



# Riscos climáticos emergentes e reemergentes no estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Oscar Júnior (PPGEO/UERJ)  
PQ2/CNPq, JCNE/FAPERJ e Procientista UERJ/FAPERJ

# SUMÁRIO

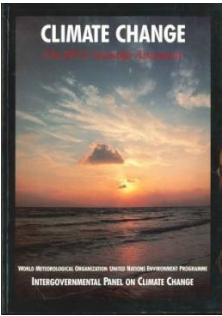
1. ENQUADRAMENTOS INICIAIS E EVOLUÇÃO DA CIÊNCIA DA MUDANÇA CLIMÁTICA
2. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E IMPACTOS NA SAÚDE: O CASO REEMERGENTE DA DENGUE
3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESASTRES: O CASO REEMERGENTE DOS IMPACTOS PLUVIAIS
4. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E UMA NOVA EMERGÊNCIA: OS EVENTOS COMPOSTOS

# ***Geografia: uma ciência***

“Enquanto atividade, a **Geografia** é a ação no mundo, é a perpétua geração de nexos na ordem espacial das coisas, é sentido e comunicação, discurso e intervenção. Assim procedendo, abandonamos definitivamente a concepção do espaço sob a perspectiva da forma *formata*, do dado fixo, da palavra imóvel e, ao contrário, concebemos o espaço como composição de forma *formans*, de contínuo processo de produção de sentidos e ações.” (GOMES, 2017)

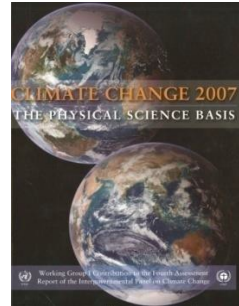
**Geografia enquanto espaço, mas também enquanto tempo! (SANTOS, 2009)**

# O CONHECIMENTO EM EVOLUÇÃO



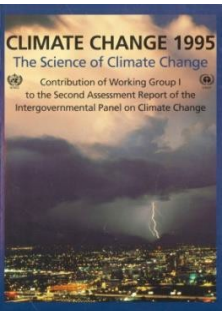
**1990**

Trouxe um estado da arte da ciência da mudança climática, discutindo as **incertezas e evidências do aquecimento.**



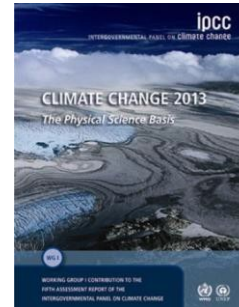
**2007**

"O aquecimento do sistema climático é **inequívoco...**"



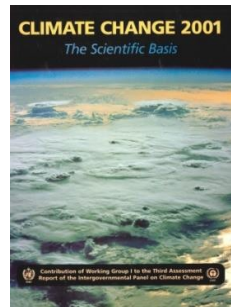
**1995**

"O balanço de evidências **sugere** uma influência humana discernível no clima global."



**2013**

"A influência é **clara.**"

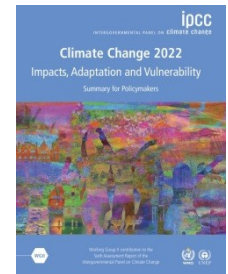


**2001**

"Existem **novas e fortes evidências** que grande parte do aquecimento observado nos últimos 50 anos é atribuído às atividades humanas."

**2023**

"O aquecimento global induzido pela humanidade, de **1,1°C**, desencadeou mudanças no clima do planeta sem precedentes na história recente."



**Progressos:**

**MITIGAÇÃO**

**ADAPTAÇÃO**

Observações

Confiança nos modelos

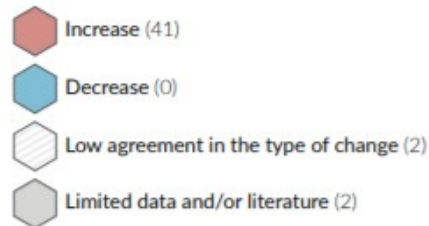
Entendimento baseado em processos

Modelos mais sofisticados

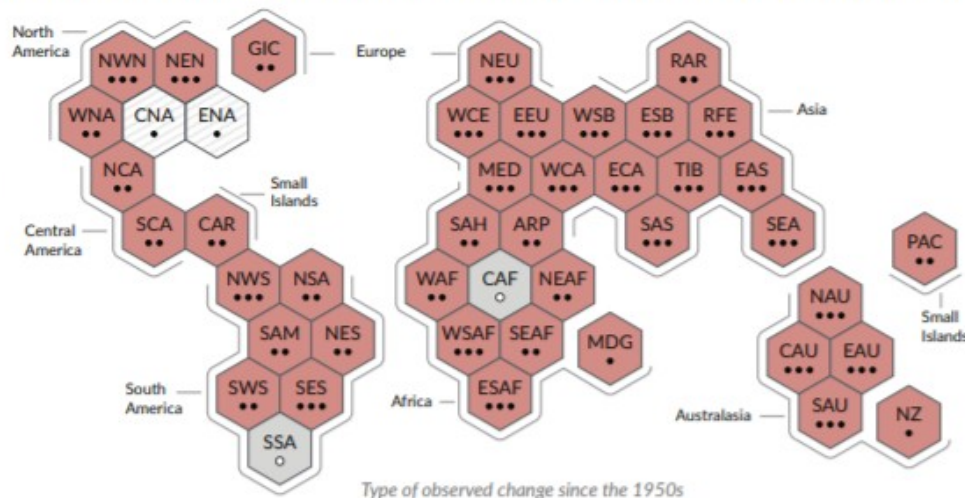
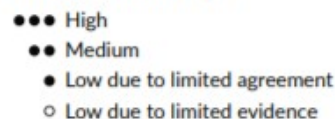
Múltiplas linhas de evidências

(a) Synthesis of assessment of observed change in **hot extremes** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in hot extremes

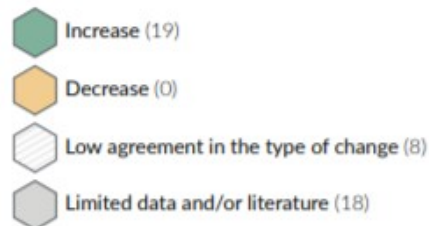


Confidence in human contribution to the observed change

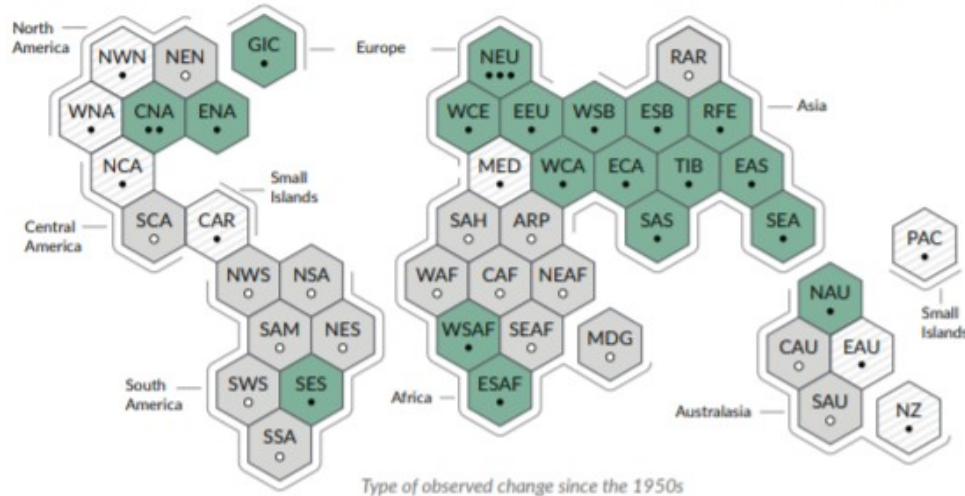
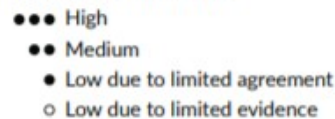


(b) Synthesis of assessment of observed change in **heavy precipitation** and confidence in human contribution to the observed changes in the world's regions

Type of observed change in heavy precipitation



Confidence in human contribution to the observed change

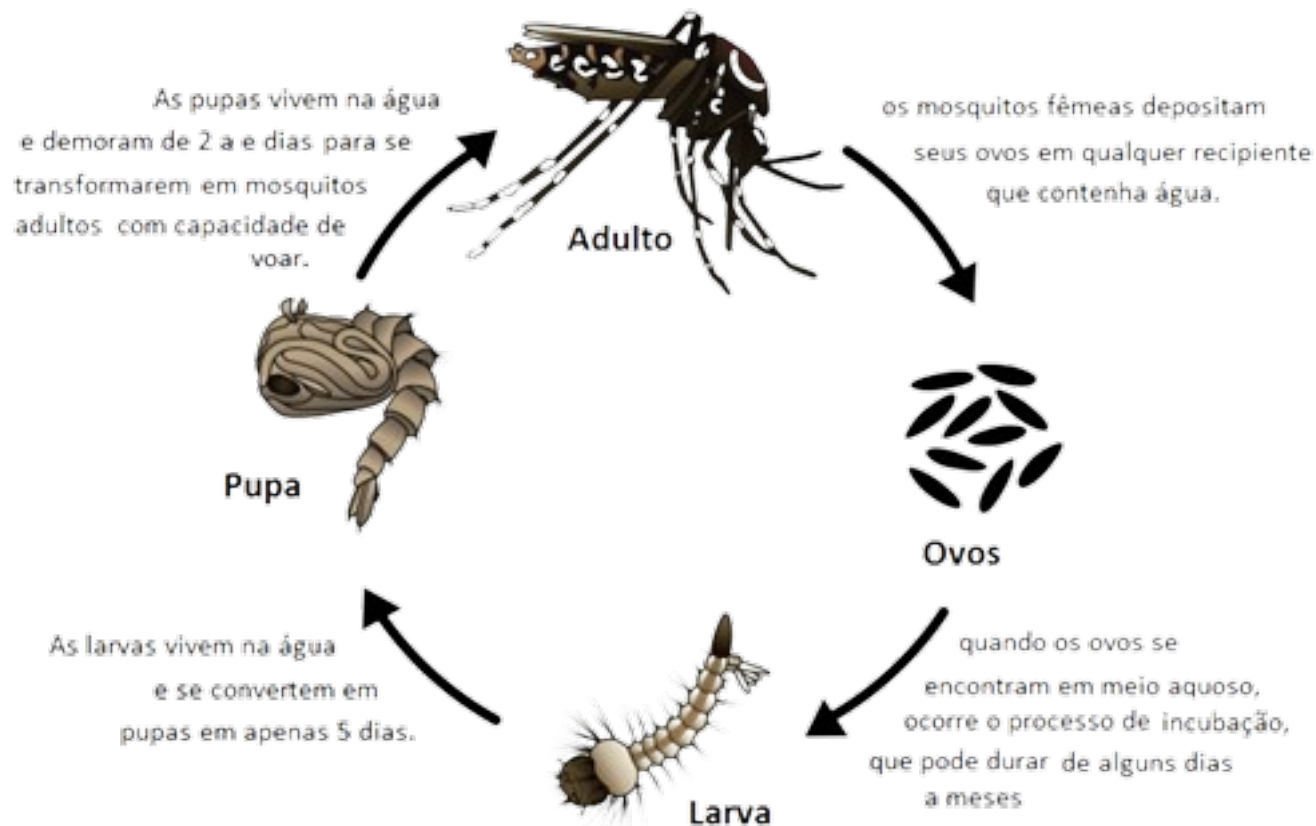


Entre  
2081-2100  
↑1,8°C a  
1,8°C  
(cenário  
otimista)  
e ↑3,3°C  
a 5,7°C  
(pior  
cenário)  
em  
relação a  
1850-  
1900.  
IPCC (2021)

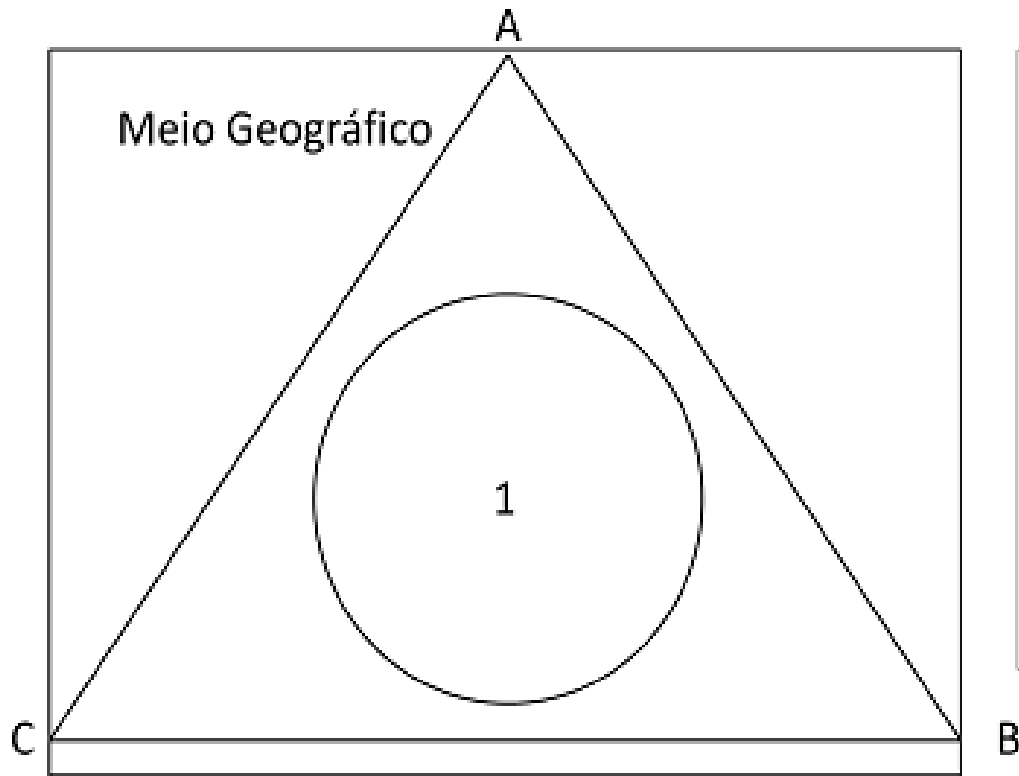
# MUDANÇAS CLIMÁTICAS E IMPACTOS NA SAÚDE: O CASO REEMERGENTE DA DENGUE

## *Aedes aegypti*

Um ovo demora entre 7 e 10 dias para virar um mosquito adulto



# ***Uma relação não necessariamente nova ...***



Legenda:

1 – Núcleo do complexo associação entre o organismo humano e agentes patógenos

A – Plano biológico – características dos seres vivos

B – Plano social – capacidade técnica para transformar

C – plano físico – fatores naturais

# Mas por que a Dengue?

SAÚDE

DENGUE

## Brasil supera a marca de 2 milhões de casos de dengue em 2024 e registra 682 mortes

Número deste ano já é o maior já registrado em toda a série histórica da doença no país, que é feita desde os anos 2000.

Por Poliana Casemiro, g1

22/03/2024 08h39 · Atualizado há 3 semanas

BBC NEWS

DENGUE

MEDICINA

## 'Alerta para o mundo': como dengue no Brasil virou preocupação internacional

Washington Post diz que crise no Brasil é 'alerta para o mundo' e New York Times fala em 'prenúncio de uma crise de saúde para as Américas'

Portal BBC (Reino Unido)

Portal de notícias G1 –  
Organizações Globo (Brasil)

Renascença NO AR ÚLTIMAS VÍDEOS V+ OUVIR AS TRÊS DA MANHÃ TURNO DA



## OMS avisa que Europa arrisca surtos de dengue e Zika no verão

08 abr, 2023 - 12:29 · Teresa Almeida, Inês Braga Sampaio

Metade da população mundial está em risco de contrair dengue, com previsão de cerca de 400 milhões de infecções por ano.

Portal SAP.PT (Portugal)



# Epidemia de 2024 foi realmente inesperada?

CNN  
BRASIL

Ao Vivo

Política

Nacional

Business

Internacional

**Saúde**

Tecnologia

Esporte

Entretenimento

Estilo

Viagem & Gastronomia

Newsletters

Podcasts

saúde

🔍 Pesquisar na CNN Brasil

▶ **AO VIVO** Marcos Tolentino na CPI | ▶ **QUEDA DE AVIÃO EM SP** Vídeo mostra acidente | **ELEIÇÕES 2022** Bolsonaro e Mourão

## Brasil tem quase 1 milhão de casos de dengue em 2020, diz Ministério da Saúde

Governo federal lança campanha de conscientização e prevenção da doença



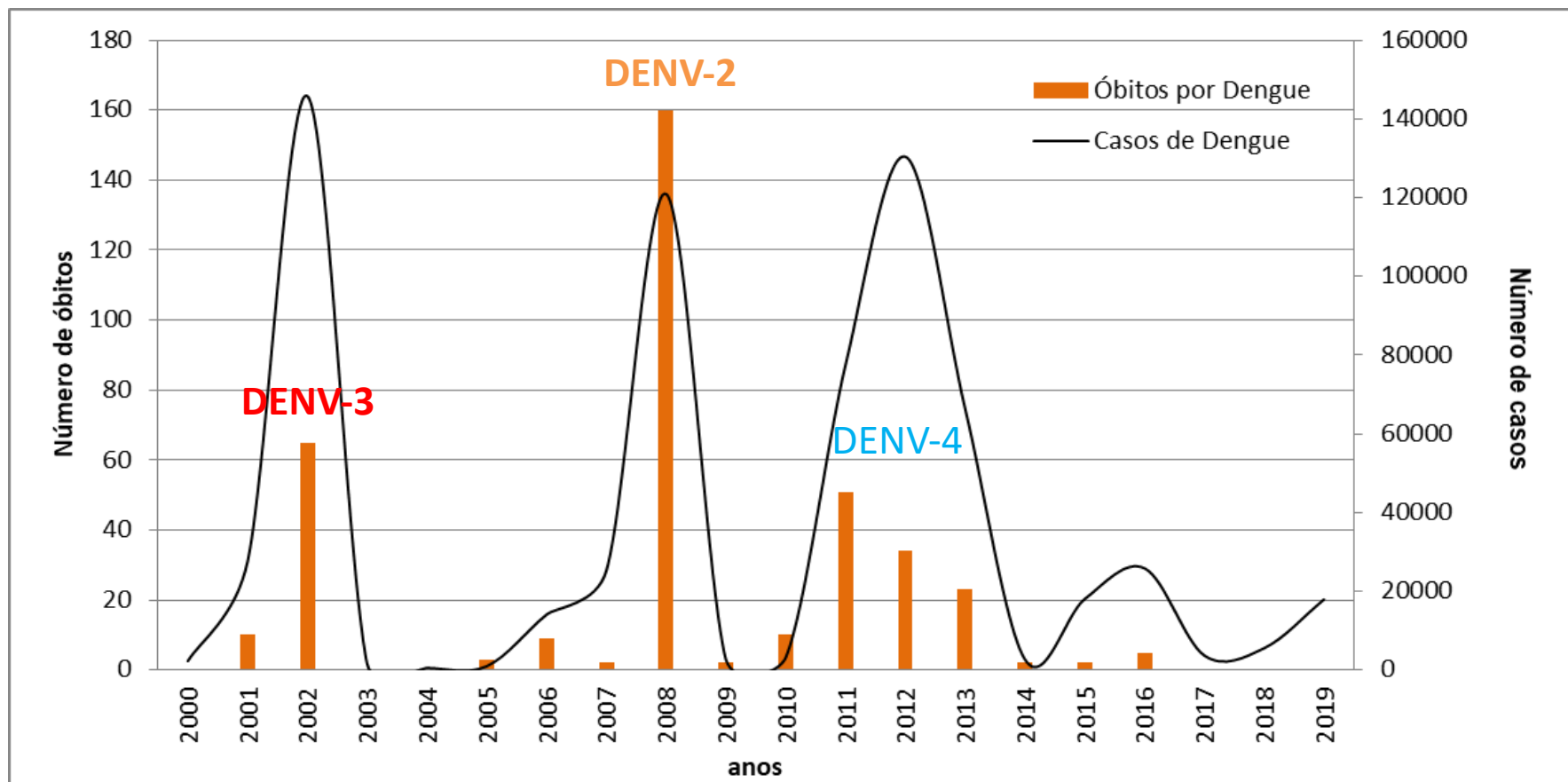
### 📖 Mais lidas

- 1 Empresa vai pagar R\$ 6,8 mil para alguém assistir a 13 filmes de terror
- 2 Médicos estudam possível elo entre vacinas da Covid-19 e mudanças na menstruação
- 3 Especialista alerta para alternativas de investimento: 'poupança nem pensar'
- 4 Cidade de São Paulo pode ter recorde de calor nesta terça-feira (14)
- 5 Manifestações com baixa adesão confirmam desafios da oposição a Bolsonaro

CNN BRASIL, 22/11/2020

**ESTADO DE SINDEMIA**

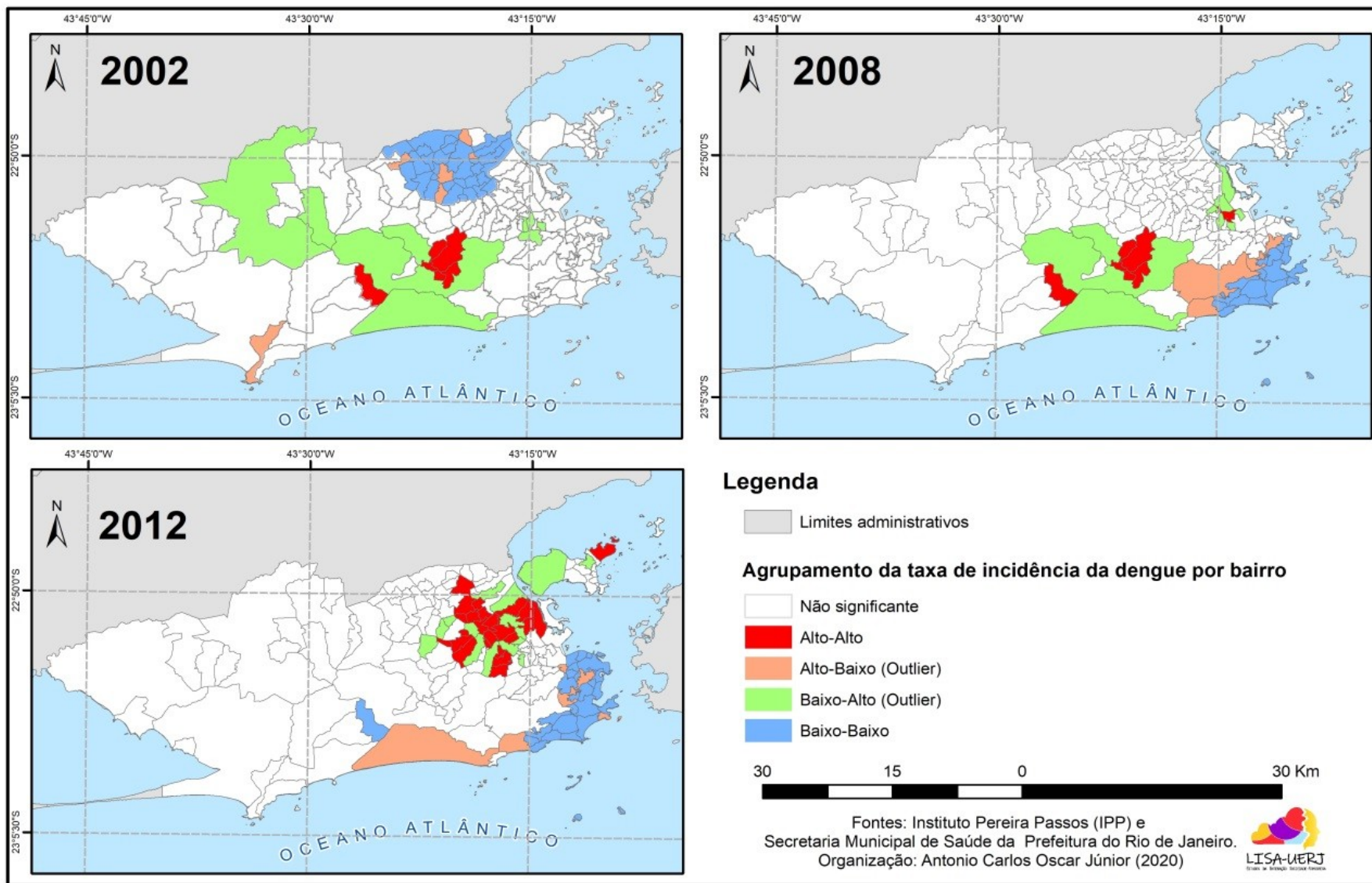
# CLIMA, ESPAÇO E SAÚDE: O DENGUE



Dados: SMS-RJ e organizado por OSCAR JÚNIOR E ARAÚJO (2021)

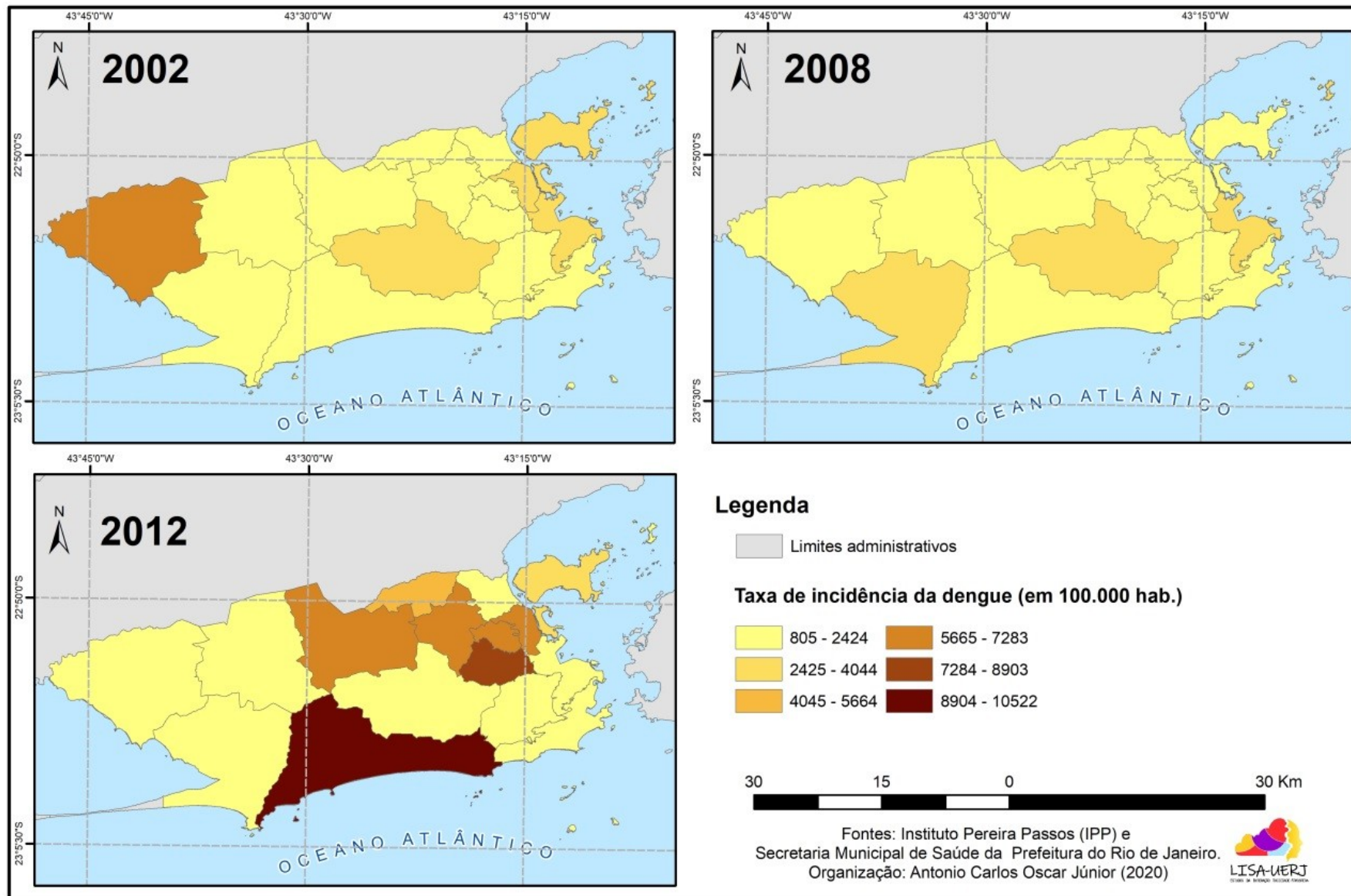
# Relação Clima, espaço e saúde (2)

OSCAR JÚNIOR E ARAÚJO (2021)



# Relação Clima, espaço e saúde (3)

OSCAR JÚNIOR E ARAÚJO (2021)



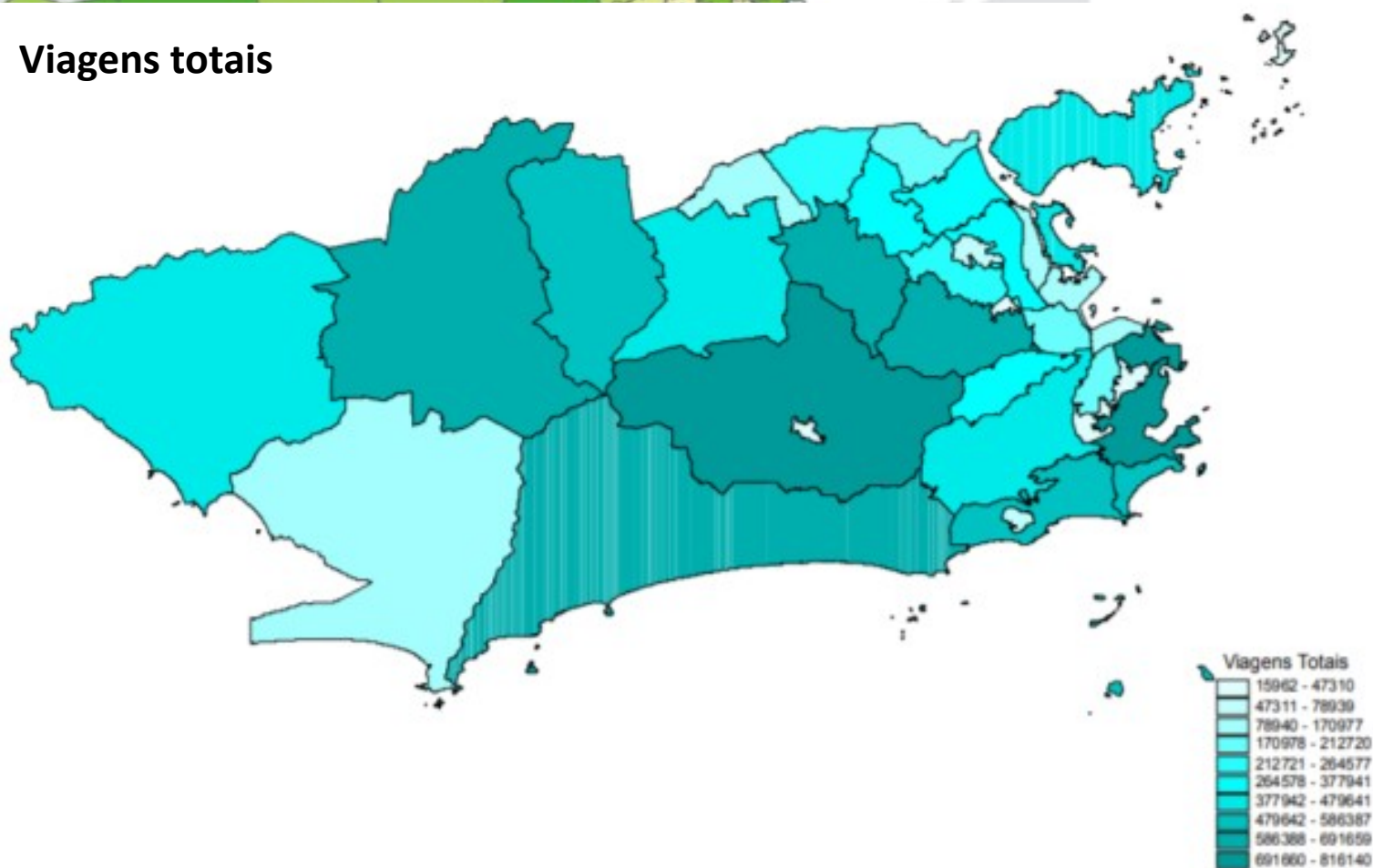
# Relação Clima, espaço e saúde (4)

SMT-RJ(2005)

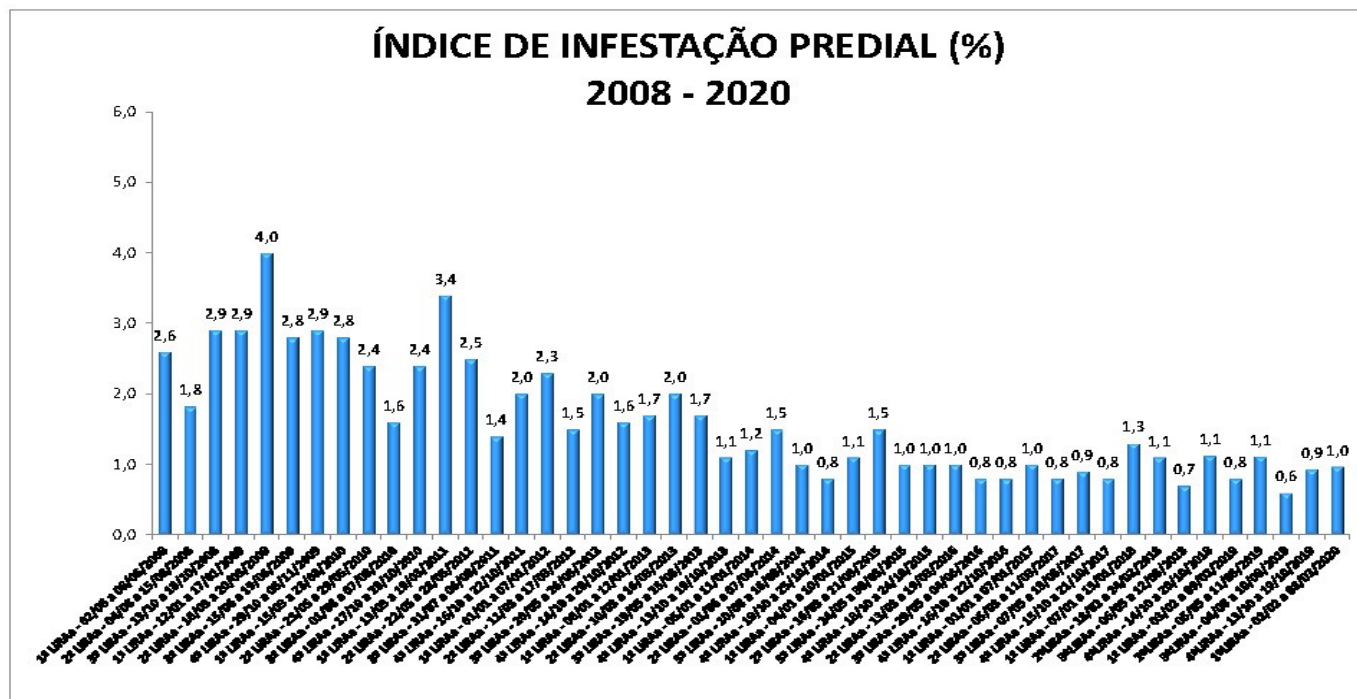
↑ Empregos



Viagens totais



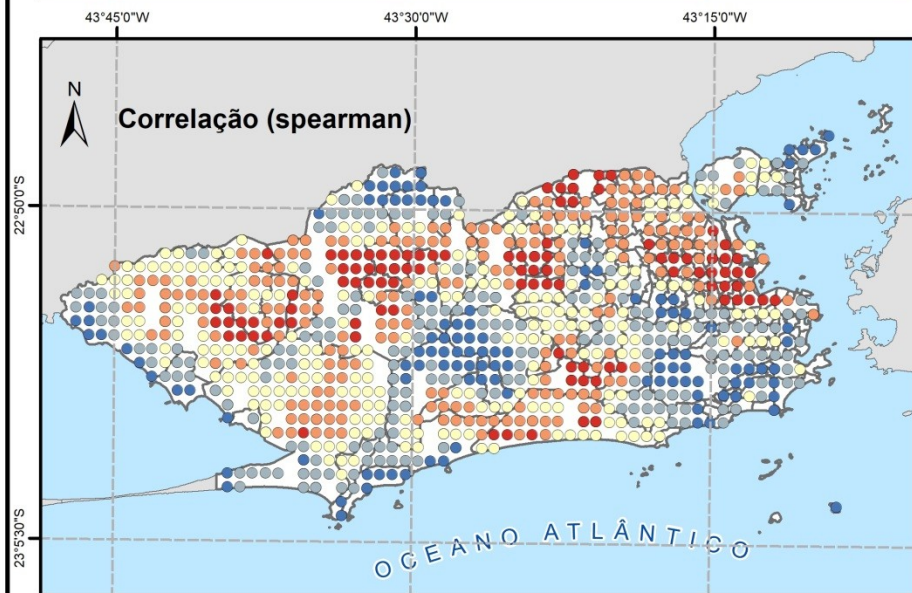
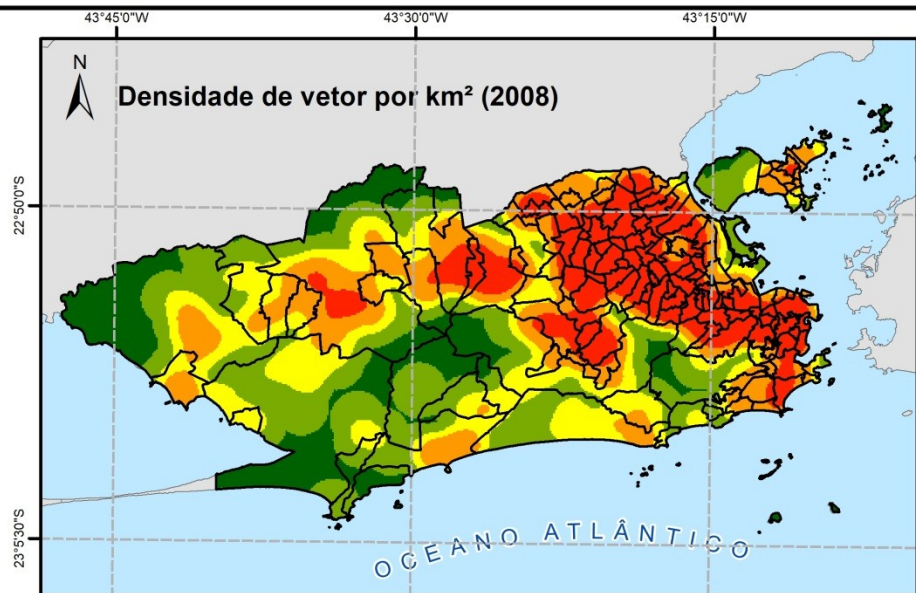
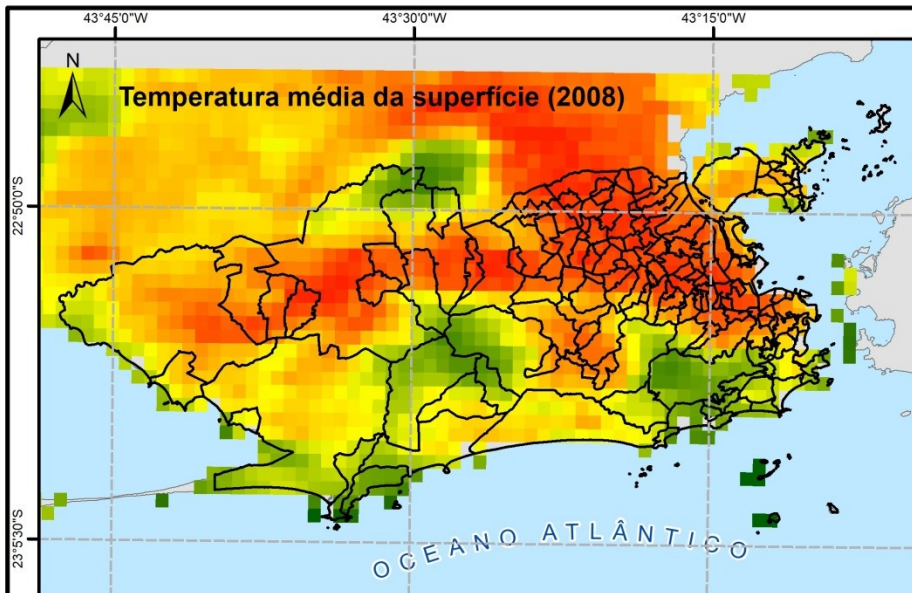
# Relação Clima, espaço e saúde (5)



Ano	Chuva acumulada
2002	82
2002	913.8
2003	1408.8
2004	1073.6
2005	1418.1
2006	1111.7
2007	904.8
2008	1208.0
2009	1386.9
2010	1683.1
2011	888.5
2012	941.70

ANO	SISTEMAS ATMOSFÉRICOS										
	MPA	MPAC	MTA	MTAC	MTC	ZCAS	IT	FPA	OCL	REP	
2002	5.7	8.4	38	2	1.4	3.5	0.6	24	2.3	14	
2003	11.6	2.6	37.2	3.8	4.1	7.6	1.5	16	1.1	15	
2004	18	4	33	4	7.8	11.3	1.3	10	0.6	10	
2005	13.4	5.9	39.8	2.9	5.3	10.7	1	13	1	7	
2008	5	6.1	40.1	1	2	5.4	1.2	20	1.2	18	
2012	9.2	1.8	30.1	3	3.4	6.3	1	22	2.2	21	

Dados: SMS-RJ e organizado por OSCAR JÚNIOR E ARAÚJO (NO PRELO)



## Legenda

- Limites administrativos
- Abairramento

### Temperatura média da superfície em 2008 (°C)

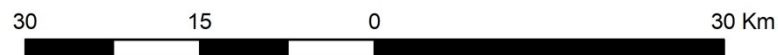
- High : 31,1
- Low : 15,8

### Correlação

- 0,4 - -0,3
- 0,29 - 0
- 0,1 - 0,45
- 0,46 - 0,55
- 0,55 - 0,7

### Densidade de vetores/km²

- 0
- 0,1 - 0,3
- 0,4 - 1
- 2 - 3
- 4 - 10

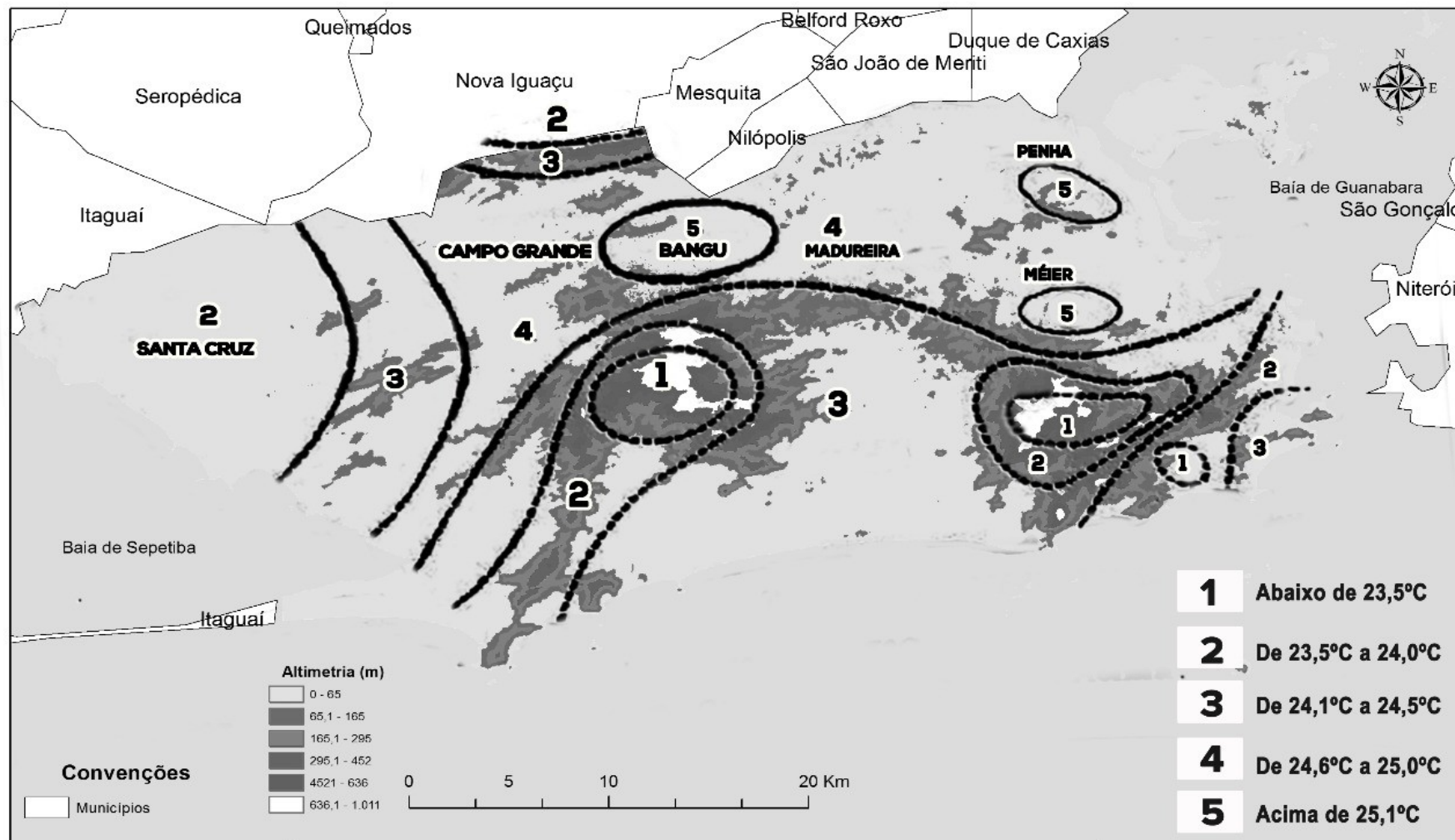


Fontes: Instituto Pereira Passos (IPP) e Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura do Rio de Janeiro.  
Organização: Antonio Carlos Oscar Júnior (2020)



# Relação Clima, espaço e saúde (7)

FIALHO; BRANDÃO (2018)



Universidade Federal de Viçosa



LABORATÓRIO DE BIOGEOGRAFIA E CLIMATOLOGIA - BIOCLIMA  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA - DGE

Sistema de Projeção: Sistema Transversal de Mercator - UTM  
Sistema Geocêntrico para as Américas - SIRGAS 2000 - Zona 23 S

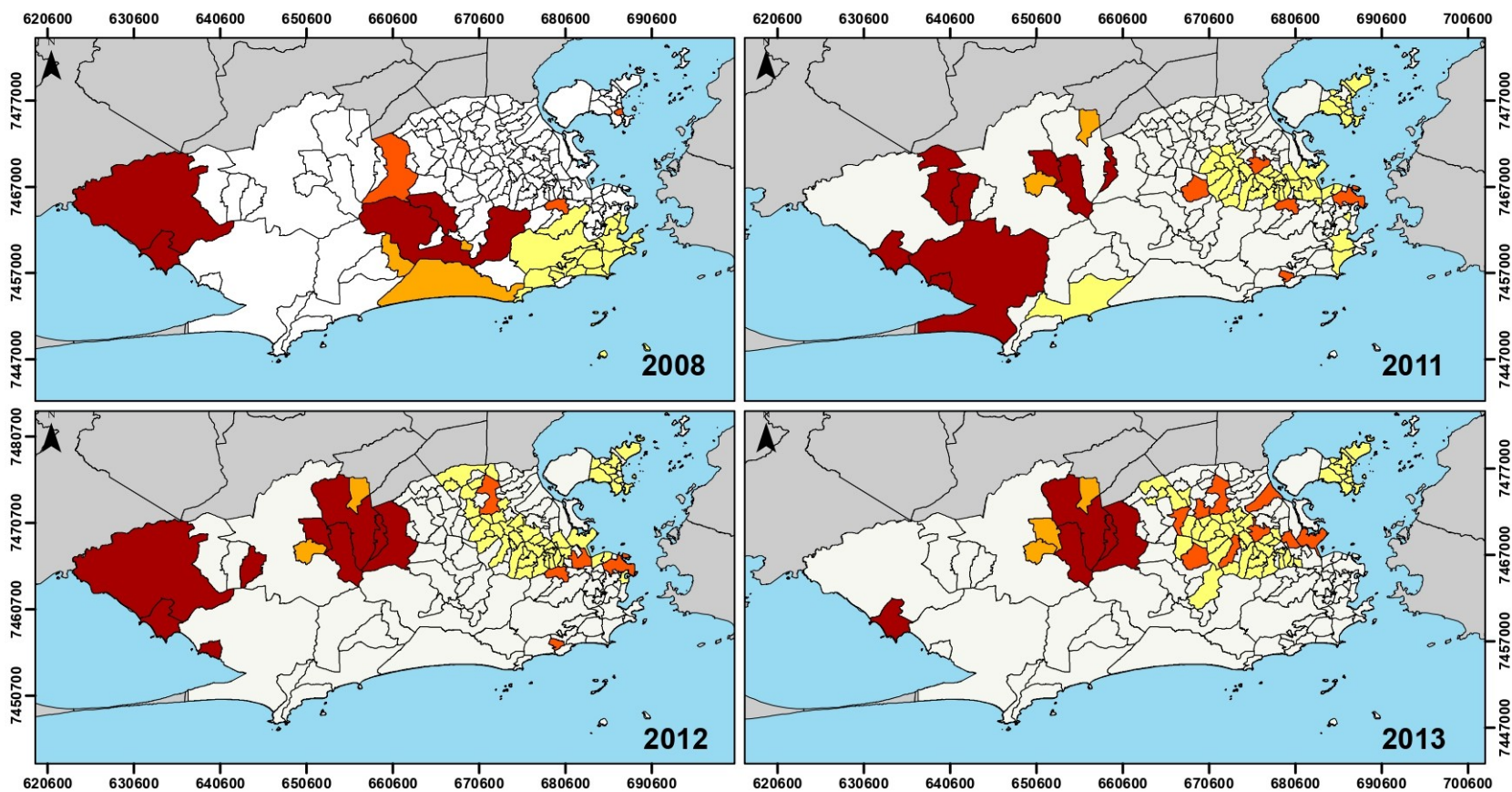


Elaboração :  
Leonardo Brandão do Prado  
Edson Soares Fialho



# Relação Clima, espaço e saúde (8)

Mapa de Casos de Dengue em Crianças nos Anos 2008, 2011, 2012 e 2013 no Município do Rio de Janeiro



**Escala**  
0 5 10 20 km  
1:600.000

**Projeção e Datum**  
UTM 23S e SIRGAS 2000

**Referências:**  
IBGE (2010)  
Secretaria de Estado de Saúde do RJ

**Autores:**  
Bruno N. Soares  
Sergio L de Carvalho



## Legenda

- Sem correlação espacial
- Alto-Alto Valor
- Baixo-Baixo Valor
- Baixo-Baixo Valor
- Municípios Vizinhos



# OBJETIVO DO ESTUDO DE 2021

Avaliar a suscetibilidade climática futura (2011-2040 e 2041-2070) à difusão de Dengue no estado do Rio de Janeiro (Brasil).

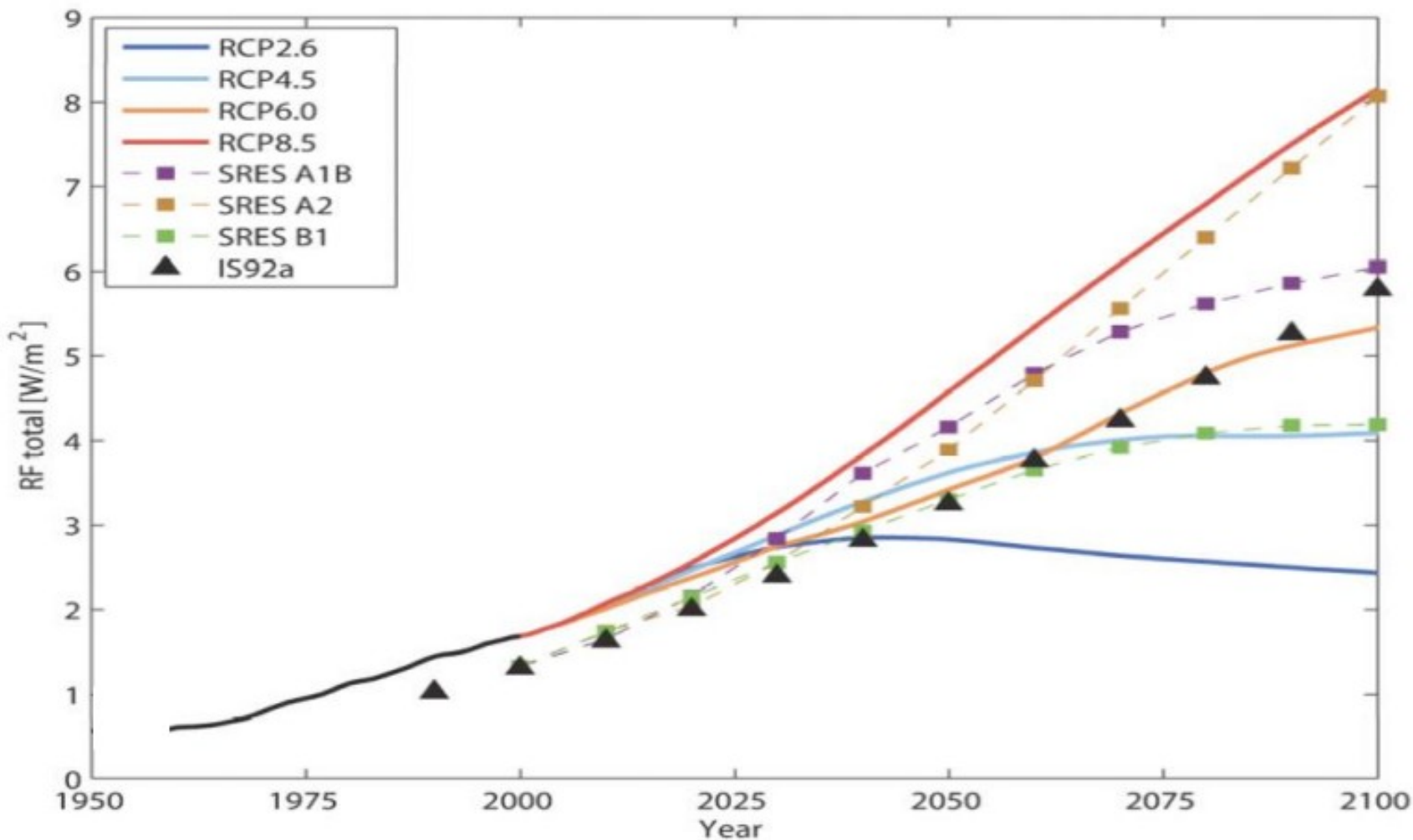


Modelos:  
Eta HadGEM2 ES  
Eta MIROC5  
Cenários:  
4.5 e 8.5

VERÃO

INVERNO

1. Umidade relativa (UR)
2. Porcentagem anual de dias com temperatura mínima superior ao percentil 90 (TN90p)
3. Dias do ano com precipitação superior a 10mm (R10)



valores da forçante radiativa em  $W/m^2$  dos 4 RCPs (CMIP5, IPCC-AR5) e cenários de relatórios anteriores do IPCC IS92a (SAR), SRES (TAR/AR4).

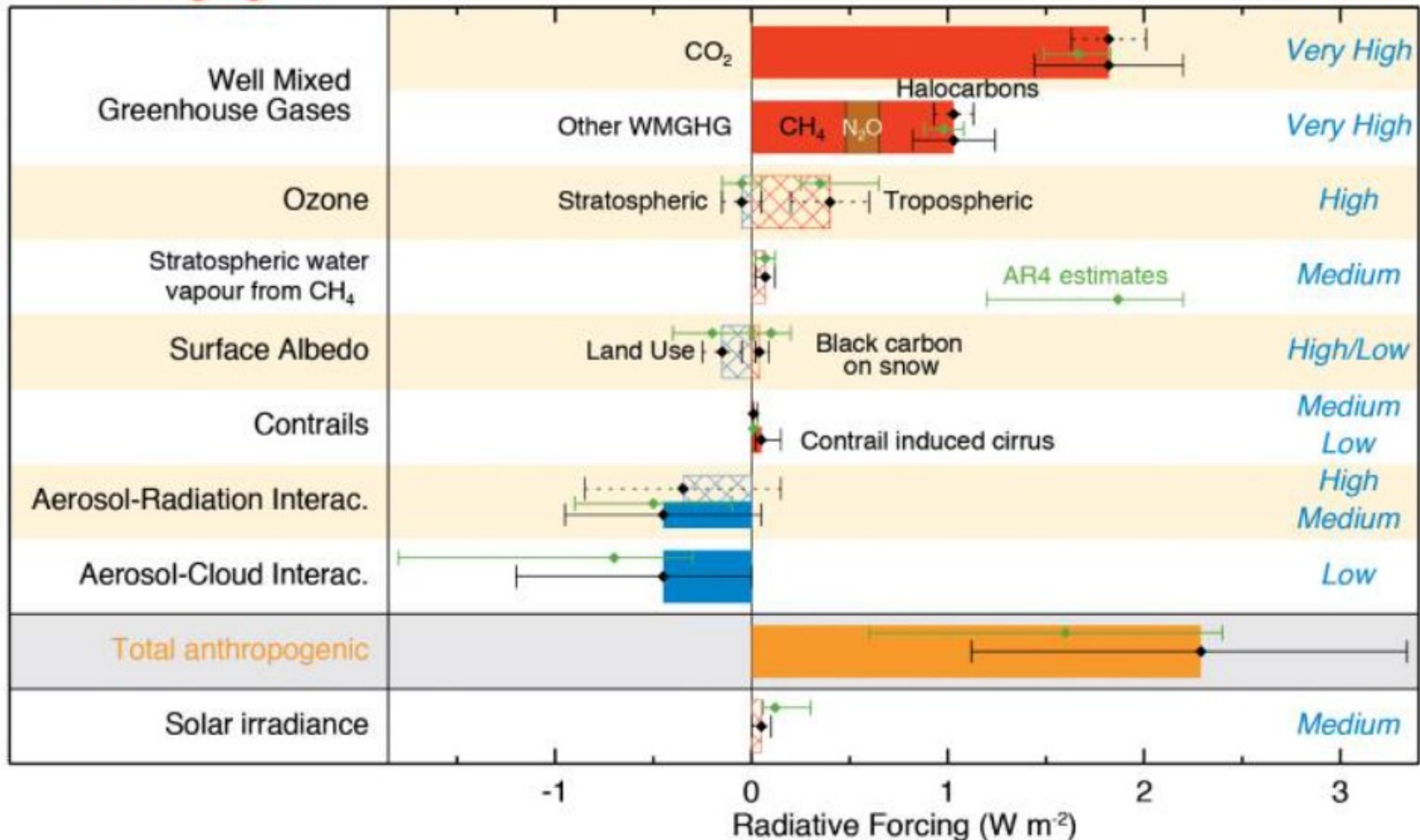
# Radiative forcing of climate between 1750 and 2011

Forcing agent

Confidence Level

Anthropogenic

Natural



Forçante Radiativa (RF) e Forçante Radiativa Efetiva (ERF) das mudanças climáticas durante a Era Industrial, 1750-2011. As barras sólidas são ERF, as barras hachuradas são RF, os losangos verdes e as incertezas associadas são para RF.

Figura 01: Estado do Rio de Janeiro e regiões de governo.

Theoretical and Applied Climatology (2021) 145:731–745  
<https://doi.org/10.1007/s00704-021-03663-4>

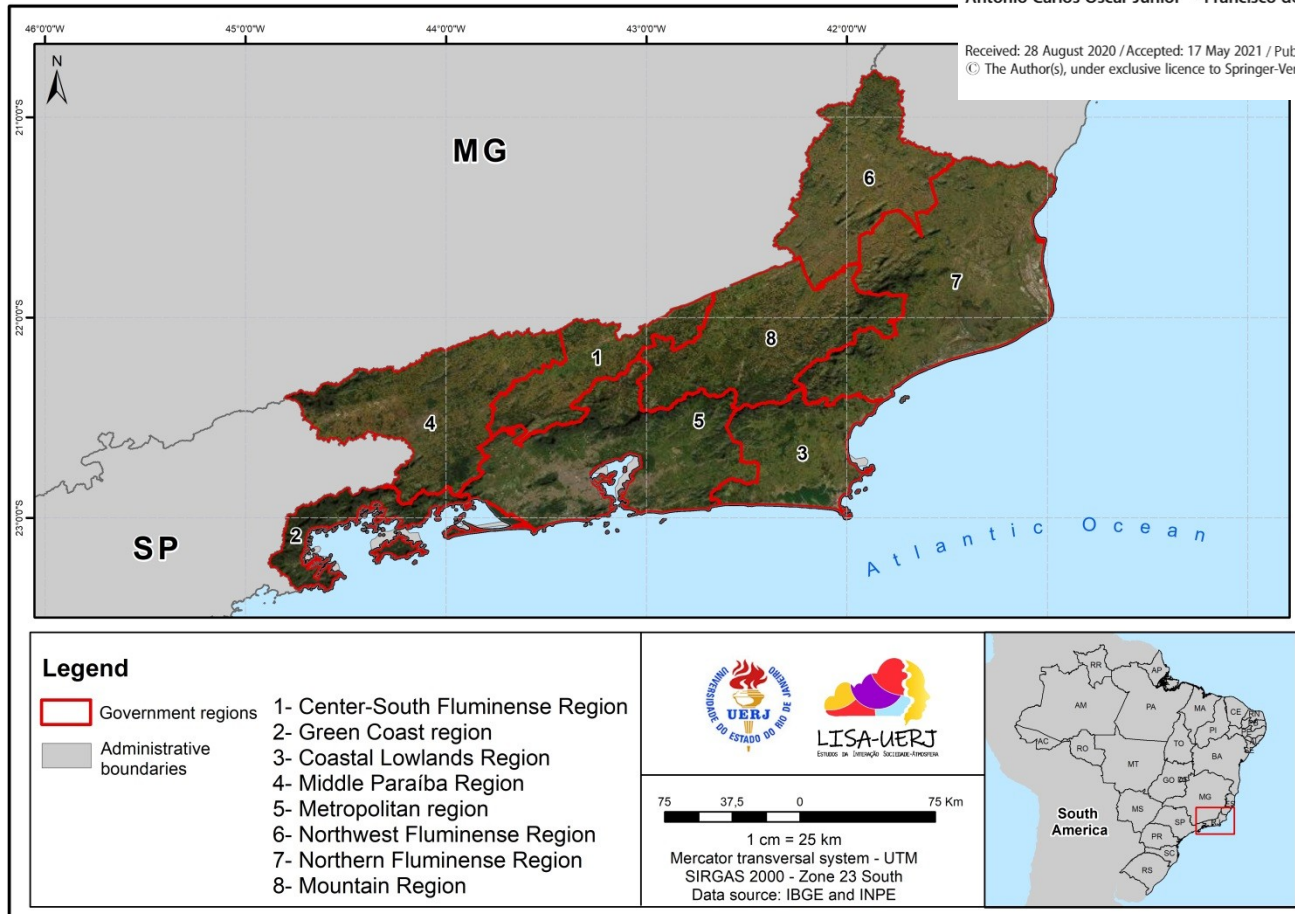
ORIGINAL PAPER



### Climate change and risk of arboviral diseases in the state of Rio de Janeiro (Brazil)

Antonio Carlos Oscar Júnior<sup>1</sup> · Francisco de Assis Mendonça<sup>1</sup>

Received: 28 August 2020 / Accepted: 17 May 2021 / Published online: 23 May 2021  
© The Author(s), under exclusive licence to Springer-Verlag GmbH Austria, part of Springer Nature 2021



# METODOLOGIA E RESULTADOS

**Potencial para gerações do vetor ( $\alpha$ ):** baseado na contribuição de Farnesi et al. (2009) e Bezerra et al. (2006)

(Equação 01)

**Potencial para eclosão de ovos:** baseado em Vianello *et al.* (2006)

(Equação 02)

**Potencial de infecção ( $P_i$ ):** baseado em Lambrechts et al. (2011)

(Equação 03)

**Índice de Potencial Geral – IPG** (Equação 04), que aponta para maior ou menor facilidade de desenvolvimento do *Aedes aegypti*:

(Equação 04)

**Índice Climático (IC):** baseado em Viana *et al.* (2013), avalia a facilidade para sobrevivência e reprodução do mosquito. Se baseia nos dados: UR - umidade relativa; TN90p - percentual anual de dias com temperatura mínima maior que o percentil 90; R10 - dias no ano com precipitação maior que 10mm.

(Equação 05)

**Indicador Geral de Suscetibilidade (IGS):** permite o estabelecimento de uma métrica para avaliação da suscetibilidade climática ao desenvolvimento, proliferação, reprodução e infecção do vetor.

(Equação 06)

**VALIDAÇÃO**  
(78,9%)

- 1) Os dados das Normais Climatológicas (1961-2005) apontam Eta HadGEM2-ES quanto Eta MIROC5 em concordância com o padrão climatológico para as duas estações do ano (a precipitação com maior incerteza).
- 2) A partir dos dados de internações associadas à Dengue disponibilizados pela Secretaria Estadual de Saúde se obteve a taxa de incidência de dengue no estado do RJ.

VERÃO

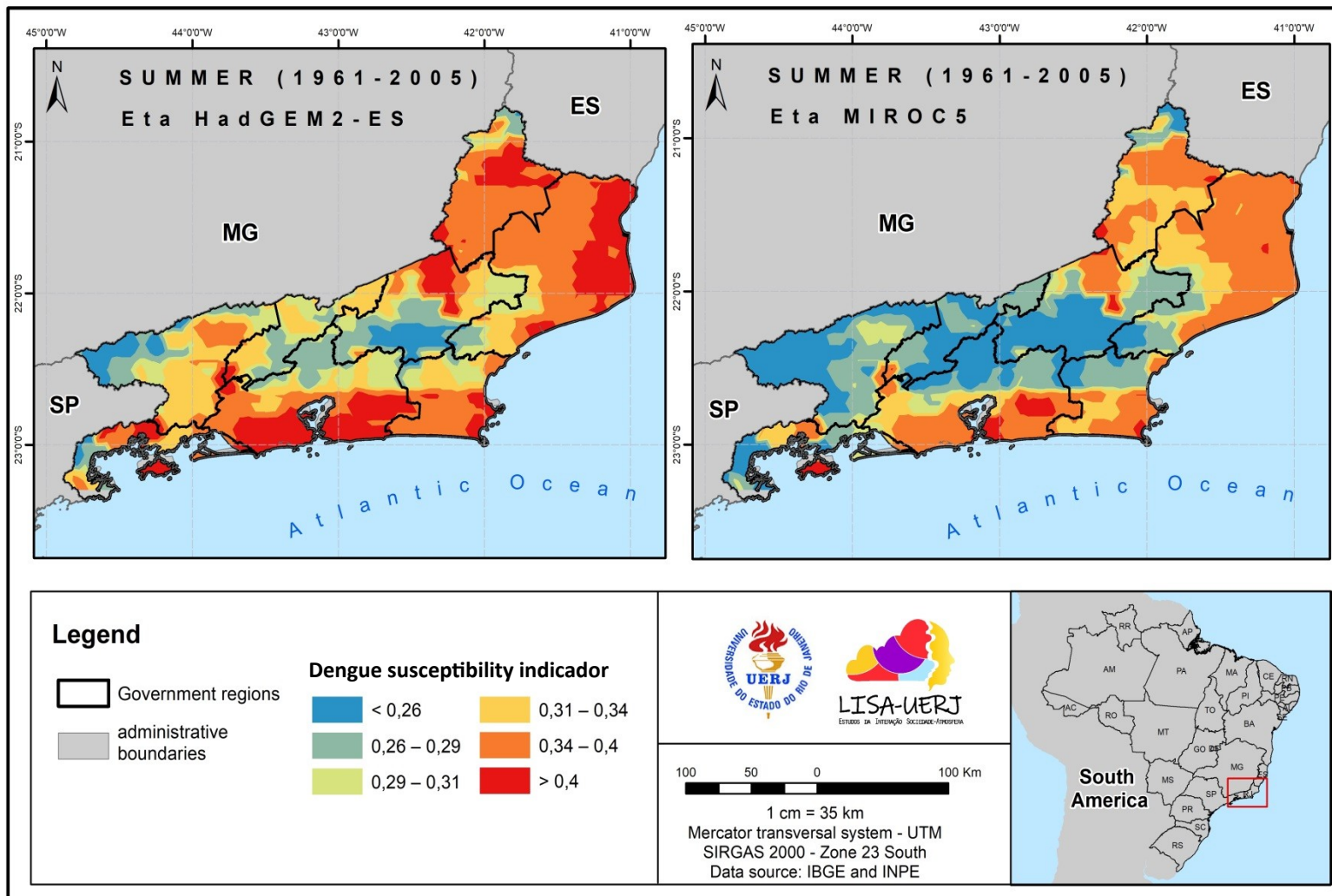


Figura 02: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue para o verão, segundo os modelo Eta HadGEM2-ES e Eta MIROC5, considerando o período histórico (1961-2005).



# VERÃO

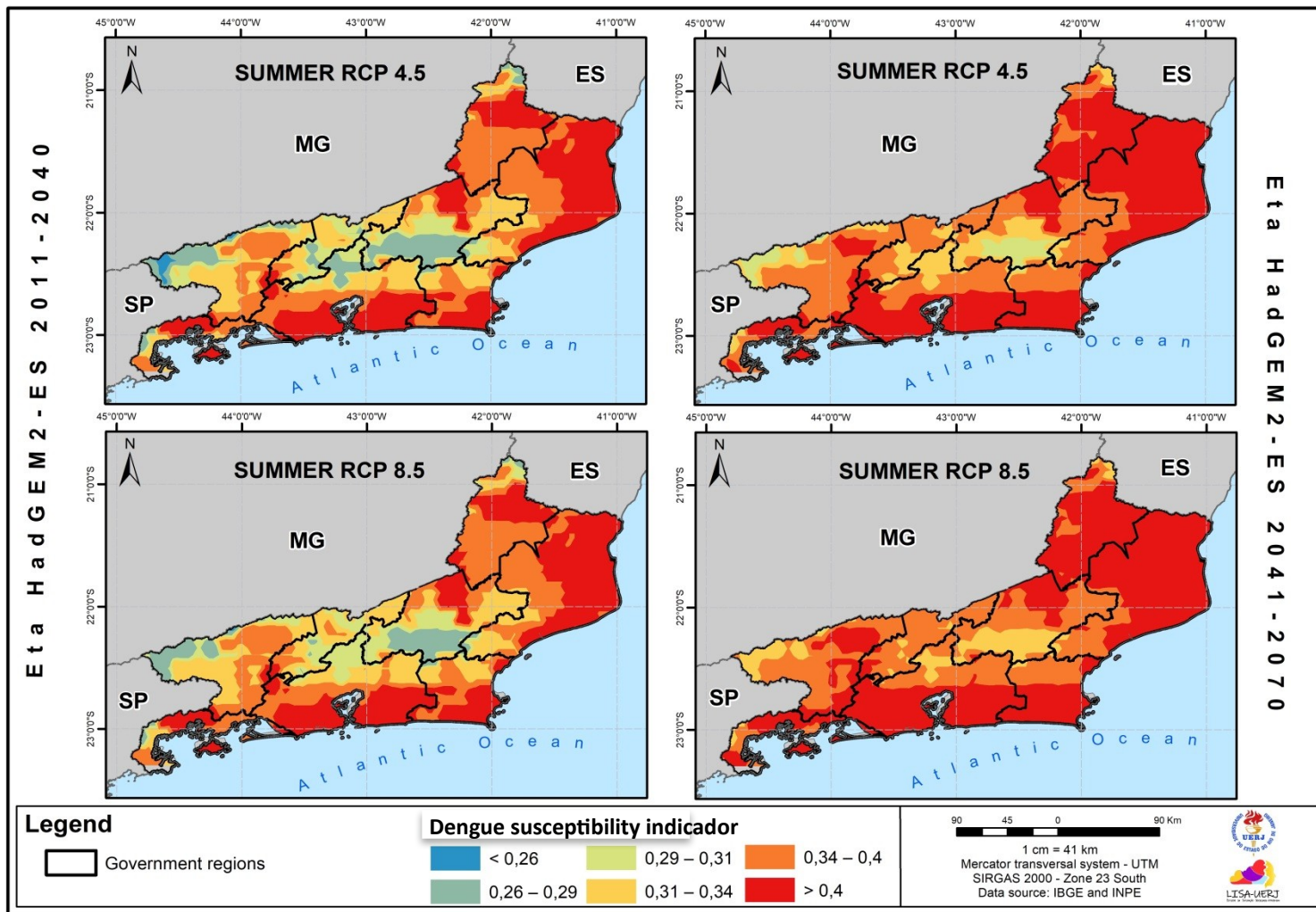


Figura 03: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue para o verão, segundo o modelo Eta HadGEM2-ES, considerando os períodos 2011-2040 e 2041-2070, RCP 4.5 e 8.5.

# VERÃO

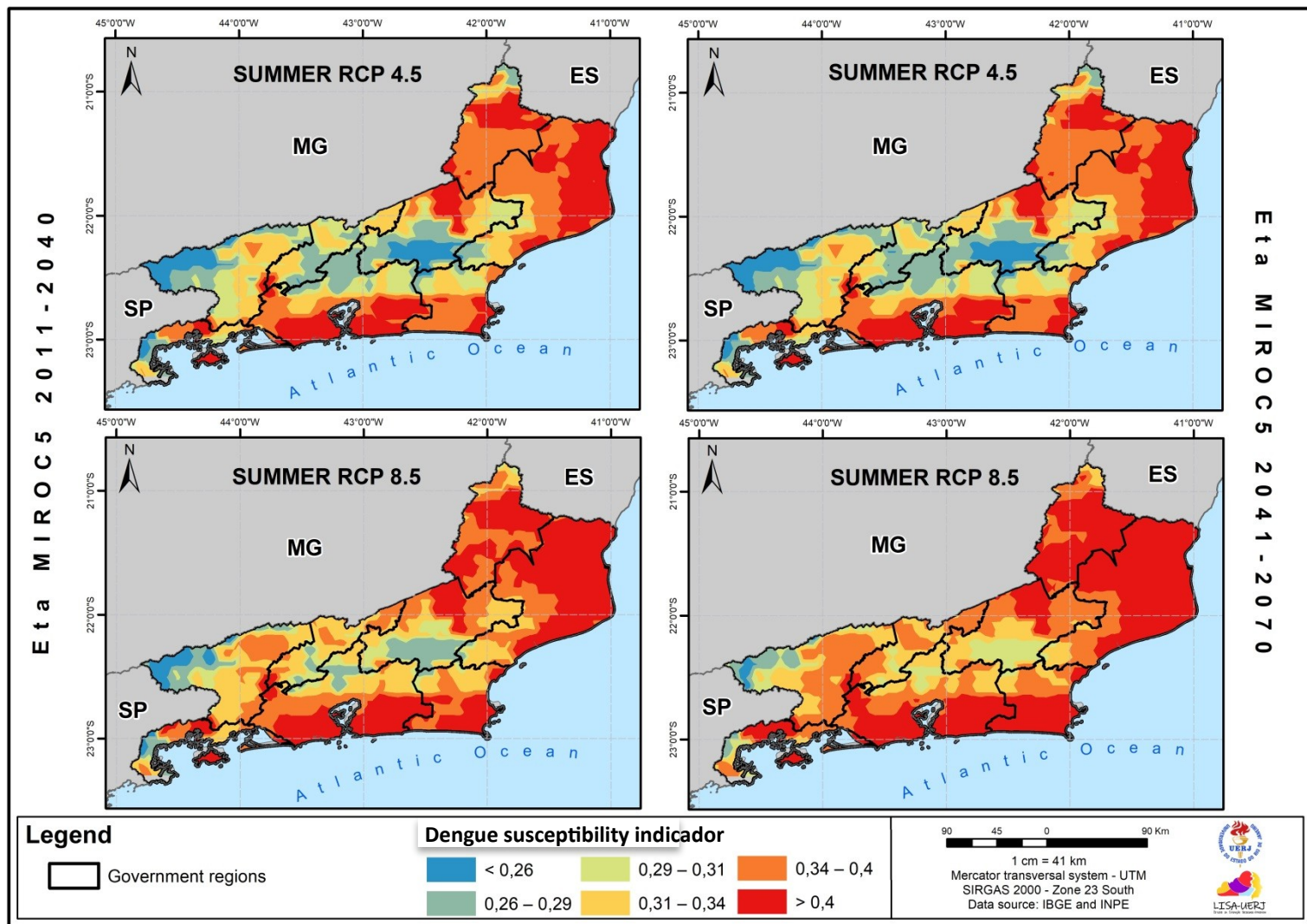


Figura 04: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue para o verão, segundo o modelo Eta MIROC5, considerando os períodos 2011-2040 e 2041-2070, RCP 4.5 e 8.5.

# INVERNO

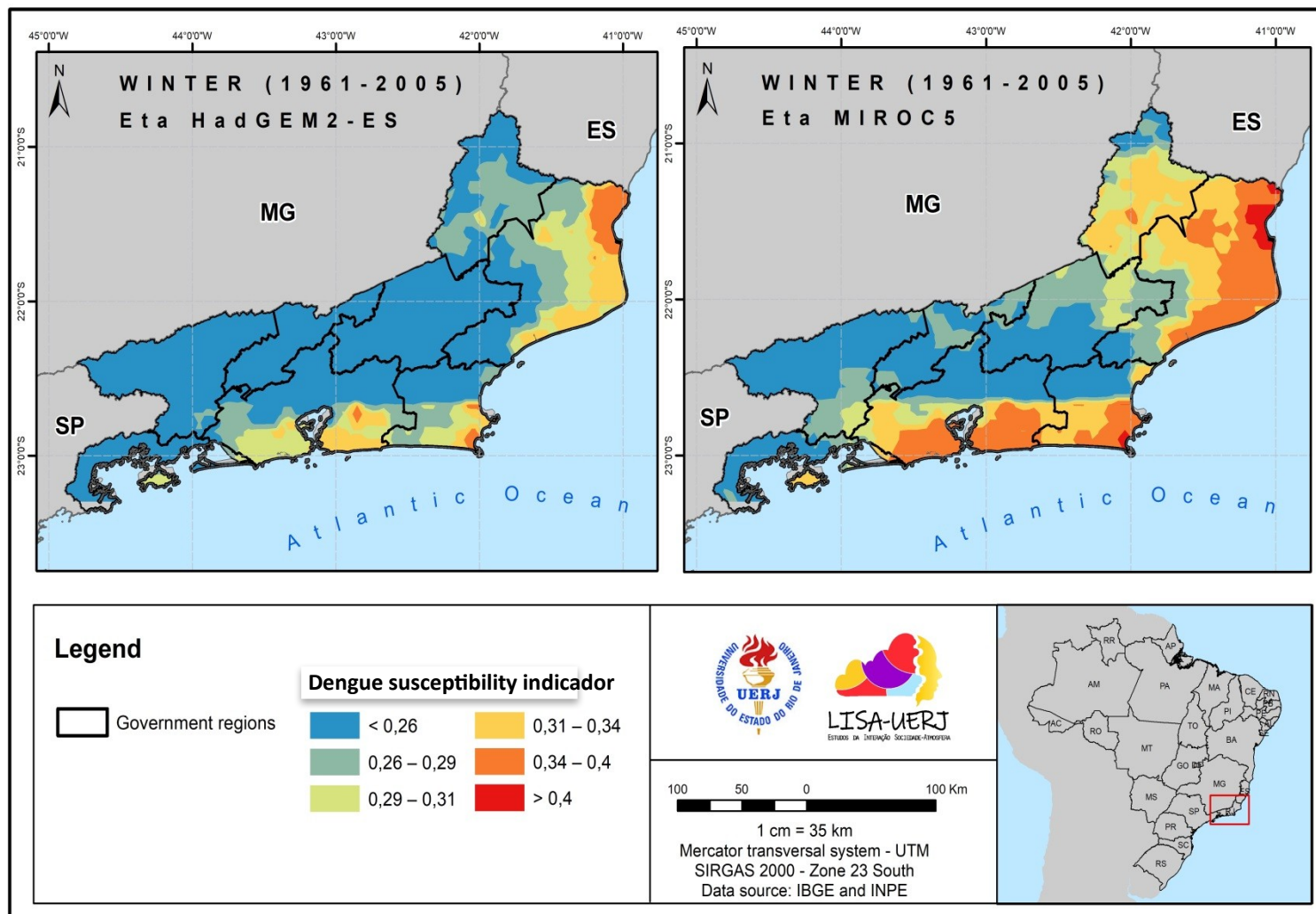


Figura 05: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue para o inverno, segundo os modelos Eta HadGEM2-ES e Eta MIROC5, considerando o período histórico (1961-2005).

# INVERNO

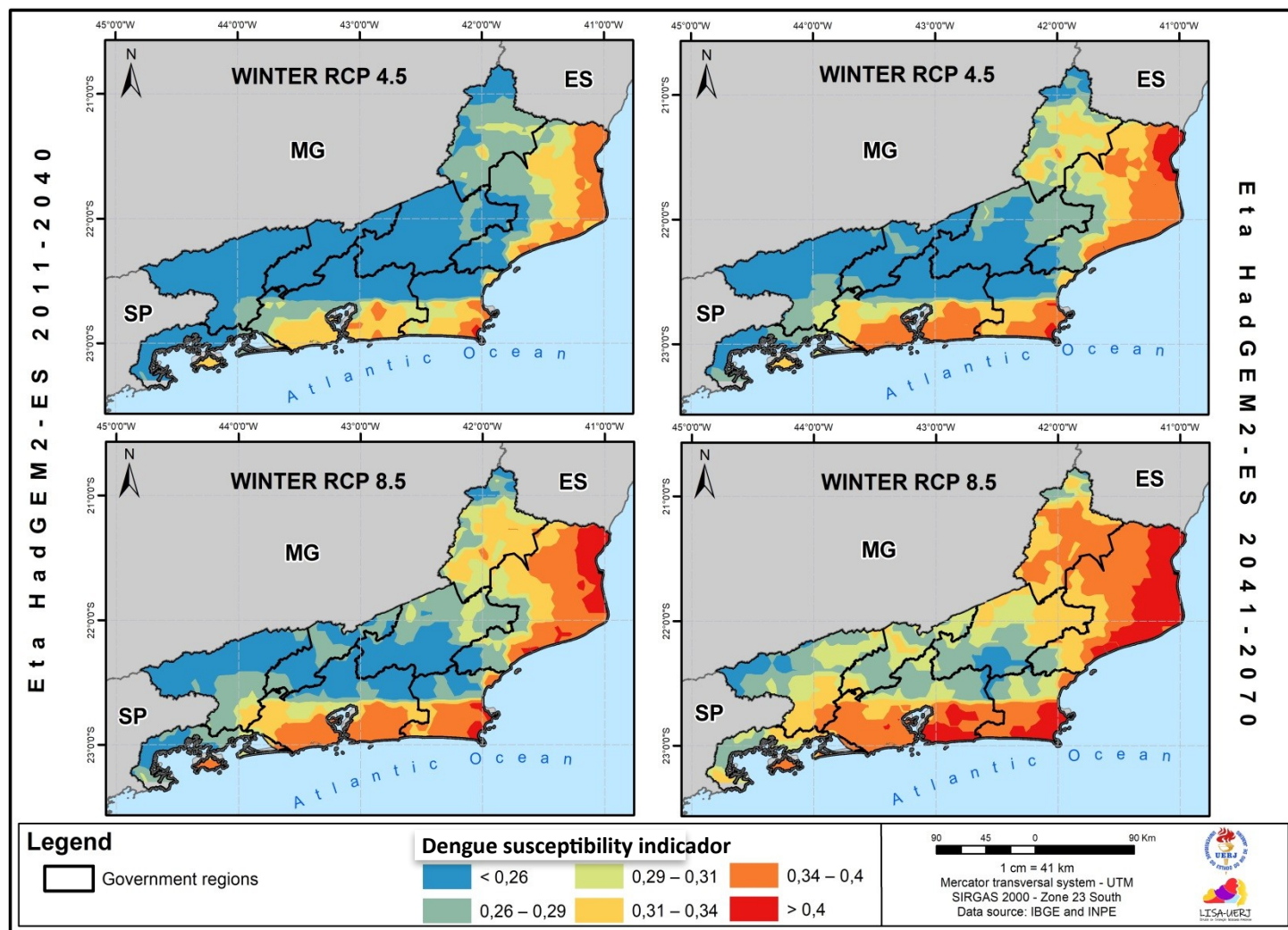


Figura 06: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue o inverno, segundo o modelo Eta HadGEM2-ES, considerando os períodos 2011-2040 e 2041-2070, RCP 4.5 e 8.5.

# INVERNO

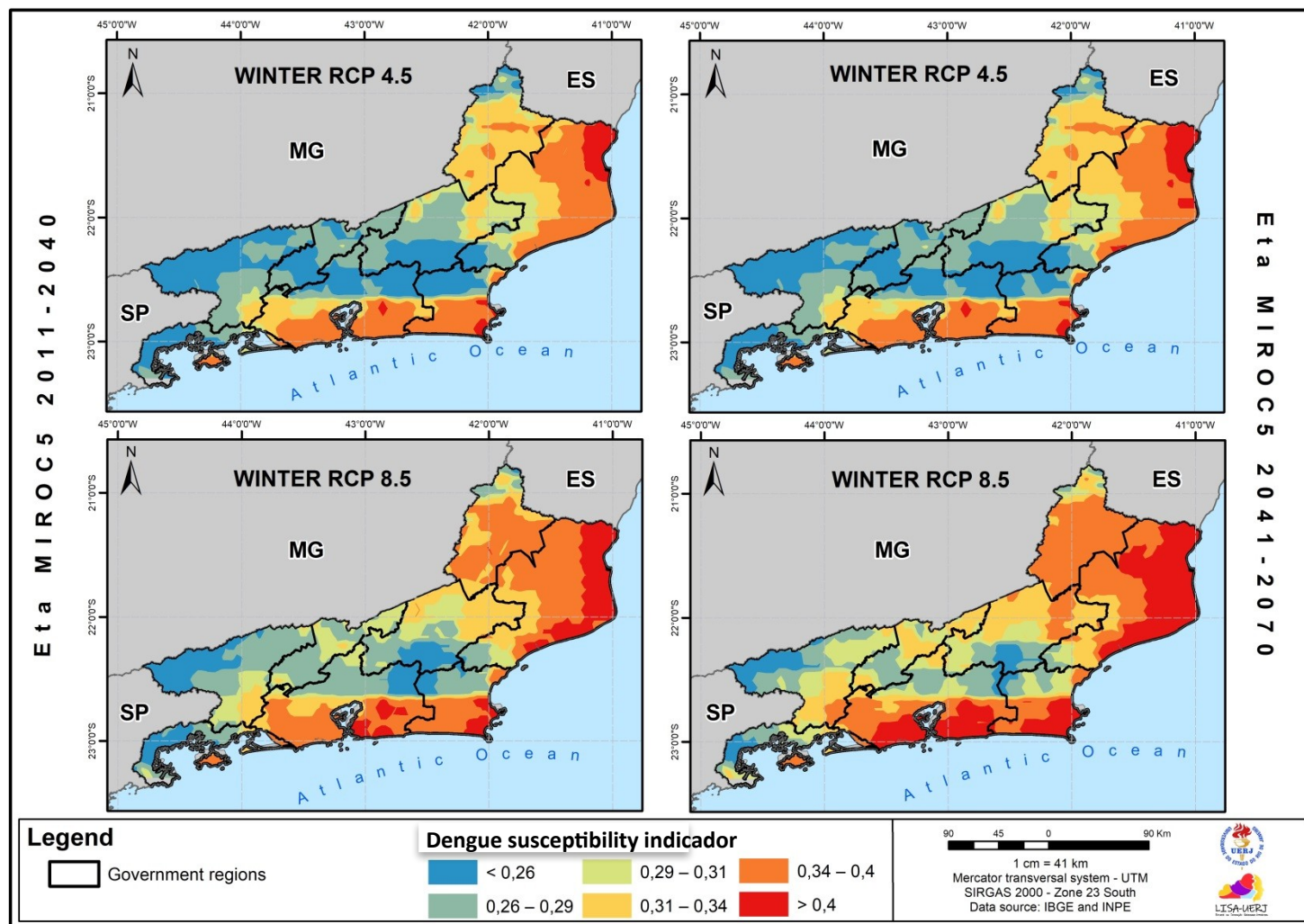


Figura 07: Rio de Janeiro / Brasil – Suscetibilidade à Dengue para o inverno, segundo o modelo Eta MIROC5, considerando os períodos 2011-2040 e 2041-2070, RCP 4.5 e 8.5.

# Síntese

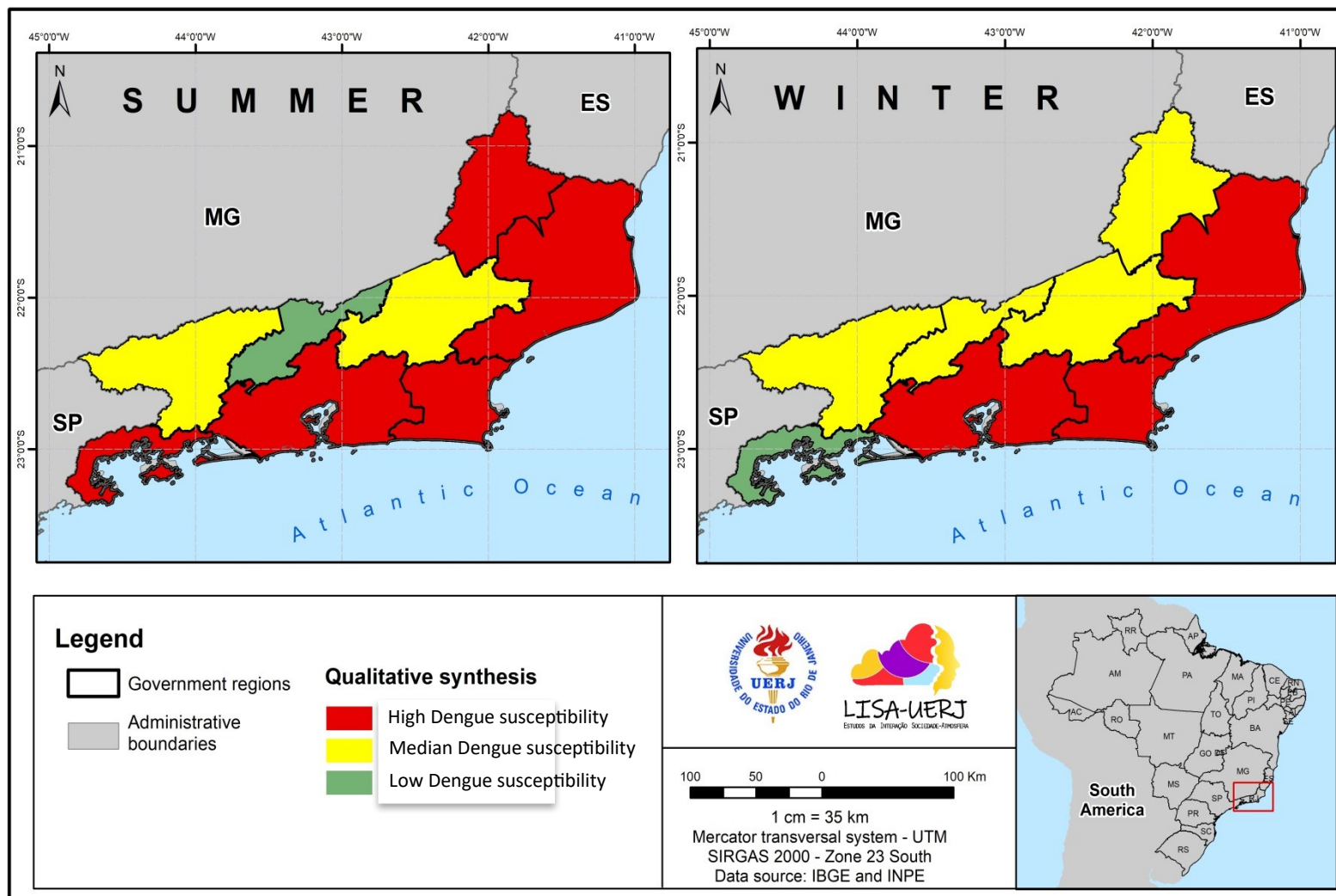
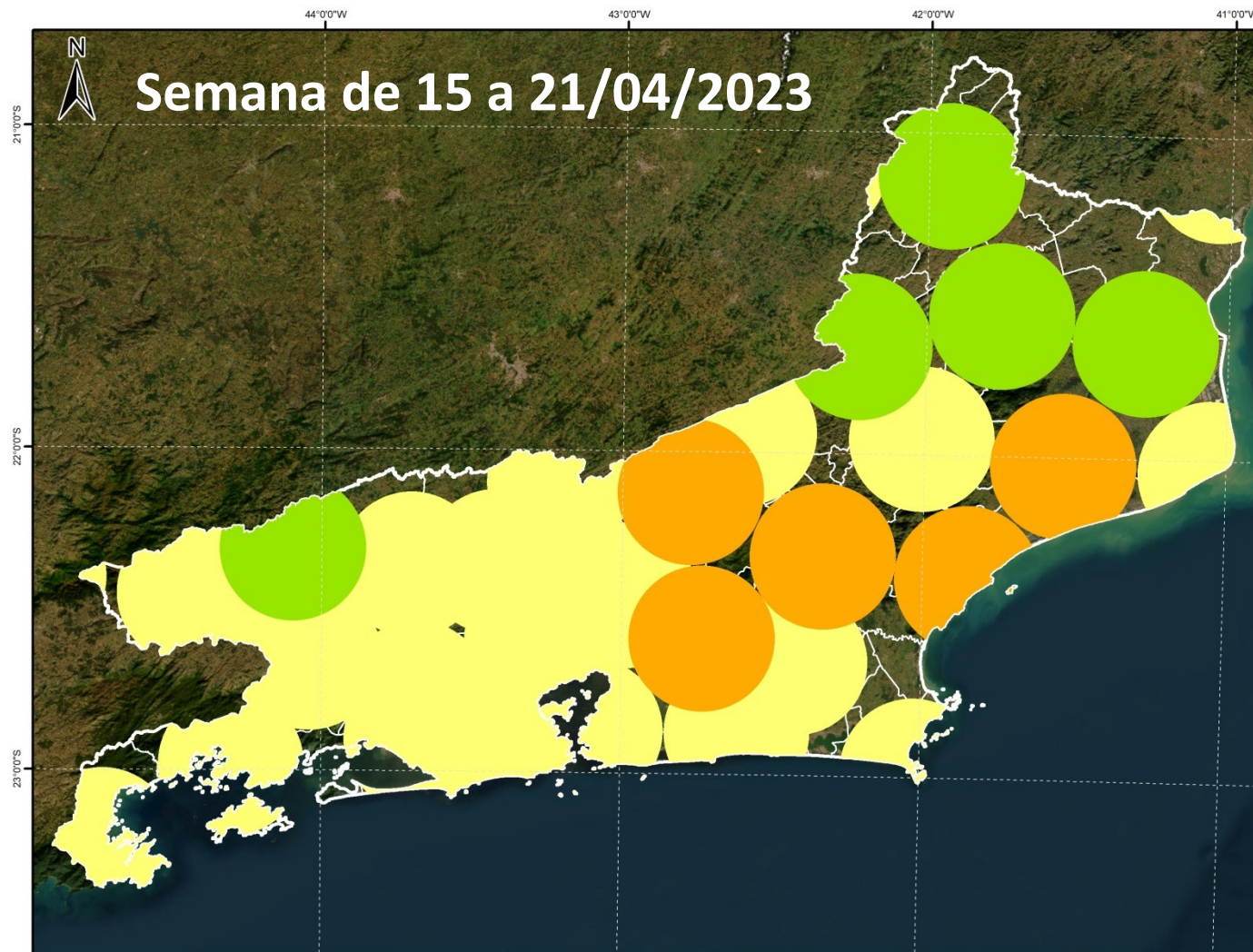


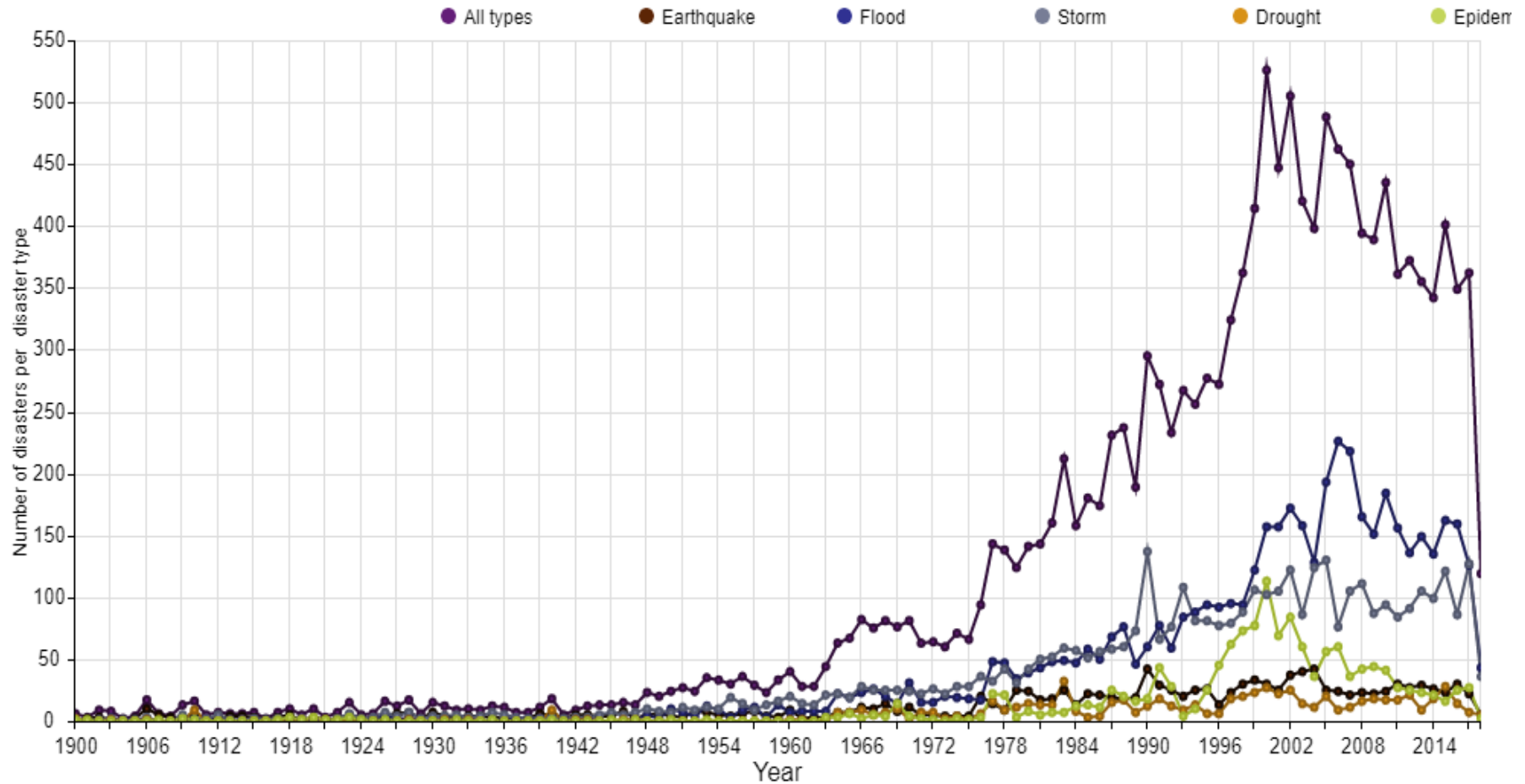
Figura 08: Rio de Janeiro / Brasil - Síntese qualitativa da suscetibilidade à Dengue no estado do Rio de Janeiro para o verão e inverno, em conformidade aos modelos Eta HadGEM2-ES e Eta MIROC5.

# Aplicação desse conhecimento acumulado



**Sistema de Alerta à Suscetibilidade Climática da Dengue no Estado do Rio de Janeiro.**

# MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESASTRES: O CASO REEMERGENTE DOS IMPACTOS PLUVIAIS



Source: EM-DAT: The Emergency Events Database - Université catholique de Louvain (UCL) - CRED, D. Guha-Sapir - [www.emdat.be](http://www.emdat.be), Brussels, Belgium



# Rio de Janeiro



11 de Janeiro de 1966,  
Geral, página 1



20 de Fevereiro de 1988,  
Primeira Página, página 1



14 de Fevereiro de 1996,  
Primeira Página, página 1

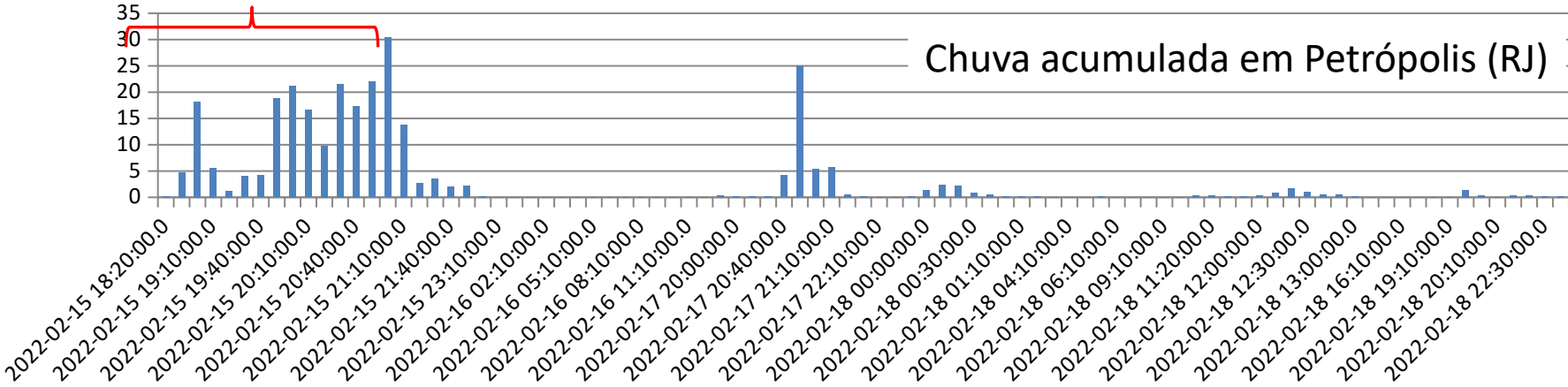
# Nova Friburgo – Janeiro/2011



# Petrópolis em 2022...



260 mm/6h



# MAS NÃO SÓ ...



*E tantos outros ....*



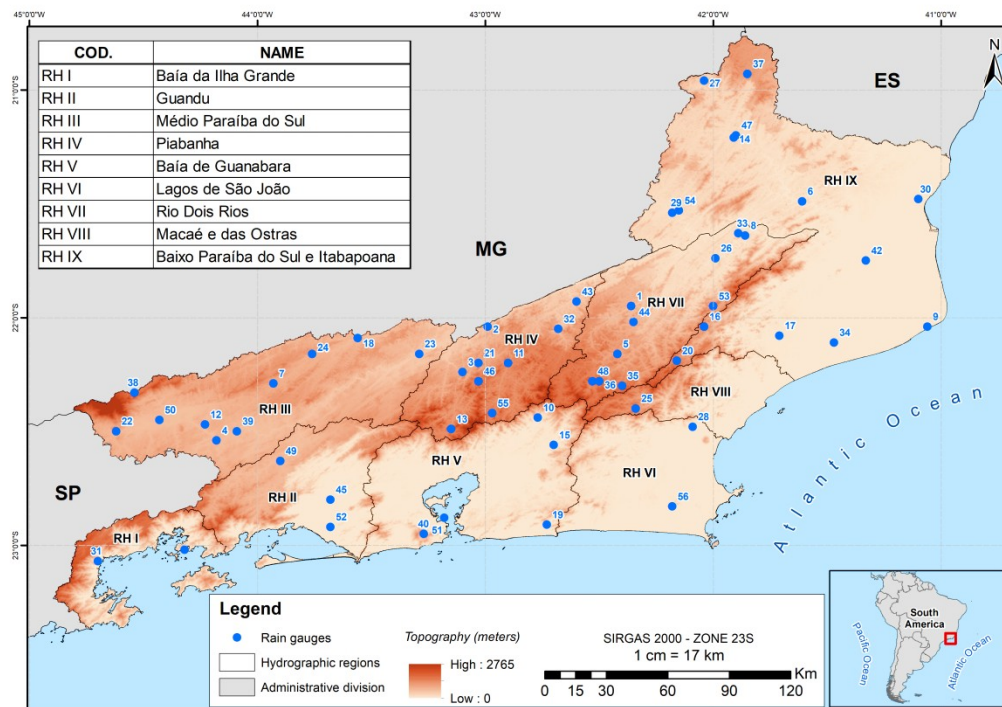
## Climate extremes related with rainfall in the State of Rio de Janeiro, Brazil: a review of climatological characteristics and recorded trends

Wanderson Luiz-Silva<sup>1,2</sup> · Antonio Carlos Oscar-Júnior<sup>3</sup>

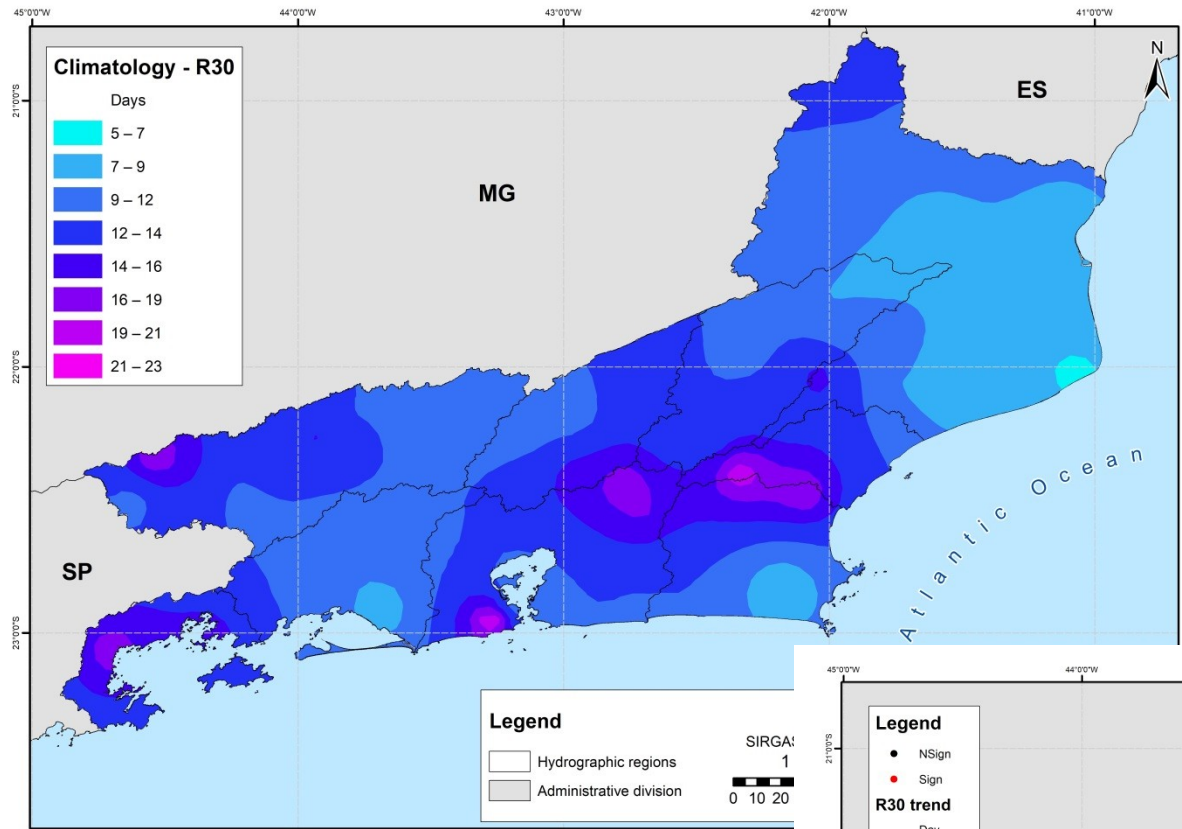
Received: 6 October 2021 / Accepted: 17 May 2022 / Published online: 6 June 2022  
 © The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature B.V. 2022

## Índices de extremos de precipitação

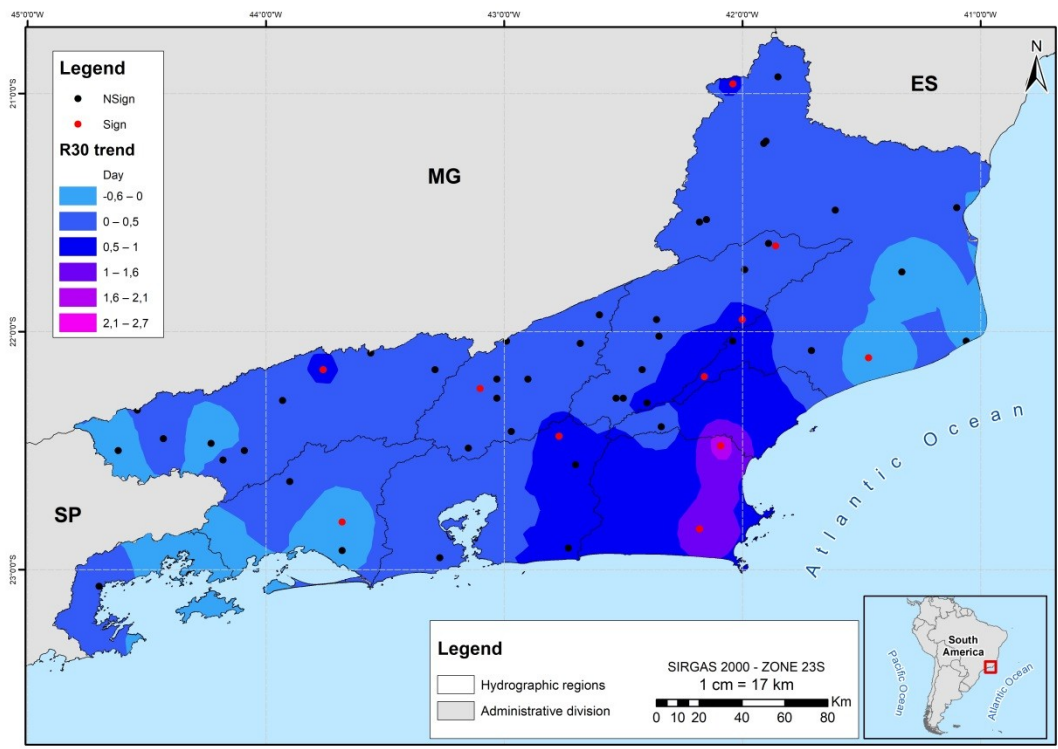
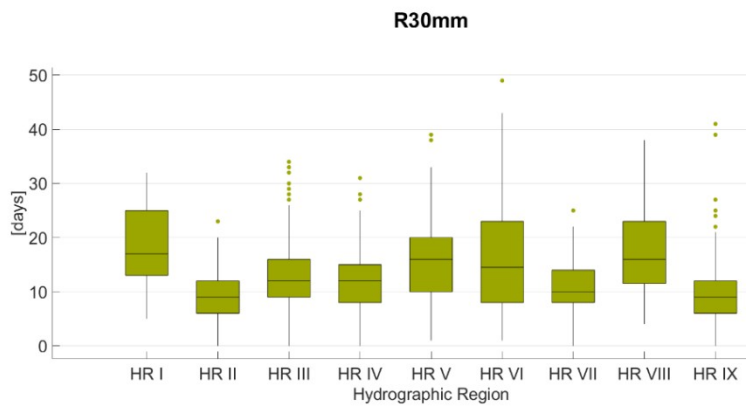
Índices	Definition
PRCPTOT	Annual total precipitation [mm]
R30mm	Annual count of days when PRCP ≥ 30 mm [days]
R95p	Annual total PRCP when daily PRCP > 95 <sup>th</sup> percentile [mm]
RX1day	Annual maximum 1-day precipitation [mm]
RX5day	Annual maximum consecutive 5-day precipitation [mm]
CWD	Consecutive wet days – Maximum number of consecutive days with PRCP ≥ 1 mm [days]
CDD	Consecutive dry days – Maximum number of consecutive days with PRCP < 1 mm [days]
SDII	Simple precipitation intensity index – PRCPTOT / wet days [mm.day <sup>-1</sup> ]

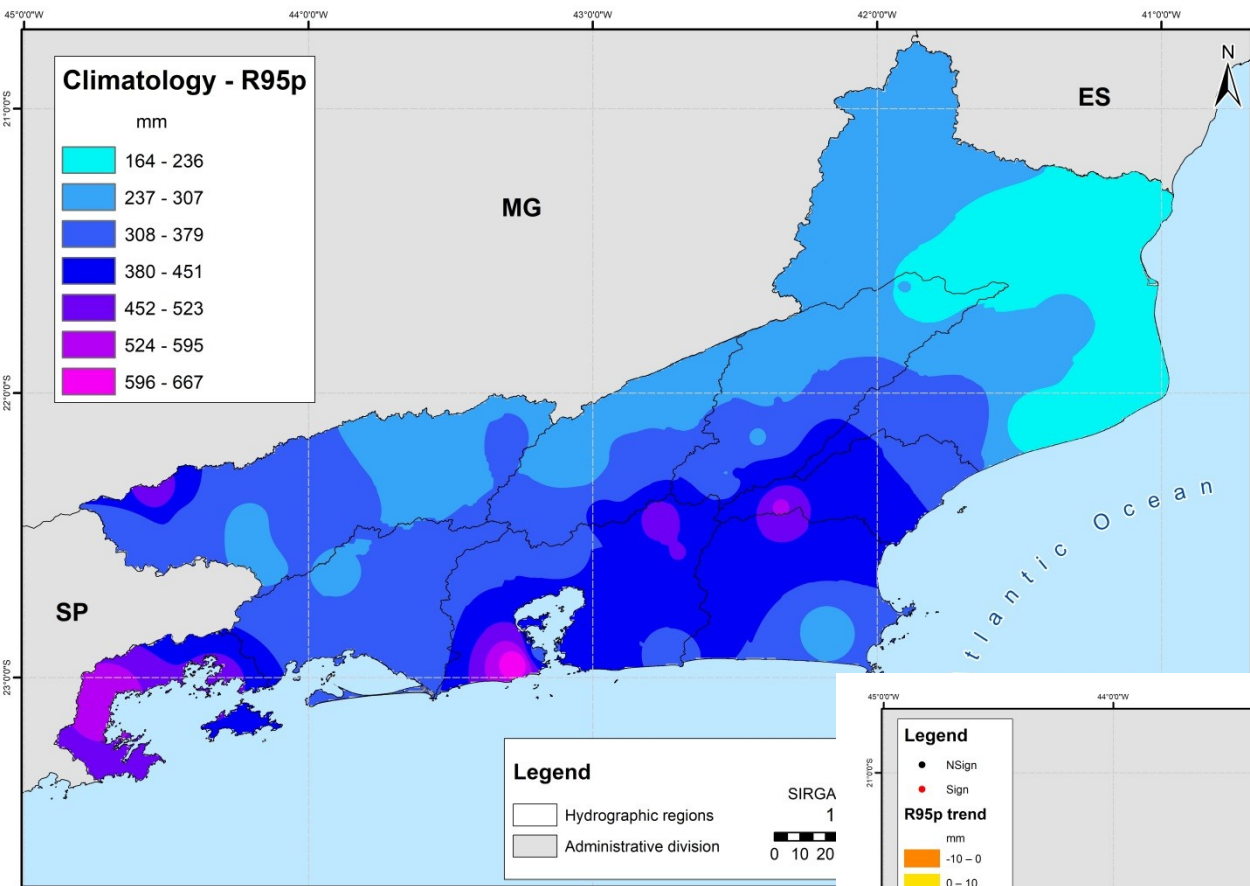


Mapa 1: Postos pluviométricos considerados no estudo

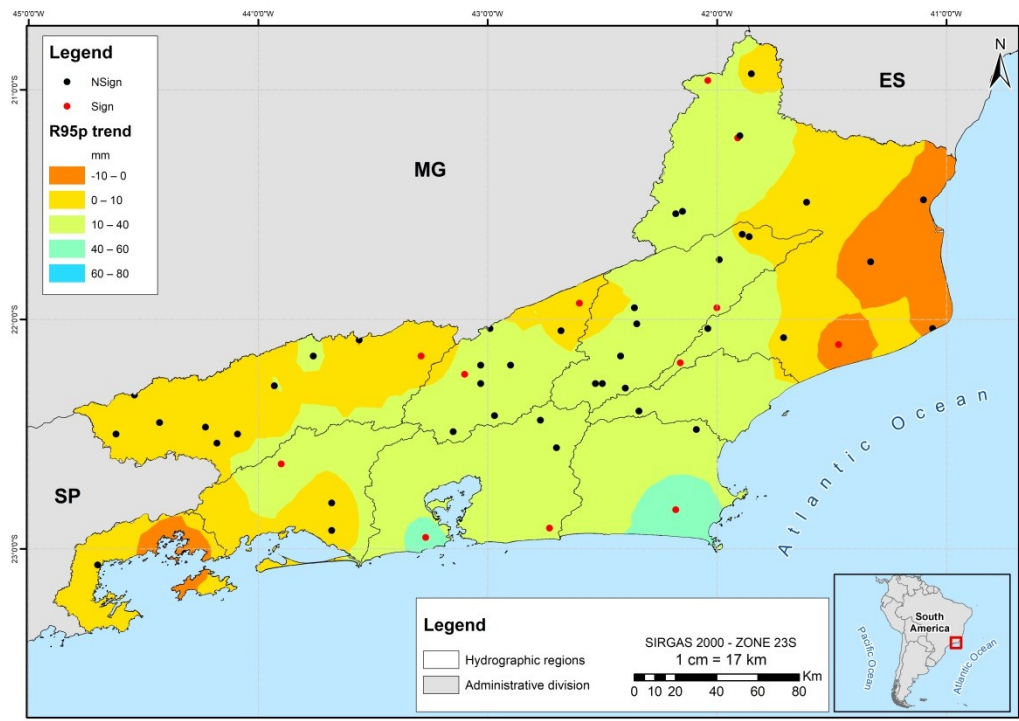


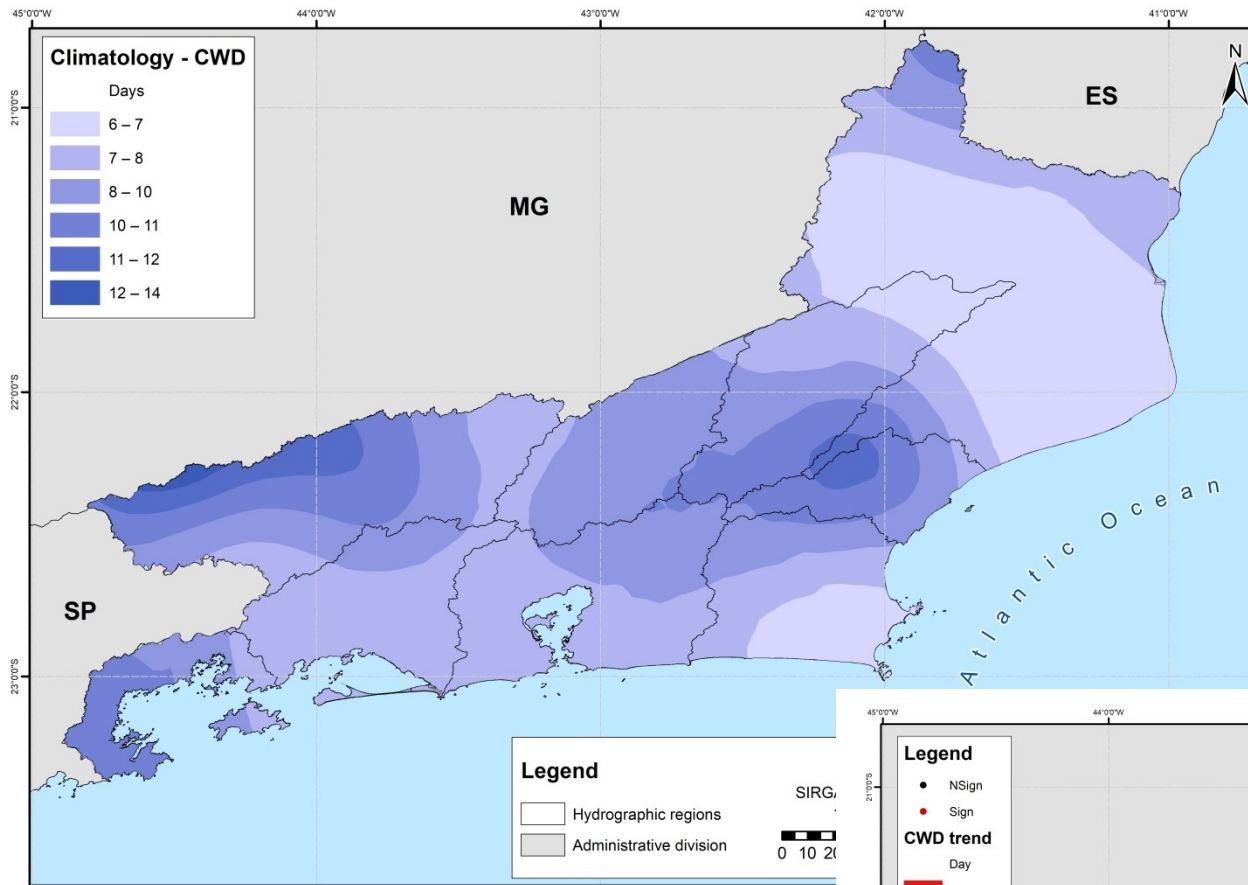
# Índice R30



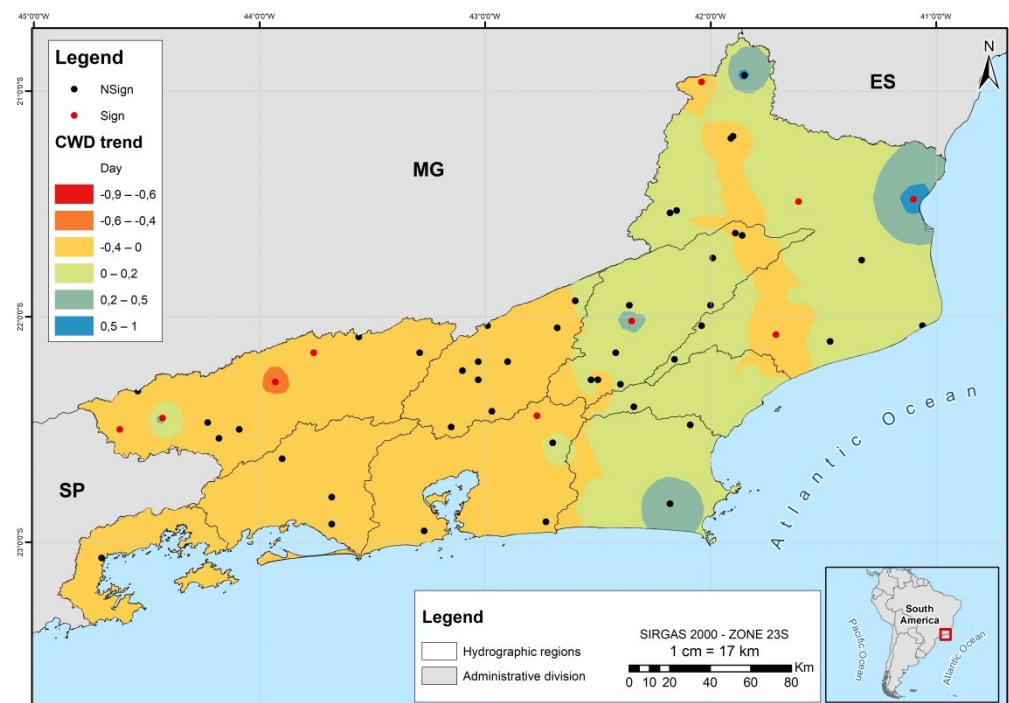


# Índice R95p

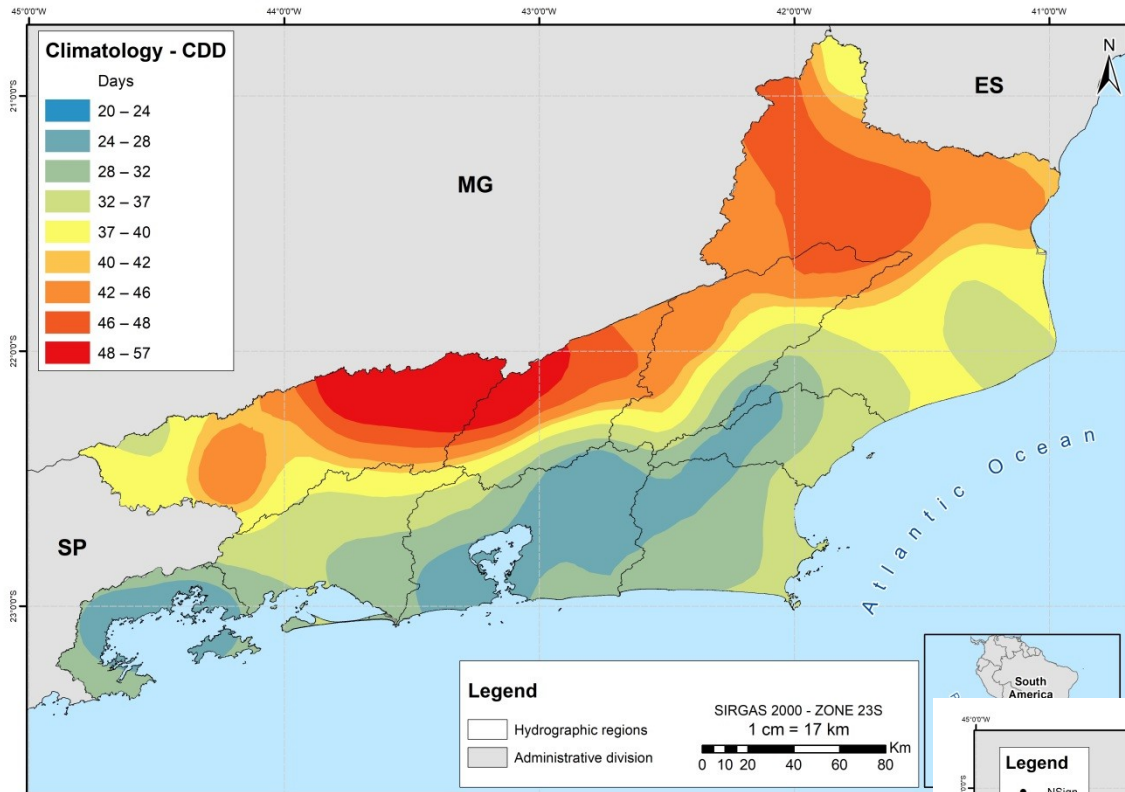




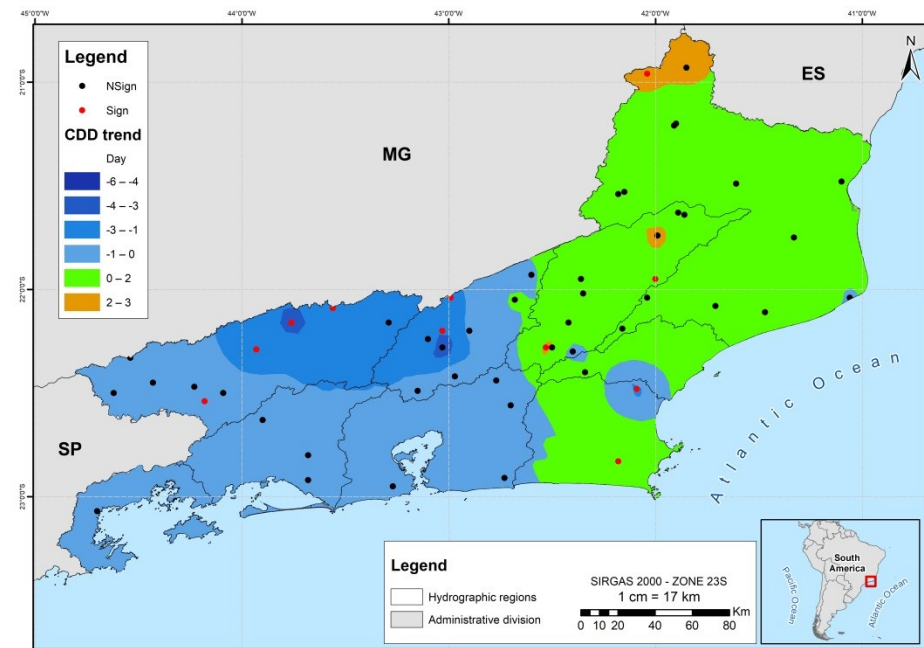
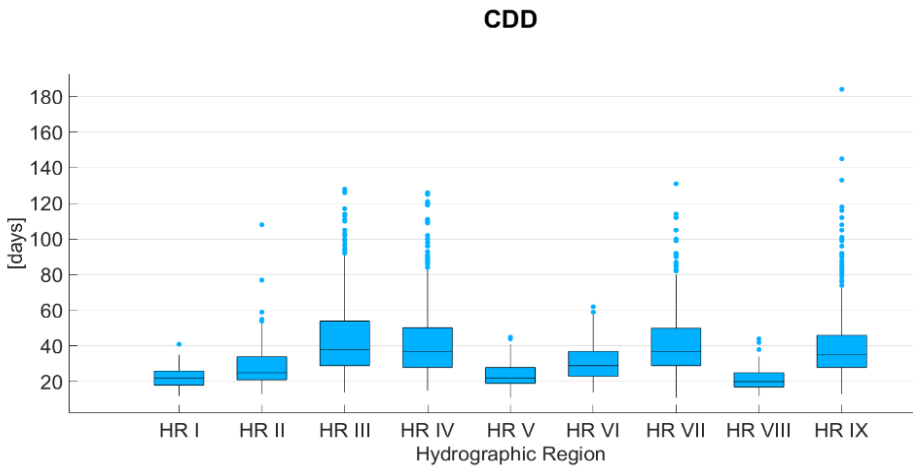
# Índice CWD

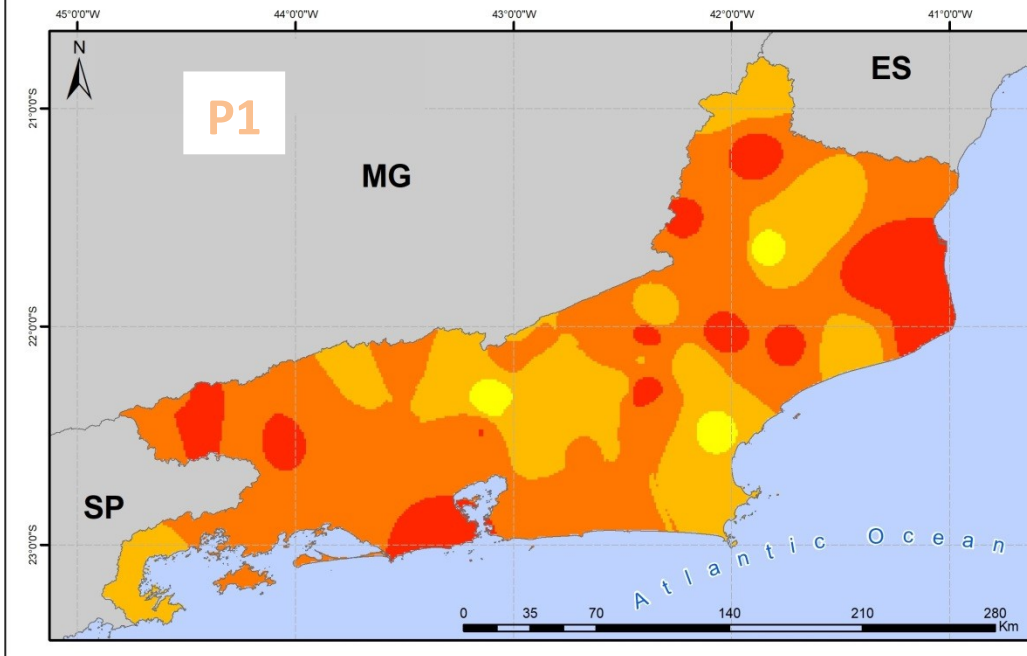






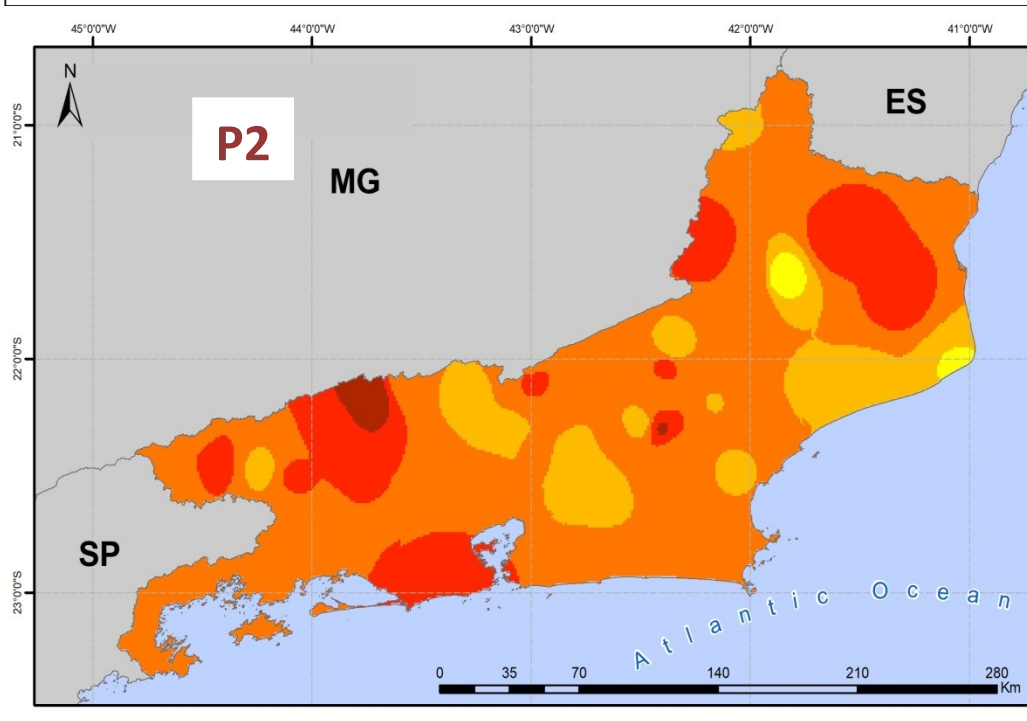
# Índice CDD



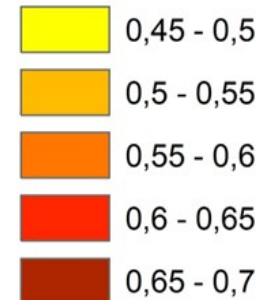


# Índice de Concentração diária de chuva

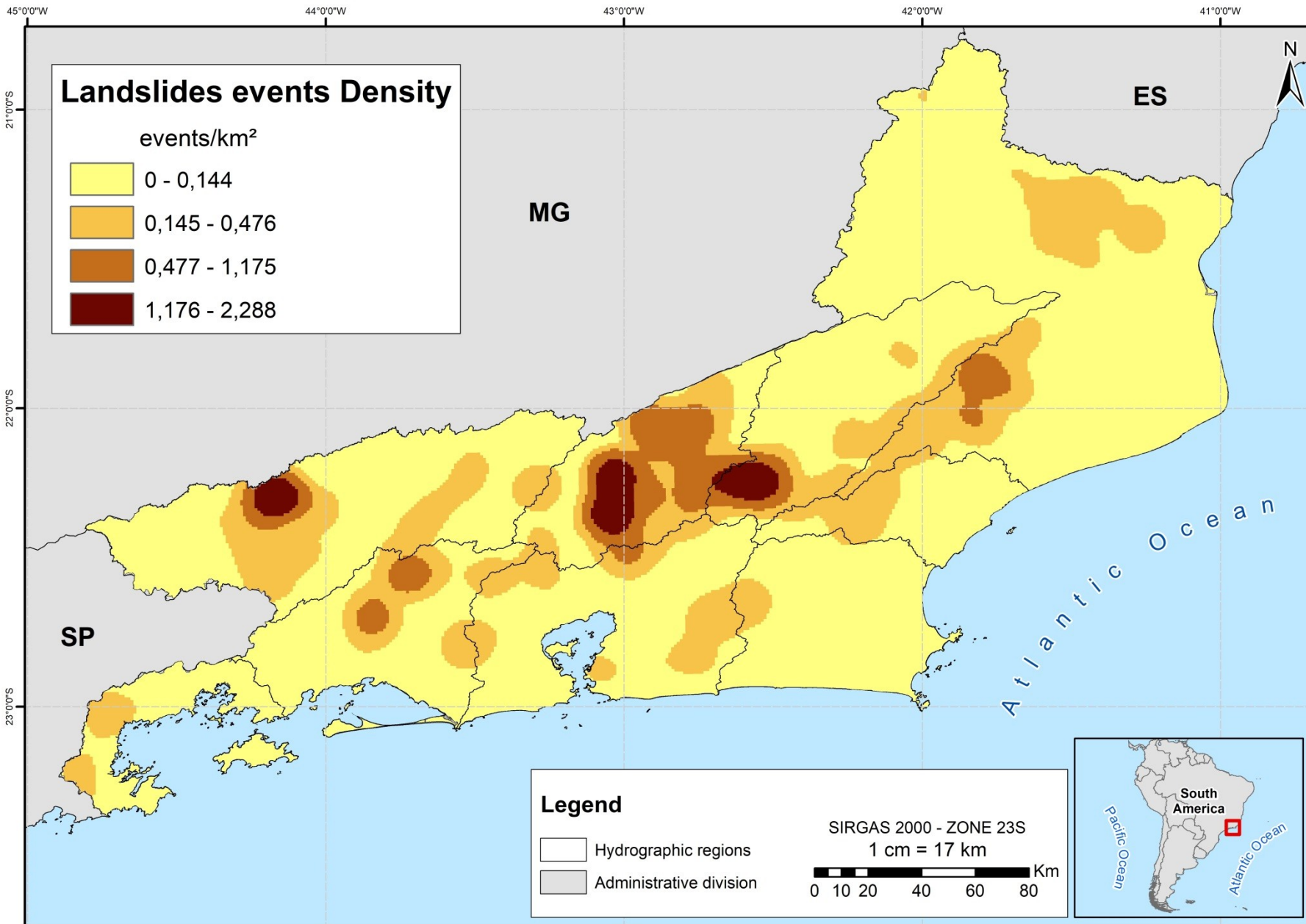
Nunes e Oscar-Júnior (2024)

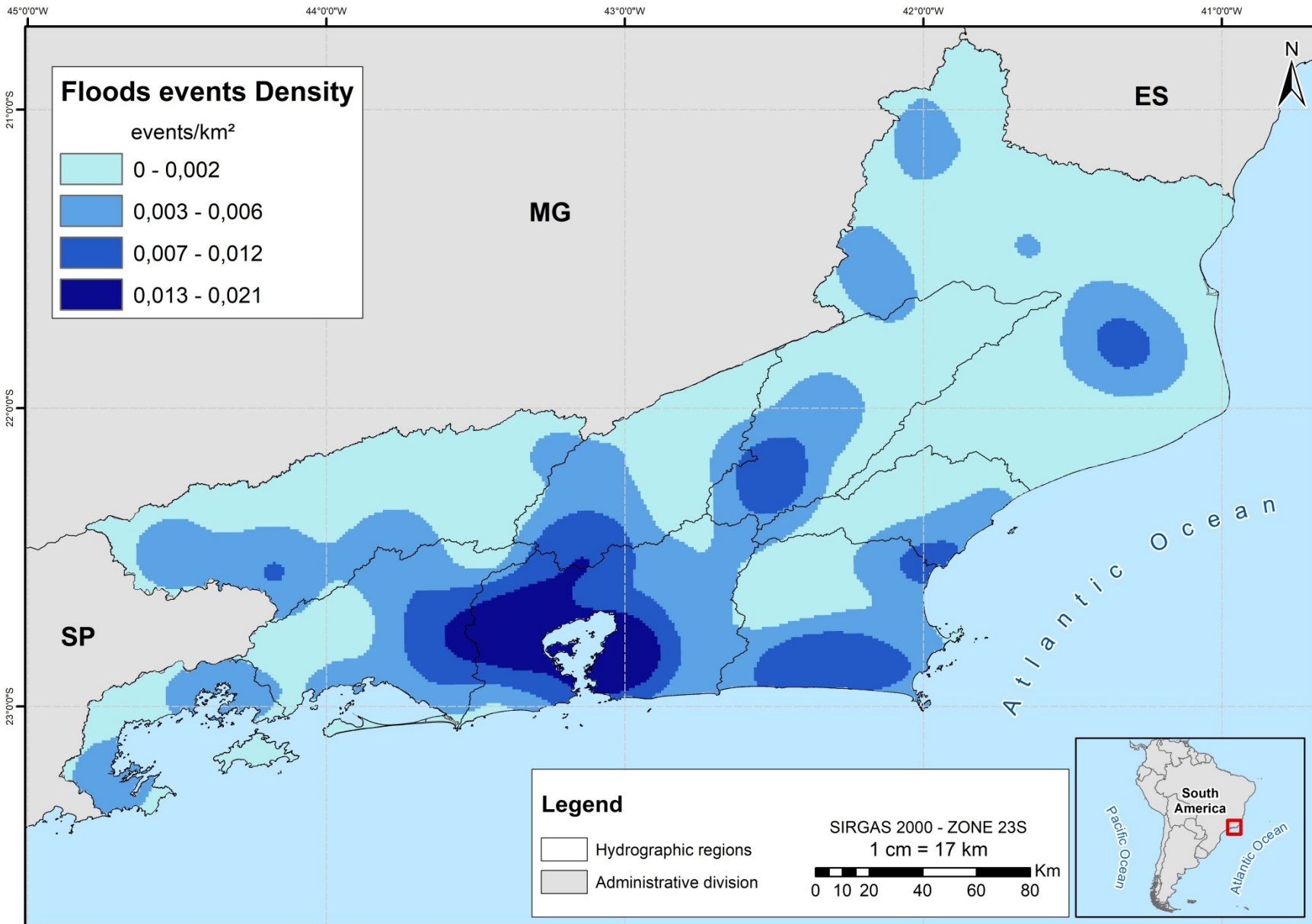


## CI Classes



- ✓ A contribuição dos dias 20% mais chuvosos, foi maior em P2 do que em P1.
- ✓ Chuvas diárias iguais ou superiores a 150.0mm:
  - P1 teve 41 dias, dos quais 15 dias foram com volumes superiores a 200.0mm.
  - Enquanto P2 registrou 96 dias, dos quais 29 dias com totais acima de 200.0mm, 6 dias ultrapassando 300.0mm e um dia com mais de 468.5mm.
- ✓ Sequências de dias com totais acima de 300.0mm:
  - P1 teve 30 sequências, enquanto
  - P2 teve 44 sequências.





**PARA NÃO CONCLUIR, MAS ABRIR UMA NOVA FRONTEIRA DO CONHECIMENTO ...**



**THANK YOU**  
 GRACIAS  
 ARIGATO  
 SHUKURIA  
 JUSPAXAR  
 DANKSCHEEN  
 TASHAKKUR ATU  
 YAQHANYELAY  
 SUKSAMA  
 EKHMET  
 SUKSES  
 MERCI  
 BOLZIN  
 MERCY  
 BIYAN  
 SHUKRIA  
 TINGKI  
 HUI  
 UNALCHEESH  
 HATUR  
 GUL  
 EKOJU  
 SIKOMO  
 MAKETA  
 MINMONCHAR  
 SPASSIBO  
 SNACHALHUYA  
 NUHUN  
 CHALTY  
 WADEEJA  
 MAITEKA  
 YUSPAGARATAM  
 DHANYADAAD  
 ANHA  
 ATTO  
 MERSI  
 SPASIBO  
 DENKAUJA  
 NEMACHALHYA  
 SAHICO  
 MERASTAWHY  
 GAEJTHO  
 TAVTAPUCH  
 MEDAWAGSE  
 BAIKA  
 GOZAIMASHITA  
 EFCHARISTO  
 AGUYJE  
 FAKAAUE  
 KOMAPSUMNIDA  
 LAH  
 MAAKE  
 GRAZIE  
 MEHRBANI  
 PALDIES



antonio.junior@uerj.br