Avaliação do potencial das imagens de luzes do VIIRS em estimar a população urbana da Região Metropolitana de São Paulo, Brasil.

Vinicius E. M. Dória

Análise Espacial de Dados Geográficos

Roteiro

- Contextualização
- Objetivo
- Materiais e Métodos
- Resultados
- Conclusões

Contextualização

- Suomi National Polar-orbiting Partnership (NPP)
  - Visible Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS)

  - Desde Out/2011;
  - Primeiro mosaico livre de nuvens: Janeiro de 2013*;
  - Resolução espacial de 15 segundos de arco;
  - Resolução radiométrica de 14 bit (16.684 níveis de cinza);
  - Calibração radiométrica do sensor à bordo do satélite.

Contextualização

- Já há alguns anos que a academia científica utiliza os dados de luzes dos sensores *Operational Linescan System* em estudos relacionados à urbanização.
- Estimar população e/ou consumo de energia elétrica (Amaral et al., 2005; 2006; Doll e Pachauri, 2010; Letu et al., 2010; Ma et al., 2012)
- Escala de análise: Regional à Global.

Objetivos

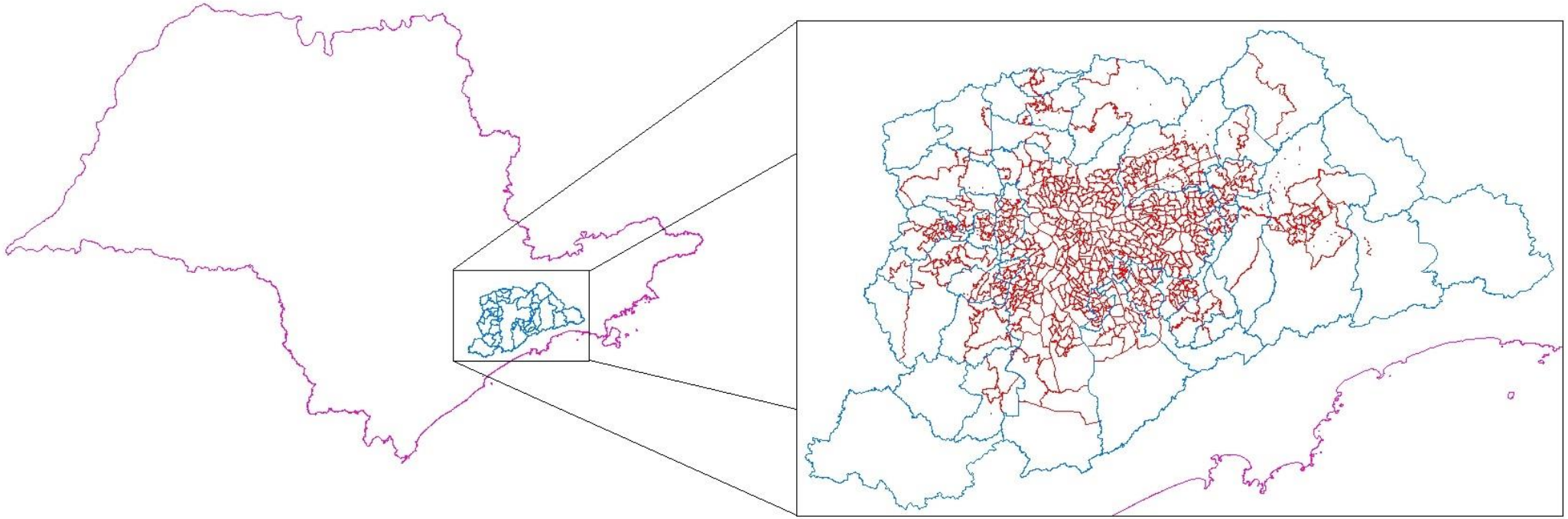
- Avaliar o potencial das imagens de luzes do VIIRS em estimar a população urbana da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) numa escala local, utilizando áreas de ponderação como unidade de análise.

- Capturar possíveis variações espaciais intra-urbanas da relação entre os dados de luzes e os dados de população.

    - Modelo de Regressão Linear Simples e Regressão Geograficamente Ponderada (GWR - Geographically Weighted Regression)

Área de Estudo

- A área de estudo compreende 619 áreas de ponderação urbanas presentes nos 39 municípios da RMSP, totalizando 6.207,18 km².

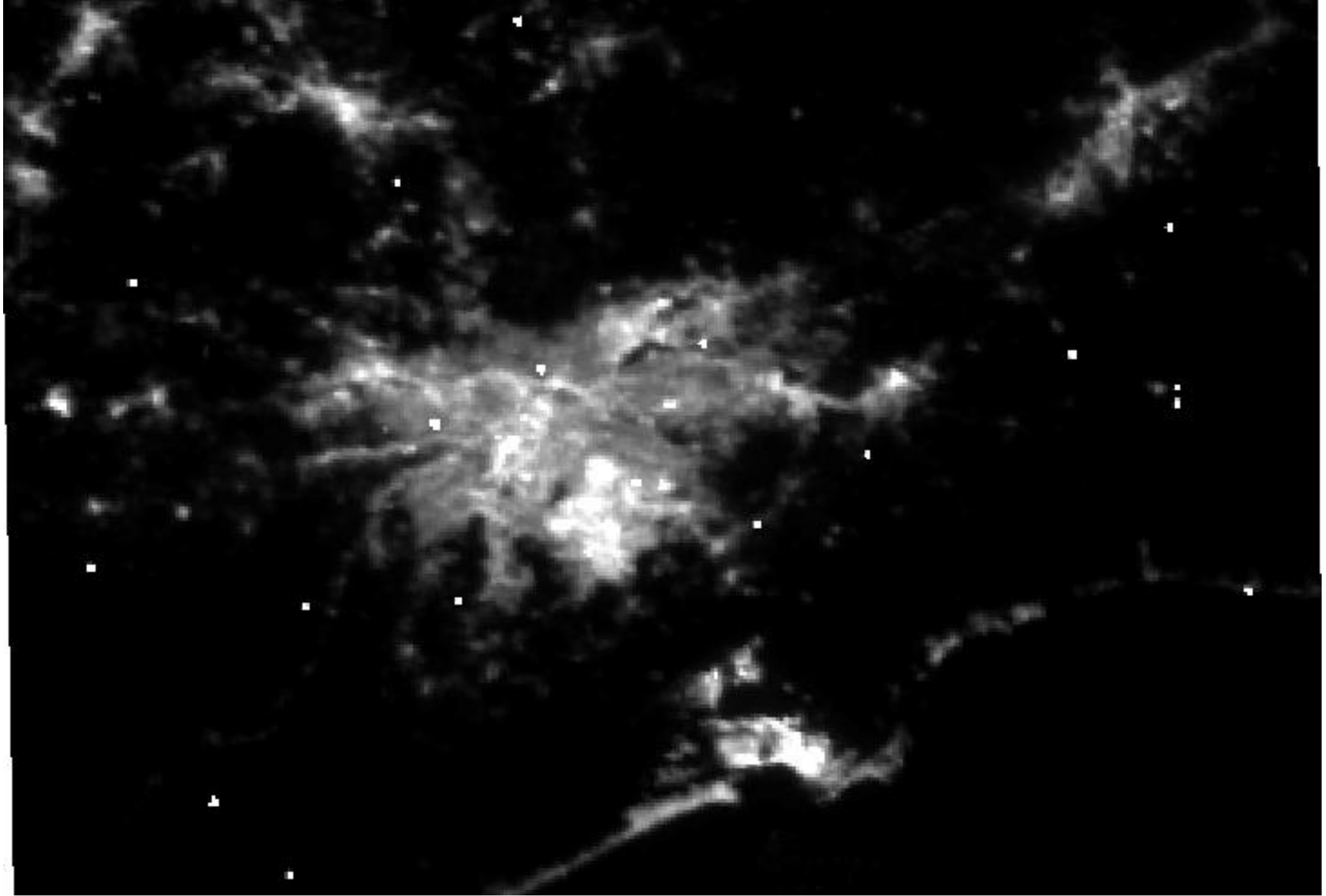


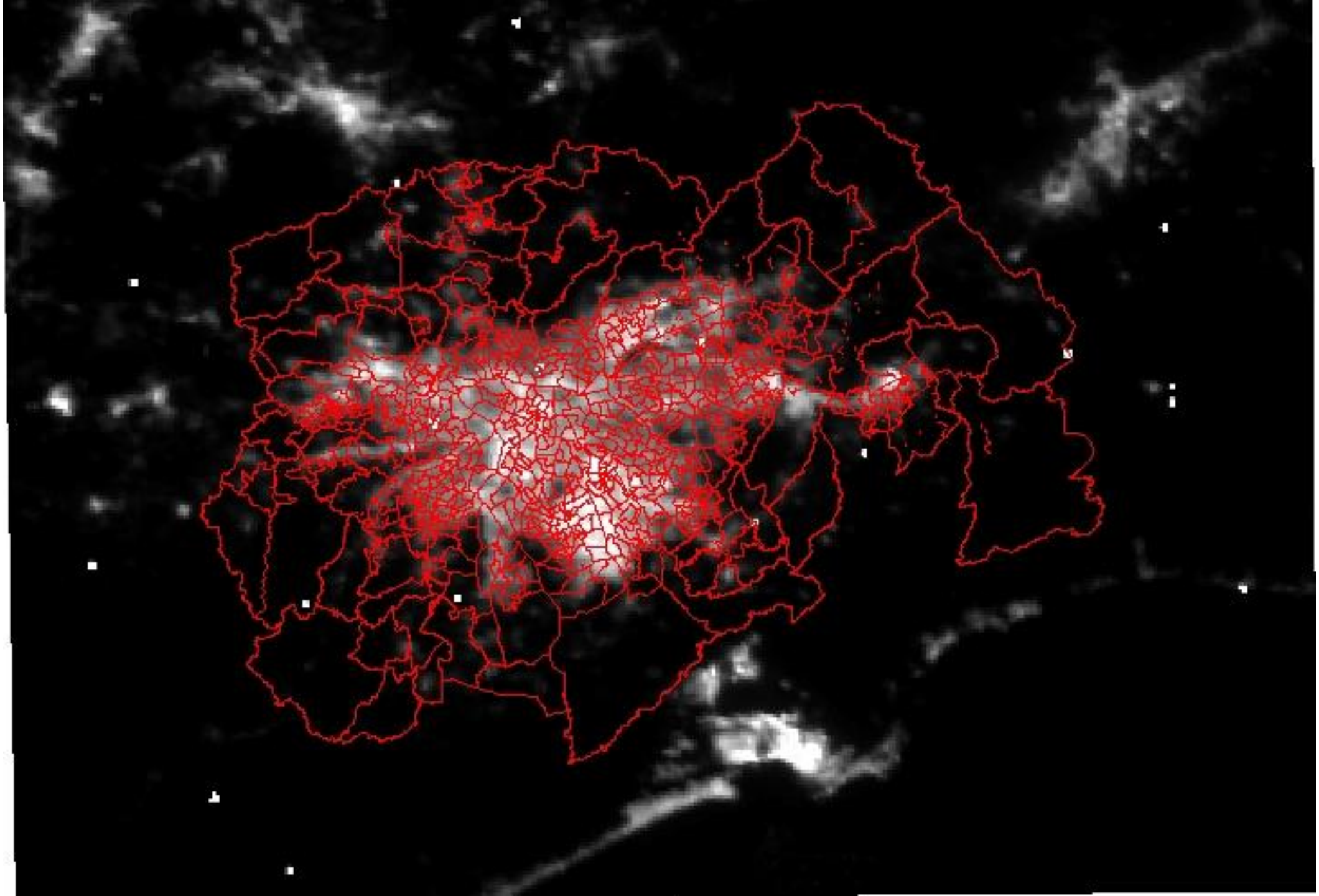
Materiais e Métodos

- Áreas de Ponderação Urbanas.
  - **Urbano:** Área interna ao perímetro urbano de um distrito, composta por setores nas seguintes situações de setor: 1 – área urbanizada de vila ou cidade, 2 – área não urbanizada de vila ou cidade, 3 – área urbana isolada.

- População (Censo 2010) agregado por áreas de ponderação.

- Imagem de luzes noturnas do VIIRS.
  - Resolução espacial de ~500m.

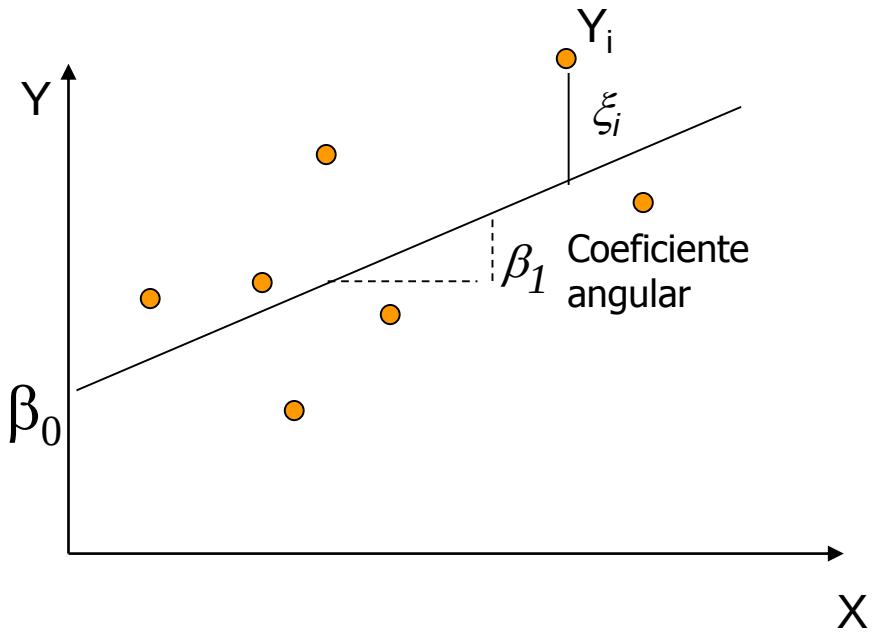




Materiais e Métodos

- Regressão Linear Simples (Global)
  - Todas as observações consideradas na análise são utilizadas para estimar um único modelo.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i + \varepsilon$$



Materiais e Métodos

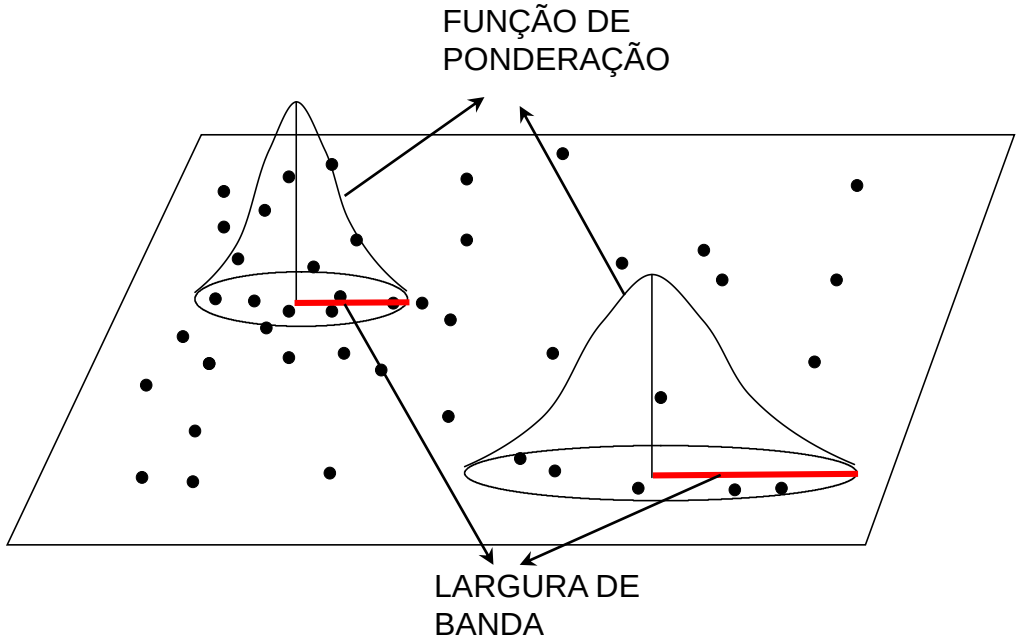
- Geographically Weighted Regression – GWR (Local)
  - Ajusta um modelo de regressão a cada ponto observado, ponderando todas as demais observações como função da distância a este ponto.

$$Y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \beta_1(u_i, v_i)X_i + \varepsilon$$

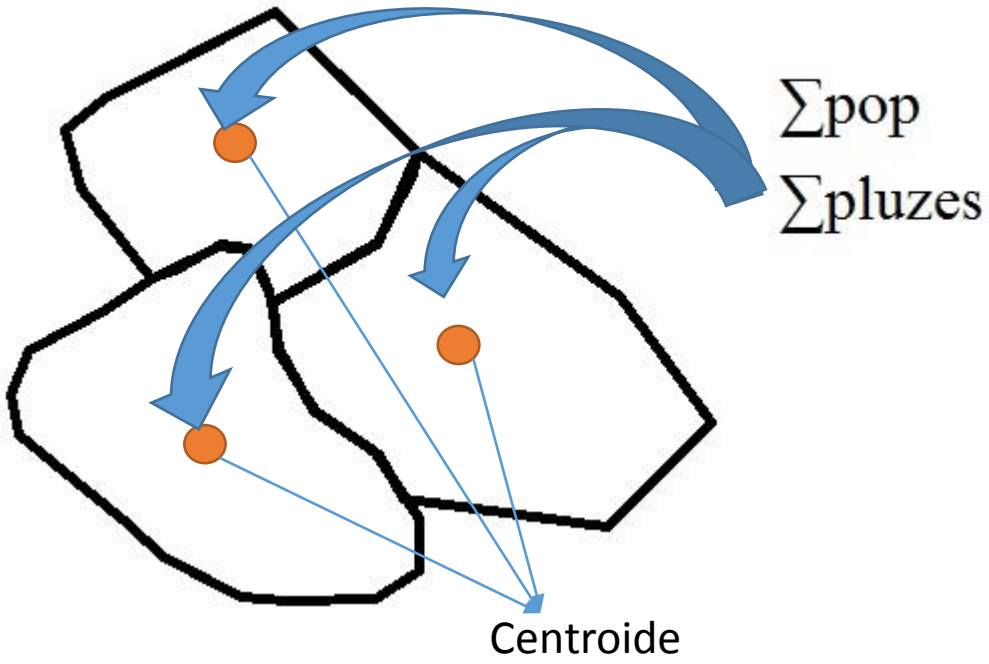
Função: Gaussiana

Banda: 25 vizinhos

Adaptativo

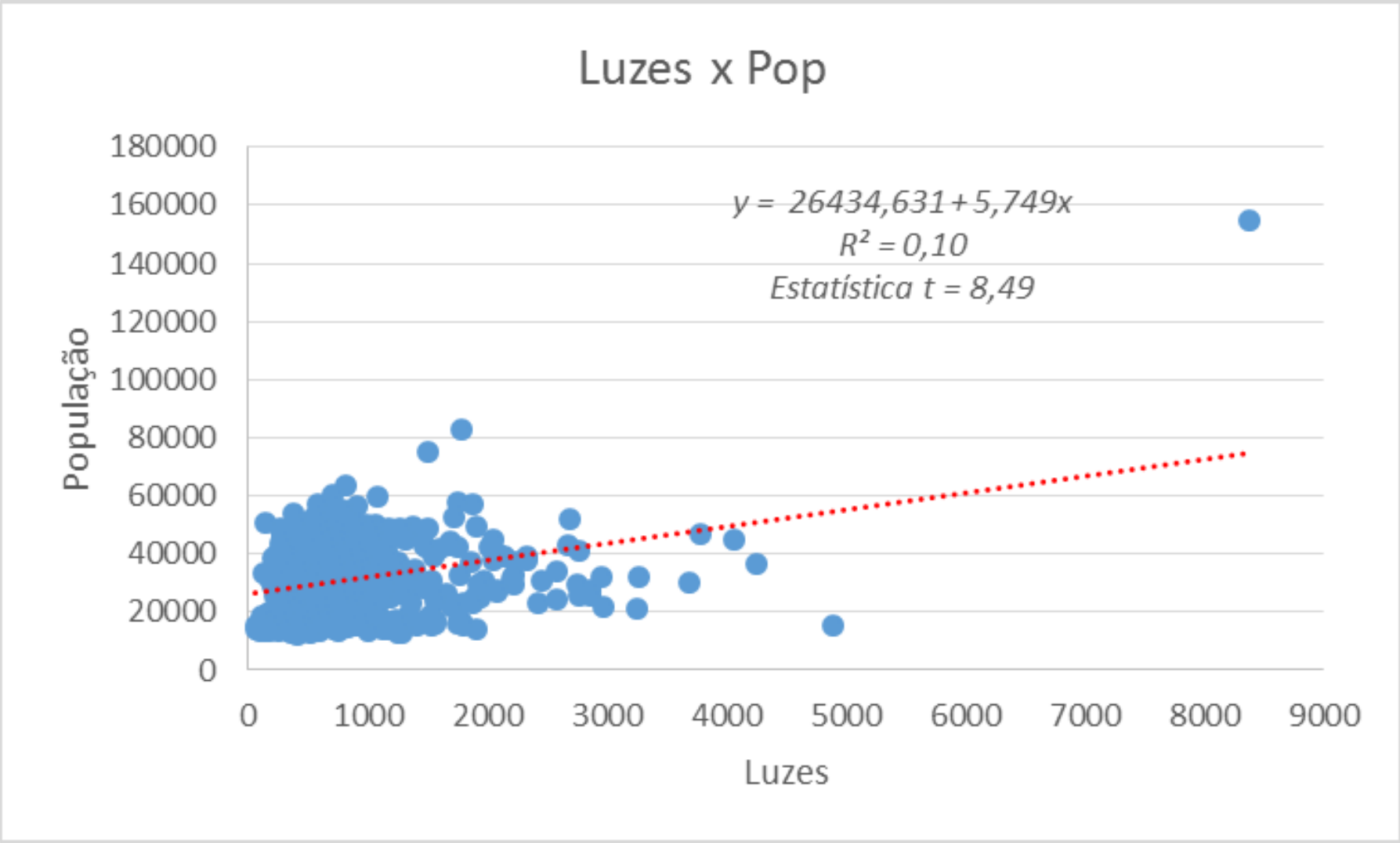


Materiais e Métodos



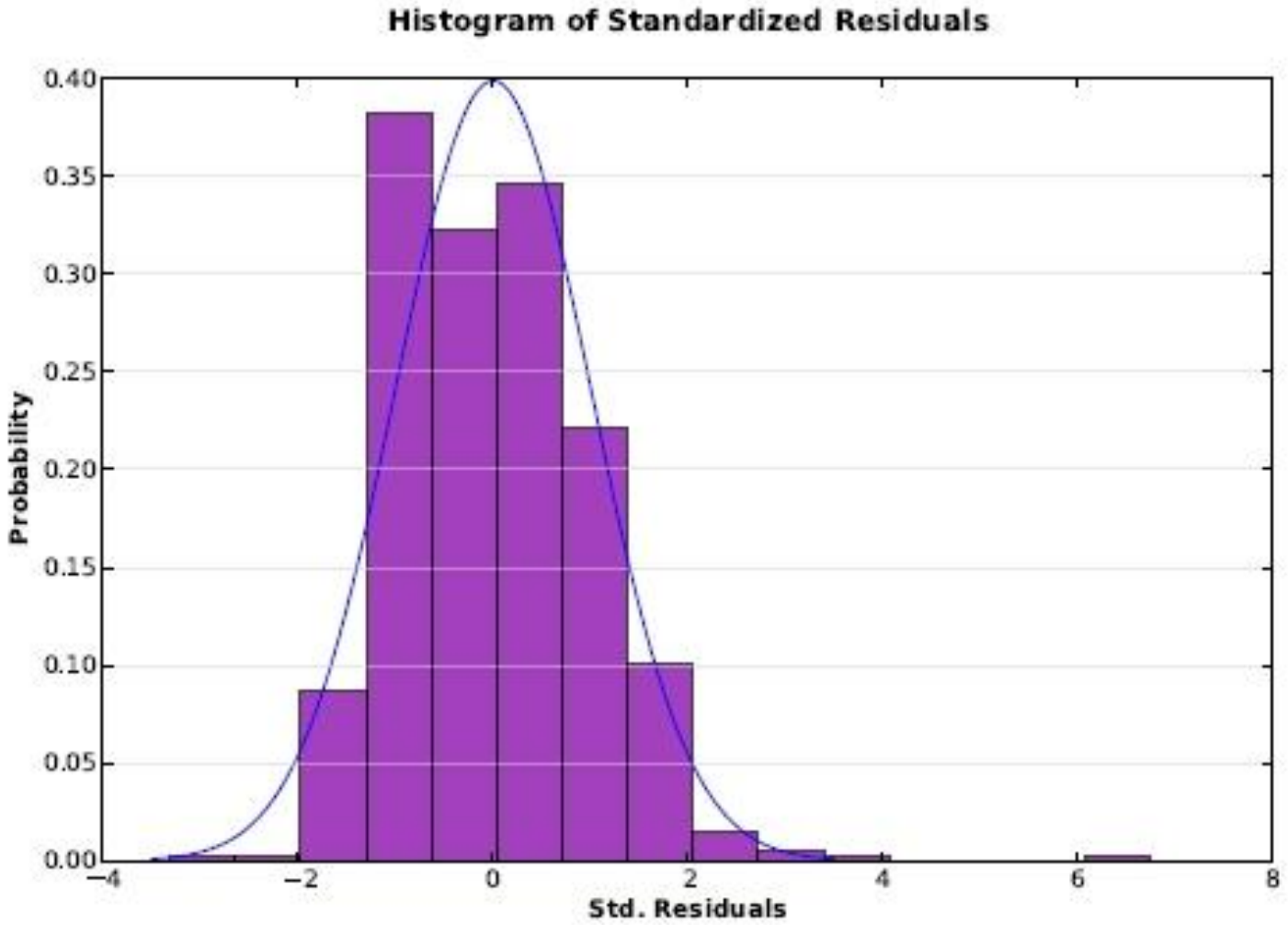
	OBJECTID *	Shape *	CD_APONDE	SIT_DOM	SUM_V002	SUM_grid_code
▶	51	Polygon M	3513801005011	1	16165	137.727947
	311	Polygon M	3550308005009	1	18471	253.975433
	41	Polygon M	3513801005001	1	17448	232.980946
	60	Polygon M	3513801005020	1	15634	260.657738
	330	Polygon M	3550308005028	1	24965	264.232662
	296	Polygon M	3548807003003	1	12290	412.985359
	139	Polygon M	3522505005005	1	13252	97.067345
	173	Polygon M	3529401005002	1	14410	126.999685
	304	Polygon M	3550308005002	1	22283	315.411766
	59	Polygon M	3513801005019	1	14337	242.95401

Resultados – Regressão Linear Simples



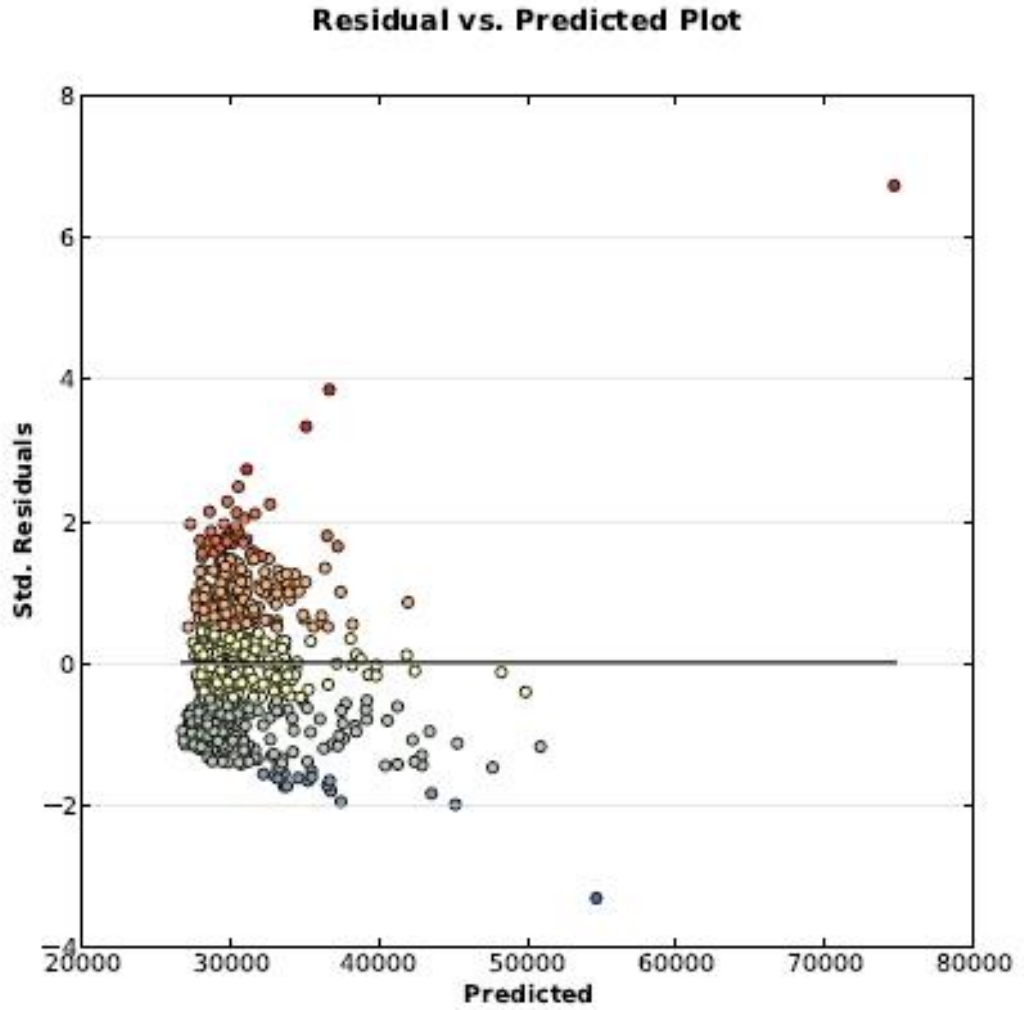
Resultados – Regressão Linear Simples

- Análise dos resíduos
  - Normalidade



Resultados – Regressão Linear Simples

- Análise dos resíduos
  - Aleatoriedade

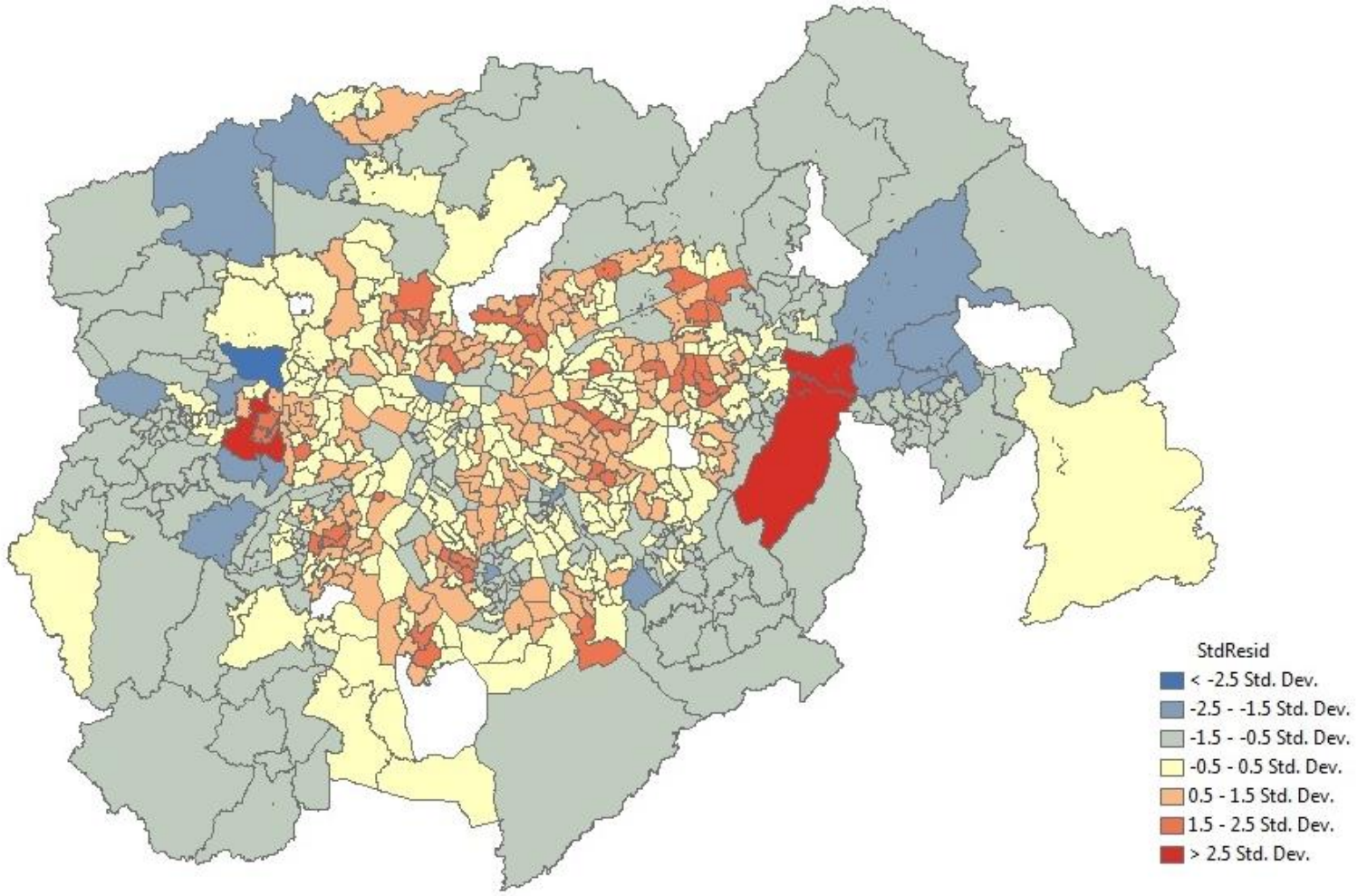


Resultados – Regressão Linear Simples

- Análise dos resíduos
  - Mapa

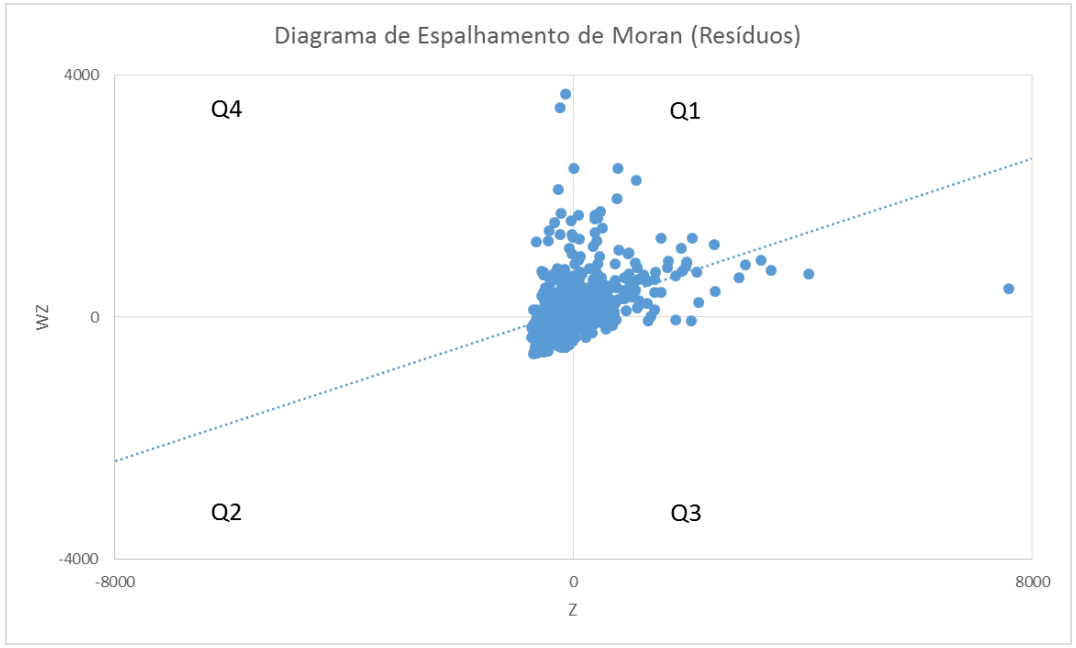
Índice *I* de Moran Global: 0,45

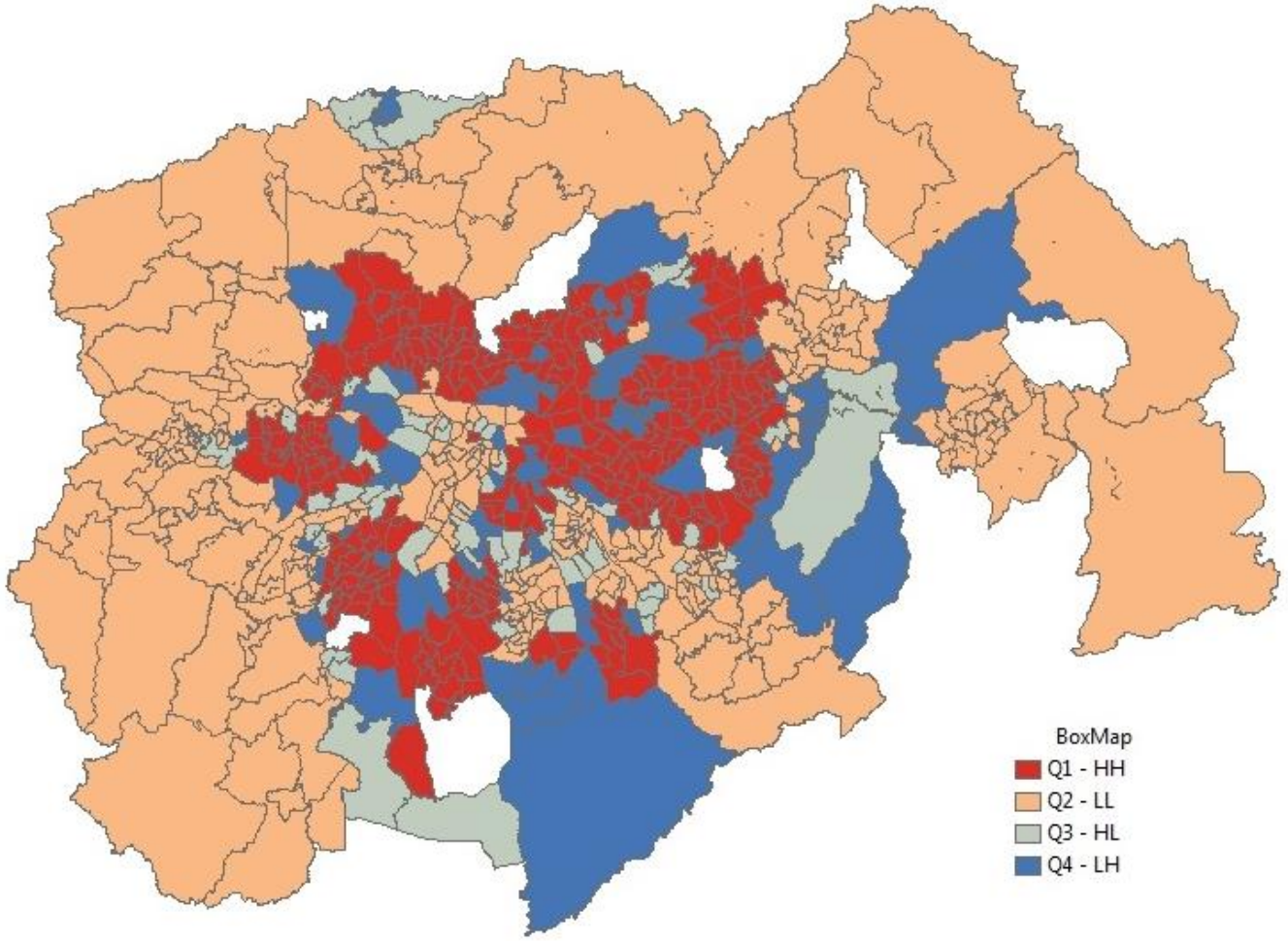
P-valor = 0.01



Resultados – Regressão Linear Simples

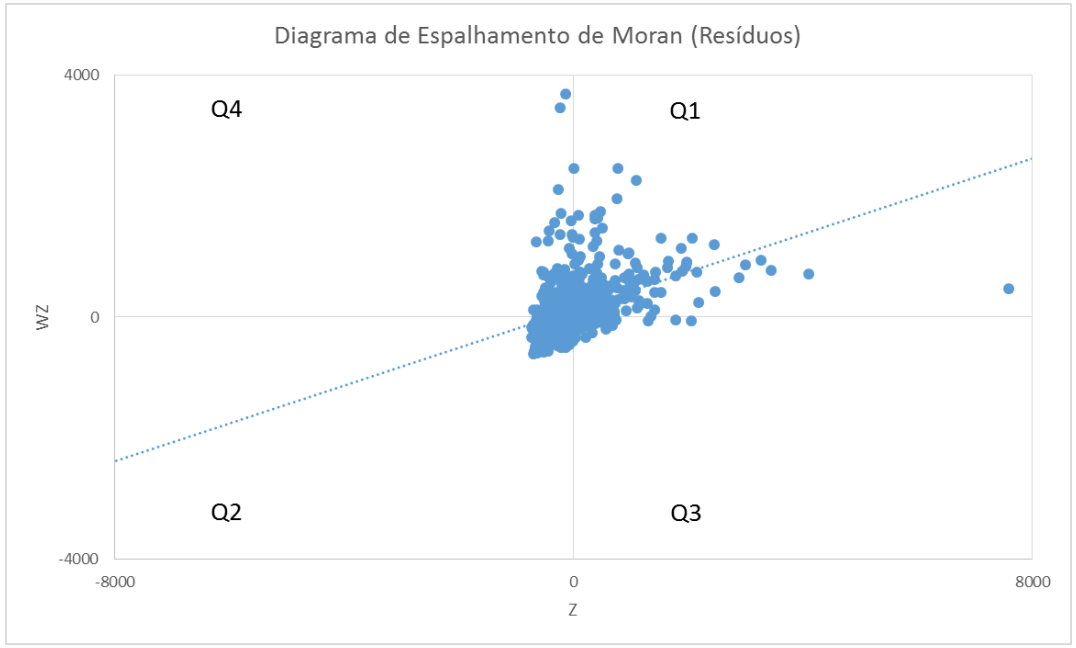
- Análise dos resíduos
  - Moran Local (BoxMap)

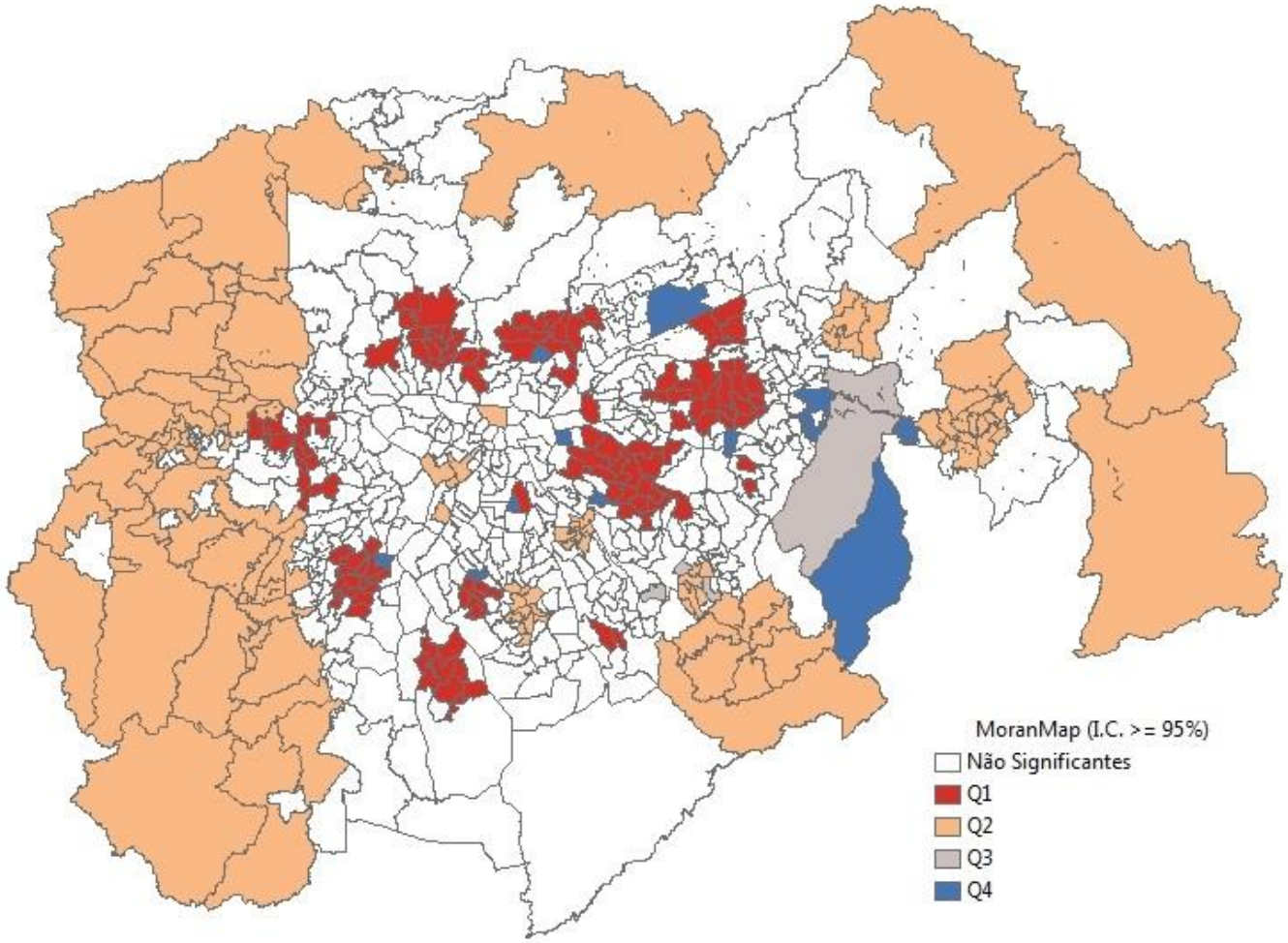




Resultados – Regressão Linear Simples

- Análise dos resíduos
  - Moran Local (MoranMap)

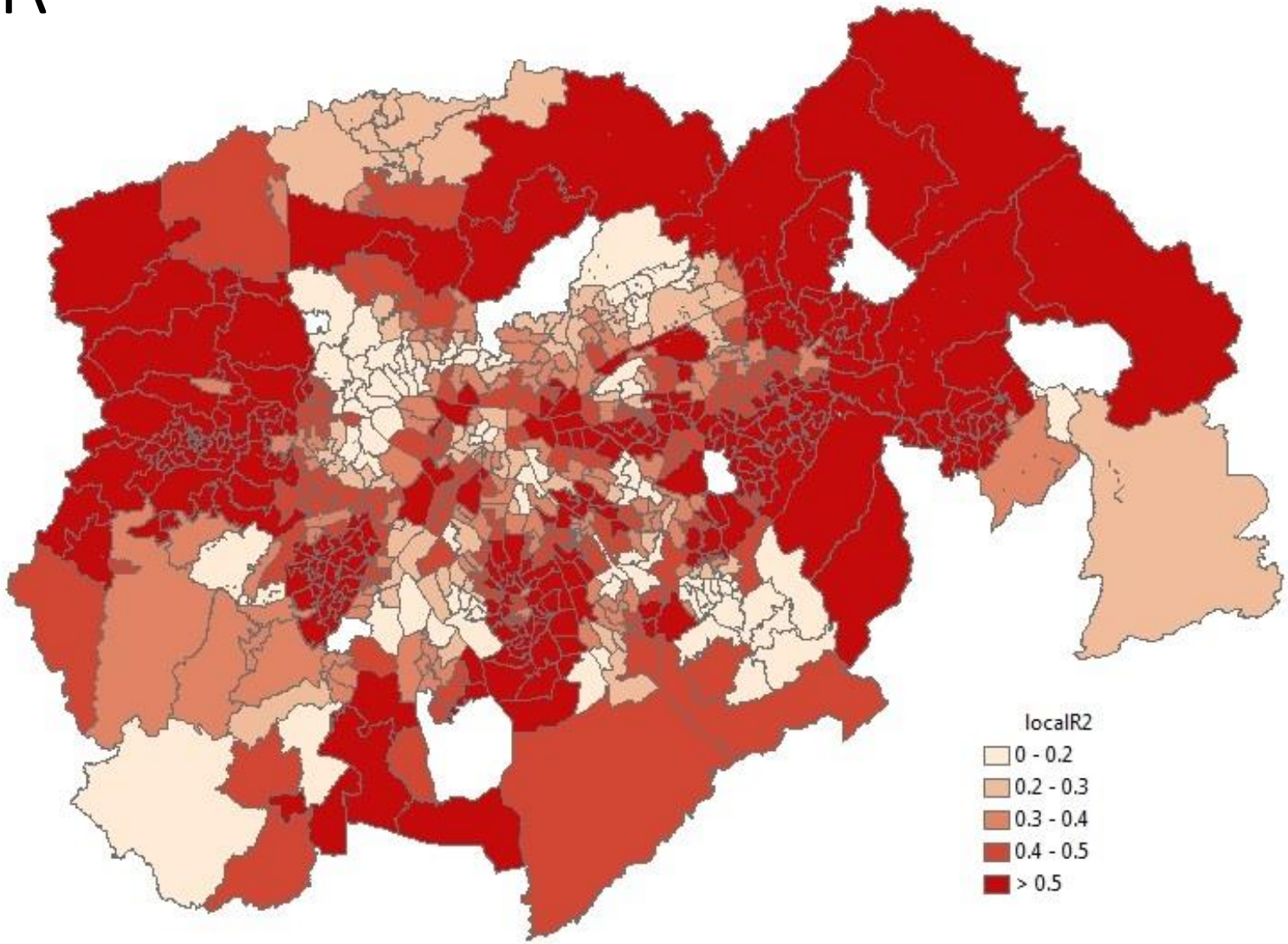




Resultados – GWR

- Mapas dos Coeficientes

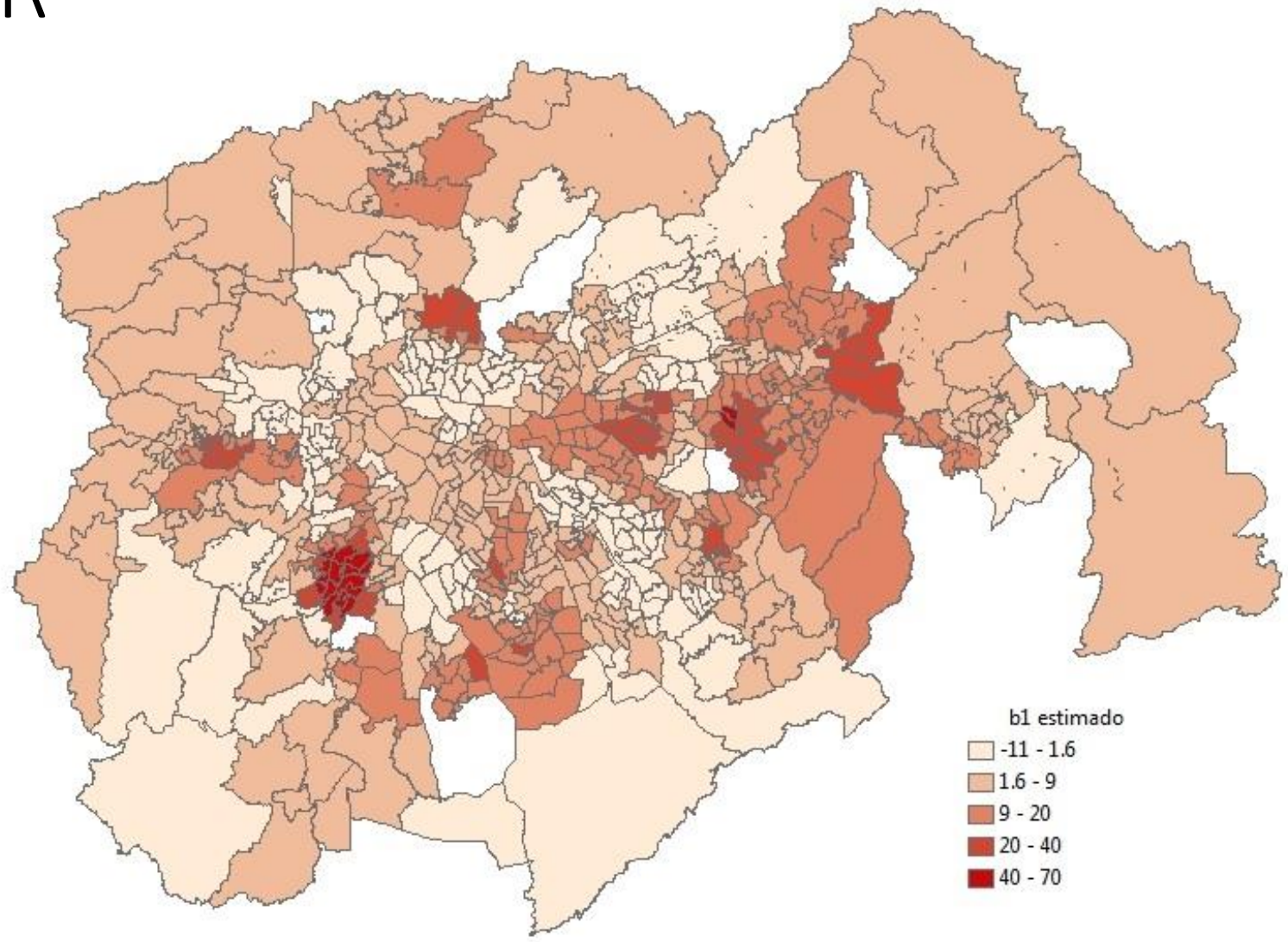
R^2 global = 0,75



Resultados – GWR

- Mapas dos Coeficientes

Coeficiente angular local (b1)

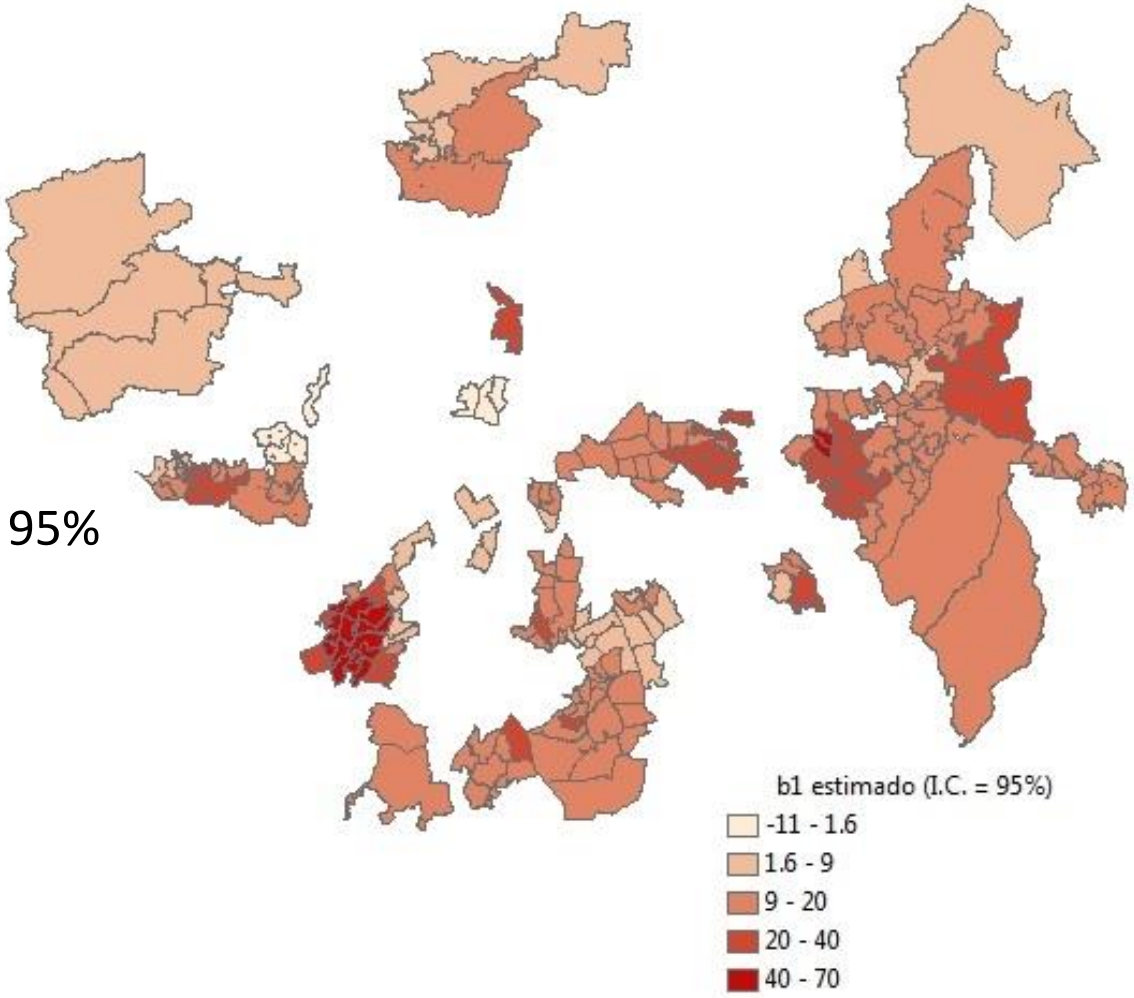


Resultados – GWR

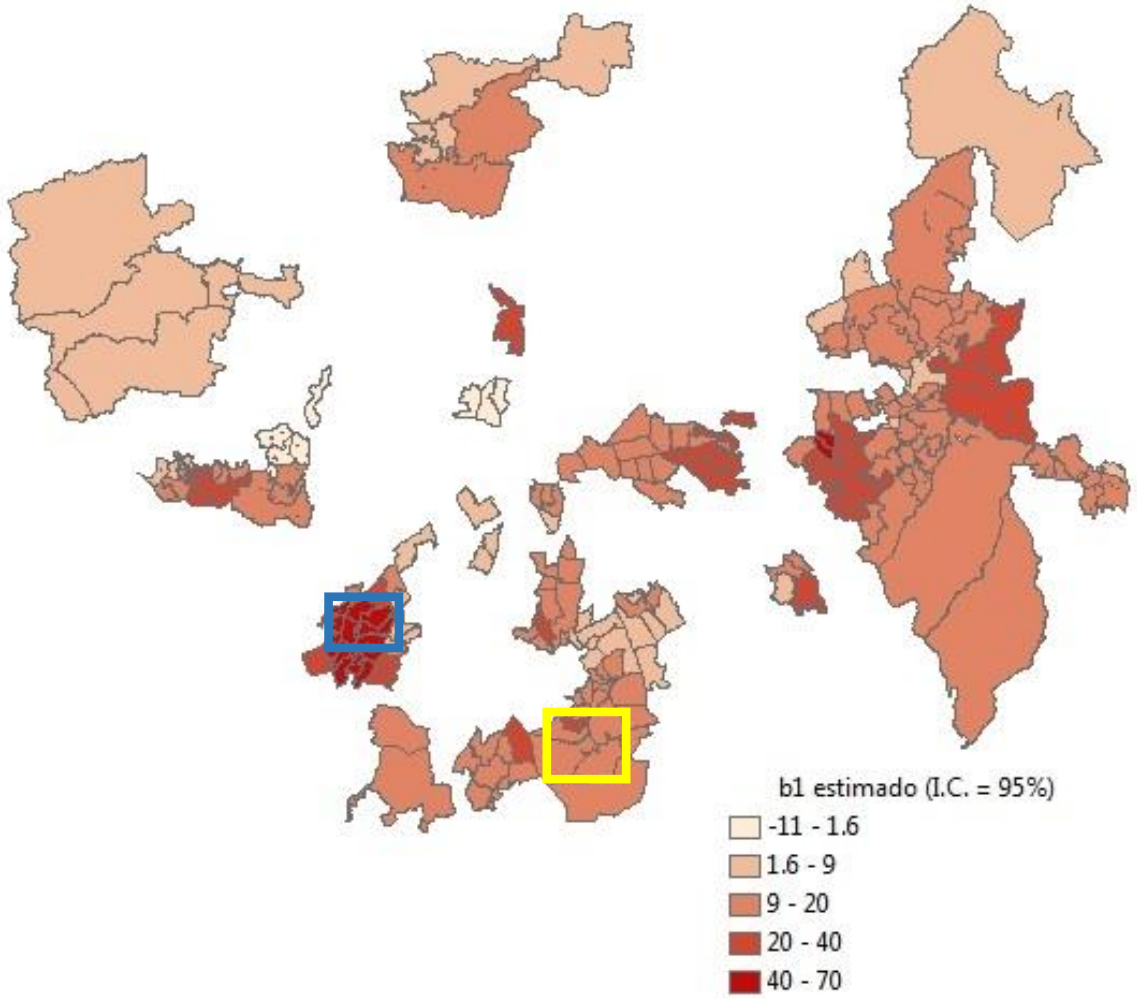
- Mapas dos Coeficientes

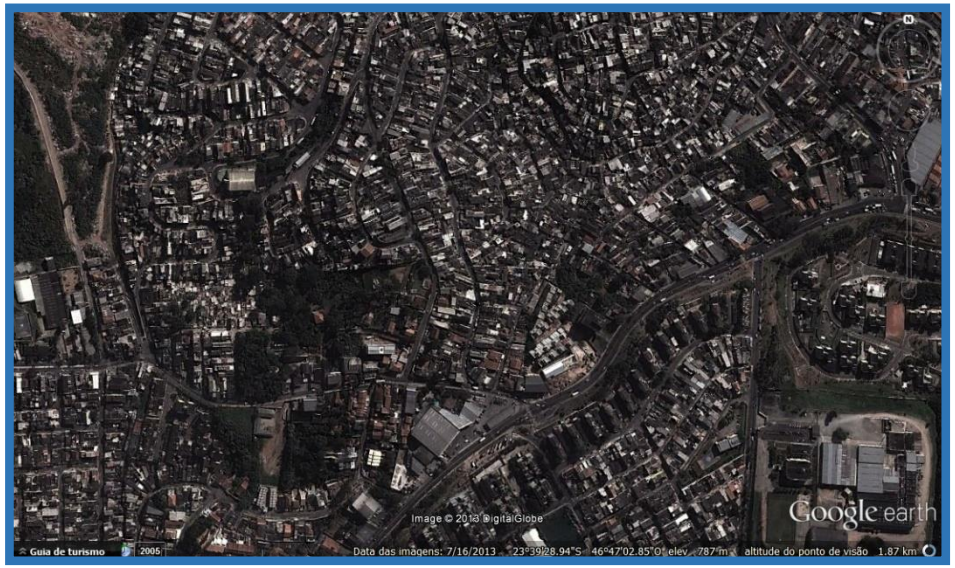
Coeficiente angular local (b1)

32,8% significativos considerando I.C. 95%



Resultados – GWR



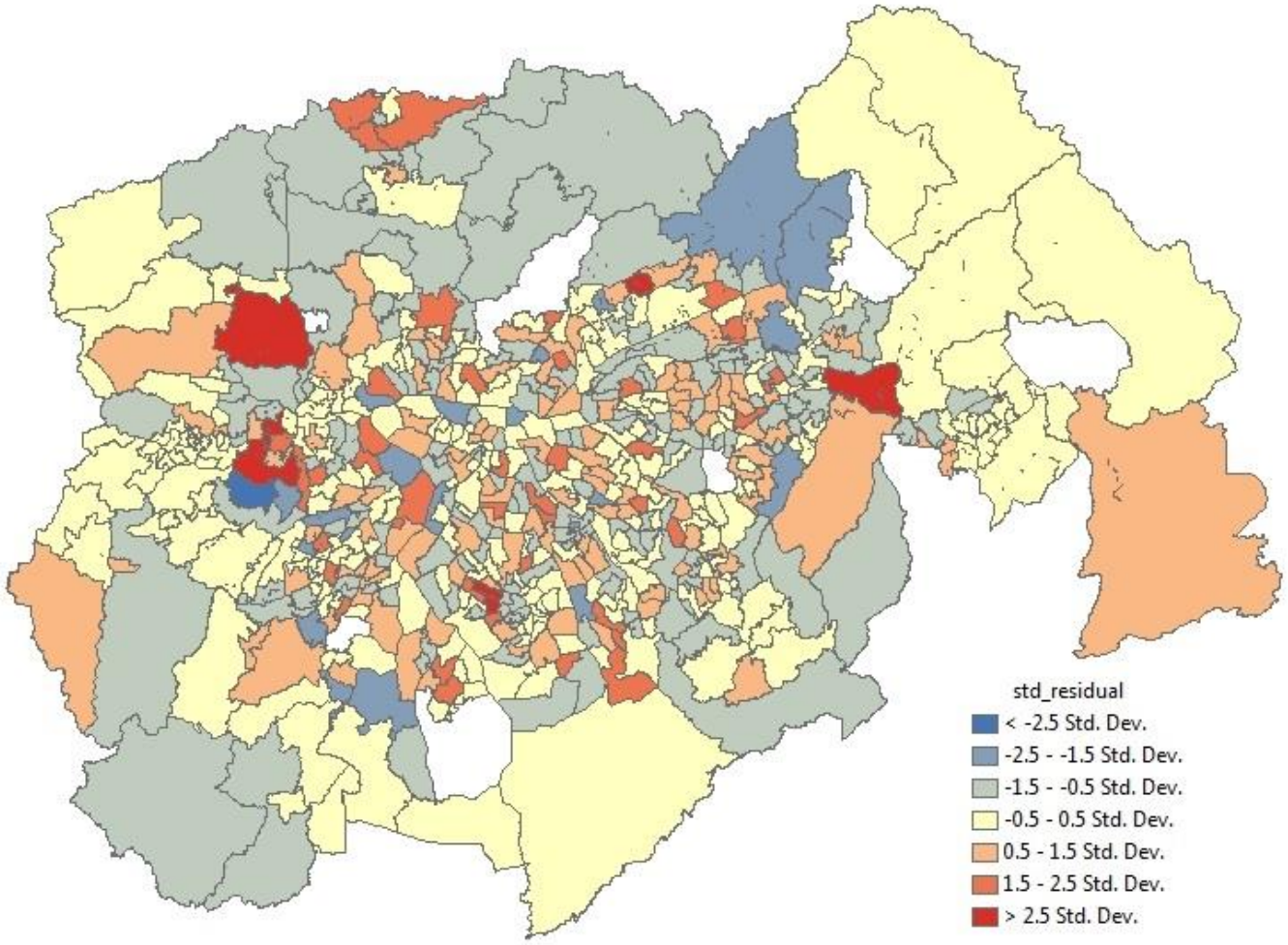


Resultados – GWR

- Análise dos resíduos
  - Mapa

Índice *I* de Moran Global: 0,02

P-valor = 0.28



Resultados – GWR

- Estimação da população

Porcentagem do Erro Relativo da População Estimada (%)		
Exatidão Alta (0 - 25%)	Exatidão Moderada (25-50%)	Inexato (>50%)
77,87	18,09	4,04

Li et al., 2013

Conclusões

- Importante verificar a autocorrelação espacial das variáveis quando se modela fenômenos distribuídos no espaço.
- Os diferentes regimes espaciais apresentados pelos coeficientes do GWR indicam padrões diferentes de ocupação urbana.
- Em função de poucos coeficientes terem sido significativos, talvez a escala de análise esteja muito grande.
- A população estimada pelo GWR se apresentou bastante consistente, no entanto poucos coeficientes foram significantes.
- Este trabalho indica a possibilidade de se trabalhar em escalas locais utilizando o VIIRS.

Avaliação do potencial das imagens de luzes do VIIRS em estimar a população urbana da Região Metropolitana de São Paulo, Brasil.

Vinicius E. M. Dória

Análise Espacial de Dados Geográficos

Obrigado!