



WORK VIII 2025 Eta

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

Simulações Eta/Noah-MP

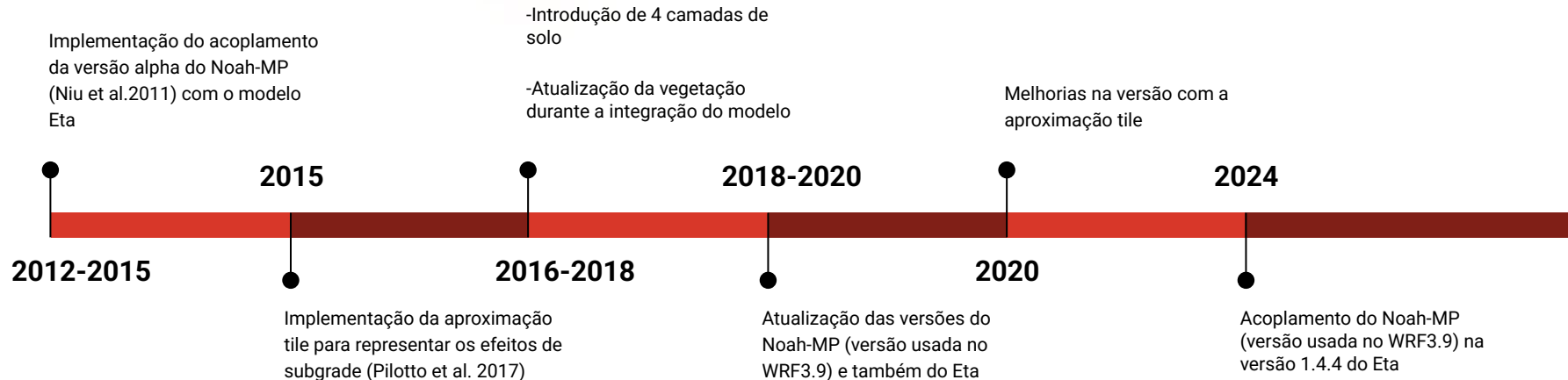
Isabel Pilotto

Colaboradores: Daniel Andres
Rodriguez, Lucas Garofolo, Iago
Alvarenga, Chou e equipe Eta

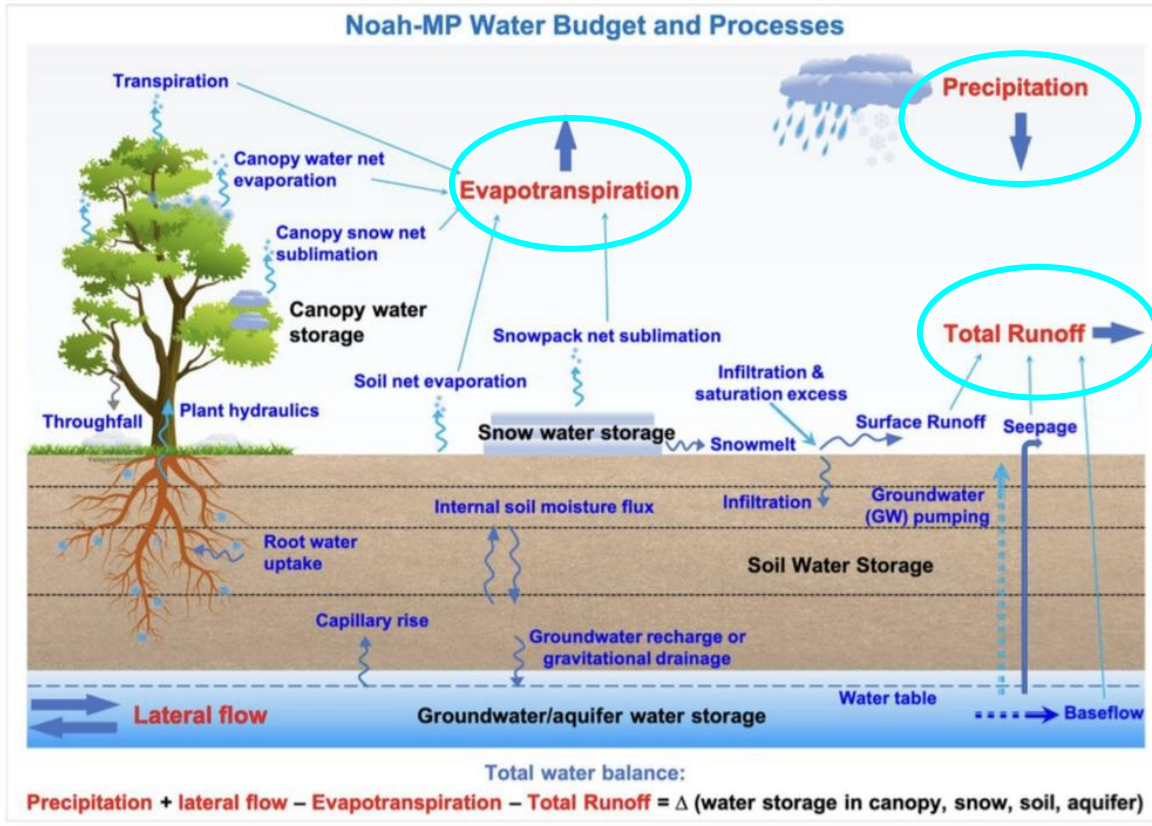
Modelo de superfície Noah-MP

- É uma versão do modelo de superfície Noah com múltiplas opções físicas.
- Foi desenvolvido com o apoio do Programa CPPA da NOAA, liderado por Zong-Liang Yang (Wang et. al 2011, Niu et. al 2011).
- Foi incorporado ao modelo WRF em 2014 (Barlage et al. 2015).
- Atualmente é mantido pelo NCAR com colaboração de diversos pesquisadores da comunidade científica.
- A versão atual é a v5.0 (<https://github.com/NCAR/noahmp>).

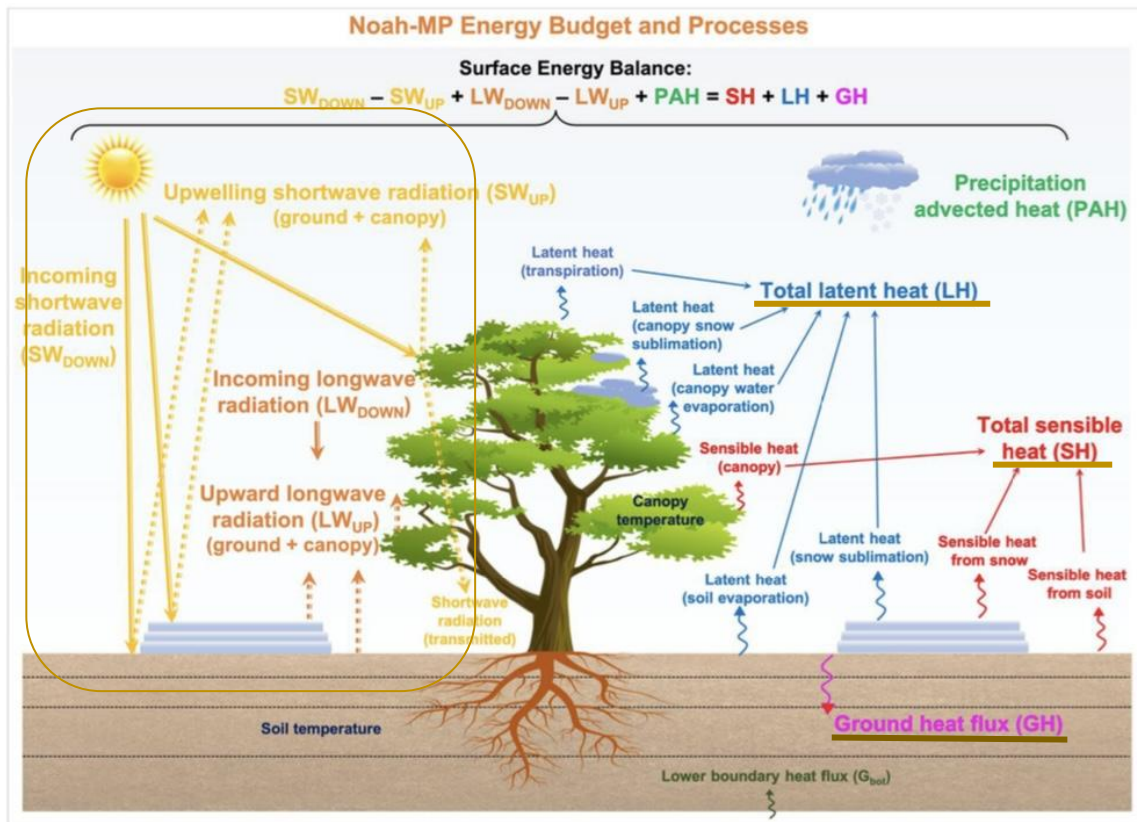
Histórico do Eta/Noah-MP



Balanço de água na superfície



Balanco de energia na superfície



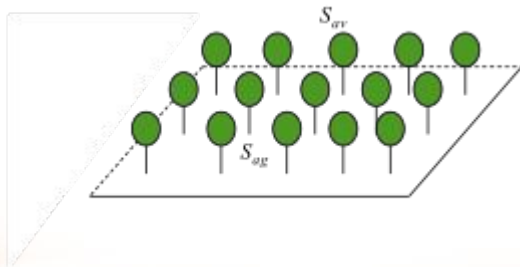
Fluxos de energia no Noah-MP

Transferência de radiação solar

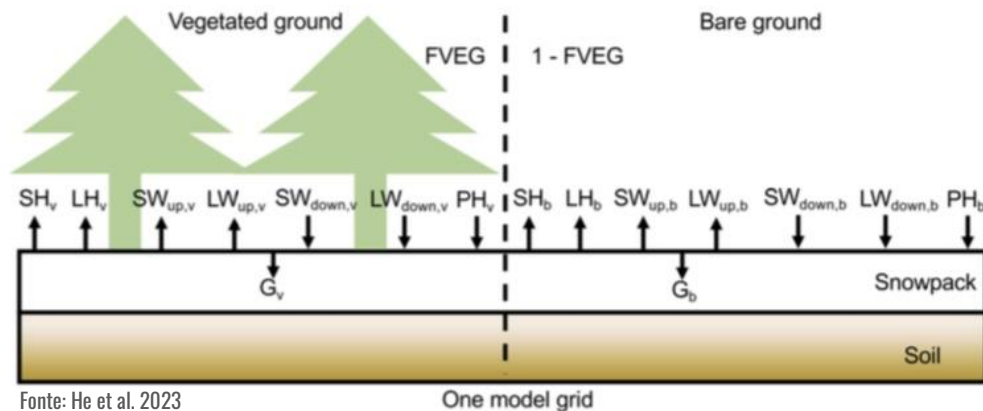
- Esquema “two-stream” modificado (Niu e Yang, 2004).
- Considera a estrutura 3-D do dossel e o ângulo zenital solar
- Distribuição uniforme das copas no ponto de grade.
- Sombreamento das folhas dentro do dossel e entre os dosséis.

Sav: radiação solar absorvida pela vegetação

Sag: radiação solar absorvida pelo solo



- Esquema de aproximação "tile" para os fluxos turbulentos



$$\text{netRad} + \text{PH} = \text{SH} + \text{LH} + \text{G}$$

$$\text{netRad} = \text{SW}_{\text{down}} - \text{SW}_{\text{up}} + \text{LW}_{\text{down}} - \text{LW}_{\text{up}}$$

Balanço de carbono

- Modelo de vegetação dinâmica (Dickinson et al., 1998).
- Representa o balanço de carbono em partes da vegetação (folha, tronco e raiz) e no solo.
- Processos incluídos: assimilação de carbono através da fotossíntese, alocação de carbono assimilado nos reservatórios de carbono (folha, galho, tronco, raiz e solo), e respiração de cada reservatório de carbono.

$$\frac{\partial C_{leaf}}{\partial t} = F_{leaf}A - (S_{cd} + T_{leaf} + R_{leaf})C_{leaf}$$

$$LAI = C_{leaf} * LAPM$$

LAPM área foliar por unidade de massa (m²/g)
(parametrizado)

C_{leaf} : Massa de carbono foliar (g/m²)

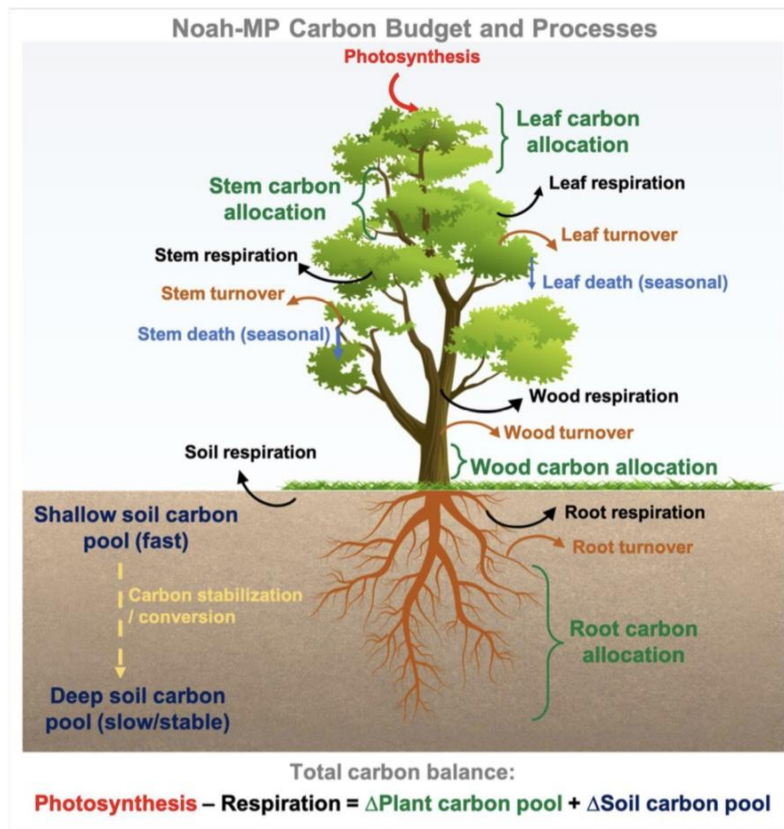
F_{leaf} : fração de carbono assimilado alocado na folha (função de LAI)

A : taxa de assimilação de carbono total das folhas sombreadas e iluminadas (g/m².s)

S_{cd} : taxa de mortalidade devido ao stress hídrico e térmico

T_{leaf} : taxa de renovação da folha devido a senescência, herbívoros e perda mecânica

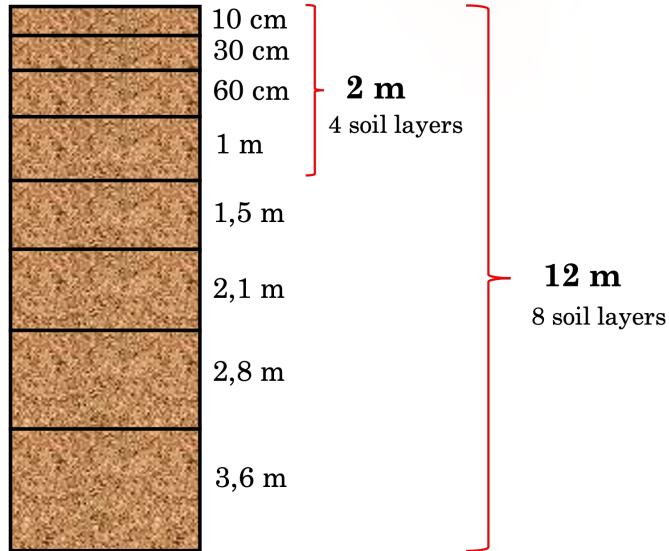
R_{leaf} : taxa de respiração da folha, incluindo a respiração devido a sua manutenção e crescimento



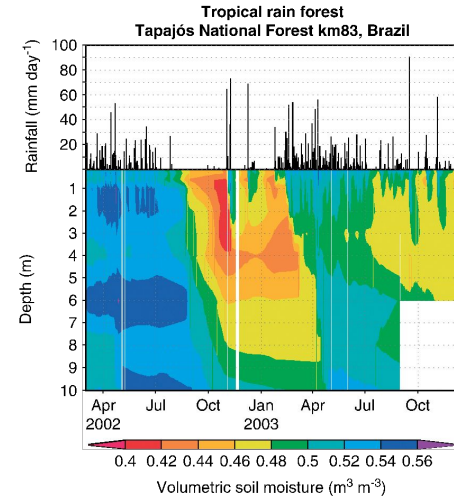
Fonte: He et al. 2023

Introdução de 4 camadas de solo mais profundas

Coluna do solo

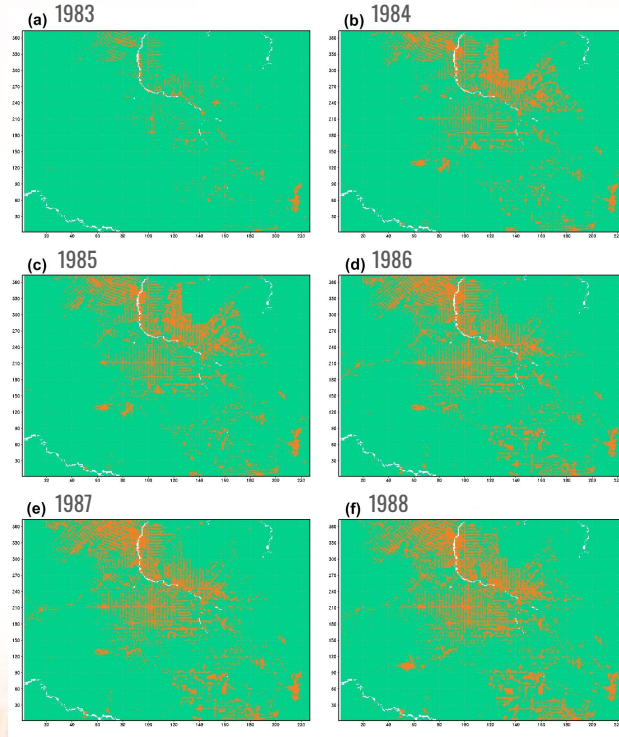


Bruno et al. 2006



Impacto do aumento do desmatamento no clima no sudoeste da Amazônia

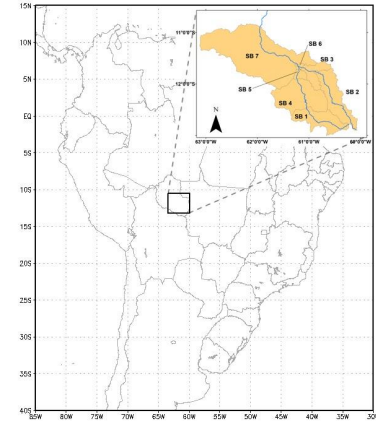
Mapas de vegetação: Prodes (Linhares, 2005) +
LandSat - 30m



Eta/Noah-MP 1km 5 anos

Rodadas	Vegetação
CTL	1983
LUCC	1983-1988

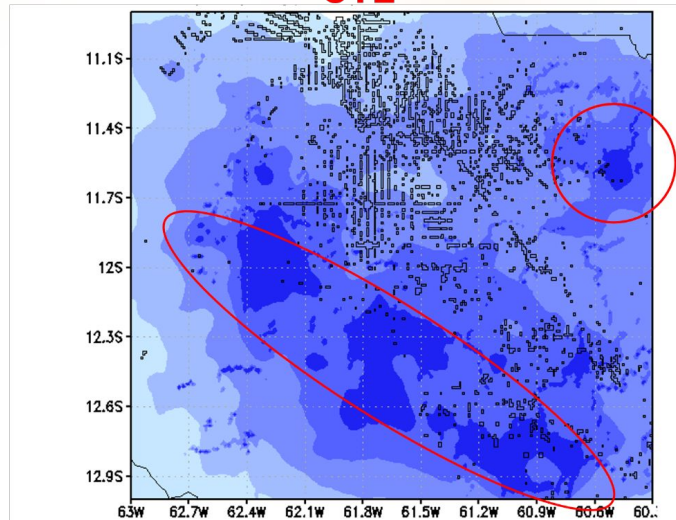
Domínio: Bacia de Jí-Paraná, RO



Mudanças na chuva

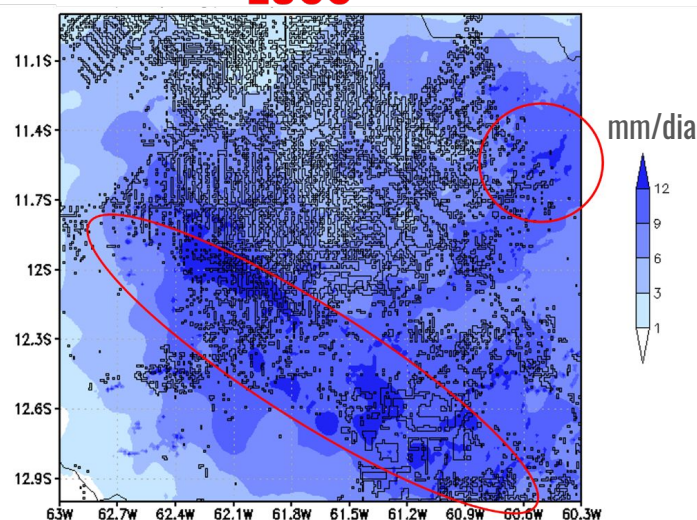
média dos 5 anos, para a estação chuvosa (DJF)

CTL



Contorno preto: áreas desmatadas de 1983

LUCC

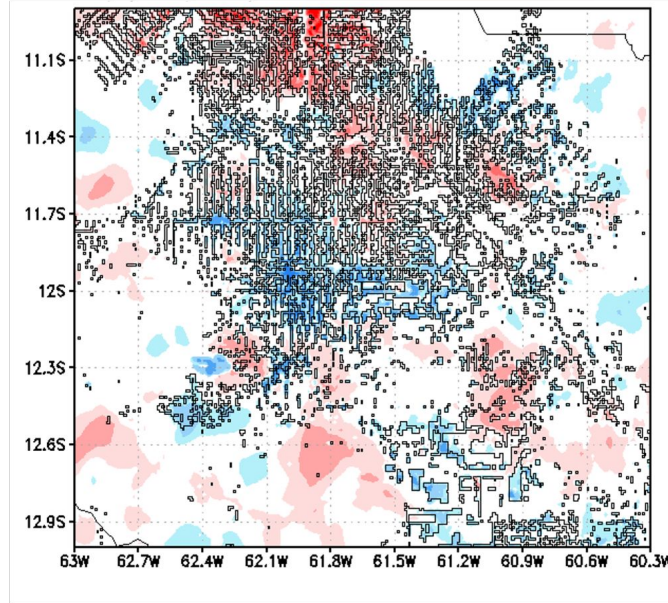


Contorno preto: áreas desmatadas de 1988
(última troca de mapa)

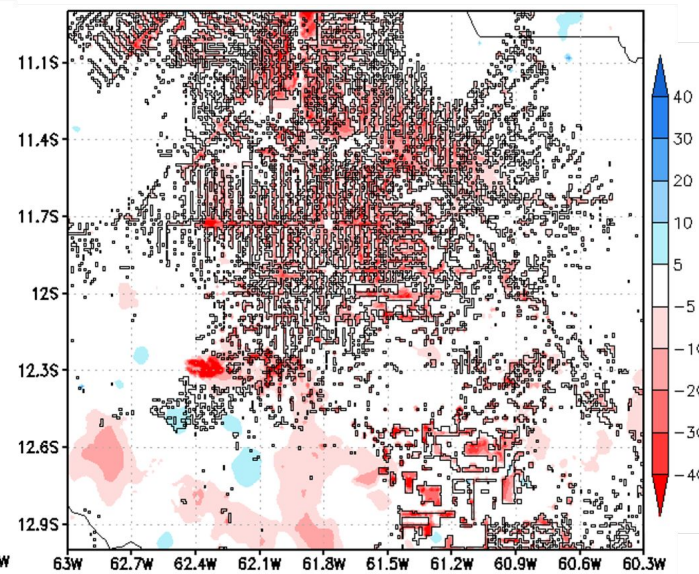
- Máximos de chuva foram reduzidos com a expansão das áreas de pastagem.

Mudanças na evapotranspiração média dos 5 anos, estações chuvosa (DJF) e seca (JJA)

LUCC - CTL (CHUVOSA)

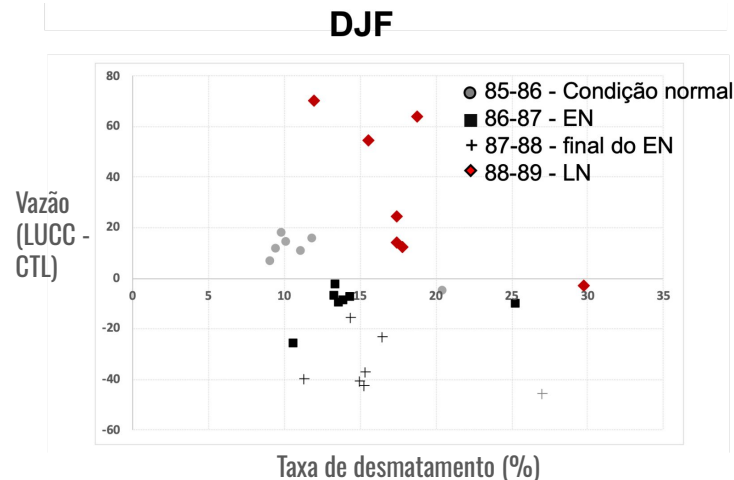
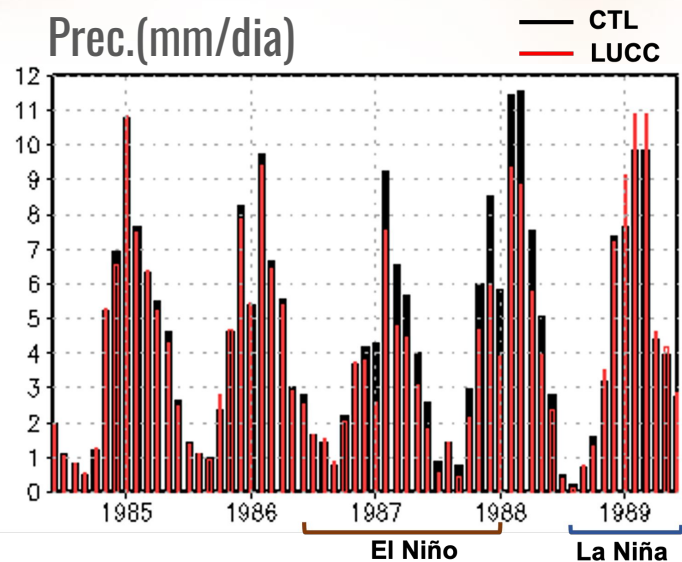


LUCC - CTL (SECA)



- Aumento da evapotranspiração em algumas áreas desmatadas na estação chuvosa
- Redução da evapotranspiração nas áreas desmatadas na estação seca

Impacto do El-Niño e La-Niña

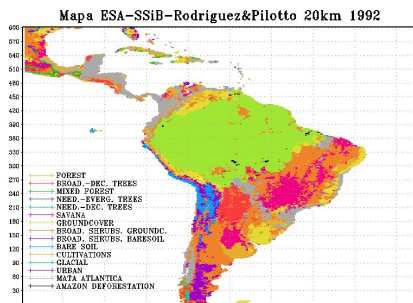


- Os resultados sugerem que o impacto do aumento do desmatamento em Rondônia no clima local foi mais influenciado por condições de extremos de precipitação (eventos de El Niño/La Niña) do que pelo aumento abrupto na taxa anual de desmatamento.

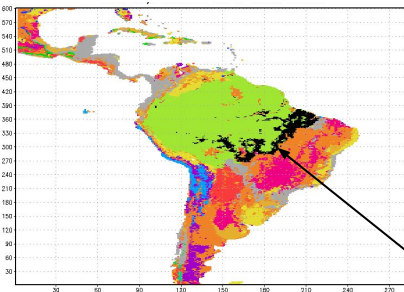
Projeções de mudanças climáticas - América do Sul cenários de desmatamento na Amazônia SSP3

Eta/Noah-MP 20km 30 anos

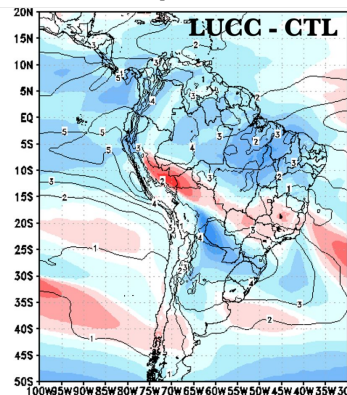
Rodadas	CI/CC	Período
CTL	CanESM2	1960-1990
VegCTL	CanESM2 RCP4.5	2006-2040
LUCC	CanESM2 RCP4.5	2006-2040



Cenário SSP3 (LuccME/DIIAV) pra Amazônia
(2010-40) + ESA 1992

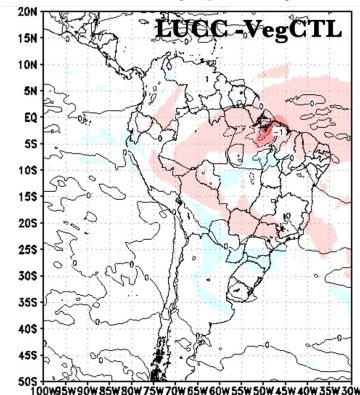


Transporte vertical de umidade (kg/m s)



Efeitos do aumento do
desmatamento na
Amazônia e do CO₂

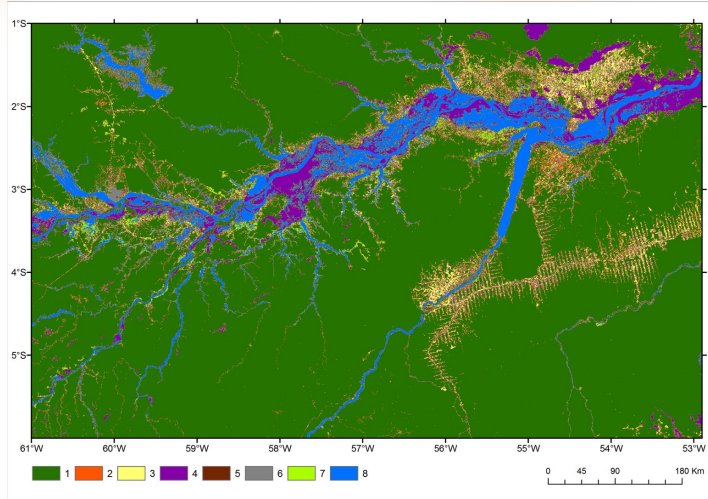
- pastagem plantada
- agricultura
- mosaico de ocupação



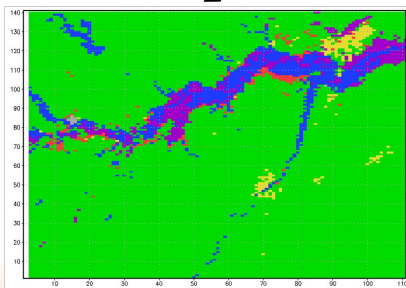
Efeito do desmatamento na
Amazônia num clima
aquecido

Aproximação tile (Pielke e Avissar 1988)

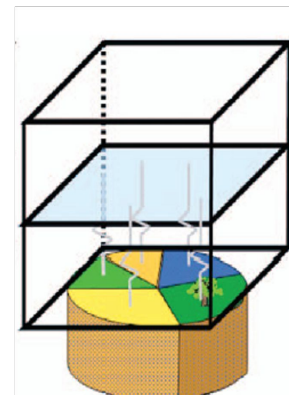
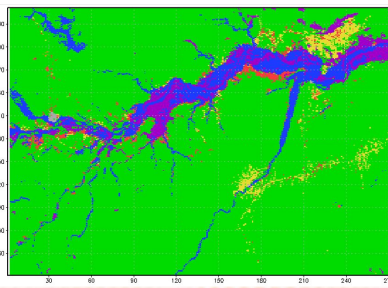
TerraClass/INPE 30m



Eta 5km



Eta 2km



Source: Mengelkamp et al. 2006

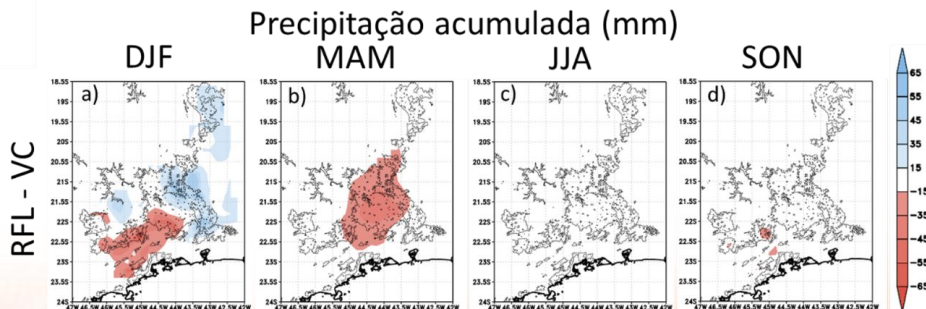
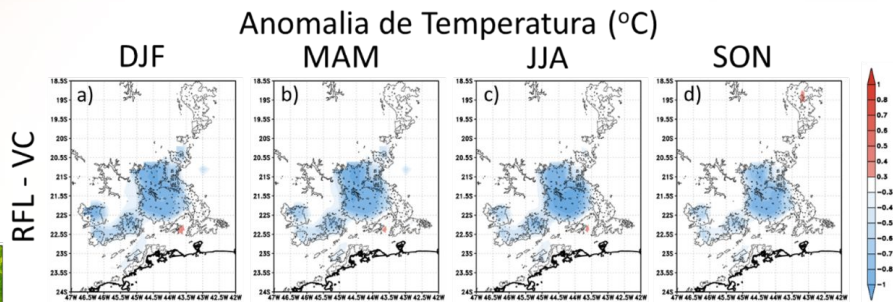
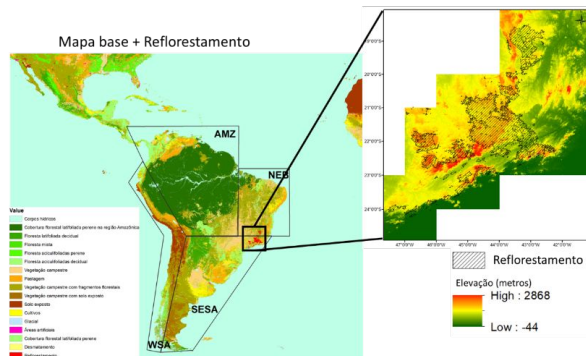


$$LE_{total} = 0.4LE_{pasture} + 0.6LE_{forest}$$

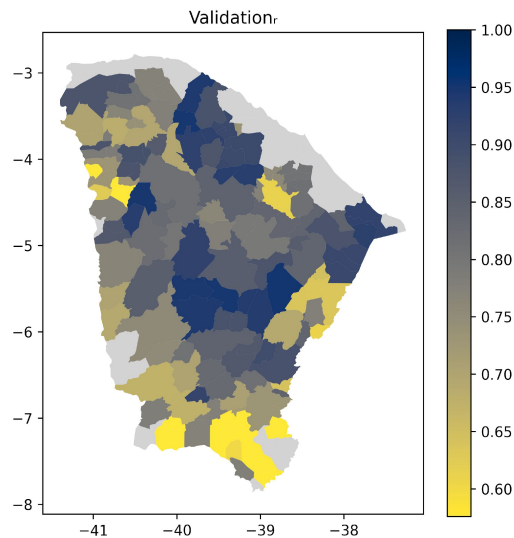
- Eta/Noah-MP (Pilotto et al. 2017)
- Melhorias na versão de mudanças climática do Eta/Noah-MP

Efeitos do reflorestamento no sudeste do Brasil

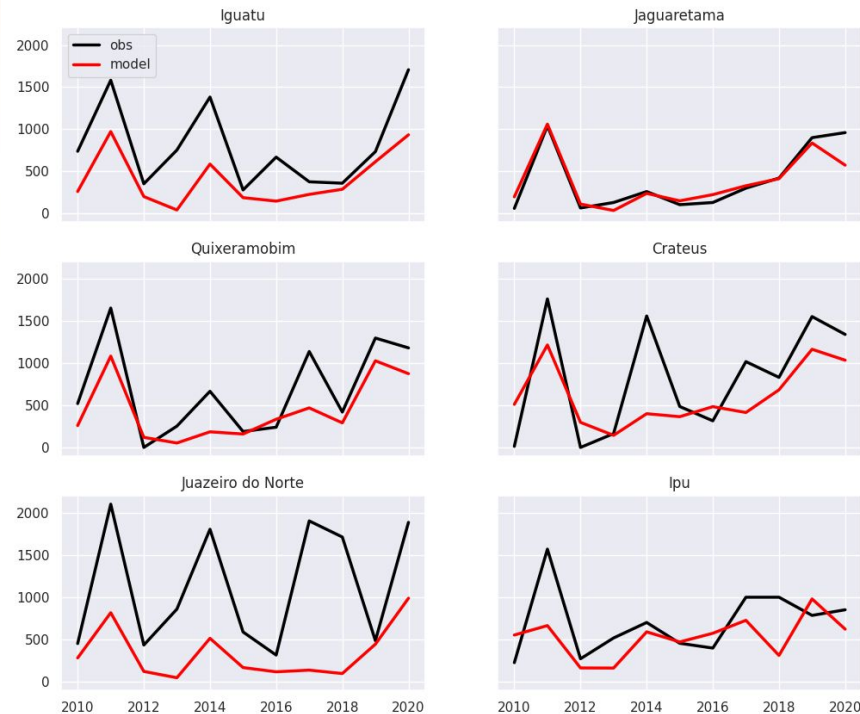
Eta/Noah-MP com aprox. tile 20km
 CI/CC: CanESM2 RCP8.5
 Período: 2070-2100



Previsão de produtividade do milho no Ceará usando o Noah-MP crop (Liu et al.2016)



Correlação entre a produtividade agrícola simulada e observada no Estado do Ceará



Produtividade agrícola observada e simulada em seis municípios do Estado do Ceará



COPPE

Tese de doutorado

Iago Alvarenga

Instituto Alberto Luiz Coimbra de
Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia

UFRJ



Obrigada!
isabel.pilotto@inpe.br

