

# DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA LEPTOSPIROSE NOS MUNICÍPIOS DO VALE DO PARAÍBA PARA O PERÍODO ENTRE 2012 E 2017: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM DADOS DE PRECIPITAÇÃO

SER-300 - Introdução ao Geoprocessamento  
Dr. A. Miguel V. Monteiro

Raíssa Caroline dos Santos Teixeira  
Mestrado em Sensoriamento Remoto



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

# Histórico



Dr. John Snow e a epidemia de cólera em Londres no século XIX.

- Saúde-doença e sua distribuição geográfica
- Desenvolvimento tecnológico → novas abordagens espaciais  
→ benefícios ao processo de decisão
- SIGs têm sido utilizados como ferramenta de consolidação e análise de grandes bases de dados sobre saúde e ambiente.

# A leptospirose

- Doença endêmica e de notificação compulsória no Brasil.
- Importância social e econômica.
- Definida como: doença de veiculação hídrica.

## Santa Cruz do Sul registra 10 casos de leptospirose em 2019

Quatro casos estariam relacionados a pessoas que tomaram banho em açudes

19/02/2019 - 10h53min  
Atualizada em 19/02/2019 - 11h28min

## Salvador tem 26 registros de leptospirose; média é de 6,5 casos mensais da doença desde janeiro

Ocorrência mais recente foi com dançarino do grupo FitDance, Cleidson Salustiano Francisco dos Santos, que morreu 37 anos, na madrugada de quarta-feira (17).

Por G1 BA  
18/04/2019 06h00 - Atualizado há um mês

## Brumadinho: Especialistas se preocupam com leptospirose

Com saneamento afetado e aumento de lixo, pode haver uma maior proliferação de ratos, aumentando a quantidade de casos da doença

SAÚDE  
Giovanna Boriello, do R7\*  
29/01/2019 - 15h54 (Atualizado em 30/01/2019 - 13h11)

## Leptospirose é principal risco após contato com enchente; saiba o que fazer

Doença pode levar à morte; também são motivo de preocupação hepatite A, diarreias e tétano

f t g ...

Phillippe Watanabe

## Jovem morre com suspeita de leptospirose após ficar nove dias internado em Cubatão, SP

Ele estava internado no Hospital de Cubatão desde o dia 4 de fevereiro.

Por G1 Santos  
13/02/2019 20h28 - Atualizado há 3 meses

## Santarém registrou 29 casos de Leptospirose em 2018; incidência da doença aumenta com as chuvas

Casos foram diagnosticados no HMS, mas a maioria tem origem em outros municípios da região e foram encaminhados à unidade hospitalar para atendimento mais completo.

Por Geovane Brito, G1 Santarém — Pará  
02/02/2019 15h07 - Atualizado há 4 meses

BRÁSILIA

## DF confirma primeira morte por leptospirose em 2019

04.04.2019 10:00 | por Redação | 0

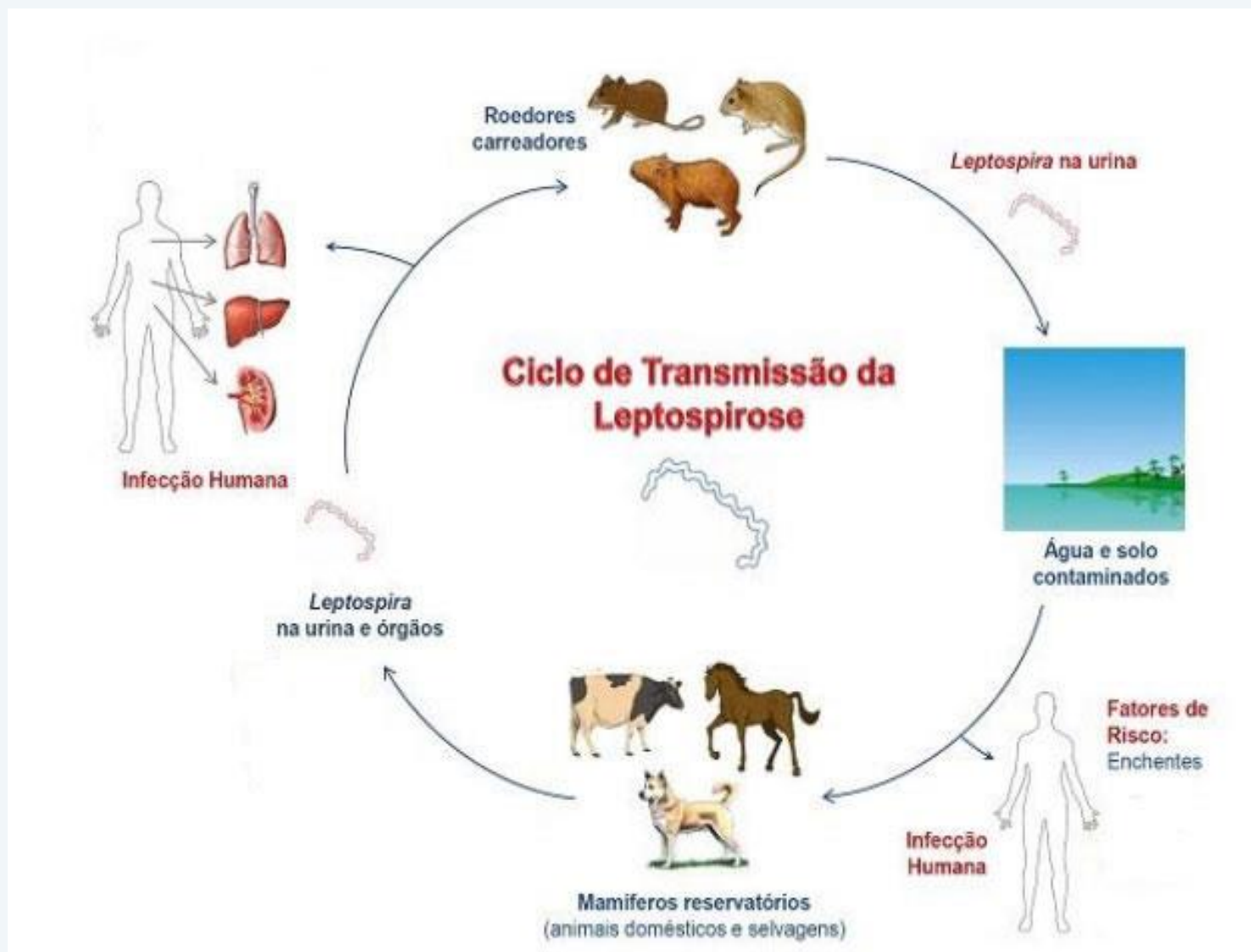
Vítima de 20 anos trabalhava com reciclagem e foi contaminada na Asa Norte

## Leptospirose: Saiba tudo sobre a doença que matou mais que chikungunya e hepatite em 2018 no Ceará

Por Redação, 19:40 / 13 de Novembro de 2018

# Doenças de veiculação hídrica

- Ingestão;
- Inalação;
- Contato com água contaminada;
- Ingestão de alimentos irrigados ou lavados com água contaminada.





Fatores de risco: enchentes, aglomeração populacional, saneamento inadequado, e infestação de roedores infectados.



## Chuva deixa desabrigados, suspende aulas e deixa seis mil casas sem água em Caraguá

Cidade registrou 188 milímetros de chuva entre domingo e segunda. A região mais atingida da cidade foi a norte com alagamentos nos bairros Capricórnio e Getuba.

Por G1 Vale do Paraíba e Região

11/03/2019 08h57 - Atualizado há 3 meses



## Chuva alaga 14 casas em São Francisco Xavier; vídeo mostra força da água

Chuva forte provocou estragos neste domingo (10) no distrito de São José dos Campos.

Por G1 Vale do Paraíba e Região

11/03/2019 10h28 - Atualizado há 3 meses



## Chuva causa alagamentos e prejuízos em cidades do Sul Fluminense

Matéria publicada em 4 de janeiro de 2019, 19:17 horas

## Forte temporal provoca deslizamentos de terra e alaga ruas em Volta Redonda e Barra Mansa, RJ

Principal ligação entre as cidades foi interditada, barranco invadiu bar e deixou feridos e ruas ficaram alagadas na noite deste domingo.

Por G1 Sul do Rio e Costa Verde

08/04/2019 01h20 - Atualizado há 2 meses



## SÃO PAULO VIVE ROTINA DE ALAGAMENTOS HÁ MAIS DE UM MÊS

12 DE MARÇO DE 2019 ÀS 05:12

## Chuva alaga ruas, deixa 21 desalojados e põe São Sebastião em alerta

Bairros mais afetados são Topolândia, São Francisco e Varadouro. Água invadiu o prédio da prefeitura. Temporal também colocou Ilhabela em estado de atenção nesta sexta-feira (25).

Por G1 Vale do Paraíba e região

25/01/2019 14h44 - Atualizado há 4 meses



## Após enchentes, moradores devem ficar atentos às doenças transmitidas pela água

Leptospirose, a mais conhecida, é apenas uma das doenças que podem ser causadas pela água da chuva durante enchentes.

Por Andressa Barboza, G1 Santos

09/02/2019 09h13 - Atualizado há 4 meses

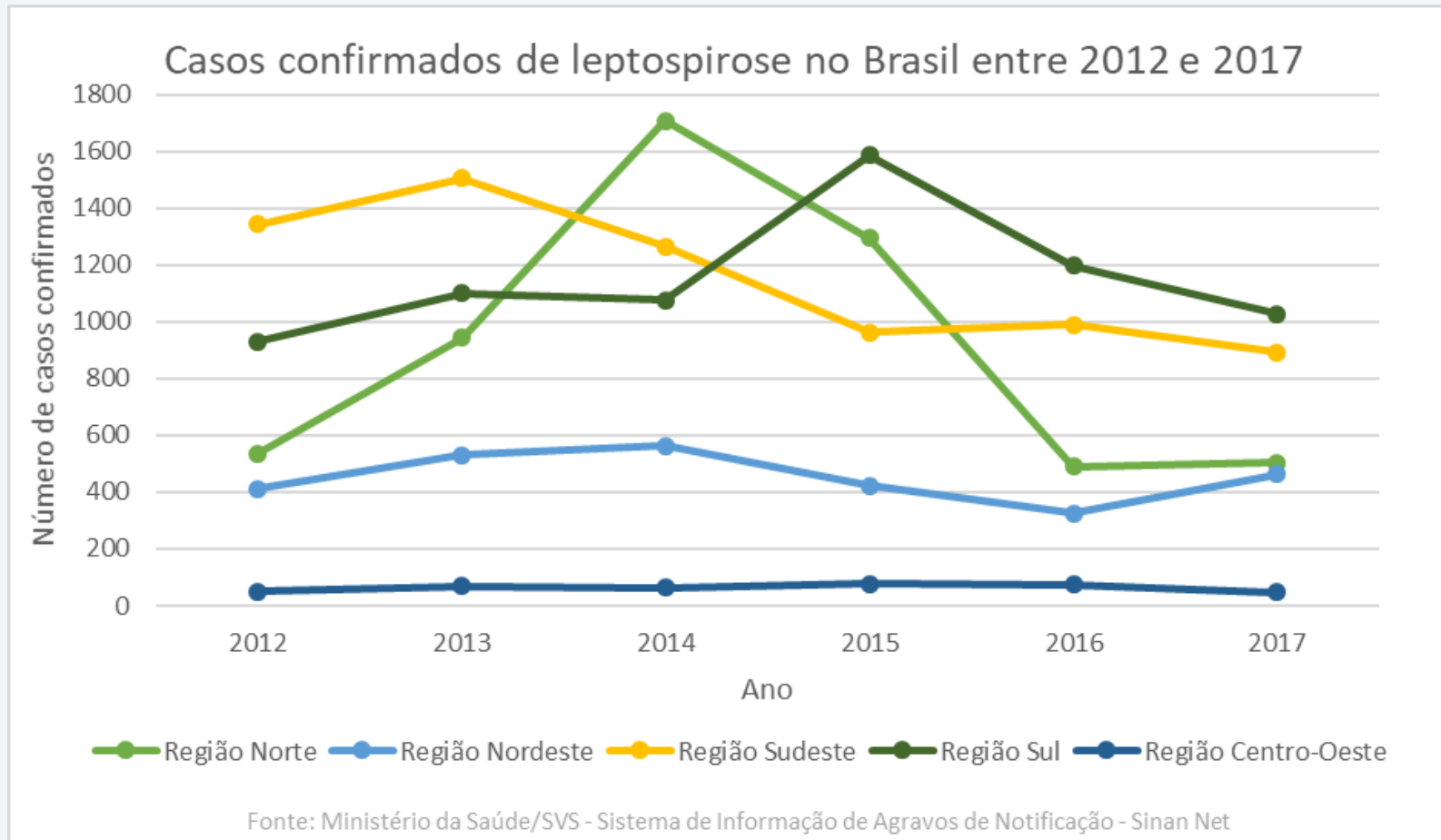
## São José tem 54 áreas de risco para enchentes e deslizamentos

A Defesa Civil monitora as áreas e faz treinamento para atender vítimas da chuva.

26/09/2018 15h23 - Atualizado há 8 meses



# Incidência da Leptospirose no Brasil



## 2012 a 2017

Total: 22.439 casos

- Sudeste: 6.956 casos
- Sul: 6.915 casos
- 1.843 óbitos

# Objetivo

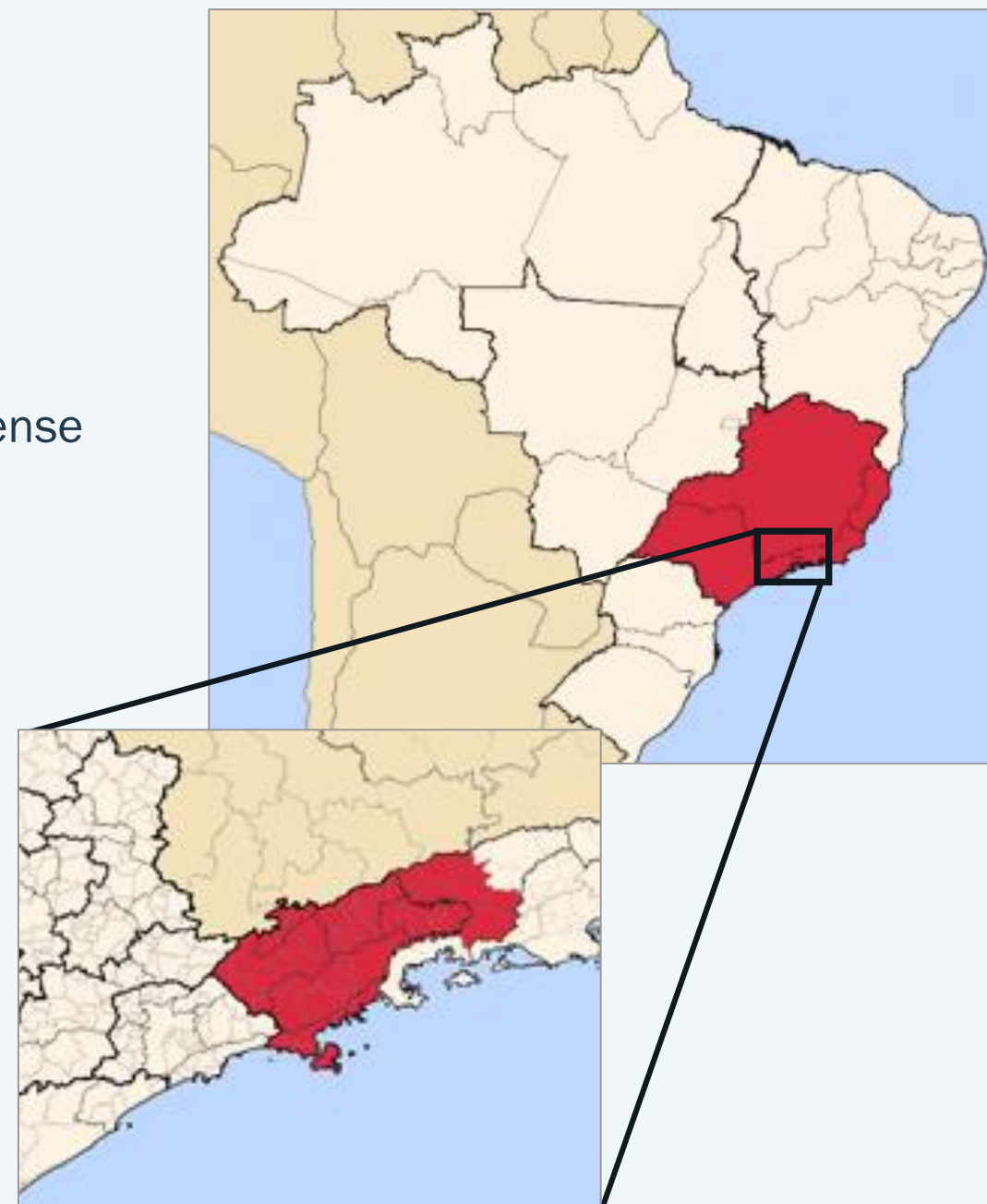
- Utilizar métodos estatísticos para avaliar a relação existente entre a incidência da leptospirose e a precipitação na Região do Vale do Paraíba entre 2012 e 2017.



# Área de estudo

## Região do Vale do Paraíba

- **Mesorregiões:** Vale do Paraíba Paulista e Sul Fluminense
- **Microrregiões:**
  - Vale do Paraíba Fluminense (9 municípios)
  - Campos do Jordão (4 municípios)
  - São José dos Campos (8 municípios)
  - Guaratinguetá (11 municípios)
  - Bananal (5 municípios)
  - Paraibuna/Paraitinga (7 municípios)
  - Caraguatatuba (4 municípios)
- Total de 48 municípios





# Materiais

## ■ Dados demográficos e dados vetoriais

*Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)*

## ■ Dados de precipitação

*Climate Hazards Group InfraRed  
Precipitation with Station data  
(CHIRPS)*

## ■ Dados de saúde (Casos de Leptospirose)

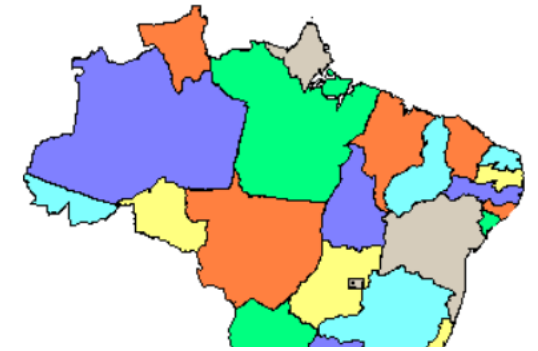
*Ministério da Saúde/SVS - Sistema de  
Informação de Agravos de Notificação -  
Sinan Net disponibilizados no  
DATASUS.*

Opção selecionada:  
Doenças e Agravos de Notificação - De 2007 em diante (SINAN)

Abrangência Geográfica:

Selecione a opção ou clique no mapa ▾

[Escolher outro grupo](#)



- Acidente por Animais Peçonhentos
- Botulismo
- Cólera
- Coqueluche
- Dengue até 2013
- Dengue de 2014 em diante
- Difteria
- Doença de Chagas Aguda
- Doenças Exantemáticas
- Esquistossomose
- Febre Amarela
- Febre Maculosa
- Febre Tifóide
- Hantavirose
- Hepatite
- Influenza I
- Intoxicação
- Leishman
- Leishman
- Leptospir
- Malária

▶ LEPTOSPIROSE - CASOS CONFIRMADOS NOTIFICADOS NO SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO - BRASIL

Linha

Ano 1º Sintoma(s)  
Mês 1º Sintoma(s)  
Região de notificação  
Região/UF de notificação

Coluna

Região de notificação  
UF de notificação  
Capital de notificação  
Região de residência  
UF de residência

Conteúdo

Casos confirmados

▶ PERÍODOS DISPONÍVEIS

2017  
2016  
2015  
2014  
2013  
2012

▶ SELEÇÕES DISPONÍVEIS

- Ano 1º Sintoma(s)
- Mês 1º Sintoma(s)
- Região de notificação
- UF de notificação
- Município de notificação
- Capital de notificação
- Região de Saúde (CIR) de notif
- Macrorreg.de Saúde de notific
- Microrregião IBGE de notific
- Reg.Metropolit/RIDE de notific
- Territ da Cidadania de notific

# Métodos

## ■ Google Earth Engine:

- *Utilização de código aberto para download dos dados de precipitação do CHIRPS*

The screenshot displays the Google Earth Engine web interface. At the top, there is a search bar and navigation tabs for 'Scripts', 'Docs', and 'Assets'. The 'Scripts' tab is active, showing a script editor with the following code:

```
177
178 var TSMChart = ui.Chart.image.series(precipitation.limit(4500), point, ee.Reducer.mean(), 250);
179 TSMChart.setOptions({
180   title: 'PRECIPITATION',
181   vAxis: {title: 'PRECIPITATION', maxValue: 180, minValue: 0},
182   hAxis: {title: 'date', format: 'MM-yy', gridlines: {count: 7}},
183 });
184 panel.widgets().set(2, TSMChart);
185
186 });
187
188 Map.style().set('cursor', 'crosshair');
189
190 // Add the panel to the ui.root.
191 ui.root.insert(0, panel);
192
193
194
195
196
197
198
```

Below the script editor is a console window with the following output:

```
Use print(...) to write to this console.
▶ FeatureCollection ft:1YvIAGUsonY9N... JSON
  Municípios - Pará JSON
▶ ImageCollection UCSB-CHG/CHIRPS/DA... JSON
  precipitation JSON
  This is month 1 JSON
  1
▶ Image (1 band) JSON
  Monthly_mean_for_Month_1 Variable -... JSON
  This is month 2 JSON
  2
▶ Image (1 band) JSON
```

The bottom part of the interface shows a map of South America, specifically focusing on the states of São Paulo, Paraná, and Rio de Janeiro. The map includes a 'Chart Inspector' panel on the left and a 'Layers' panel on the right. The 'Layers' panel shows a red layer selected. The map also includes a scale bar and a 'Terms of Use' link.

# Métodos

## QGIS

### Operações vetoriais

Municípios\_Vale\_do\_Paraiba\_IBGE\_2017 :: Features Total: 48, Filtered: 0

	NM_MUNICIP	CD_GEOCMU	layer	path	Tabela_fin	Tabela_f_1	Tabela_f_2	Tabela_f_3	Tabela_f_4
1	SÃ?O LUÃ?S D...	3550001	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	São Luiz do Par...	2012	0	10393,0000000...	
2	SÃ?O SEBASTIÃ...	3550704	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	São Sebastião	2012	2	76344,0000000...	
3	SÃ?O JOSÃ? D...	3549607	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	São José do Bar...	2012	0	4068,00000000...	
4	SÃ?O JOSÃ? D...	3549904	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	São José dos Ca...	2012	24	643603,000000...	
5	TREMEMBÃ?	3554805	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	Tremembé	2012	0	41915,0000000...	
6	UBATUBA	3555406	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	Ubatuba	2012	2	80604,0000000...	
7	SILVEIRAS	3552007	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	Silveiras	2012	0	5855,00000000...	
8	TAUBATÃ?	3554102	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	Taubaté	2012	3	283899,000000...	
9	QUELUZ	3541901	35MUE250GC_SIR	C:\Users\Raissa ...	Queluz	2012	0	11641,0000000...	

\*recorte\_vale - QGIS

Projeto Editar Exibir Camada Configurações Complementos Vetor Baster Banco de dados Web Malha Processar Ajuda

Navegador

- Favoritos
- Project Home
- Início
- CA
- GeoPackage
- SpatiaLite
- PostGIS
- MSSQL
- DB2
- WMS/WMTS
- XYZ Tiles
- WCS
- WFS
- OWS
- ArcGisMapServer
- ArcGisFeatureServer
- GeoNode

Camadas

- Municípios\_Vale ...

Caixa de Ferramentas de processamento

- Usado recentemente
- Análise vetorial
- SAGA
  - Image analysis
    - K-means clustering for grids

Identificar Resultados

Feição	Valor
--------	-------

Modo Camada  Abrir automaticamente o formulário

Exibir Árvore

Coordenada -45.252,-24.003 Escala 1:816069 Lupa 100% Rotação 0,0° Renderizar EPSG:4674

# Métodos

## Análises em python

```
jupyter GEO Last Checkpoint: 05/14/2019 (autosaved)
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Not Trusted Python 3 O
In [23]: M 1 def to_string(x):
2 x = int(x)
3 x = str(x)
4
5 return x
6
7 doenca.CD_GEOM = doenca.CD_GEOM.apply(to_string)
8
9 #doenca.CD_GEOM = doenca.CD_GEOM.apply(lambda x: str(int(x)))

In [24]: M 1 tabela_completa = doenca.merge(stacked, how='inner', left_on=['Datetime', 'CD_GEOM'], right_on=['Datetime', 'Municipios'])

In [25]: M 1 tabela_completa.head(30)

Out[25]:
CD_GEOM Nome_Municipio Incidencia_doenca Tamanho_populacional Datetime Municipios Precipitacao_media_anual_mm_H
0 3502507 Aparecida 0 35023 0 2012-12-31 3502507 3.516224
1 3502507 Apar
2 3502507 Apar
3 3502507 Apar
4 3502507 Apar
5 3502507 Apar
6 3503158 A
7 3503158 A
8 3503158 A
9 3503158 A
10 3503158 A
11 3503158 A
12 3503158 A
13 3503158 A
14 3503158 A
15 3503158 A
16 3503158 A

jupyter plot_raissa Last Checkpoint: 06/02/2019 (autosaved)
File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 3 O
In [10]: M 1 merged_temporal_mean = merged.dissolve(by='CD_GEOM', aggfunc='mean')

In [11]: M 1 from fancy_cartopy_plot.geopandas_custom_plot import geopandas_custom_plot
2
3 def add_north_arrow(geo_axes):
4
5
6
7 return geopandas_custom_plot.add_north_arrow(geo_axes=geo_axes)

In [41]: M 1 def plot_padrao(gdf, variable, color_map):
2
3 # set a variable that will call what
4
5 # set the range for the choropleth
6 vmin = gdf[variable].min()
7
8 vmax = gdf[variable].max()
9
10 ano = gdf.Datetime.dt.year.unique()
11
12 fig = ax.get_figure()
13
14 # create map
15 gdf.plot(column=variable, cmap=color_map)
16

In [7]: M 1 df['k_means_k_5'] = kmeans.labels_
2
3 df['CD_GEOM'] = df['CD_GEOM'].astype(str)

In [8]: M 1 shp = gpd.read_file(r'C:\Users\Raissa\Documents\INPE\DISCIPLINAS\SER300_Introducao_ao_Geoprocessamento\TRABALHO_GEO\Mun
2
3 shp.head()
4
5 shp['CD_GEOCMU'] = shp['CD_GEOCMU'].astype(str)

In [9]: M 1 shp_df = shp.merge(df, left_on=['CD_GEOCMU'], right_on=['CD_GEOM'])
2
3 shp_df.head(10)

Out[9]:
GEOM Nome_Municipio Incidencia_doenca Tamanho_populacional Datetime Municipios Precipitacao_media_anual_mm_H Incidencia_relativa k_means_k_5
00407 Barra Mansa 4 178880 0 2012-12-31 3300407 3.765972 0.000022 4
00407 Barra Mansa 3 179472 0 2013-12-31 3300407 4.794809 0.000017 0
00407 Barra Mansa 5 179697 0 2014-12-31 3300407 3.205567 0.000028 4
```

Cálculo das médias anuais de precipitação

Cálculo da incidência da leptospirose

Concatenação de tabelas

Regressão

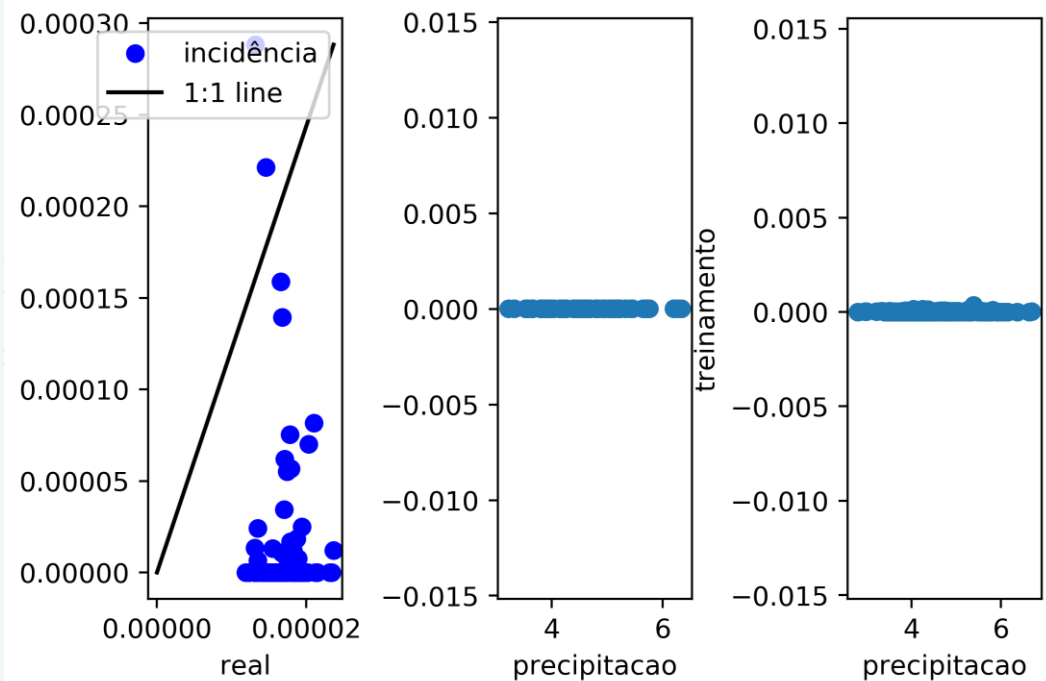
Correlação cruzada

Plotagem dos mapas

K-médias

# Resultados

## Regressão de Poisson



Generalized Linear Model Regression Results

```
=====
Dep. Variable:   Incidencia_relativa   No. Observations:   288
Model:          GLM                   Df Residuals:       286
Model Family:   Poisson                Df Model:            1
Link Function:  log                     Scale:               1.0000
Method:         IRLS                    Log-Likelihood:     -0.056862
Date:          Mon, 06 May 2019         Deviance:            0.014659
Time:          17:34:31                 Pearson chi2:        0.0276
No. Iterations: 5                       Covariance Type:    nonrobust
=====
```

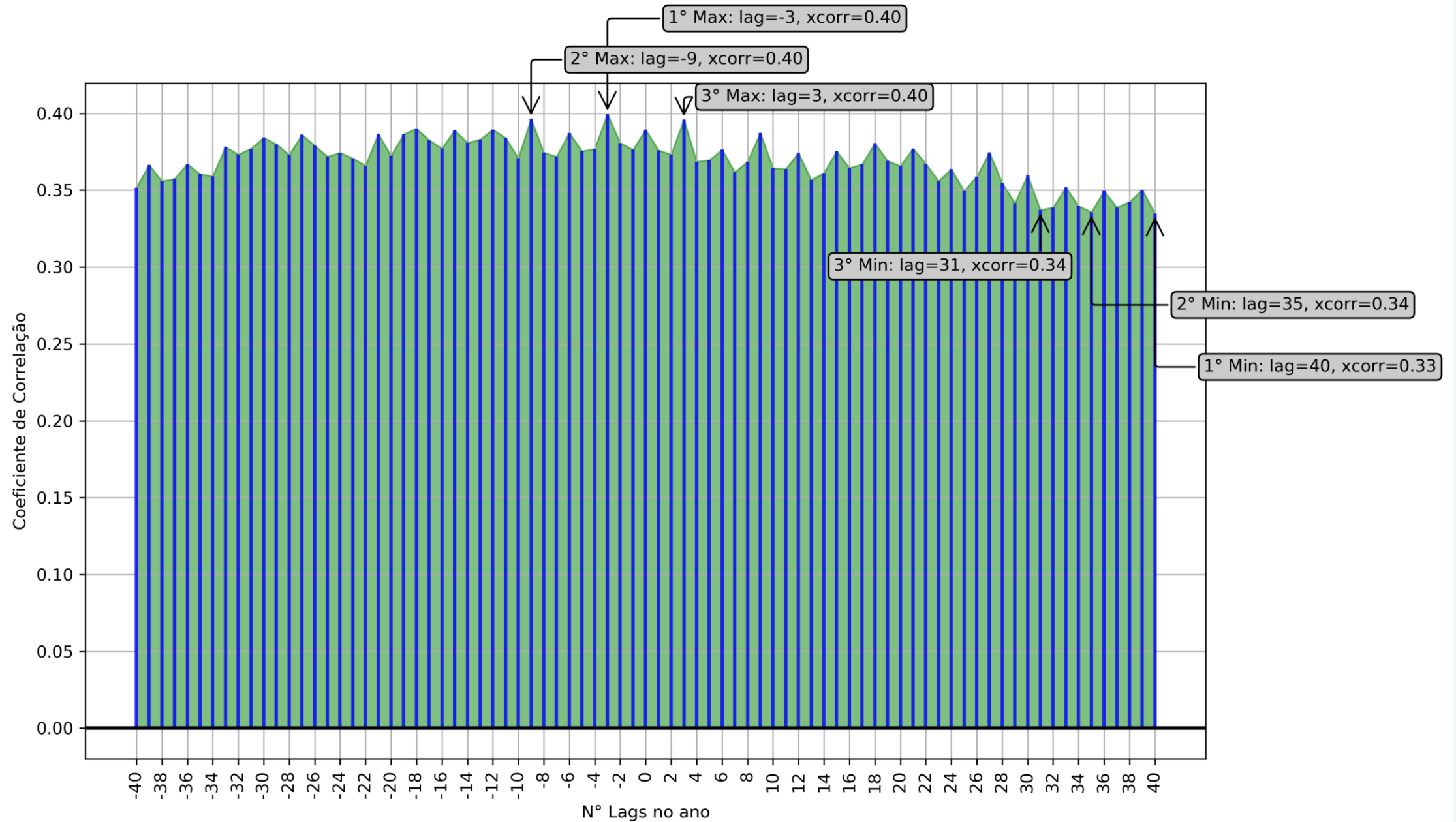
	coef	std err	z	P> z	[0.025	0.975]
const	-11.3232	85.229	-0.133	0.894	-178.370	155.723
Precipitacao_media_anual_mm_H	0.0800	18.541	0.004	0.997	-36.260	36.420

=====

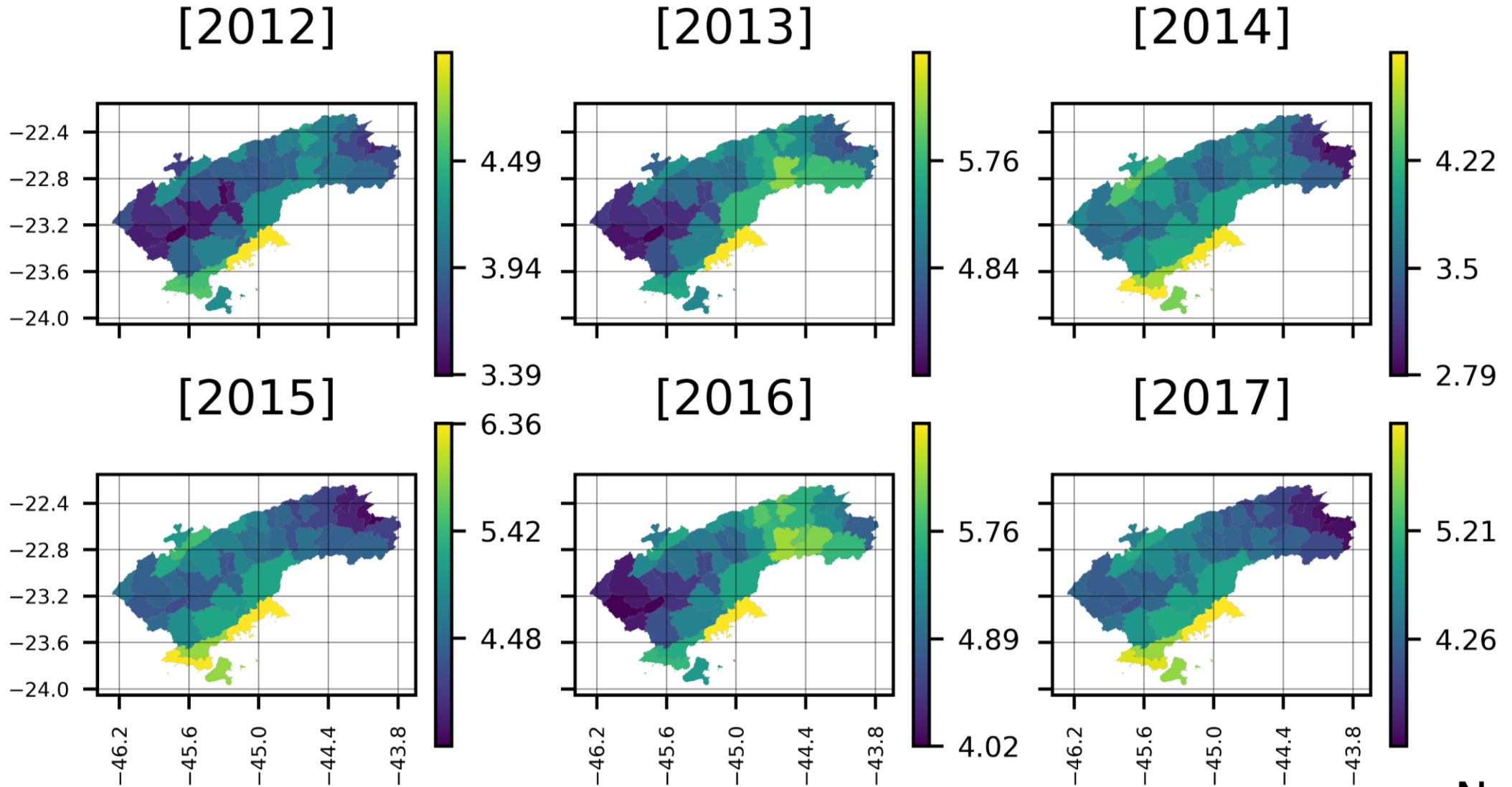
A probabilidade da relação ser significativa mostrou-se muito baixa.



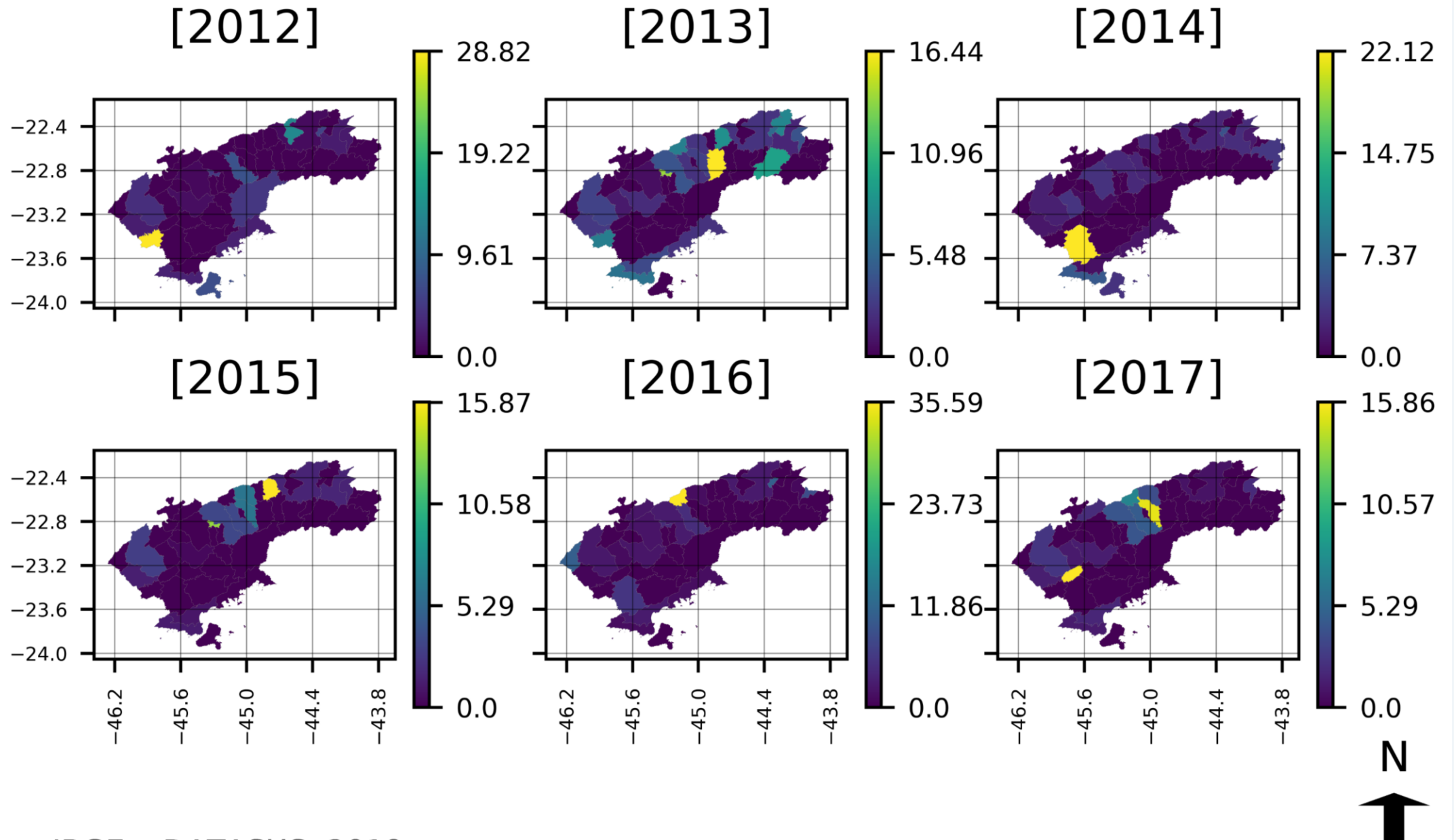
# Correlação cruzada



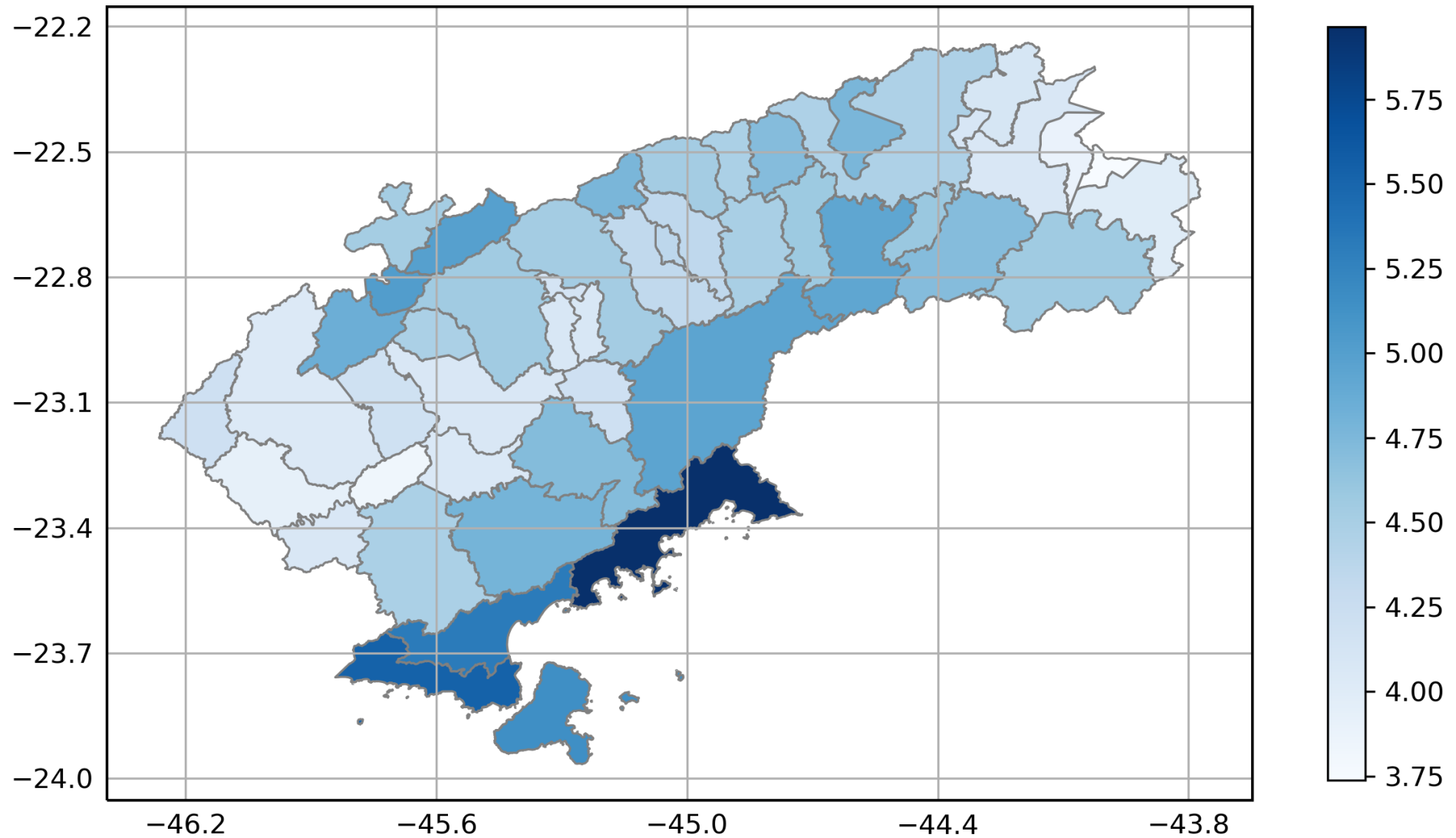
# Precipitação média anual (mm/h)



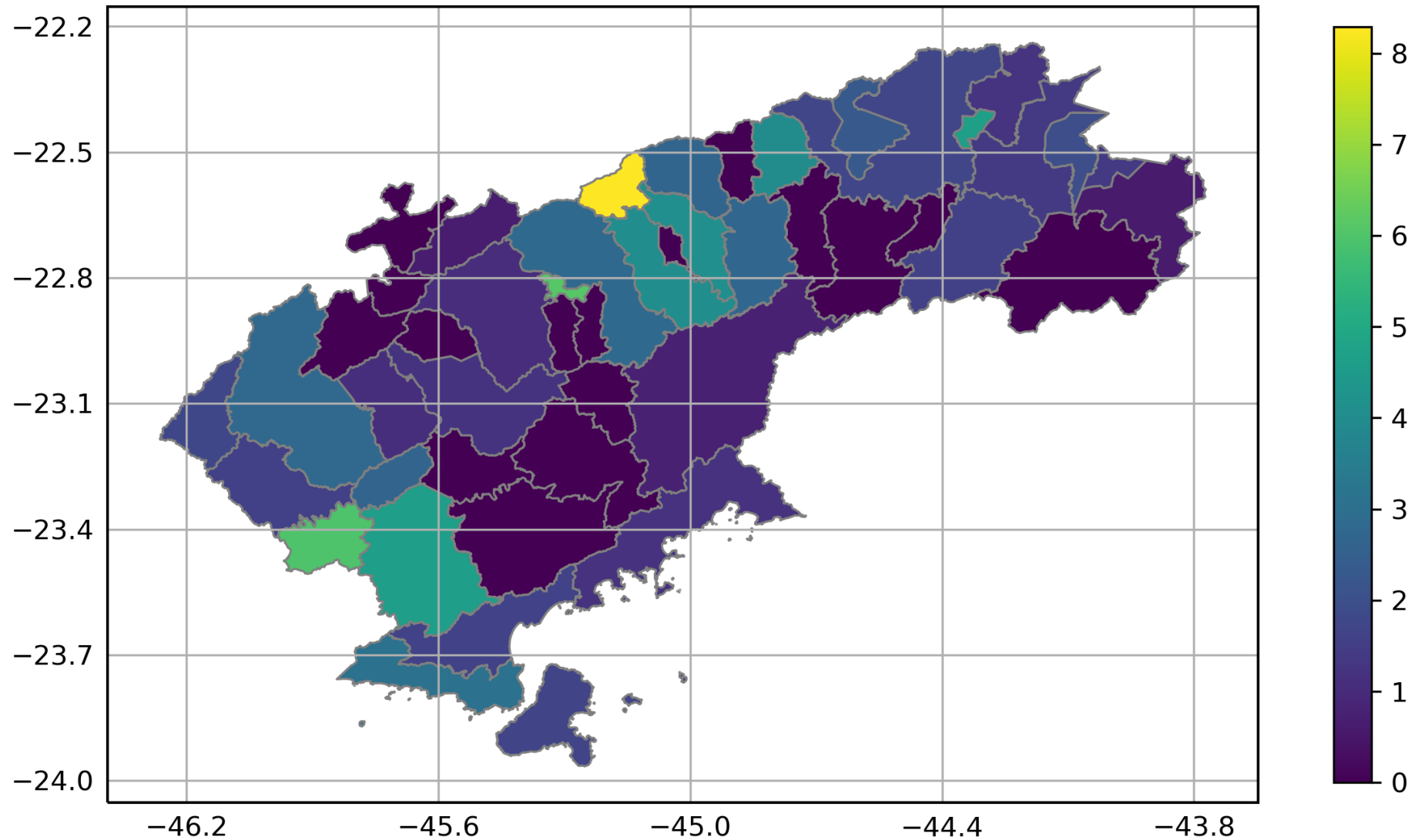
# Incidência média da leptospirose



# Precipitação média anual (mm/h) - 2012 a 2017

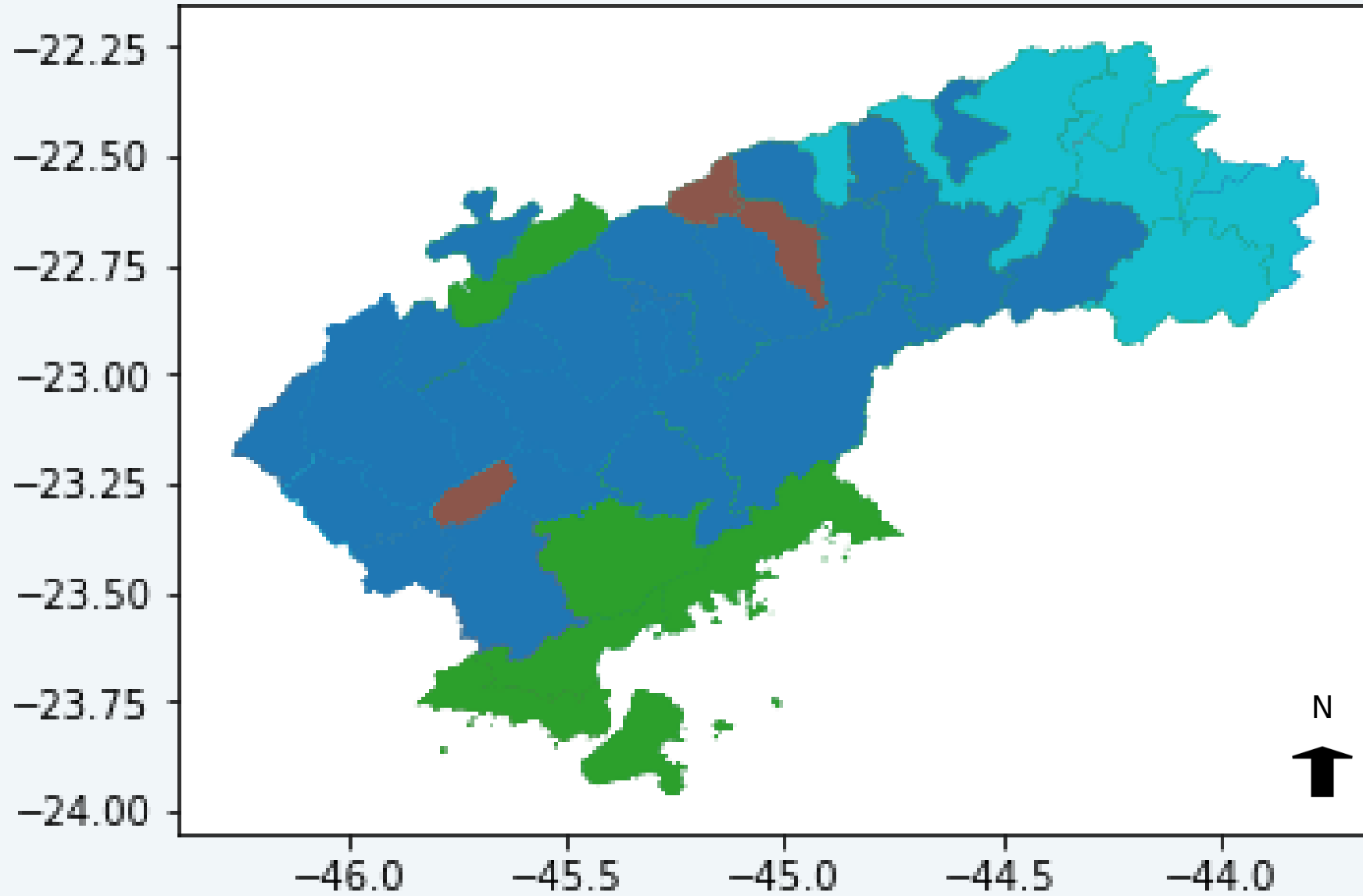


# Incidência média da leptospirose - 2012 a 2017





# K-médias



# Conclusão

- Para a unidade espacial e forma que foram agregados os dados:
  - *Regressão não mostrou resultados significativos.*
  - *Maior probabilidade da relação ser aleatória.*
  - *Outras variáveis devem ser estudadas.*
- K-médias mostrou alguns resultados esperados, e outros interessantes para melhores aprofundamentos de estudo.
- Perspectivas futuras

# Agradecimentos

Ao Philippe Riskala Leal pelo auxílio e pelos códigos disponibilizados na plataforma Github e Google Earth Engine.

# Referências

Série Capacitação e Atualização em Geoprocessamento em Saúde (vol 2, 2006)

ALEIXO, Natacha Cíntia Regina; NETO, João Lima Sant'Anna. **Eventos pluviométricos extremos e saúde: perspectivas de interação pelos casos de leptospirose em ambiente urbano**-rainfall events extremes and health: perspectives of interaction by leptospirosis cases in urban environment. *Hygeia*, v. 6, n. 11, 2010.

Ministério da saúde, 2018

FRAGA, Tatiana Rodrigues. **Identificação de proteases de Leptospira envolvidas com mecanismos de escape do sistema complemento humano**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2014.

IBGE, 2019

DATASUS, 2019

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA LEPTOSPIROSE NOS MUNICÍPIOS DO VALE DO PARAÍBA PARA O PERÍODO ENTRE 2012 E 2017: UMA ANÁLISE COMPARATIVA COM DADOS DE PRECIPITAÇÃO

Raíssa Caroline dos Santos Teixeira

Obrigada!

