



WORK VIII 2025 Eta

WORKSHOP EM MODELAGEM NUMÉRICA DE TEMPO, CLIMA
E MUDANÇAS CLIMÁTICAS UTILIZANDO O MODELO ETA

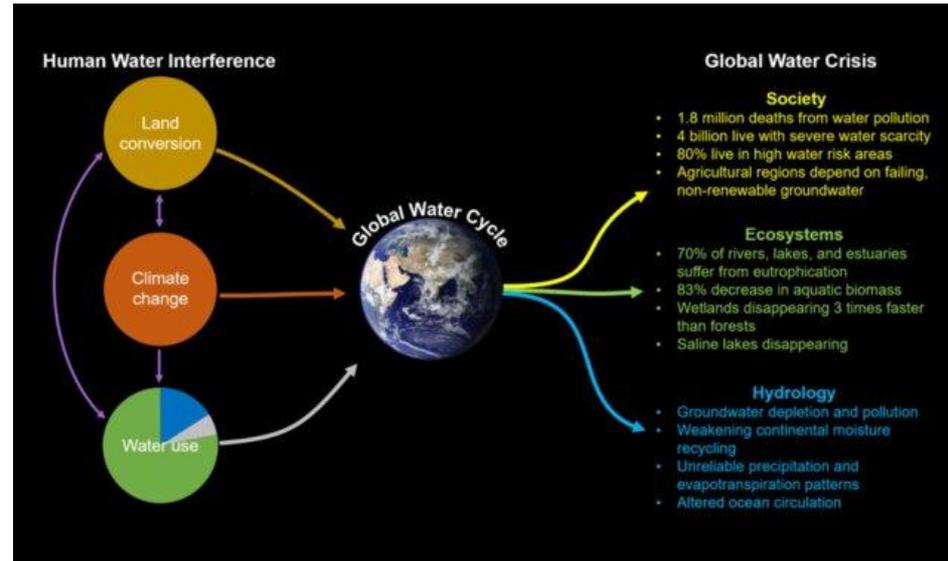
Recursos Hídricos: Modelagem Atmosférica Regional Aplicada na Gestão dos Recursos Hídricos

Daniel Andres Rodriguez
daniel.andres@coc.ufrj.br



Desafios no Antropoceno

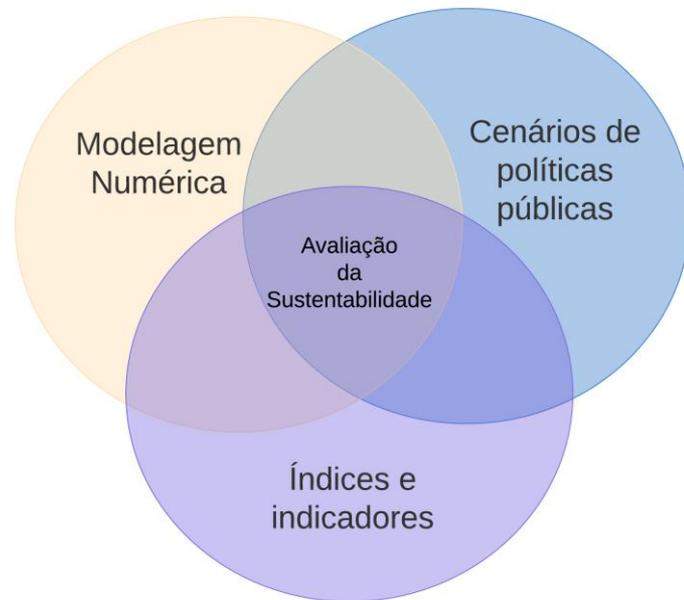
- A tomada de decisões sobre a gestão de recursos hídricos apresenta um desafio fundamental para os hidrólogos: fazer previsões sobre os recursos hídricos em escalas de tempo de décadas a séculos.
- Abordar mudanças internas e exógenas nas propriedades dos sistemas hidrológicos.
- Identificar, descrever e modelar as retroalimentações entre a água e outros sistemas ambientais acoplados em mudança.
- Fornecer *insights* úteis, apesar das muitas fontes prováveis de incerteza em suas previsões.
- Os impactos do crescente papel da intervenção humana no ciclo global da água representam um desafio definidor para a hidrologia no Antropoceno.



Abbott, B. W., Bishop, K., Zarnetske, J. P., Hannah, D., Frei, R., Minaudo, C., ... & Pinay, G. (2019). A water cycle for the Anthropocene. *Hydrological Processes*, 33(23), 3046-3052.

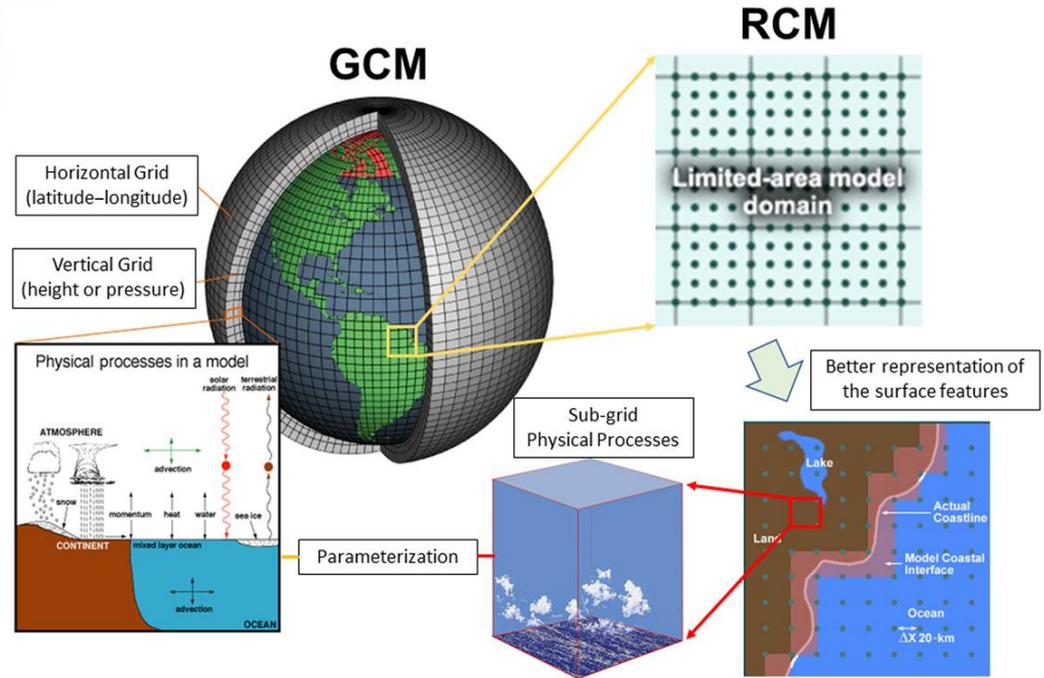
Modelagem Numérica e Tomada de Decisão

- Previsão de impactos e avaliação de políticas alternativas de planejamento e gestão.
- Os modelos podem ser utilizados para uma seleção inicial de planos e políticas alternativas
- Capaz de oferecer informações sobre os possíveis estados de equilíbrio do sistema sob o limite dos processos conhecidos.
- Efeitos da fragmentação da paisagem na retroalimentação atmosfera-superfície e nos caminhos dos fluxos através das vertentes nas bacias.
- O maior desafio consiste na integração da tecnologia de modelagem com as componentes sociais e políticas do processo de planejamento e gestão.



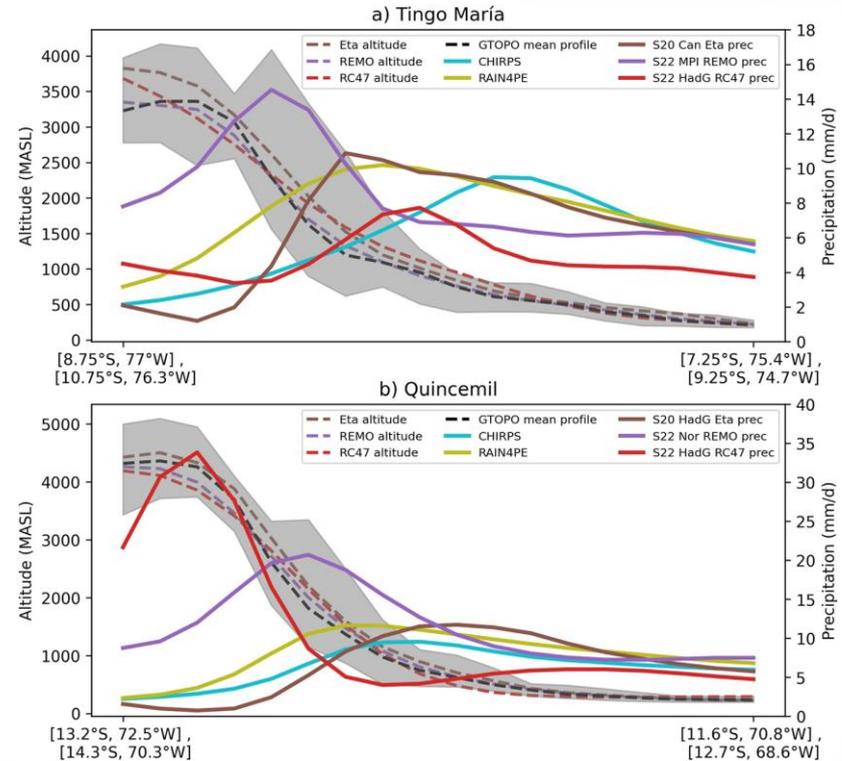
Modelagem Atmosférica Regional

- Melhor representação da heterogeneidade da superfície
- Melhor representação de processos associados com essa heterogeneidade
 - Trocas de energia
 - Precipitação



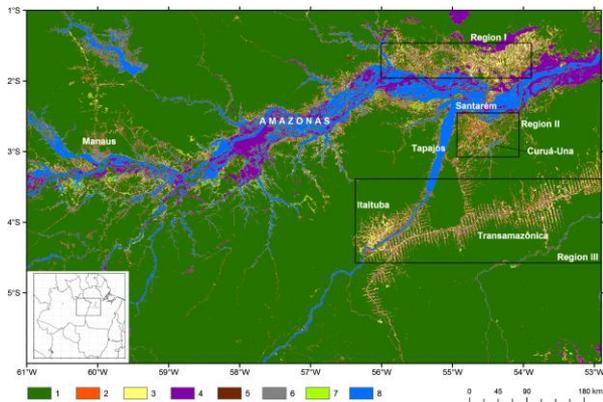
Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

Mean profiles of topographical height (dashed lines) and daily mean precipitation (solid lines) of CHIRPS, RAIN4PE, and selected S20 and S22 global climate model-regional climate model (GCM-RCM)

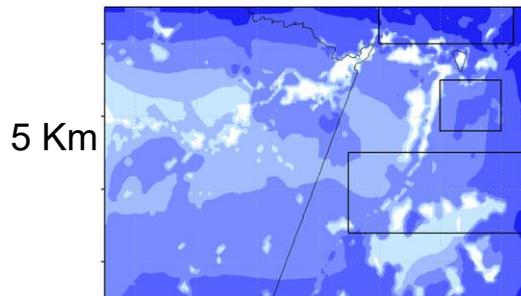


Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

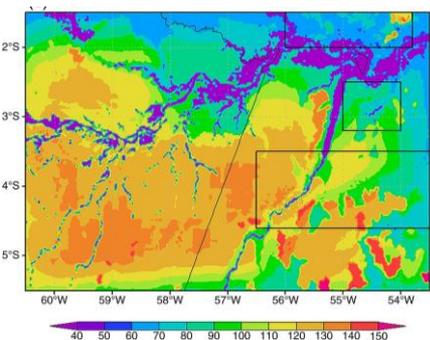
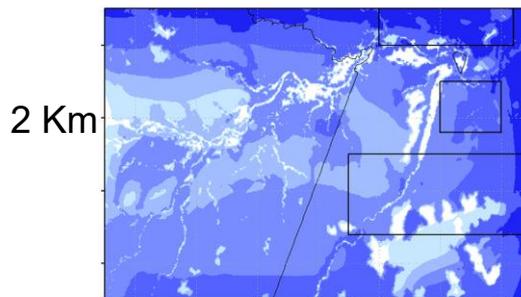
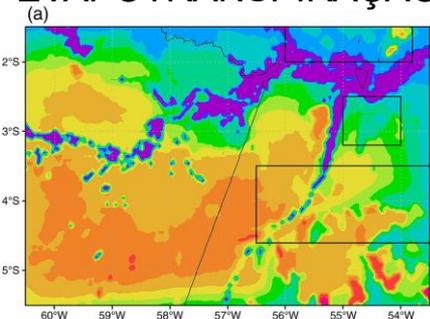
Retroalimentação entre Uso da Terra e Balanço Hídrico



PRECIPITAÇÃO



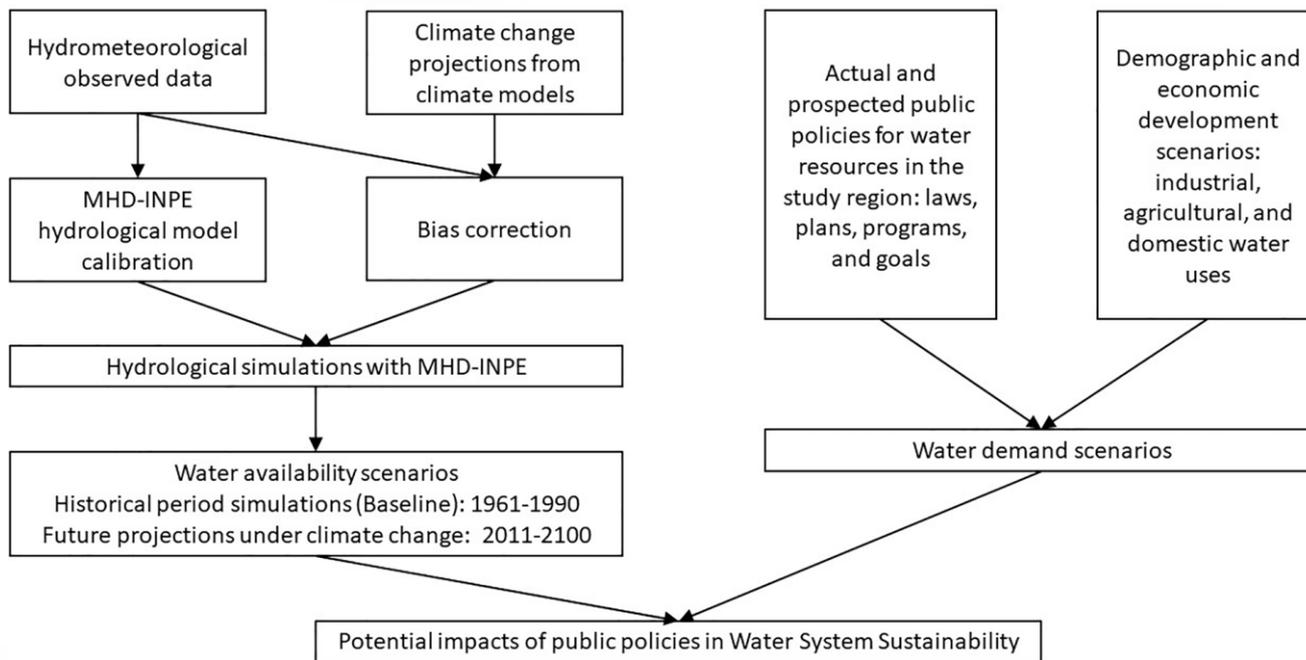
EVAPOTRANSPIRAÇÃO



Pilotto, I.L., Rodríguez, D.A., Chan Chou, S., Tomasella, J., Sampaio, G. and Gomes, J.L. (2017), Effects of the surface heterogeneities on the local climate of a fragmented landscape in Amazonia using a tile approach in the Eta/Noah-MP model. Q.J.R. Meteorol. Soc., 143: 1565-1580. <https://doi.org/10.1002/qj.3026>

Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

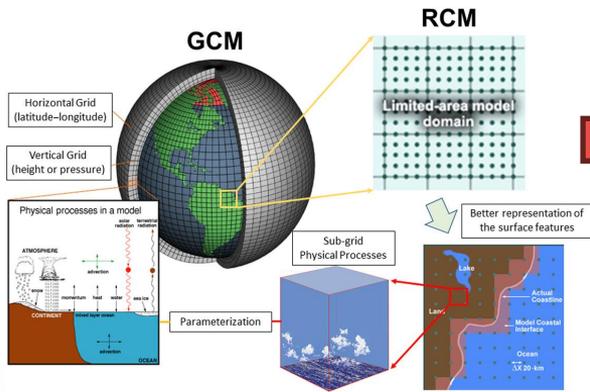
Segurança Hídrica e Sustentabilidade de Sistemas Hídricos



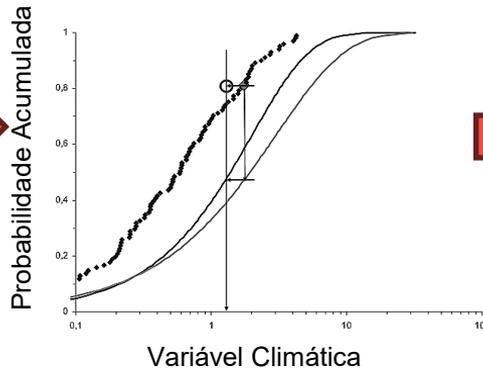
Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

- Modelagem Hidrometeorológica Desacoplada
 - Correções de erros sistemáticos nas variáveis climáticas

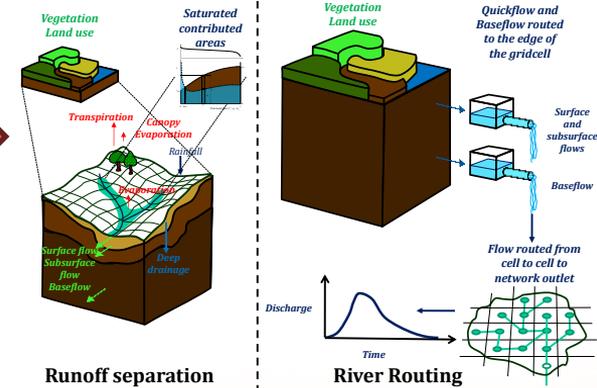
Modelagem Atmosférica Regional



Correção de Erros Sistemáticos

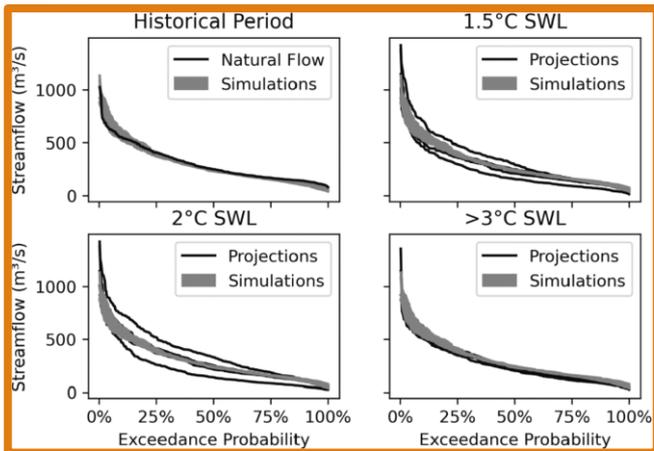


Modelagem Hidrológica

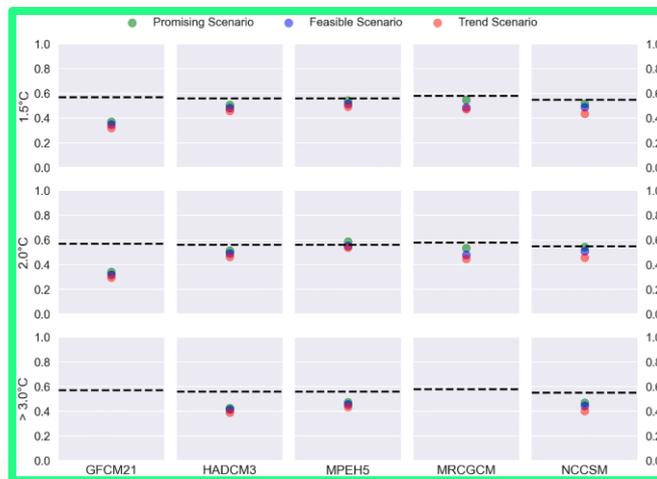


Avaliação de Políticas Hídricas

Cenários Exploratórios de Disponibilidade Hídrica



Sustentabilidade do Sistema Hídrico



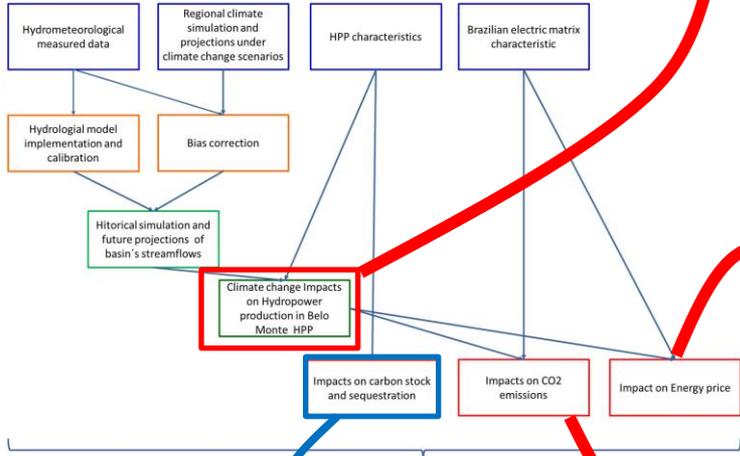
Cenários Normativos de Demanda Hídrica

Table 5
Water Demand Scenarios.

Scenarios	Demand Projection Considering Reduction in Distribution Losses	Water Demand in the RJMA	Water Demand in the Guandu River Outfall	Water Demand in the Lower Paraíba do Sul Basin	Total Water Demand in the Guandu Basin
Promising Scenario	90.36 m ³ /s + 25 m ³ /s	At least 40% reduction of the water collected by Rio de Janeiro Water Authority (27 m ³ /s)	27.31 m ³ /s	16.42 m ³ /s + Value to contain saline intrusion at the outfall (252 m ³ /s)	91.9 m ³ /s
Feasible Scenario	90.36 m ³ /s + 25 m ³ /s	At least 20% reduction of the water collected by Rio de Janeiro Water Authority (36 m ³ /s)	27.31 m ³ /s	26.39 m ³ /s + Value to contain saline intrusion at the outfall (252 m ³ /s)	100.9 m ³ /s
Trend Scenario	95.04 m ³ /s + 25 m ³ /s	0	60 m ³ /s	26.80 m ³ /s + Value to contain saline intrusion at the outfall (252 m ³ /s)	127.7 m ³ /s

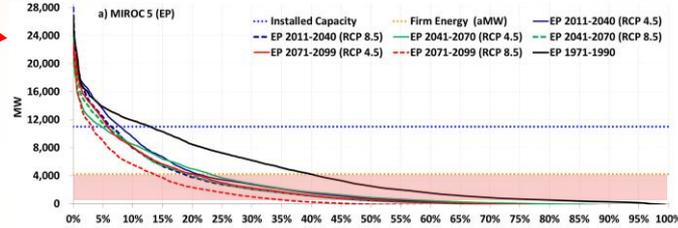
Produção de Energia – Sustentabilidade em uma Usina Fio d'Água

Belo Monte - Xingu

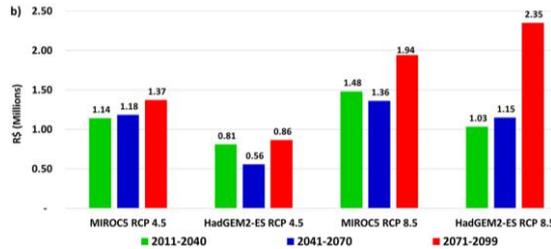


Environmental and Economic Impacts

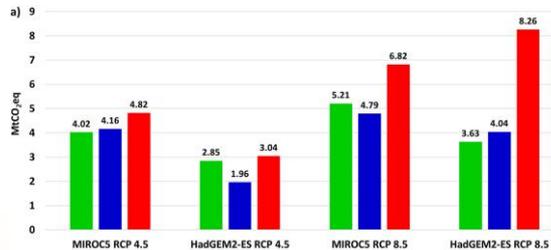
A_{Tot} (km ²)	A_{Res} (km ²)	Preserved forest area $A_{Preserved}$ (km ²)	Average MTC/km ²	Preserved area carbon stock CS_{Pres} (MTC)	Depressed area carbon stock CS_{Def} (MTC)
951	204	747	0.015123	11.30	3.09



Potential hydropower available

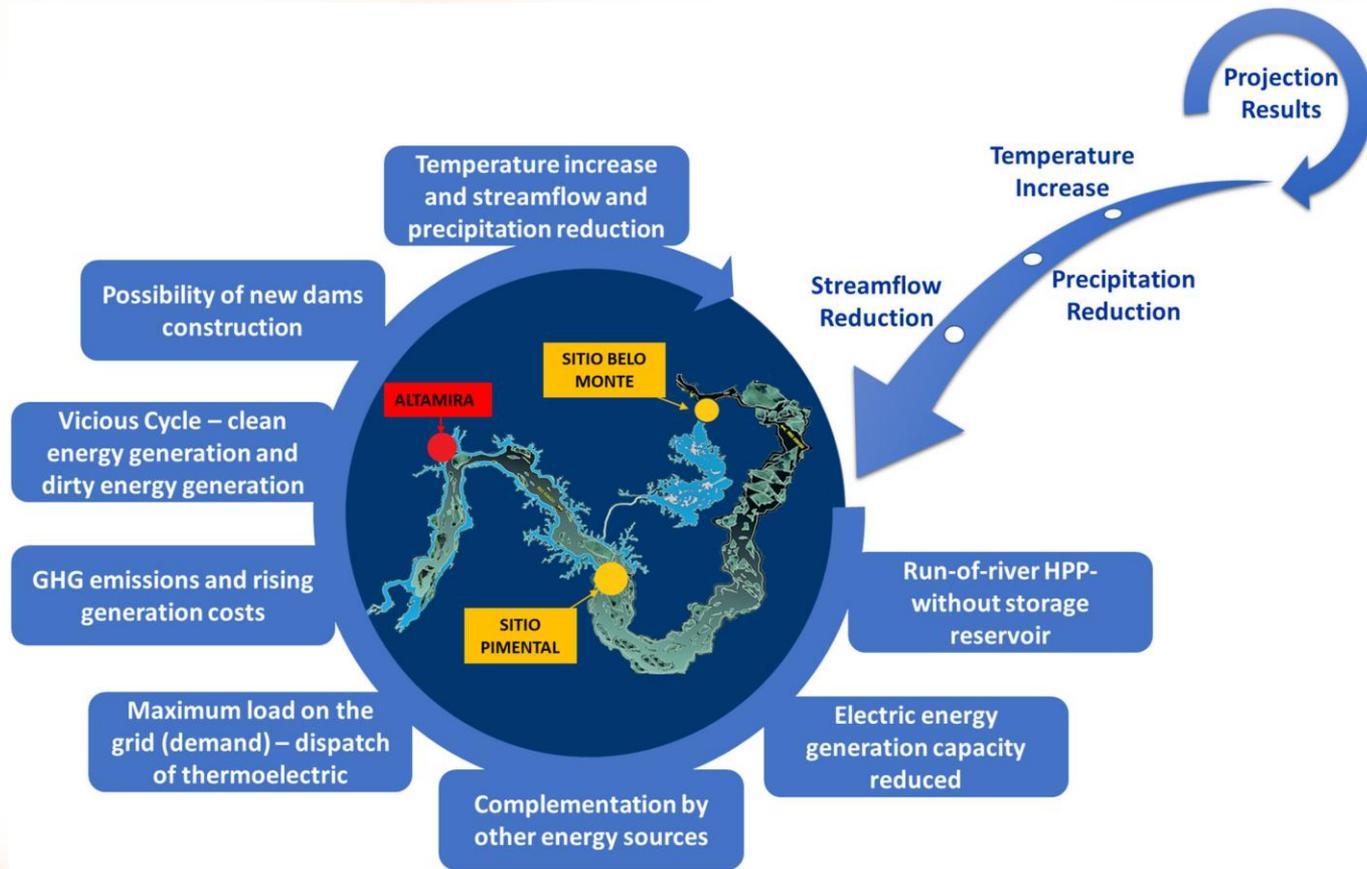


Increased Cost of Energy



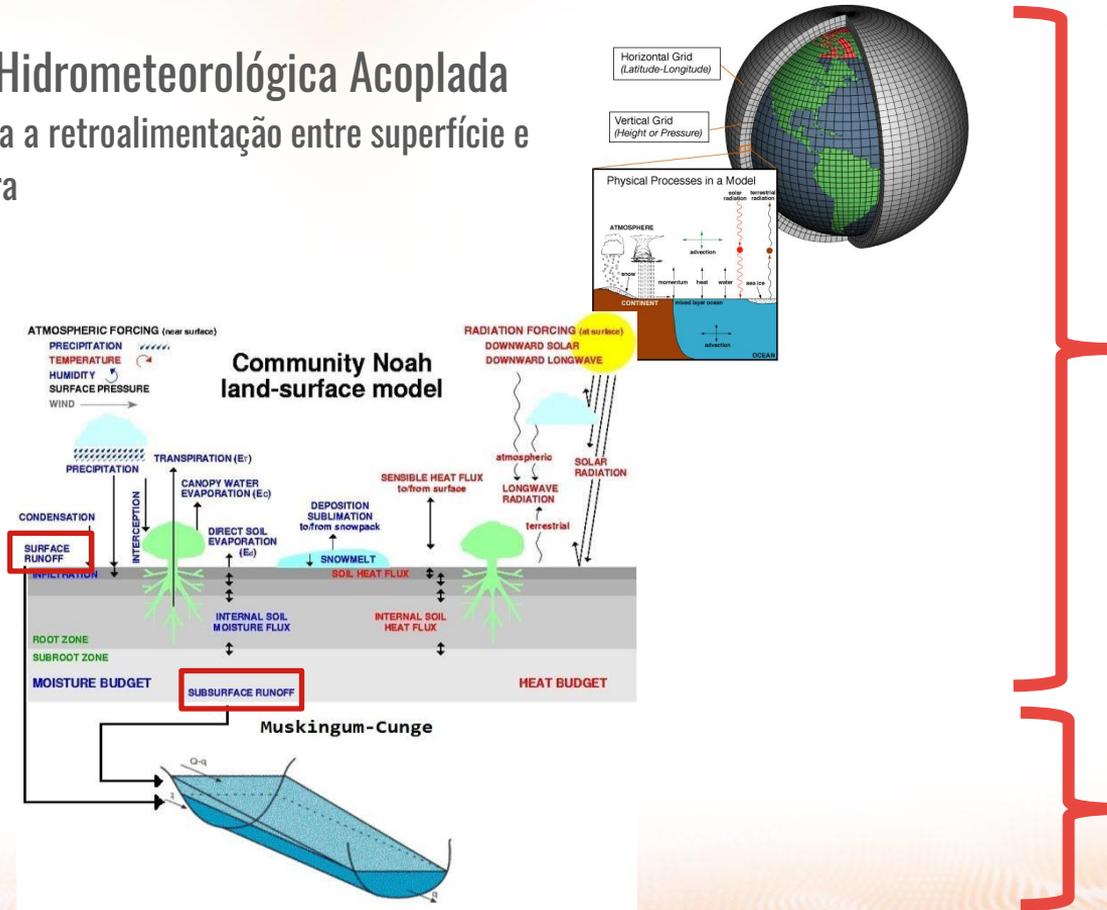
CO₂ emissions by compensation

Produção de Energia – Sustentabilidade numa Usina Fio d'Água



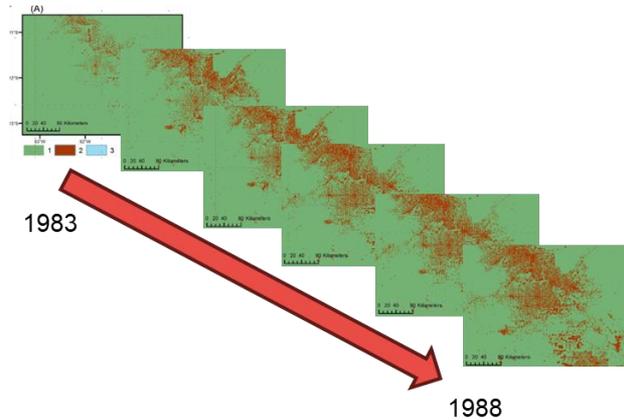
Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

- Modelagem Hidrometeorológica Acoplada
 - Considera a retroalimentação entre superfície e atmosfera



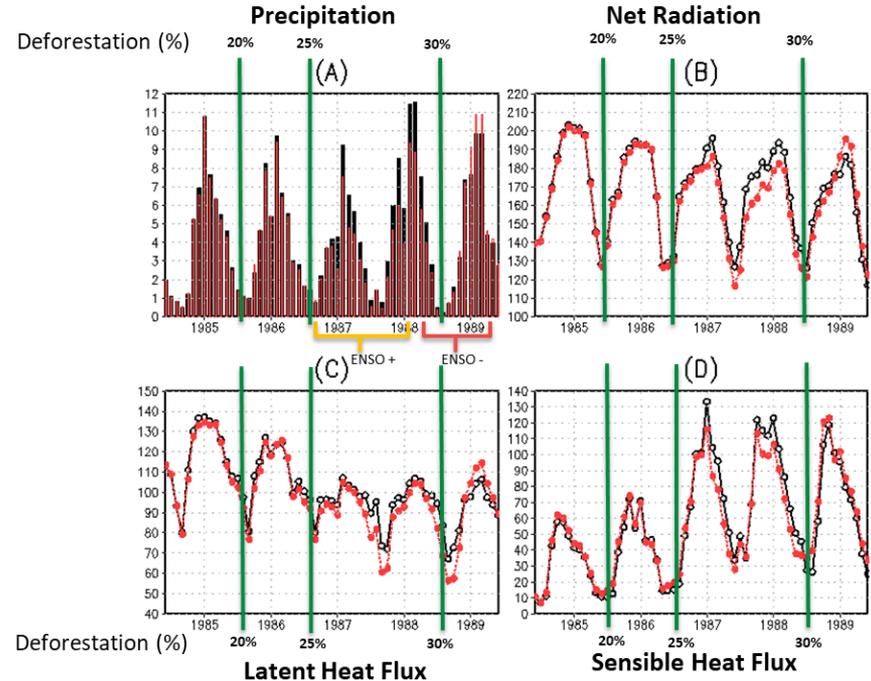
Impactos do Desflorestamento

Incluir uma serie temporal da dinâmica de mudança de uso da terra numa integração contínua de modelagem hidrometeorológica acoplada em alta resolução (1 km)



Baseline: Veg 1983

LUC: Veg 1983 to 1988



Impactos do Desflorestamento

Incluir uma serie temporal da dinâmica de mudança de uso da terra numa integração contínua de modelagem hidrometeorológica acoplada em alta resolução (1 km)

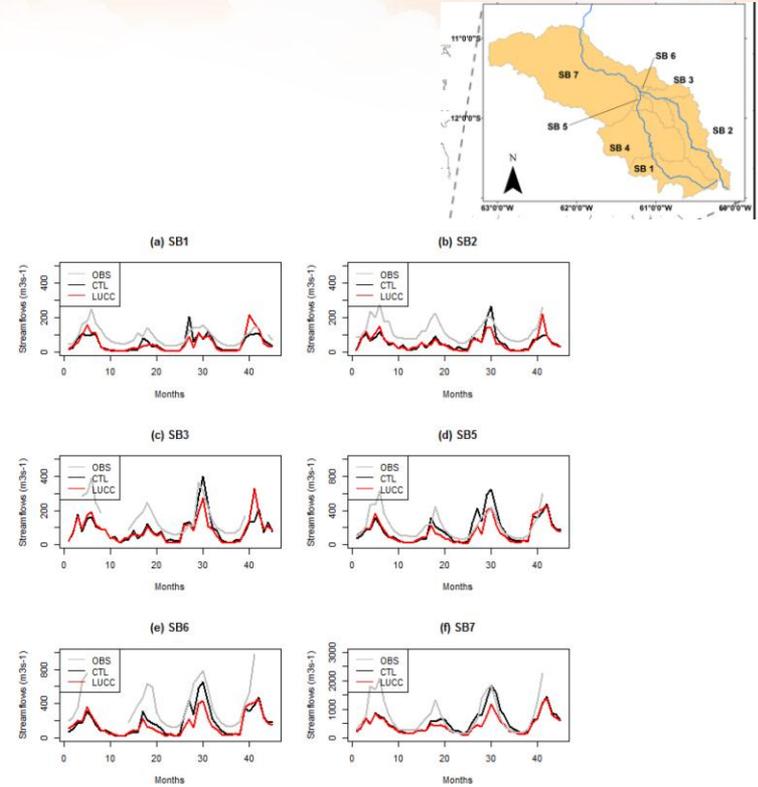
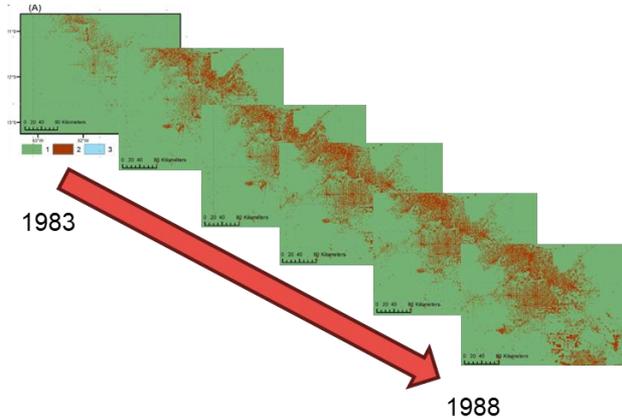
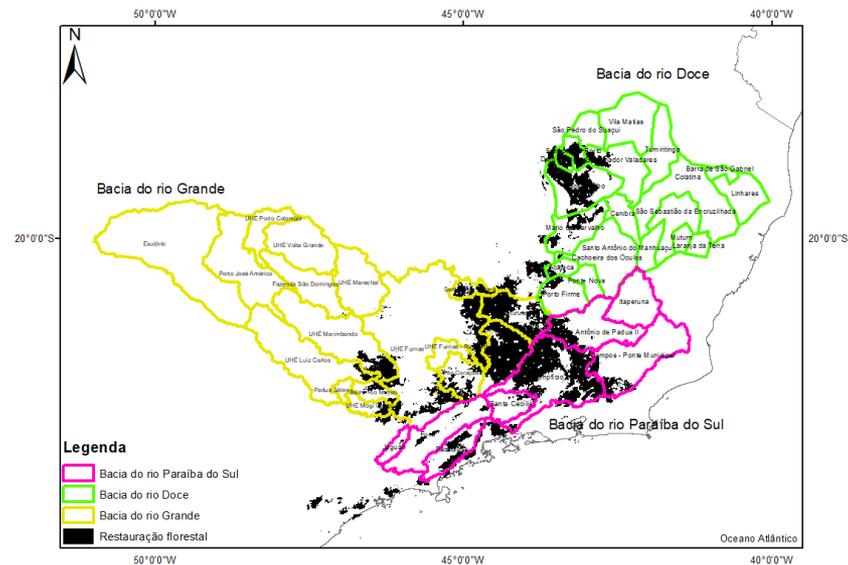
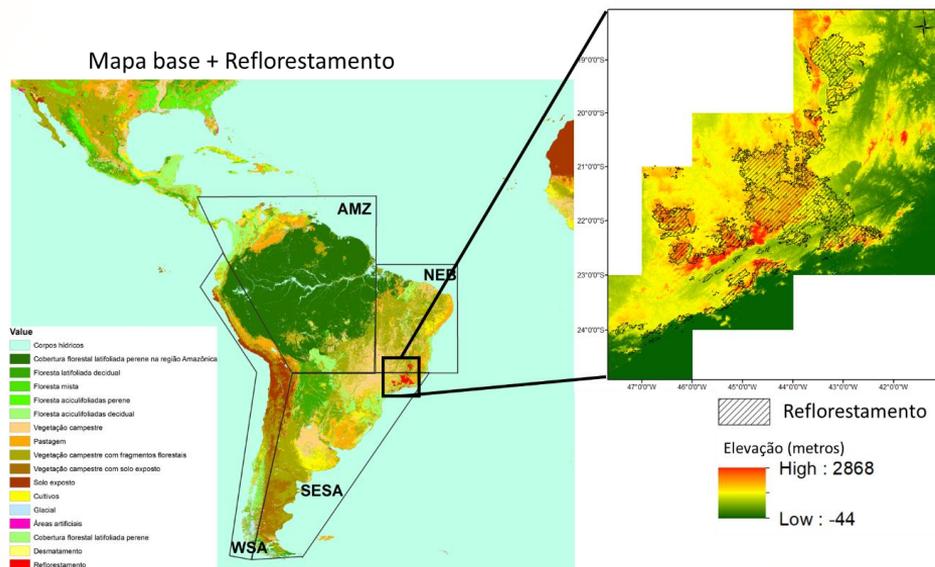


Figure 10 - Monthly streamflow (m^3s^{-1}) from the (black curves) CTL and (red curves) LUCC runs, and (grey curves) observed in (a,b,c,d,e,f) seven sub-basins of Ji-Paraná, except in the sub-basin 4 due to observed data failures.

Avaliação de Políticas Hídricas e de Uso da Terra

Reflorestamento da Mata Atlântica



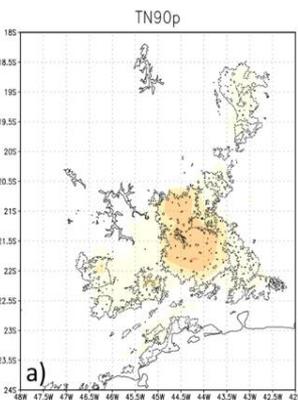
Avaliação de Políticas Hídricas e de Uso da Terra

Impacto do reflorestamento nos extremos climáticos

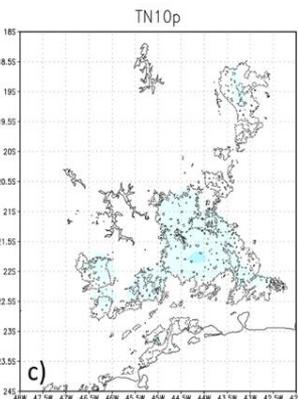
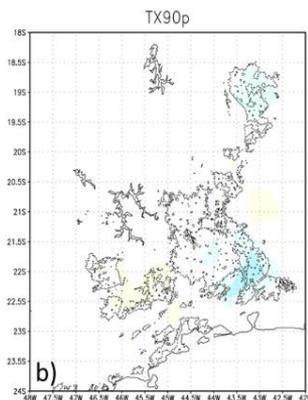
- RCP 8.5
- SWL 4

Sustentabilidade hídrica sob cenários de mudanças climáticas, restauração florestal e de demanda de água em sistemas hídricos no sudeste brasileiro / Lucas Garofolo Lopes. – São José dos Campos : INPE, 2023. xxiii + 140 p. ; (sid.inpe.br/mtc-m21d/2023/09.21.14.10-TDI)

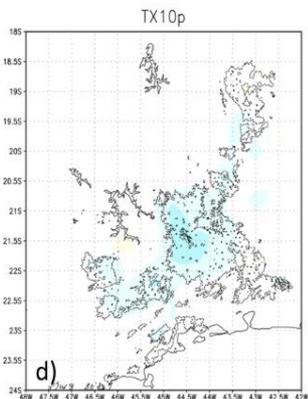
Temperatura mínima máxima



Temperatura máxima máxima

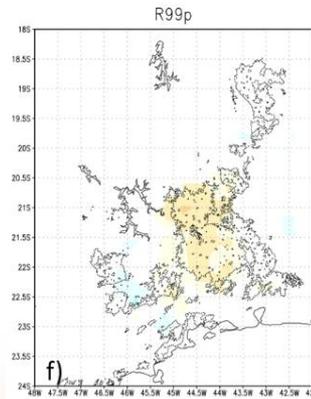
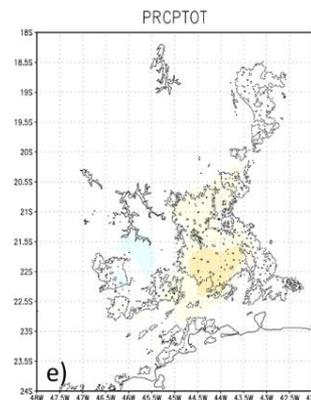


Temperatura mínima mínima



Temperatura máxima mínima

Precipitação total



Chuva extrema

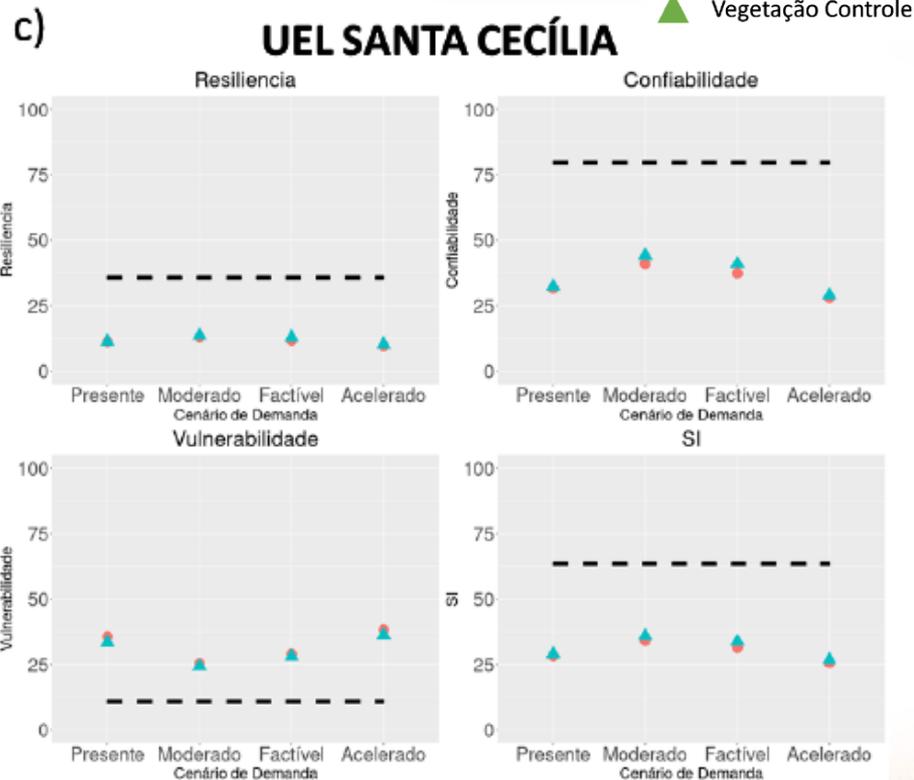
Avaliação de Políticas Hídricas e de Uso da Terra

Segurança Hídrica

- RCP 8.5
- SWL 4

Cenários de Demanda por Água

Cenário proposto	Concepção
Presente	Utiliza dados do diagnóstico dos planos de bacias
Moderado	Cenário com menor quantidade demandada
Factível	Cenário intermediário, onde há um aumento da demanda hídrica
Acelerado	Cenário que demanda maior quantidade de água



Modelagem Atmosférica Regional e Recursos Hídricos

- A aplicação integrada de modelagem numérica, ambiental e indicadores complexos permite a avaliação de políticas e estratégias, auxiliando a identificar aquelas que se aproximam dos resultados desejados
- Pode evidenciar impactos não esperados (sinergias e trade-off) da aplicação de múltiplas estratégias
- A alta heterogeneidade da paisagem, e seu acoplamento com o clima, influenciam a distribuição e disponibilidade dos recursos hídricos
- Modelos Atmosféricos Regionais capturam melhor estes processos de menor escala
- Arcabouços de modelagem desacoplada permitem a correção de erros sistemáticos dos modelos climáticos, mas não mantem a estrutura de correlação dos campos climáticos
- Arcabouços de modelagem acoplada capturam os impactos da retroalimentação entre paisagem e clima, mas dificultam a identificação e correção de vieses



Obrigado!



WORKSHOP EM MODELAGEM NUMÉRICA DE TEMPO, CLIMA
E MUDANÇAS CLIMÁTICAS UTILIZANDO O MODELO ETA

**Recursos Hídricos:
Modelagem Atmosférica
Regional Aplicada na
Gestão dos Recursos
Hídricos**

Daniel Andres Rodriguez
daniel.andres@coc.ufrj.br



CNPq



FAPERJ
Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo
à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro



Programa de Engenharia Civil
COPPE - Universidade Federal do Rio de Janeiro

COPPE
UFRJ