



Análise espacial da leptospirose nos municípios do Rio de Janeiro

Raíssa Caroline dos Santos Teixeira

Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto - INPE

Disciplina: Análise Espacial - SER 301

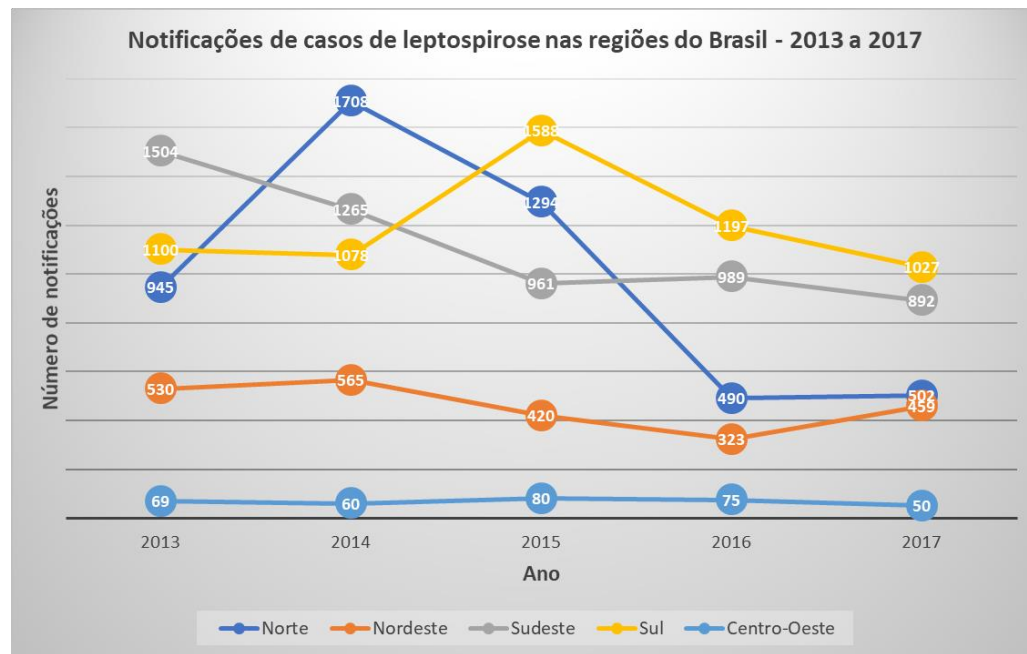
Dr. A. Miguel Vieira Monteiro

Contextualização

→ Leptospirose → Doença **endêmica e de notificação compulsória** no Brasil.

→ Importância social e econômica.

→ Associada a vários fatores, que podem incluir: Clima, condições de saneamento básico, coleta de resíduos domiciliares, relevo da região, condição socioeconômica da população, condições de drenagem urbana, entre outros.



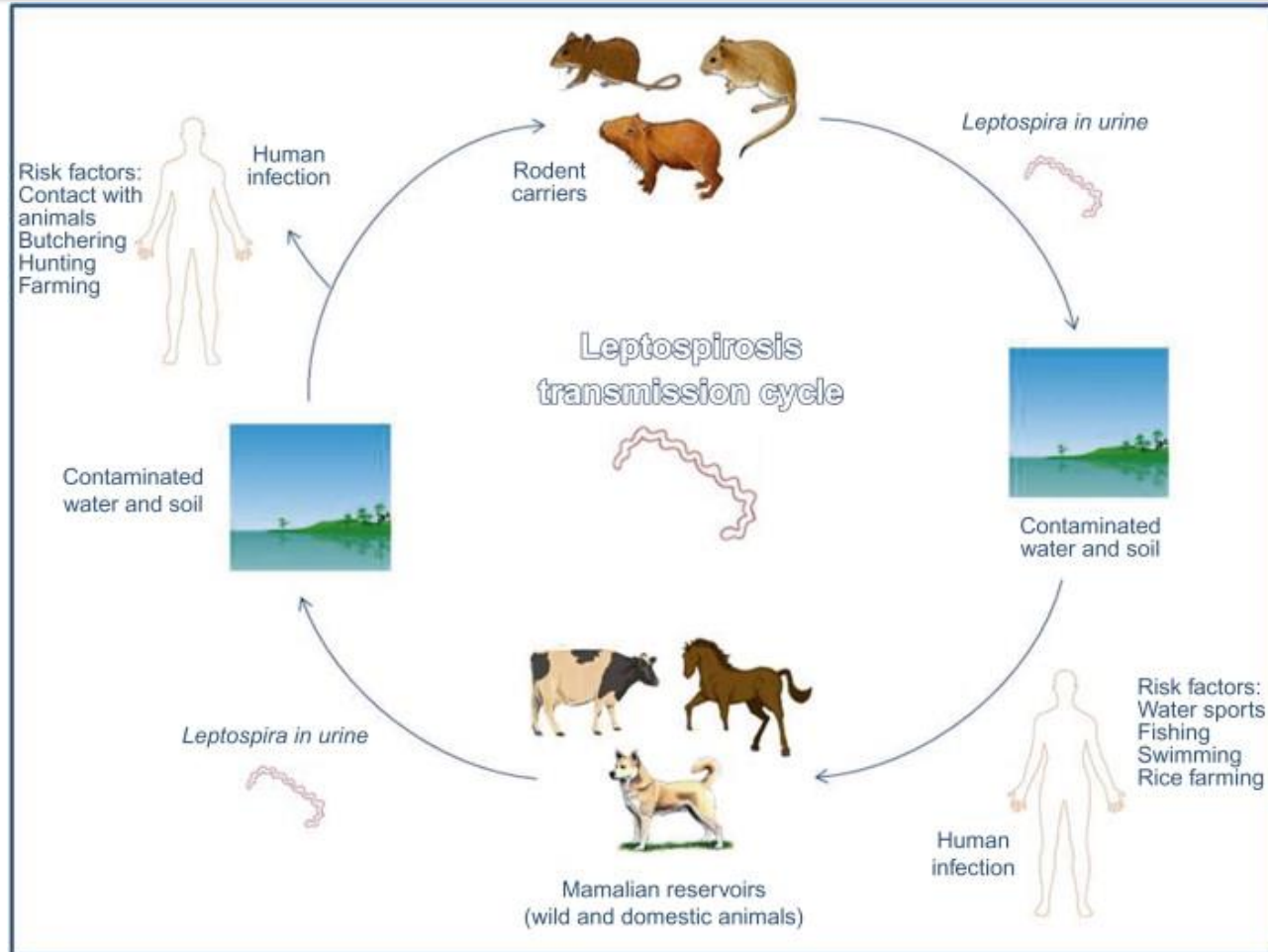
Ciclo da Leptospirose



Doença de veiculação
hídrica



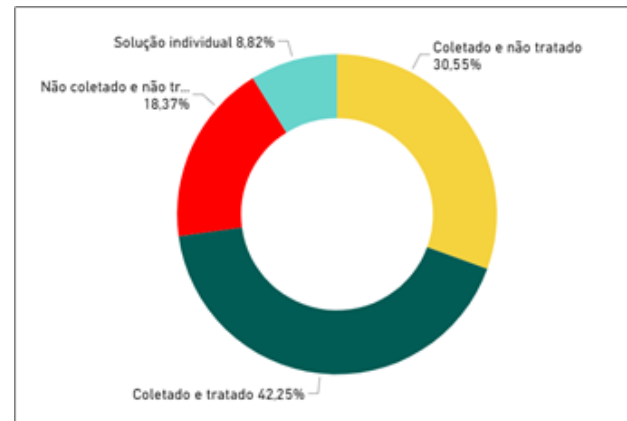
Ingestão e contato com
água contaminada.



Objetivos do trabalho

- Descrever a distribuição espacial dos casos de leptospirose no estado do RJ e a incidência da doença.
- Avaliar se existe auto-correlação espacial da incidência nos diferentes municípios.
- Relacionar dados de saneamento com a incidência da doença através de regressão linear.
- Avaliar se diferentes matrizes de vizinhança promovem resultados diferentes.

Pergunta de pesquisa: Existem áreas que precisam ter mais atenção na saúde? A leptospirose ocorre principalmente na população que vive em municípios com menos tratamento de esgoto? Essas áreas possuem coleta de resíduos?



Atlas Esgotos, ANA. 2013.

Área de estudo



Mapa de localização:
Estado do Rio de Janeiro



0 25 50 km



Sistema de coordenadas:

Geográficas

DATUM: SIRGAS 2000

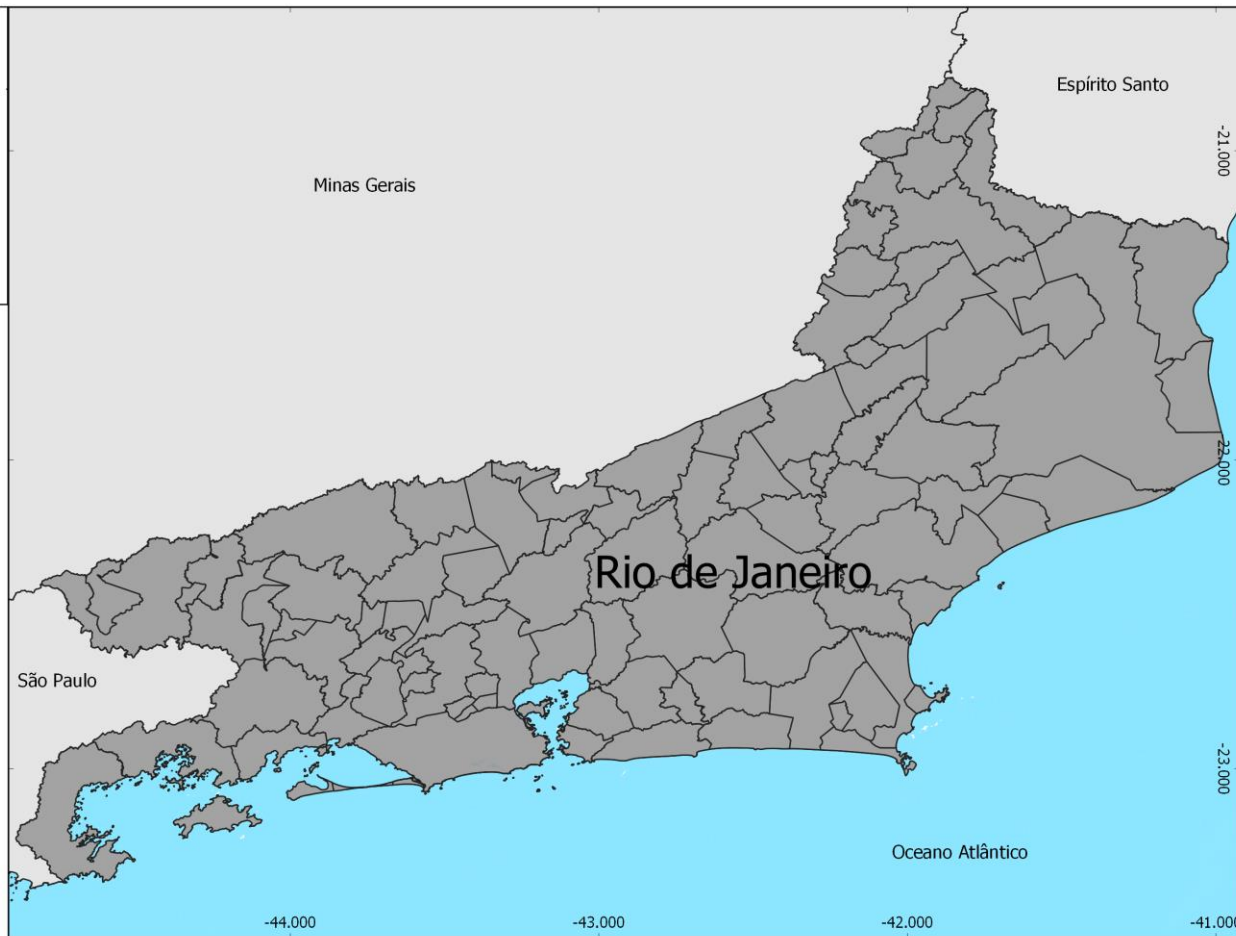
Escala: 1:1400000

Base de dados cartográficos:

IBGE e CPRM

Elaboração:

Raíssa Teixeira/2019



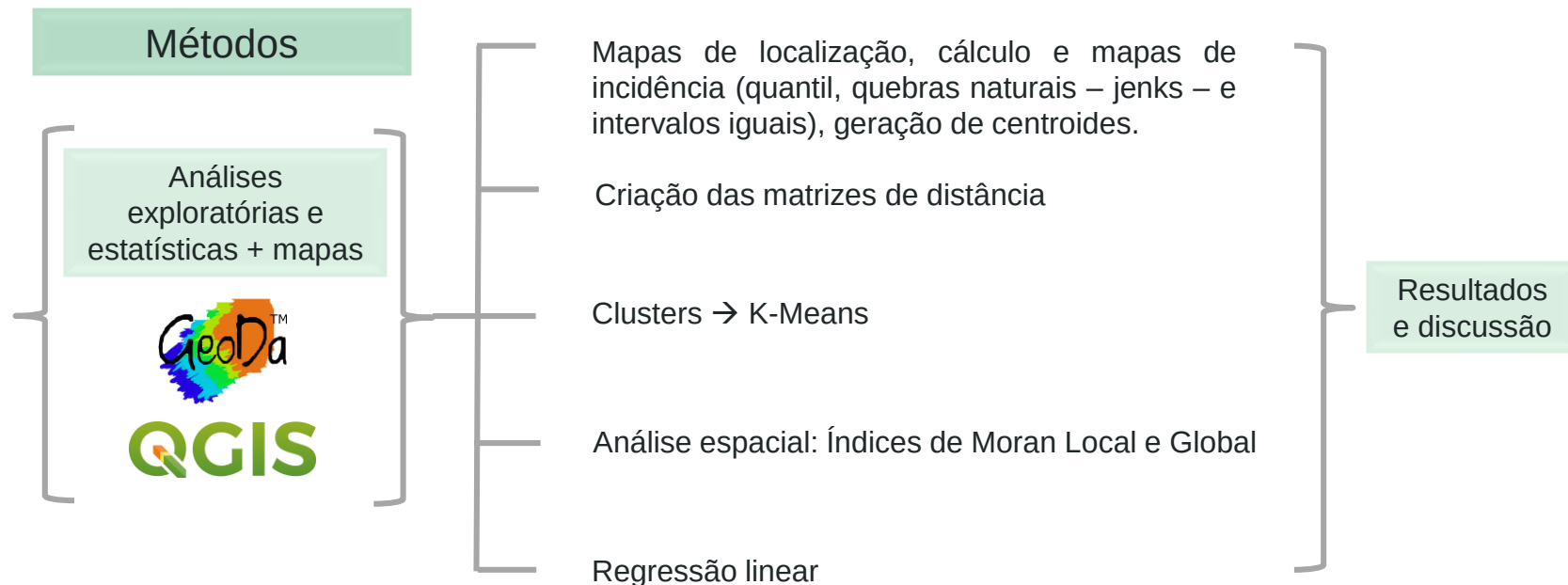
Rio de Janeiro

→ 92 municípios

Fluxograma de trabalho

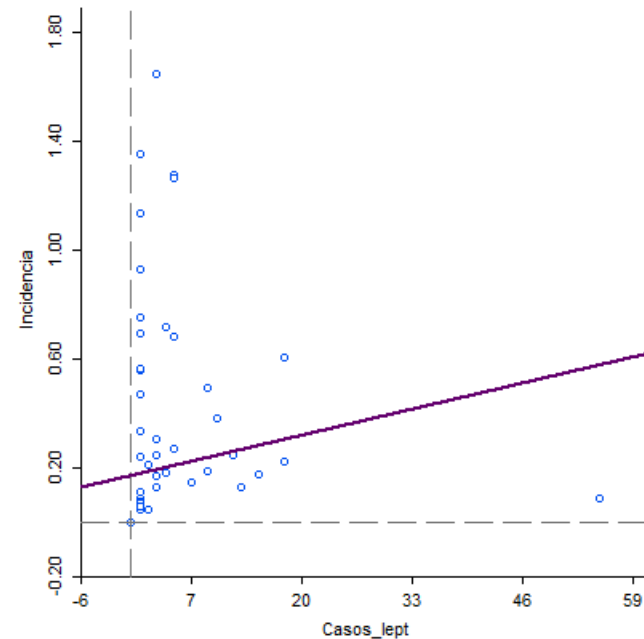
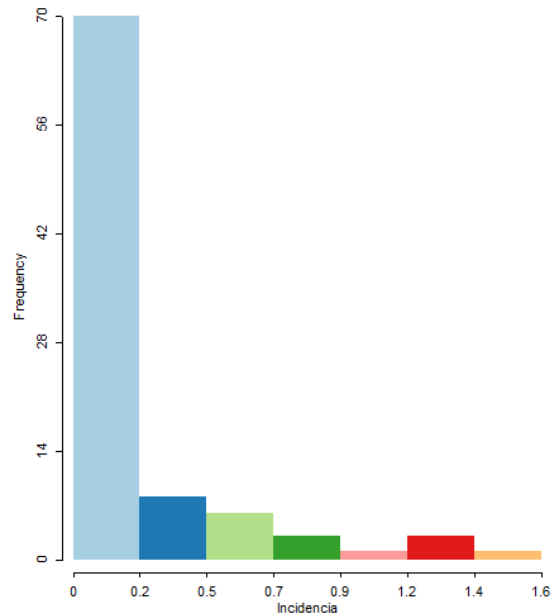
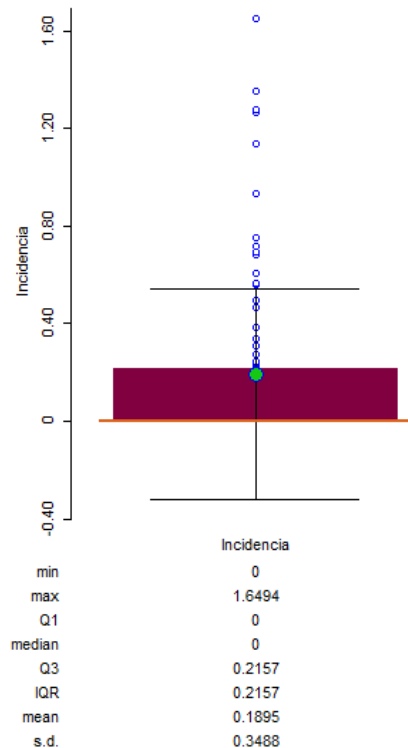


Fluxograma de trabalho



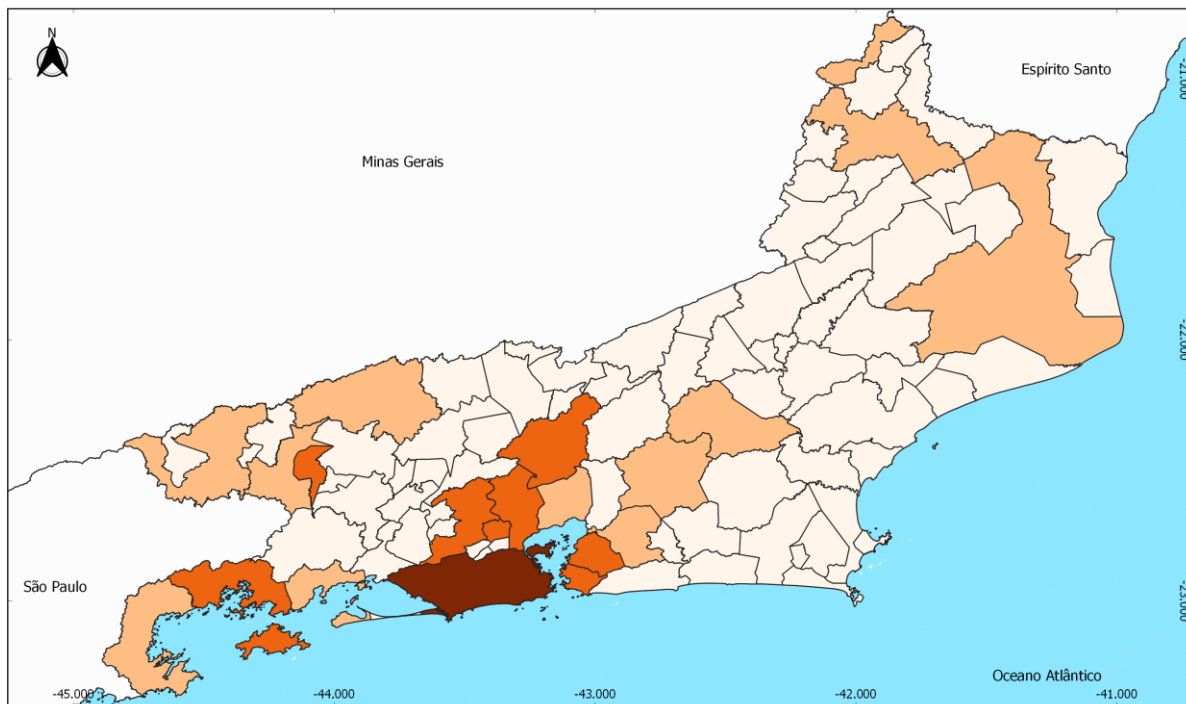
- Análise exploratória - Incidência
- Visualização de padrões de áreas – Número de casos X Incidência
- Matrizes de vizinhança
- Clusters
- Análise de auto correlação espacial – Índice de Moran (Local e Global) → LISA Maps e diagrama de espalhamento de Moran.
- Regressão linear múltipla

Análise exploratória - Incidência



Visualização de padrões de áreas

Número de
casos
Quebras naturais
(Jenks)

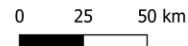


Número de casos de leptospirose - Quebras naturais (Jenks)



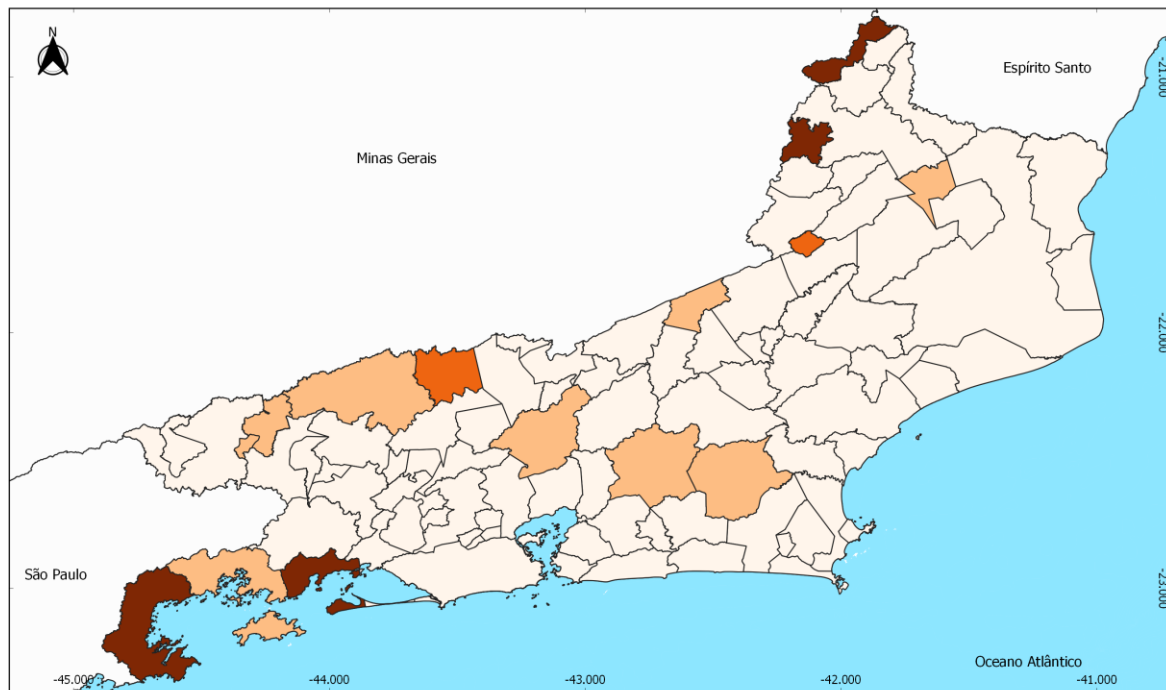
Sistema de coordenadas: Geográficas | DATUM: SIRGAS 2000
Escala: 1:1340000 | Base de dados: IBGE, CPRM e SINAN.

Elaboração: Raissa Teixeira/2019



Visualização de padrões de áreas

Incidência
Intervalos iguais



Incidência - Intervalos iguais

0,00 - 0,41

0,41 - 0,82

0,82 - 1,24

1,24 - 1,65

Sistema de coordenadas: Geográficas | DATUM: SIRGAS 2000

Escala: 1:1340000 | Base de dados: IBGE, CPRM e SINAN.

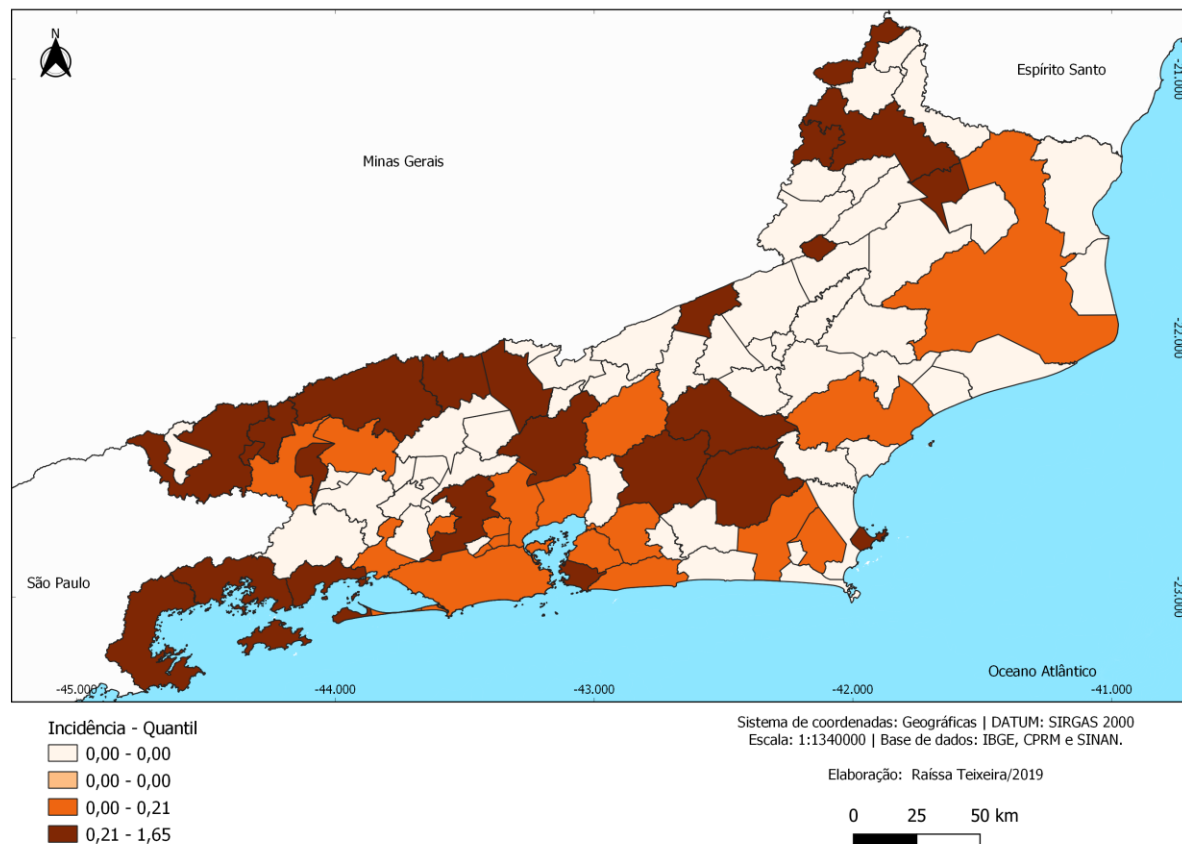
Elaboração: Raíssa Teixeira/2019

0 25 50 km



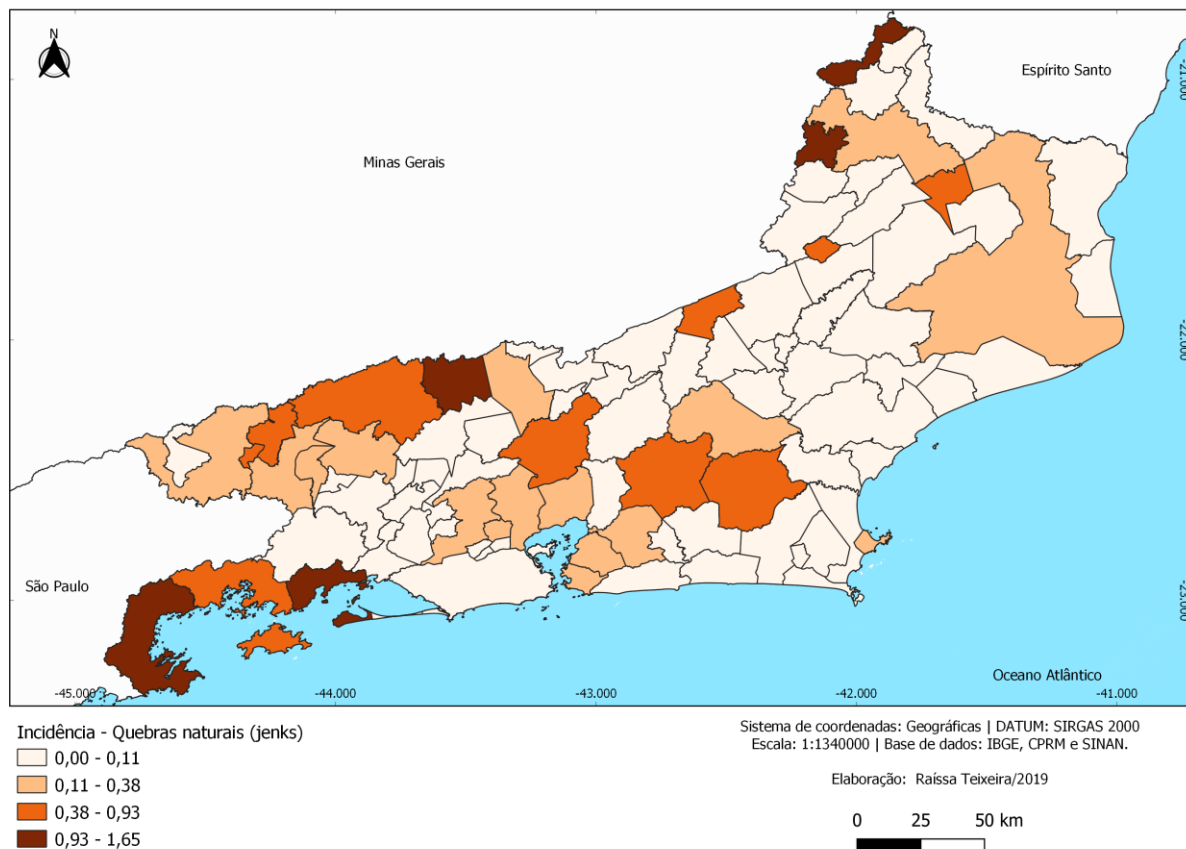
Visualização de padrões de áreas

Incidência Quantis



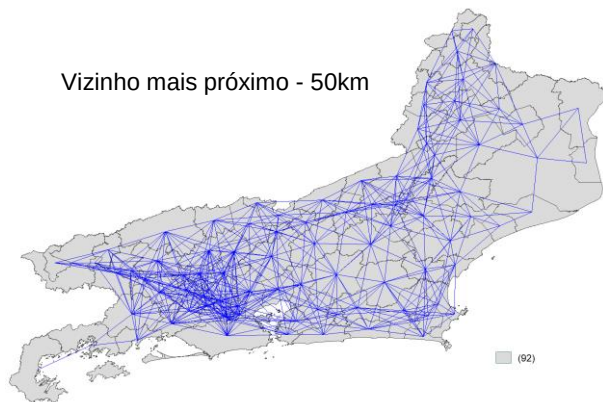
Visualização de padrões de áreas

Incidência Quebras naturais (Jenks)



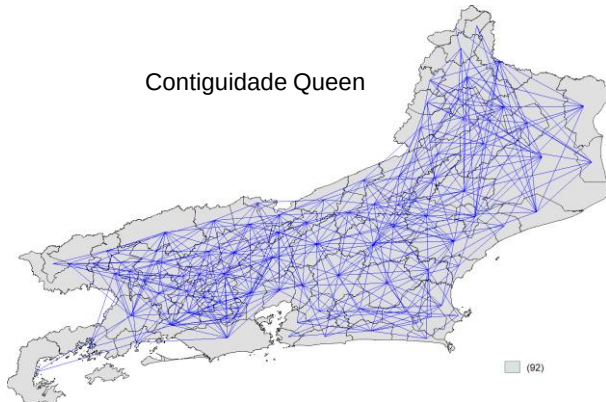
Matrizes de vizinhança

Vizinho mais próximo - 50km



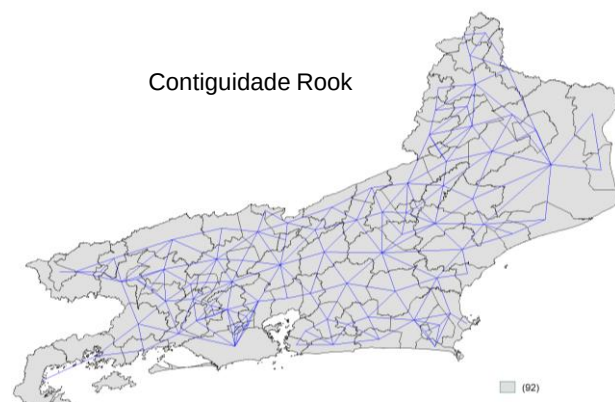
Property	Value
type	custom
symmetry	unknown
file	nn_50km.gwt
id variable	CD_GEOCMU
# observations	92
min neighbors	1
max neighbors	24
mean neighbors	12.98
median neighbors	12.00
% non-zero	14.11%

Contiguidade Queen



Property	Value
type	custom
symmetry	unknown
file	queen_2_contiguity.gal
id variable	CD_GEOCMU
# observations	92
min neighbors	2
max neighbors	19
mean neighbors	9.70
median neighbors	10.00
% non-zero	10.54%

Contiguidade Rook



Property	Value
type	rook
symmetry	symmetric
file	Rook_contiguity.gal
id variable	CD_GEOCMU
order	1
# observations	92
min neighbors	1
max neighbors	9
mean neighbors	4.76
median neighbors	5.00
% non-zero	5.17%

Clusters

Summary

```
-----  
Method:           KMeans  
Number of clusters: 5  
Initialization method: KMeans++  
Initialization re-runs: 150  
Maximum iterations: 1000  
Transformation:    Standardize (Z)  
Distance function: Euclidean
```

Cluster centers:

```
| |Incidencia|  
|--|-----|  
|C1|0.0117234 |  
|C2|0.222425  |  
|C3|0.615687  |  
|C4|1.19345   |  
|C5|1.64944   |
```

The total sum of squares: 91

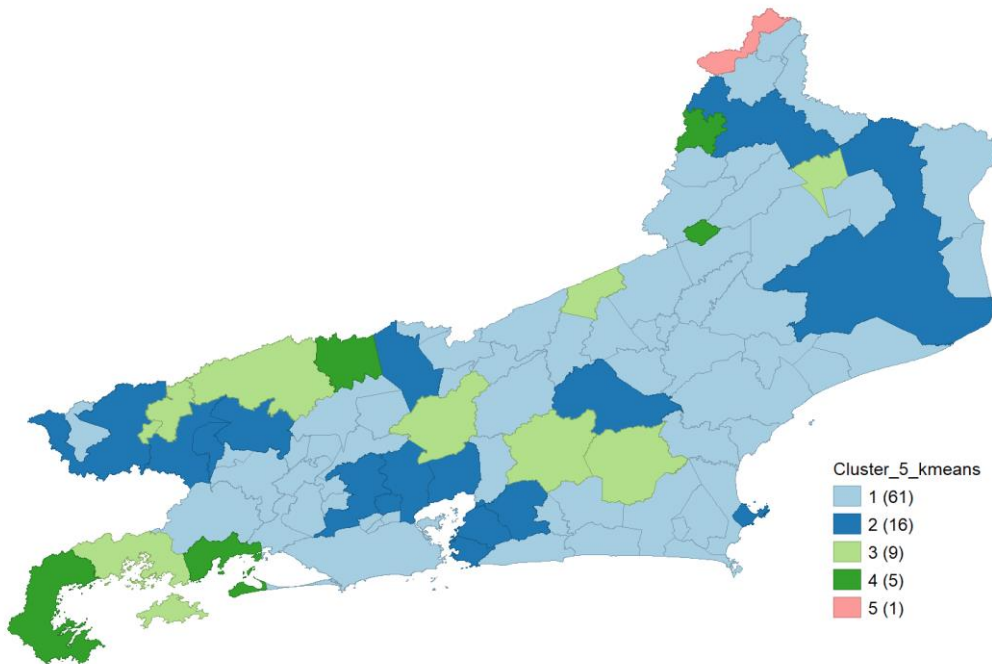
Within-cluster sum of squares:

```
| |Within cluster S.S.|  
|--|-----|  
|C1|0.380801 |  
|C2|0.670281 |  
|C3|0.67725  |  
|C4|0.901673 |  
|C5|0        |
```

The total within-cluster sum of squares: 2.63001

The between-cluster sum of squares: 88.37

The ratio of between to total sum of squares: 0.971099



Clusters

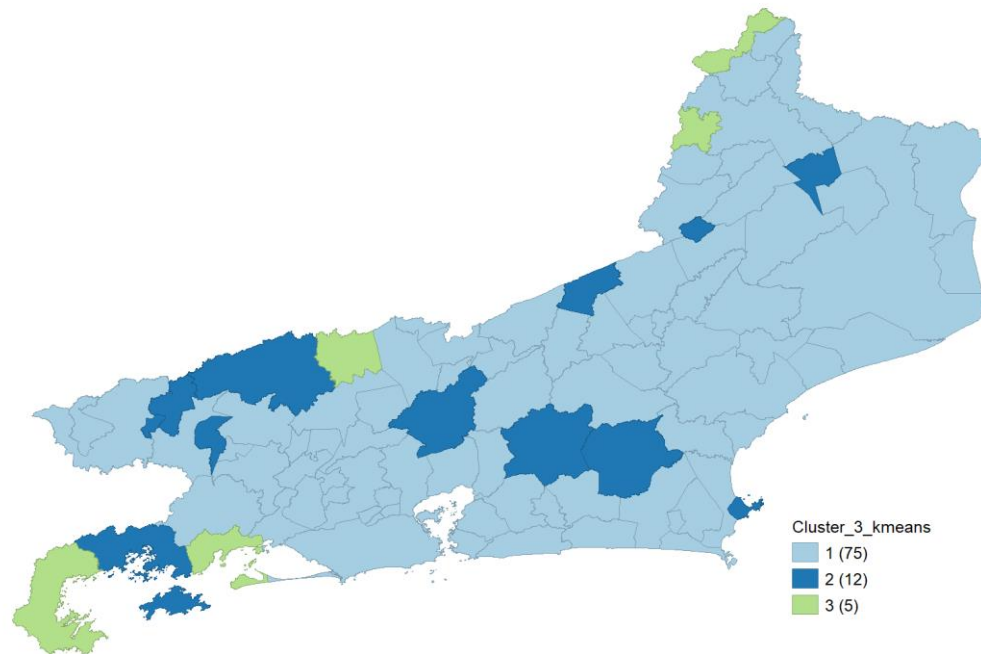
Summary

```
-----
Method:          KMeans
Number of clusters: 3
Initialization method: KMeans++
Initialization re-runs: 150
Maximum iterations: 1000
Transformation:    Standardize (Z)
Distance function: Euclidean

Cluster centers:
| |Incidencia|
|--|-----|
|C1|0.0474117|
|C2|0.599224 |
|C3|1.33704  |

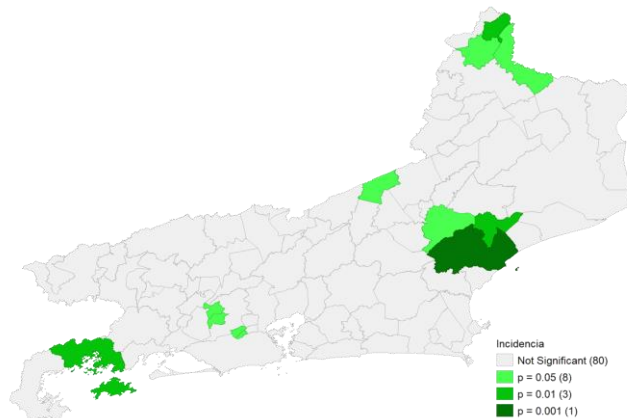
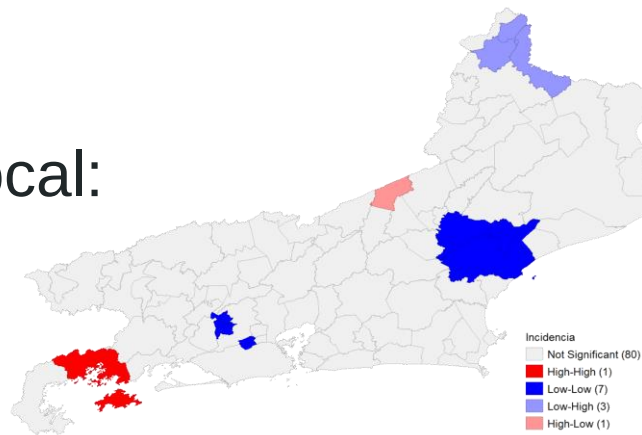
The total sum of squares: 91
Within-cluster sum of squares:
| |Within cluster S.S.|
|--|-----|
|C1|4.11268           |
|C2|2.56194           |
|C3|1.19908           |

The total within-cluster sum of squares: 7.8737
The between-cluster sum of squares:      83.1263
The ratio of between to total sum of squares: 0.913476
```



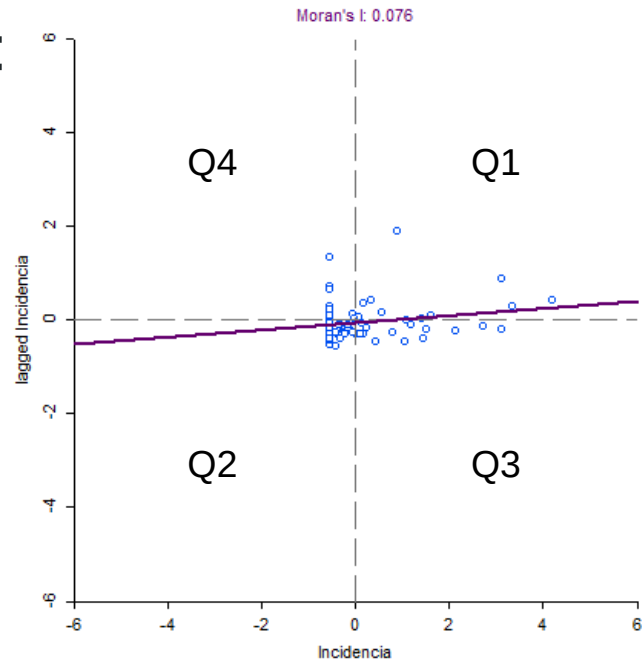
Índice de Moran – Matriz vizinho mais próximo - 50km

Local:



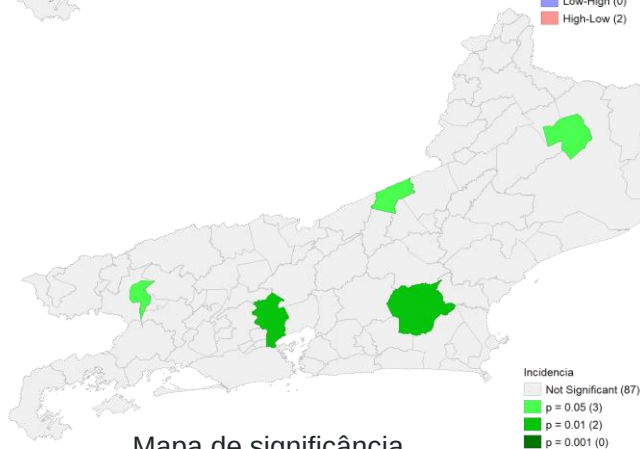
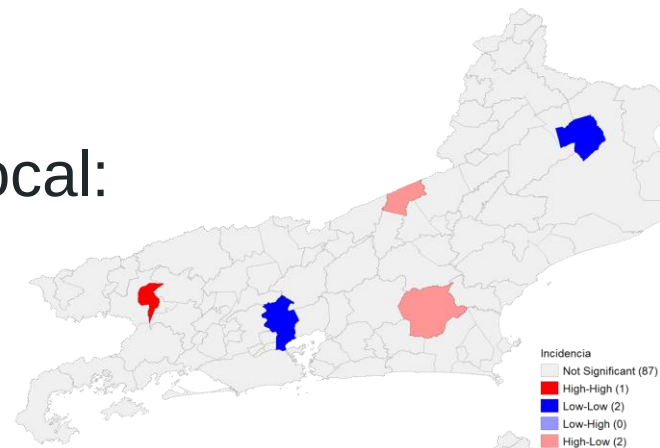
Mapa de significância

Global:



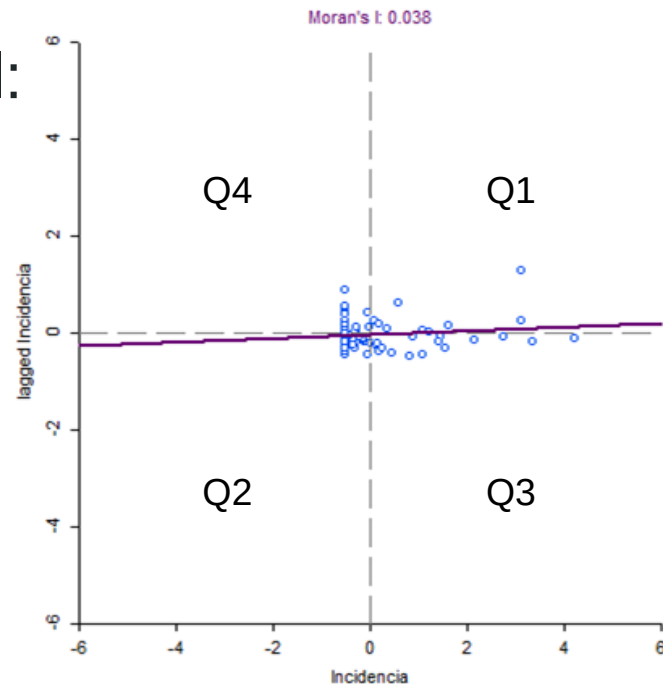
Índice de Moran – Matriz de contiguidade Queen

Local:



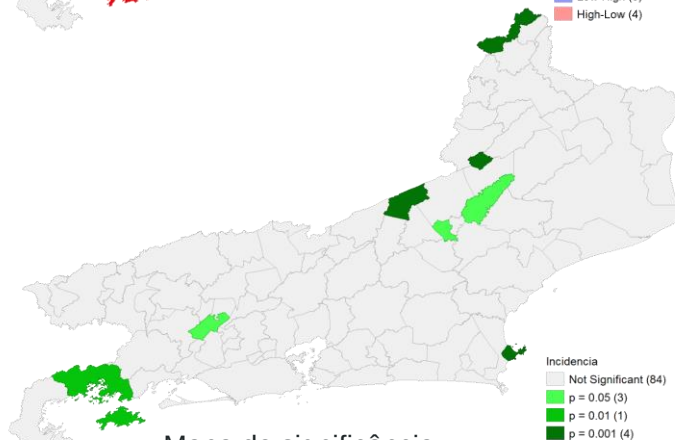
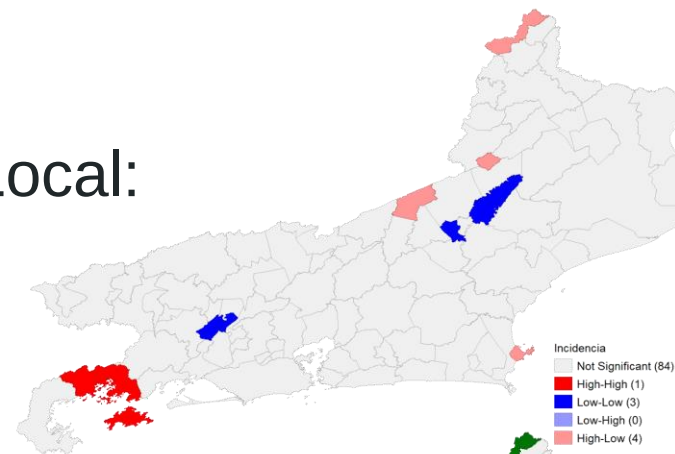
Mapa de significância

Global:



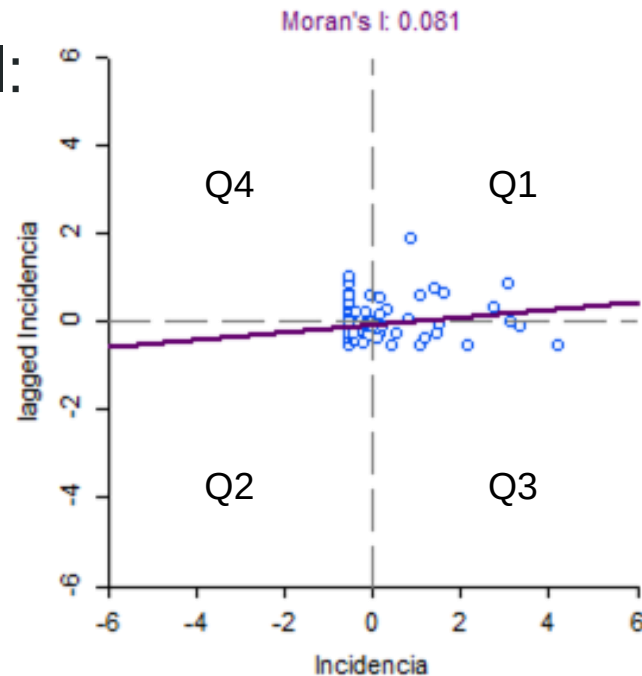
Índice de Moran – Matriz de contiguidade Rook

Local:



Mapa de significância

Global:



Variáveis para a regressão linear múltipla

Fonte dos dados	Descrição	Unidade	Abreviação
ANA – Atlas Esgotos	Índice de Coleta sem Tratamento	Porcentagem (%)	MUN_ICS
	Índice de sem Coleta e sem Tratamento	Porcentagem (%)	MUN_ISCST
	Eficiência Média de Tratamento do município	Porcentagem (%)	MUN_EFIC
SNIS – Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos	Taxa de cobertura da coleta de RDO em relação à pop. total	Porcentagem (%)	TX_COL_RDO

Aplicação de uma regressão linear múltipla → Para examinar a relação entre a variável de interesse (dependente) e variáveis exploratórias (preditores, independentes).

Variável dependente → Incidência

Baseando-se em discussões em outros materiais para comparar modelos:

Valor AIC: valor mais baixo → modelo é mais adequado para os dados.

Log likelihood: valor mais alto → melhor o ajuste do modelo

Critério de Schwartz: menor valor → melhor o ajuste do modelo.



Spatial Error Model com
a matriz nn_50km seria
o escolhido

Porém, o indicado é apenas utilizar os outros modelos (Spatial Error e Spatial Lag)
caso o OLS mostre resultados significantes.

Caso contrário → Manter apenas os resultados do OLS.

Regressão – OLS

REGRESSION

SUMMARY OF OUTPUT: ORDINARY LEAST SQUARES ESTIMATION

Data set : municípios_RJ_shape-final
 Dependent Variable : Incidencia Number of Observations: 64
 Mean dependent var : 0.202245 Number of Variables : 5
 S.D. dependent var : 0.362906 Degrees of Freedom : 59

R-squared : 0.021257 F-statistic : 0.320353
 Adjusted R-squared : -0.045098 Prob(F-statistic) : 0.863245
 Sum squared residual: 8.24969 Log likelihood : -25.2534
 Sigma-square : 0.139825 Akaike info criterion : 60.5069
 S.E. of regression : 0.373932 Schwarz criterion : 71.3013
 Sigma-square ML : 0.128901
 S.E. of regression ML: 0.359028

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Probability
CONSTANT	0.266738	0.565456	0.471723	0.63886
MUN_ISCST	0.000454796	0.00444435	0.102331	0.91884
MUN_EPIC	0.00278687	0.00504316	0.552604	0.58262
MUN_ICS	0.00284812	0.00368092	0.773752	0.44217
Tx_col_RDO	-0.00290074	0.00596105	-0.486616	0.62833

~1 = aleatoriedade

REGRESSION DIAGNOSTICS

MULTICOLLINEARITY CONDITION NUMBER 30.923897

Multicolinearidade (>30 → suspeito)

TEST ON NORMALITY OF ERRORS

TEST	DF	VALUE	PROB
Jarque-Bera	2	109.3631	0.00000

Normalidade

DIAGNOSTICS FOR HETEROSKEDASTICITY

RANDOM COEFFICIENTS

TEST	DF	VALUE	PROB
Breusch-Pagan test	4	9.4959	0.04983
Koenker-Bassett test	4	2.8711	0.57963

Heterocedasticidade

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : queen_2_contiguity
(row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	-0.0097	0.0807	0.93570
Lagrange Multiplier (lag)	1	0.1401	0.70816
Robust LM (lag)	1	2.8730	0.09007
Lagrange Multiplier (error)	1	0.0177	0.89425
Robust LM (error)	1	2.7506	0.09722
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	2.8907	0.23566

===== END OF REPORT =====

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : nn_50km
(row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	0.0674	1.5445	0.12246
Lagrange Multiplier (lag)	1	1.0702	0.30090
Robust LM (lag)	1	0.3850	0.53493
Lagrange Multiplier (error)	1	0.9485	0.33011
Robust LM (error)	1	0.2633	0.60787
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	1.3335	0.51338

===== END OF REPORT =====

DIAGNOSTICS FOR SPATIAL DEPENDENCE

FOR WEIGHT MATRIX : Rook_contiguity
(row-standardized weights)

TEST	MI/DF	VALUE	PROB
Moran's I (error)	-0.0010	0.2766	0.78210
Lagrange Multiplier (lag)	1	0.0381	0.84527
Robust LM (lag)	1	3.6491	0.05610
Lagrange Multiplier (error)	1	0.0001	0.99250
Robust LM (error)	1	3.6111	0.05739
Lagrange Multiplier (SARMA)	2	3.6492	0.16128

===== END OF REPORT =====

- ✓ A Incidência mostrou ausência de correlação espacial significativa entre os municípios.
- ✓ LISA mostrou algumas poucas áreas que poderiam receber mais atenção na saúde para essa doença (high-high).
- ✓ $R^2 \rightarrow$ Valores baixos (em todos os modelos testados) $\rightarrow$ variáveis independentes não são relacionadas à variável dependente.
- ✓ Regressão linear múltipla $\rightarrow$ Variáveis independentes não explicam a variável dependente.

Considerações finais

→ Um indicador isolado não pode explicar a incidência de uma doença infecciosa complexa como a leptospirose. → Gracie et al (2014).

→ Incerteza das notificações em municípios menores.

→ Incidência → Busca mostrar outliers.

X

→ Número de casos → agregação por adensamento populacional → Região Metropolitana do RJ.

Referências bibliográficas citadas

Interpreting Regression Output in Geoda and ArcMap - Massachusetts Institute Of Technology – MIT Libraries.

Disponível em: https://libraries.mit.edu/files/gis/regression_output_iap2013.pdf

GRACIE, Renata et al. Geographical scale effects on the analysis of leptospirosis determinants. International journal of environmental research and public health, v. 11, n. 10, p. 10366-10383, 2014.



Análise espacial da leptospirose nos municípios do Rio de Janeiro

Obrigada!

Raíssa Caroline dos Santos Teixeira

Programa de Pós-graduação em Sensoriamento Remoto - INPE

Disciplina: Análise Espacial - SER 301

Dr. A. Miguel Vieira Monteiro