

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS

SER 301 – ANÁLISE ESPACIAL

DR. EDUARDO G. CAMARGO E ANTÔNIO MIGUEL VIEIRA MONTEIRO

# **Análise Exploratória de Dados Espaciais para evidência de inequidades na oferta de áreas verdes em Goiânia**

Bruno Vargas Adorno



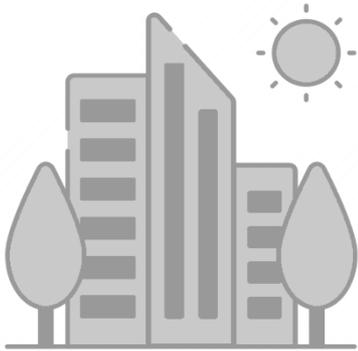
Laboratório de investigação em  
Sistemas Socioambientais



18 dez. 2020

# INTRODUÇÃO

# INTRODUÇÃO



Desafio: modelo de expansão urbana que considerem cada vez mais a distribuição equilibrada das **áreas verdes**

O que são consideradas áreas verdes?

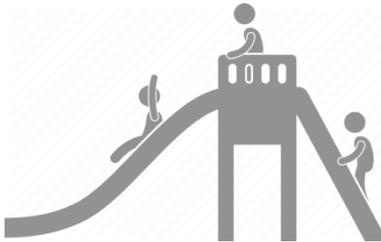
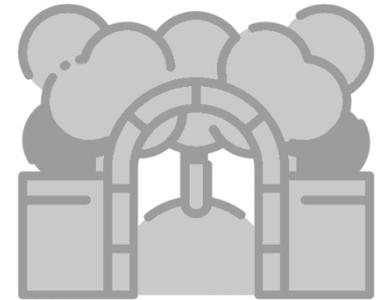
Parques, Bosques, Reservas Naturais e praças

## Benefícios do contato direto:

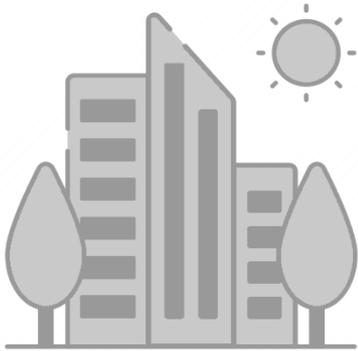
- ✓ Interação Social
- ✓ Atividade física
- ✓ Alívio do stress



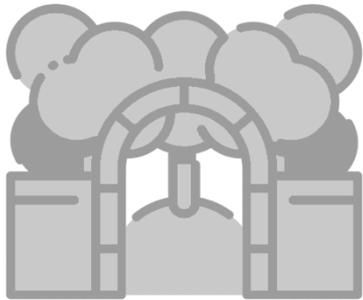
BEM ESTAR



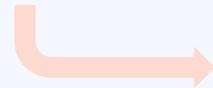
# INTRODUÇÃO



Desafio: modelo de expansão urbana que considerem cada vez mais a **distribuição equilibrada** das áreas verdes



EQUIDADE para diferentes GRUPOS POPULACIONAIS

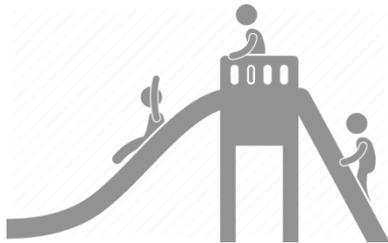


Variação espacial  
na oferta de  
serviços

mediada



ACCESSIBILIDADE :  
deslocamento / barreiras



IDOSOS

CRIANÇAS

POPULAÇÃO DE  
BAIXA RENDA

....



---

Assessing spatial equity: an evaluation of measures of accessibility to public playgrounds

---

E Talen, L Anselin

Regional Research Institute, West Virginia University, PO Box 6825, Morgantown, WV 26506-6825, USA; e-mail: etalen@wvu.edu; lanselin@wvu.edu  
Received 3 May 1996; in revised form 26 November 1996

---

Article

→ Assessing Equity in the Accessibility to Urban Green Spaces According to Different Functional Levels

Edorta Iraegui, Gabriela Augusto and Pedro Cabral \* 

NOVA Information Management School (NOVA IMS), Universidade Nova de Lisboa, 1070-312 Lisboa, Portugal; M2015778@isegi.unl.pt (E.I.); augusto@isegi.unl.pt (G.A.)

\* Correspondence: pcabral@novaims.unl.pt; Tel.: +351-213828610

Received: 29 March 2020; Accepted: 4 May 2020; Published: 7 May 2020



Adaptar a ideia:

LISA bivariado

(Análise Exploratória de dados espaciais)

Teste de Mann Whitney U

(Teste estatístico de diferença entre medianas de grupos independentes)

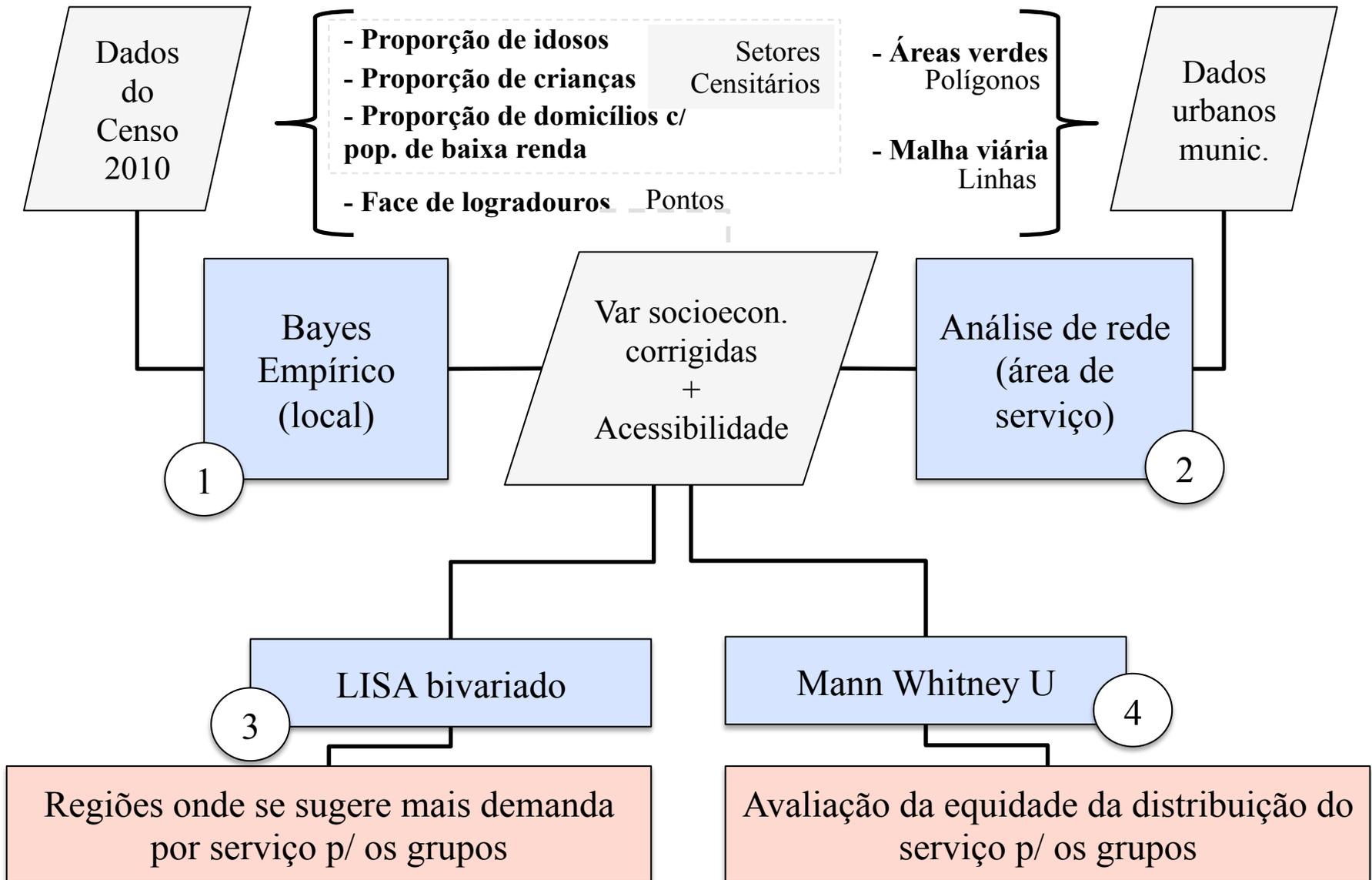


**Na cidade de Goiânia:**

Equidade na oportunidade de acesso a áreas verdes por idosos, crianças e pessoas de baixa renda?

Em que regiões temos pouca acessibilidade para uma alta demanda?

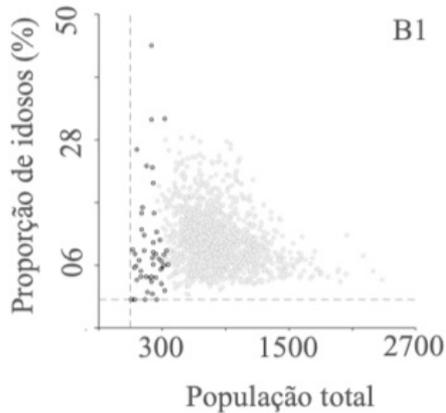
# MATERIAIS E MÉTODOS



Bayes  
Empírico  
(local)

1

Diminuir efeito de flutuação /  
instabilidade sobre taxas



$$\hat{\theta}_i = w_i t_i + (1 - w_i) \mu_i$$

$$w_i = \frac{\sigma^2_i}{\sigma^2_i + \frac{\mu_i}{n_i}}$$



Marshall  
(1991)

População  
(denominador)

Matriz de vizinhança  
*Queen*

$$I(\%) = \frac{PI}{Pop}$$

$$C(\%) = \frac{PC}{Pop}$$

$$R(\%) = \frac{DR}{Dom}$$

População: {100, ..., +2500}

Domicílios: {10, ...750}

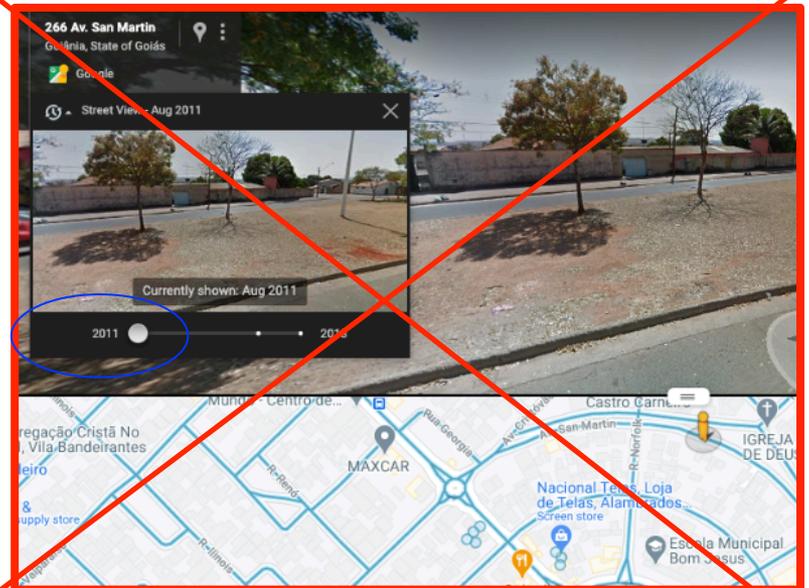
# MATERIAIS E MÉTODOS

Análise de rede  
(área de serviço)

2

Praças públicas

Parques / bosques  
públicos

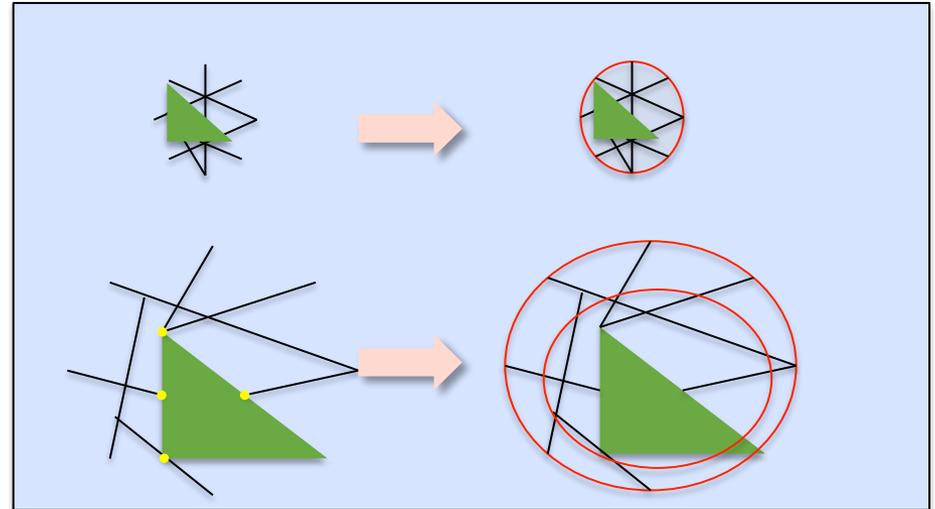


Análise de rede  
(área de serviço)

2

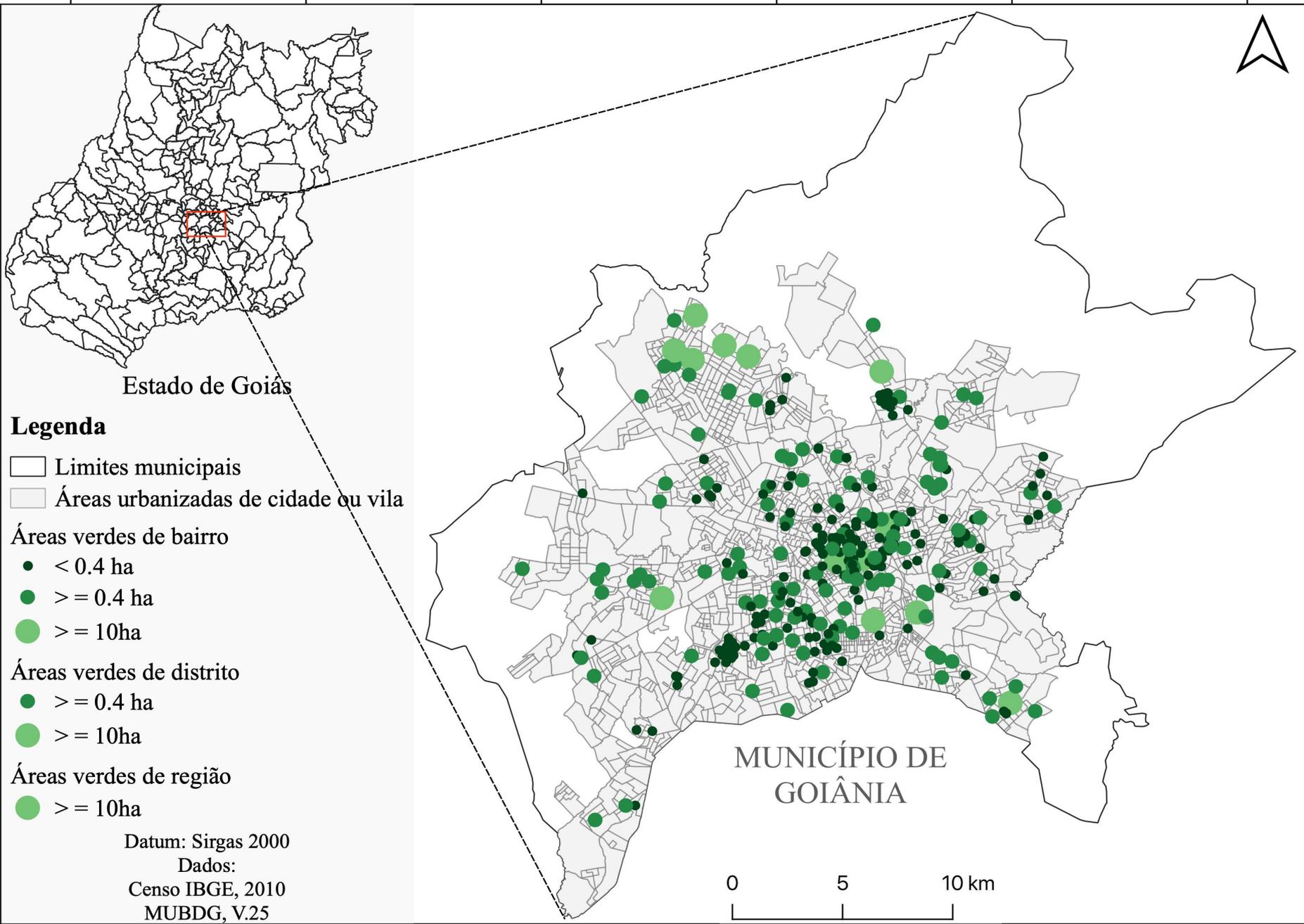
**QGIS**

*Service area from layer*



Categoria	Área mínima (ha)	Distância de serviço máxima.(m)	Documento base
Área verde de bairro	< 0,4	400	Indicador 11.7.1 UN- HABITAT
Área verde de distrito	0,4	800	Indicador 11.7.1 UN- HABITAT
Área verde regional	10	2400	Indicador 11.7.1 UN- HABITAT / Plano director de Goiânia

49°36'W      49°30'W      49°24'W      49°18'W      49°12'W      49°6'W



Estado de Goiás

**Legenda**

- Limites municipais
- ▒ Áreas urbanizadas de cidade ou vila

Áreas verdes de bairro

- < 0.4 ha
- ≥ 0.4 ha
- ≥ 10ha

Áreas verdes de distrito

- ≥ 0.4 ha
- ≥ 10ha

Áreas verdes de região

- ≥ 10ha

Datum: Sirgas 2000  
Dados:  
Censo IBGE, 2010  
MUBDG, V.25

0      5      10 km

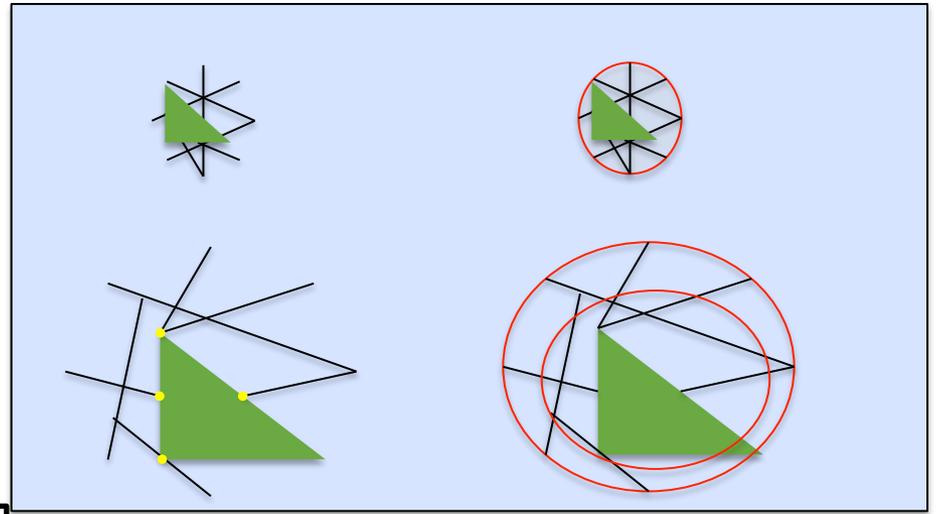
MUNICÍPIO DE  
GOIÂNIA

16°30'S  
16°36'S  
16°42'S  
16°48'S

# MATERIAIS E MÉTODOS

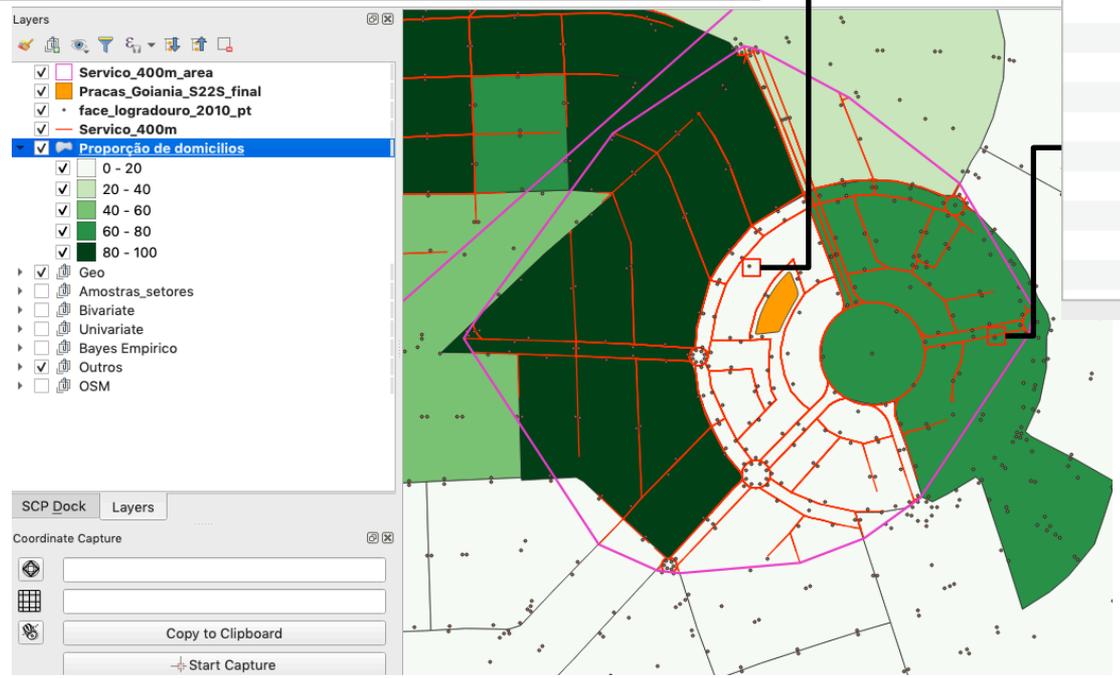
Análise de rede  
(Acessibilidade)

2



NM_TIPO_LO	AVENIDA
NM_TITULO_	NULL
NM_NOME_LO	CIRCULAR
TOT_RES	0
TOT_GERAL	18
layer	52087070512_face
path	/Users/brunovargasadorno/Do...

CD_GEO	520870705120001007004
CD_SETOR	520870705120001
CD_QUADRA	007
CD_FACE	004
NM_TIPO_LO	AVENIDA
NM_TITULO_	NULL
NM_NOME LO	2A RADIAL
TOT_RES	120
TOT_GERAL	120
layer	52087070512_face
path	/Users/brunovargasadorno/Do...



$$Acess(\%) = \frac{Dcont}{Dom}$$

LISA bivariado

3

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^j$$

Anselin et al. (2002)

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$

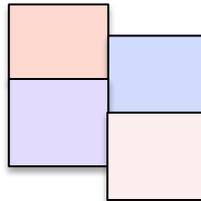
Índice de Moran Global Univariado

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} z_i z_j}{\sum_{i=1}^n z_i^2}$$

Índice de Moran local univariado

Anselin (1995)

$$I_i = z_i \sum_{j=1}^n w_{ij} z_j$$



	a	b	c	d
a	0	1/2	1/2	0
b	1/3	0	1/3	1/3
c	1/3	1/3	0	1/3
d	0	1/2	1/2	0

Queen

LISA bivariado

3

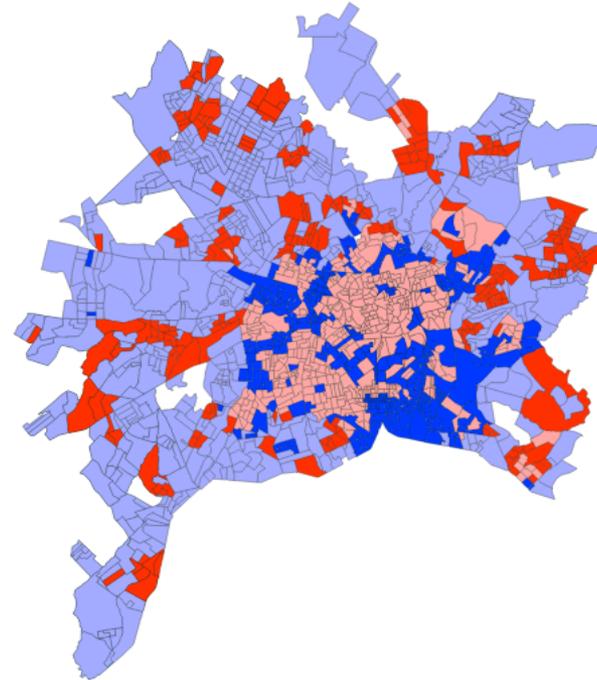
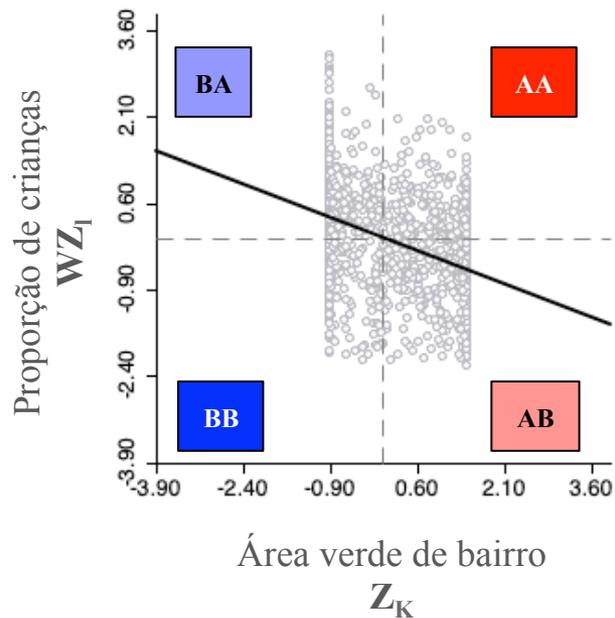


Global

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^j$$

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$



**I: -0,39;**  
clusters de associações negativas, ou grupos altos e baixos espacialmente dispersos

# MATERIAIS E MÉTODOS

LISA bivariado

3

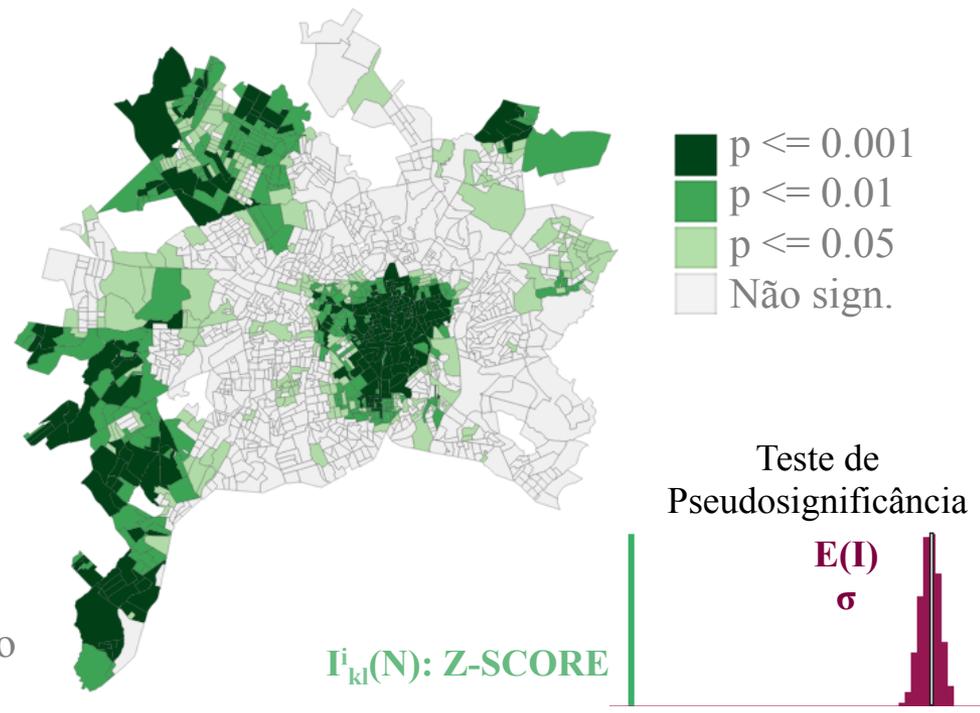
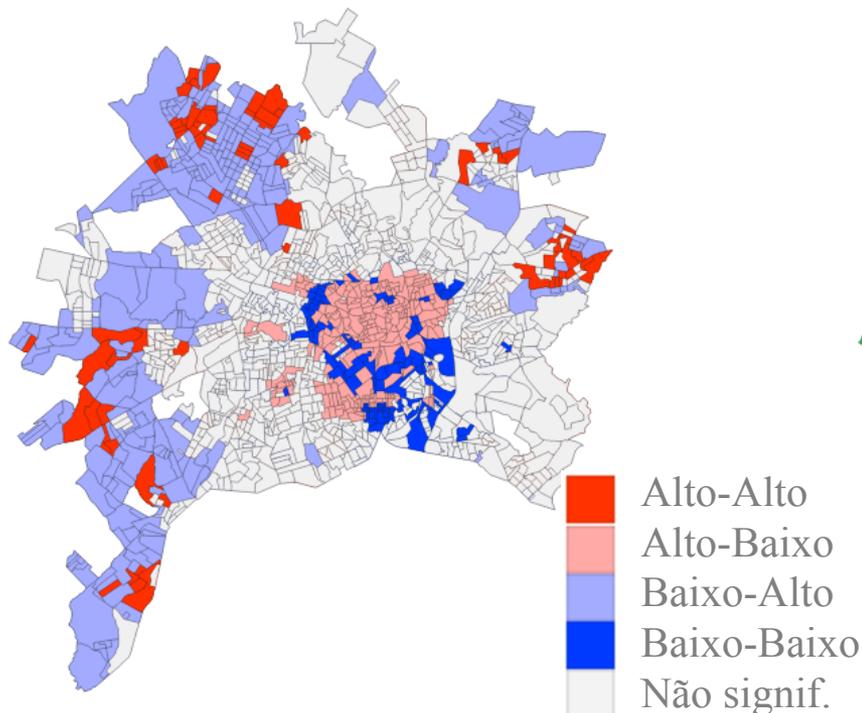


Local

$$I_{kl}^i = z_k^i \sum_j w_{ij} z_l^j$$

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$



Mann Whitney U

4

$$U_a = n_a n_b + \frac{n_a(n_a + 1)}{2} - \sum R_a$$

$$U_b = n_a n_b + \frac{n_b(n_b + 1)}{2} - \sum R_b$$

$$U_a + U_b \rightarrow \text{Zscore} \rightarrow \text{val-p}$$

Nachar (2008)

Amostras > 20

$n$  = número de observações de cada grupo  
 $R$  = Ranque para cada grupo

	Crianças (%) X Crianças (%) X		
	Alta	Baixa	
	acessibilidade	acessibilidade	
A	0.14	0.25	B
A	0.11	0.23	B
A	0.13	0.10	B
A	0.16	0.32	B
A	0.30	0.10	B

	Ranque	
B	0.10	1.00
A	0.11	2.00
A	0.13	3.00
A	0.14	4.00
A	0.16	5.00
B	0.23	6.00
B	0.25	7.00
A	0.30	8.00
B	0.31	9.00
B	0.32	10.00

$$\sum R_a = 22$$

$$\sum R_b = 33$$

Valor-P <  $\alpha$  = rejeita hipótese de igualdade

Mann Whitney

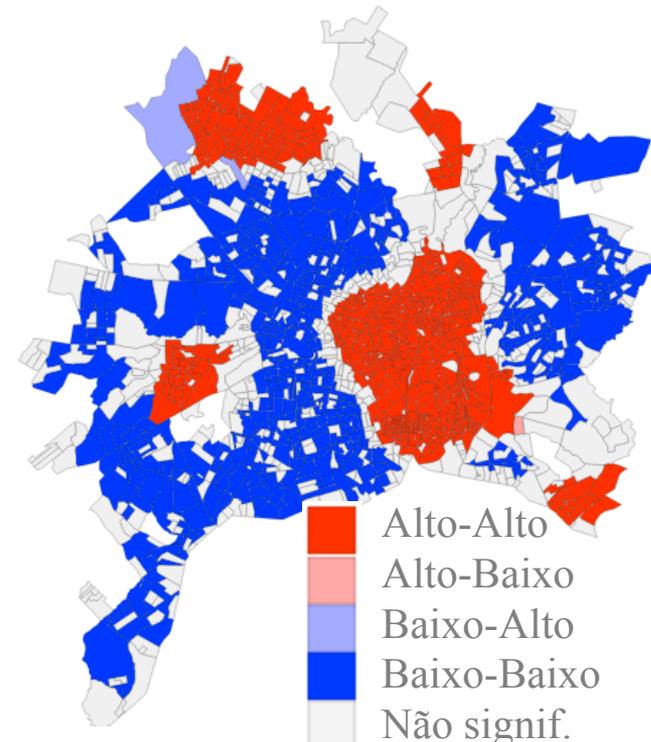
4

Divisão dos grupos: (Xiao et al, 2017)

- LISA univariado identificando clusters ALTO-ALTO e BAIXO – BAIXO (5% significância)
  - Bairros
  - Distrito
  - **Região**

Pressupostos:

- Observações independentes
- Aplicável para dados não normais
- Dados ordenáveis



Mann Whitney

4

Divisão dos grupos: (Xiao et al, 2017)

- LISA univariado identificando clusters ALTO-ALTO e BAIXO – BAIXO (5% significância)
  - Bairros
  - Distrito
  - **Região**

Diferença das variáveis socioeconômicas entre os clusters:

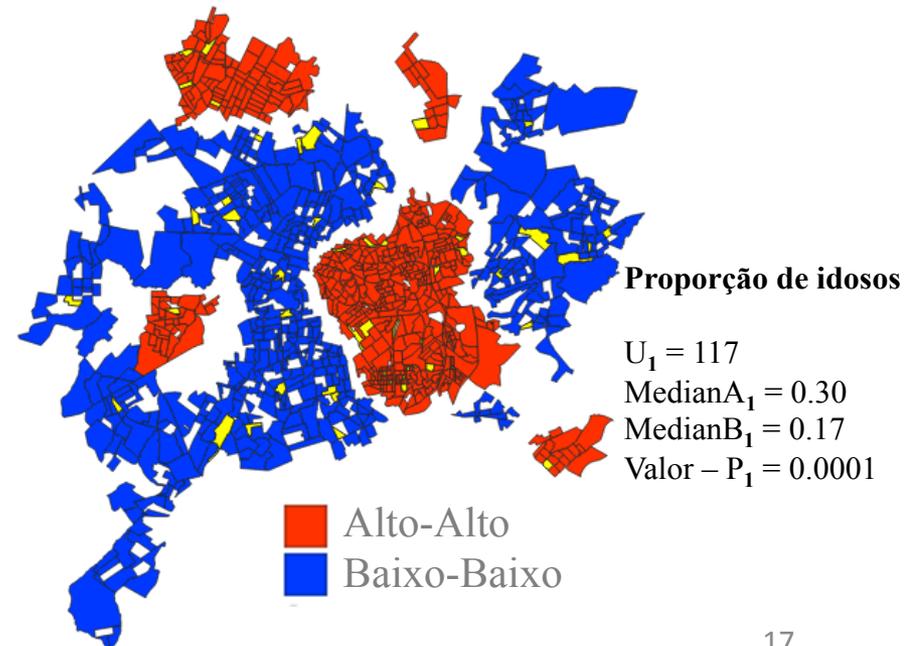
25 amostras aleatórias → evitar **dependência espacial** (proximidade)

Repetição 1000 vezes



Pressupostos:

- Observações independentes
- Aplicável para dados não normais
- Dados ordenáveis



Mann Whitney

4

Divisão dos grupos: (Xiao et al, 2017)

- LISA univariado identificando clusters ALTO-ALTO e BAIXO – BAIXO (5% significância)
  - Bairros
  - Distrito
  - **Região**

Diferença das variáveis socioeconômicas entre os clusters:

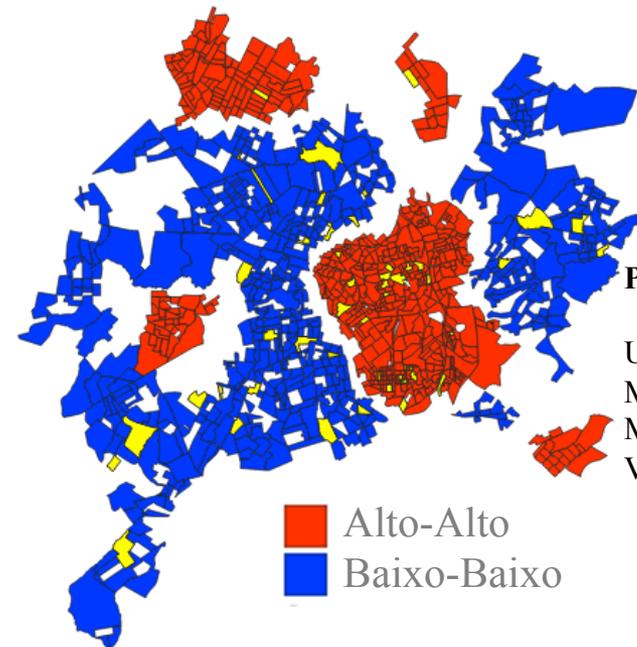
25 amostras aleatórias → evitar **dependência espacial** (proximidade)

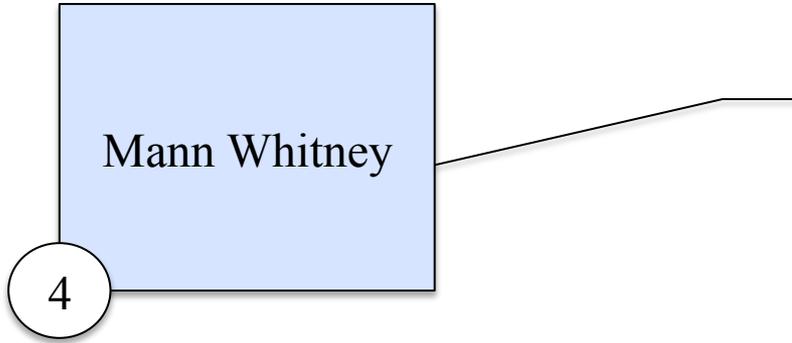
Repetição 1000 vezes



Pressupostos:

- Observações independentes
- Aplicável para dados não normais
- Dados ordenáveis





Divisão dos grupos: (Xiao et al, 2017)

- LISA univariado identificando clusters ALTO-ALTO e BAIXO – BAIXO (5% significância)
  - Bairros
  - Distrito
  - **Região**

Diferença das variáveis socioeconômicas entre os clusters:

25 amostras aleatórias → evitar **dependência espacial** (proximidade)

Repetição 1000 vezes



Pressupostos:

- Observações independentes
- Aplicável para dados não normais
- Dados ordenáveis

$\mu U = 120$

$\mu \text{MedianA} = 0.25$

$\mu \text{MedianB} = 0.18$

$\text{Prob}(\text{Valor-P} < 0.001) = 45\%$

$\text{Prob}(\text{Valor-P} < 0.01) = 67\%$

$\text{Prob}(\text{Valor-P} < 0.05) = 99\%$

Equidade

Sim

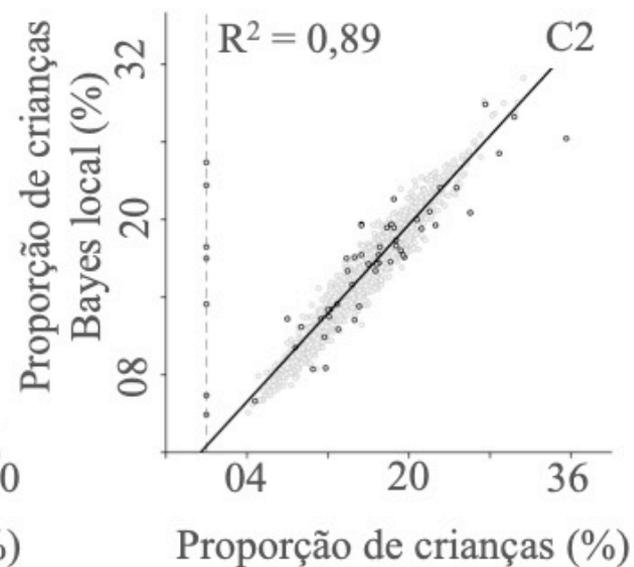
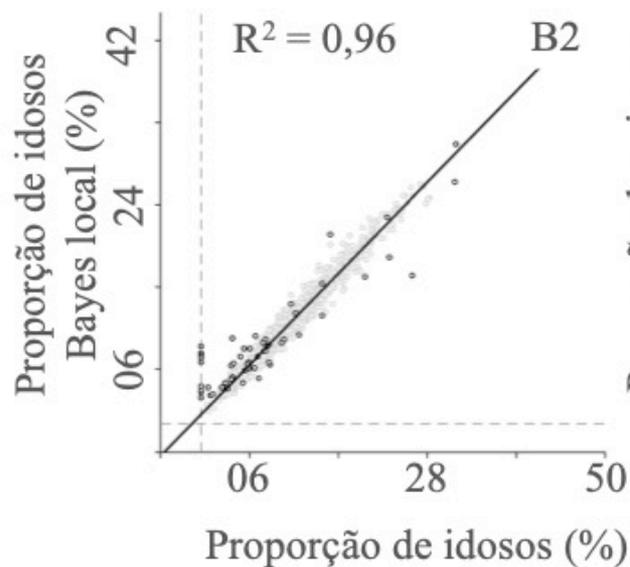
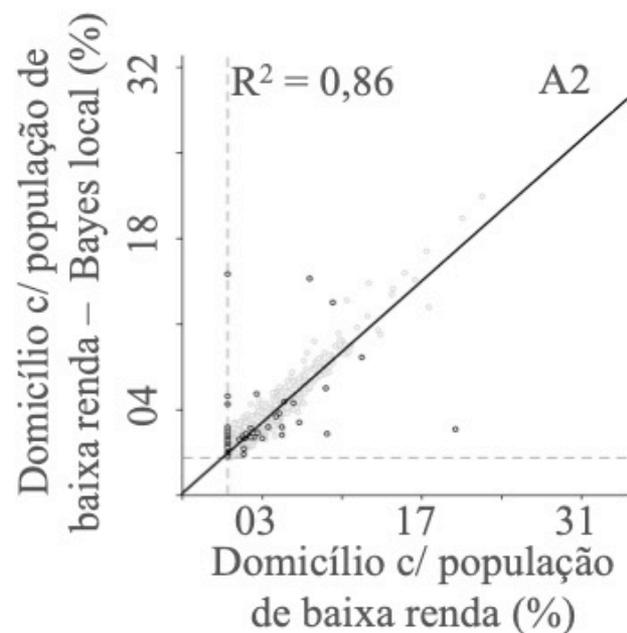
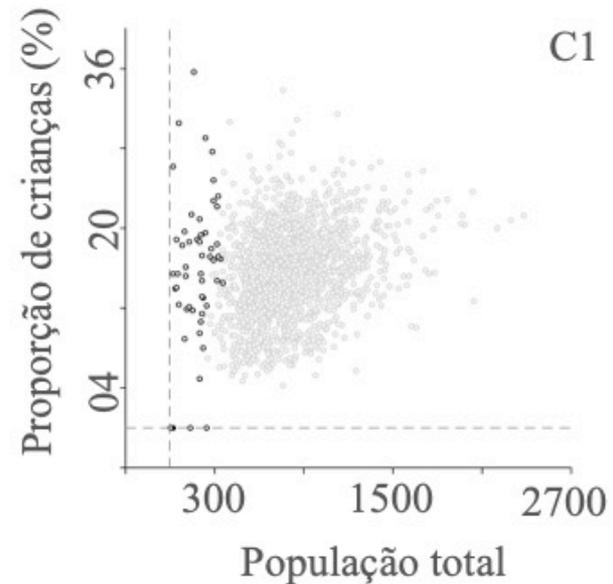
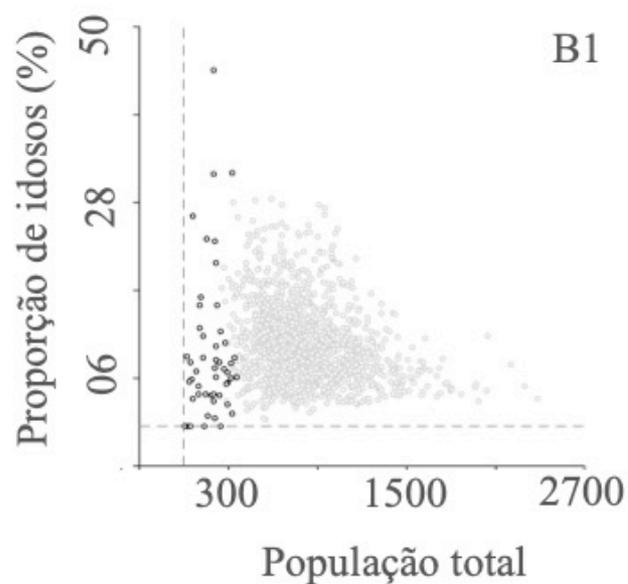
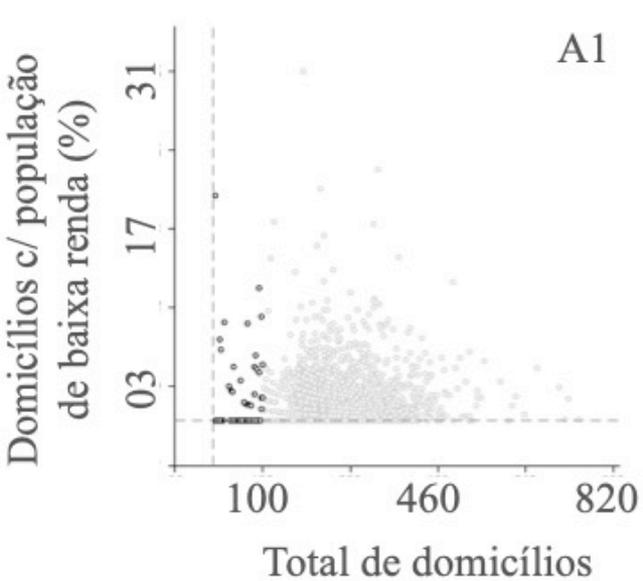
Não

Não

$\text{Prob}(\text{Valor-P} < \alpha) < 50\% =$  grupos são iguais aquele nível de significância

# **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

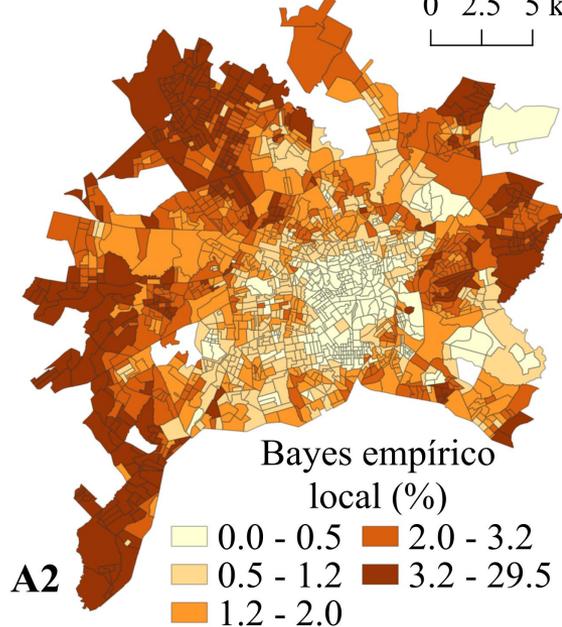
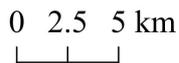
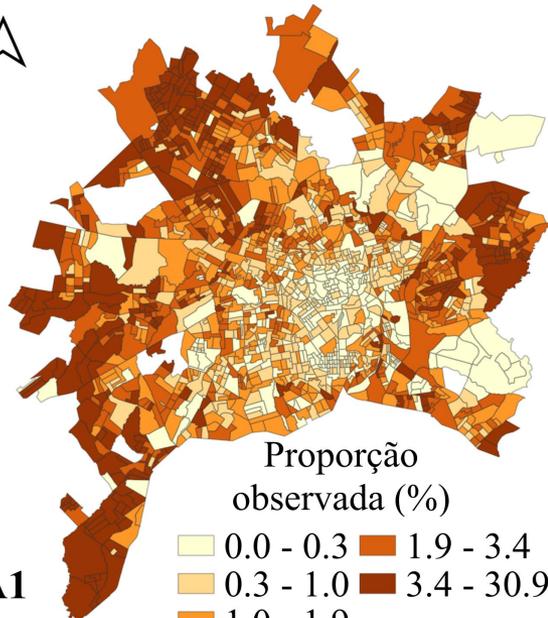
# **1. BAYES EMPÍRICO LOCAL**



### A - Domicílios com população de baixa renda



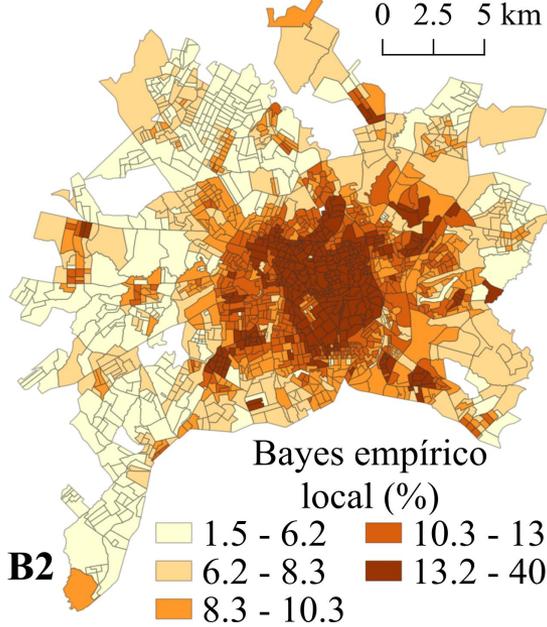
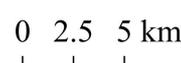
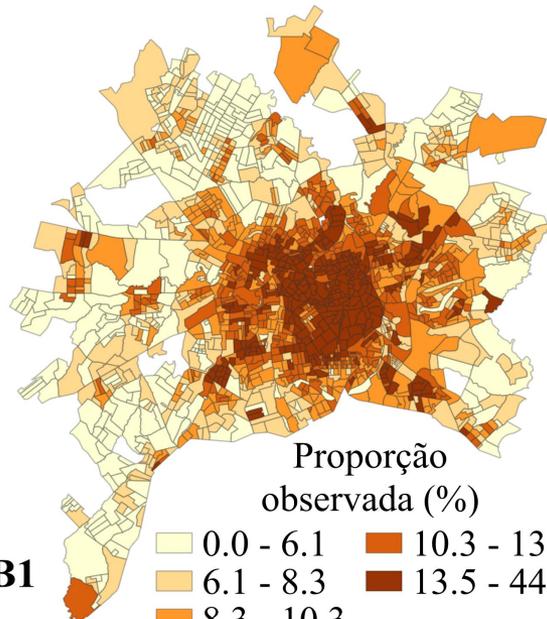
A1



A2

### B - Idosos

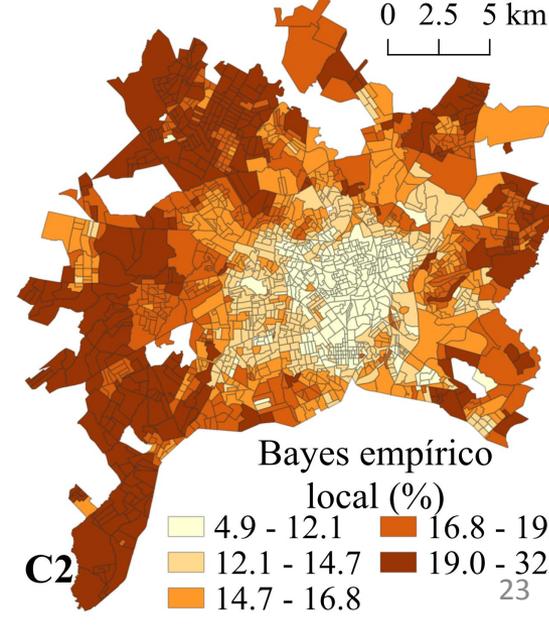
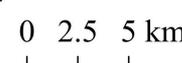
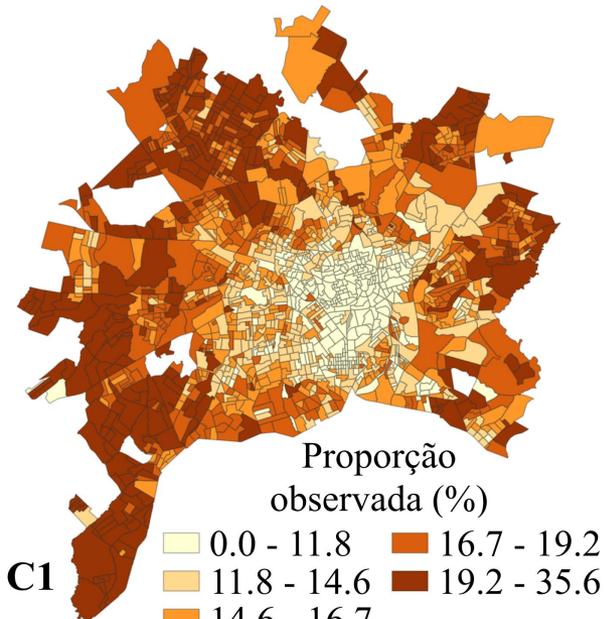
B1



B2

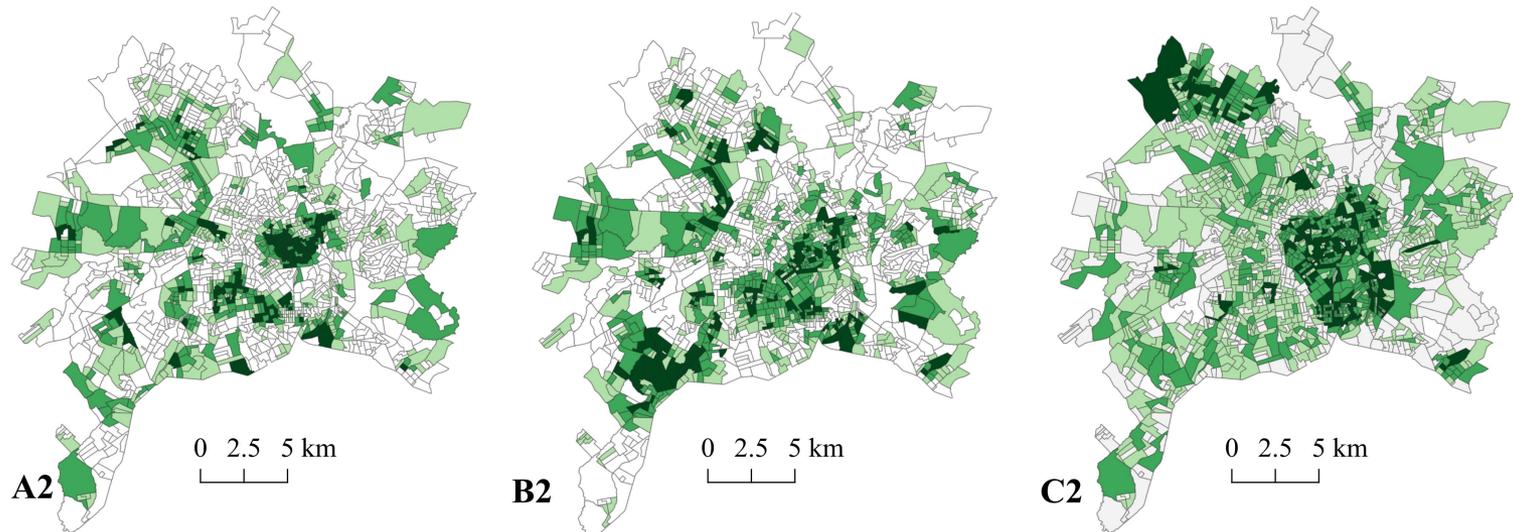
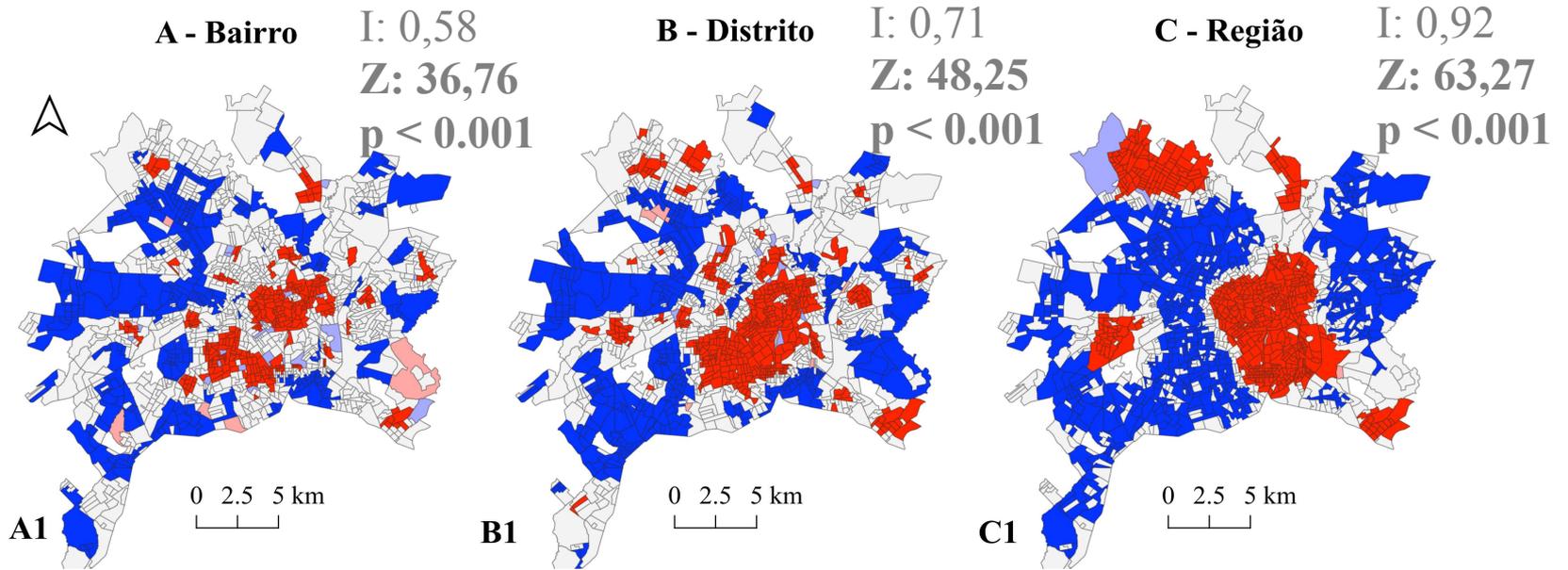
### C - Crianças

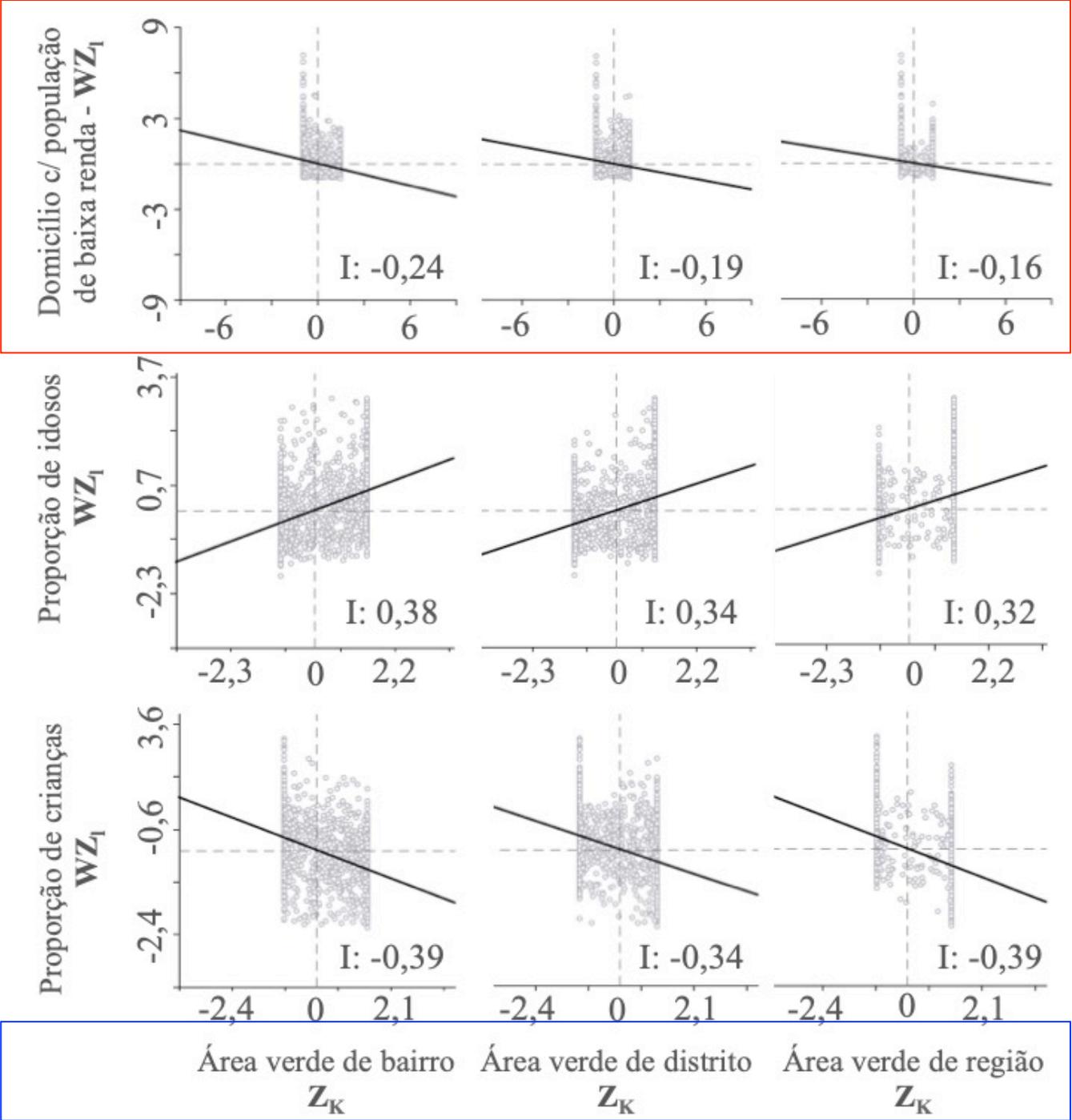
C1

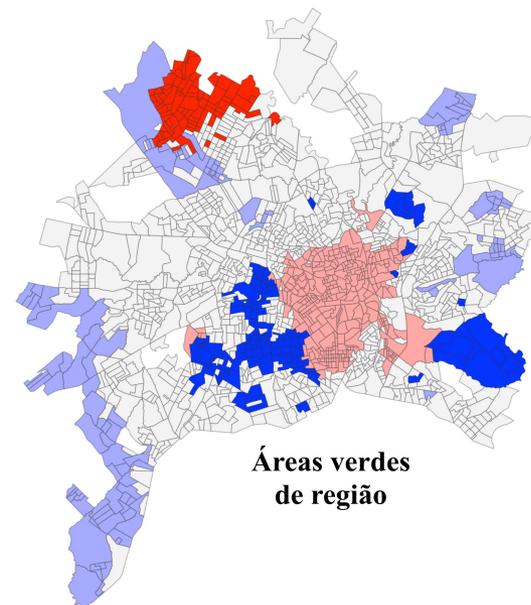
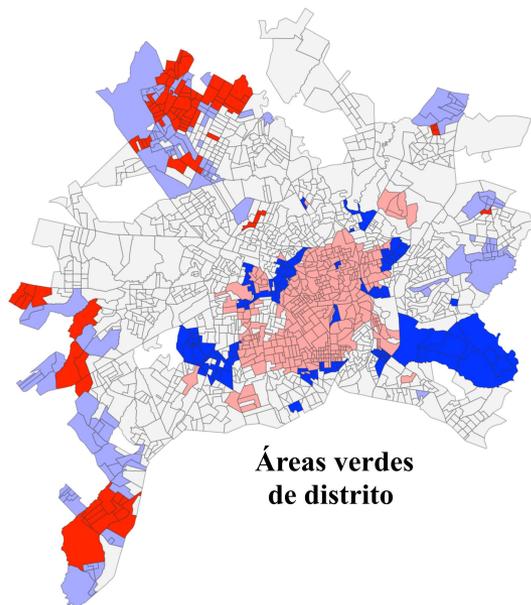
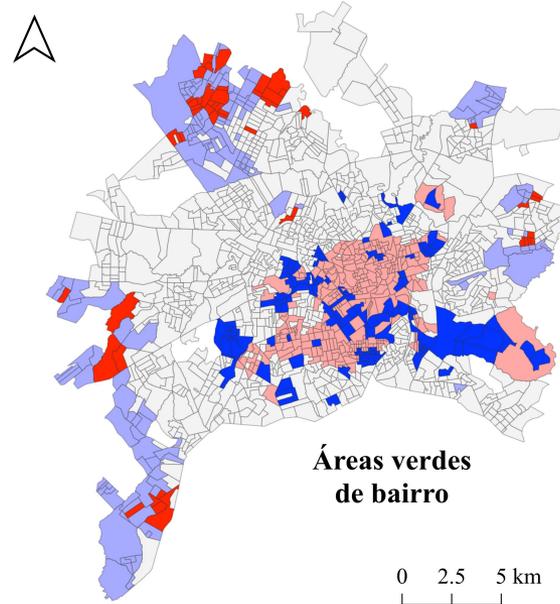
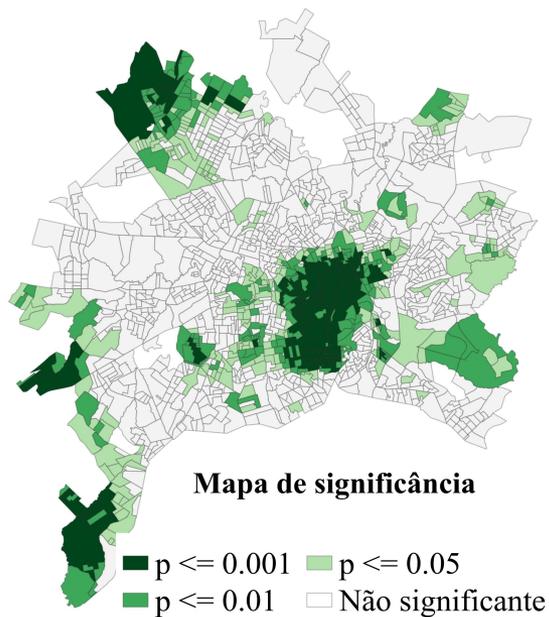


C2

## **2. MAPAS LISA**

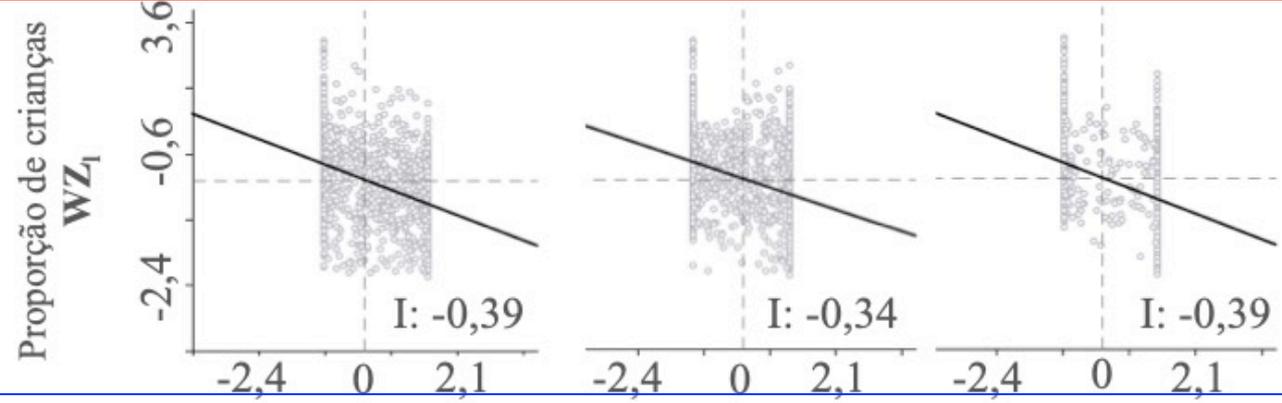
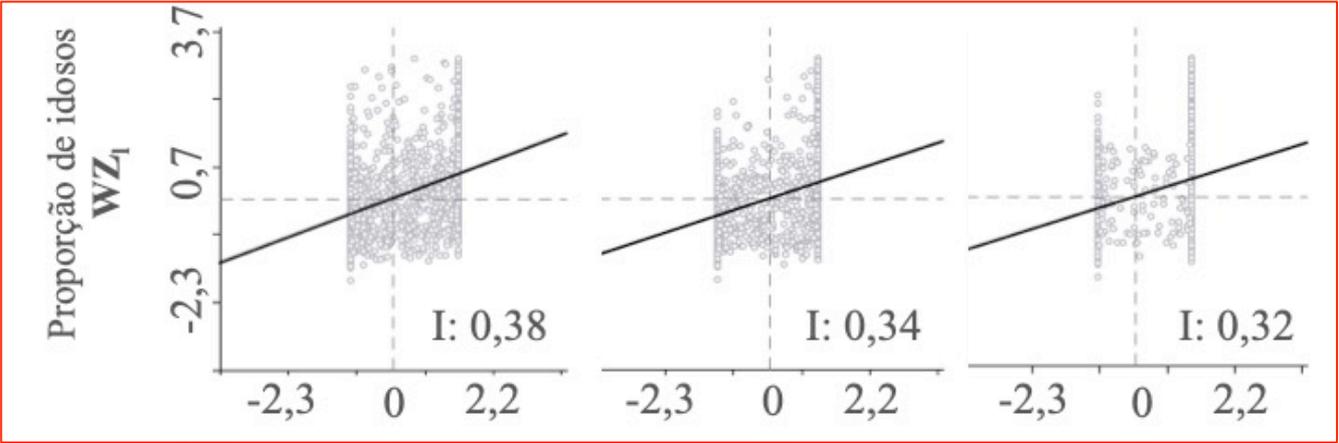
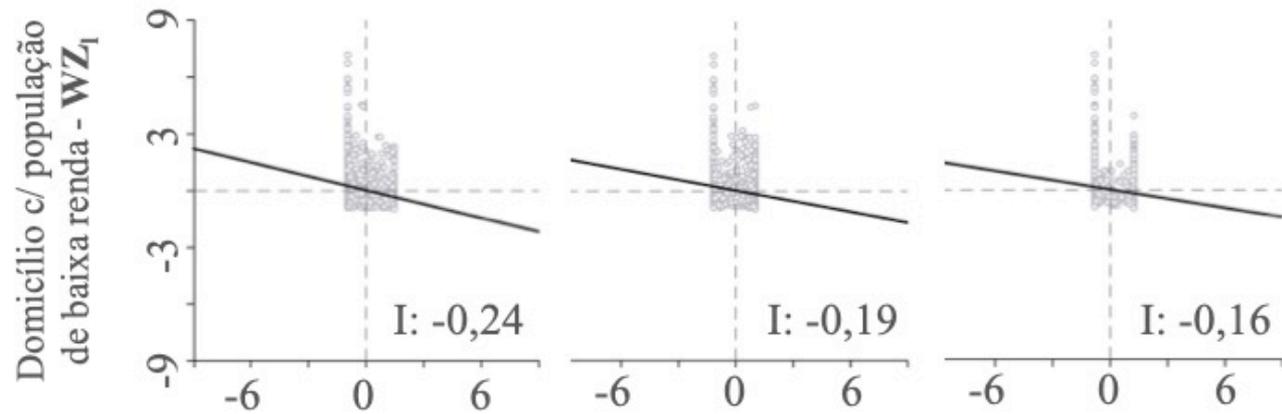




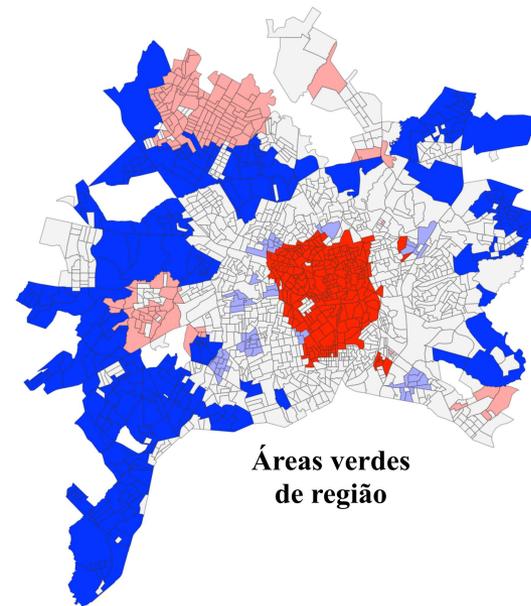
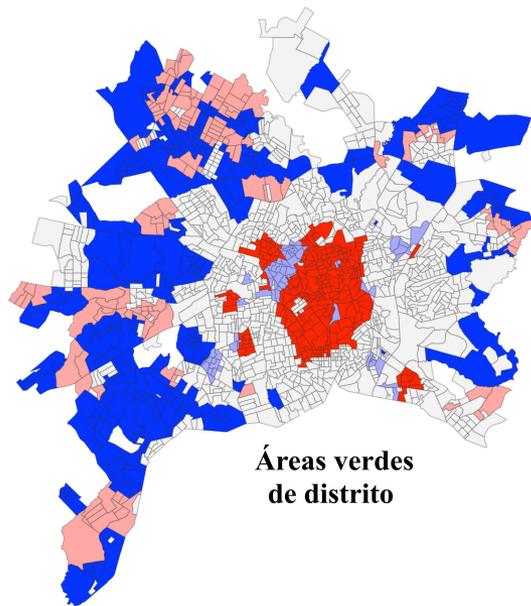
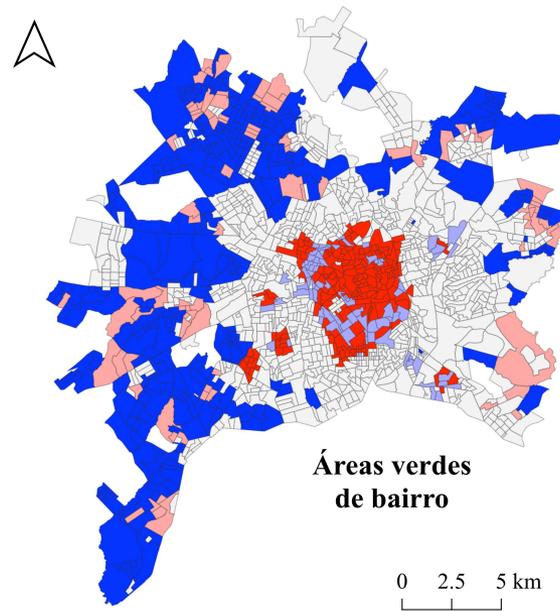
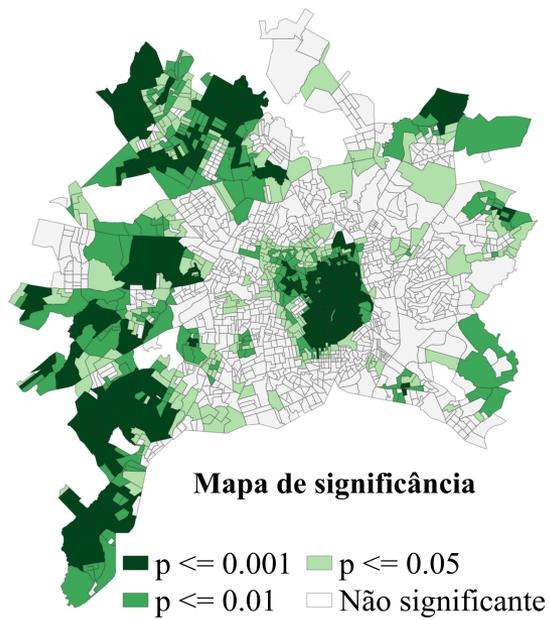


Associação local entre acessibilidade de áreas verdes (bairro, distrito e região) e proporção de domicílios com população de baixa renda



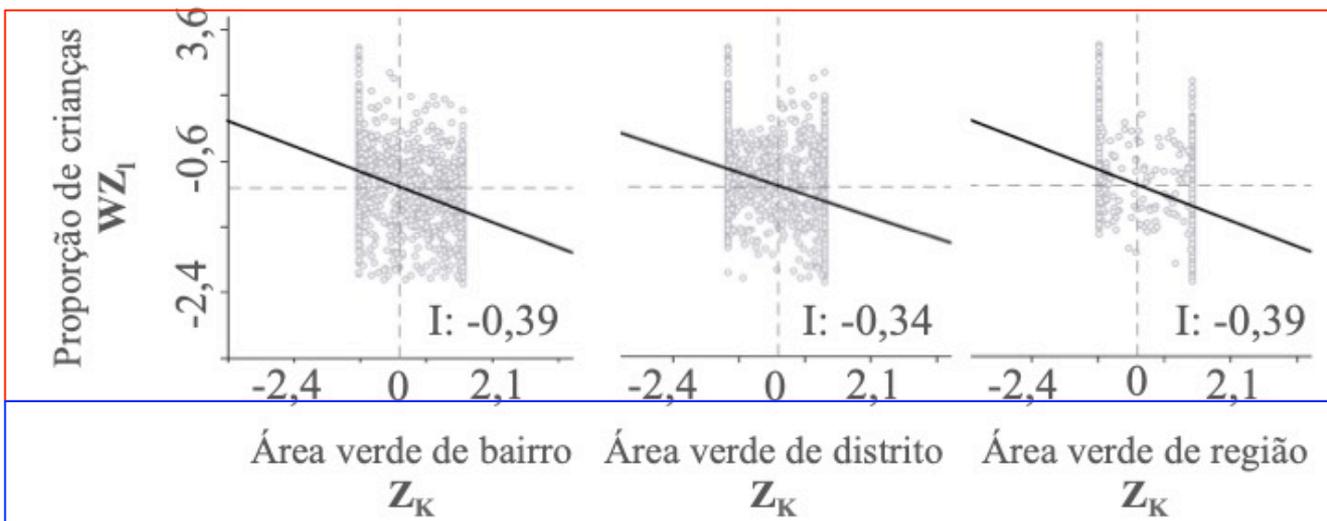
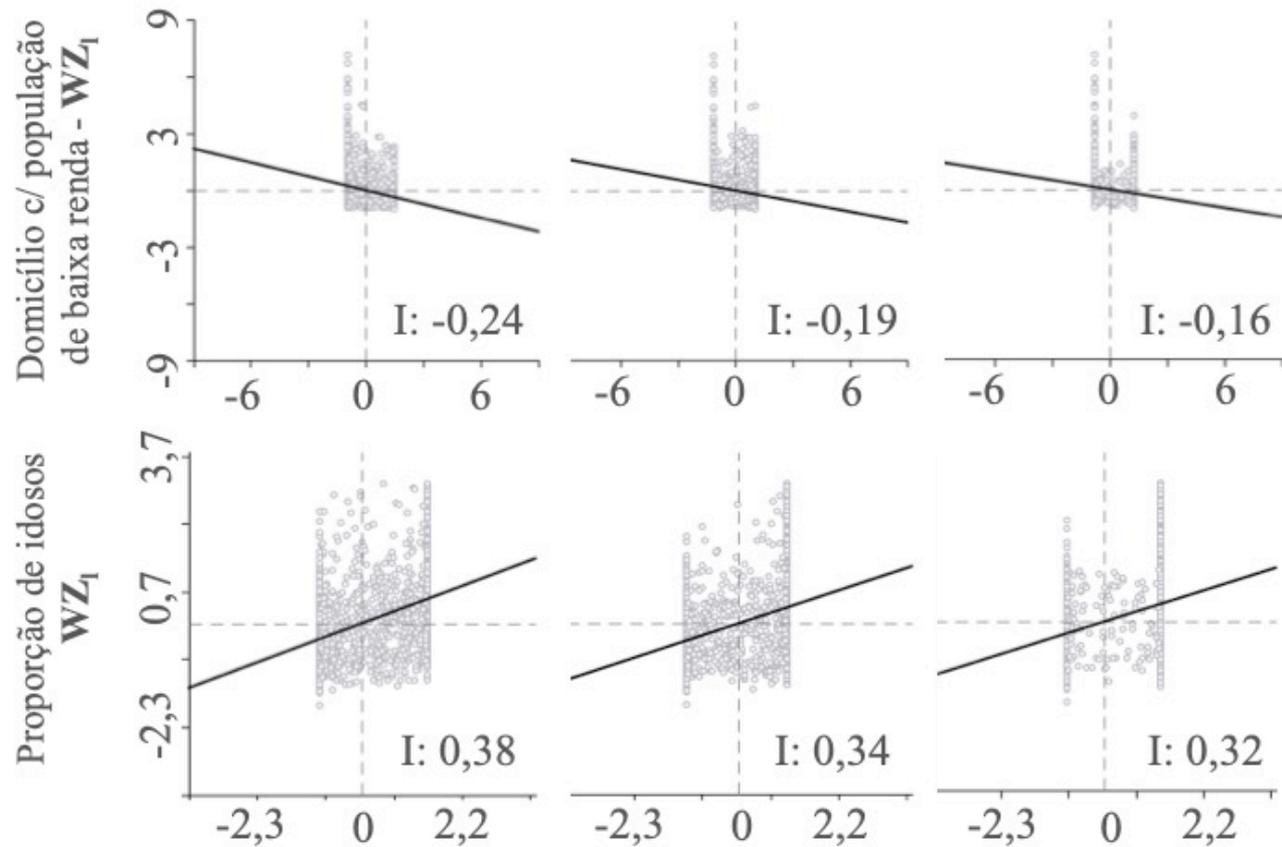


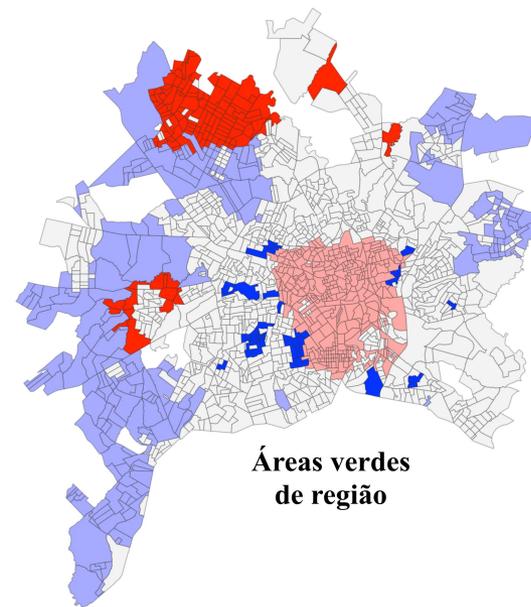
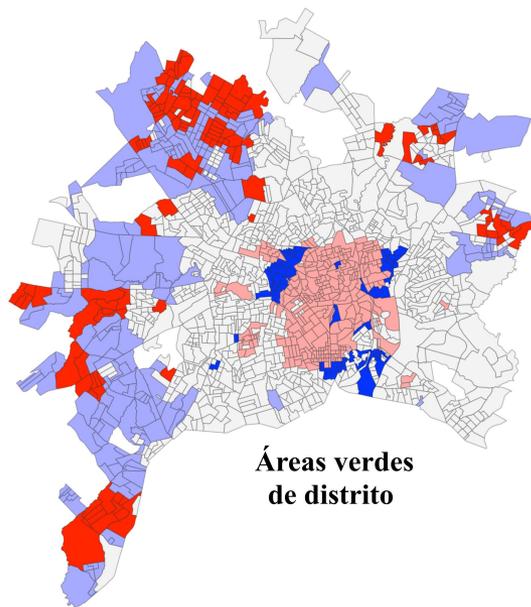
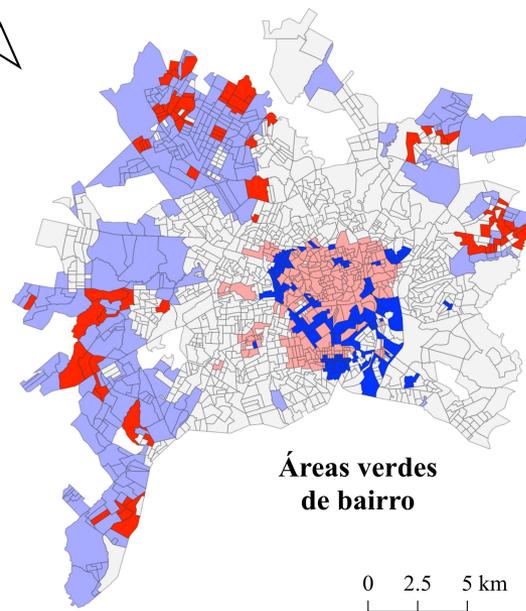
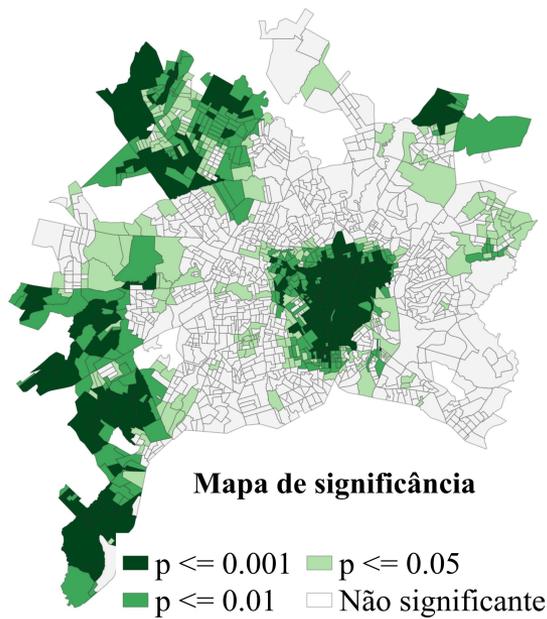
Área verde de bairro  $Z_K$       Área verde de distrito  $Z_K$       Área verde de região  $Z_K$



Associação local entre acessibilidade de áreas verdes (bairro, distrito e região) e proporção de idosos



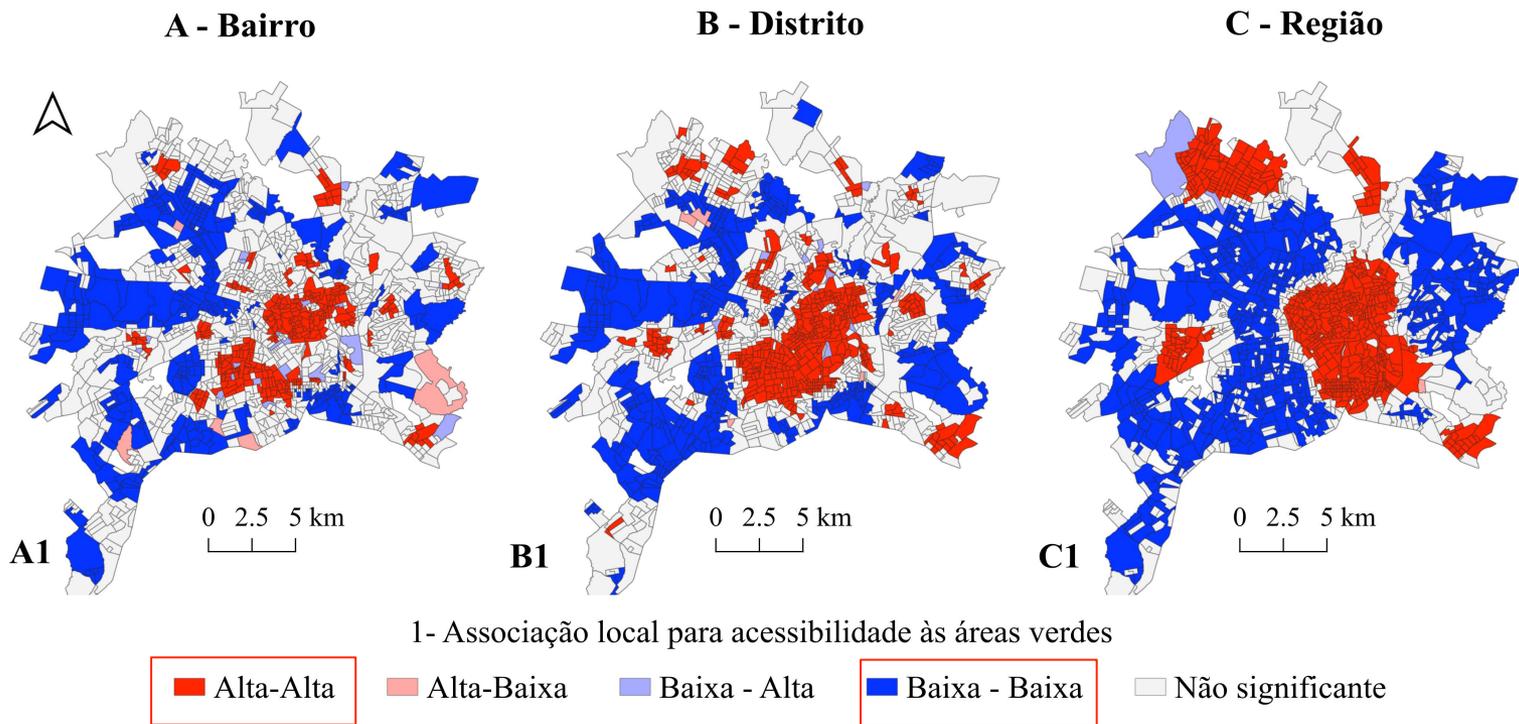




Associação local entre acessibilidade de áreas verdes (bairro, distrito e região) e proporção de crianças

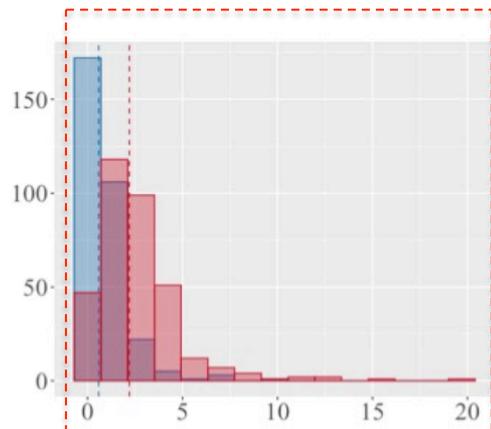


## **3. Teste de Mann-Whitney U**

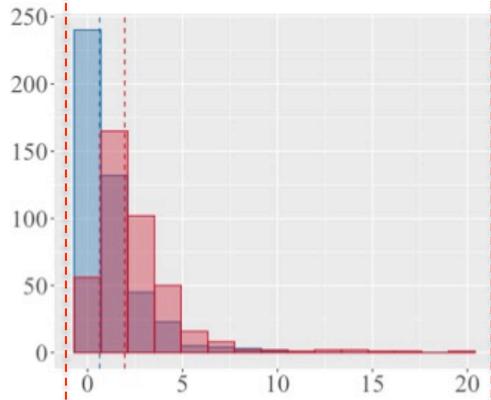


Contagem de setor censitário com acessibilidade a área verde de

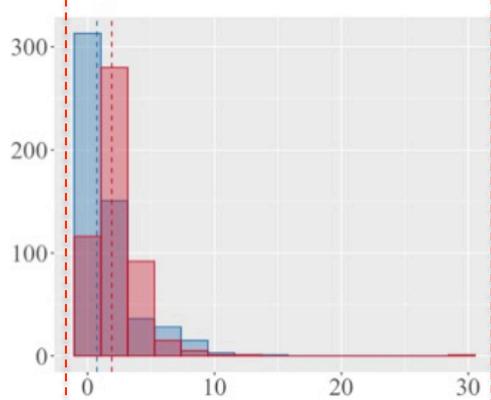
Bairro



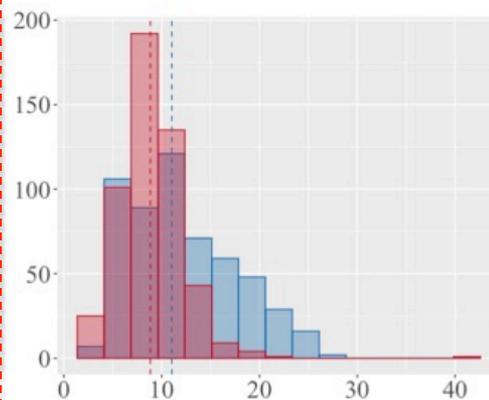
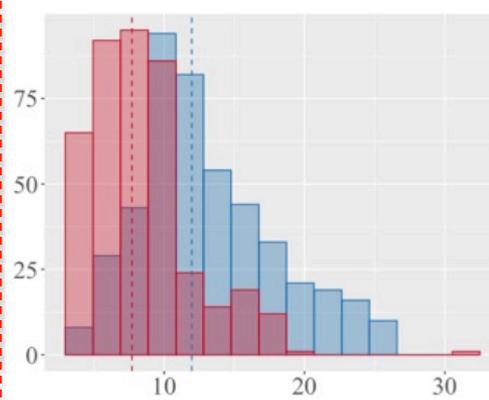
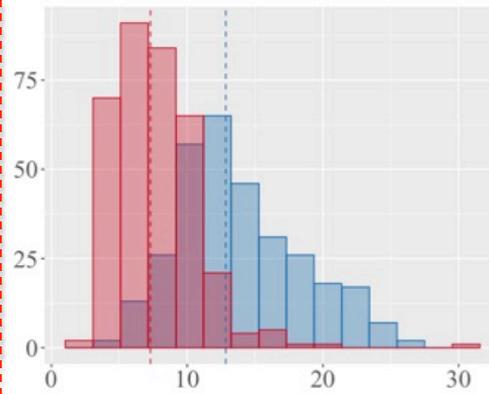
Distrito



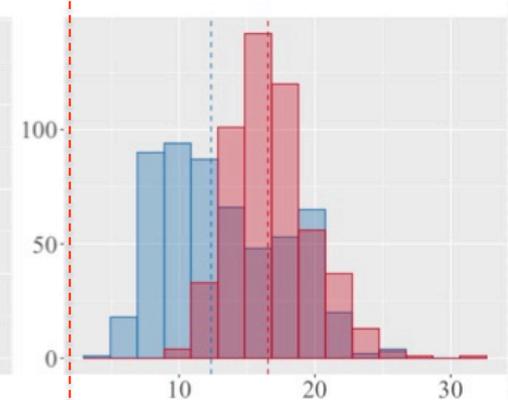
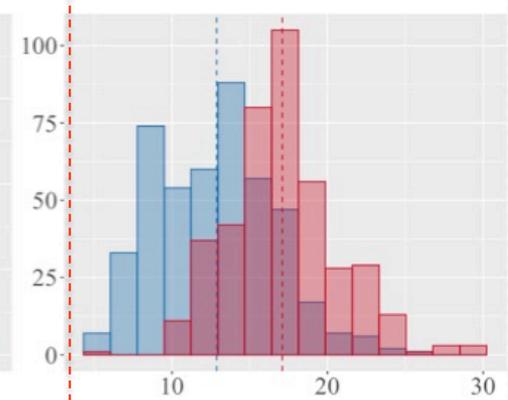
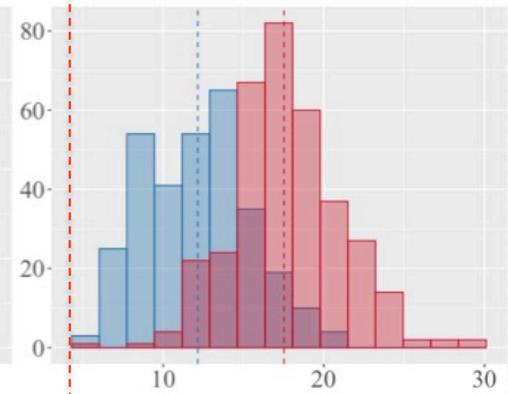
Região



População de baixa renda (%)



Idosos (%)



Crianças (%)

Acessibilidade Alta Baixa

	Z-score	Medianas		Equidade		
		Alta acessibilidade	Baixa acessibilidade	Frequência p < 5%	Frequência p < 1%	Frequência p < 0,1%
<b>Bairros</b>						
Renda	-3.77	0,61	<b>2,28</b>	Não (98,7%)	Não (94,7%)	Não (77,2%)
Idosos	4.65	<b>13,01</b>	7,33	Não (99,9%)	Não (99,8%)	Não (98,7%)
Crianças	-4.68	12,05	<b>17,54</b>	Não (100%)	Não (99,7%)	Não (98,7%)
<b>Distrito</b>						
Renda	-3.09	0,67	<b>2,00</b>	Não (92,4%)	Não (74,8%)	Sim (43,7%)
Idosos	3.57	<b>12,15</b>	7,83	Não (98,3%)	Não (89,6%)	Não (69,1%)
Crianças	-3.73	12,65	<b>17,01</b>	Não (99,5%)	Não (95,5%)	Não (75,8%)
<b>Região</b>						
Renda	-2.37	0,81	<b>1,90</b>	Não (70,0%)	Sim (45,1%)	Sim (17,6%)
Idosos	1.98	<b>11,23</b>	8,81	Não (53,2%)	Sim (26,6%)	Sim (7,90%)
Crianças	-2.84	12,51	<b>16,45</b>	Não (85,3%)	Não (65,6%)	Sim (33,5%)

# CONCLUSÕES

- Mapas LISA + Significância

- Regiões com maiores demandas por área verde;

- Pode sugerir inequidade observando a tendência em formar mais grupos associados negativamente (i.e Baixa acessibilidade / Alta proporção para crianças e população de baixa renda)

- Teste de Mann-Whitney U

- Sugere-se inequidade para todos os grupos, sendo crianças e população de baixa renda os que estão sendo mais desfavorecidos.

ANSELIN, L. Local Indicators of Spatial Association—LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 2, p. 93–115, 1995.

HENRIQUE, W. Um bosque para chamar de meu. *In*: HENRIQUE, W. **O direito à natureza na cidade**. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 139-164.

IRAEGUI, E.; AUGUSTO, G.; CABRAL, P. Assessing equity in the accessibility to urban green spaces according to different functional levels. **ISPRS International Journal of Geo-Information**, v. 9, n. 5, 2020.

KUO, M. How might contact with nature promote human health? Promising mechanisms and a possible central pathway. **Frontiers in Psychology**, v. 6, n. August, p. 1–8, 2015.

SAKATA, F. G., MEDEIROS, W.; GONÇALVES F. M. Gentrificação verde em Goiânia: O papel dos parques brasileiros do século XXI nas transformações urbanas. **Sociabilidades Urbanas – Revista de Antropologia e Sociologia**, v2, n6, p. 137-149, novembro de 2018

TALLEN, E.; ANSELIN, L. Assessing spatial equity: An evaluation of measures of accessibility to public playgrounds. **Environment and Planning A**, v. 30, n. 4, p. 595–613, 1998.

**OBRIGADO!**



Laboratório de investigação em  
Sistemas Socioambientais

