



WORK VIII 2025 Eta

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

Impactos das mudanças climáticas na agropecuária

Dr. Nicole Ferreira

nicole.ferreira@inpe.br

EFEITOS SOCIOECONÔMICOS DA MUDANÇA CLIMÁTICA



Custos de
adaptação

Deslocamento de
populações



Perda de
capacidade de
trabalho

Queda na
produtividade



Conflitos para
acesso a
recursos

Aumento dos
preços dos
alimentos



Aumento da pobreza



Agravamento do
acesso à água

Propagação de doenças



Impactos na Agricultura

- ❑ Produção e produtividade
- ❑ Qualidade da produção
- ❑ Duração do ciclo das culturas
- ❑ Ocorrência de doenças
- ❑ Eficiência dos sistemas de irrigação e drenagem
- ❑ Recursos disponíveis (hídricos, nutricionais,...)
- ❑ Resiliência das culturas
- ❑ Contaminação/degradação do solo
- ❑ Alterações de áreas produtivas (gera alterações mercado, culturais, etc)



Diminuição da produtividade

leia-me



Projeto STP (2017)

Impacto das Mudanças climáticas em São Tomé e Príncipe

- ❑ Algumas áreas podem se tornar inaptas a produção de determinadas culturas, devido ao estresse térmico e hídrico, queda na produtividade e ocorrência de doenças
- ❑ Áreas produtivas podem se tornar menos produtivas

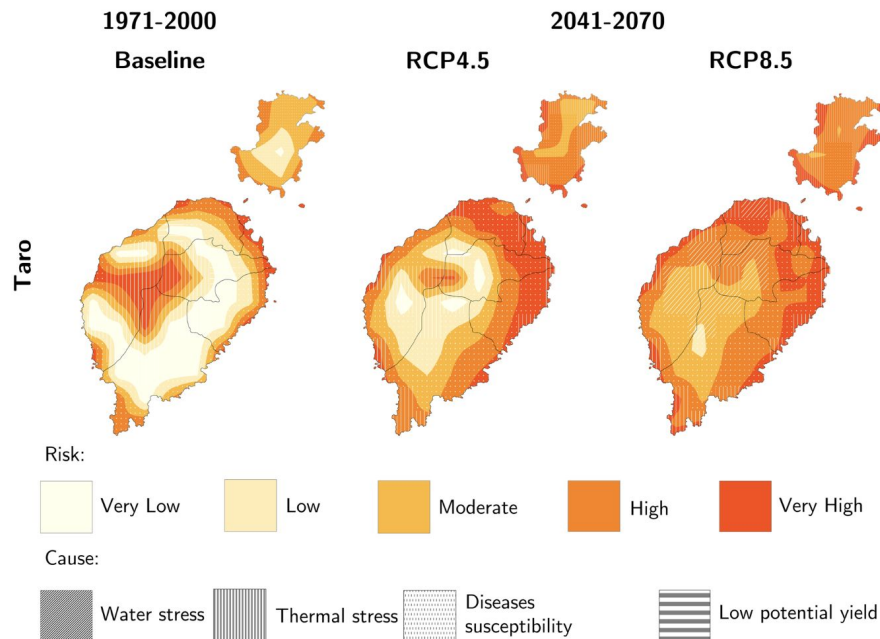


Fig. 4 Taro crop risk index (CRI) and the main causes of crop production risks in the baseline period (1971–2000) and future projections (RCP4.5 and RCP8.5, 2041–2070)

Qualidade da produção

TCC (2010)

Qualidade do café será afetada com o aumento da temperatura

Tabela 2. Classificação da qualidade do café, segundo Camargo & Cortez (1998).

Relação das temperaturas médias com a qualidade natural da bebida	
Bebida Rio	$T \text{ média Anual} > 23^{\circ}\text{C}$
Bebida Dura	$21^{\circ}\text{C} < T \text{ Média Anual} < 23^{\circ}\text{C}$
Bebida Mole	$18^{\circ}\text{C} < T \text{ Média Anual} < 21^{\circ}\text{C}$
Bebida Estritamente Mole	$T \text{ Média Anual} < 18^{\circ}\text{C}$

Tabela 4. Classificação da qualidade da bebida do café, de acordo com a temperatura média do ar de cada região.

Anos	Campinas			Mococa			Ribeirão Preto		
	Obs	Eta	Eta corr	Obs	Eta	Eta corr	Obs	Eta	Eta corr
1986-1990	2	3	2	2	2	2	2	2	2
2011-2040		2	1		1	1		1	1
2041-2070		1	1		1	1		1	1
2071-2099		1	1		1	1		1	1

Em que:

1. Bebida Rio
2. Bebida Dura
3. Bebida Mole
4. Bebida Estritamente Mole



Duração do ciclo da cultura

-> Os ciclos das culturas estão sendo encurtados com as mudanças climáticas.

-> Alterações nas datas de plantio têm sido feitas como uma forma de adaptação às mudanças climáticas

-> Torna necessário o desenvolvimento de cultivares mais resilientes às altas temperaturas / secas.



$$GD = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{\max} + T_{\min}}{2} - T_b \right)$$

em que:

GD - Total de graus-dia acumulado;

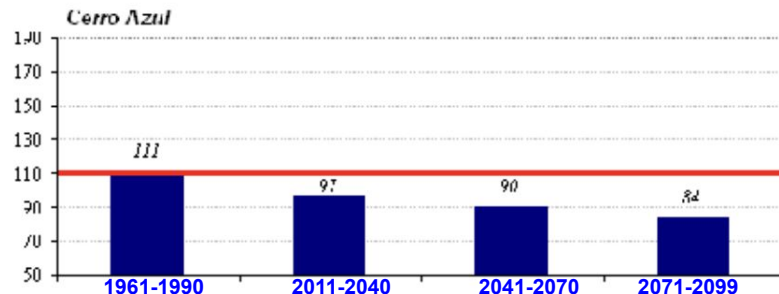
$T_{\max}$ - Temperatura máxima do ar, °C;

$T_{\min}$ - Temperatura mínima do ar diária, °C;

T_b - Temperatura-base do milho, °C;

n - Número de dias do ciclo.

Para o milho foi adotado o valor de 10°C para a T_b e 1830°C o valor total de Graus-Dia acumulado necessário para a cultura atingir a maturação.



Proliferação de doenças

- ❑ Análise de limiares para condições favoráveis para a ocorrência de doença
- ❑ Aumento ou diminuição do número de dias com condições favoráveis à ocorrência desta doença

leia-me



Ex: ferrugem do milho

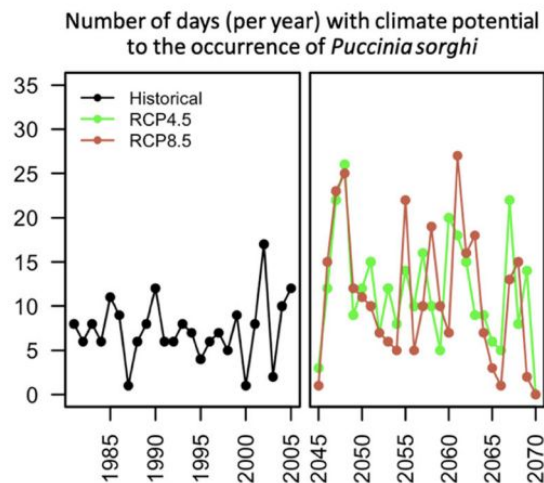


Fig. 8 The number of days (per year) with potential to the occurrence of *Puccinia sorghi*

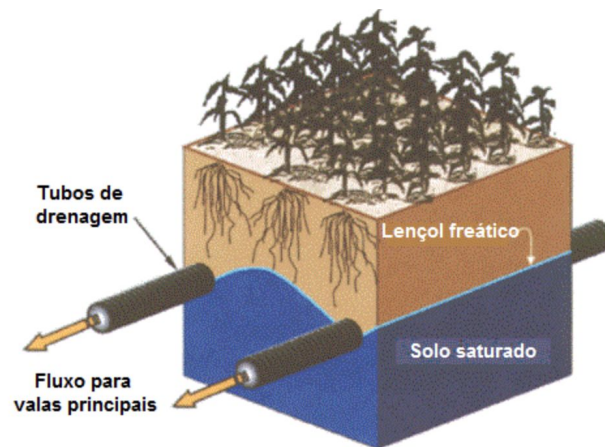
Eficiência de sistemas agrícolas

Eficiência de sistemas de irrigação e drenagem

- ❑ Sistemas caros
- ❑ Dimensionados para as condições climáticas atuais
- ❑ Podem alterar a produtividade da cultura
- ❑ Regiões que não necessitavam de sistemas de irrigação ou drenagem podem necessitar no futuro.
- ❑ Aumento do custo da produção

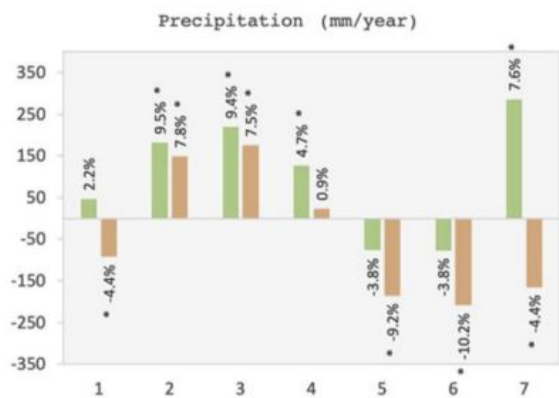
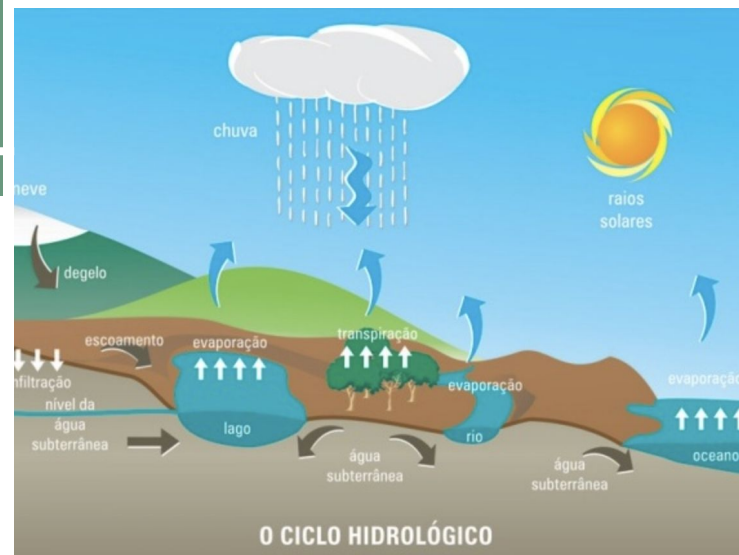
Sistemas de drenagem:

- Adaptação da profundidade do espaçamento entre drenos, além do diâmetro da tubulação.



Contaminação do solo e da água

- ❑ Alterações no ciclo hidrológico
- ❑ Aumento do escoamento superficial
- ❑ Aumento da lixiviação
- ❑ Contaminação da água e do solo



Aumento de 7,6% no volume de precipitação anual no futuro representa um aumento de 16,9% no escoamento superficial.

Grande potencial para contaminação e degradação do solo!

leia-me



Impactos na pecuária

- ❑ Conforto térmico
- ❑ Produção
- ❑ Qualidade
- ❑ Fertilidade
- ❑ Demanda por água
- ❑ Demanda por energia
 - ❑ climatização, outros procedimentos...
- ❑ Mudanças de uso e cobertura do solo
 - ❑ Desmatamento, degradação de áreas, migração...



Índice THI

Table 2 THI onset of the stress level for different species (cattle dairy, cattle beef, goats, sheep, pigs, poultry-general), classified as Moderate, High and Extreme heat stress

Species	Onset of the stress level			References
	Moderate	High	Extreme	
General1	72	78	90	Fuquay (1981)
Cattle-dairy	72	79	89	Dunn et al. (2014); Dash et al. (2016); Ranjitkar et al. (2020); Rahimi et al. (2021)
Cattle-beef	72	82	94	Mader et al. (2006); Valente et al. (2015)
Goats	70	79	89	Serradilla et al. (2018)
Sheep	72	78	90	McManus et al. (2016); Belhadj Slimen et al. (2019)
Pigs	75	79	84	Xin & Harmon (1998); Lallo et al. (2018); Mutua et al. (2020)
Poultry-general	73	81	85	Moraes et al. (2008)2

- ❑ THI ou ITU - Índice Temperatura Umidade
- ❑ Aumento do THI no futuro
- ❑ Diminuição do conforto térmico animal, produção, reprodução, fertilidade
- ❑ Aumento da susceptibilidade a doenças
- ❑ Limiares diferentes para diferentes animais

Limitações

- ❑ Índices construídos de maneira regional
- ❑ Influência genética

$$THI = (1.8 * T + 32) - [(0.55 - 0.0055 * RH) * (1.8 + T - 26)]$$

Índice THI

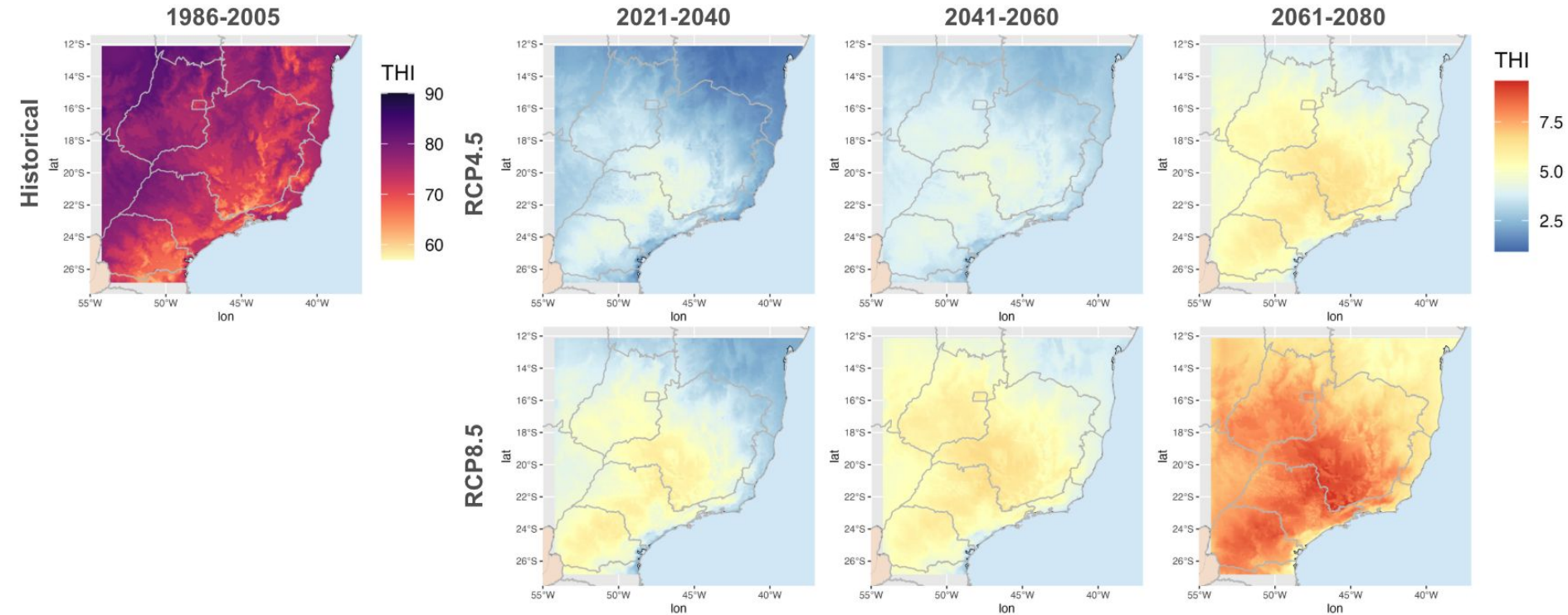


Figure 3. THI climatology (historical, 1986-2005) and anomalies (lines: RCP4.5 and RCP8.5; columns: 2021-2040, 2041-2060, 2061-2080).

Índice THI – número de dias com estresse extremo

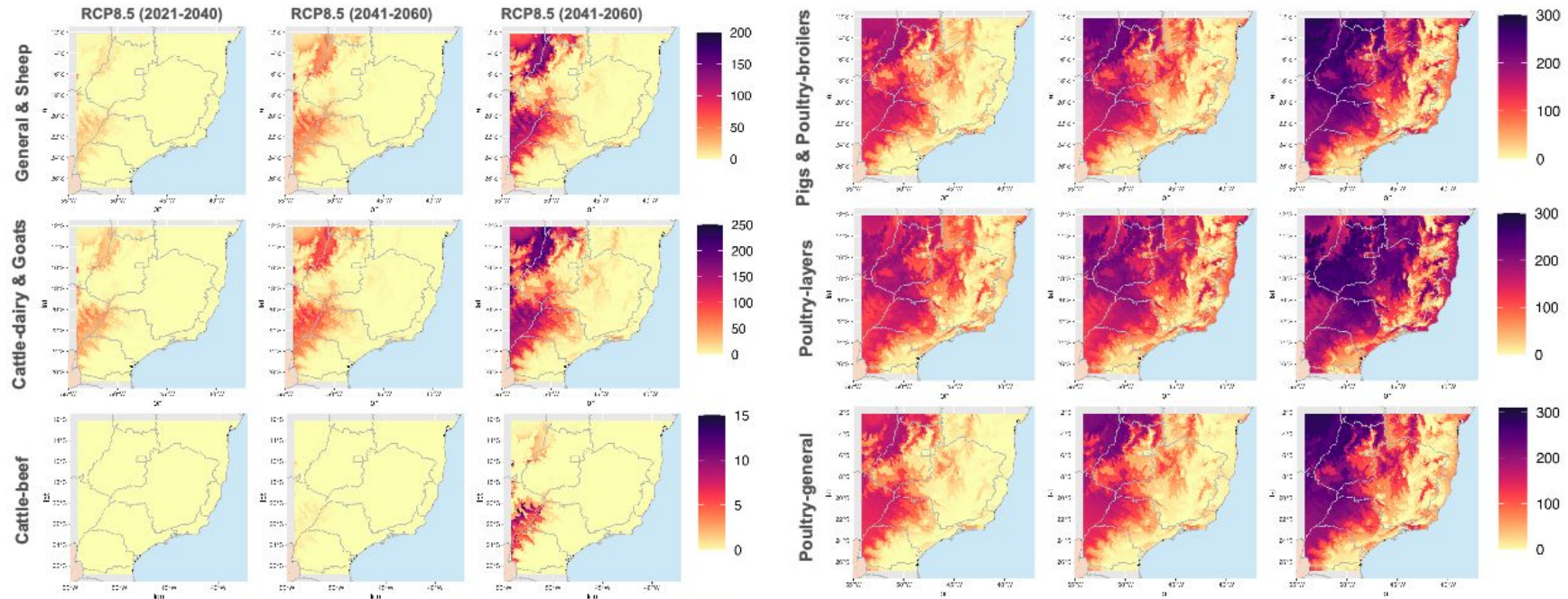


Figure 5. Anomaly of number of days with extreme heat stress (extremeTHI) for each species, considering the RCP8.5 scenario.

Índice THI - Aspectos regionais

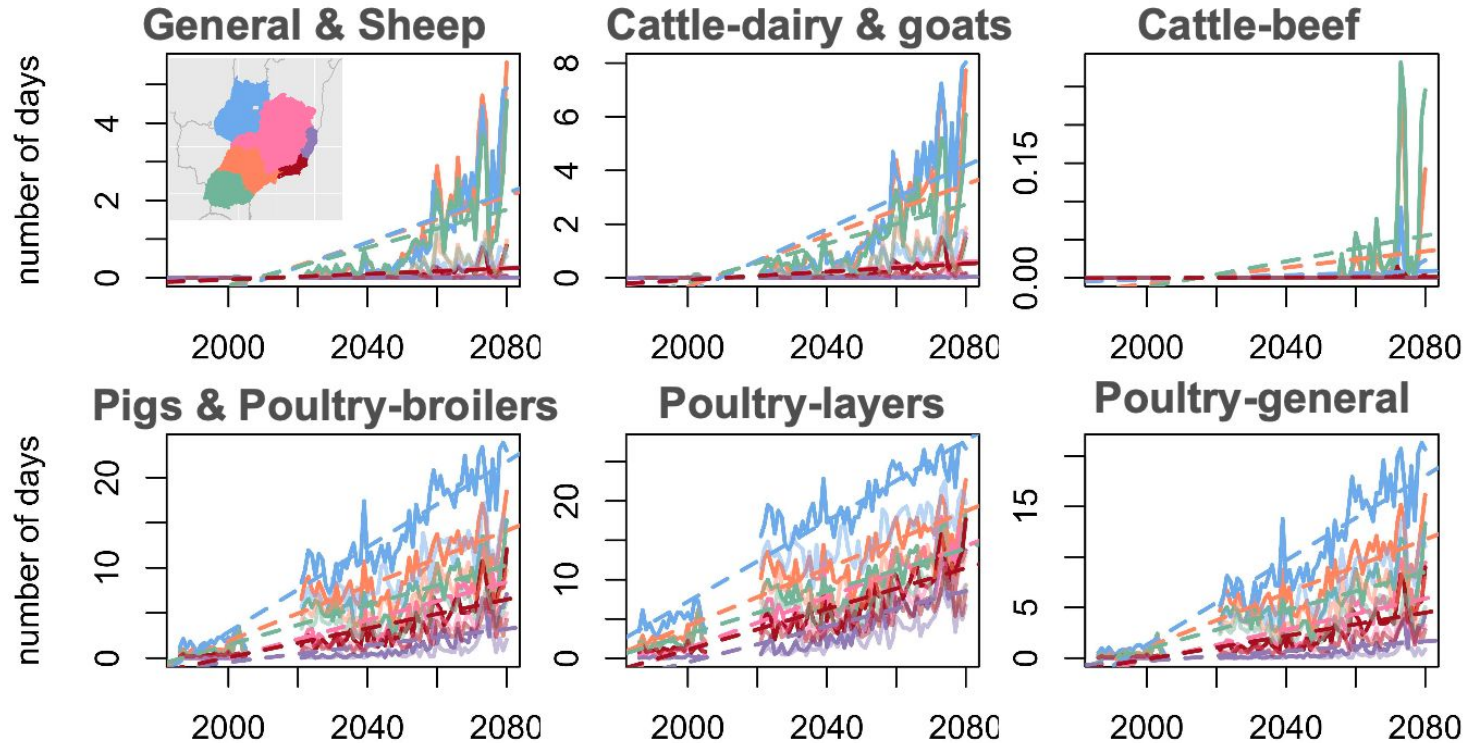


Figure 6. Number of days with extreme heat stress (extremeTHI) for each species, for each state.

Sazonalidade de THI

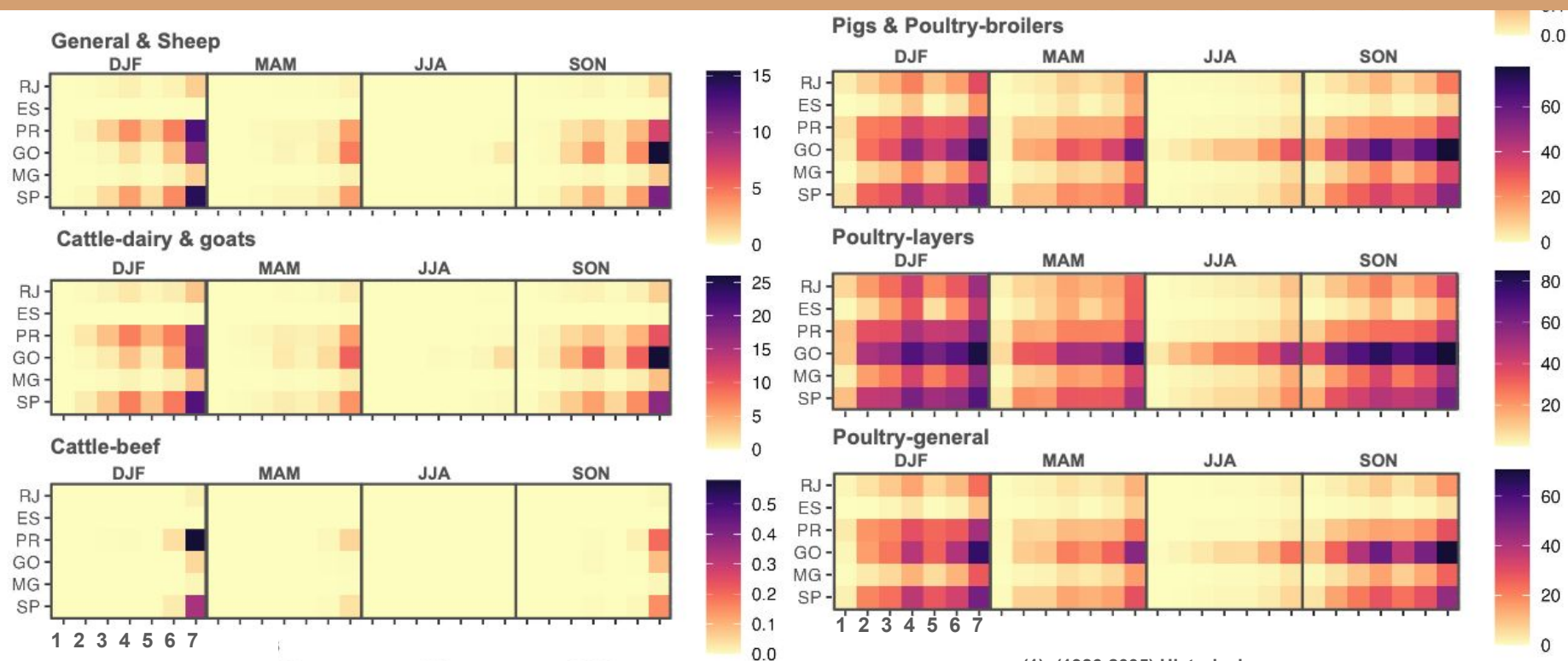


Figure 7. Seasonality of number of days with extreme heat stress (extremeTHI) for each species.

(1): (1986-2005) Historical
 (2,3,4): (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080) RCP4.5
 (4,5,6): (2021-2040, 2041-2060, 2061-2080) RCP8.5

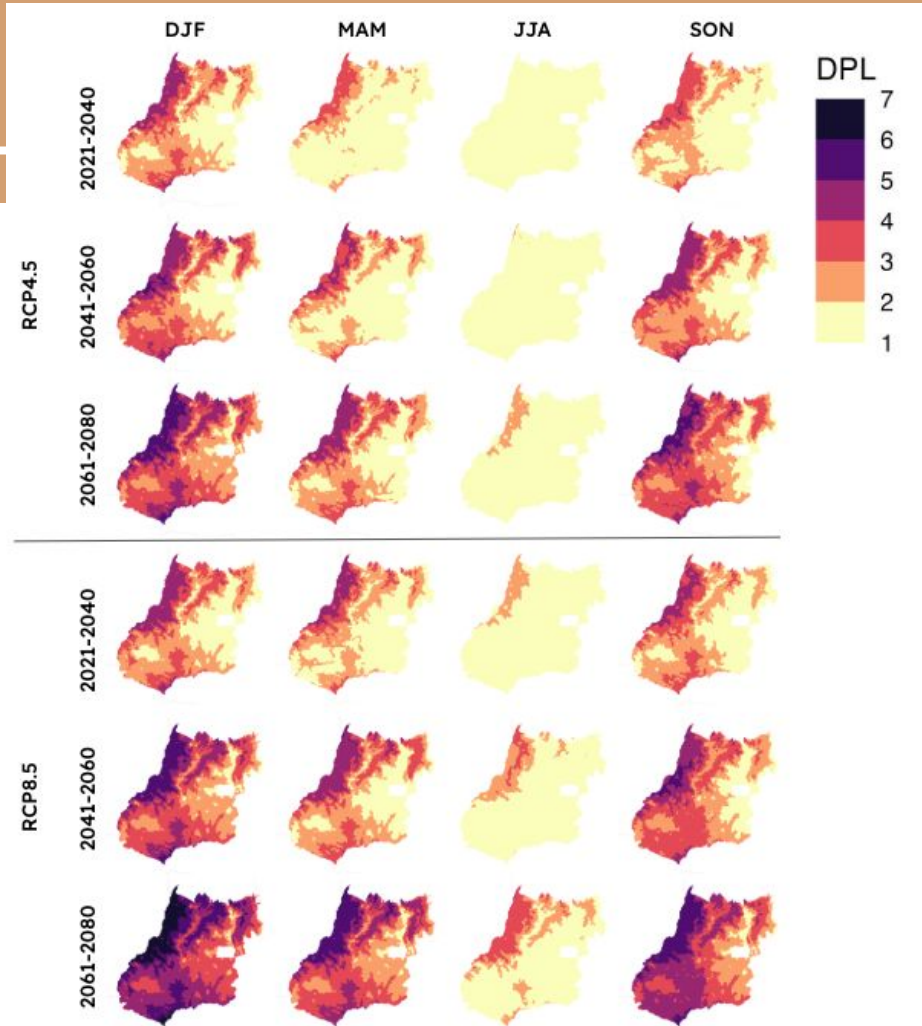
Produção de Leite

- ❑ Índice DPL - Declínio de Produção de Leite (MPD)
- ❑ Considera diferentes níveis de produção
- ❑ Maior diminuição da produção no futuro

$$THI = (0.8 * T) + [(RH/100) * (T - 14.3)] + 46.4$$

$$MPD = -1.075 - (1.736 * LP) + (0.02474 * LP * THI)$$

Figure 11. Climatology of DPL [kg.cow-1.day-1], simulated for high-productive cows (25 kg.cow-1.day-1), considering the RCP8.5 scenario.



Medidas de mitigação e adaptação na agropecuária

MITIGAÇÃO

- ❑ Conservação
 - * Sistema de Plantio Direto, Rotação de culturas, culturas de cobertura
- ❑ Sistemas Integrados
 - * Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF)
- ❑ Manejo Adequado
 - * Agricultura de Precisão, uso de bioinsumos, manejo Eficiente da Água

ADAPTAÇÃO

- ❑ Uso de práticas mais sustentáveis e integradas
- ❑ Genética e melhoramento
 - * Criação de culturas mais resilientes aos eventos de extremos climáticos
 - * Identificação de genes e vias metabólicas associadas à termotolerância em diferentes raças
- ❑ Ferramentas para a Tomada de Decisão
 - * Sistemas de Alerta Precoce, agricultura de Precisão, seguro Rural
- ❑ Infraestruturas mais eficientes e mais resilientes

OBRIGADA!



nicole.ferreira@inpe.br