

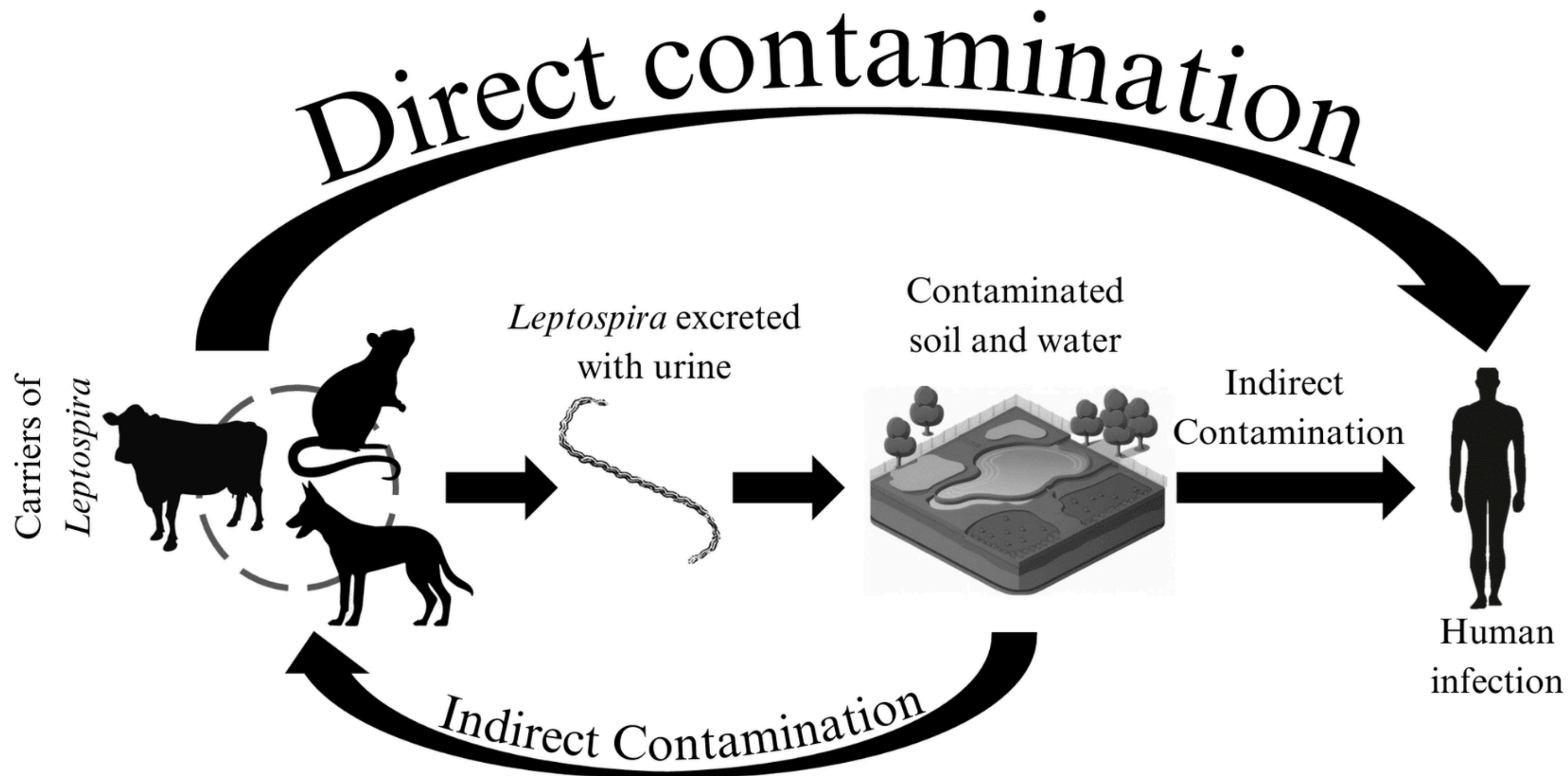
Vinícius Lima Guimarães,

LEPTOSPIROSE EM ÁREAS AFETADAS PELAS INUNDAÇÕES DE 2024 NO RIO GRANDE DO SUL

EXPLORANDO A CONTRIBUIÇÃO DO SIG,
SENSORIAMENTO REMOTO E MAPEAMENTO
DASIMÉTRICO

Introdução

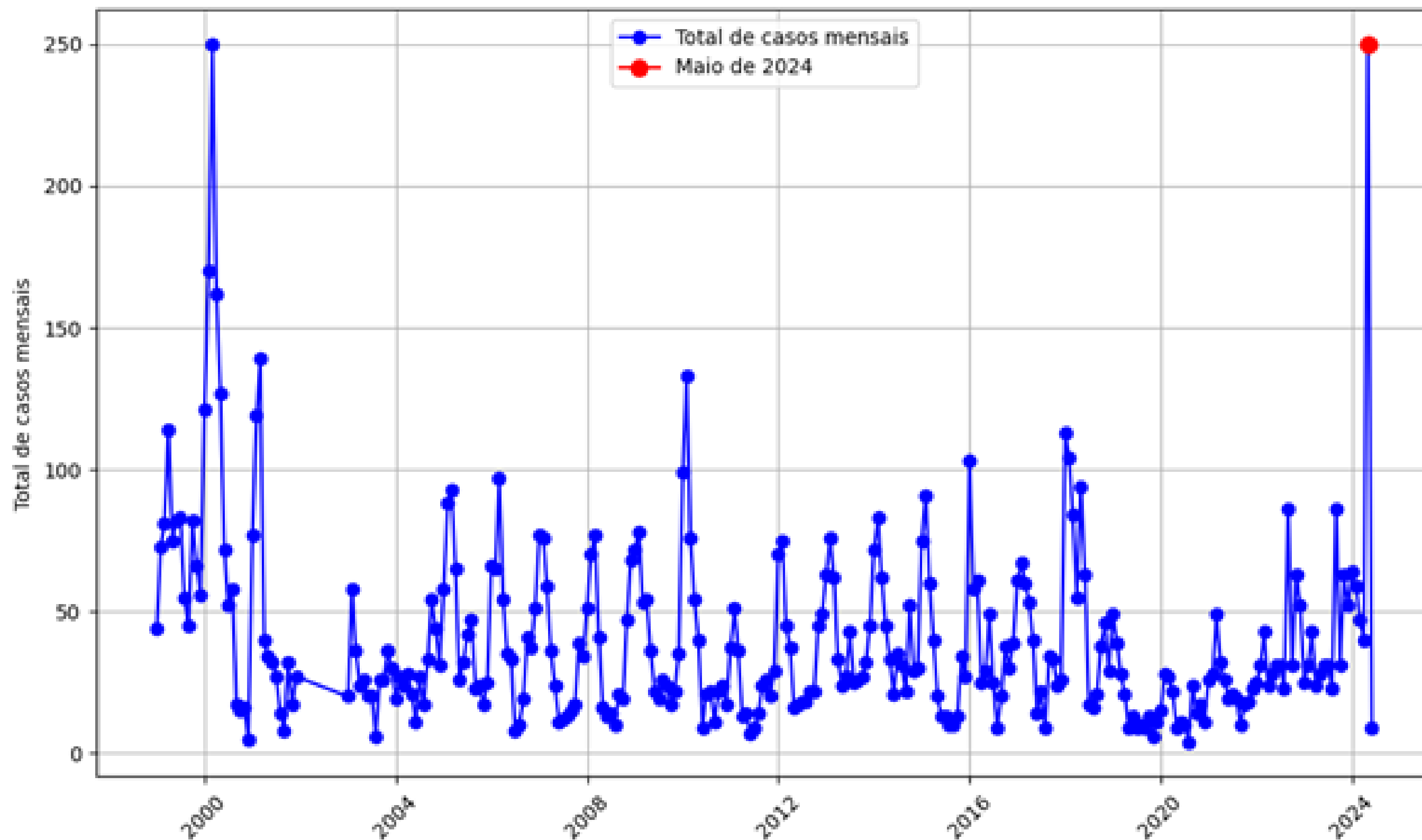
- Doença bacteriana
- Forma de infecção
- Incubação e duração dos sintomas
- Direta e Indireta
- Áreas urbanas e áreas rurais



Adaptado de: Younus, M.; Nisa, Q.U.; Ahmad, H.M.; Wazir, N.; Akhtar, T.; Naeem, M.I.; Tanveer K. Dog-mediated leptospirosis. *International Journal of Agriculture and Biosciences, Zoonosis*, 4:356–368, 2023.

Histórico Rio Grande do Sul

- Maior incidência em relação aos outros estados. Incidência maior em homens (>80%), em áreas rurais (>60%), em áreas de agricultura de baixas altitudes (<300 metros) e de ricicultura (60%).¹
- Estudos ecológicos e contribuições de Sensoriamento Remoto e SIG.



¹Lammerhirt C. B. Almeida M. A. B. de Barcellos, C. and E. dos Santos. Distribuição espacial da leptospirose no rio grande do sul, brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos. Cadernos de Saúde Pública, 19:1283-1292, 2003.

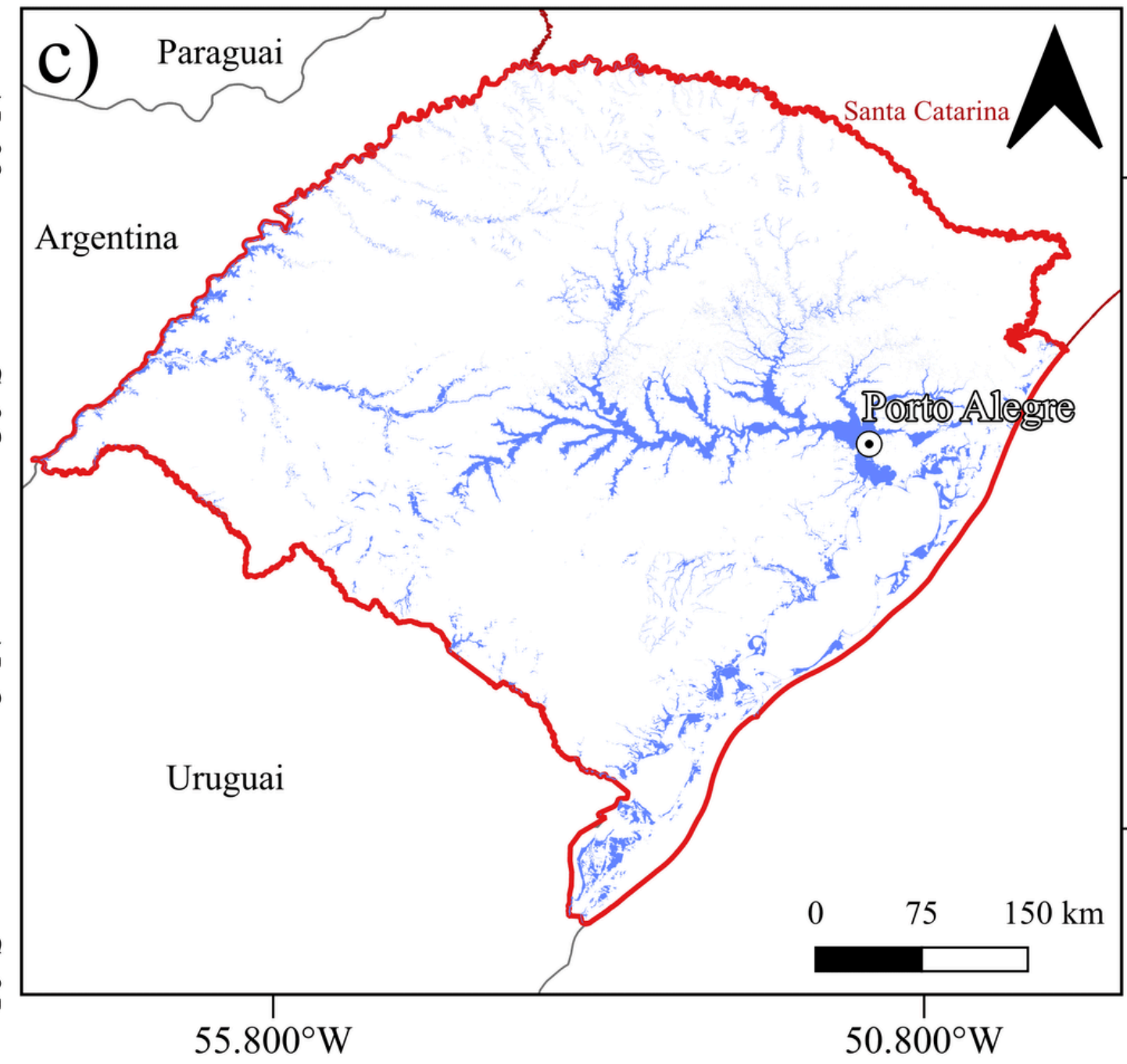
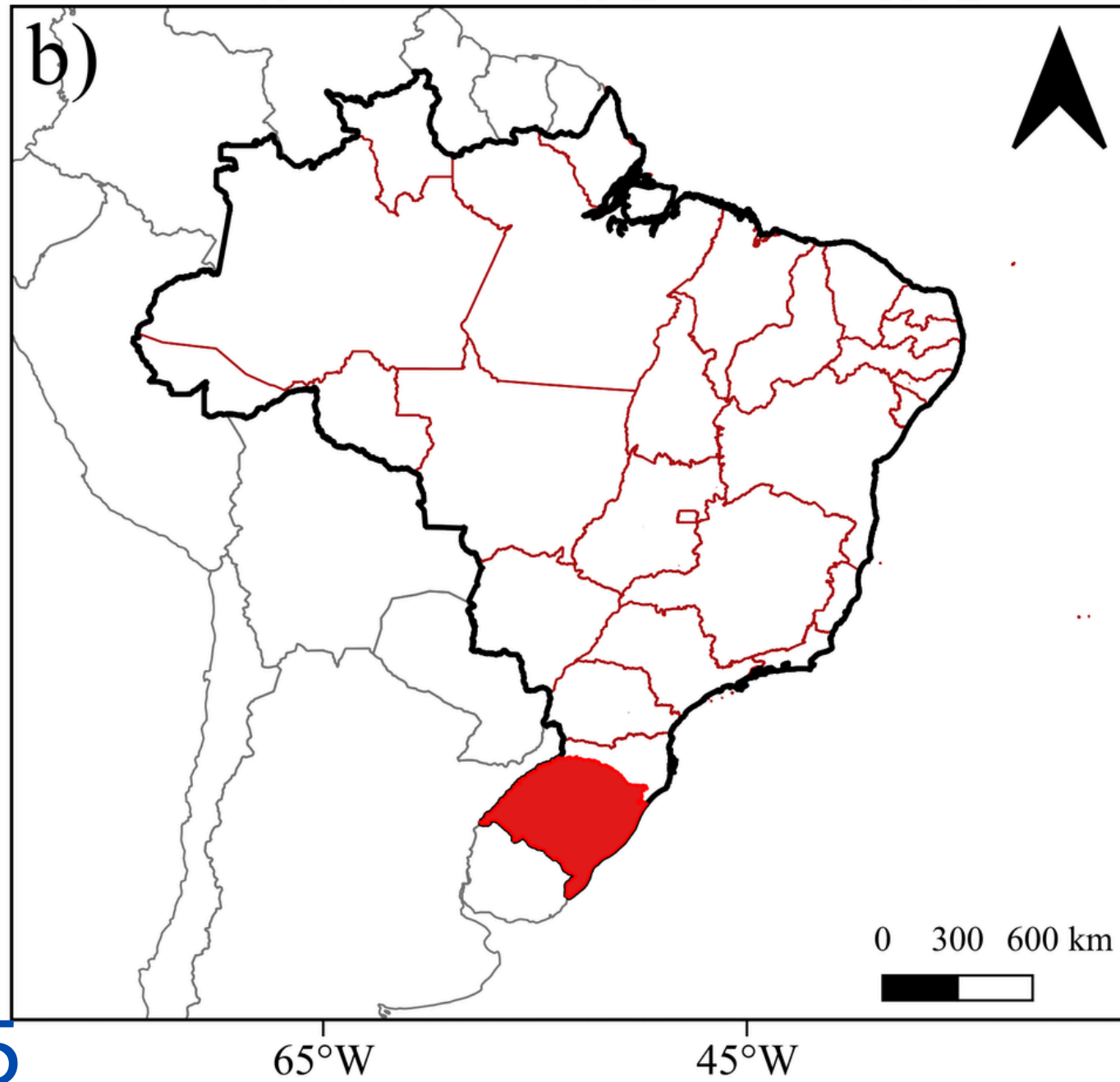
²CEVS. Tabulações da vigilância epidemiológica, 2024.

Objetivo

Avaliar a relação entre a distribuição populacional, os usos da terra e a incidência de leptospirose nos municípios do Rio Grande do Sul após as enchentes de abril de 2024.

Objetivos específicos

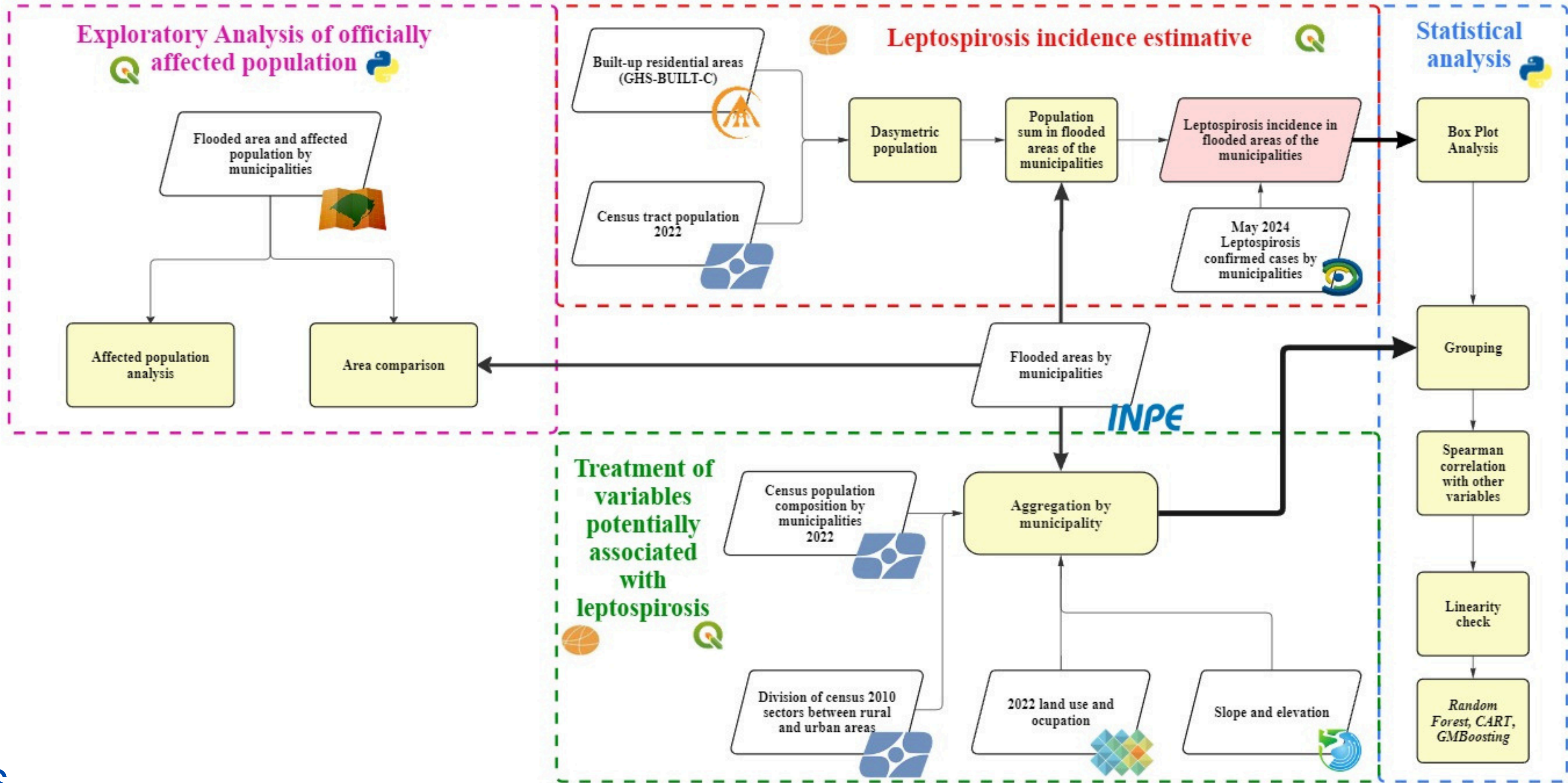
- Realizar uma análise exploratória das características da população de baixa renda afetada pelas inundações.
- Estimar a incidência de leptospirose nas áreas inundadas, utilizando mapeamento dasimétrico.
- Entender a relação a incidência e o uso e a cobertura da terra, a divisão entre áreas rurais e urbanas e a elevação.



- ⊙ Capital of Rio Grande do Sul
- Rio Grande do Sul State
- Flooded areas
- Brazil States
- Brazil
- Countries

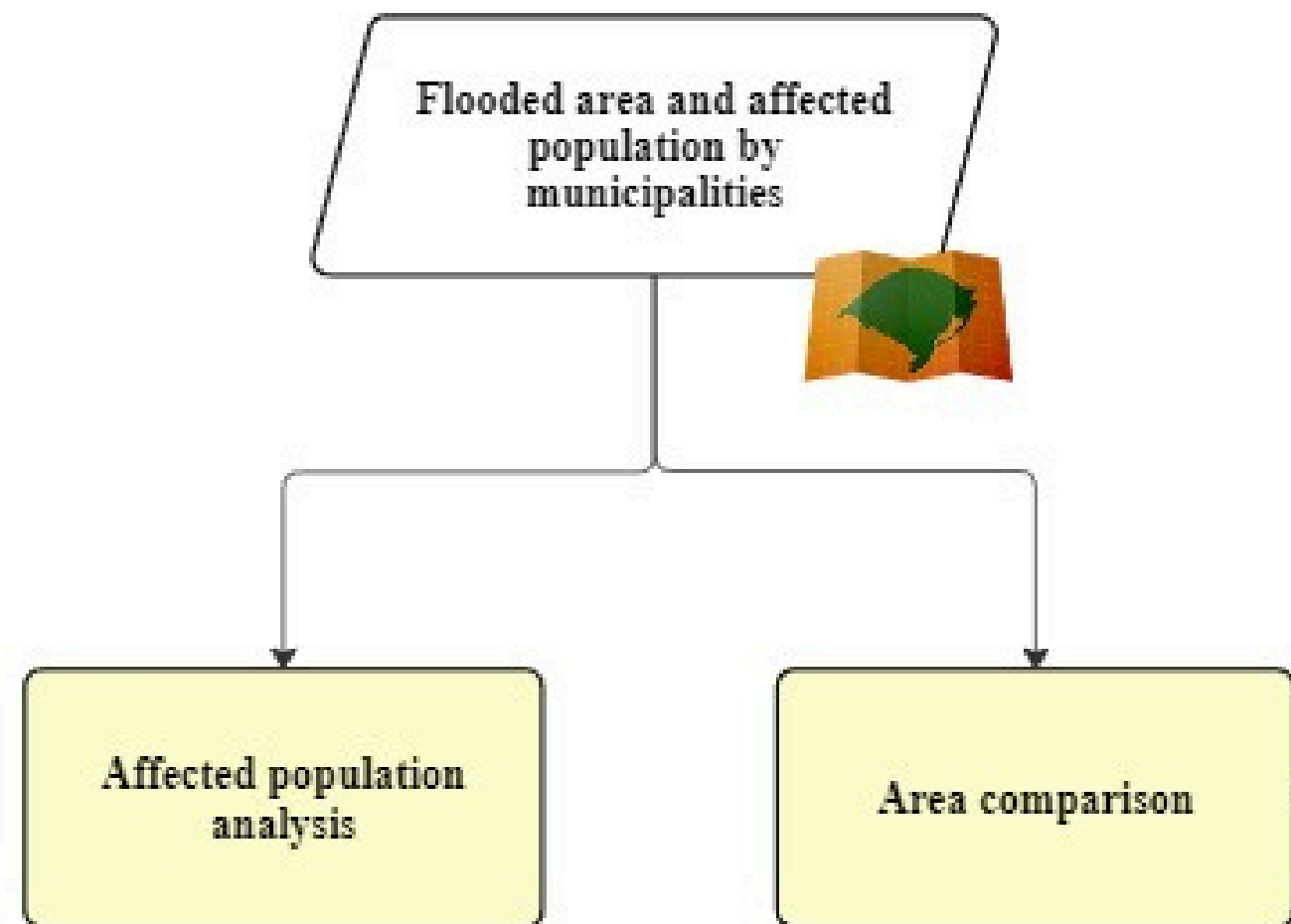
Área de estudio

Metodologia



Metodologia - Análise exploratória da população de baixa renda oficialmente afetada

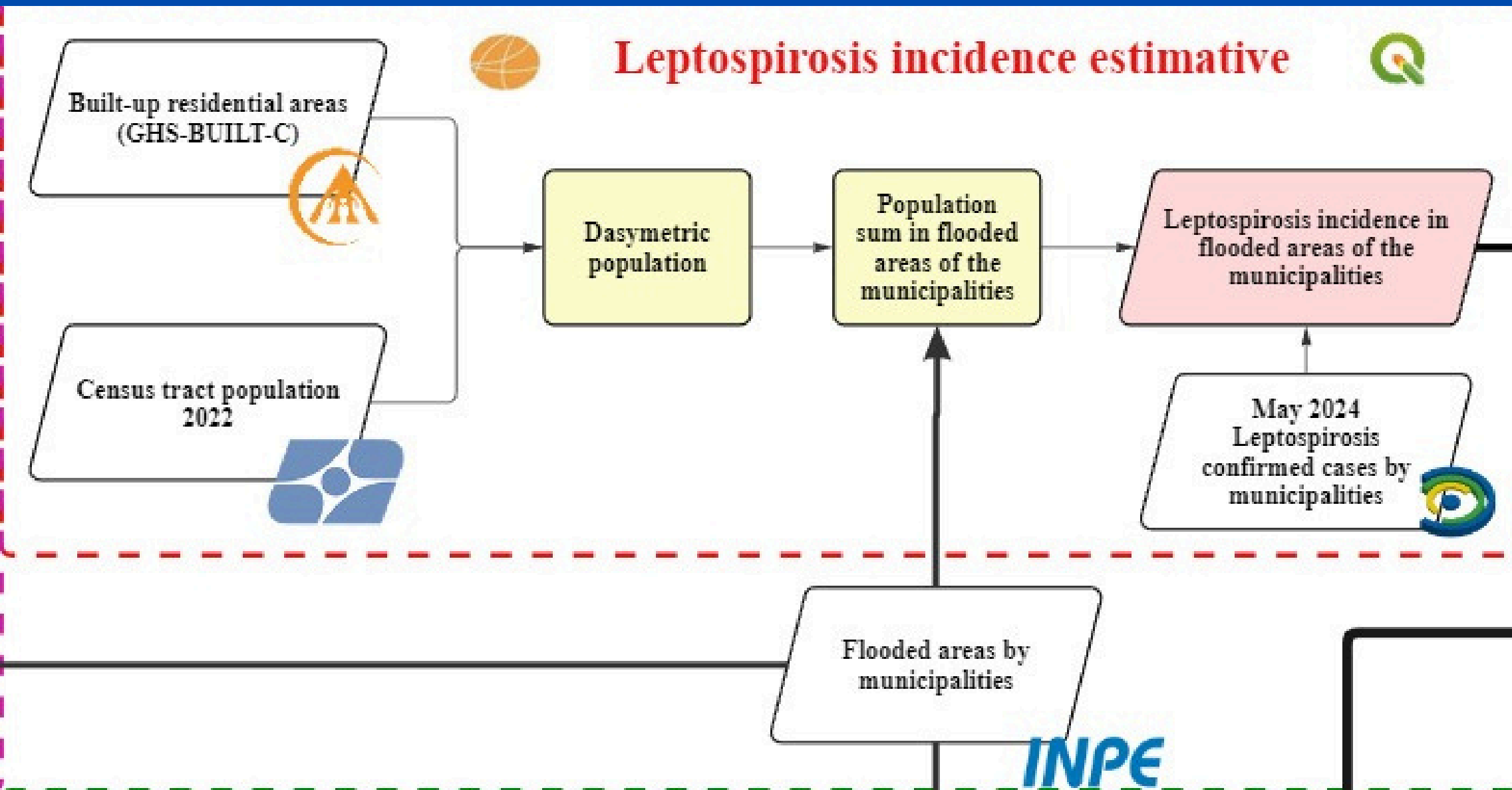
Exploratory Analysis of officially affected population



- Plano único de Mapeamento Rio Grande (MUP RS)
- Metodologia para identificação de áreas:
 - Secretaria de Planejamento, Governança e Gestão (SPGG) - Planet 3m
 - Defesas civis municipais - Autodeclarada
- Dados de população do CadÚnico.
- Área do INPE
- Comparações gráficas composição população
- Comparação das áreas do MUP x INPE

INPE

Metodologia - Estimativa da incidência de leptospirose na população afetada pelas inundações, por município



Aplicação do método dasimétrico binário

$$\hat{P}_d = \frac{A_{o \cap d}}{A_d} \times P_o$$

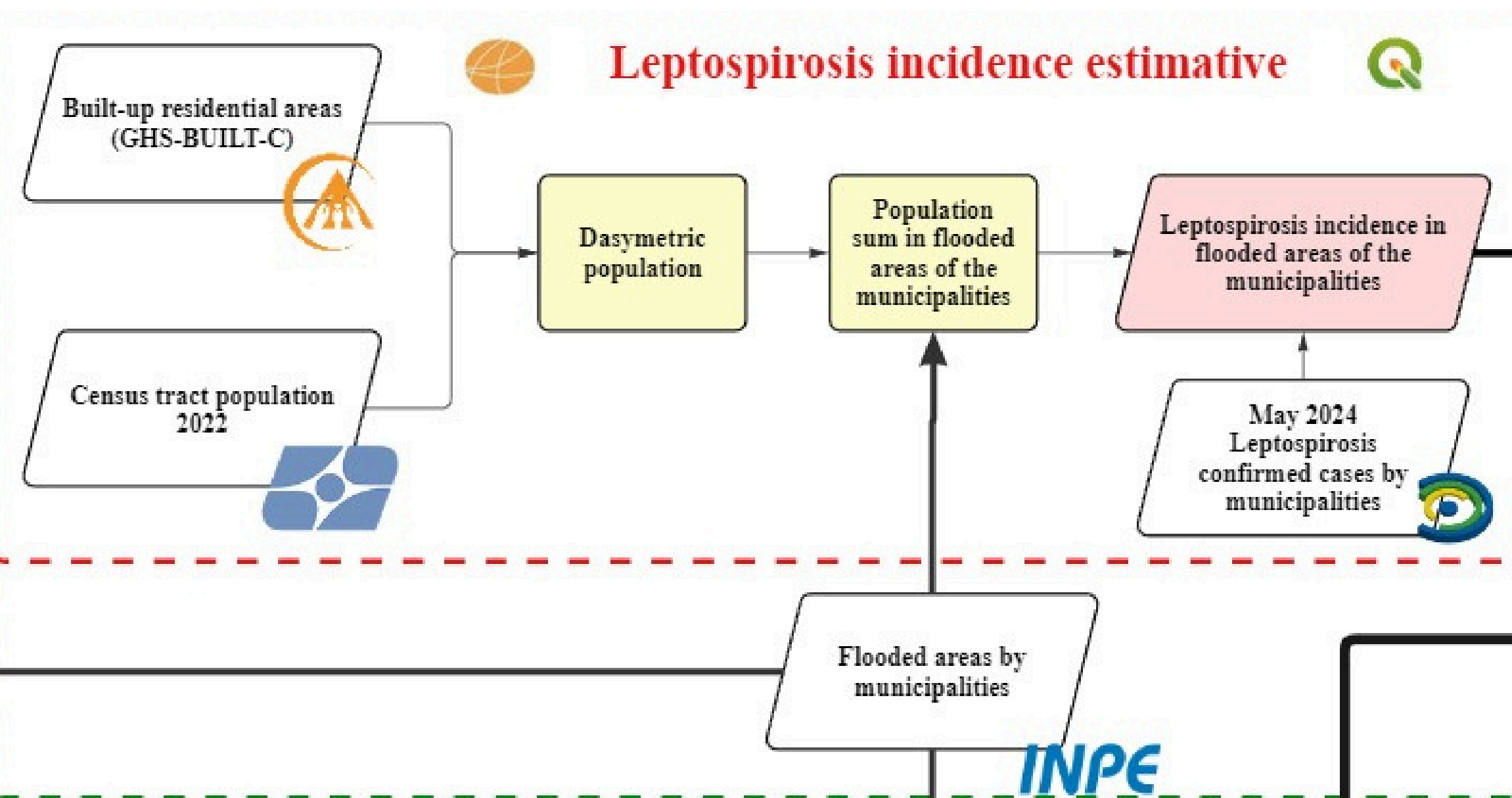
where:

- \hat{P}_d is the estimated population for each pixel d ;
- P_o is the known population in the census tract o ;
- $A_{o \cap d}$ is the area of residential pixels within the destination zone d that intersects with the census tract o ;
- A_d is the total area of residential pixels in the destination zone d ;
- n is the number of residential pixels in the destination zone.

- GHS-BUILT-C:
 - Dado de áreas residenciais
 - 10m resolução - Sentinel 2
 - Machine Learning para identificação de áreas construídas e residenciais
 - Avaliado globalmente com 50000 amostras
- Censo 2022 - Dado por setor censitário
- SINAN - Dados epidemiológicos

O modelo assume que a distribuição dentro de cada setor censitário é homogênea

Calculo da incidência por área inundada por município



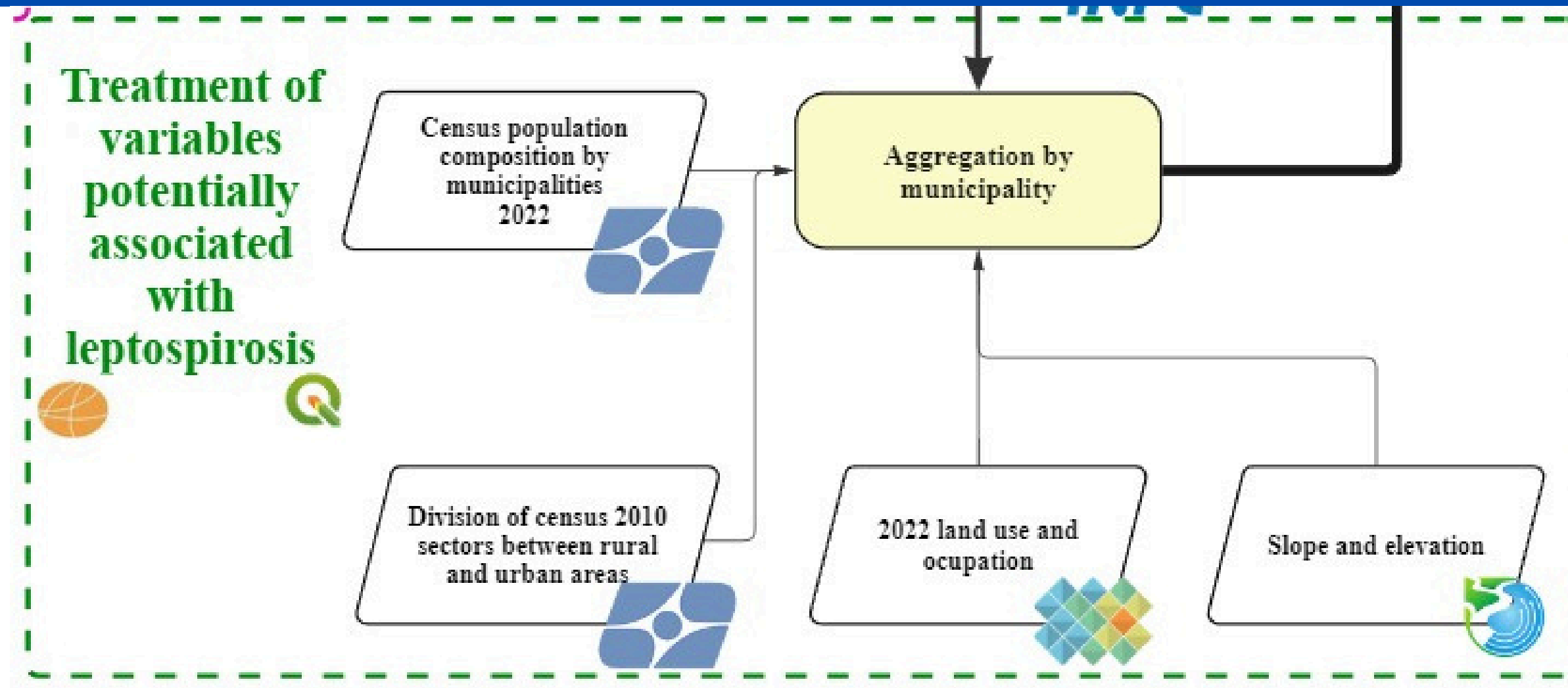
$$I_f = \frac{N_c}{\sum \hat{P}_{d,m}} \times 100,000$$

where:

- I_f is the incidence rate of leptospirosis in the flooded areas of each municipality;
- N_c is the number of confirmed cases of leptospirosis in May 2024, by municipality. Confirmed cases are defined as those that have laboratory confirmation with identification of the etiological agent, or clinical-epidemiological cases associated with the same epidemic or outbreak with laboratory-confirmed cases [15];
- $\sum \hat{P}_{d,m}$ is the sum of the dasymetric population in the flooded areas of each municipality;

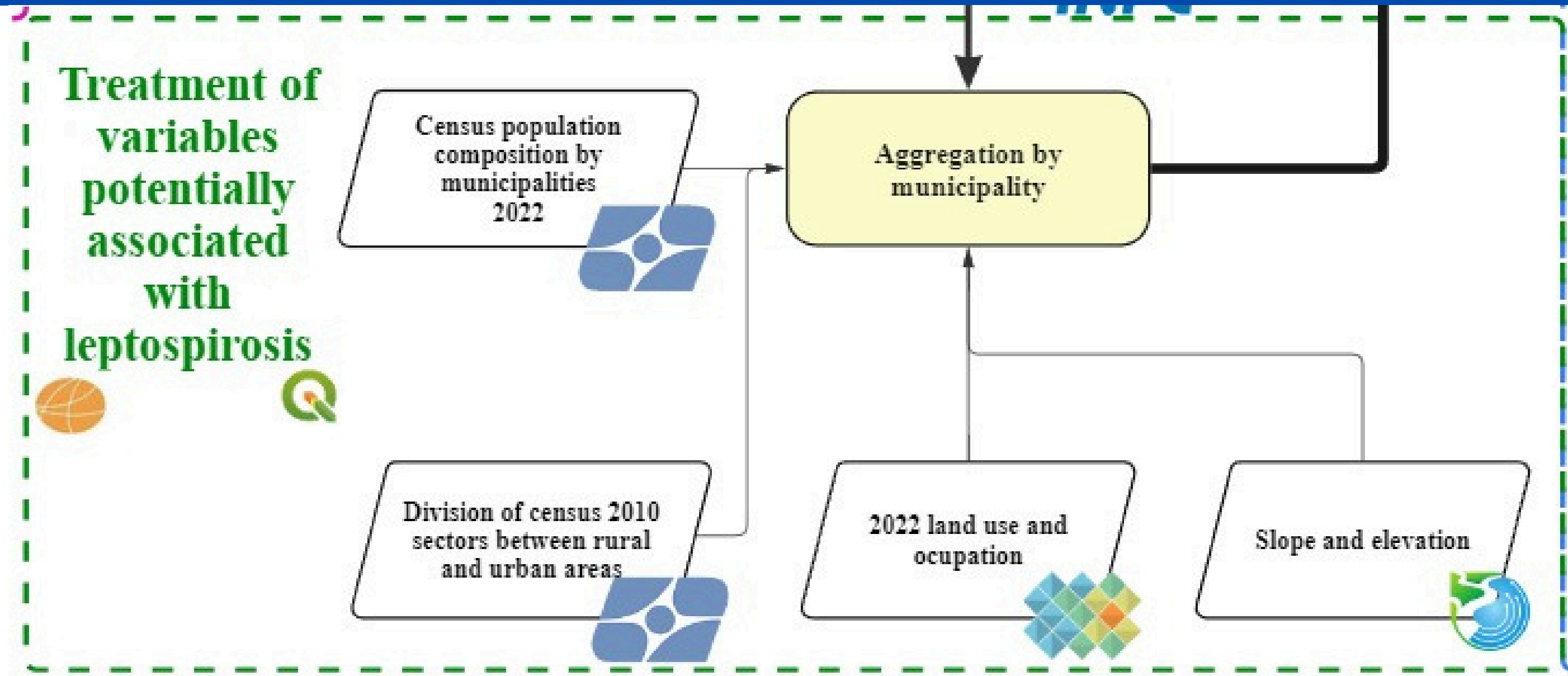
O modelo também assume que os casos de leptospirose de maio de 2024 estão todos associados à inundação

Metodologia - Tratamento de variáveis associadas à leptospirose



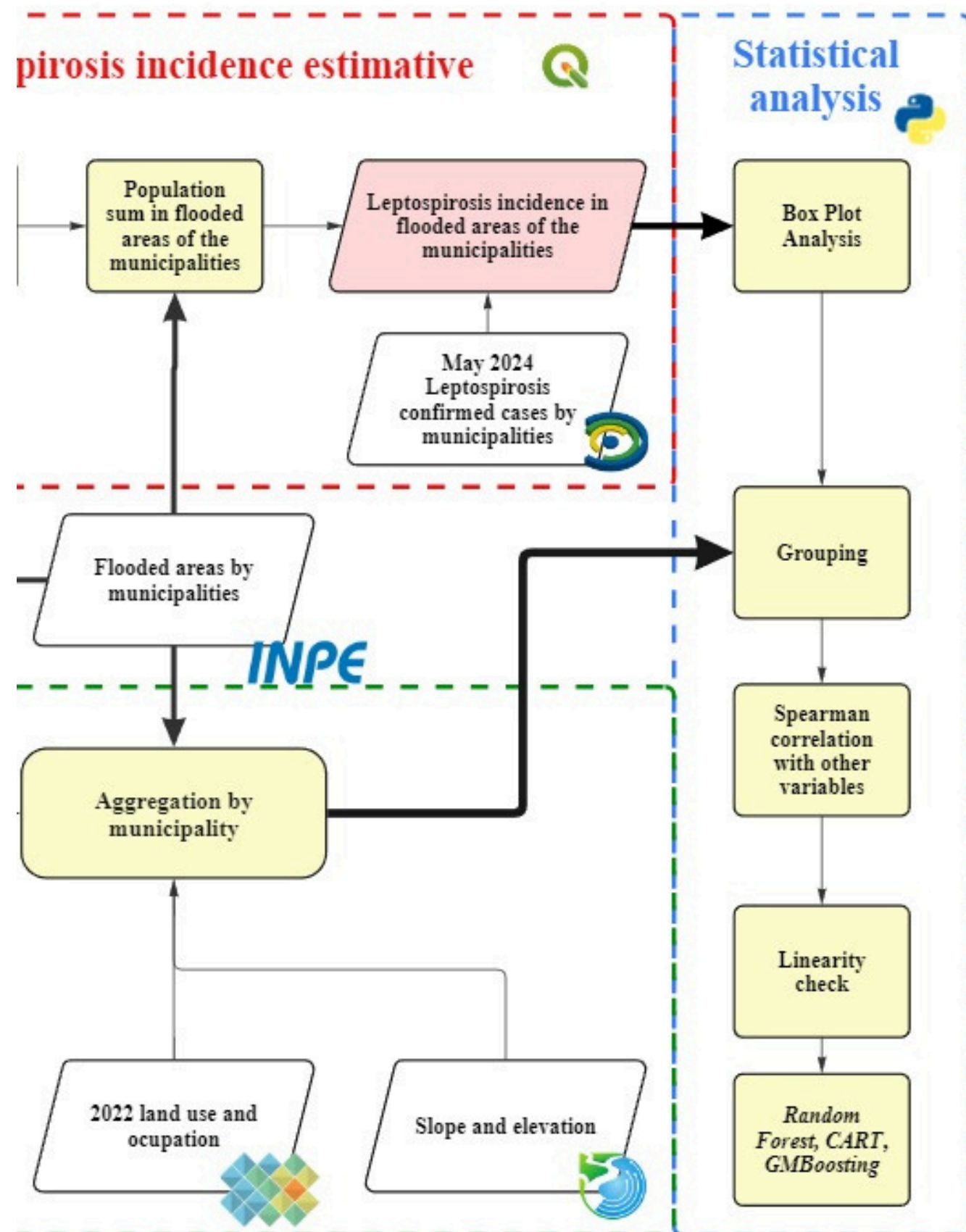
- **Características populacionais (Censo 2022):** Índice total de dependência, a população economicamente inativa masculina e feminina em cada grupo etário (até 14 anos e acima de 65 anos); a população total economicamente ativa; e as distribuições percentuais por diferentes categorias – masculino, feminino; e composição racial. Essas informações foram agregadas para cada município
- **Identificação de áreas predominantemente rurais e urbanas (Censo 2010):**
 - Legislação municipal de definição de perímetros, observações agentes do IBGE.
- **Mapbiomas (2022):**
 - Seleção de usos urbanos e rurais historicamente associados à leptospirose e aos animais associados
 - 73 a 80% de Acurácia Global por modelos de classificação (dentre eles, RF) de padrões espectrais, temporais e temporais

Metodologia - Tratamento de variáveis associadas à leptospirose



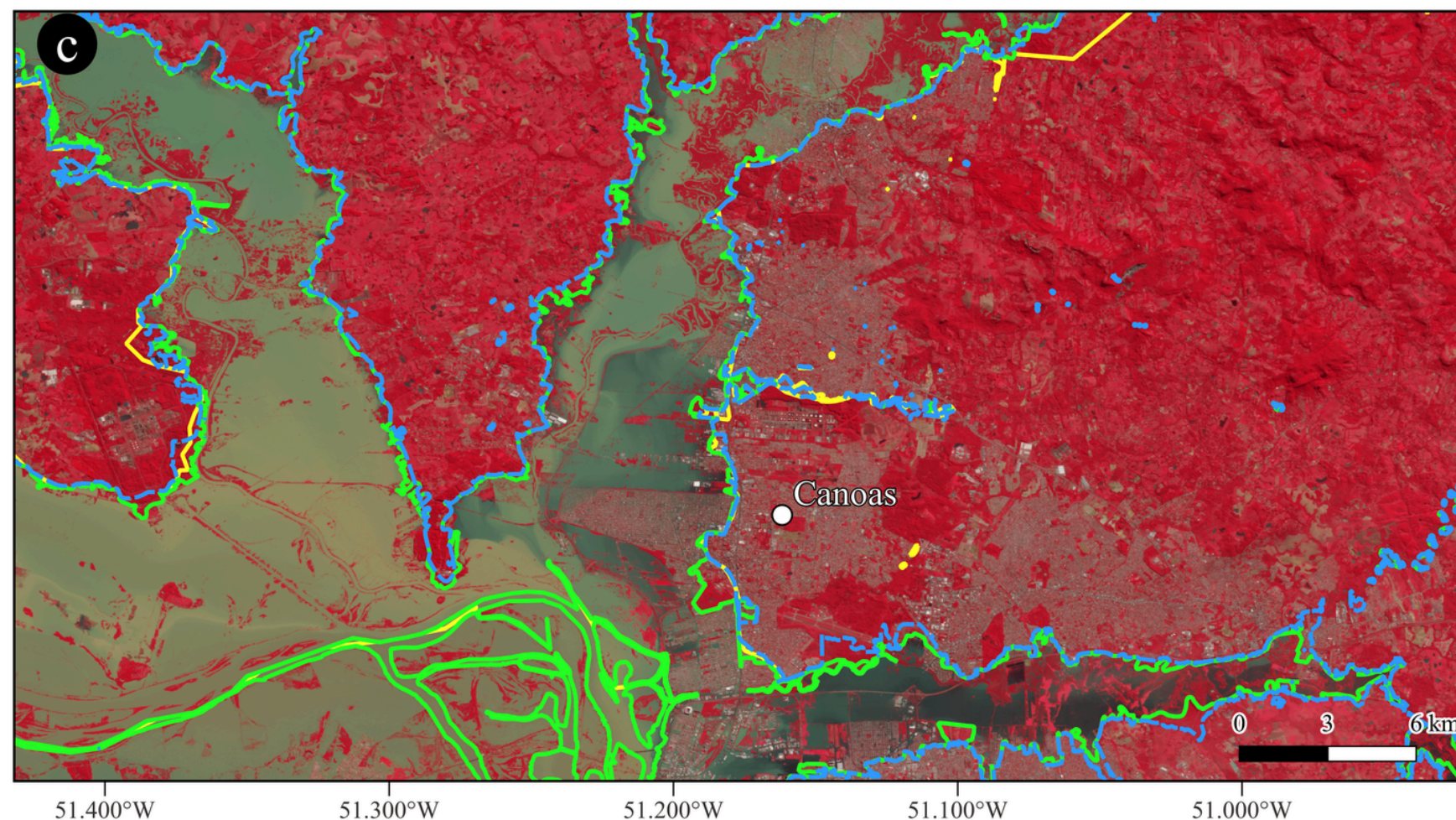
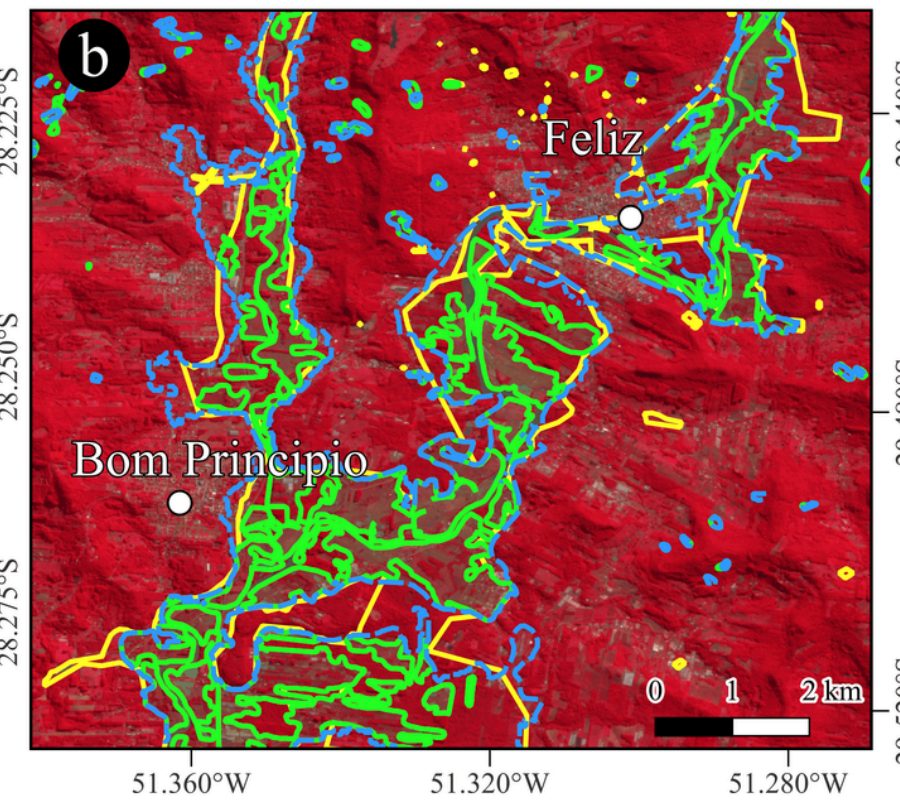
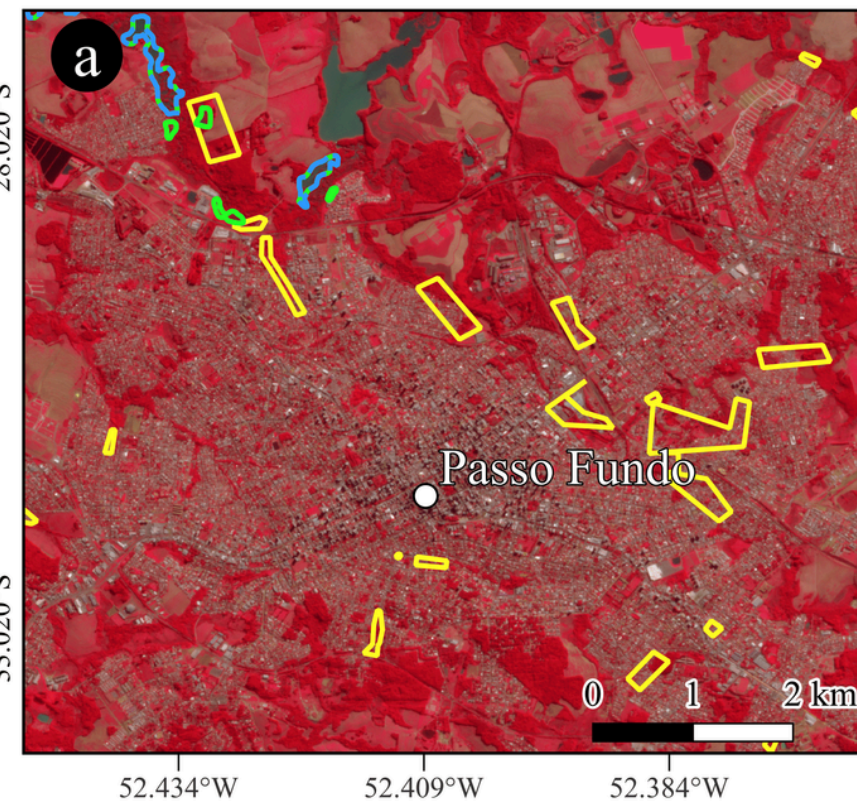
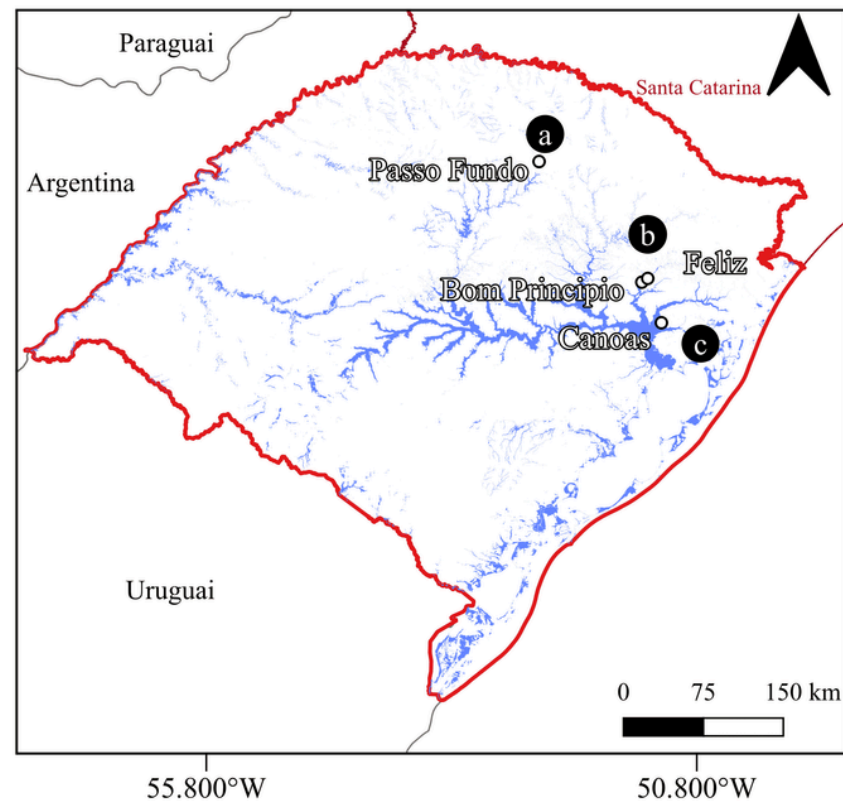
- **ANADEM - Declividade e Elevação - Historicamente associada a casos de leptospirose:**
 - Correção do viés de vegetação, no COPDEM
 - Resolução espacial 30m
 - Combinação de altimetria do GEDI e informações multiespectrais do Landsat 8 e Sentinel 2
 - ML - Treebost
 - (RMSE) de 6,55 metros em relação ao ICESAT-2 global.

Metodologia - Análise estatística entre incidência e as outras variáveis



- Agrupamento por incidência e rural x urbano, a partir da análise de Boxplots
- Verificação da correlação de Spearman entre as variáveis
- Verificação da linearidade entre a incidência e as outras variáveis
- Construção de modelos de regressão que captam relações não lineares:
 - Random Forest: ML - Agregação de árvores de decisão independentes - R^2
 - CART (Classification and Regression Trees): Construção de uma árvore binária, Métrica de Gini e entropia para definição das divisões - MSE
 - Gradient Boosting Machine: Treinamento de árvores iterativas corrigindo erros nos modelos anteriores - MSE

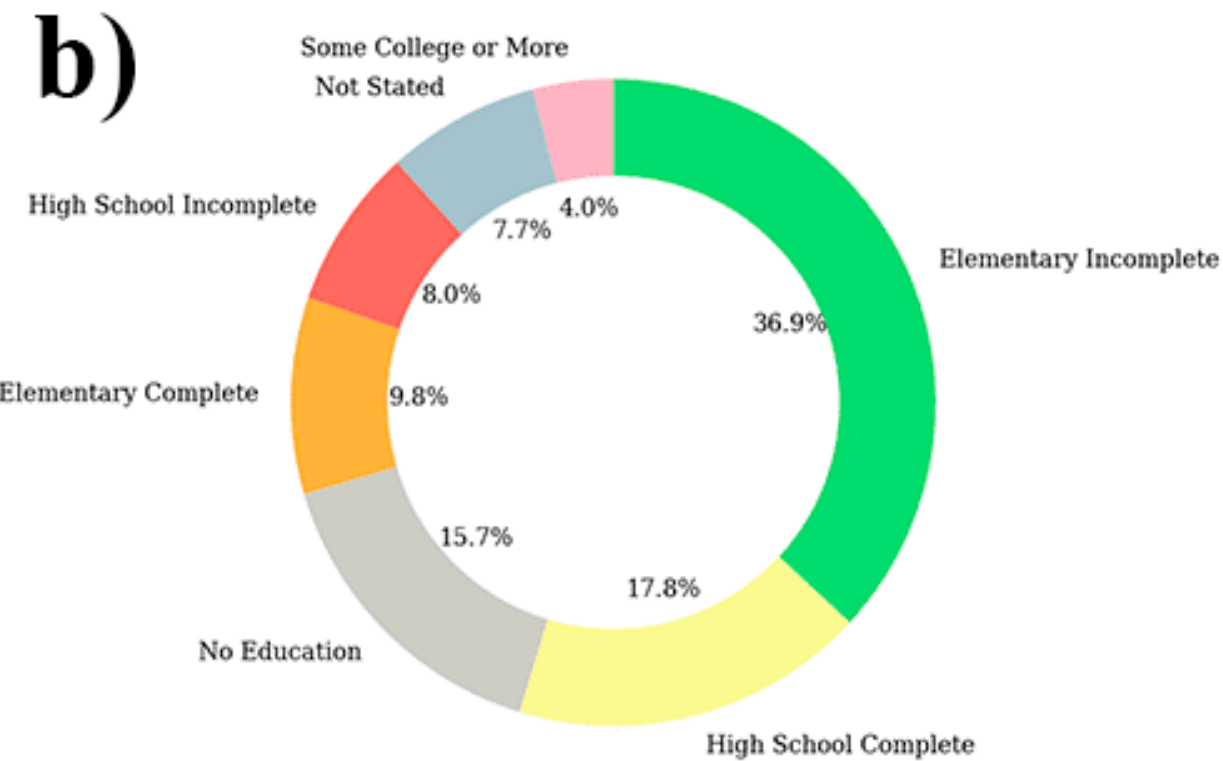
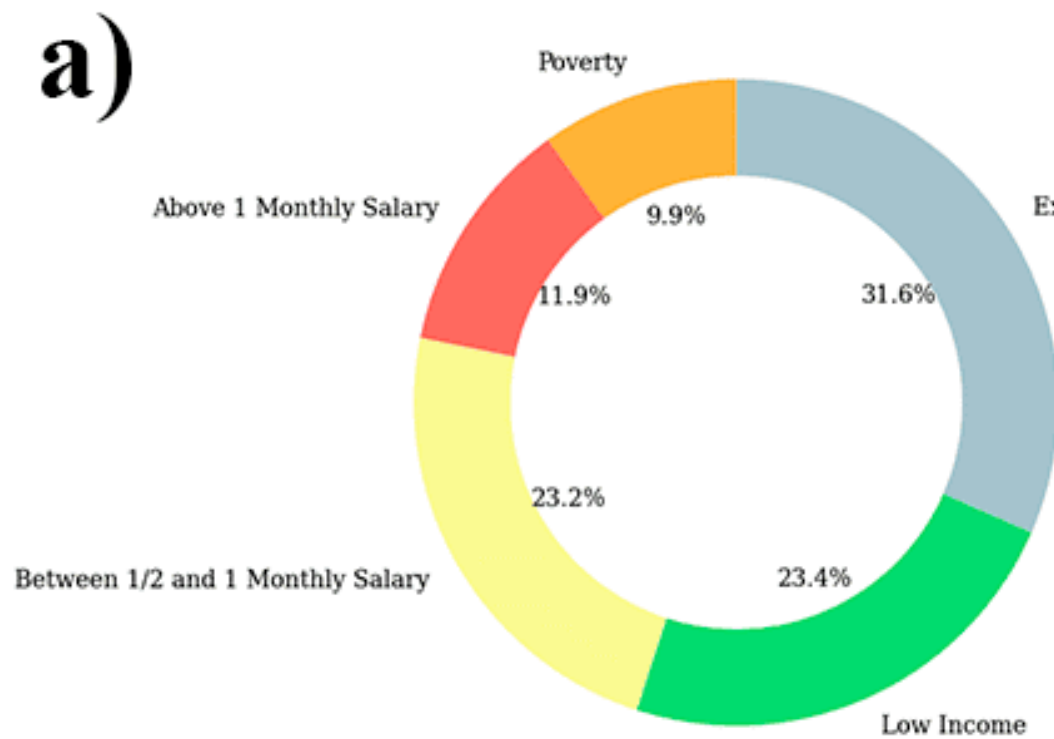
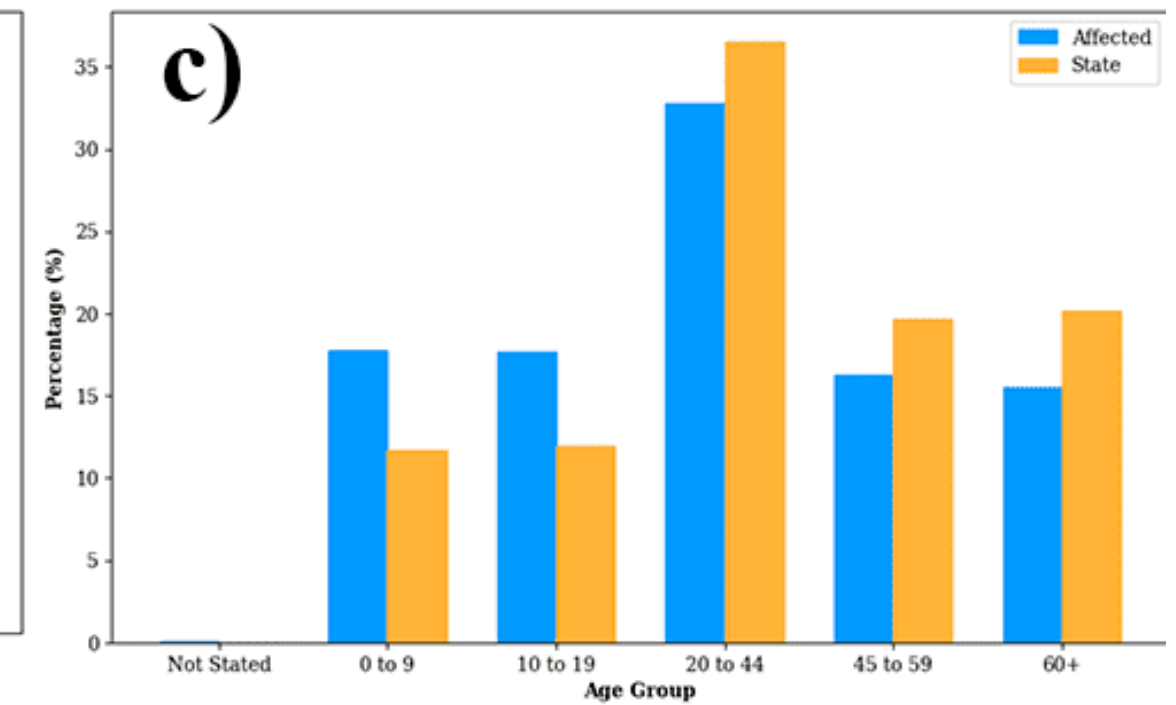
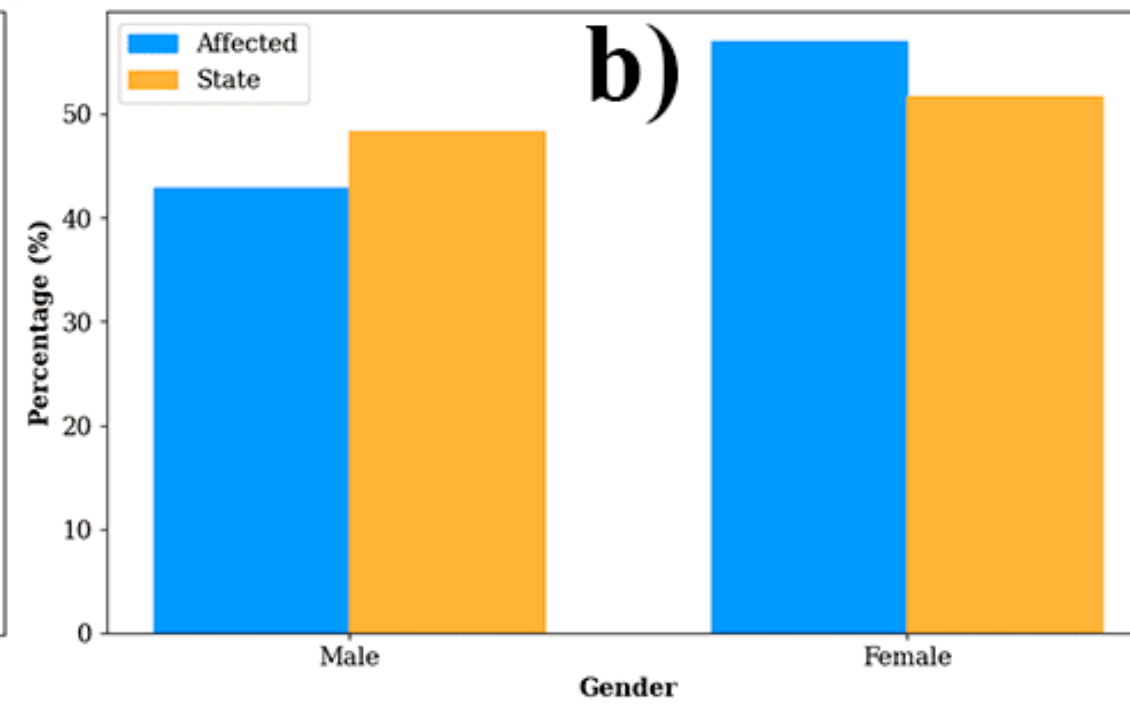
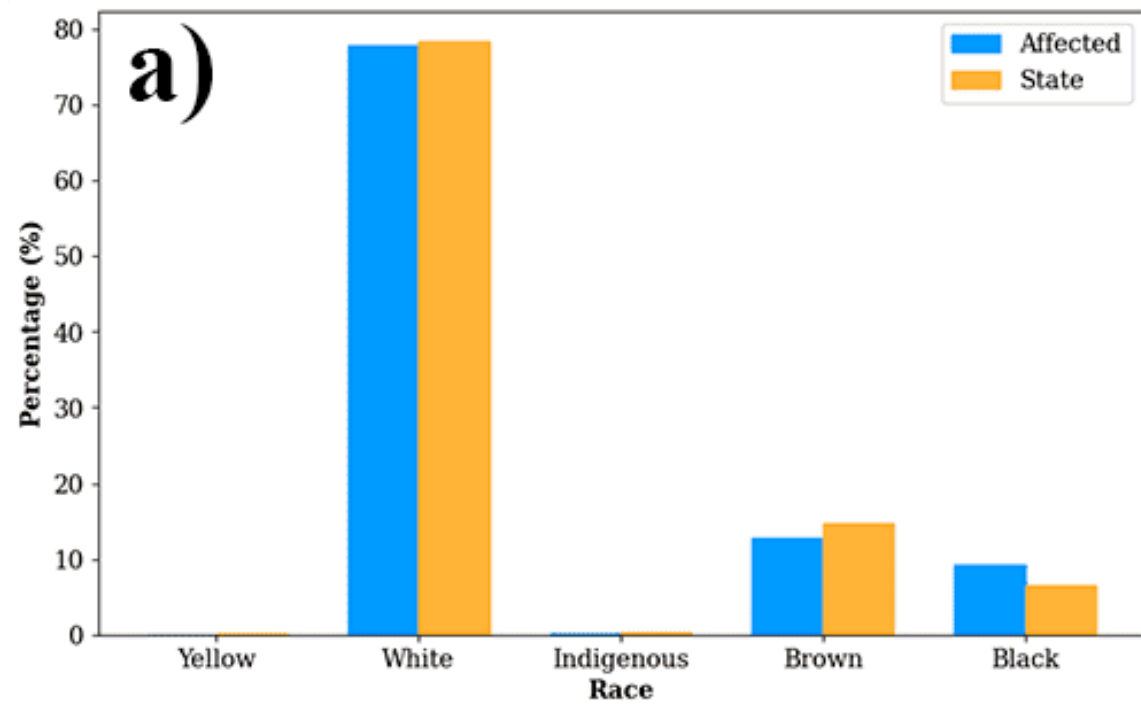
Resultados e discussão - MUP (Área)



- Municipalities
- ▭ Flooded areas - INPE
- ▭ Self-declared flooded areas - MUP RS
- ▭ Flooded areas consolidated by SPGG - MUP RS
- ▭ Rio Grande do Sul State
- ▭ Brazil States
- ▭ Brazil
- ▭ South America Countries

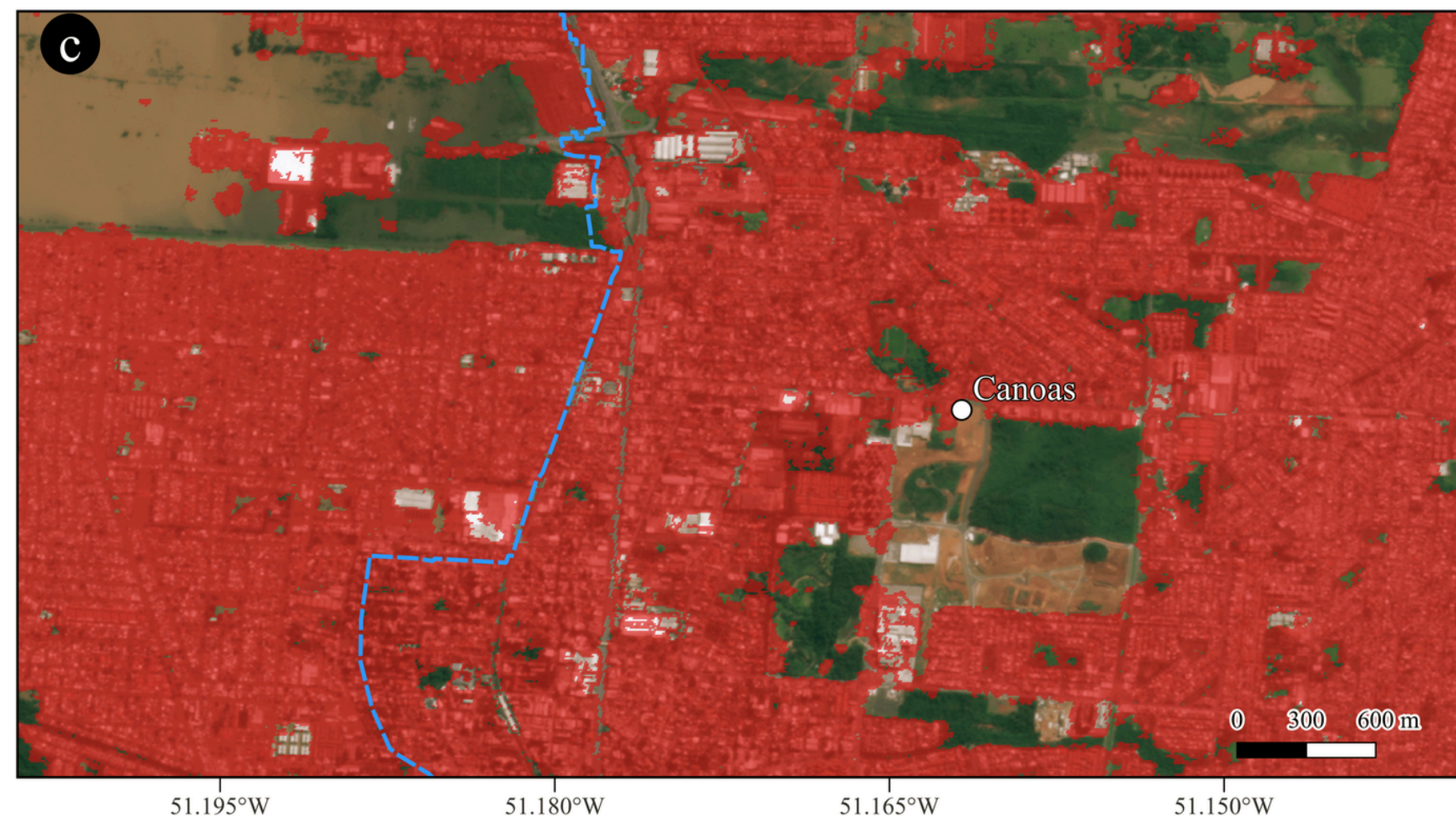
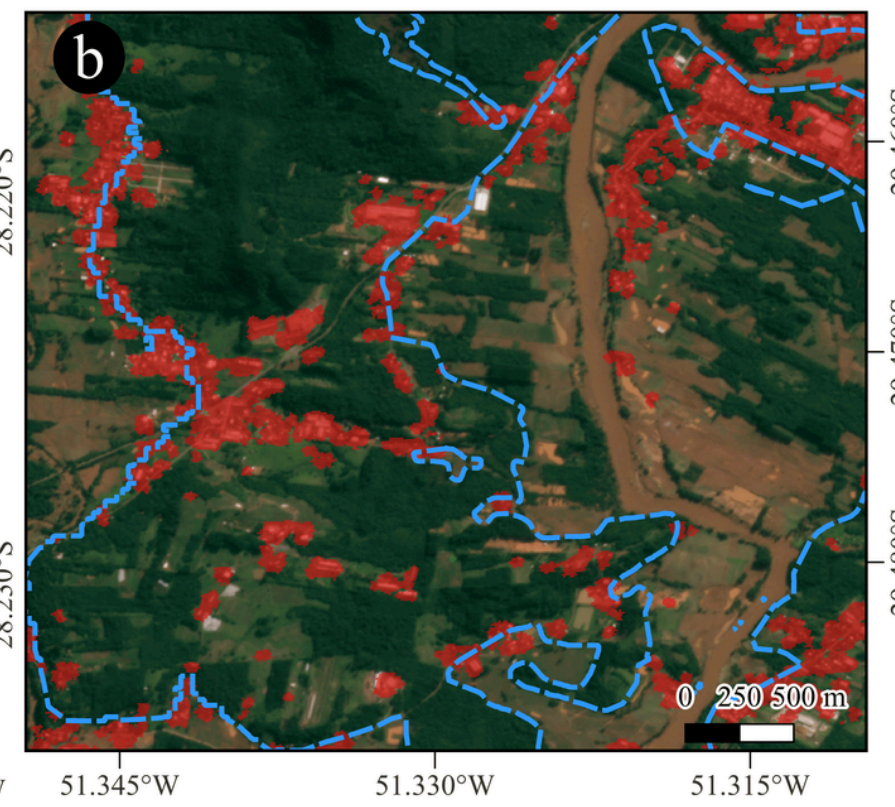
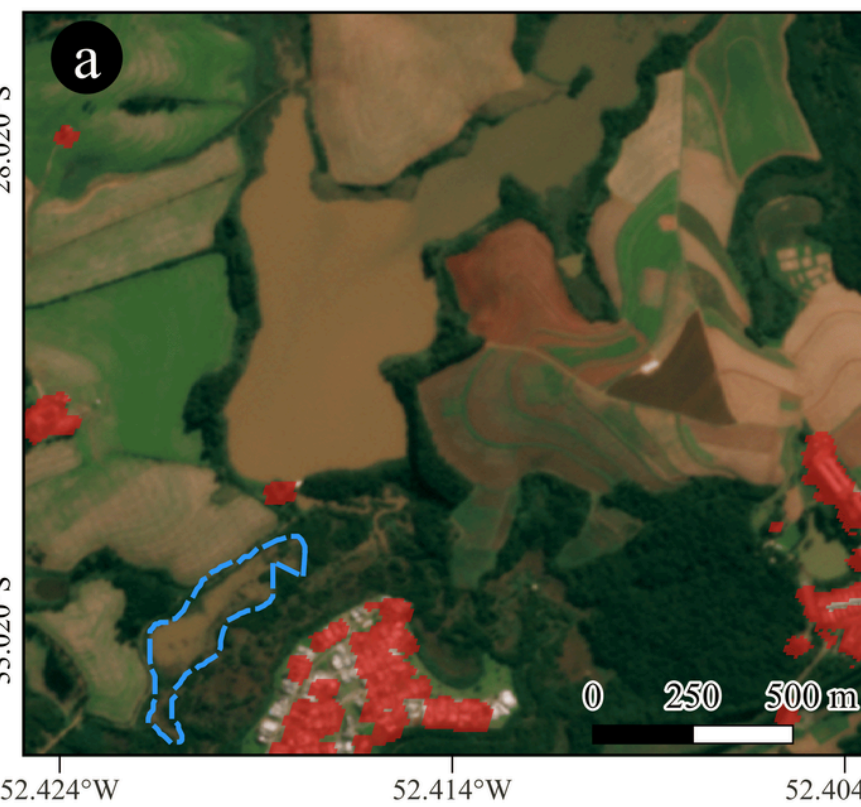
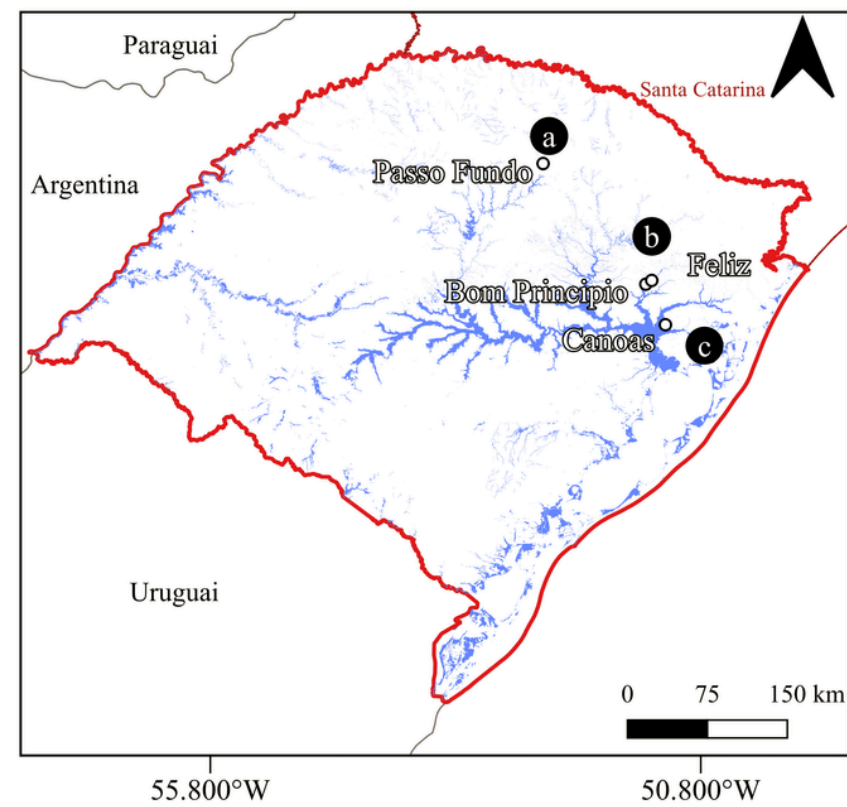
- Área MUP - 17890 km² = 16527,40 (SPGG) + 1363,19 km² autodeclarado
- Área INPE - 18661,93 km²
- Diferença 771,33 km²
- Diferenças espaciais
- Sobre e subrestimativas
- Erro de autodeclaração

Resultados e discussão - MUP (População)



- Hegemonia composição estado
- Grupos historicamente mais afetados e expostos às inundações

Resultados e discussão - Performance GHS-POP-C

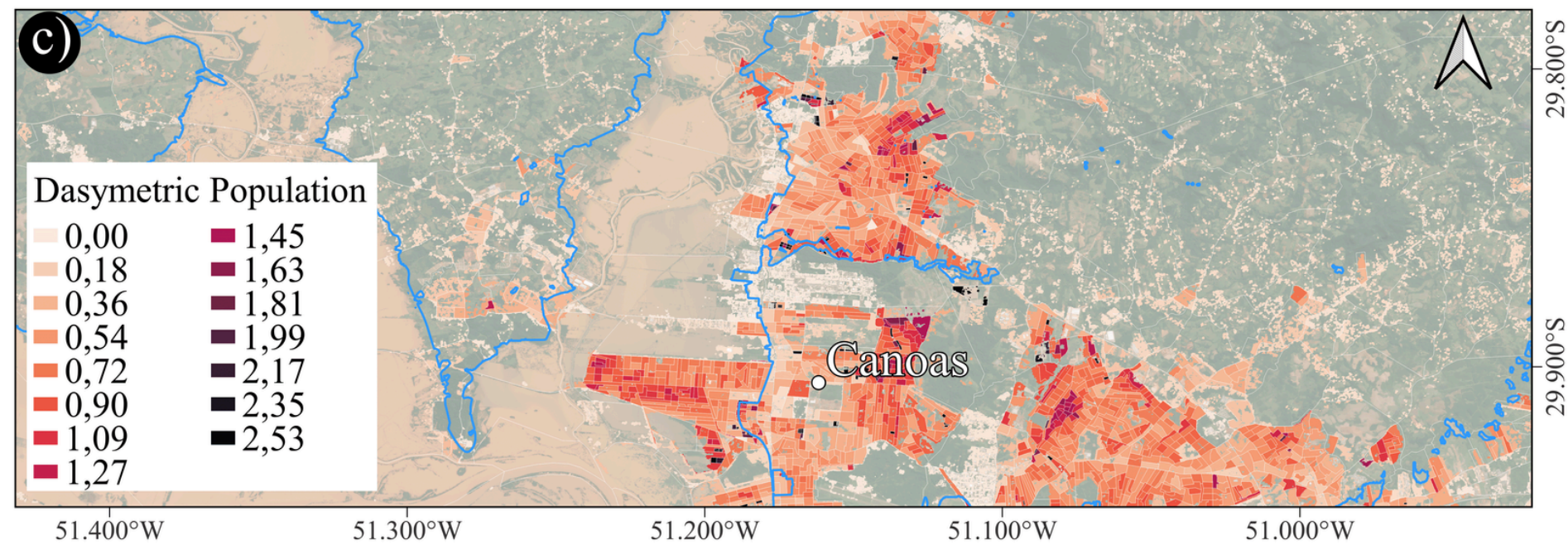
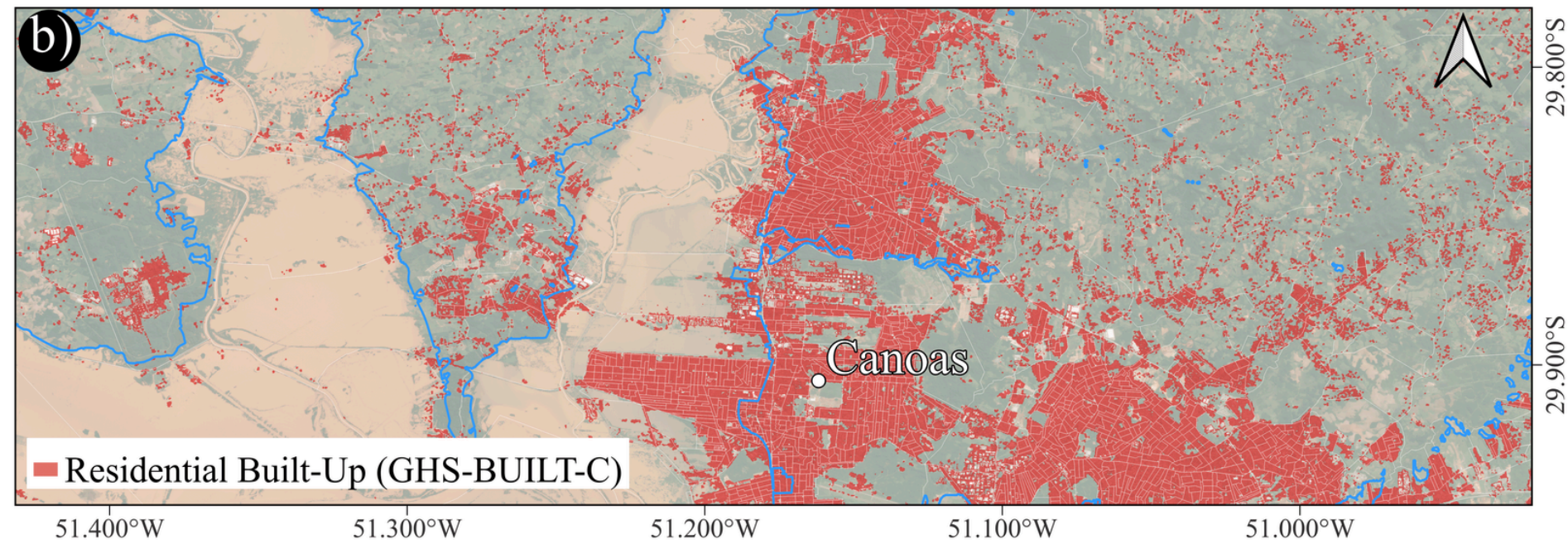
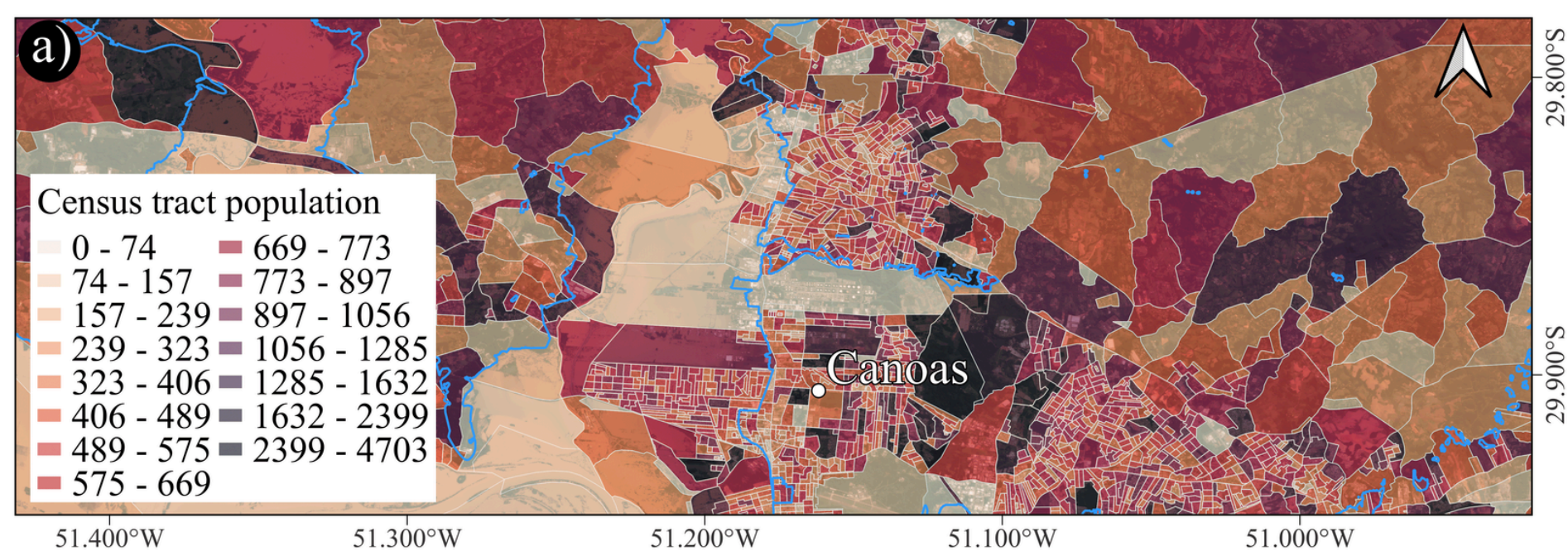


- Municipalities
- Residential Built-Up (GHS-BUILT-C)
- ▭ Flooded areas - INPE
- ▭ Rio Grande do Sul State
- ▭ Brazil States
- ▭ Brazil
- ▭ South America Countries

- Aparentemente boa performance em áreas tanto rurais quanto urbanas
- Necessidade de validação para área de estudo

Resultados e discussão

Desagregação dasimétrica

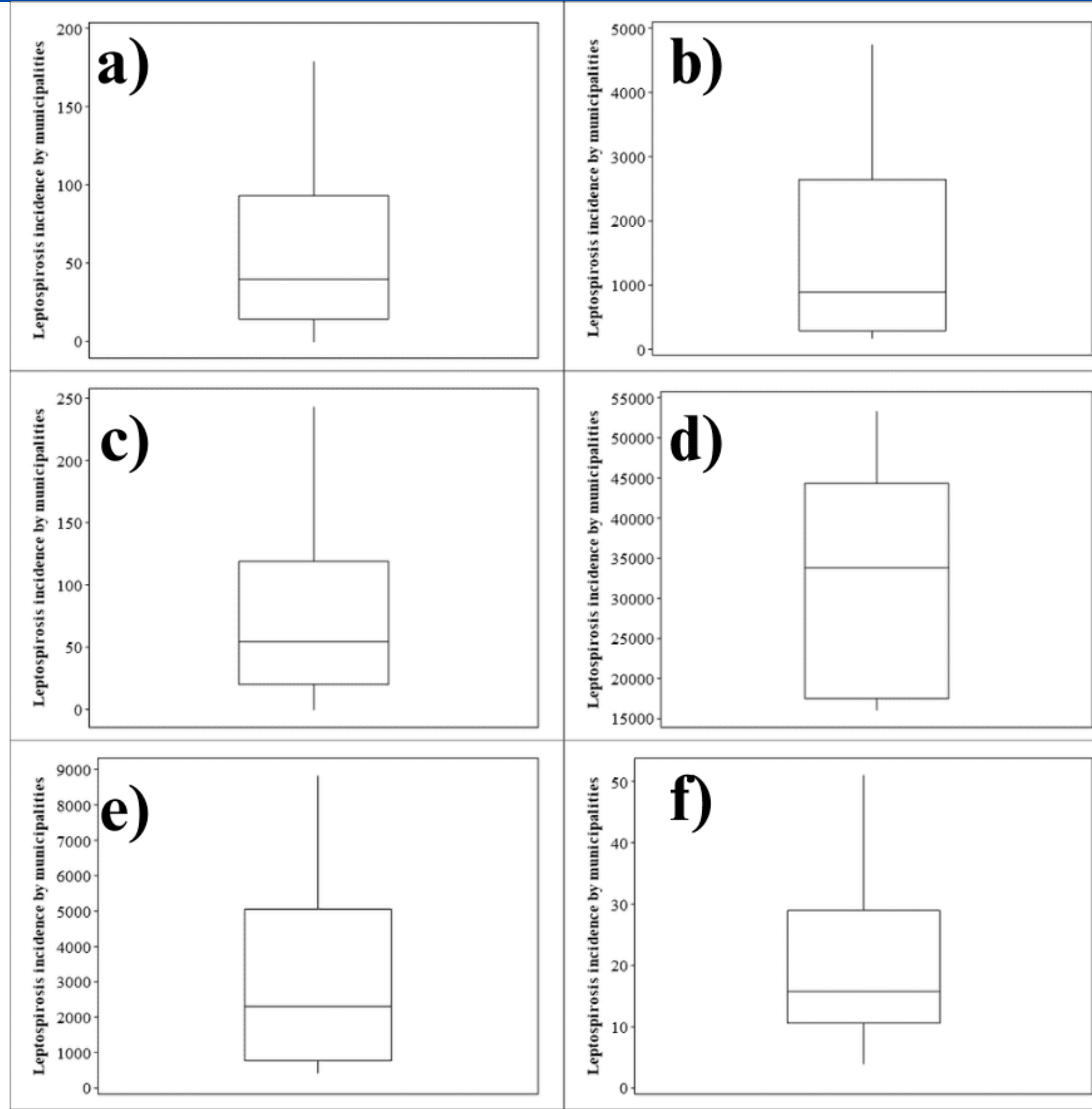


○ Municipalities □ Flooded areas - INPE

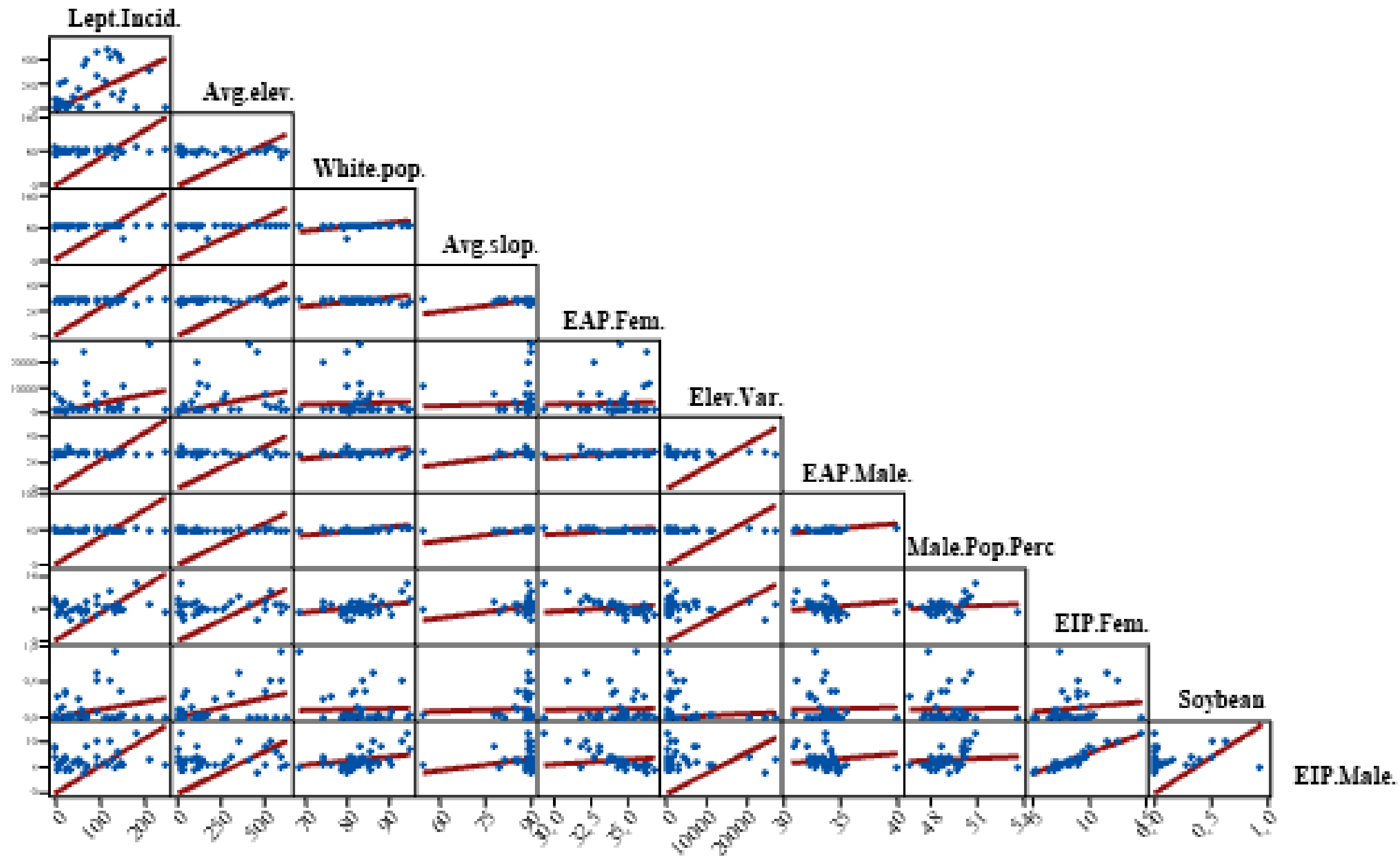
0 2 4 6 km

Desagregação
menos perceptível
em áreas urbanas e
mais notável em
áreas rurais.

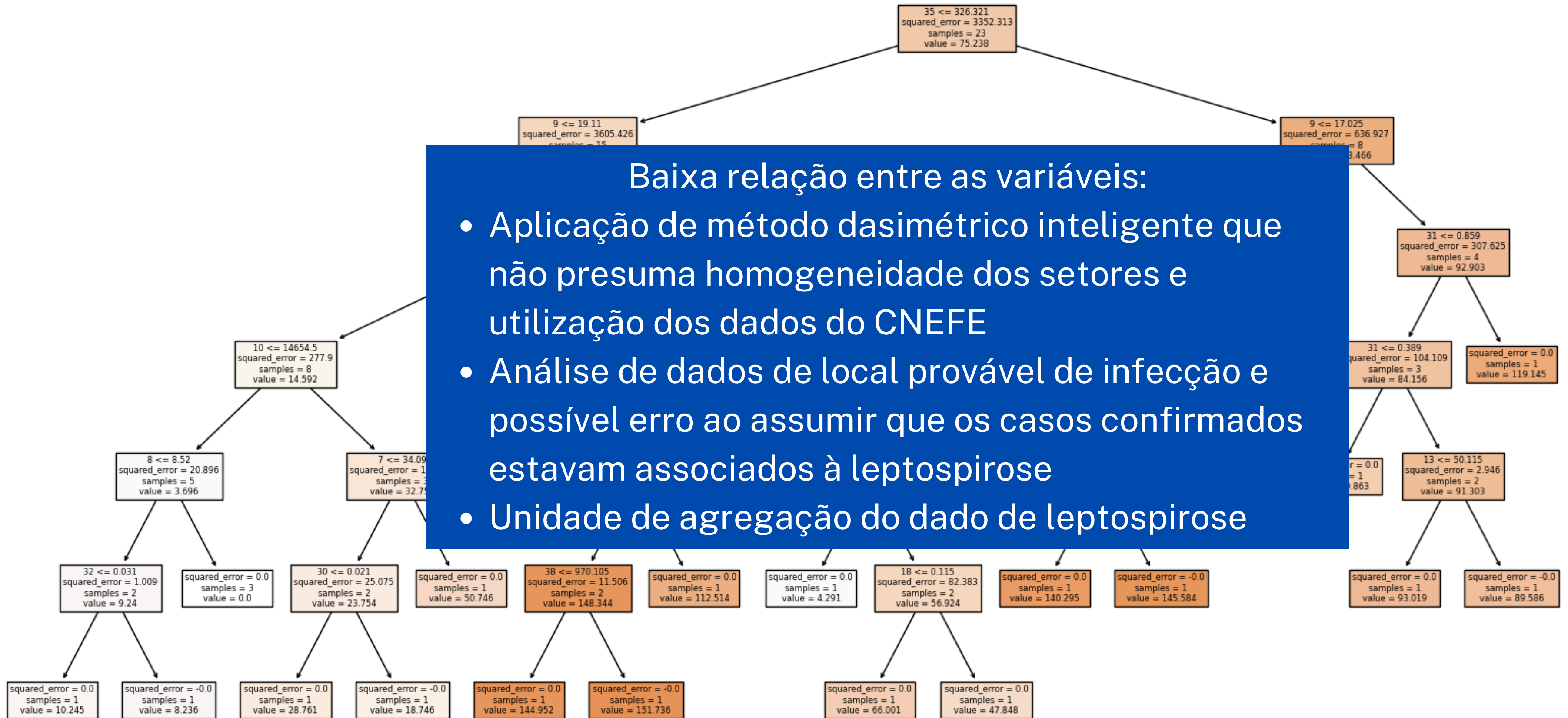
Resultados e discussão - Agrupamento



Resultados e discussão - Correlação e linearidade



Resultados - Modelos CART, RF e GMB Boosting



Baixa relação entre as variáveis:

- Aplicação de método dasimétrico inteligente que não presuma homogeneidade dos setores e utilização dos dados do CNEFE
- Análise de dados de local provável de infecção e possível erro ao assumir que os casos confirmados estavam associados à leptospirose
- Unidade de agregação do dado de leptospirose

Concluindo

- Diferenças entre os dados do INPE e do Rio Grande do Sul.
- Grupos atingidos e composição da população exposta à leptospirose. Necessidade de ações governamentais nesse sentido.
- Necessidade de aplicação de validação do GHS-BUILT-C
- Possibilidade de análise com os dados de composição do censo
- Aplicação de outros métodos
- Escolhas de outras variáveis
- Incorporação de dados de local provável de infecção