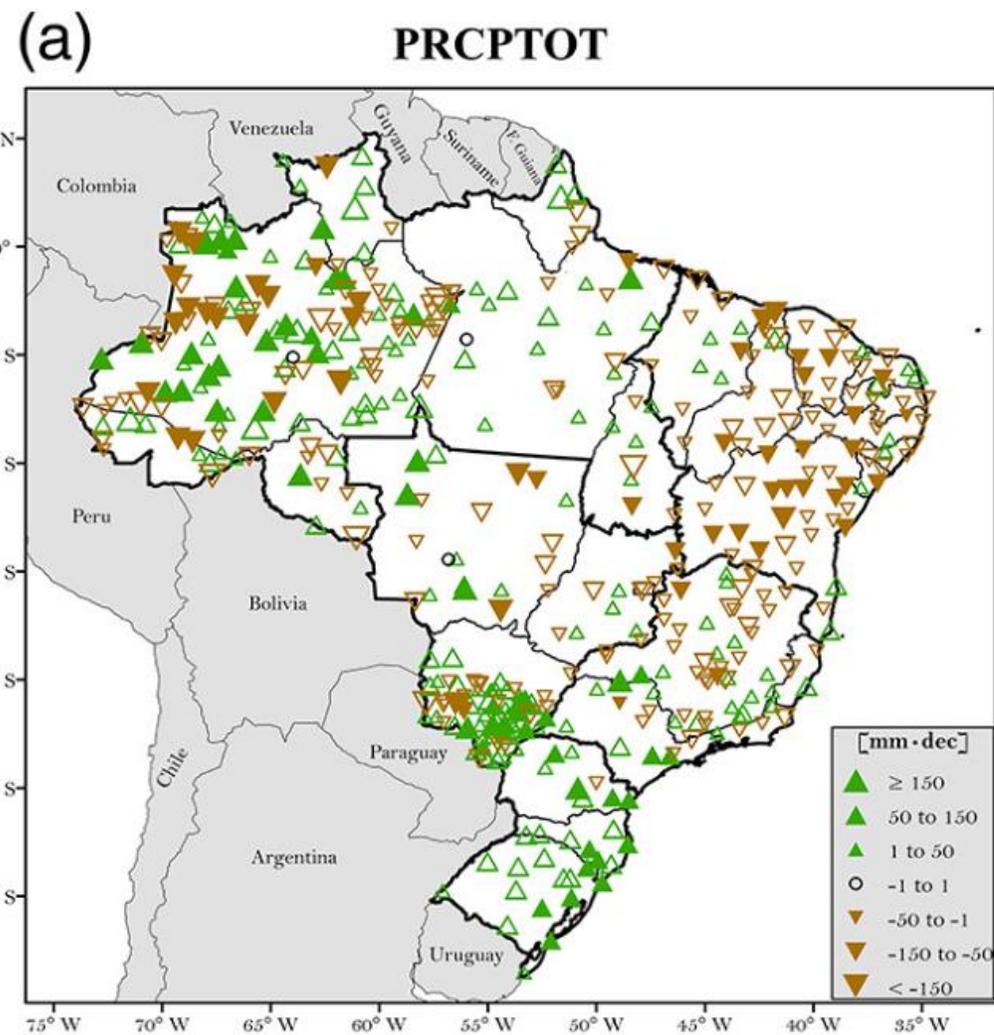


Claudine Dereczynski, Sin Chan Chou, André Lyra, Marcey Sonderrmann, Pedro Regoto, Priscila Tavares, Diego Chagas, Jorge Luís Gomes, Daniela Carneiro Rodrigues, María de los Milagros Skansi

Show more



Annual (1969-2009)



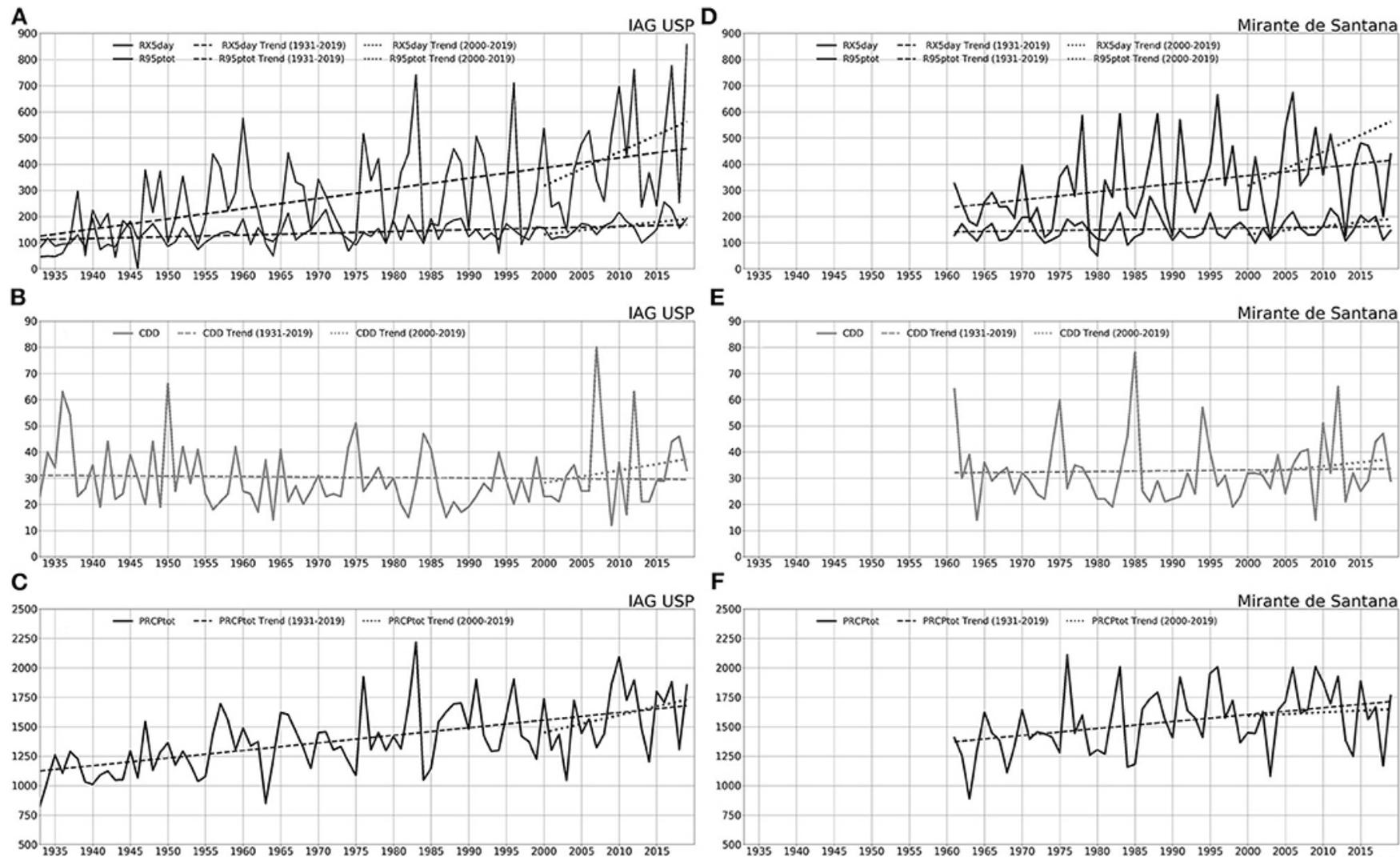
Front. Clim., 07 August 2020
 Sec. Climate Services
 Volume 2 - 2020 | <https://doi.org/10.3389/fclim.2020.00003>

This article is part of the Research Topic
 Extreme Events in the Developing World
[View all 16 Articles >](#)

Changing Trends in Rainfall Extremes in the Metropolitan Area of São Paulo: Causes and Impacts

Jose A. Marengo^{1†},
 Tercio Ambrizzi^{2†},
 Lincoln M. Alves^{3†},
 Naurinete J. C. Barreto^{3†},
 Michelle Simões Reboita^{4†} and
 Andrea M. Ramos⁵

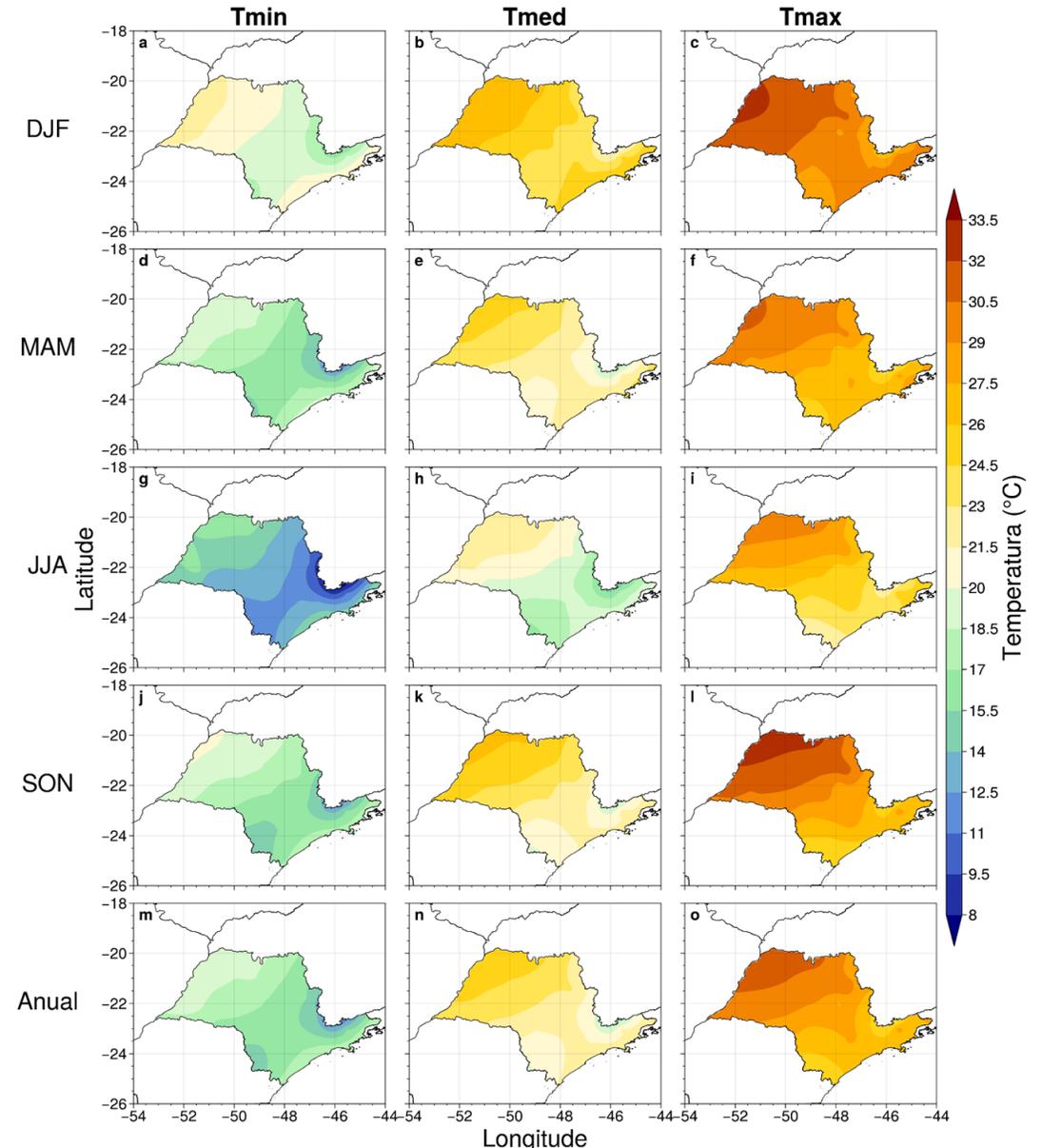
Na capital paulista a tendência é de aumento de chuva



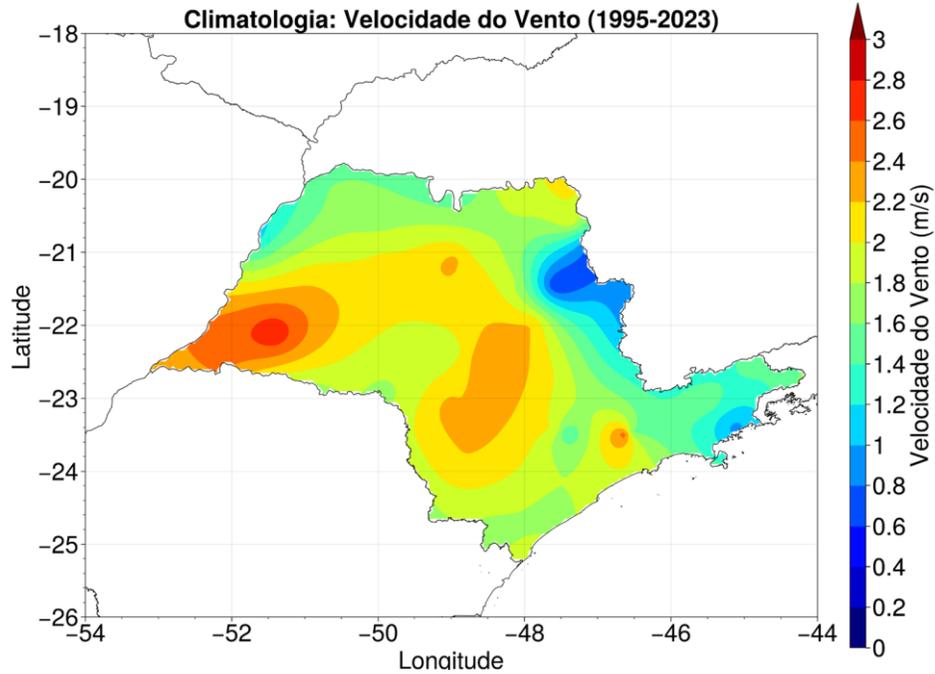
PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

Dados Observados: Climatologias

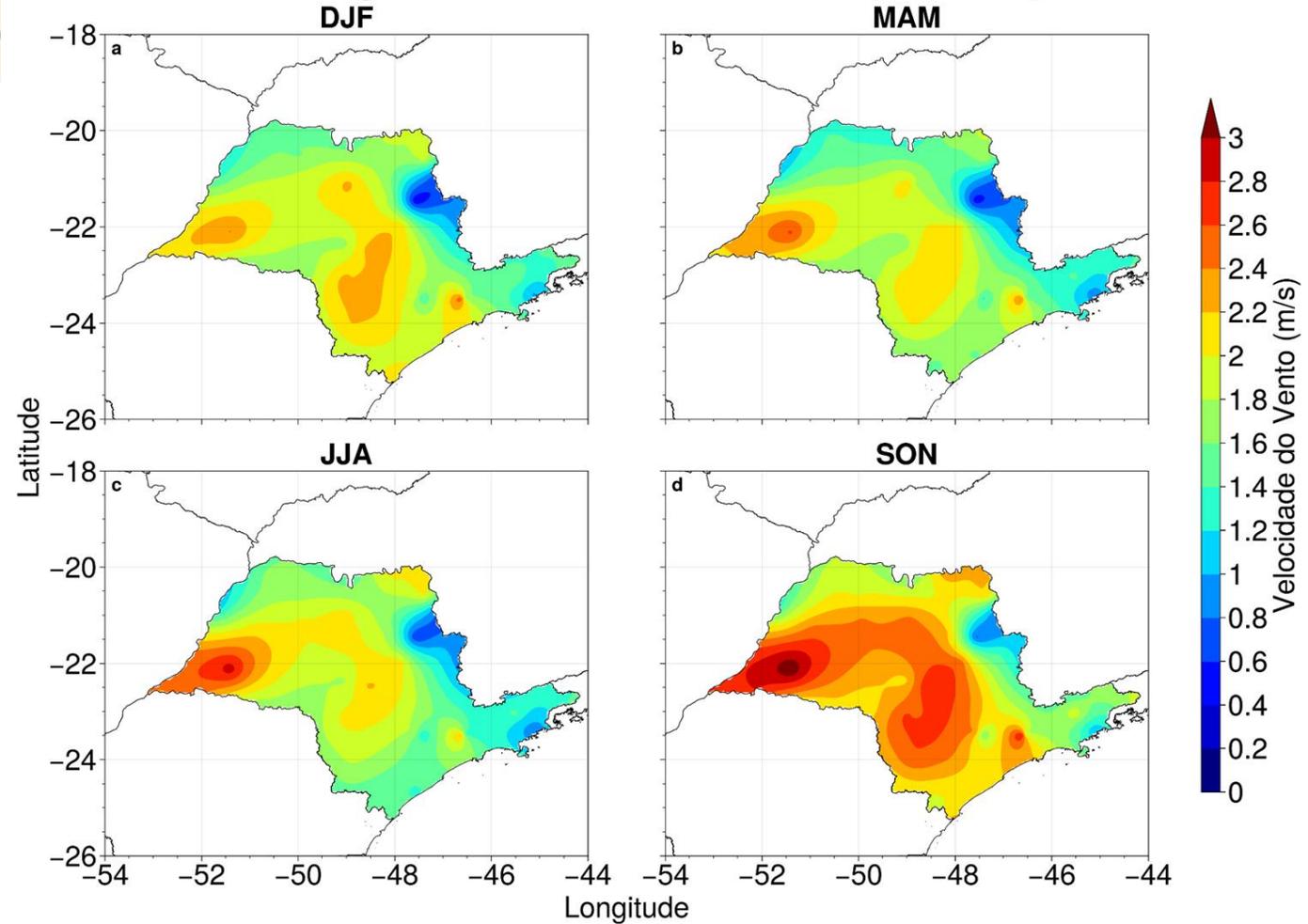
Temperatura (°C)



Dados Observados: Climatologias Intensidade do Vento a 10 m (m/s)

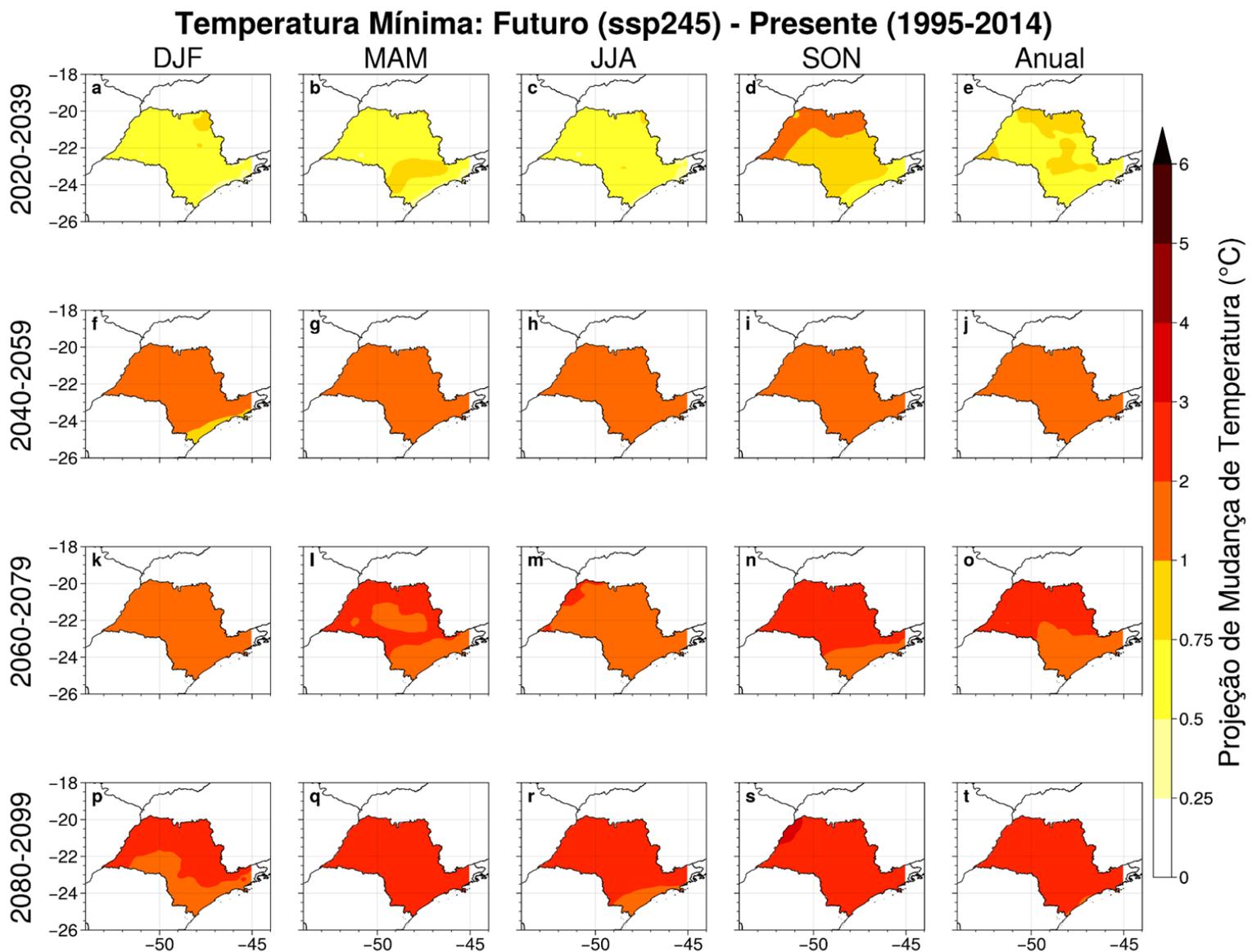


Climatologia Sazonal: Velocidade do Vento (1995-2023)



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

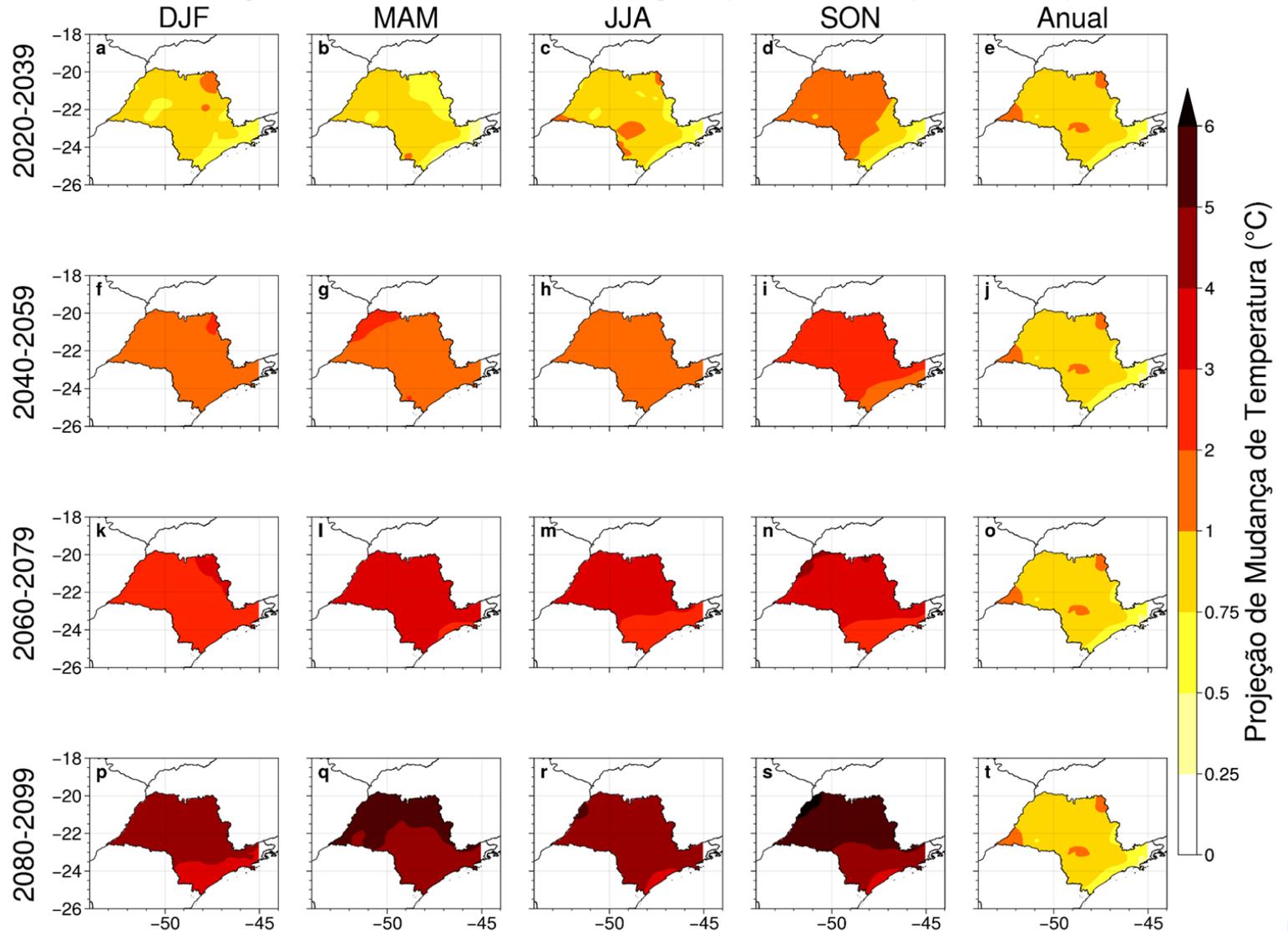
Projeções Climáticas
Temperatura Mínima
(°C)
Ensemble do cenário
SSP2-2.5



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

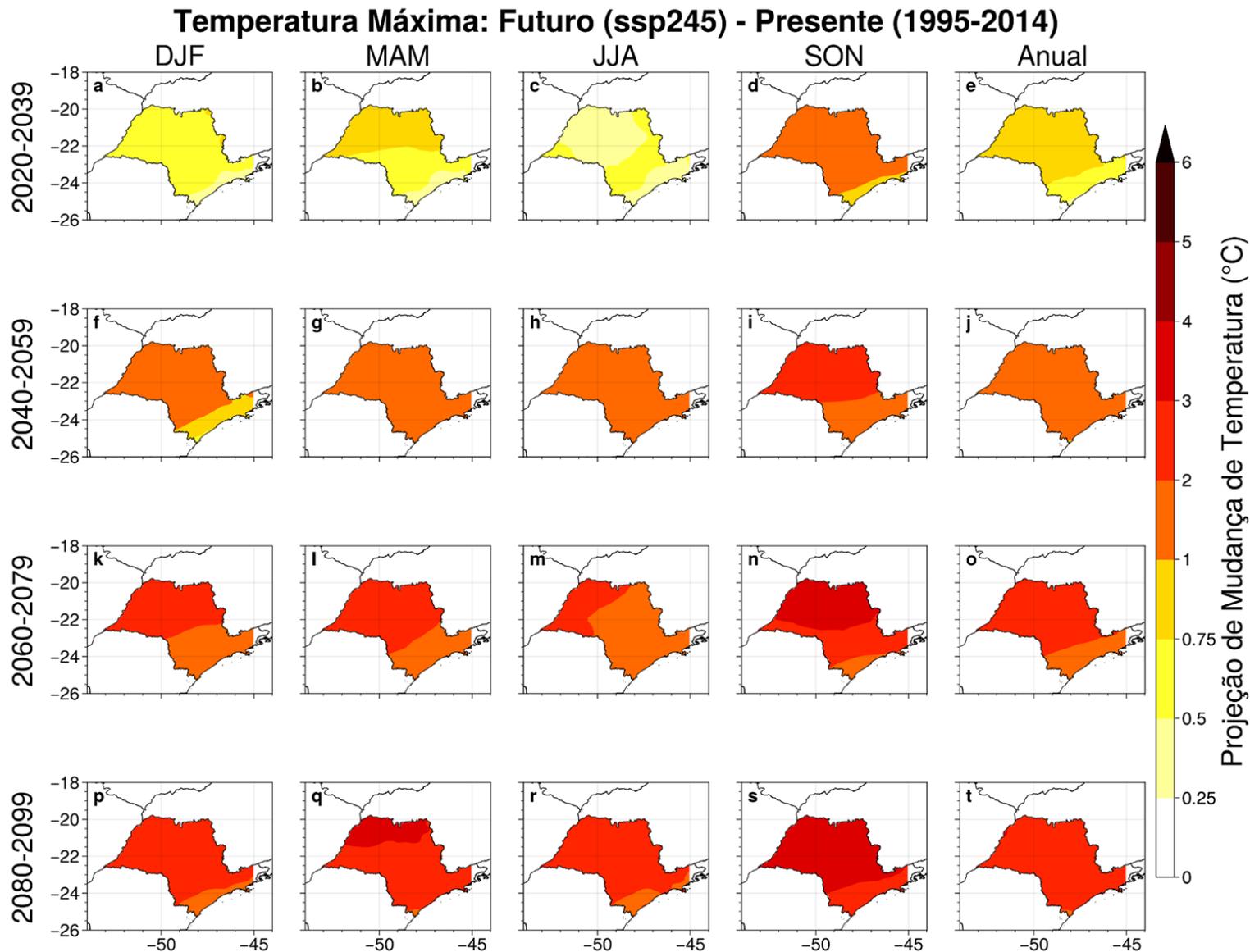
Projeções Climáticas
Temperatura Mínima
(°C)
Ensemble do cenário
SSP5-8.5

Temperatura Mínima: Futuro (ssp585) - Presente (1995-2014)



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

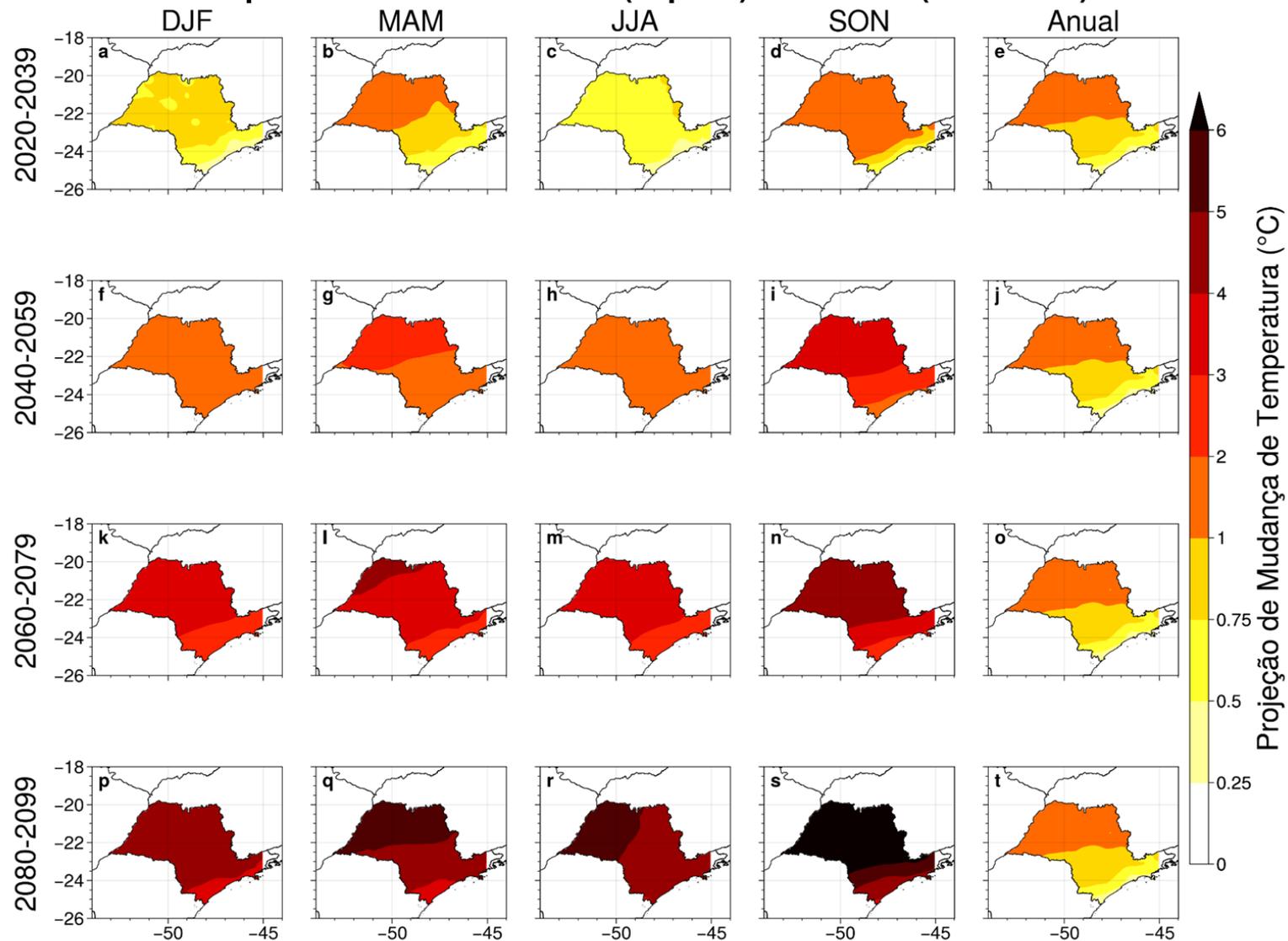
Projeções Climáticas
Temperatura Máxima
(°C)
Ensemble do cenário
SSP2-4.5



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

Projeções Climáticas
Temperatura Máxima
(°C)
Ensemble do cenário
SSP5-8.5

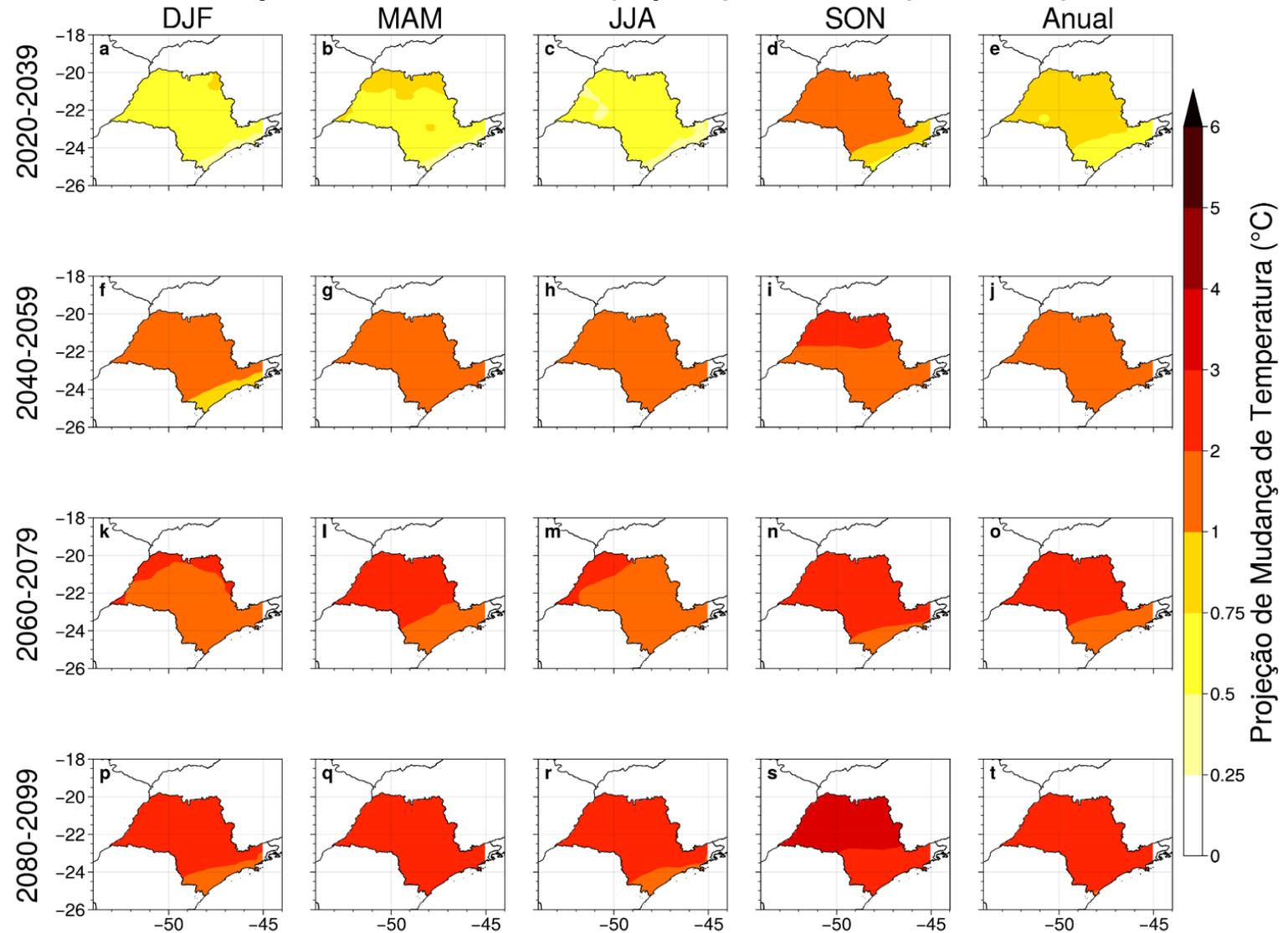
Temperatura Máxima: Futuro (ssp585) - Presente (1995-2014)



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

Projeções Climáticas
Temperatura Média
(°C)
Ensemble do cenário
SSP2-4.5

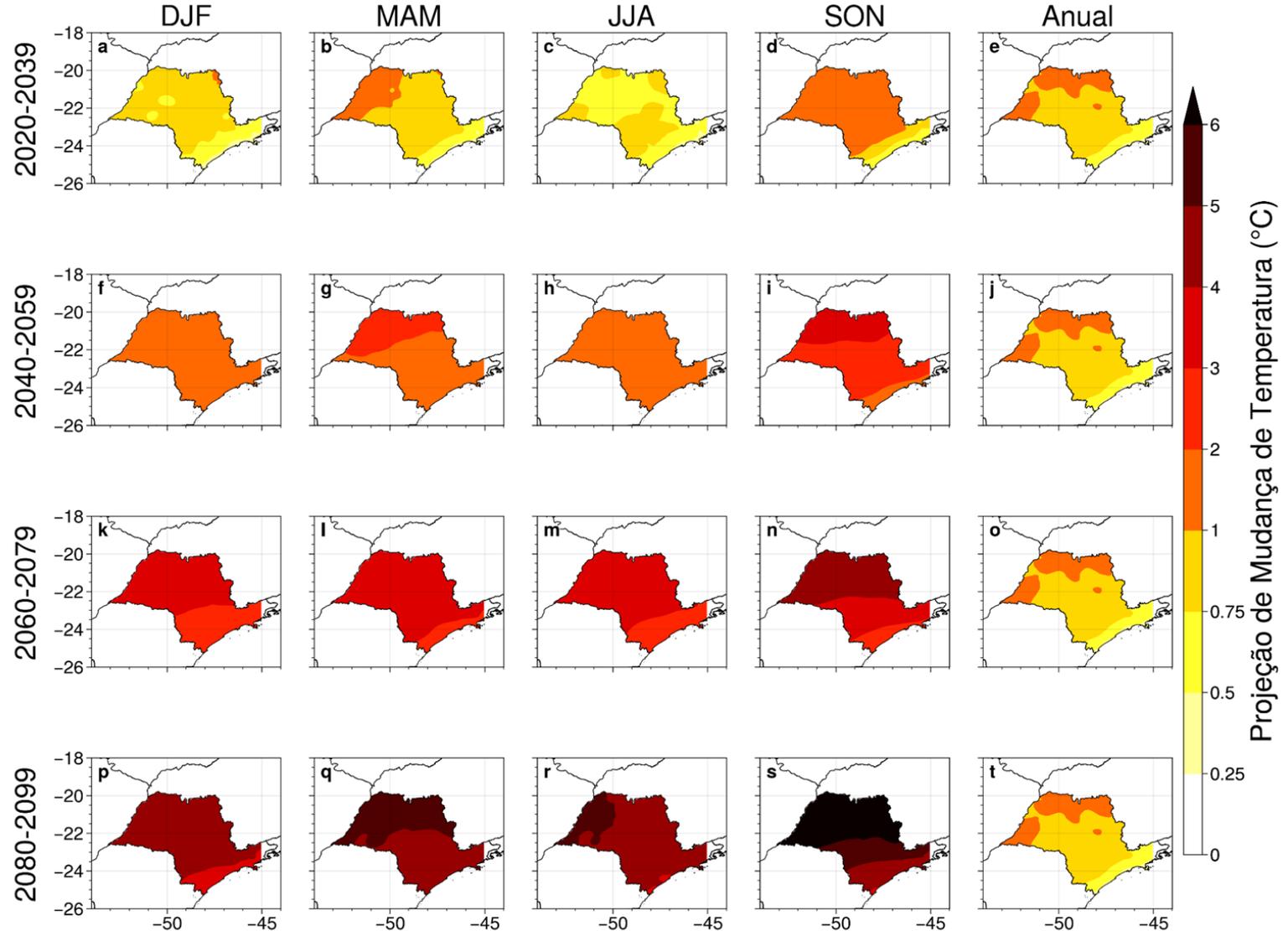
Temperatura Média: Futuro (ssp245) - Presente (1995-2014)



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

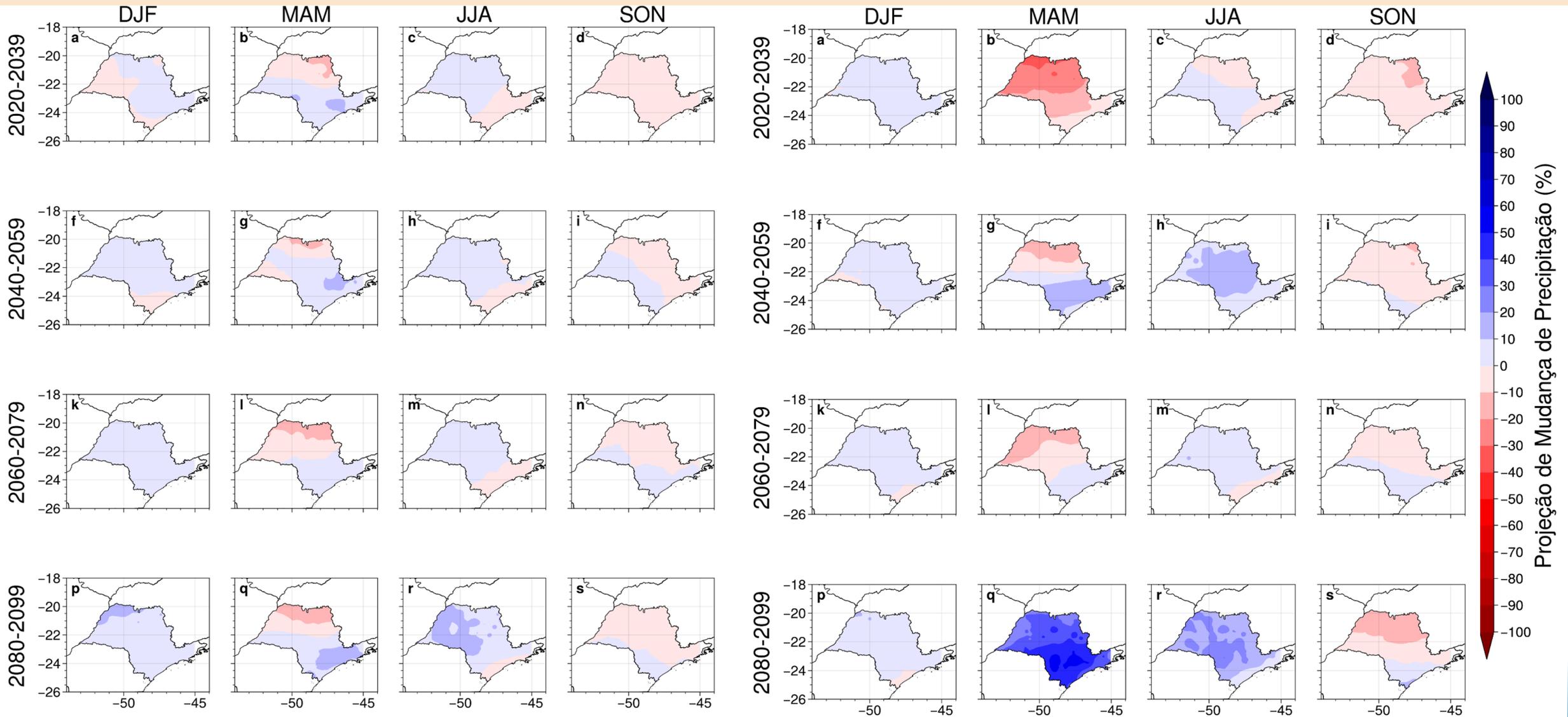
Projeções Climáticas
Temperatura Média
(°C)
Ensemble do cenário
SSP5-8.5

Temperatura Média: Futuro (ssp585) - Presente (1995-2014)



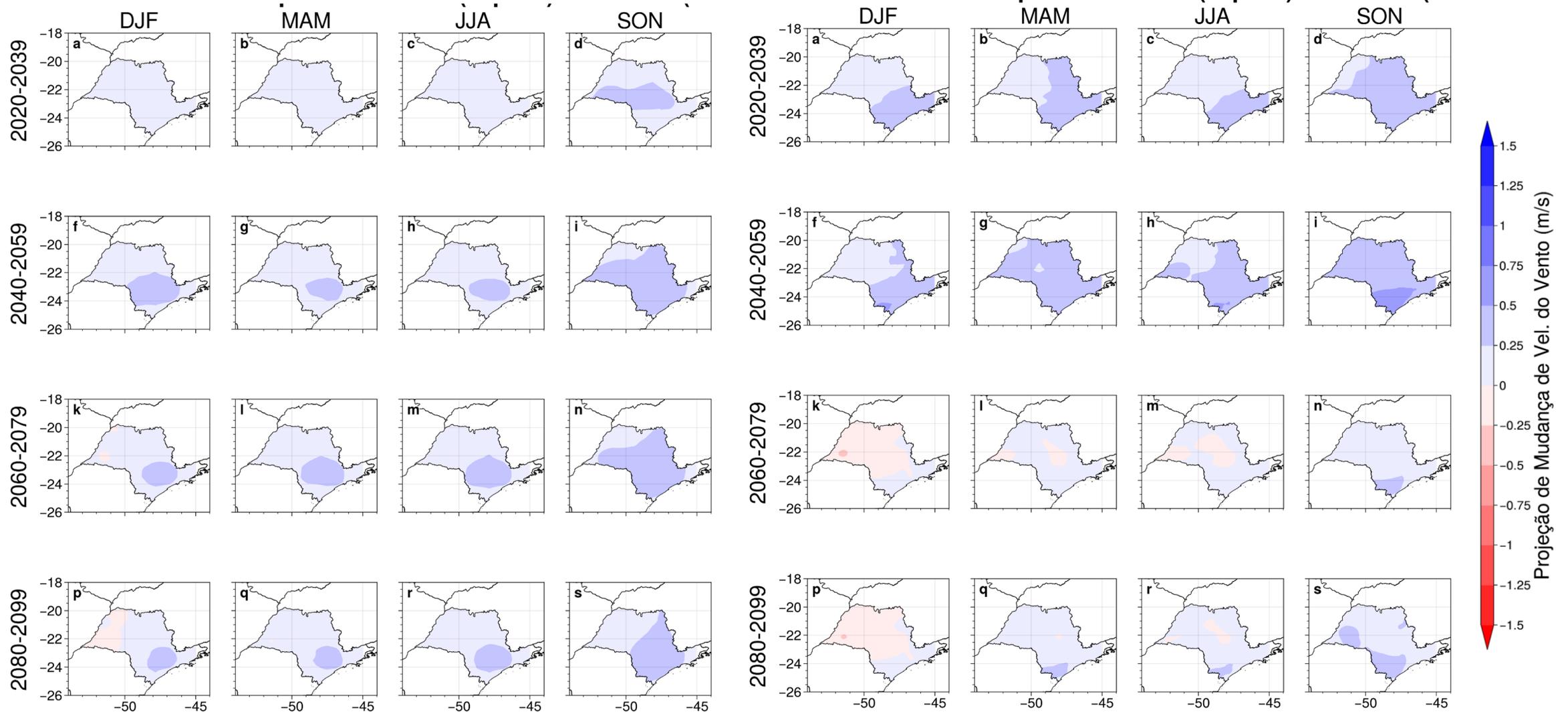
PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

Projeções Climáticas: Precipitação (mm) SSP4-2.5 e SSP5-8.5



PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS

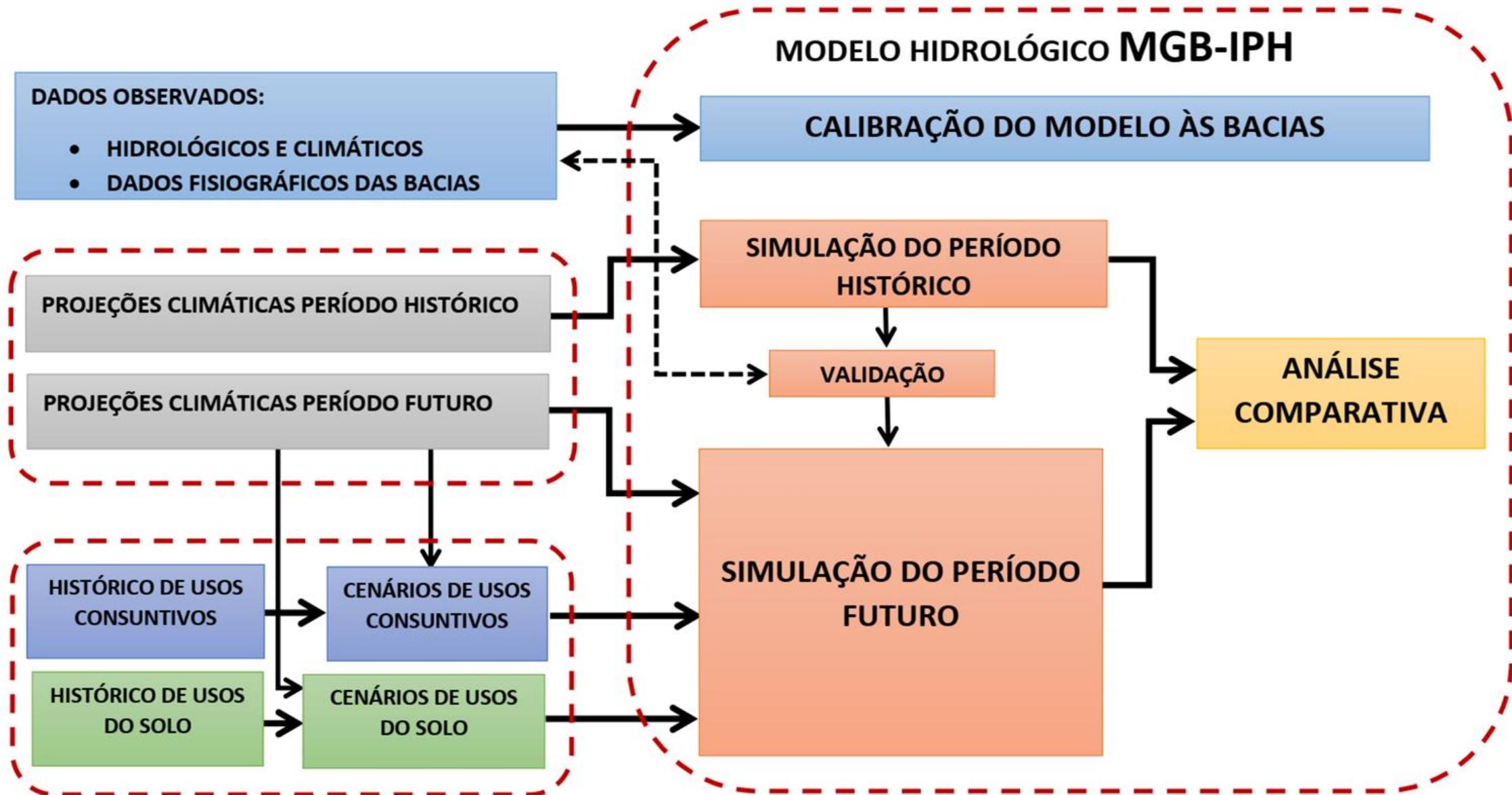
Projeções Climáticas: Intensidade do Vento (m/s) SSP4-2.5 e SSP5-8.5



AGENDA

- 1. CONTEXTO**
- 2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA**
- 3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES**
- 4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA**
- 5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO**
- 6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS**
- 7. PROJEÇÃO DA CARGA**
- 8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS**

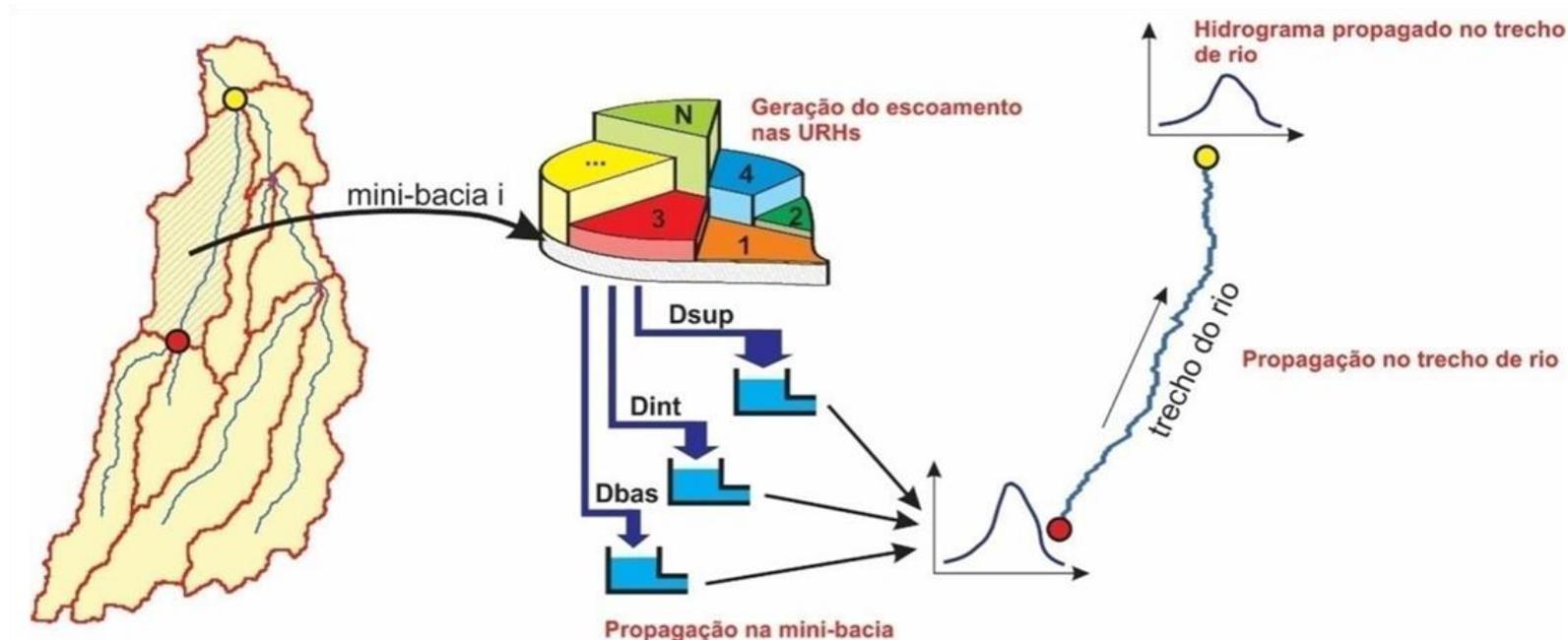
PROJEÇÃO DE VAZÕES: METODOLOGIA



PROJEÇÃO DE VAZÕES: METODOLOGIA



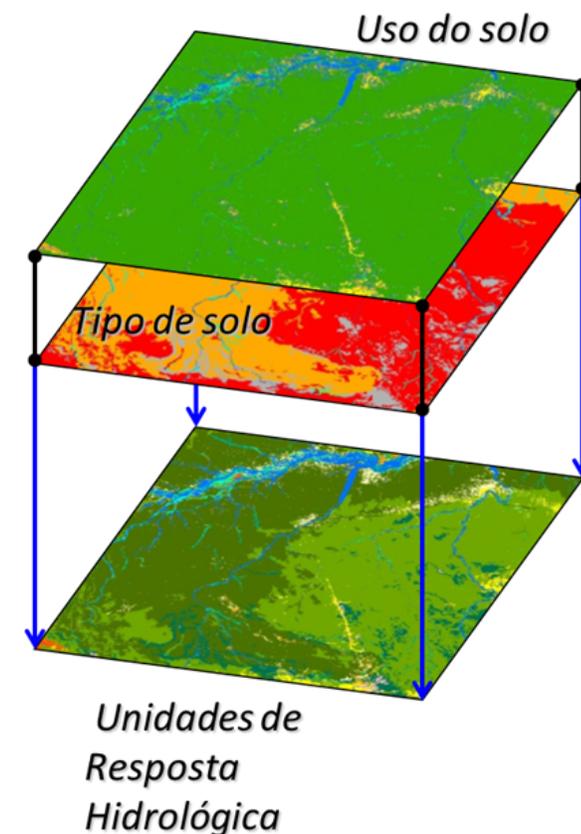
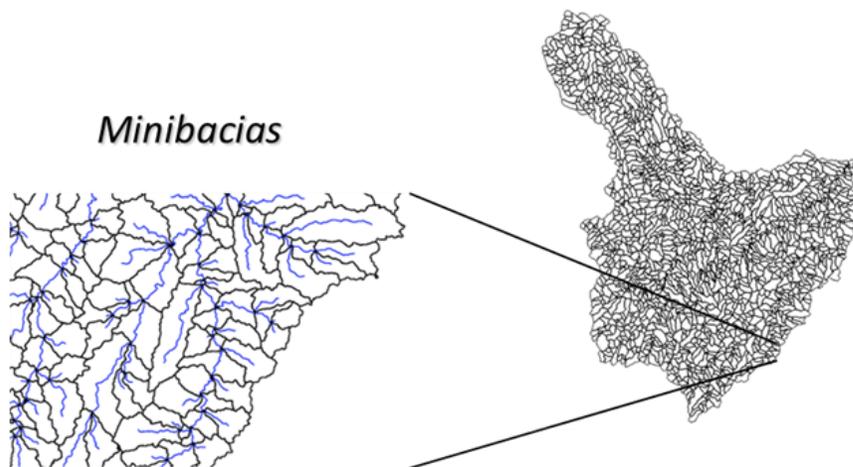
- Modelo conceitual distribuído por minibacias
- 2 componentes principais:
 - **Balço de água no solo:** evapotranspiração, interceptação, geração de escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo
 - Propagação de vazões nos rios



PROJEÇÃO DE VAZÕES: METODOLOGIA

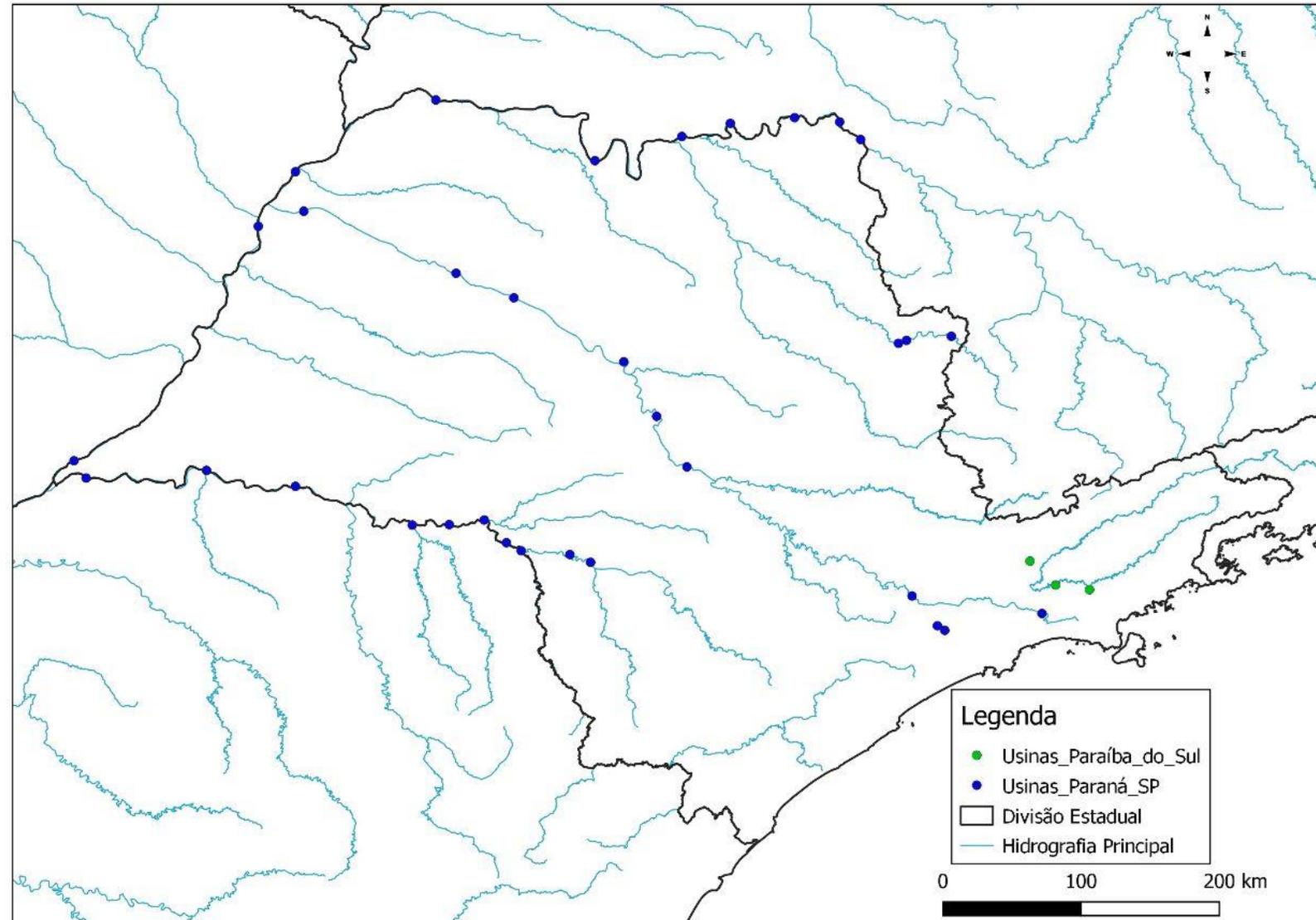
COLETA E ORGANIZAÇÃO DO DADOS PARA O MGB

- Processamento dos mapas de relevo, classes de solo e de cobertura e uso do solo.
- Montagem das séries históricas de vazão, chuva temperatura do ar, umidade relativa, insolação, vento e pressão atmosférica
- As séries de vazões serão a utilizadas pelo ONS
- As demais serão as fornecidas pela ANA e INMET
- Séries históricas diárias



Usinas analisadas:

36 usinas do SIN

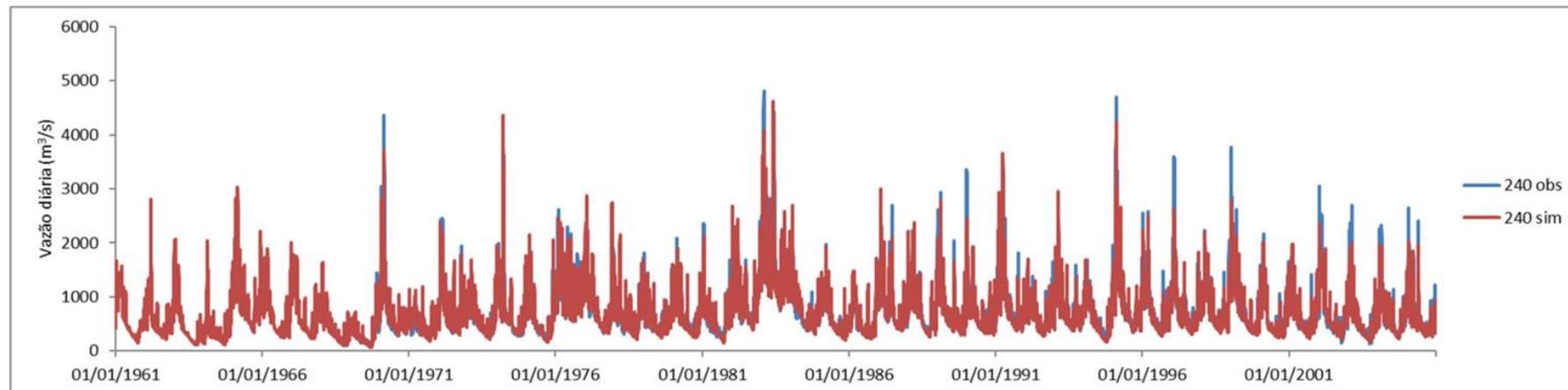


PROJEÇÃO DE VAZÕES: METODOLOGIA

Calibração do modelo em fase de revisão

O modelo hidrológico é calibrado para representar o comportamento médio das vazões observadas do período histórico

SUB-BACIA 43 – UHE PROMISSÃO



Informações adicionais

Posto ONS: 240
 Sub-bacia: Tietê
 Rio Principal: Tietê
 Área de drenagem: 58017.84 km²

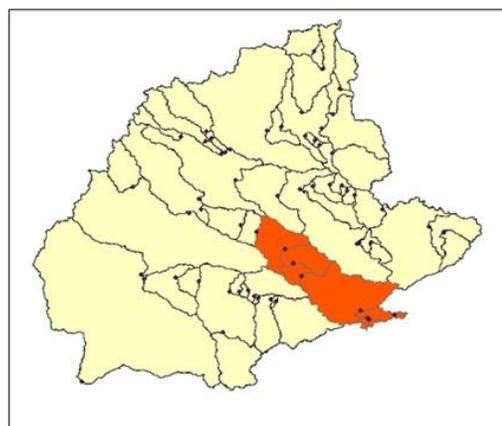


Tabela 1 – Valores dos parâmetros calibrados

Uso	Wm	b	Kbas	Kint	XL	CAP	Wc
F_S_P	2270.1	0.06	2.16	40.28	0.6	0	0.1
F_S_R	1362.1	0.04	1.29	24.16	0.6	0	0.1
A_S_P	2270.1	0.13	2.16	40.28	0.6	0	0.1
A_S_R	1362.1	0.15	1.29	24.16	0.6	0	0.1
C_S_P	2270.1	0.08	2.16	40.28	0.6	0	0.1
C_S_R	1362.1	0.1	1.29	24.16	0.6	0	0.1
F_I_S_P	908	0.21	2.16	40.28	0.6	0	0.1
A_S_I	454	0.21	0.71	13.76	0.6	0	0.1
Agua	0	1.6	0	0	0.6	0	0
CS	6.96						
CI	505.44						
CB	622.6						
QB_M3/SKM2	0.01						

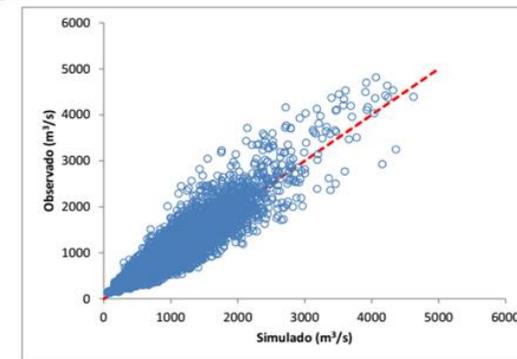
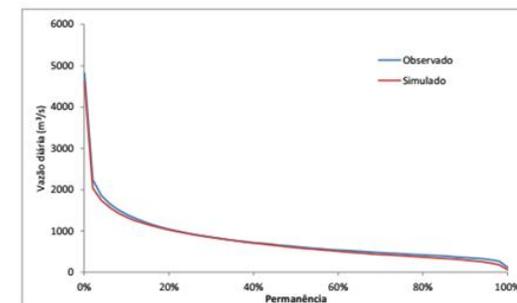


Tabela 2 – Ajustes da calibração

NASH	NASH Log	ERR VOL
0.866	0.855	-2.061



AGENDA

- 1. CONTEXTO**
- 2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA**
- 3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES**
- 4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA**
- 5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO**
- 6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS**
- 7. PROJEÇÃO DA CARGA**
- 8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS**

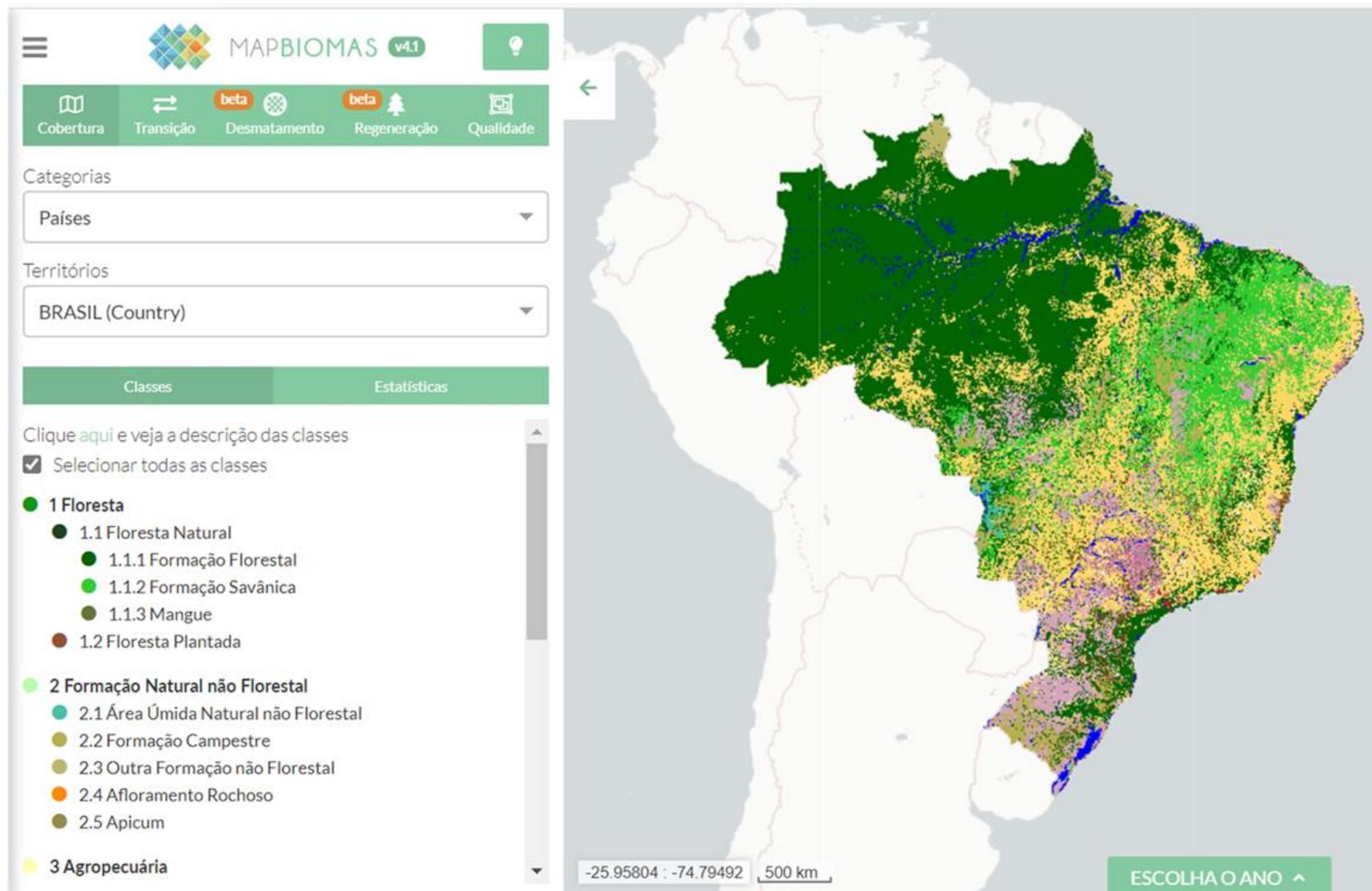
PROJEÇÃO DE VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

EVOLUÇÃO DOS USOS DO SOLO

Dados do projeto
MAPBIOMAS

Mapas de uso e ocupação de
de 1985 a 2018

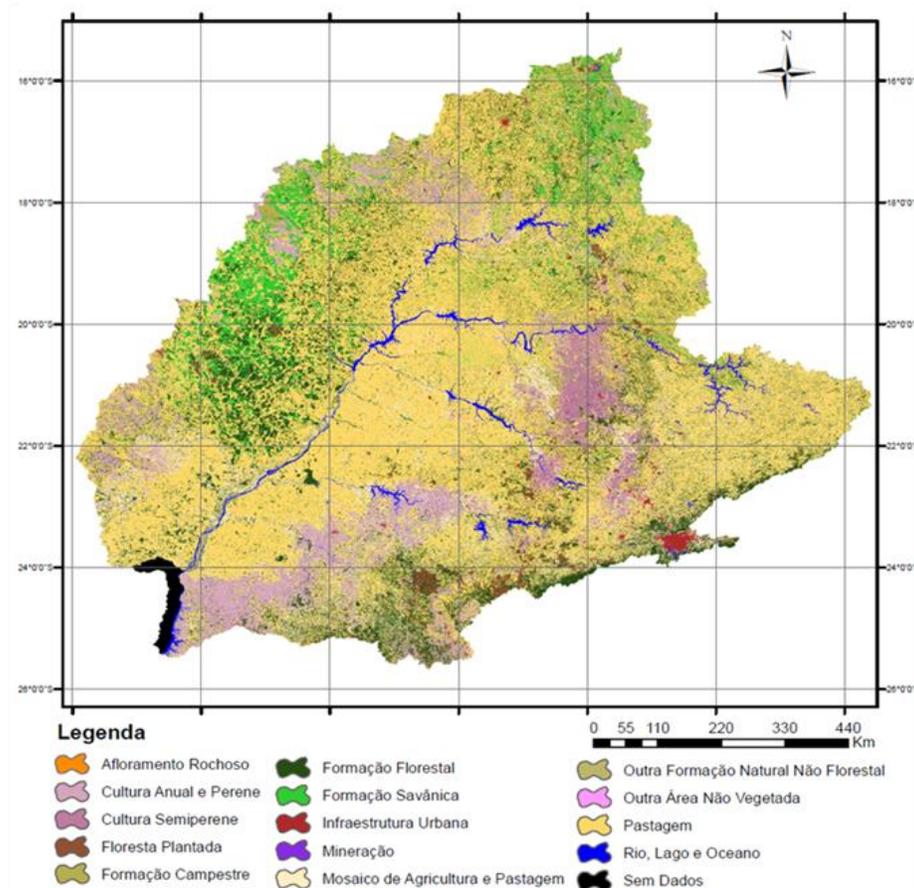
Serão identificadas
tendências
históricas de
alterações e as
projeções futuras
serão estimadas
com base em
estudos de
referência



PROJEÇÃO DE VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

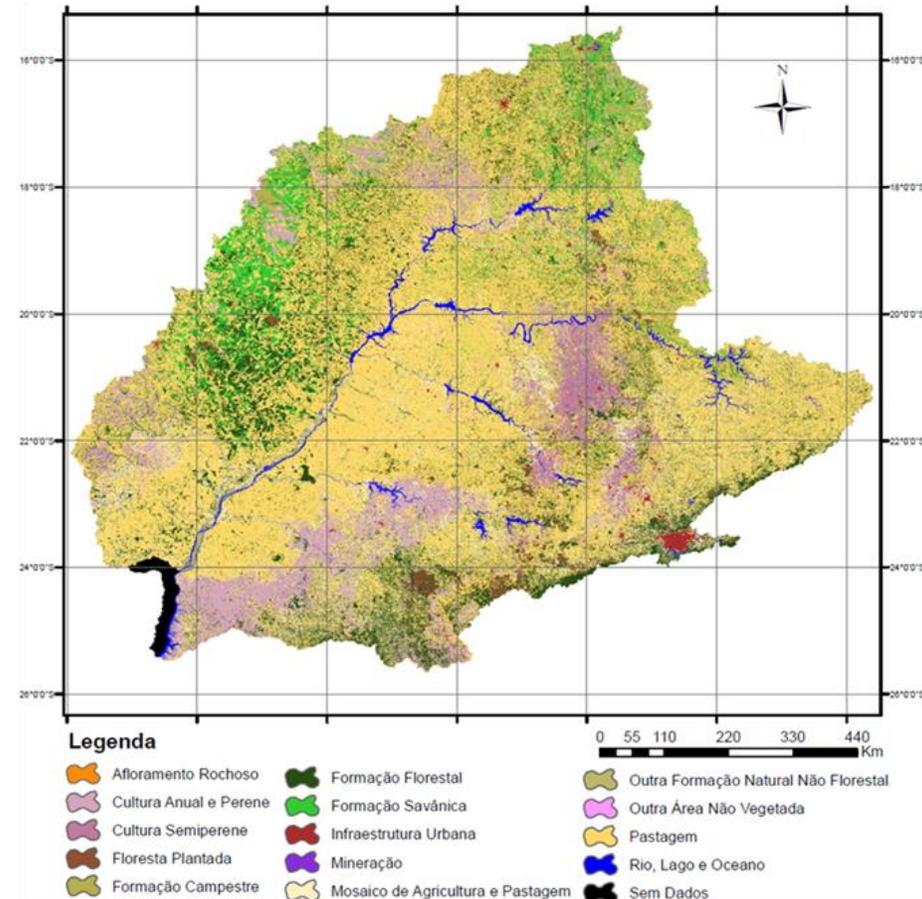
USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Uso e ocupação do solo em 1985



Fonte: Adaptado de MapBiomas (2020)

Uso e ocupação do solo em 2018

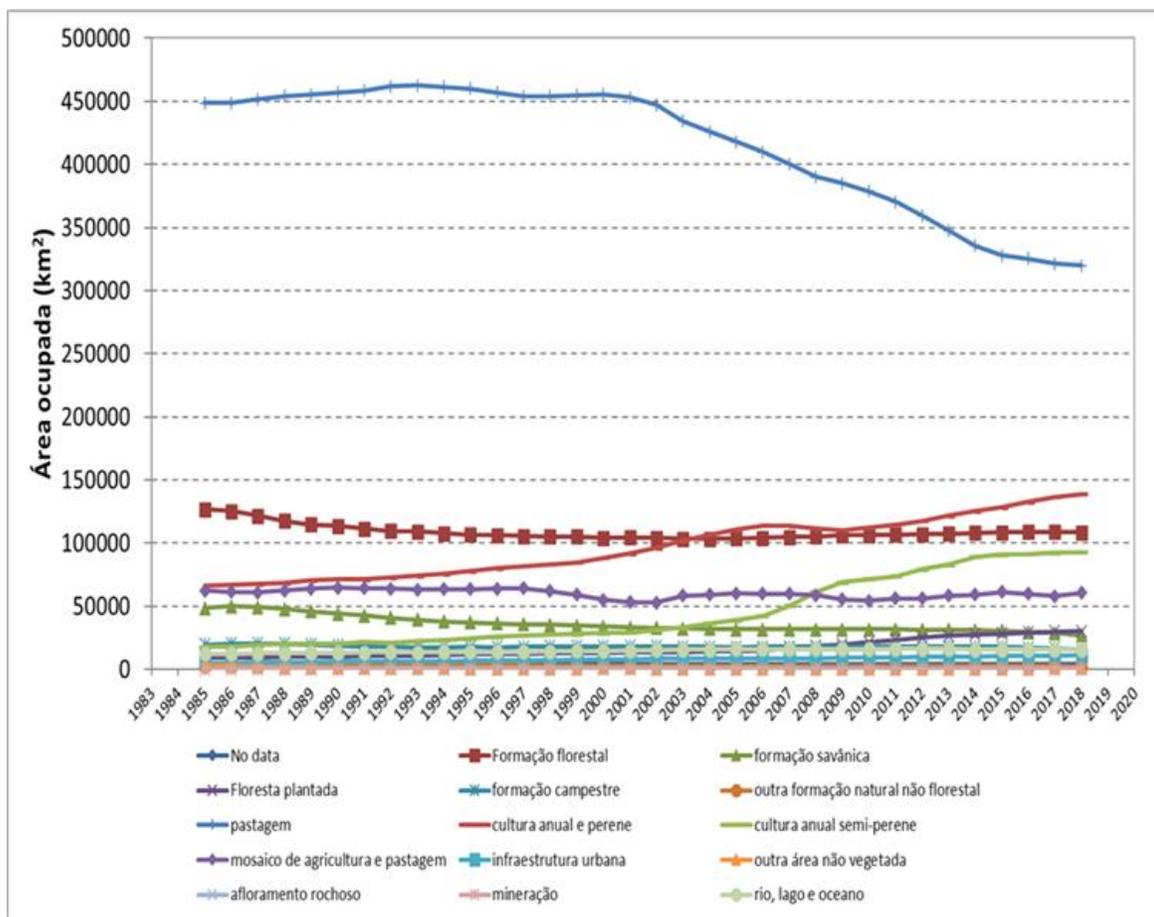


Fonte: Adaptado de MapBiomas (2020)

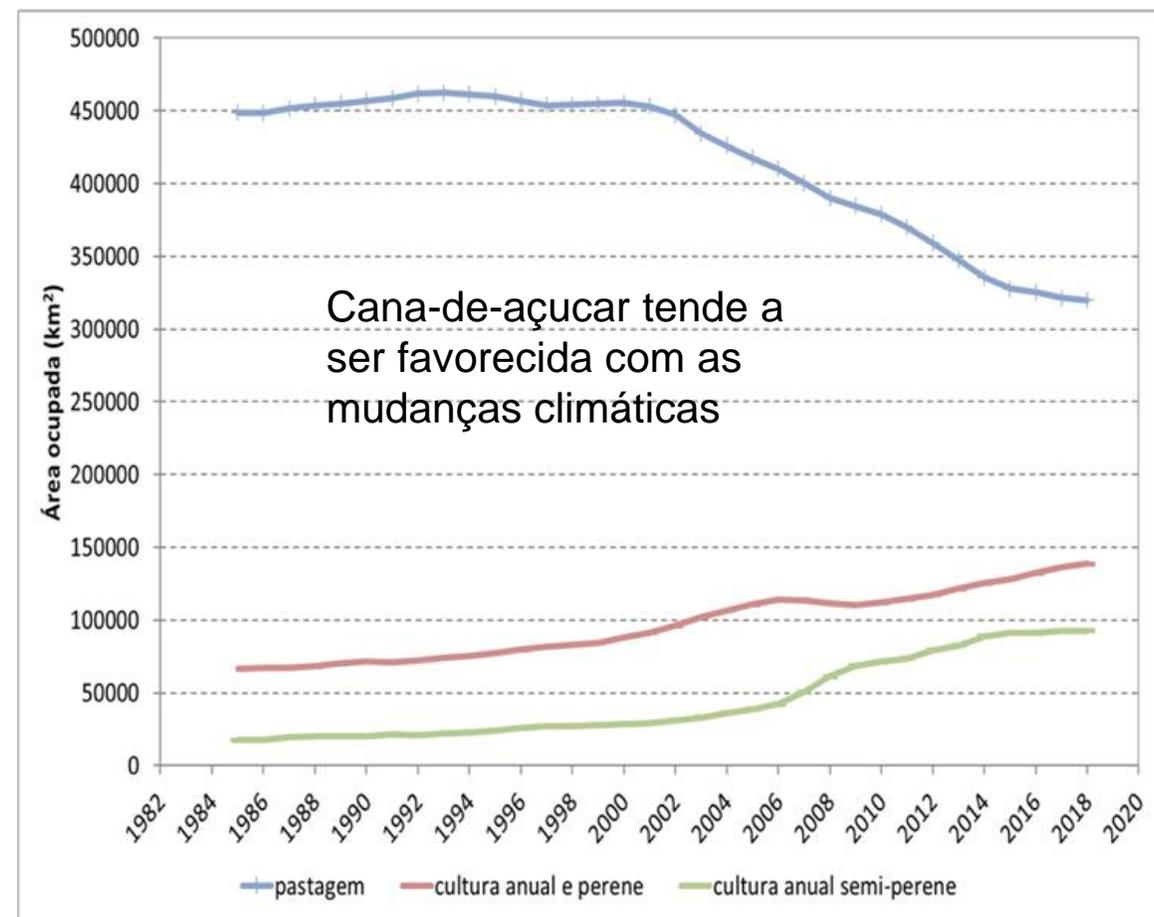
PROJEÇÃO DE VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

USO E OCUPAÇÃO DOS SOLOS

Evolução dos usos dos solos da bacia hidrográfica para o período de 1985 a 2018



Evolução das classes Pastagem, Cultura Anual e Perene e Semiperene (cana-de-açúcar)



PROJEÇÃO DE VAZÕES: COBERTURA DO SOLO

O que esperar em relação ao usos do solo?

- Modelos hidrológicos são limitados para representar alterações no uso do solo
- Mudanças perceptíveis nas vazões ocorrem para grandes alterações no uso do solo. Ex.: Desmatamento ou reflorestamento maior que 20% da área total
- Para o Estado de São Paulo as alterações de usos do solo projetadas não impactam significativamente nas vazões (menos de 5%)
- 5% é um valor dentro da faixa de erros nas medições de vazão

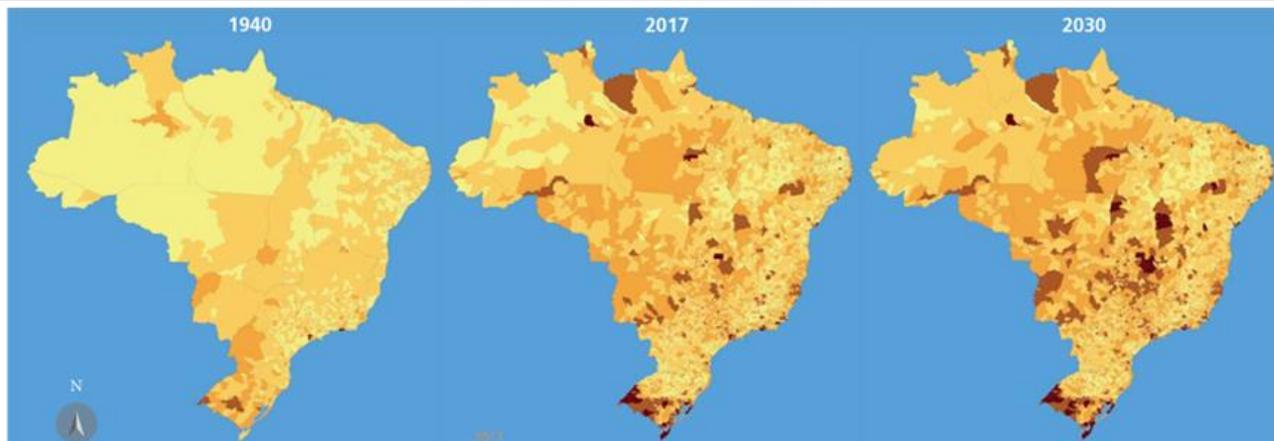
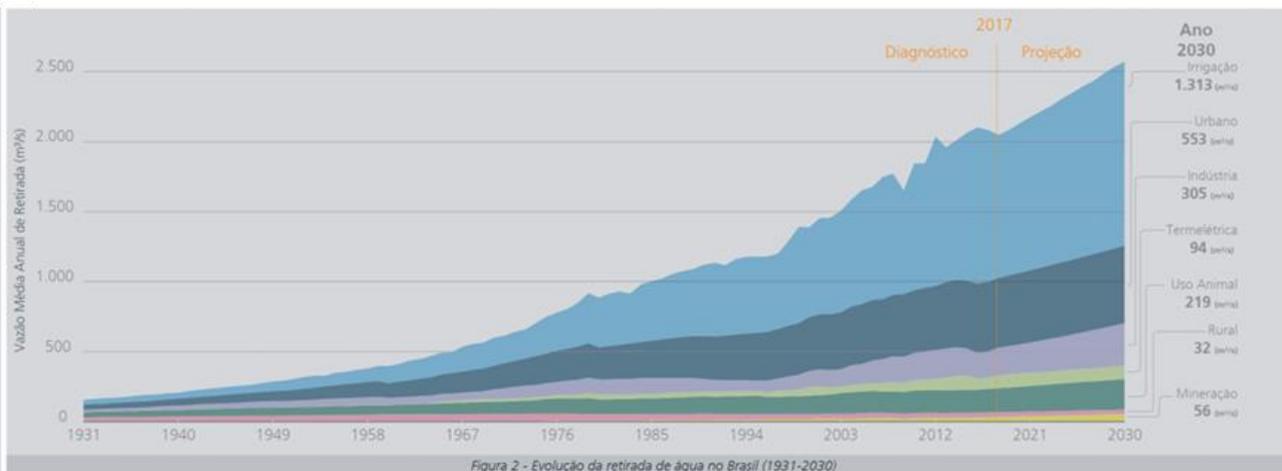
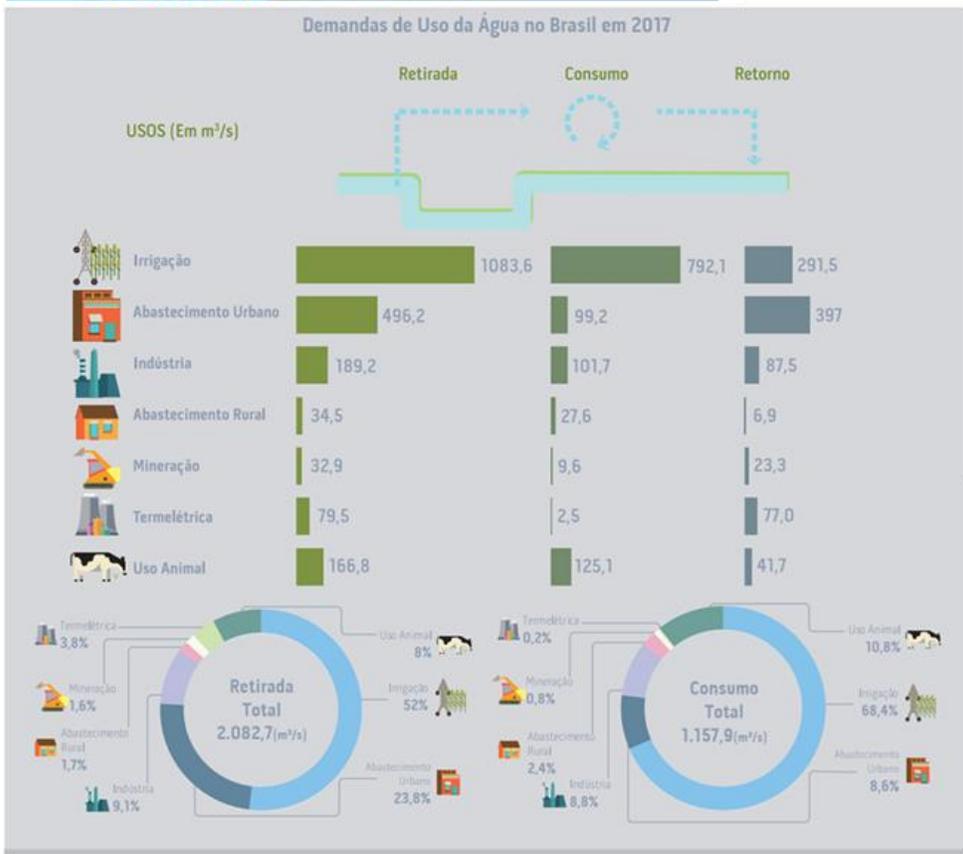
AGENDA

- 1. CONTEXTO**
- 2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA**
- 3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES**
- 4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA**
- 5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO**
- 6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS**
- 7. PROJEÇÃO DA CARGA**
- 8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS**

PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

ANÁLISE E PROJEÇÃO DOS USOS CONSUNTIVOS

MANUAL de USOS CONSUNTIVOS da ÁGUA no BRASIL



PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

Para os cenários de usos consuntivos da água foram usados dados da ANA:

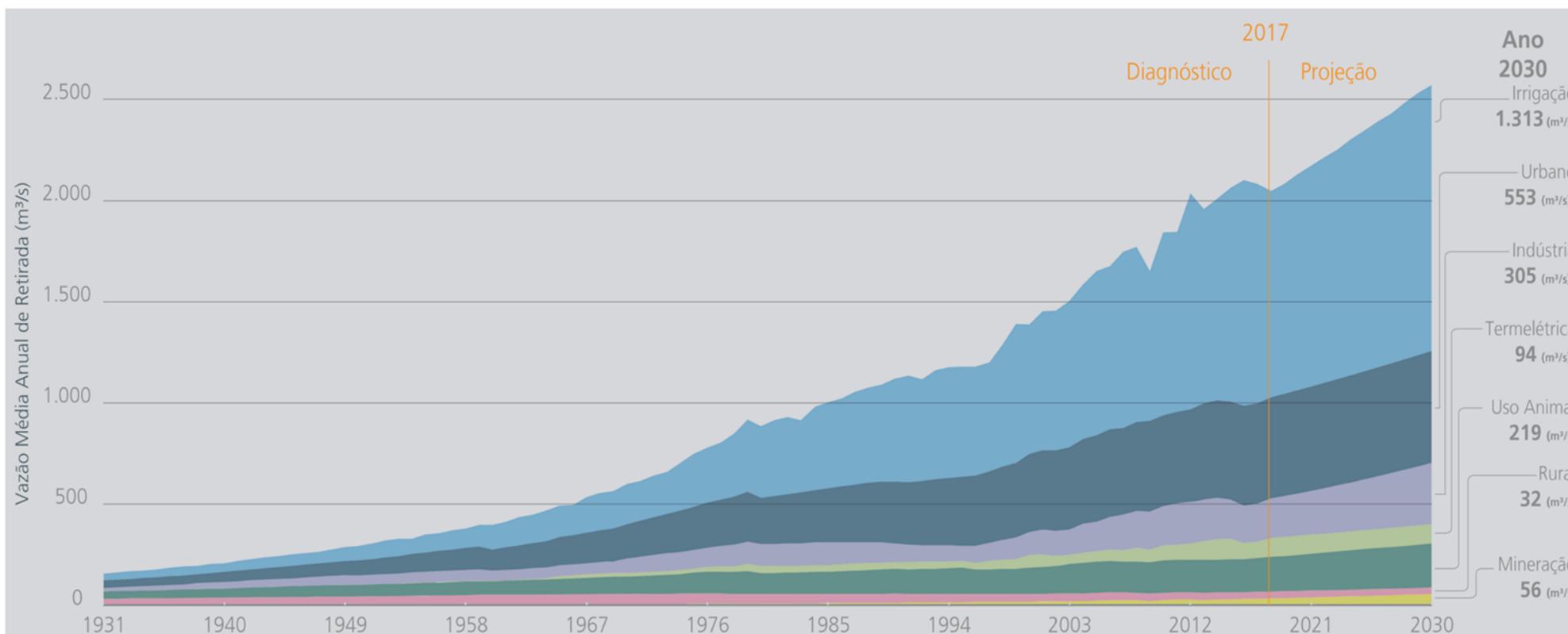
- Estimativas com base em dados históricos até 2021
- Projeção baseada em tendência até 2040

Essas projeções serão complementadas até 2050 e o efeito da mudança climática sobre a demanda será incorporado considerando a evapotranspiração

PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

PROJEÇÕES DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA SOB CONDIÇÕES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

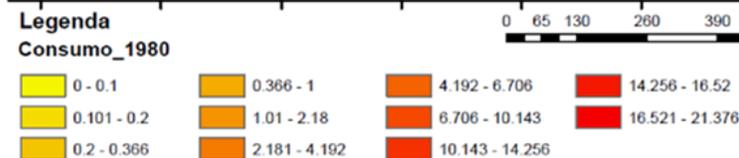
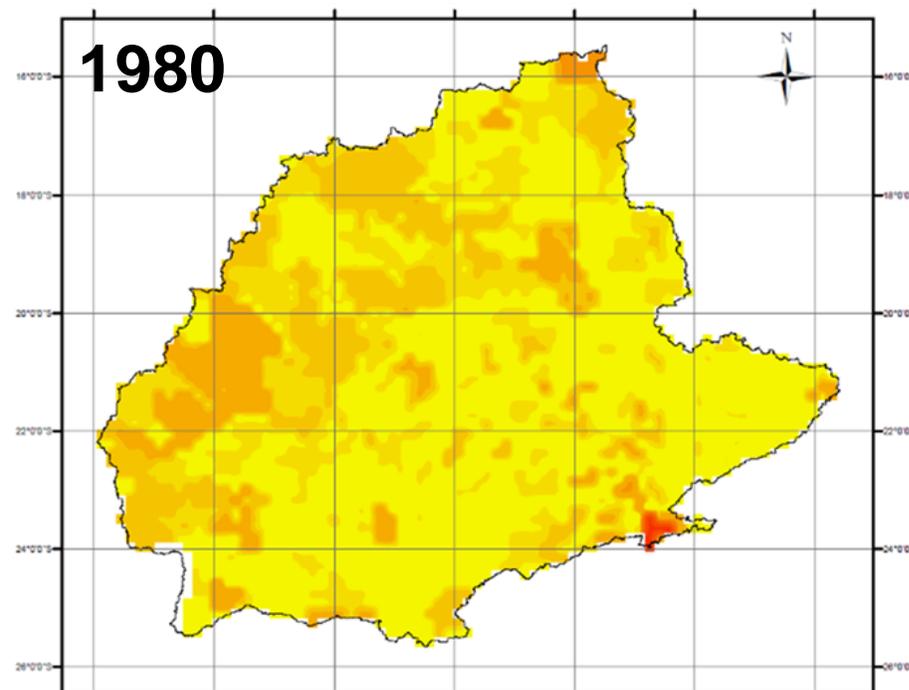
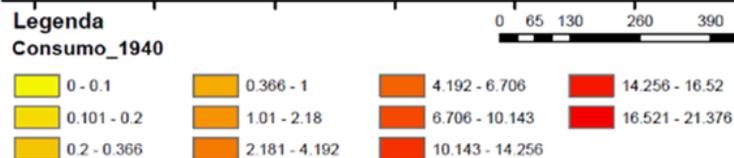
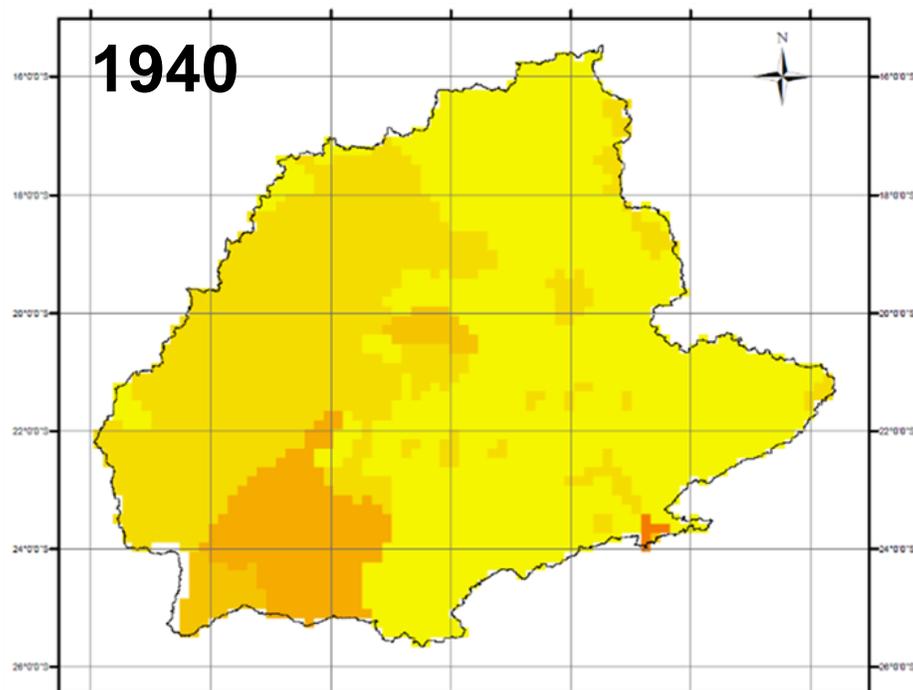
Estimativas de retiradas de água para usos consuntivos de acordo com a classe de uso, para o período de 1931 a 2030



PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

PROJEÇÕES DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA SOB CONDIÇÕES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

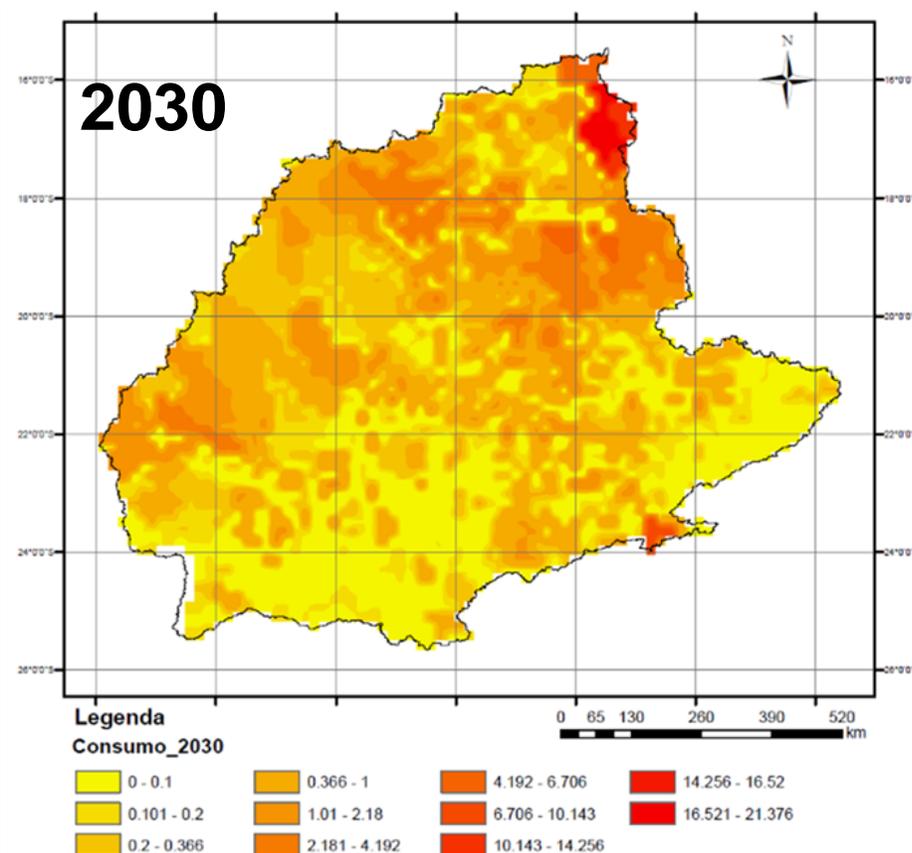
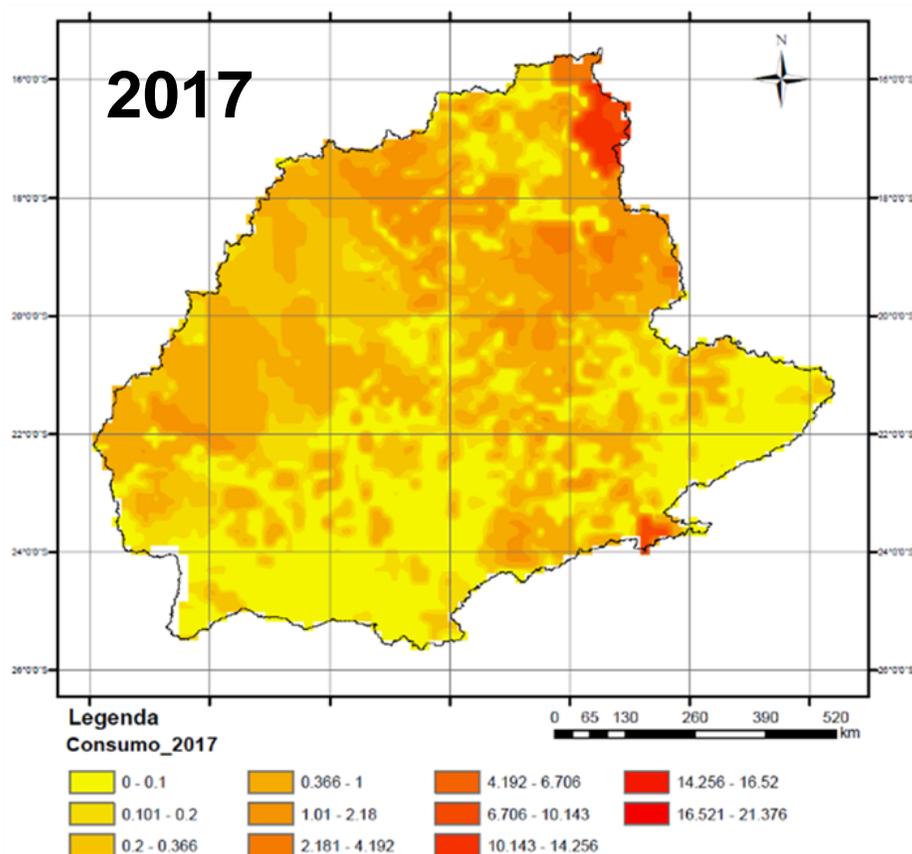
Estimativas de vazões consumidas por municípios na bacia do rio Paraná, de 1940 a 2030



PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

PROJEÇÕES DE USOS CONSUNTIVOS DA ÁGUA SOB CONDIÇÕES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS

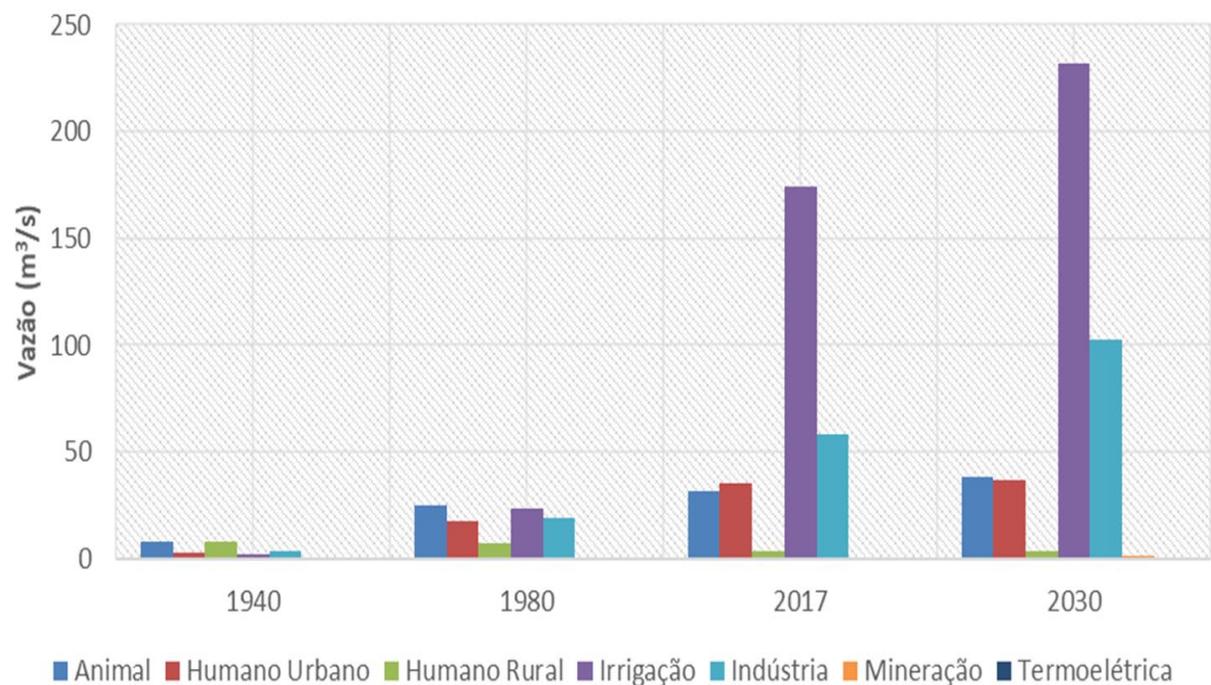
Estimativas de vazões consumidas por municípios na bacia do rio Paraná, de 1940 a 2030



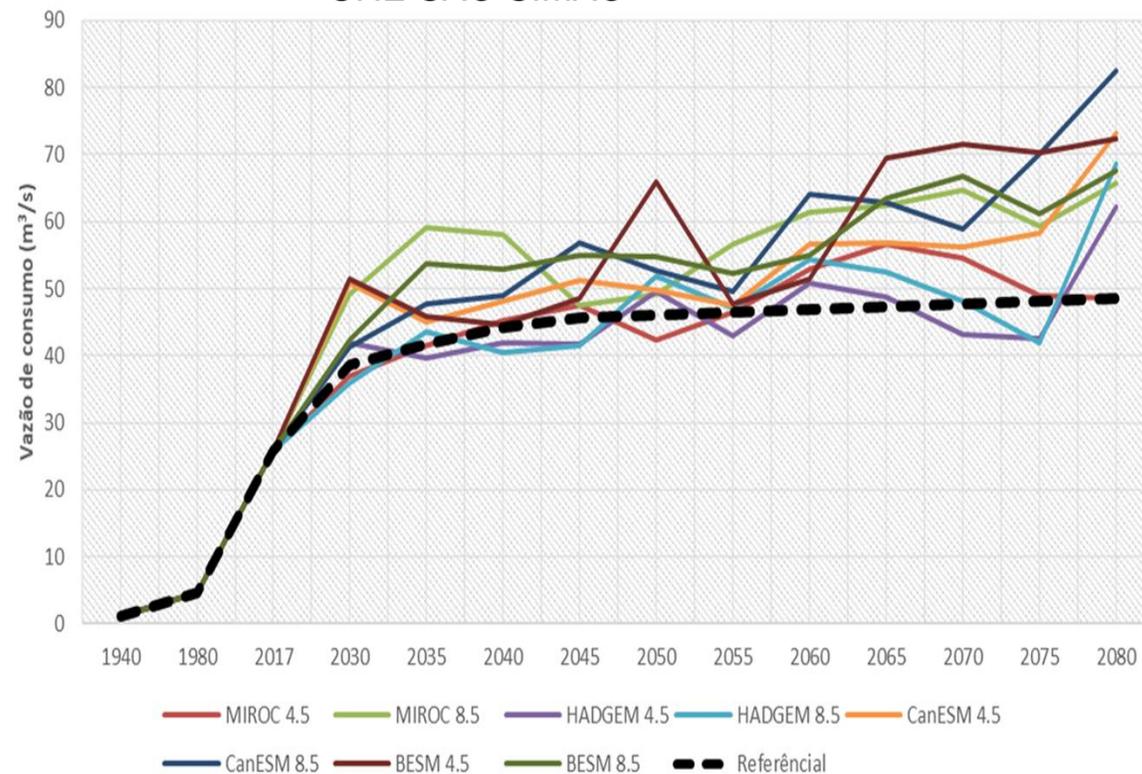
PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

Histórico e projeção de vazões de consumo na bacia do rio Paraná

Total bacia do rio Paraná



UHE SÃO SIMÃO



PROJEÇÃO DE VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS

Próximos passos:

- Avaliação das projeções climáticas geradas para as simulações com o modelo hidrológico
- Atualização das projeções de usos do solo e consumo de água
- Gerar as projeções para o futuro e disponibilizar para a equipe de energia

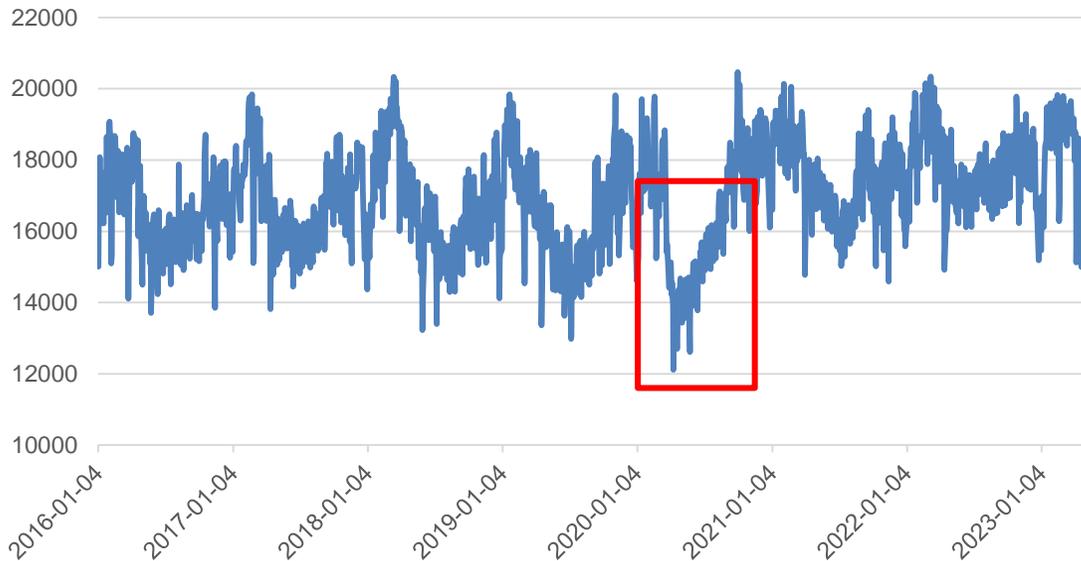
AGENDA

- 1. CONTEXTO**
- 2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA**
- 3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES**
- 4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA**
- 5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO**
- 6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS**
- 7. PROJEÇÃO DA CARGA**
- 8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS**

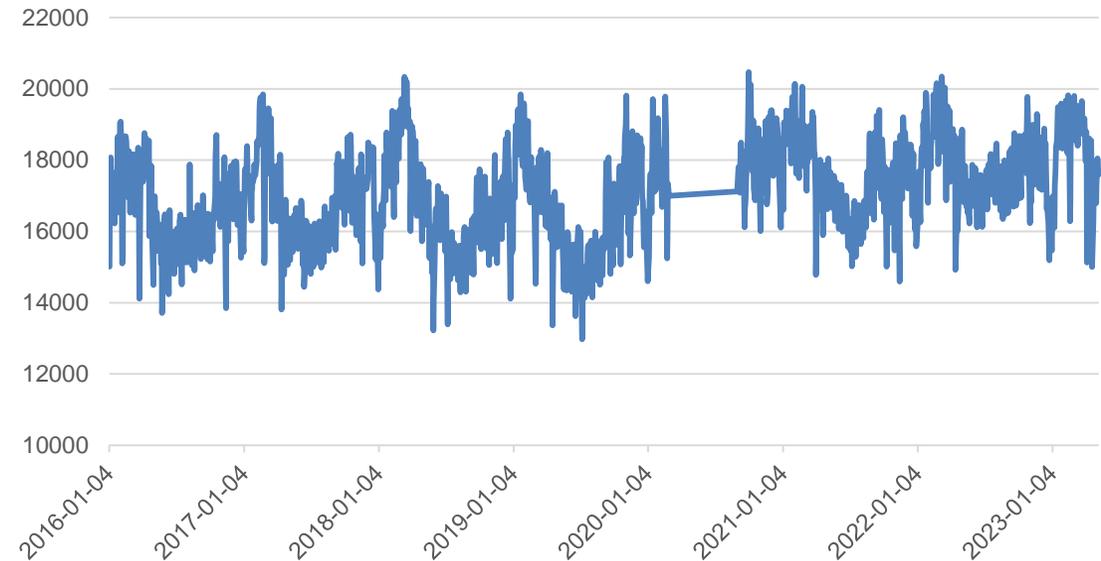
PREMISSAS PARA OS DADOS:

- **Período de observação 2016 a 2023 do ONS**
- **Avaliação apenas dos dias úteis**
- **Exclusão de parte da depressão devido ao período da pandemia**

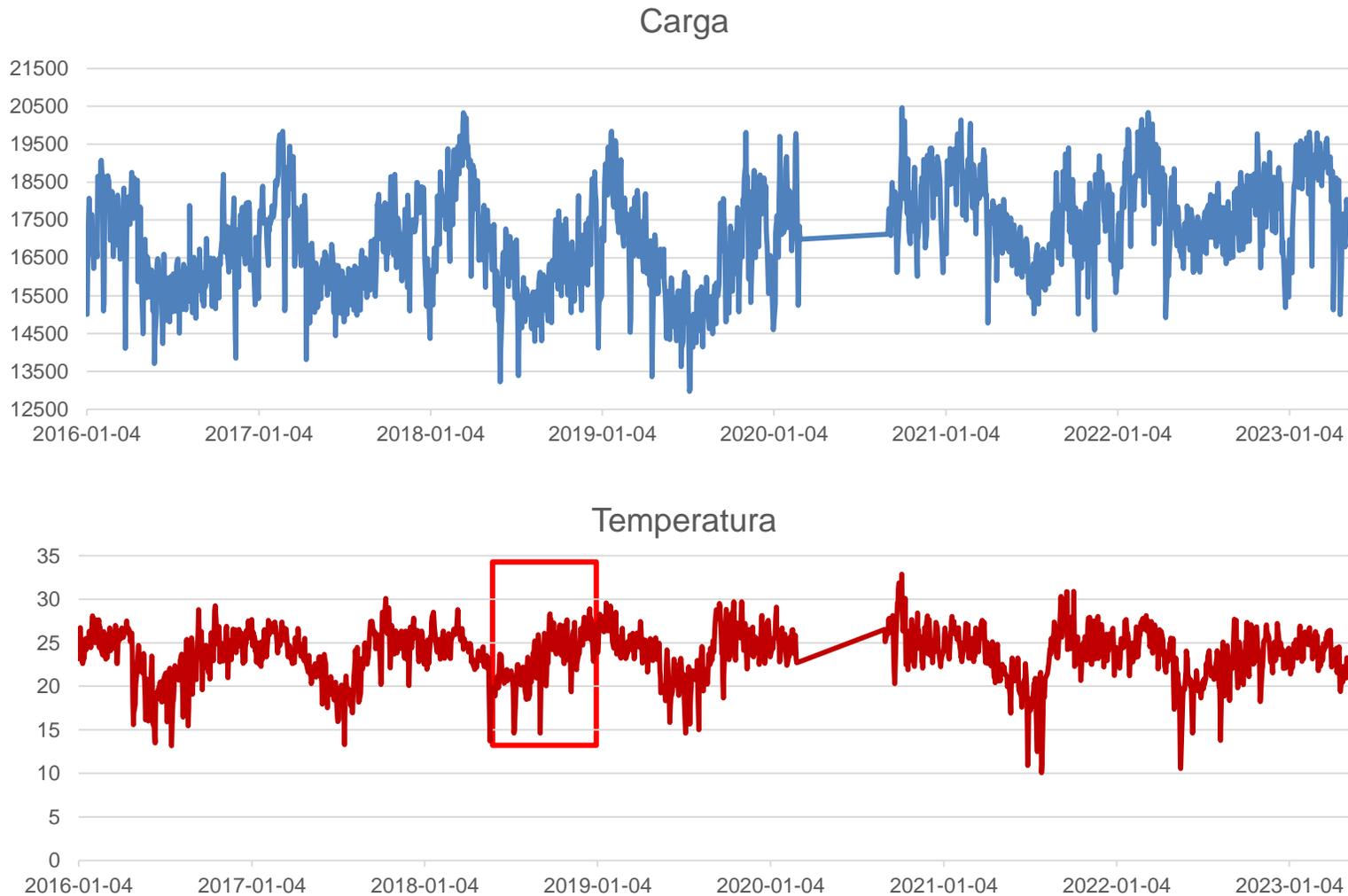
Carga Com Covid



Carga Sem Covid



PROJEÇÃO DE CARGA

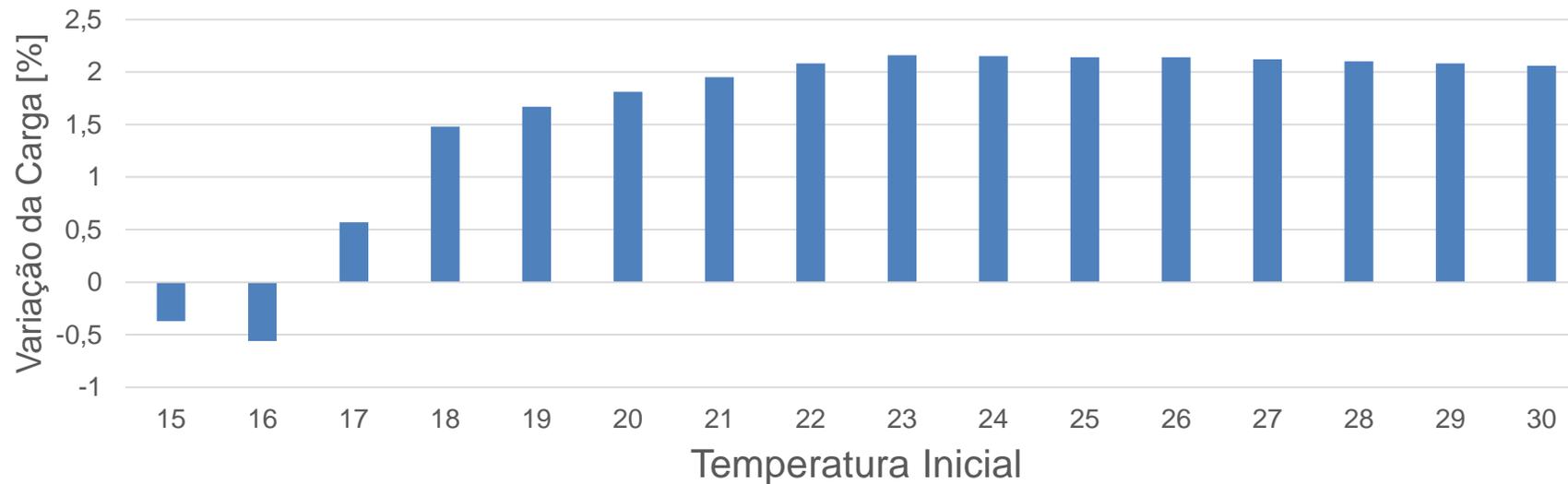


Existe correlação entre a variação da carga com a temperatura. O valor da correlação de Pearson encontrada foi de 0,59

PROJEÇÃO DE CARGA

- Com a utilização de um modelo de Rede Neural Artificial (100 Neurônios com 10 camadas ocultas) fez-se previsão de vários valores de carga tendo como causa a temperatura.
- Não é possível estabelecer um valor constante de variação da carga, uma vez que depende da magnitude da temperatura inicial
- Portanto com o aumento da temperatura no futuro, haverá um aumento distinto da carga de acordo com a estação do ano devido às cargas, por exemplo, de aclimatação e refrigeração

Aumento da Temperatura em 2 graus



AGENDA

- 1. CONTEXTO**
- 2. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: METODOLOGIA**
- 3. PROJEÇÃO CLIMÁTICA: RESULTADOS E CONCLUSÕES**
- 4. PROJEÇÃO VAZÕES: METODOLOGIA**
- 5. PROJEÇÃO VAZÕES: COBERTURA DO SOLO**
- 6. PROJEÇÃO VAZÕES: USOS CONSUNTIVOS**
- 7. PROJEÇÃO DA CARGA**
- 8. CONCLUSÕES E PROXIMOS PASSOS**

CONCLUSÕES

- **Mitigar os efeitos das mudanças climáticas com a descarbonização**
- **Efeito já é uma realidade onde com a melhora dos modelos climáticos é possível fazer uma projeção e quantificar as variáveis climáticas**
- **Setor energético deve se preparar para enfrentar as mudanças tanto no aspecto de variações médias, como alteração nos valores máximos e mínimos**
- **Identificar os efeitos extremos construindo usinas e redes mais resilientes**
- **Identificar perdas na geração de energia e no fornecimento de potência**

PROXIMOS PASSOS

- **Utilizar os dados de anomalias para construir cenários considerando as mudanças climáticas**
- **Observar o novo balanço energético e adaptar as alternativas de geração**

**Secretaria de
Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística**



SÃO PAULO
GOVERNO DO ESTADO



FUSTP

Fundação de Apoio à
Universidade de São Paulo