



# SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE

4 a 7 / novembro / 2014 ★ Natal ★ RN

## SEGURANÇA HÍDRICA EM UM MUNDO EM MUDANÇA

FRANCISCO DE ASSIS DE SOUZA FILHO



# SEGURANÇA HÍDRICA EM UM MUNDO EM MUDANÇA

FRANCISCO DE ASSIS DE SOUZA FILHO

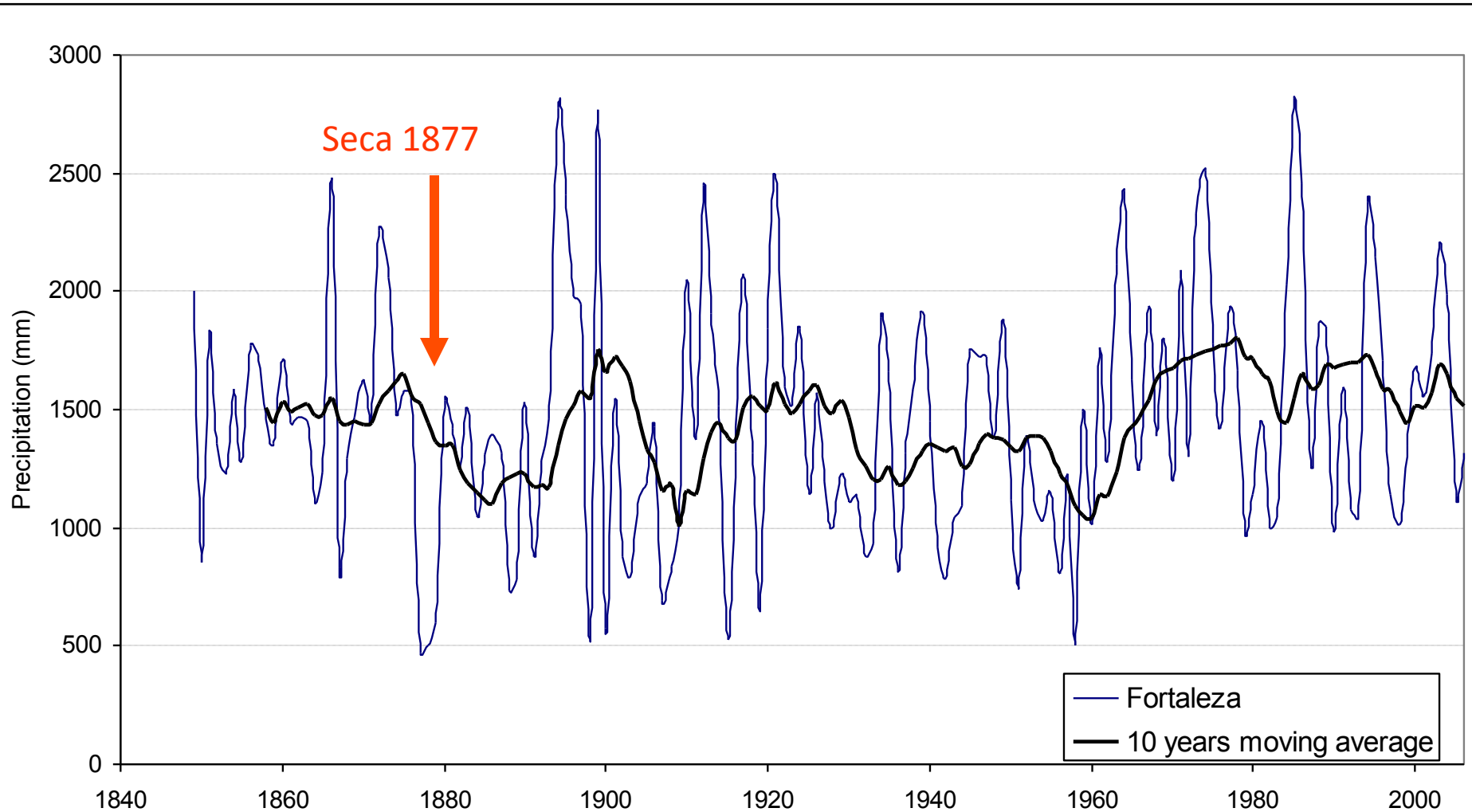
# TÓPICOS

- CONTEXTO DA MUDANÇA
- MUDANÇA CLIMÁTICA E PADRÕES DE VARIAÇÃO
- FERRAMENTAS CONCEITUAIS
- GESTÃO ADAPTATIVA DO RISCO CLIMÁTICO E OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO
- DESAFIOS AO SISTEMA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

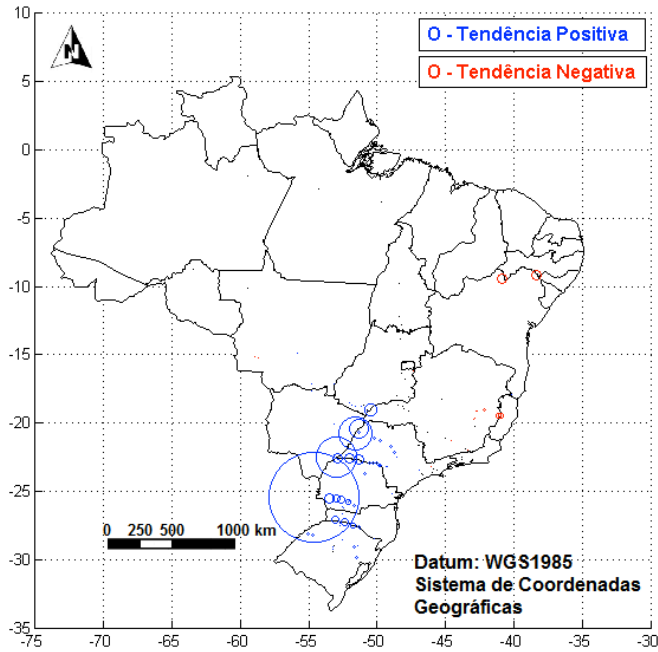
# Questão Central

- Gerenciar recursos hídricos em um mundo sob **Mudanças Globais**
  - Clima
  - Economia
  - Cultura
  - Uso do solo
  - Dinâmica dos Ecossistemas e serviços ambientais
- Gestão Adaptativa dos Recursos Hídricos

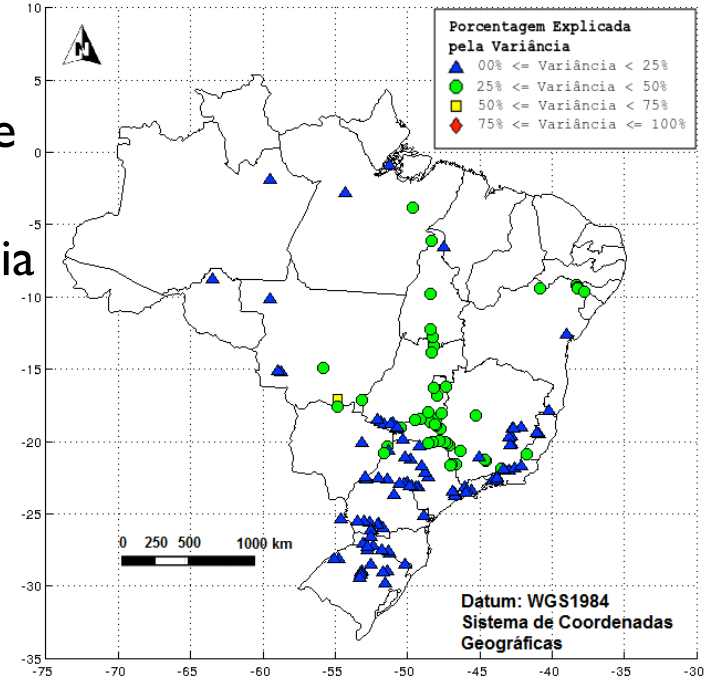
# Variabilidade climática em múltiplas escalas temporais



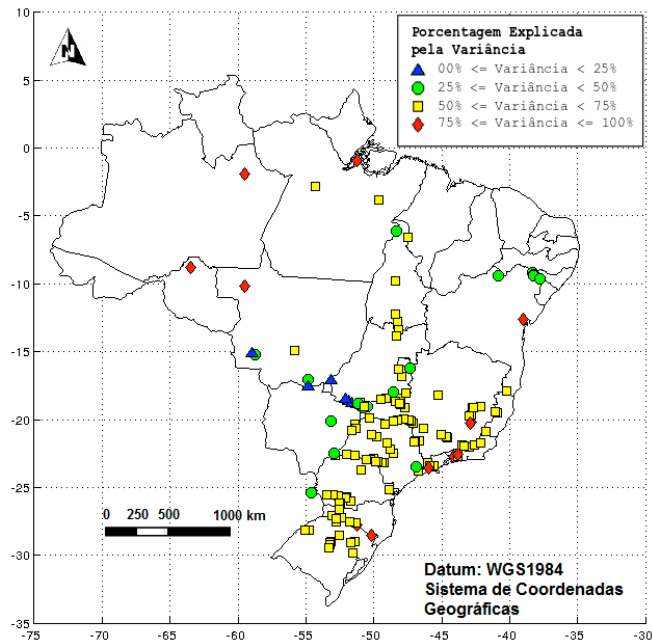
## Declividade de Sen



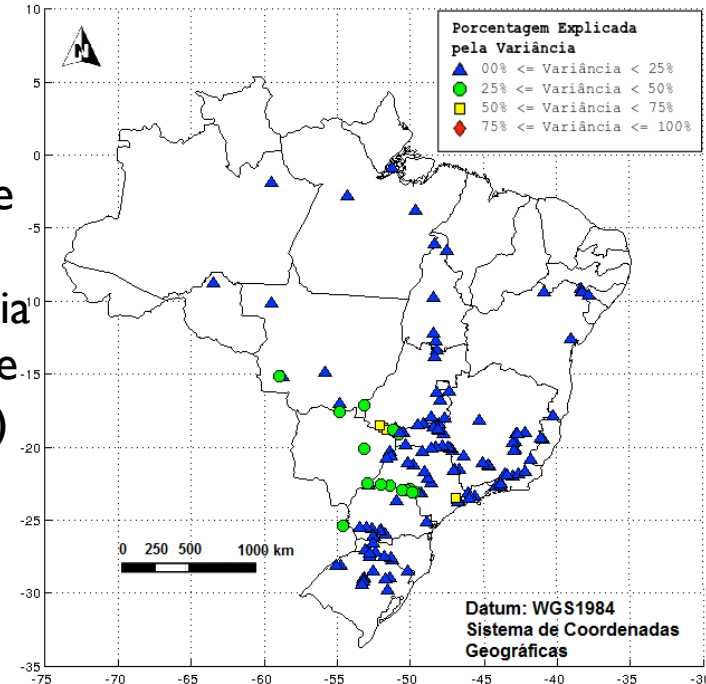
## Banda de Média Frequência (9 a 39 anos)



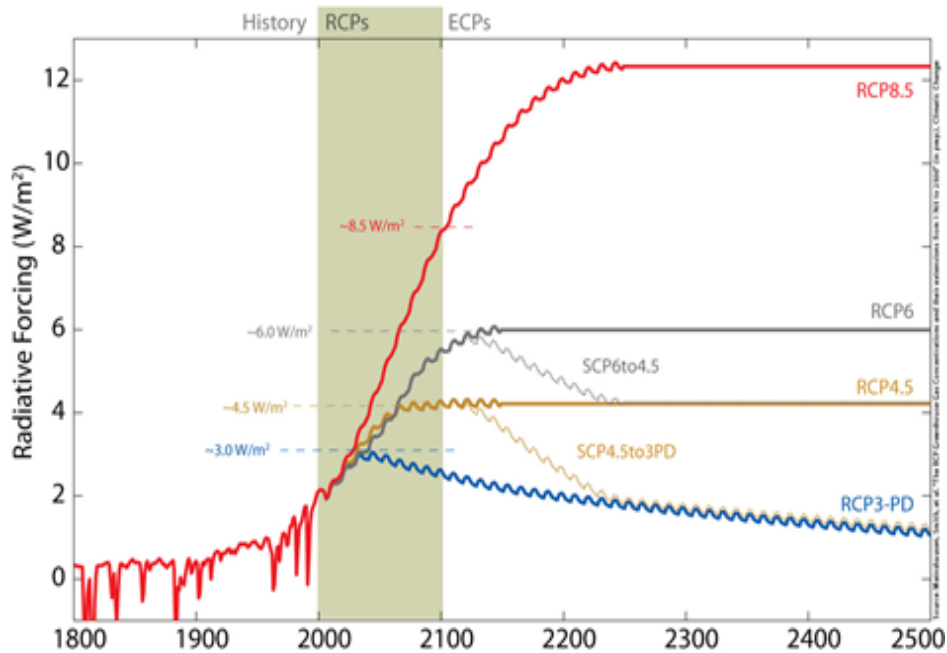
## Banda de Alta Frequência (1 a 8 anos)



## Banda de Baixa Frequência (acima de 40 anos)

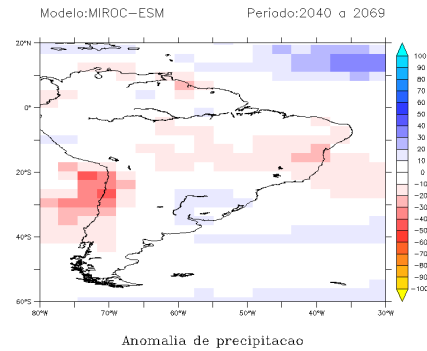
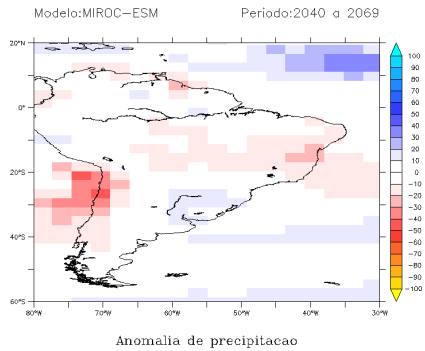
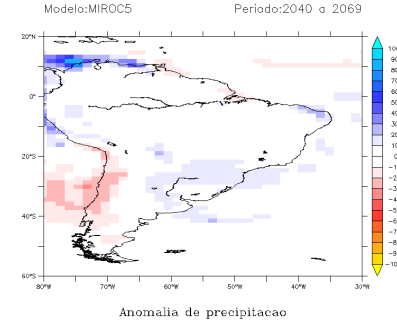
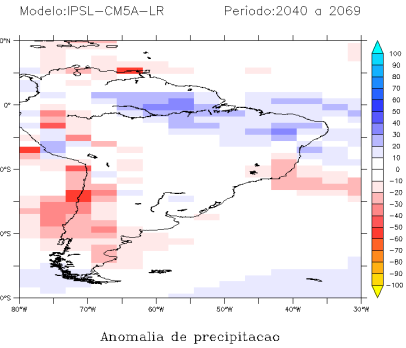
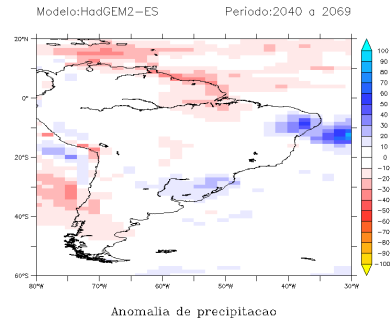
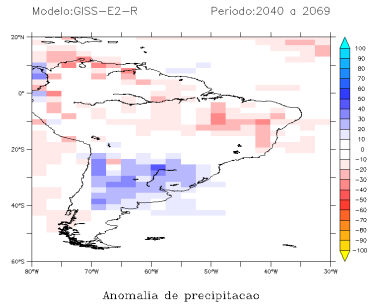
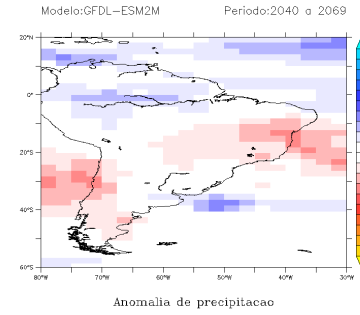
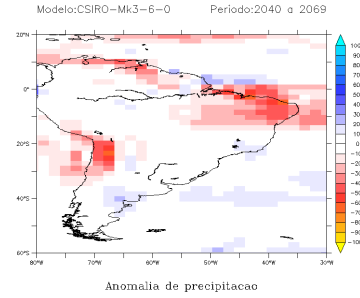
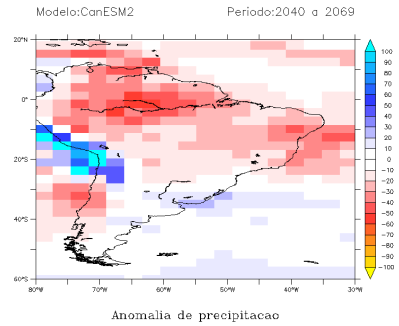
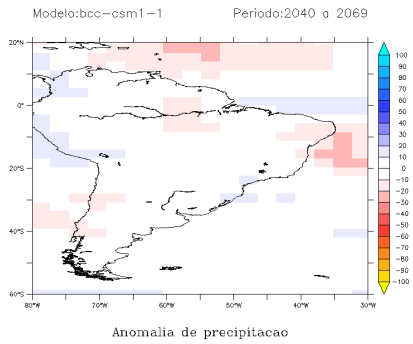


# IPCC-AR5



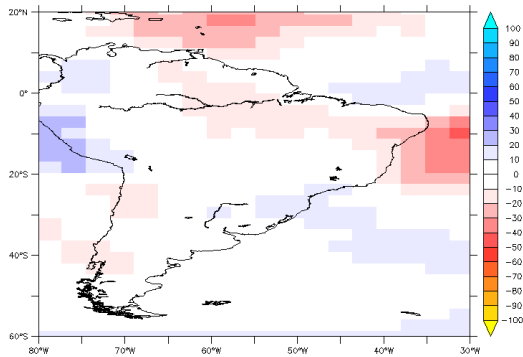
Modelos	Instituição
bcc-csm1-1	Beijing Climate Center, China Meteorological Administration
BNU-ESM	College of Global Change and Earth System Science, Beijing Normal University
CanESM2	Canadian Centre for Climate Modelling and Analysis
CESM1-BGC	Community Earth System Model Contributors
CSIRO-Mk3-6-0	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization in collaboration with Queensland Climate Change Centre of Excellence
GFDL-ESM2M	NOAA Geophysical Fluid Dynamics Laboratory
HadGEM2-AO	National Institute of Meteorological Research/Korea Meteorological Administration
HadGEM2-CC	Met Office Hadley Centre
HadGEM2-ES	Met Office Hadley Centre
IPSL-CM5A-LR	Institut Pierre-Simon Laplace
IPSL-CM5A-MR	Institut Pierre-Simon Laplace
MIROC5	Atmosphere and Ocean Research Institute (The University of Tokyo), National Institute for Environmental Studies, and Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology
MIROC-ESM	Max Planck Institute for Meteorology

# RCP\_4.5



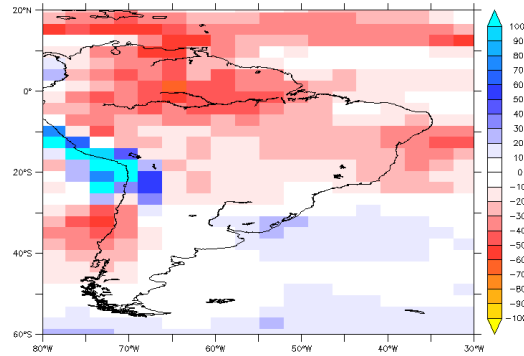


Modelo:bcc-csm1-1 Período:2040 a 2069



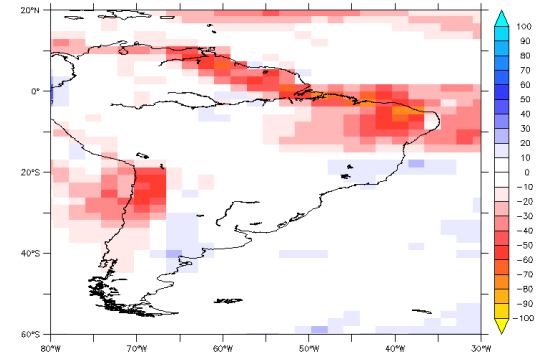
Anomalia de precipitacao

Modelo:CanESM2 Período:2040 a 2069



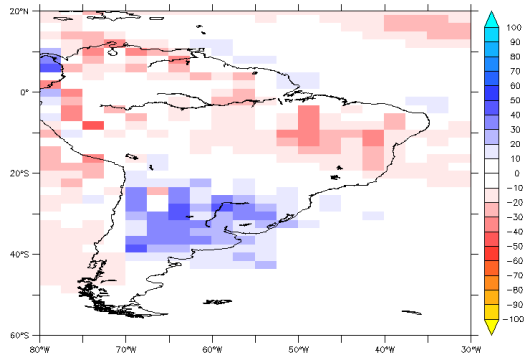
Anomalia de precipitacao

Modelo:CSIRO-Mk3-6-0 Período:2040 a 2069



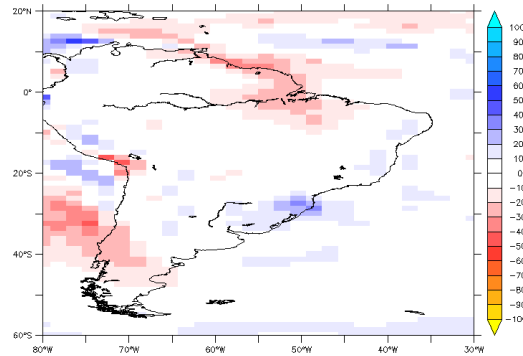
Anomalia de precipitacao

Modelo:GISS-E2-R Período:2040 a 2069



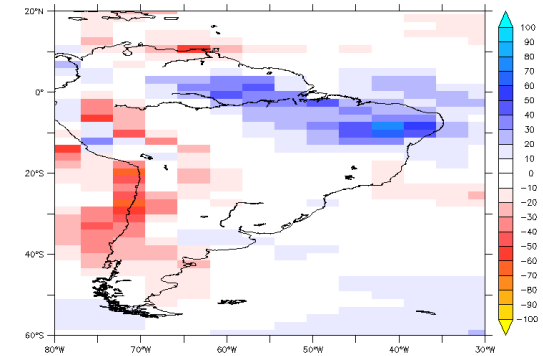
Anomalia de precipitacao

Modelo:HadGEM2-ES Período:2040 a 2069

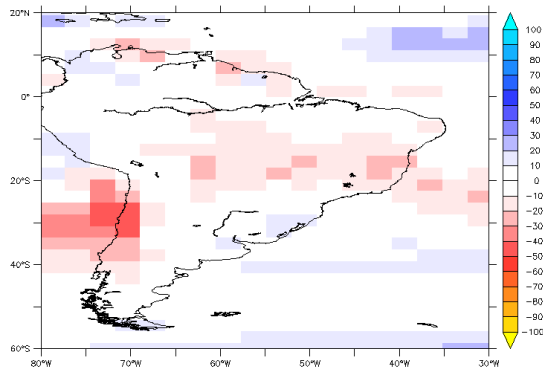


Anomalia de precipitacao

Modelo:IPSL-CM5A-LR Período:2040 a 2069



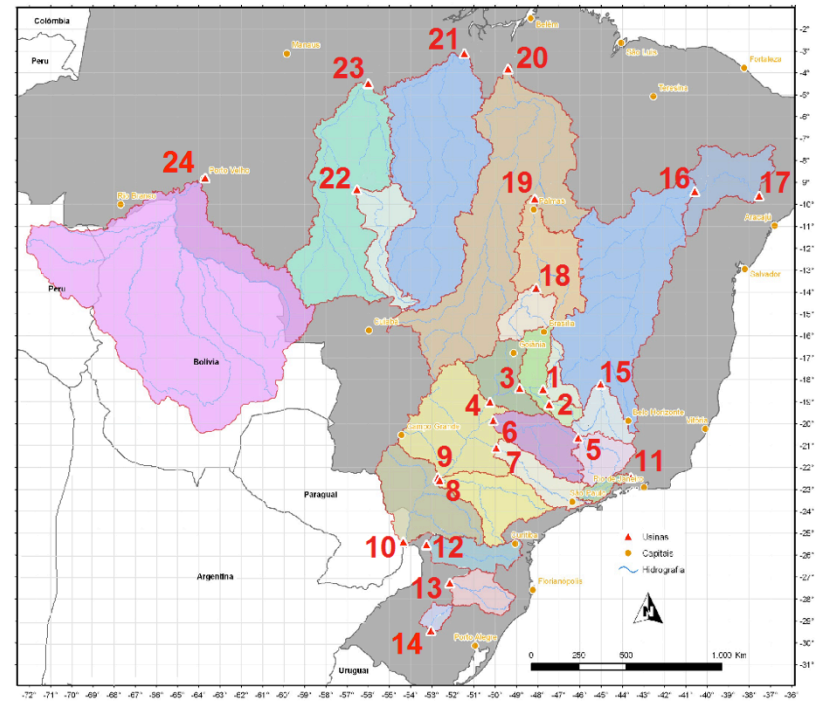
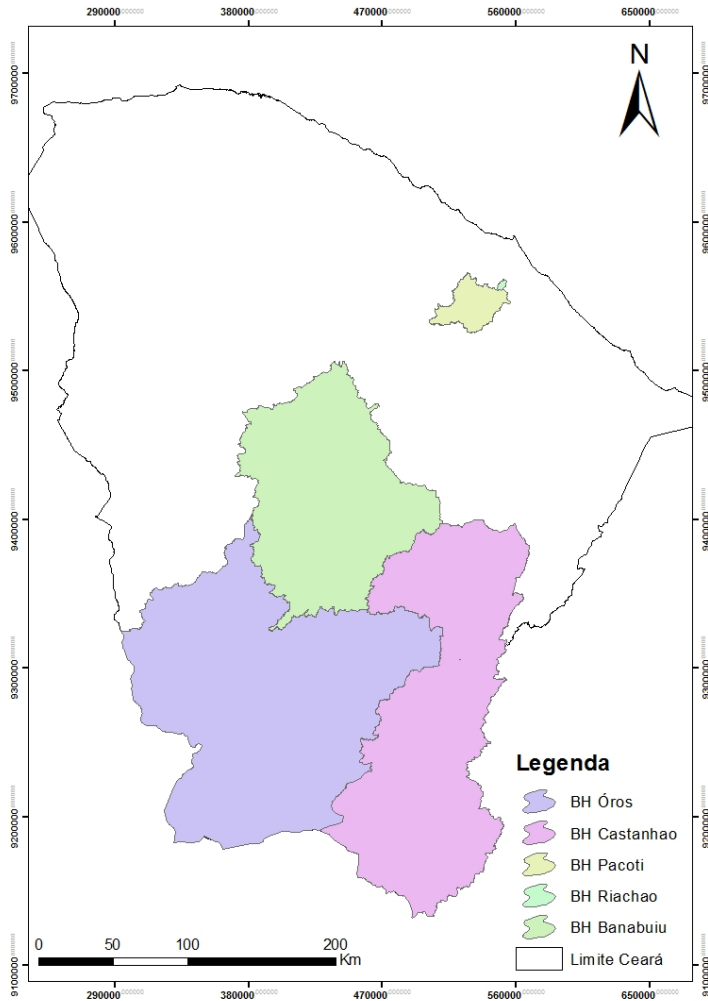
Modelo:MIROC-ESM Período:2040 a 2069



Anomalia de precipitacao

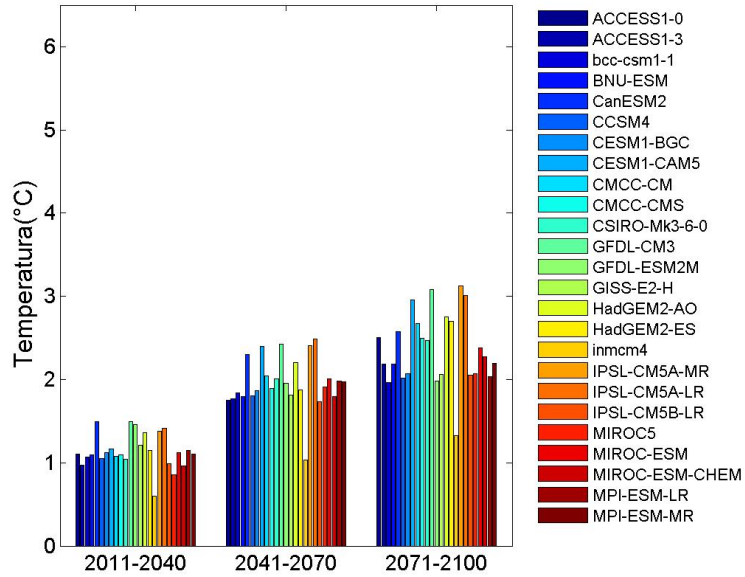
RCP 8.5

# Regiões de Aplicação

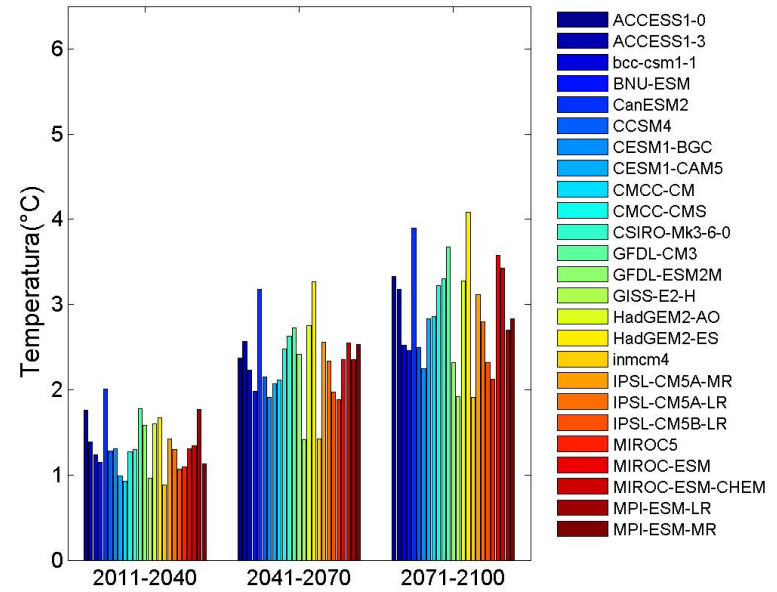


# TEMPERATURA – RCP4.5

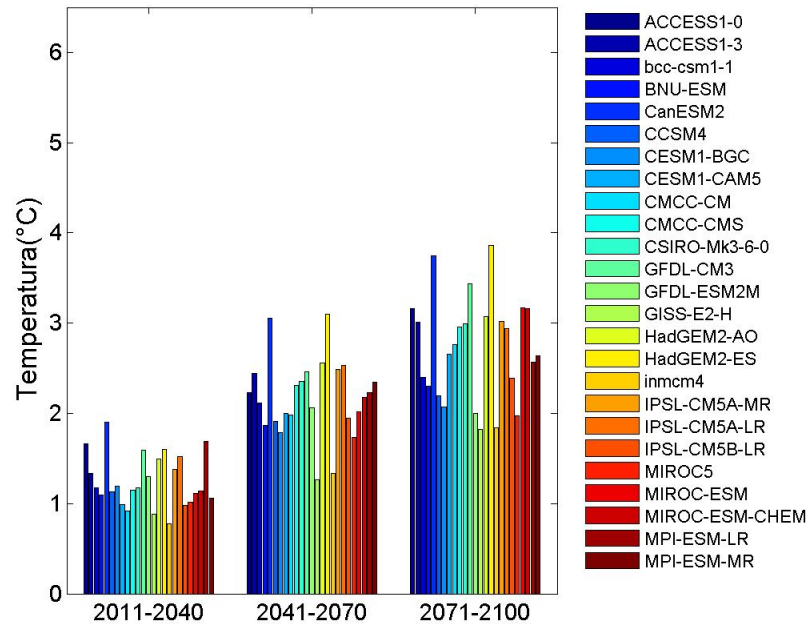
## Baixo São Francisco



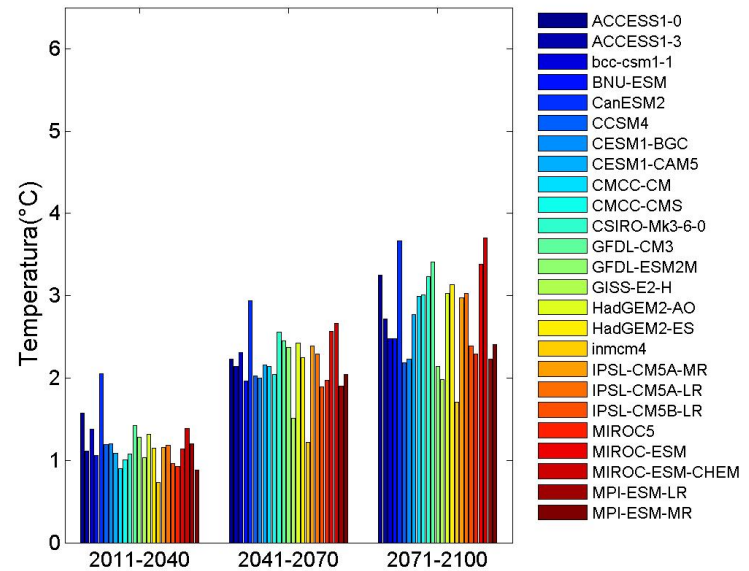
## Três Marias



## Retiro Baixo

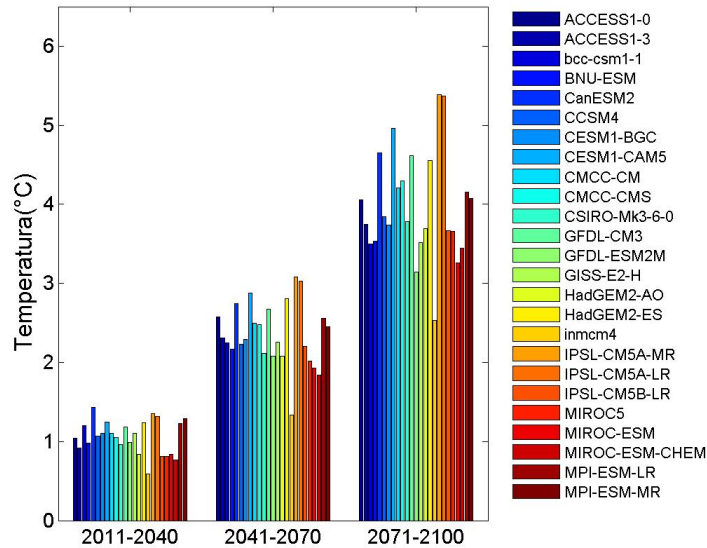


## Sobradinho

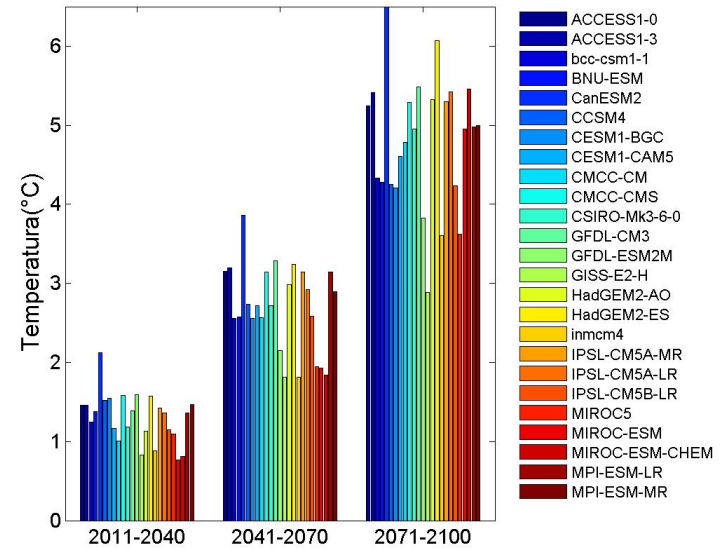


# TEMPERATURA – RCP8.5

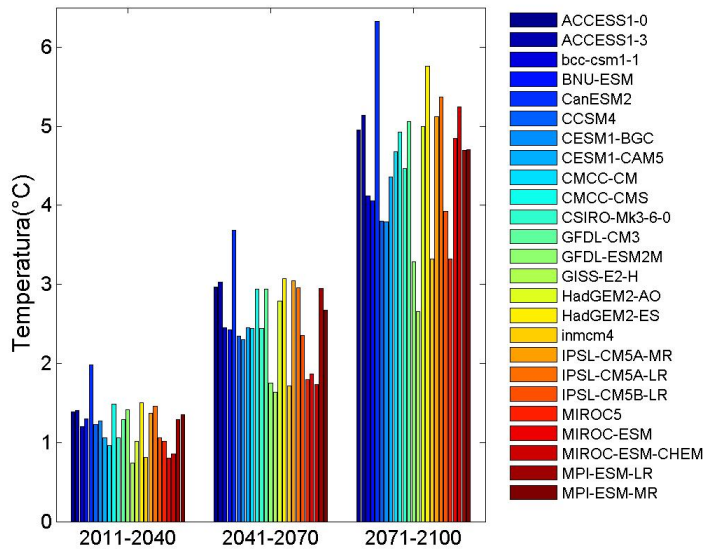
## Baixo São Francisco



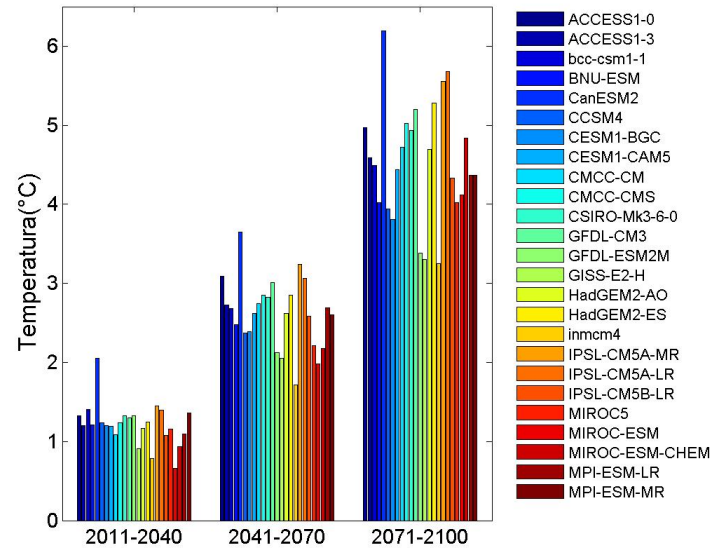
## Três Marias



## Retiro Baixo

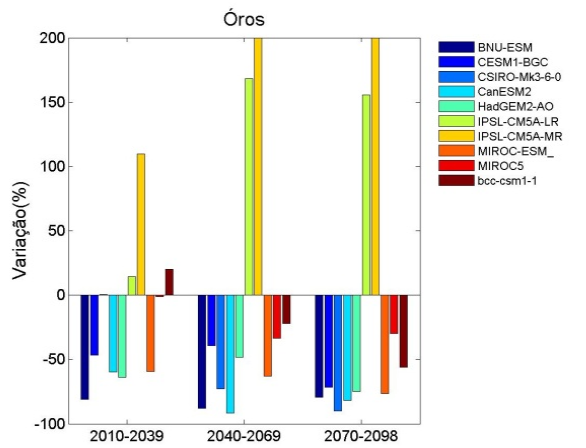


## Sobradinho

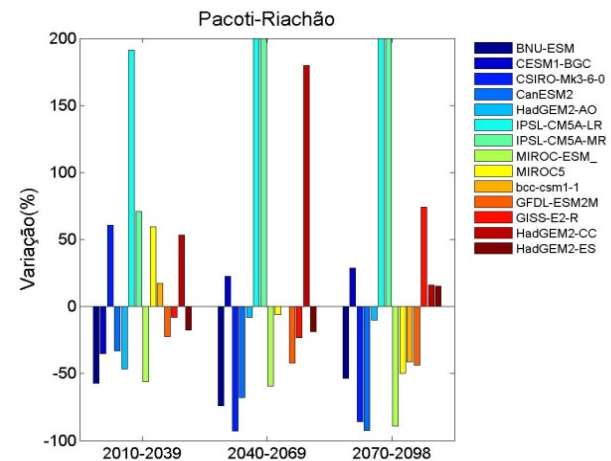
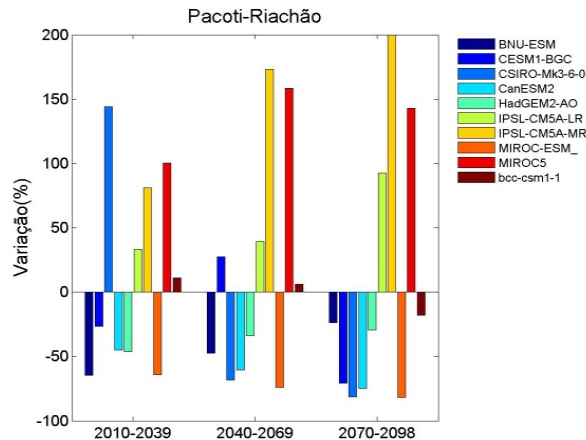
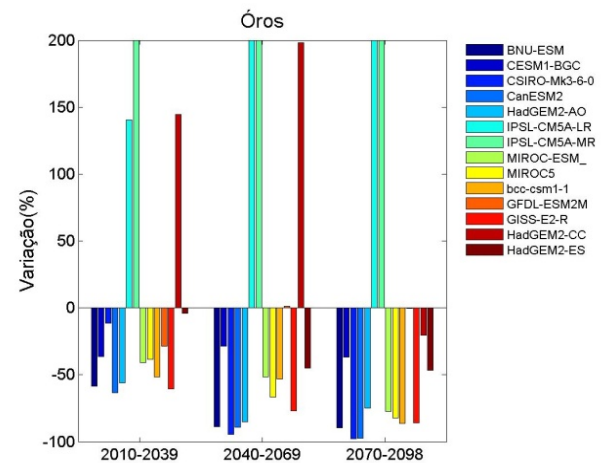


# Resultados-Projeções de Longo Ceará

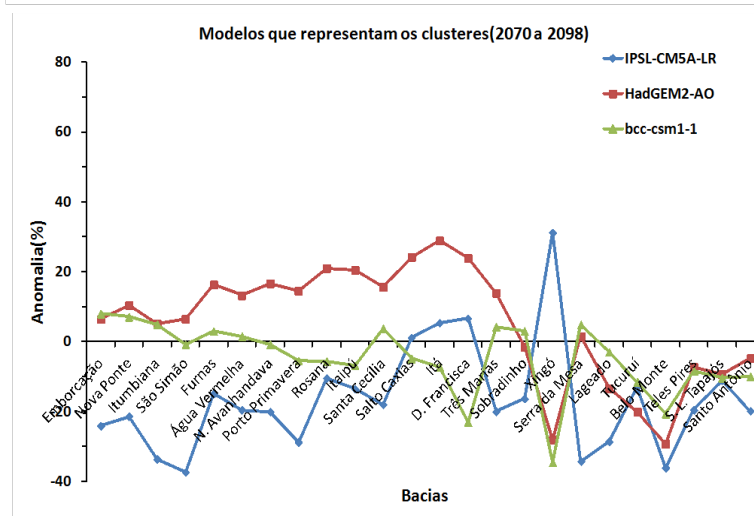
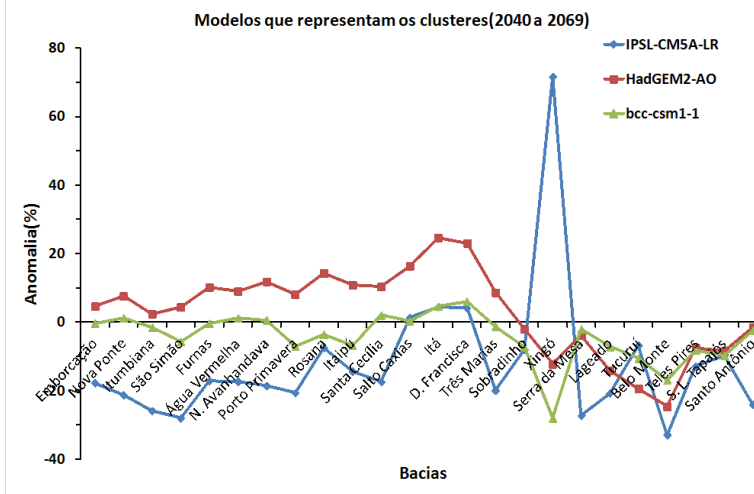
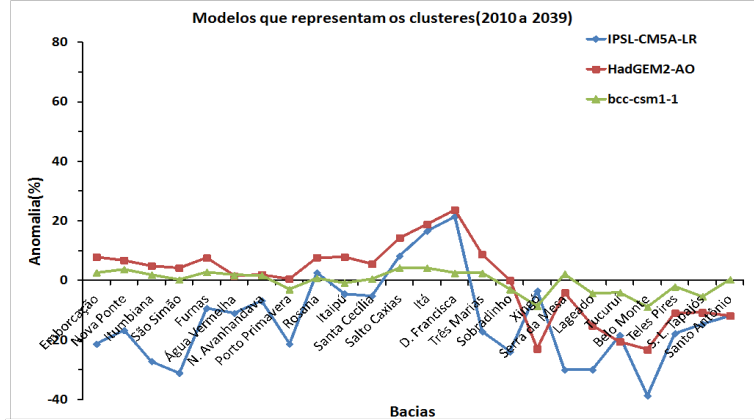
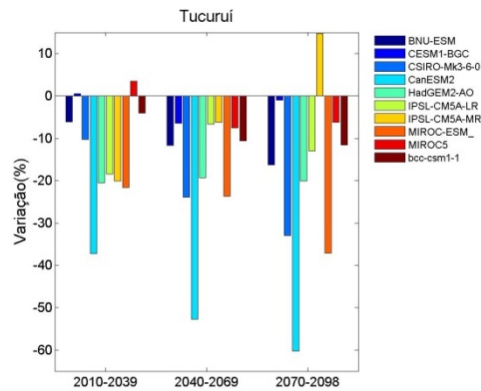
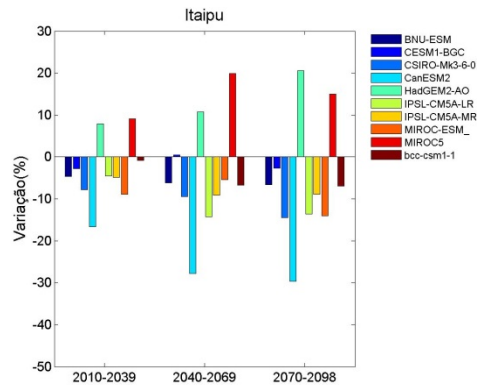
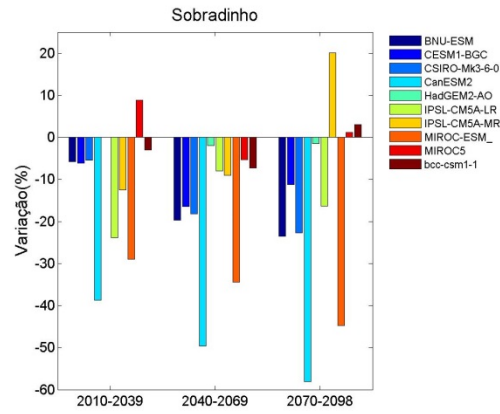
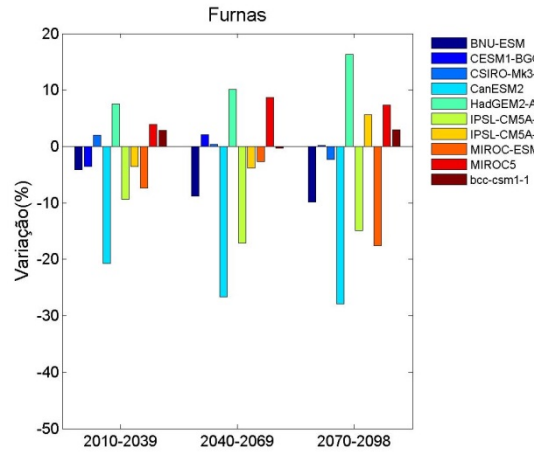
## RCP 4.5-Vazões



## RCP8.5-Vazões

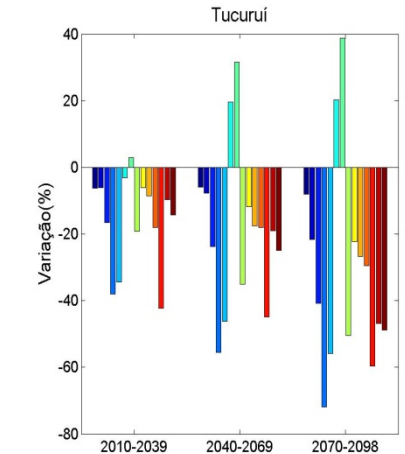
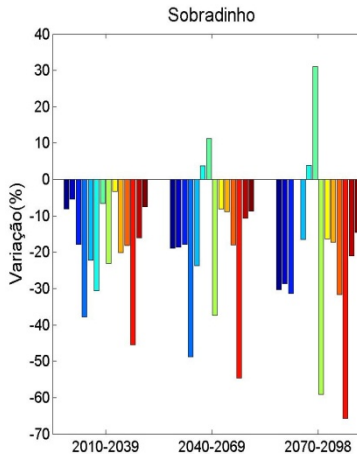
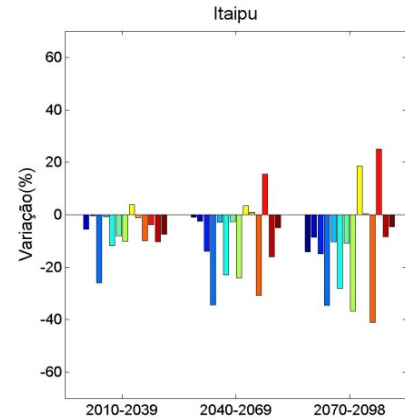
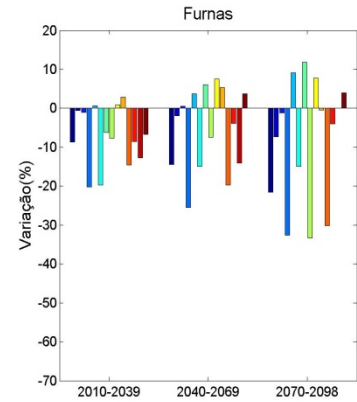


# Resultados-Projeções de Longo para o setor elétrico- RCP 8.5 (Vazões)

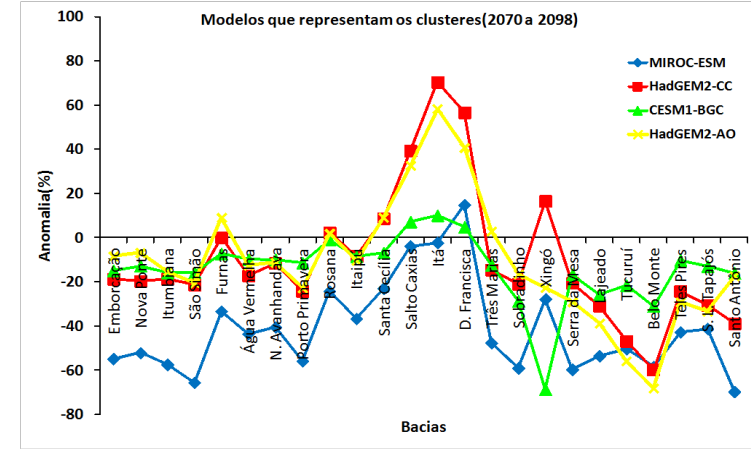
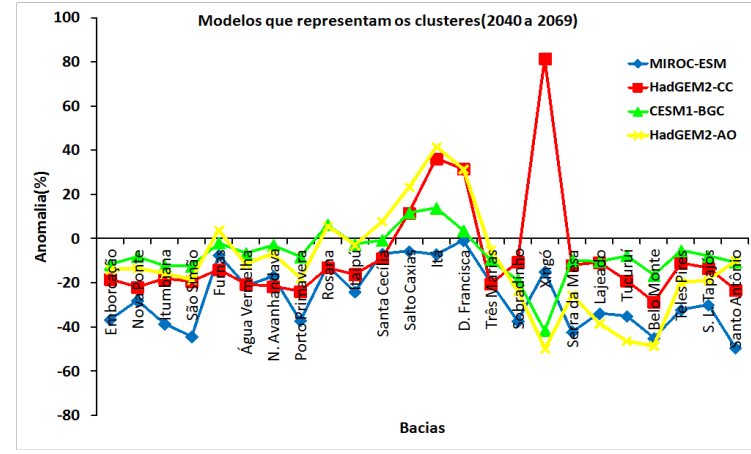
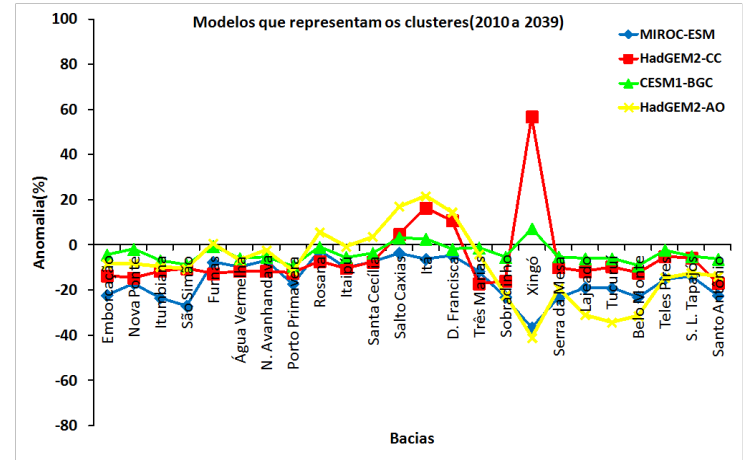




# Resultados-Projeções de Longo para o setor elétrico- RCP 8.5 (vazões)

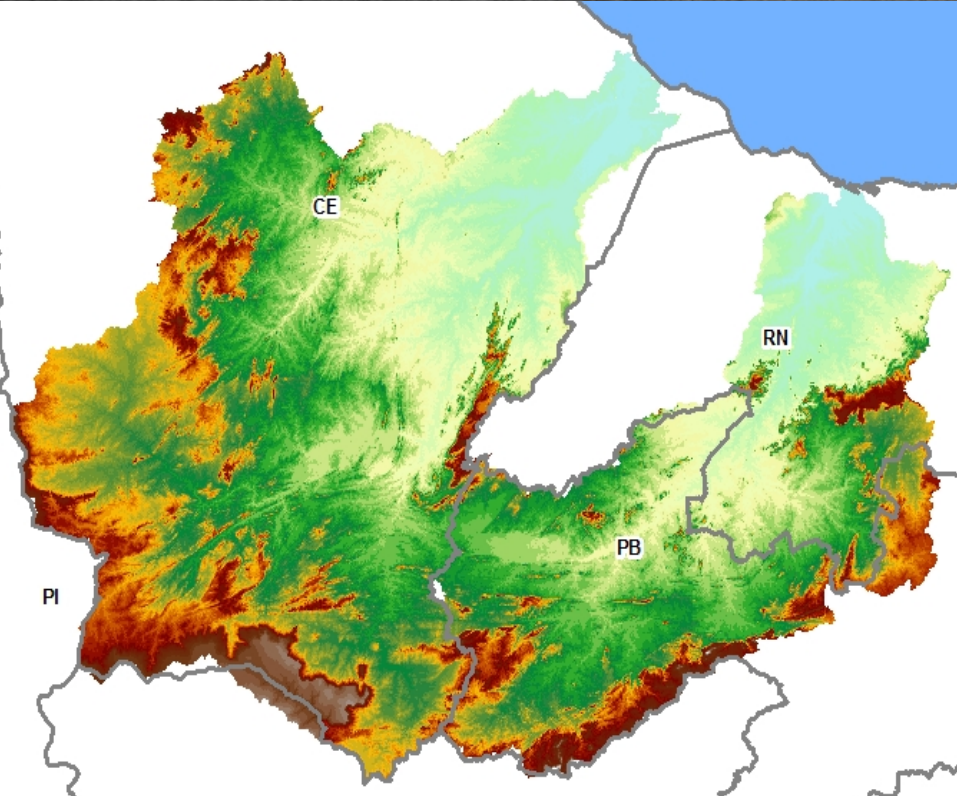


- BNU-ESM
- CESM1-BGC
- CSIRO-Mk3-6-0
- CanESM2
- HadGEM2-AO
- IPSL-CM5A-LR
- IPSL-CM5A-MR
- MIROC-ESM\_
- MIROC5
- bcc-csm1-1
- GFDL-ESM2M
- GISS-E2-R
- HadGEM2-CC
- HadGEM2-ES





**ADAPTING WATER RESOURCES PLANNING AND OPERATION TO CLIMATE VARIABILITY AND CLIMATE CHANGE IN SELECTED RIVER BASINS IN NORTHEAST BRAZIL**



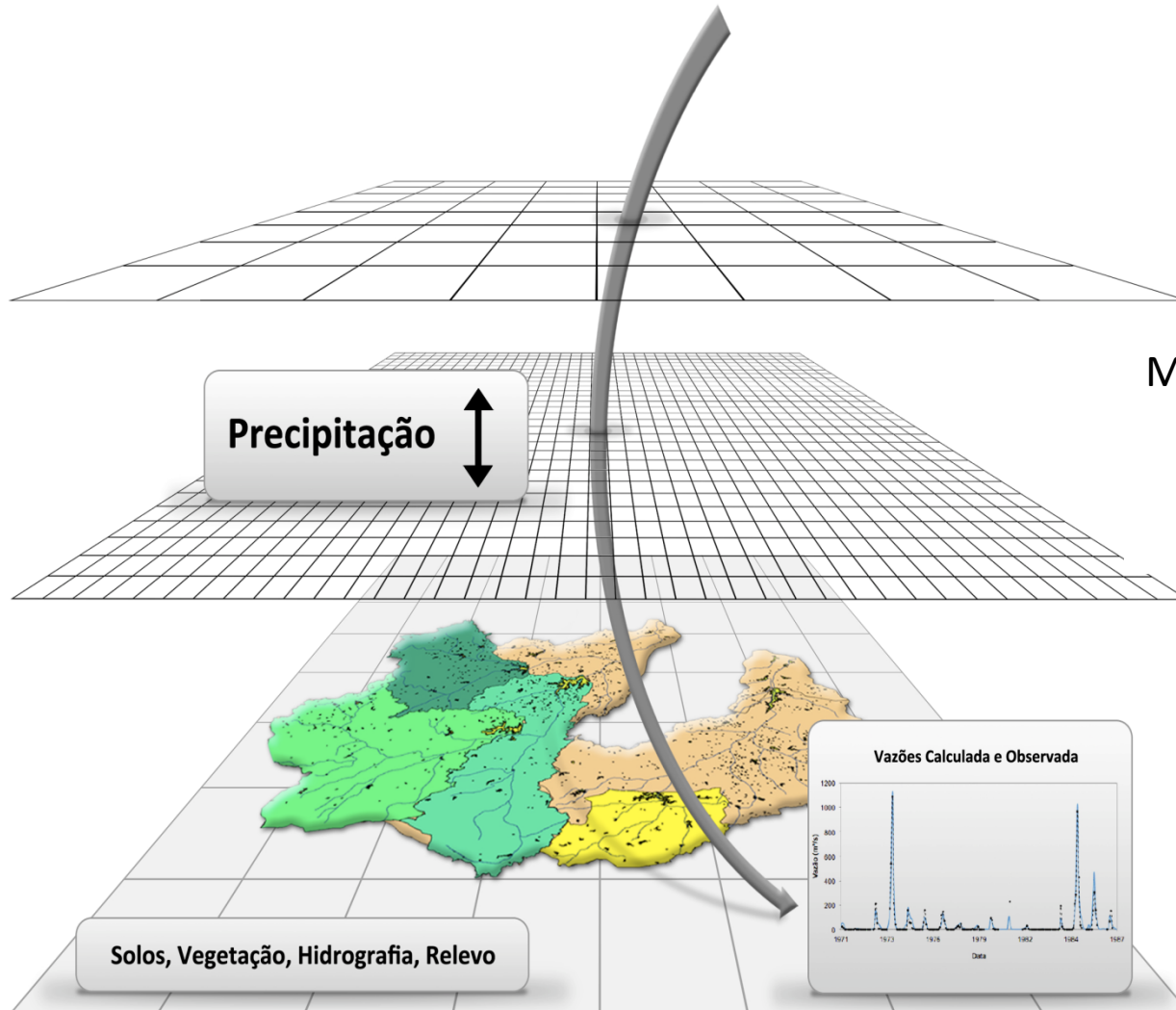
**INCERTEZA, VARIABILIDADE e MUDANÇA CLIMÁTICA NO DESENHO DE MECANISMOS DE ALOCAÇÃO DE RECURSOS HIDRICOS A NIVEL DE BACIA**

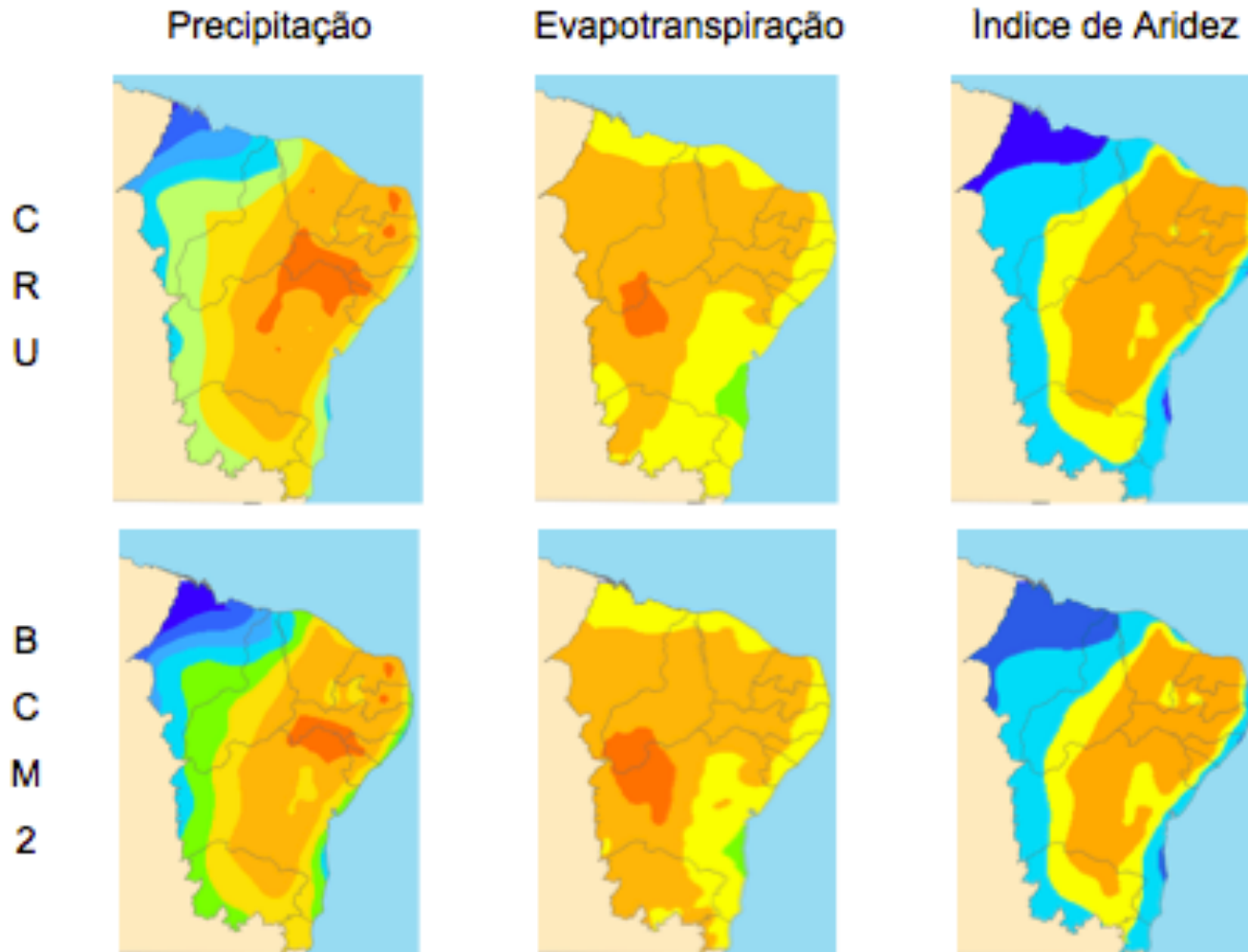
**BANCO MUNDIAL**



HIDROSSISTEMAS



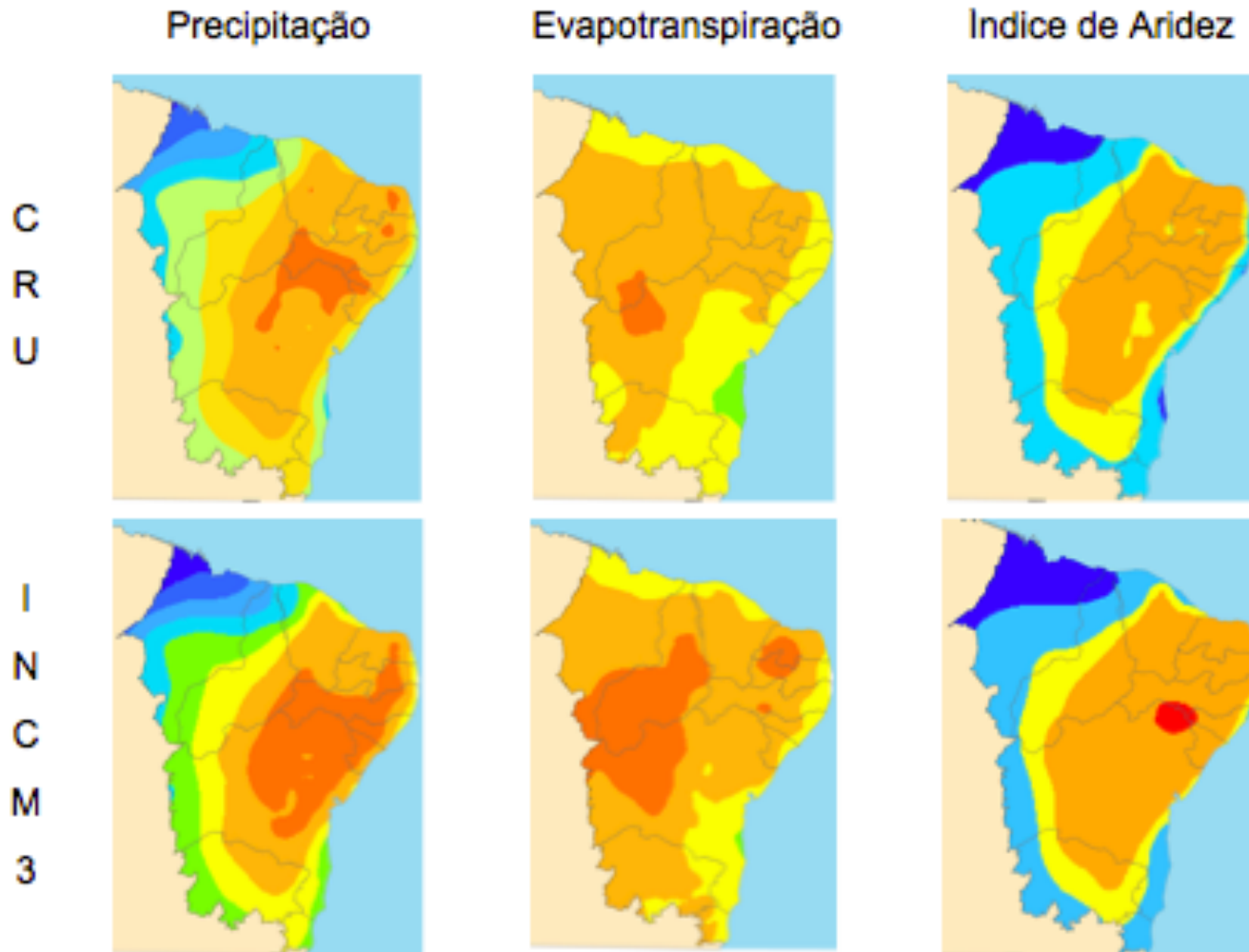




**Precipitação:** ■ 0 - 300 mm; ■ 300 - 600 mm; ■ 600 - 900 mm; ■ 900 - 1200 mm; ■ 1200 - 1500 mm; ■ 1500 - 1800 mm; ■ 1800 - 2100 mm; ■ 2100 - 2400 mm; ■ > 2400 mm.

**Evapotranspiração Potencial:** ■ 1300 - 1500 mm; ■ 1500 - 1700 mm; ■ 1700 - 1900 mm; ■ 1900 - 2100 mm; ■ > 2100 mm

**Índice de Aridez:** Árido ■ 0,05 - 0,20; Semi-árido ■ 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco ■ 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido ■ 0,65 - 1,00 e Úmido ■ > 1,00.

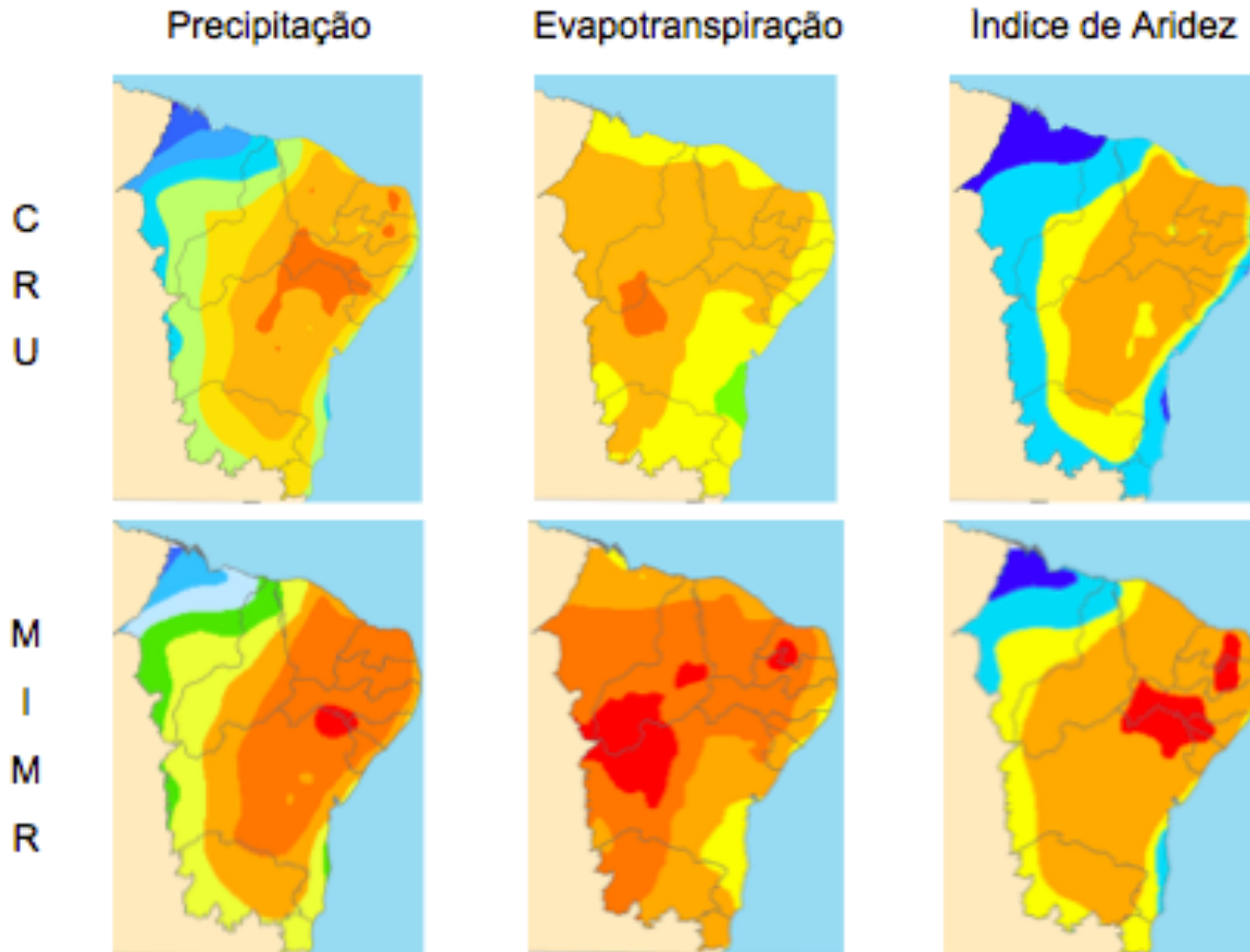


Precipitação: ■ 0 - 300 mm; ■ 300 - 600 mm; ■ 600 - 900 mm; ■ 900 - 1200 mm; ■ 1200 - 1500 mm; ■ 1500 - 1800 mm; ■ 1800 - 2100 mm; ■ 2100 - 2400 mm; ■ > 2400 mm.

Evapotranspiração Potencial: ■ 1300 - 1500 mm; ■ 1500 - 1700 mm; ■ 1700 - 1900 mm; ■ 1900 - 2100 mm; ■ > 2100 mm

Índice de Aridez: Árido ■ 0,05 - 0,20; Semi-árido ■ 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco ■ 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido ■ 0,65 - 1,00 e Úmido ■ > 1,00.





Precipitação: ■ 0 - 300 mm; ■ 300 - 600 mm; ■ 600 - 900 mm; ■ 900 - 1200 mm; ■ 1200 - 1500 mm; ■ 1500 - 1800 mm; ■ 1800 - 2100 mm; ■ 2100 - 2400 mm; ■ > 2400 mm.

Evapotranspiração Potencial: ■ 1300 - 1500 mm; ■ 1500 - 1700 mm; ■ 1700 - 1900 mm; ■ 1900 - 2100 mm; ■ > 2100 mm

Índice de Aridez: Árido ■ 0,05 - 0,20; Semi-árido ■ 0,20 - 0,50; Sub-úmido Seco ■ 0,50 - 0,65; Sub-úmido Úmido ■ 0,65 - 1,00 e Úmido ■ > 1,00.

# TÓPICOS

- CONTEXTO DA MUDANÇA
- MUDANÇA CLIMÁTICA E PADRÕES DE VARIAÇÃO
- FERRAMENTAS CONCEITUAIS
- GESTÃO ADAPTATIVA DO RISCO CLIMÁTICO E OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO
- DESAFIOS AO SISTEMA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

# Questão Central

- Gestão de Recursos Hídricos em um Cenário de Riscos/Incertezas
- Par dialético: Segurança Hídrica x Gestão de Riscos
  - Previsão/controle/garantia
  - Incerteza/adaptação/risco de falha
- Gestão Adaptativa de Recursos Hídricos
  - Gestão Integrada dos Recursos Hídricos

# Ferramentas Conceituais

- Segurança Hídrica e Gestão de Riscos
- Exposição, Vulnerabilidade e Sensibilidade
- Adaptação e Gestão Adaptativa
- Robustez
- Resiliência



# GESTÃO ADAPTATIVA DO RISCO CLIMÁTICO E OS INSTRUMENTOS DE GESTÃO

- Planejamento
  - ▣ Previsão – Controle – Eficiência
  - ▣ Cenários – Adaptação – Robustez
- Outorga / Alocação
  - ▣ Longo Prazo – Definição da Infraestrutura Instalada
  - ▣ Curto Prazo – Níveis de Racionamento e Transferência de risco entre setores
  - ▣ Alocação de Risco entre setores (transferência de risco)
- Cobrança
  - ▣ Seguros / Compensação Financeira / Fundos
- Enquadramento
  - ▣ Qualidade da água e clima
- Sistema de Informações

# Dimensões da Gestão dos Recursos Hídricos

- Gestão da Oferta
  - ▣ Infraestruturas: Dimensionamento / Operação e Manutenção
  - ▣ Segurança
- Gestão da Demanda
  - ▣ Conservação de Água
  - ▣ Flexibilidade
- Gestão de Conflitos
  - ▣ Arcabouço Político/Jurídico/Institucional

# Planejamento (Estratégia Robusta)

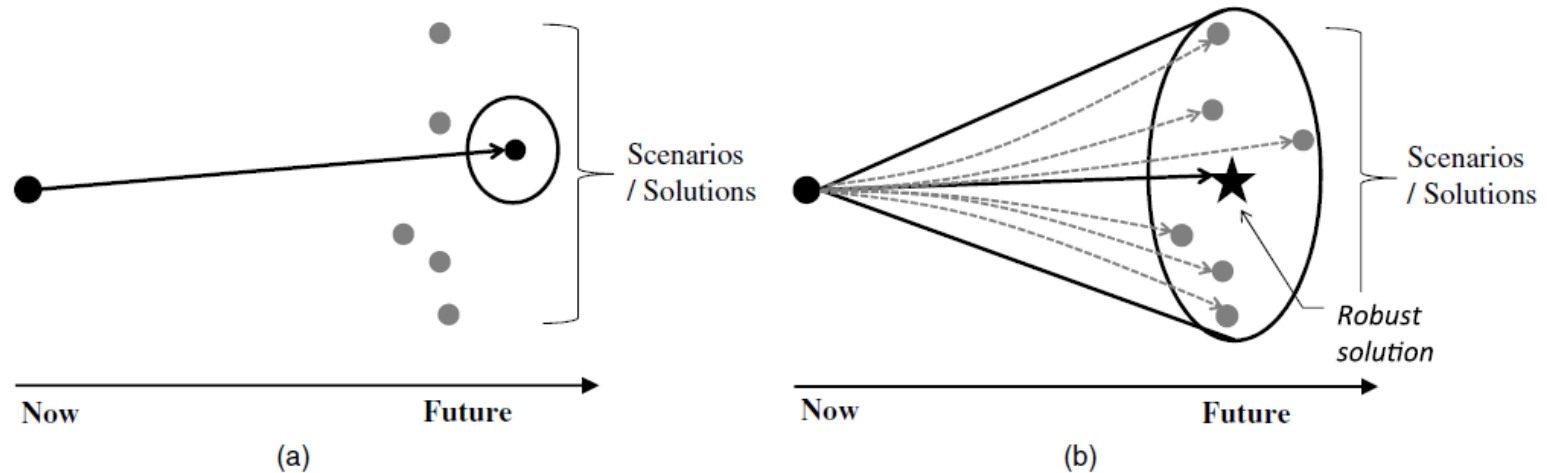
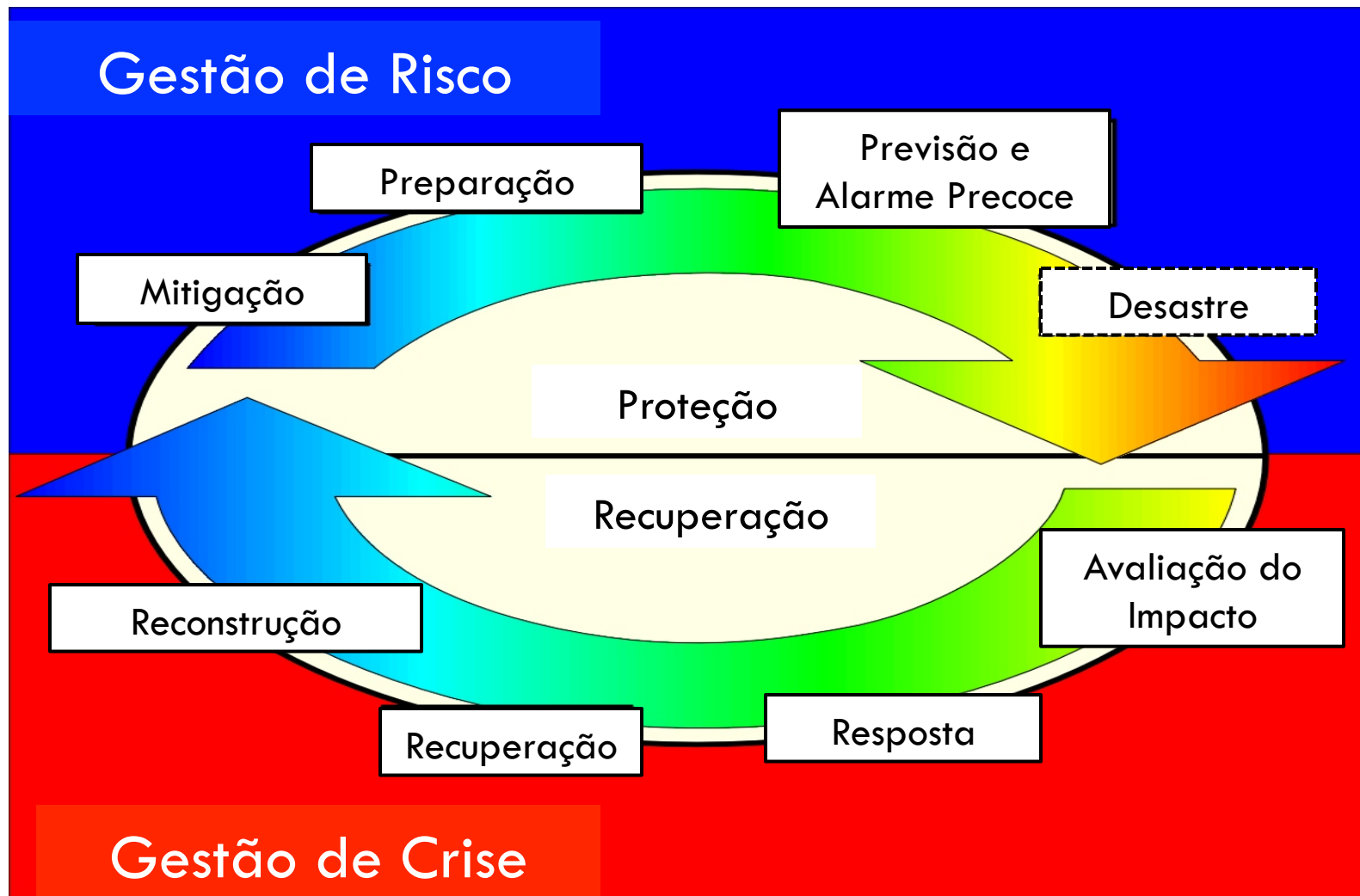


Fig. 1. Scenario-planning approaches: (a) one-dimensional; (b) multidimensional

A **gestão adaptativa** coloca-se como alternativa para orientar a ação em ambiente de **complexidade e incerteza**. A previsão e o controle são substituídos pela cenarização prospectiva e pelo adaptação, respectivamente. A **prospectiva estratégica** (Godet, 1991; 2012) e o **planejamento baseado em cenários** (van der Heijden, 2005) impõem-se como instrumentos necessários para a construção de cenários. A adaptação proativa pressupõe a definição de uma estratégia robusta. **Robustez** entendida como a capacidade do sistema *perseverar* nos diversos futuros alternativos factíveis. A resiliência do sistema é propriedade essencial da robustez. **Resiliência** entendida como a capacidade do sistema de recursos hídricos manter suas funções e operações nos diversos futuros alternativos, (Holling, 1972).

# Ciclo da Gestão de Desastres



# PLANO DE GESTÃO DE SECAS DE CIDADES

## Sistema de Suporte à Tomada de Decisão para a Seca\*

Sistema Jucazinho – PE

Iniciar



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ



FCPC  
FUNDAÇÃO CEARENSE  
DE PESQUISA E CULTURA



Banco Mundial



Apac  
Agência Pernambucana  
de Águas e Clima



\*Desenvolvido pelo Grupo de Gerenciamento do Risco Climático e Sustentabilidade Hídrica - DEHA/UFC

# Metodologia





"Demoiselles d'Avignon" - pintura cubista de Pablo Picasso

FIM

assis@ufc.br