

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?

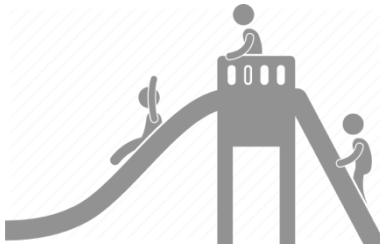
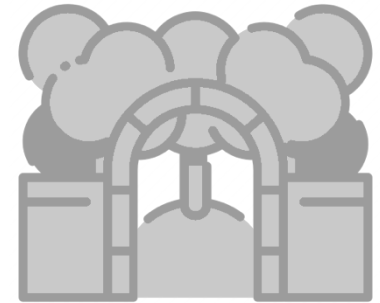
Parques, Bosques, Reservas Naturais e praças

Benefícios do contato direto:

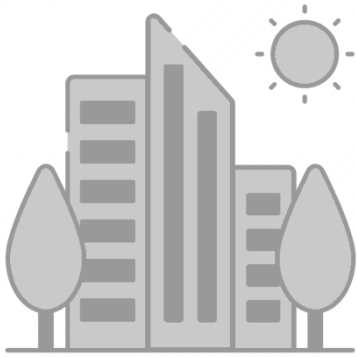
- ✓ Interação Social
- ✓ Atividade física
- ✓ Alívio do stress



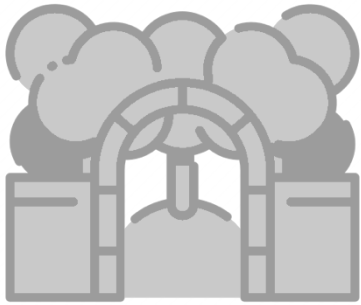
BEM ESTAR



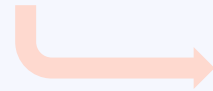
INTRODUÇÃO



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

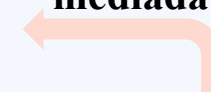


EQUIDADE para diferentes GRUPOS POPULACIONAIS

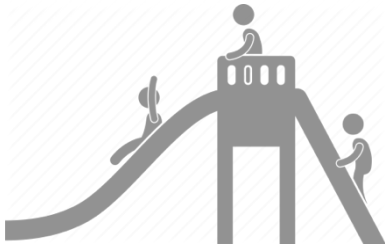


Variação espacial
na oferta de
serviços

mediada



ACESSIBILIDADE :
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)

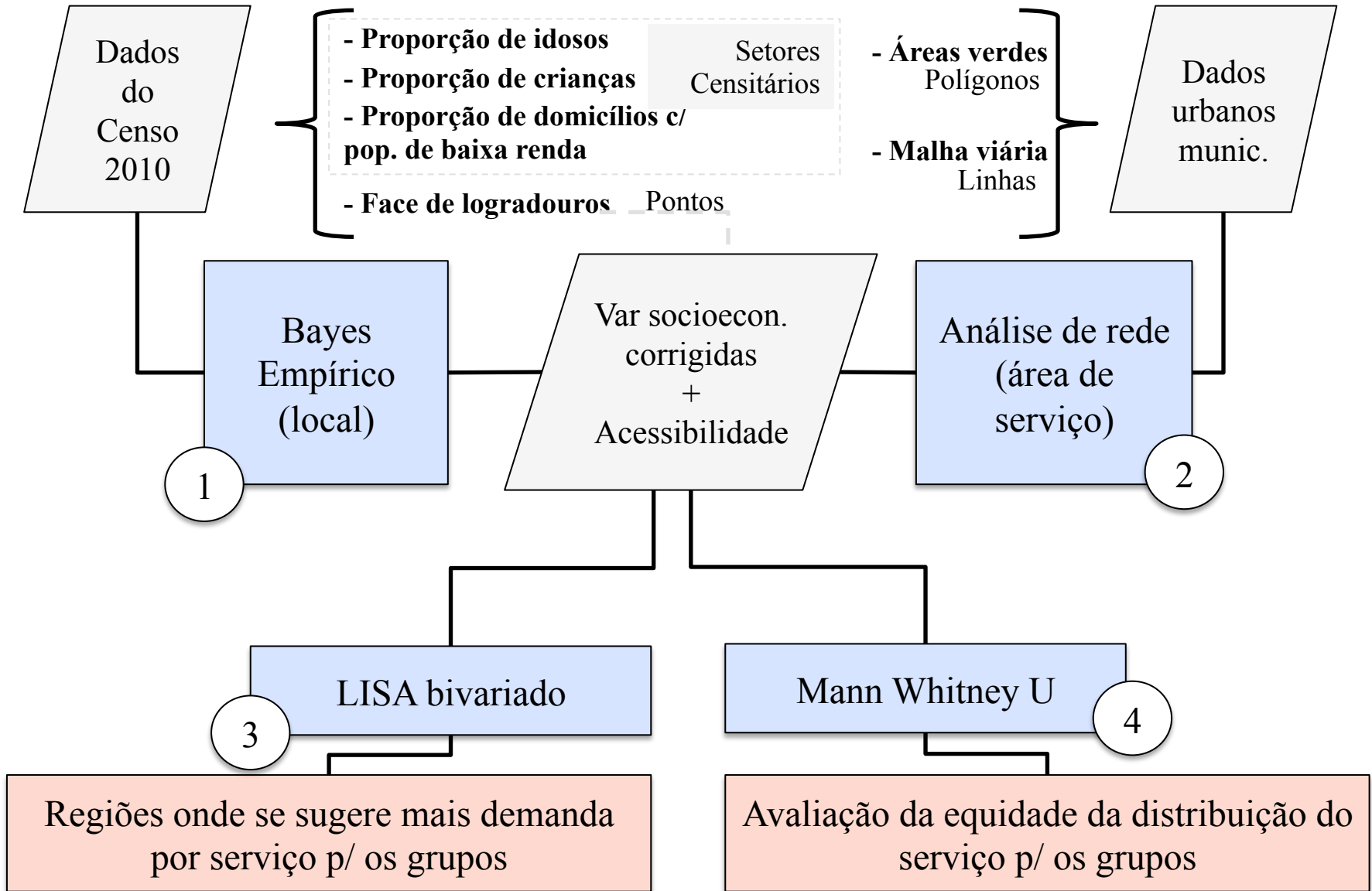


Na cidade de Goiânia:

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?

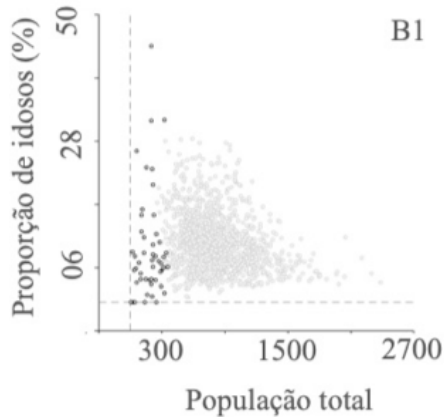
MATERIAIS E MÉTODOS



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}

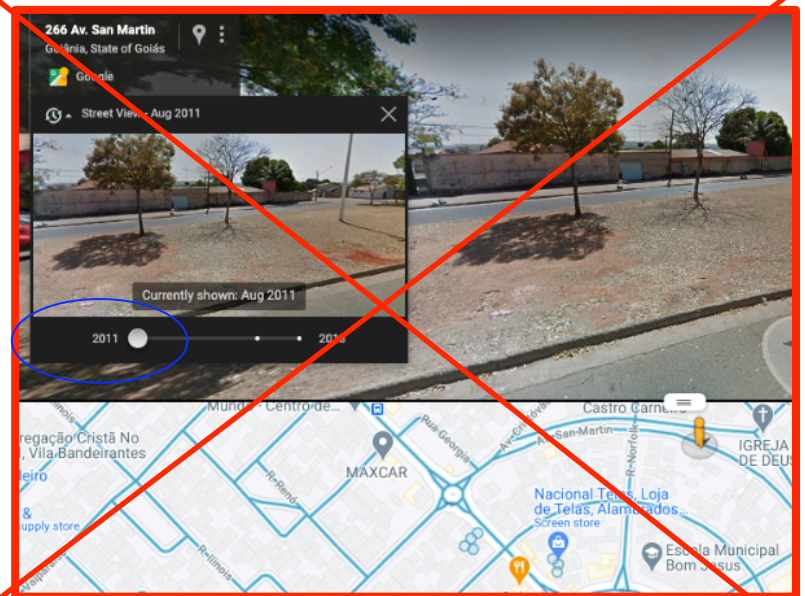
MATERIAIS E MÉTODOS

Análise de rede
(área de serviço)

2

Praças públicas

Parques / bosques
públicos

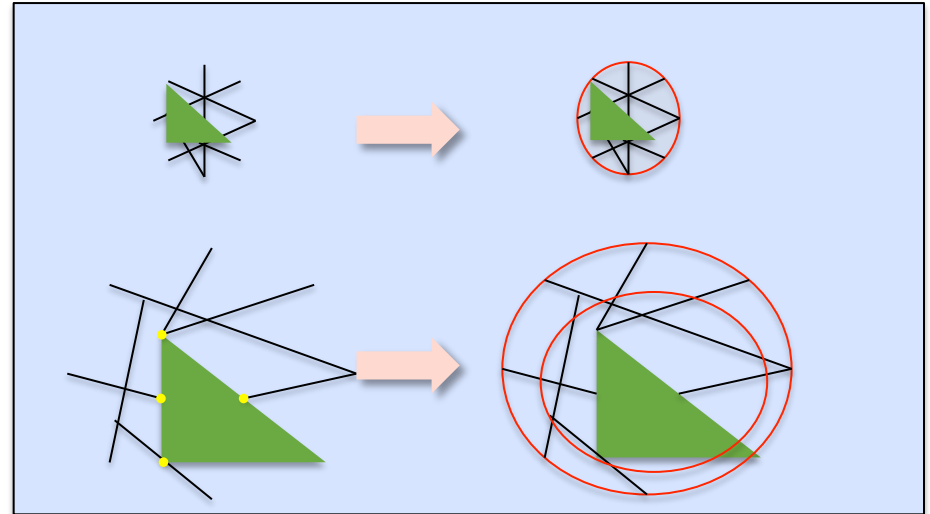


Análise de rede
(área de serviço)

2

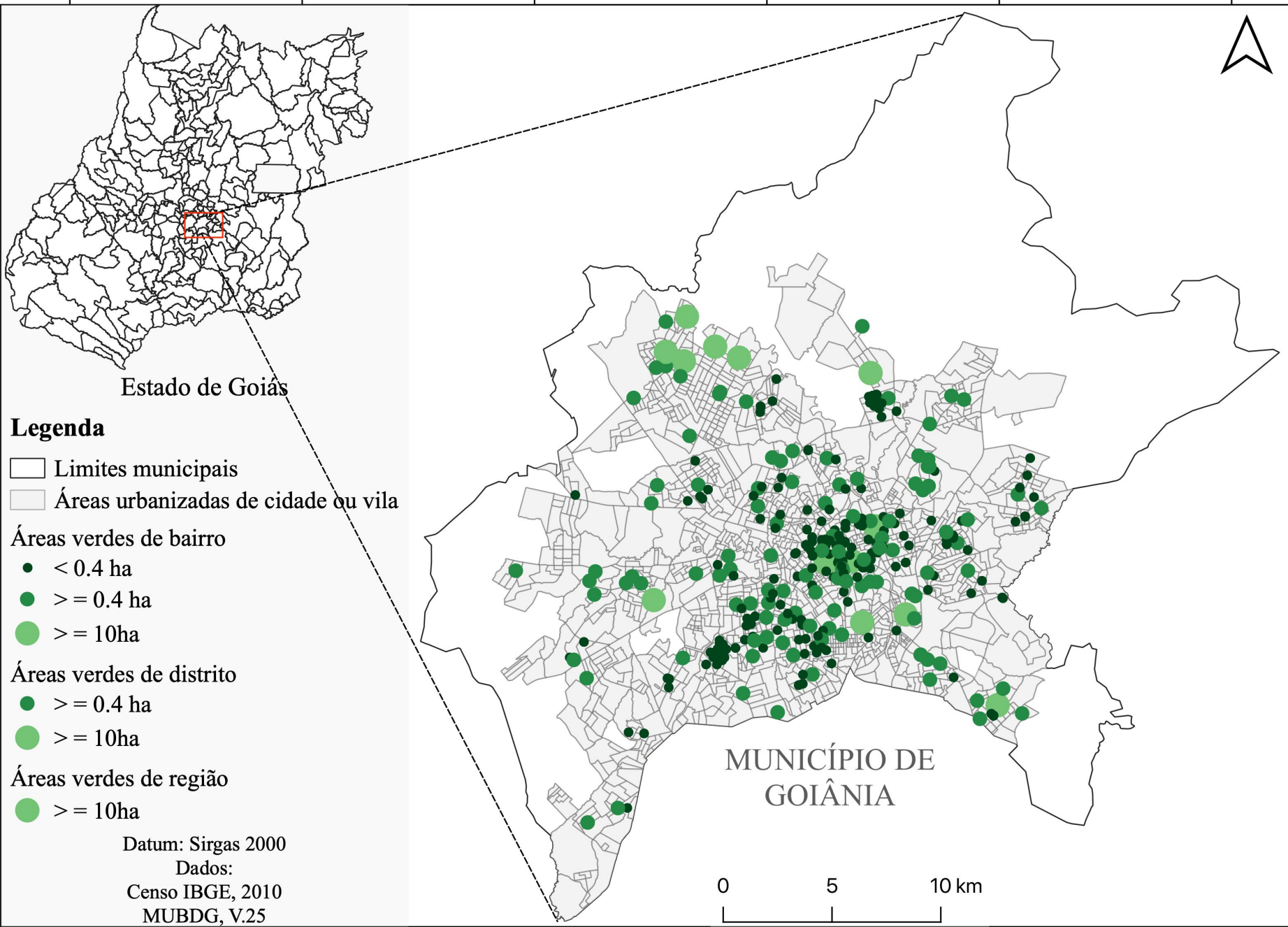
QGIS

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

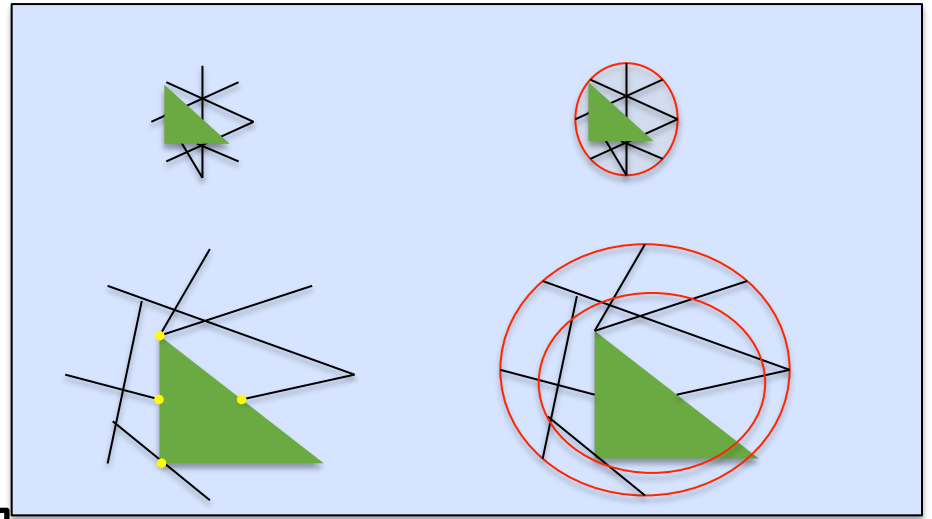
MUNICÍPIO DE
GOIÂNIA

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...

Layers

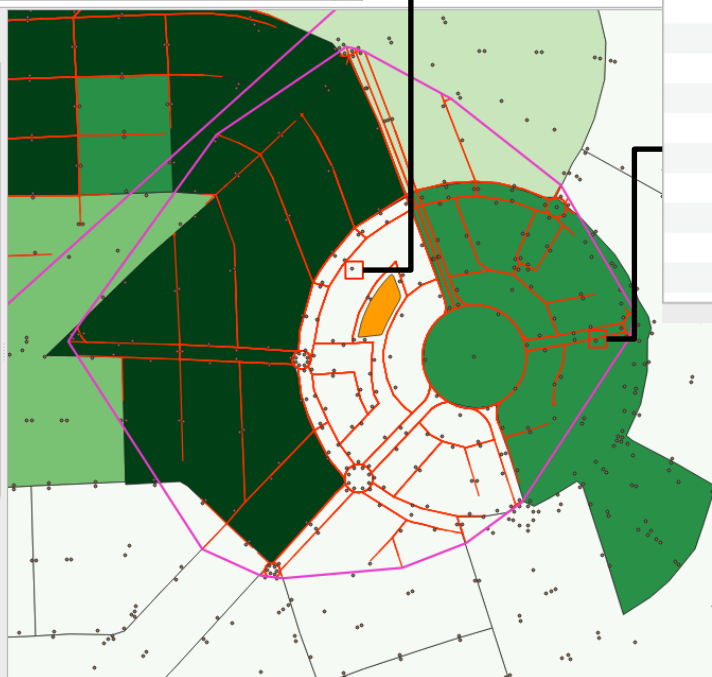
- Servico_400m_area
- Pracas_Goiania_S22S_final
- face_logradouro_2010_pt
- Servico_400m
- Proporção de domicílios**
 - 0 - 20
 - 20 - 40
 - 40 - 60
 - 60 - 80
 - 80 - 100
- Geo
 - Amostras_setores
 - Bivariate
 - Univariate
 - Bayes Empírico
 - Outros
 - OSM

SCP_Dock Layers

Coordinate Capture

Copy to Clipboard

Start Capture



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

LISA bivariado

3

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

Anselin et al. (2002)

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$

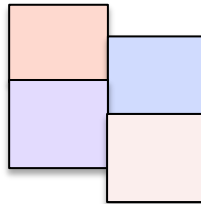
Índice de Moran Global Univariado

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

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

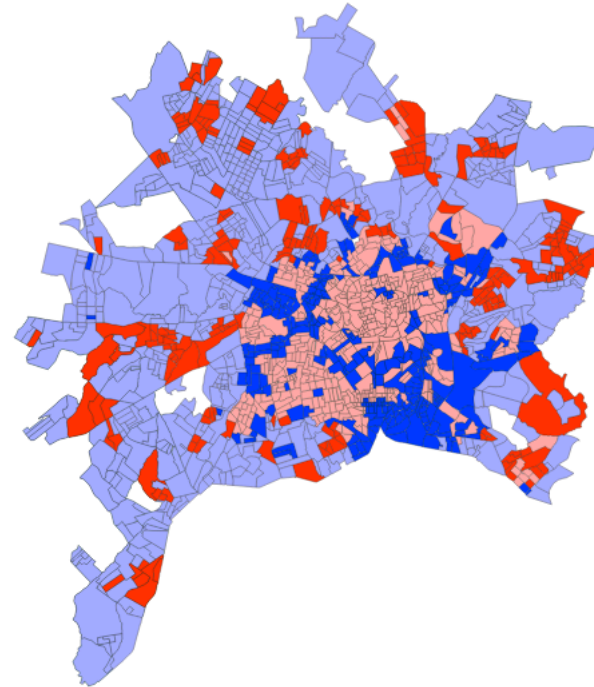
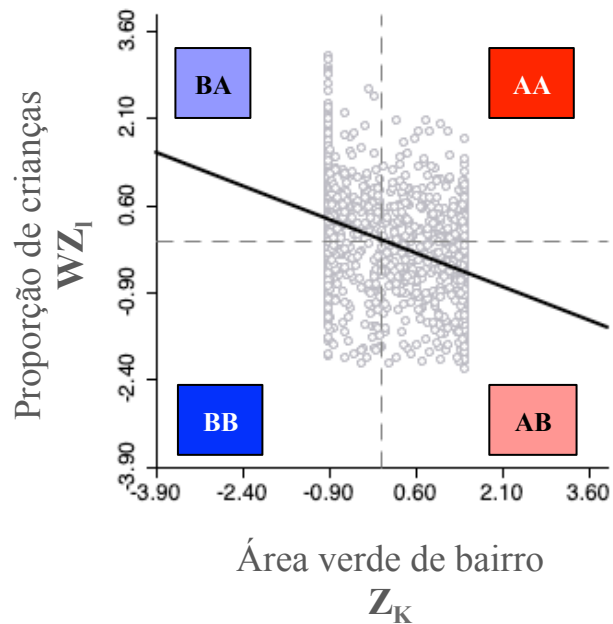


Global

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

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$



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

MATERIAIS E MÉTODOS

LISA bivariado

3

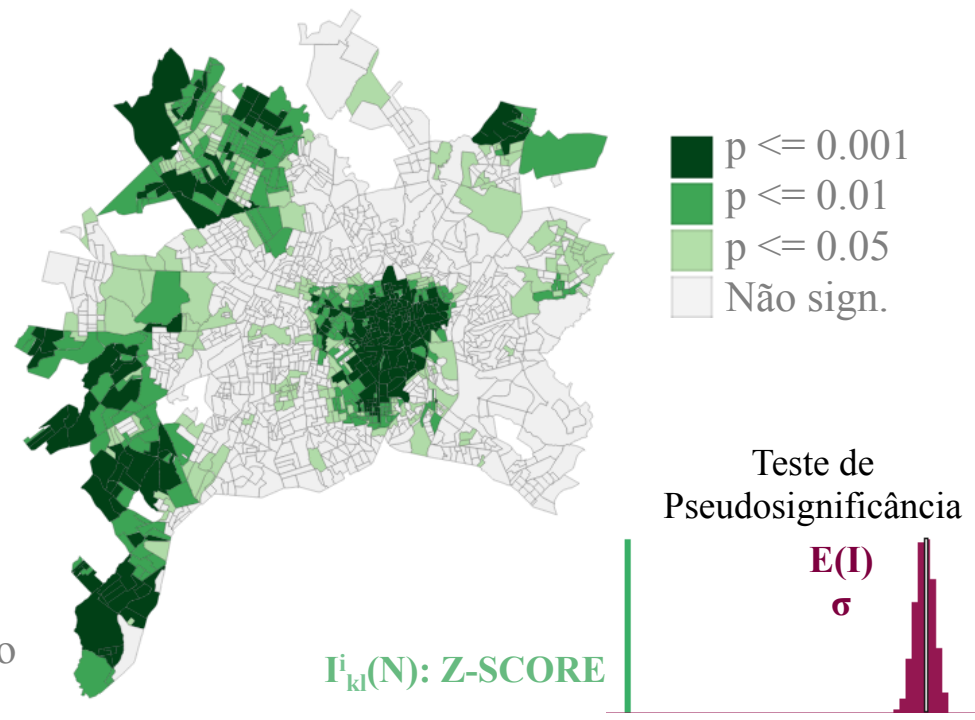
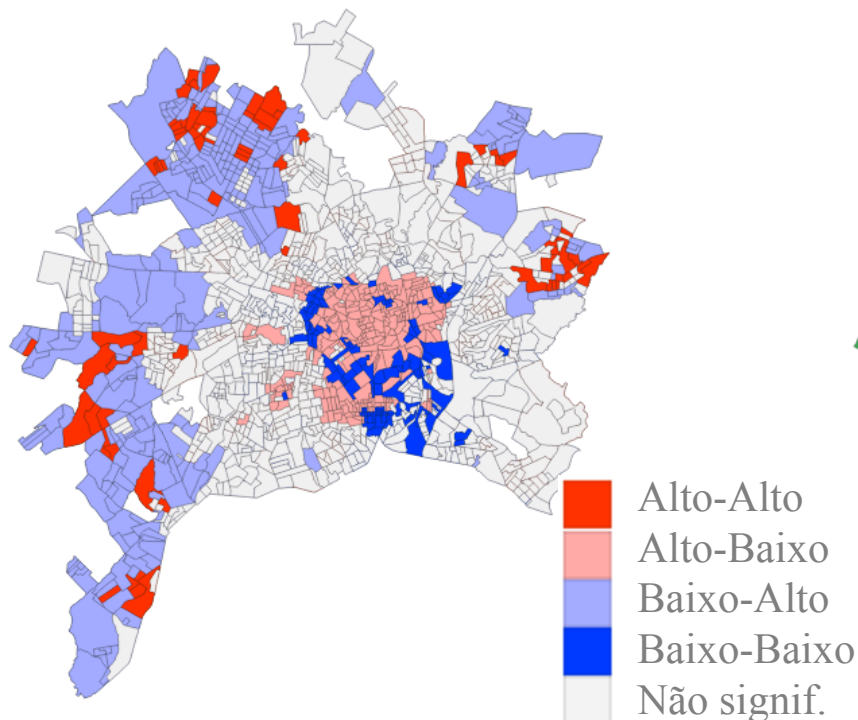


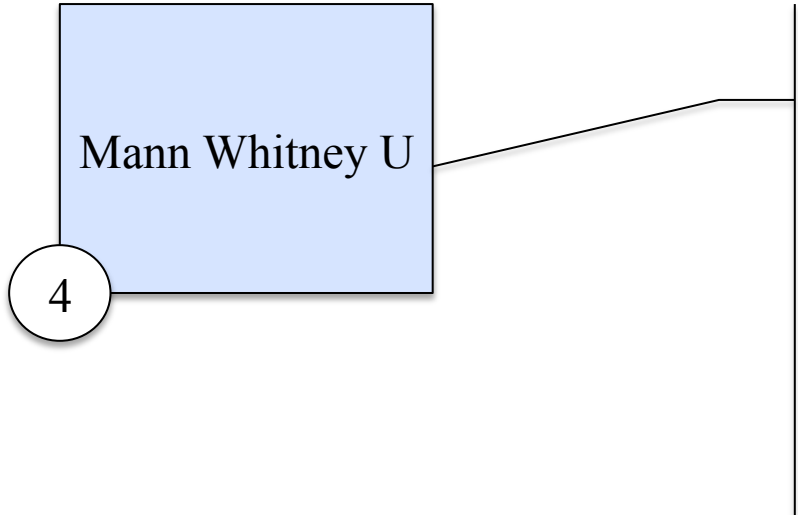
Local

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

$k = \text{Bairro, Distrito, Região}$

$l = \text{Renda, Idosos, Crianças}$





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

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

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

Nachar (2008)

Amostras > 20

Valor-P < α = rejeita hipótese de igualdade

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

$$\sum R_a = 22$$

$$\sum R_b = 33$$

Mann Whitney

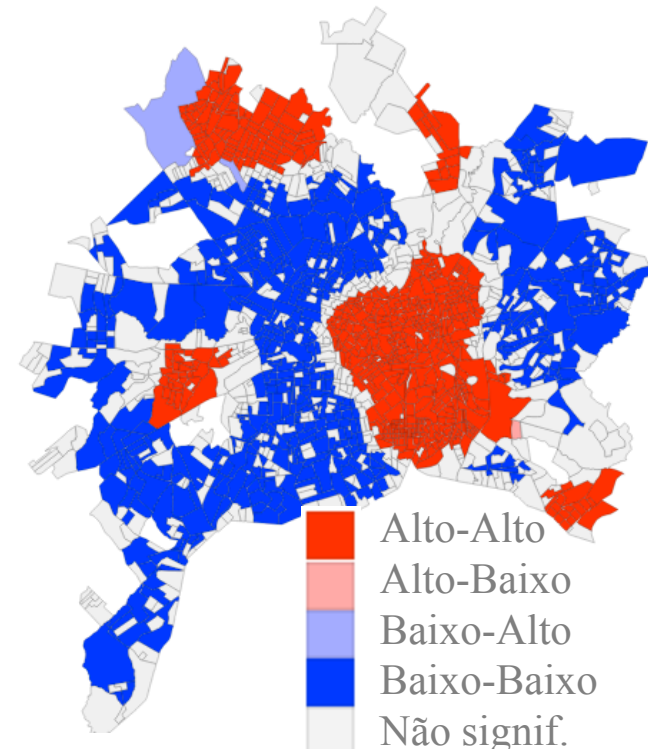
4

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:

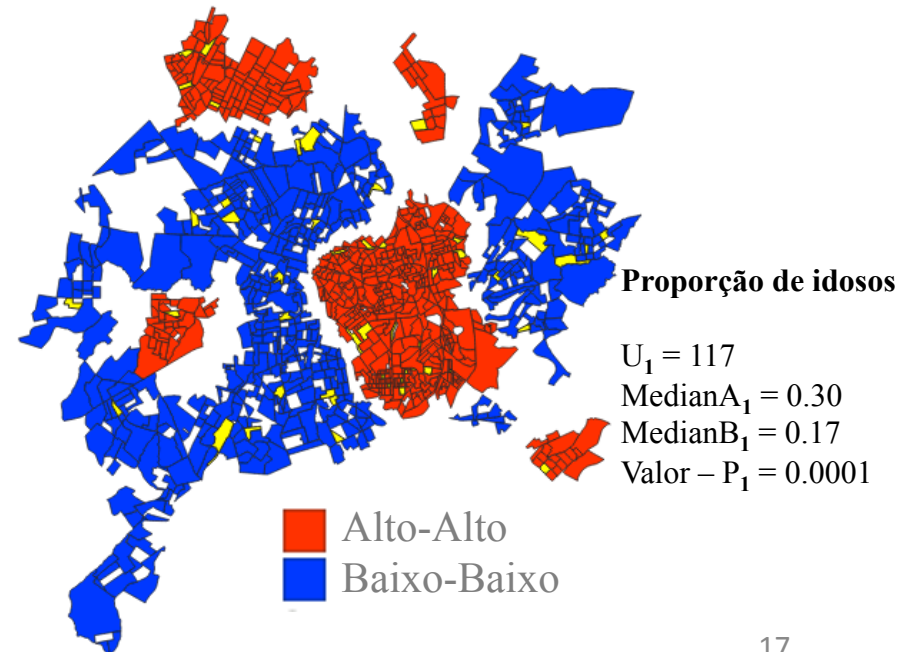
25 amostras aleatórias → evitar **dependência espacial** (proximidade)

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:

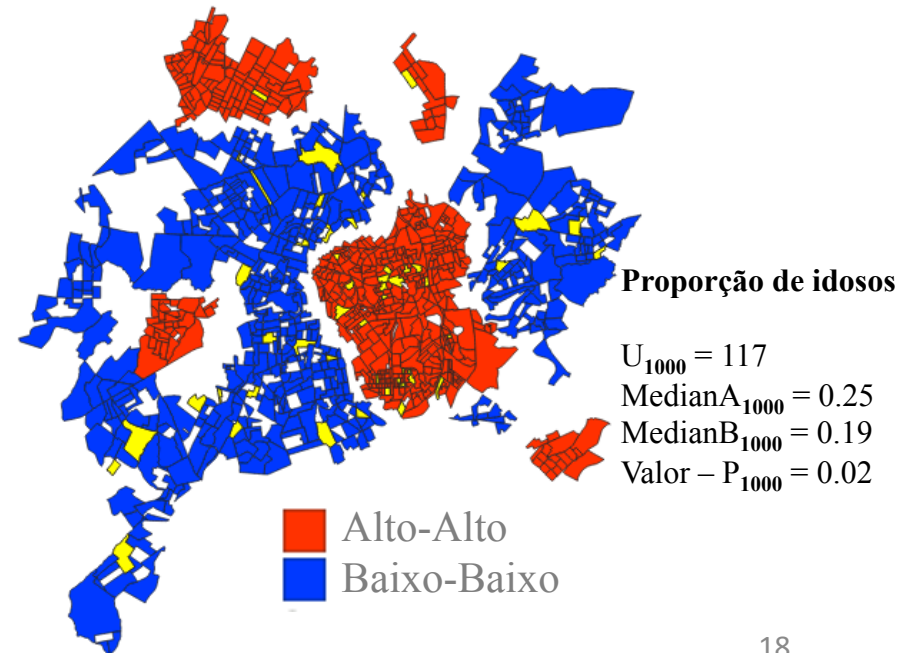
25 amostras aleatórias → evitar **dependência espacial** (proximidade)

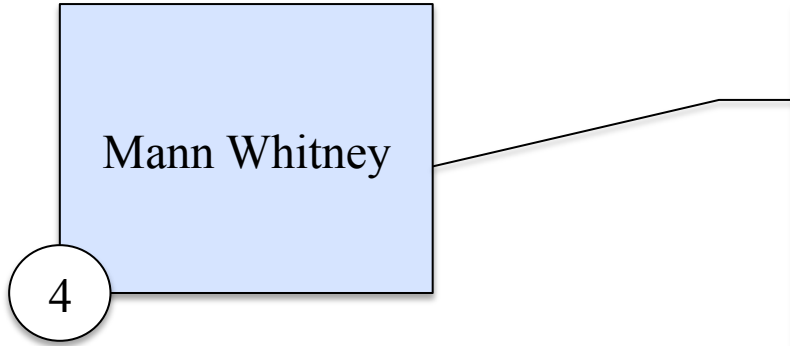
Repetição 1000 vezes



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

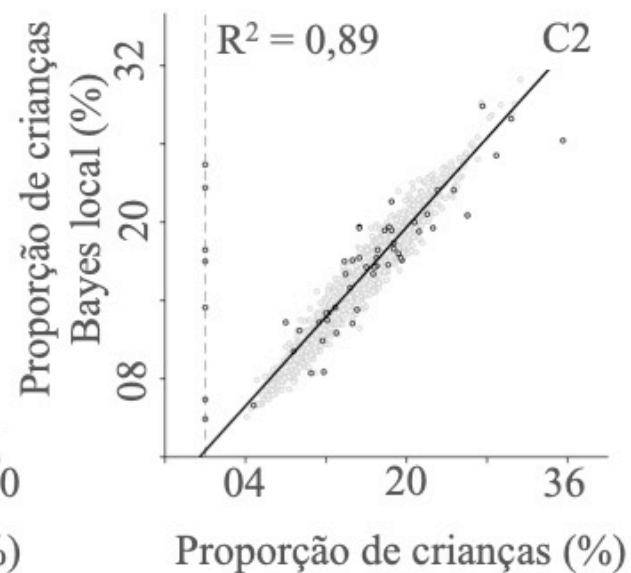
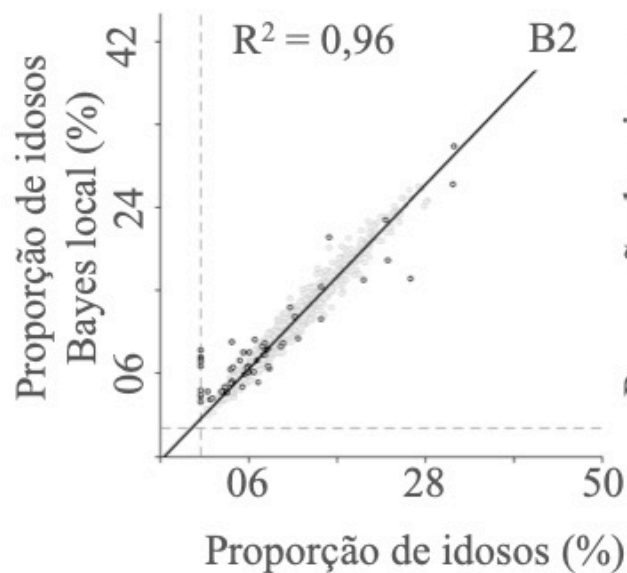
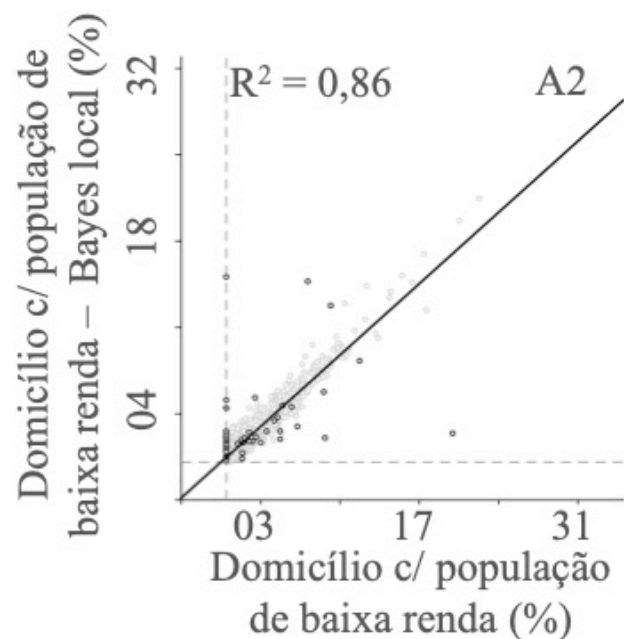
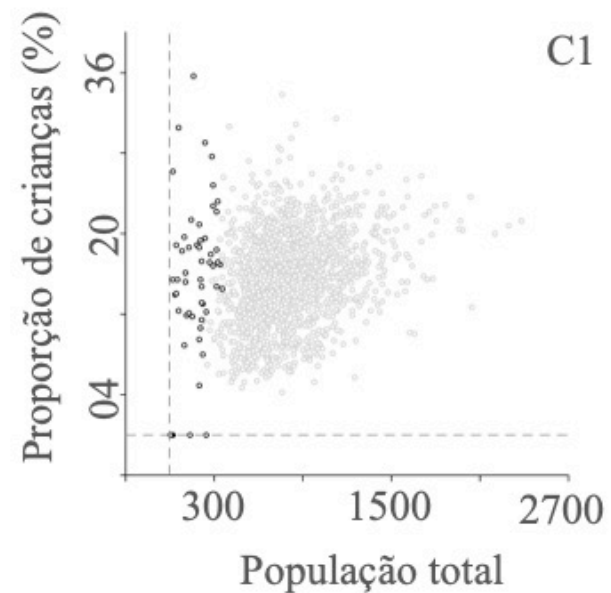
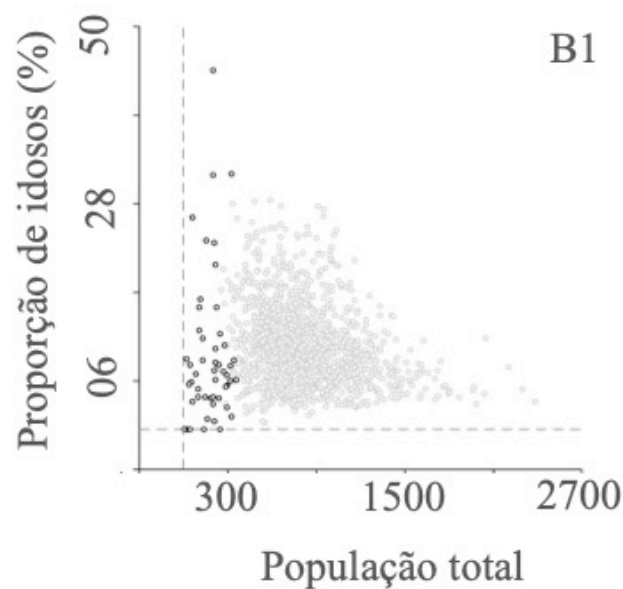
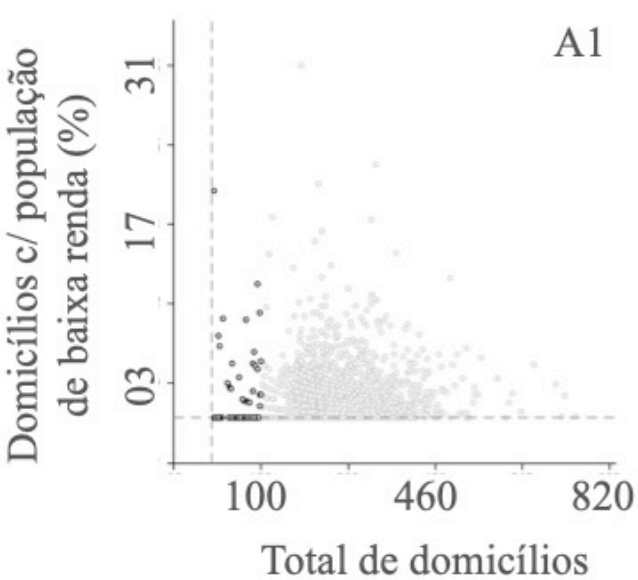
Não

Não

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. BAYES EMPÍRICO LOCAL



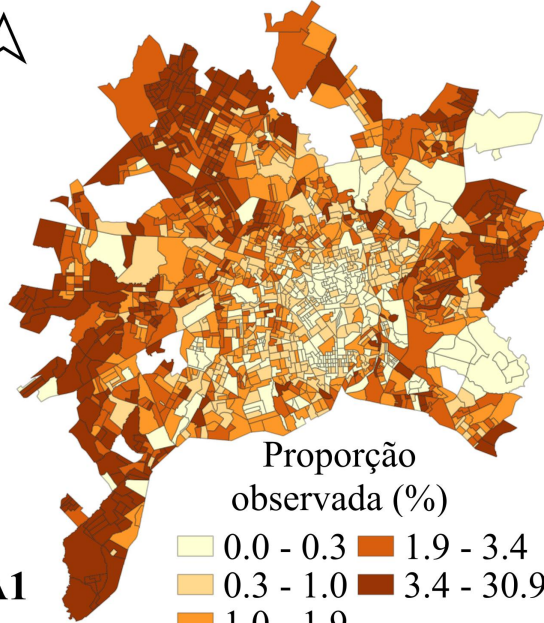
A - Domicílios com população de baixa renda



B - Idosos

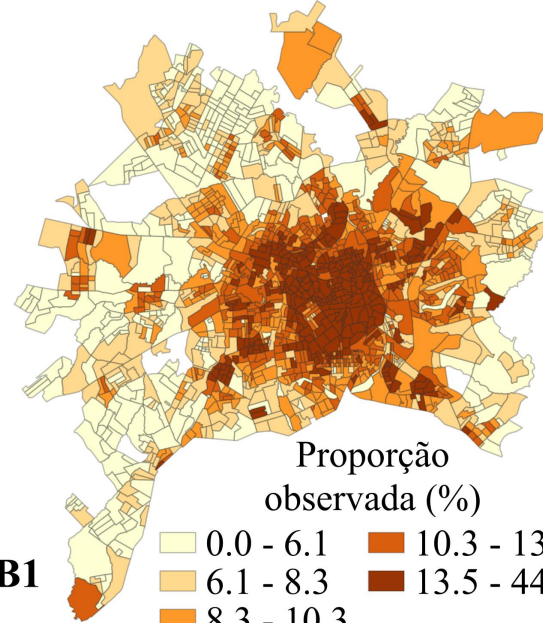
C - Crianças

A1



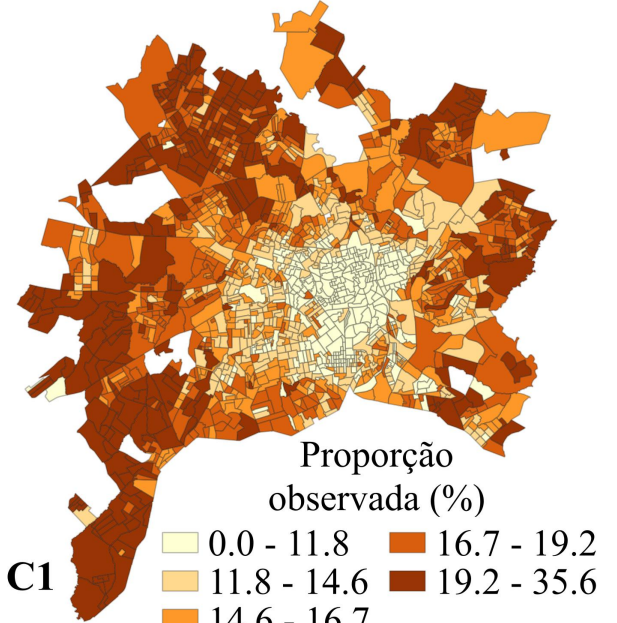
0 2.5 5 km

B1



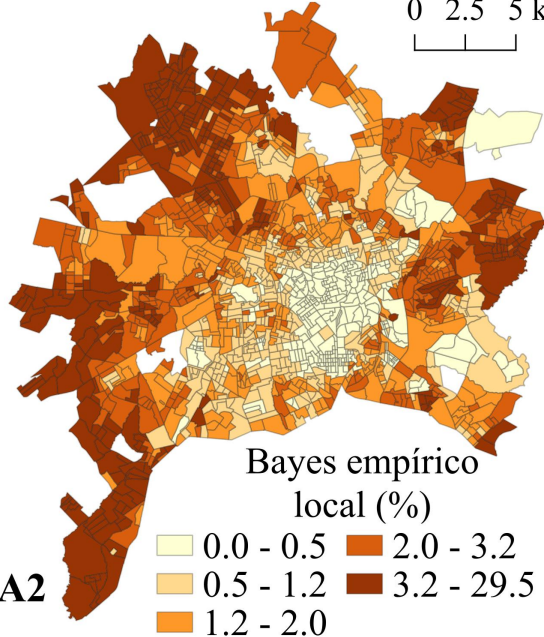
0 2.5 5 km

C1

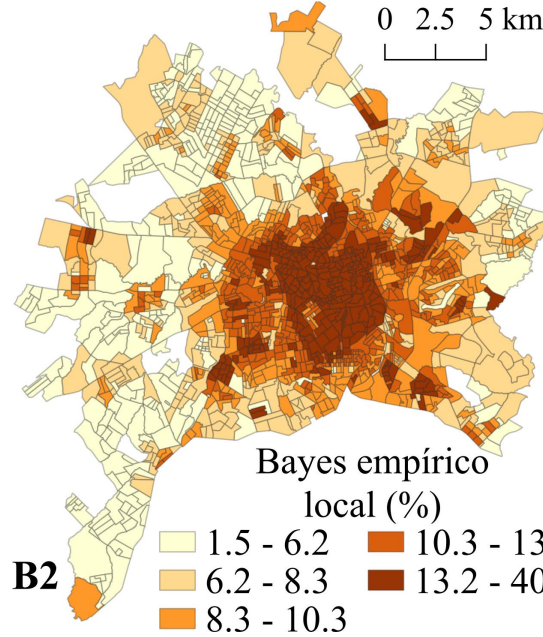


0 2.5 5 km

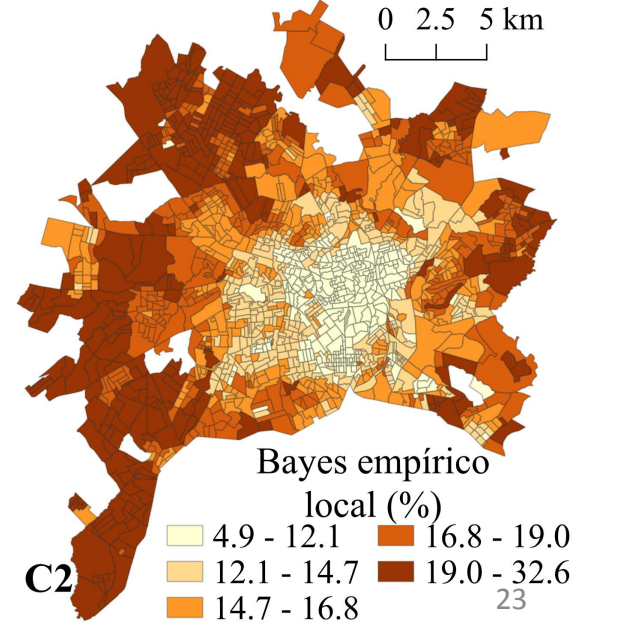
A2



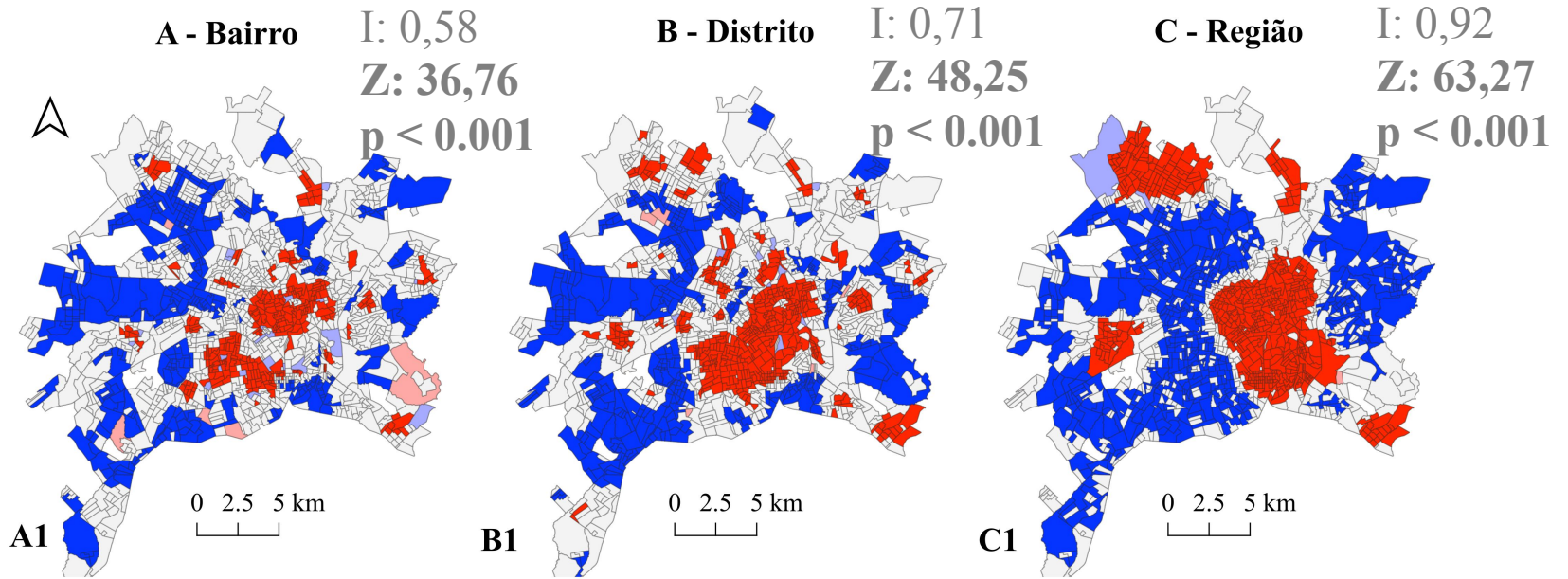
B2



C2

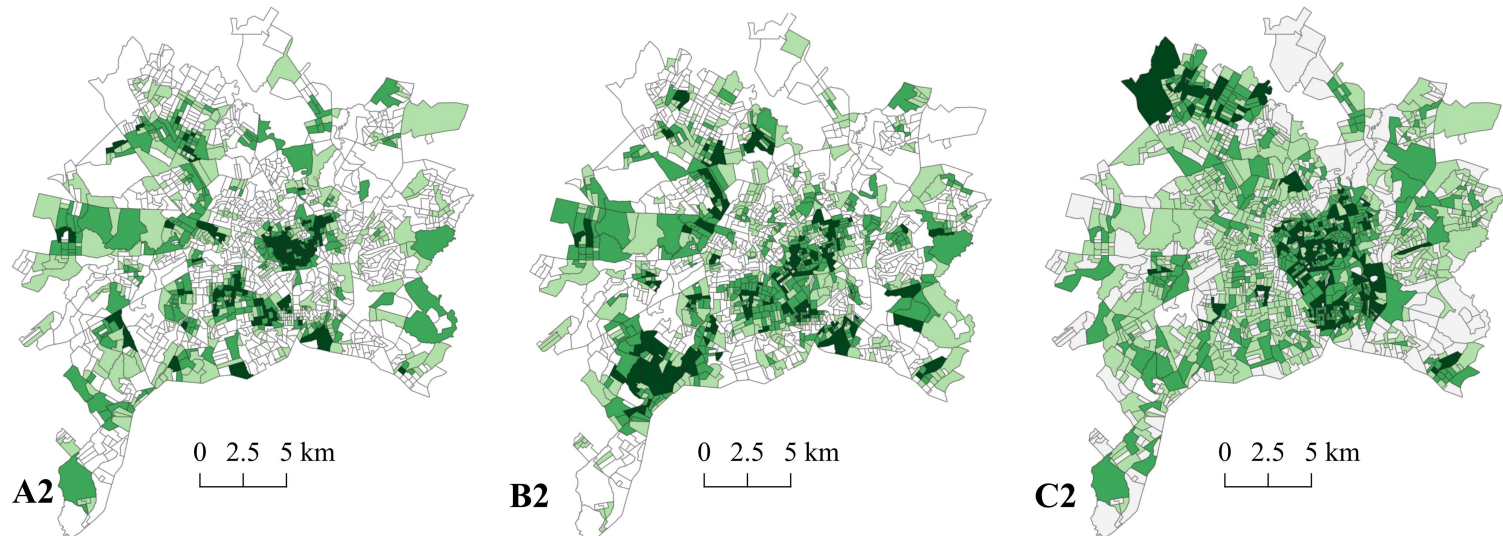


2. MAPAS LISA



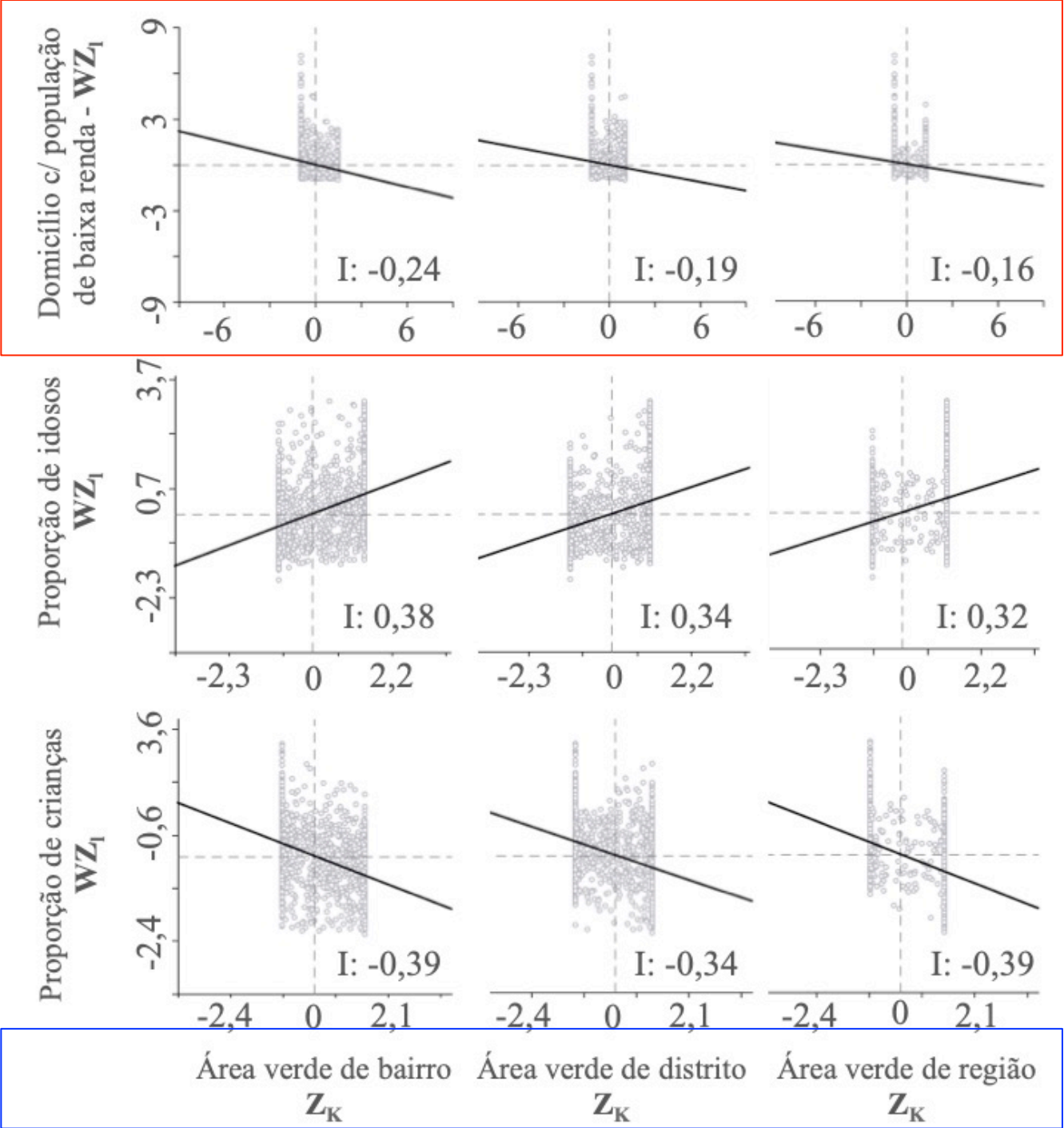
1- Associação local para acessibilidade às áreas verdes

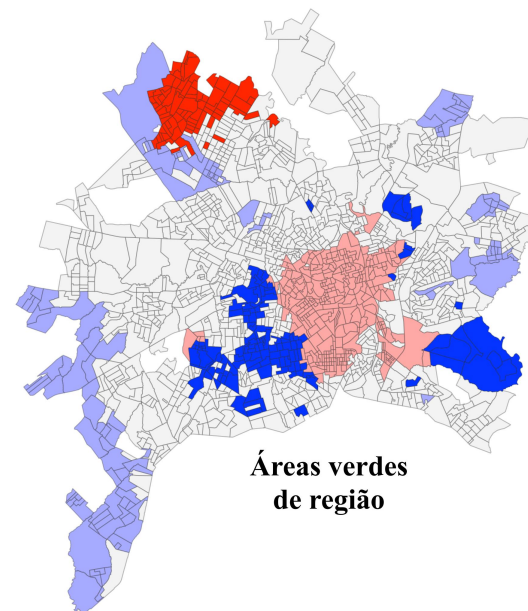
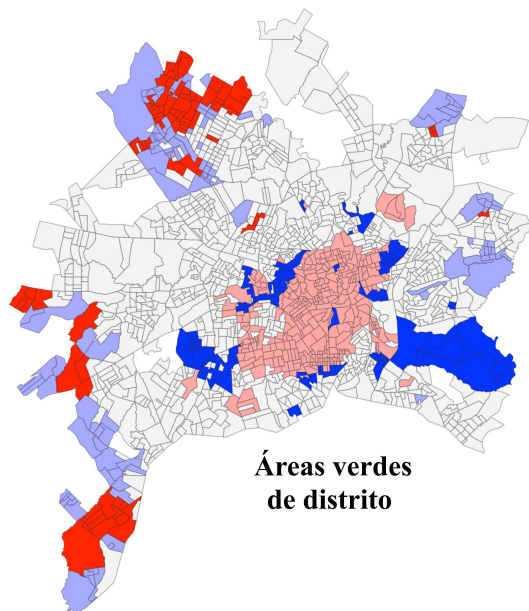
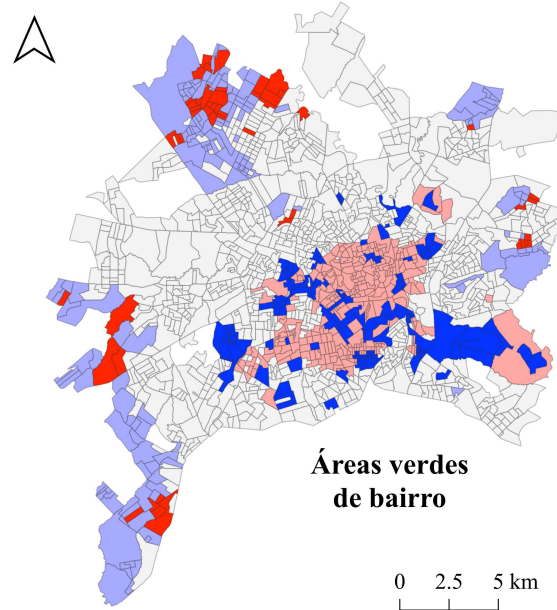
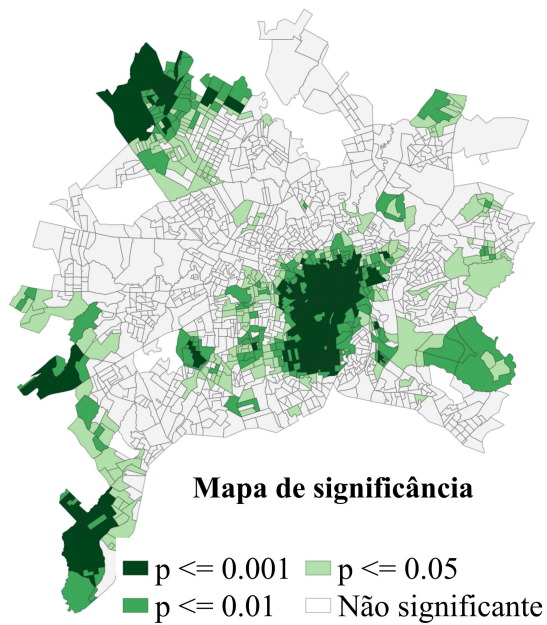
Alta-Alta Alta-Baixa Baixa - Alta Baixa - Baixa Não significativa



2- Nível de significância

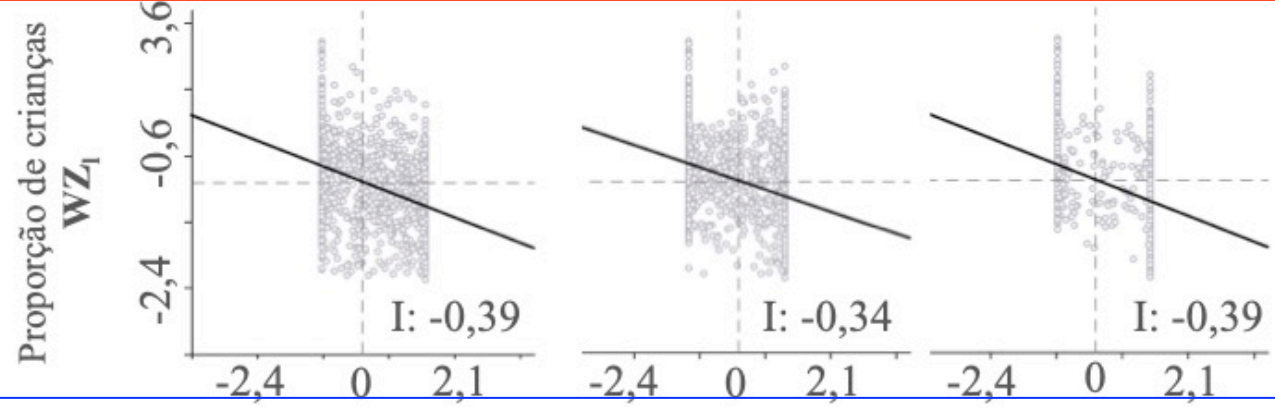
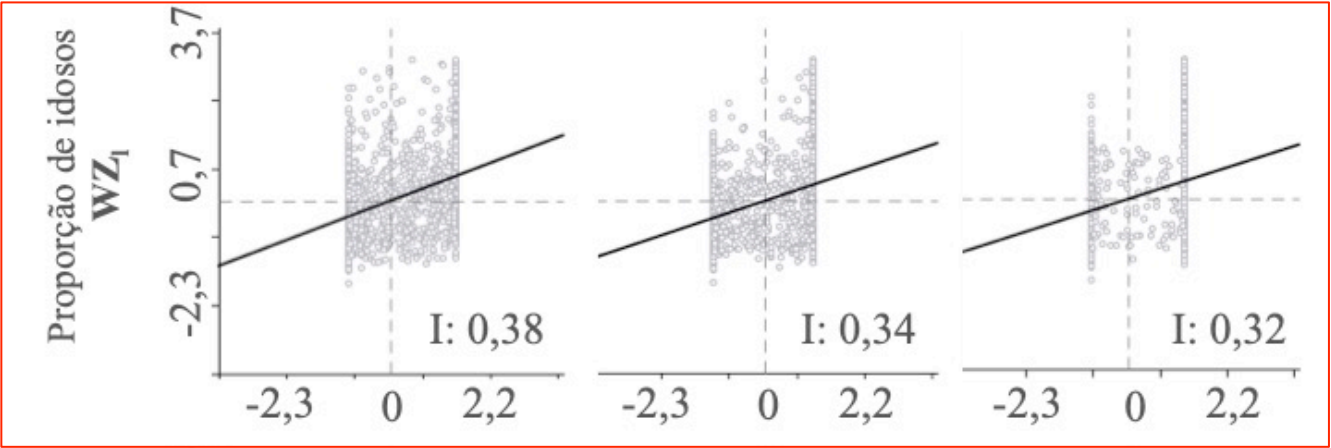
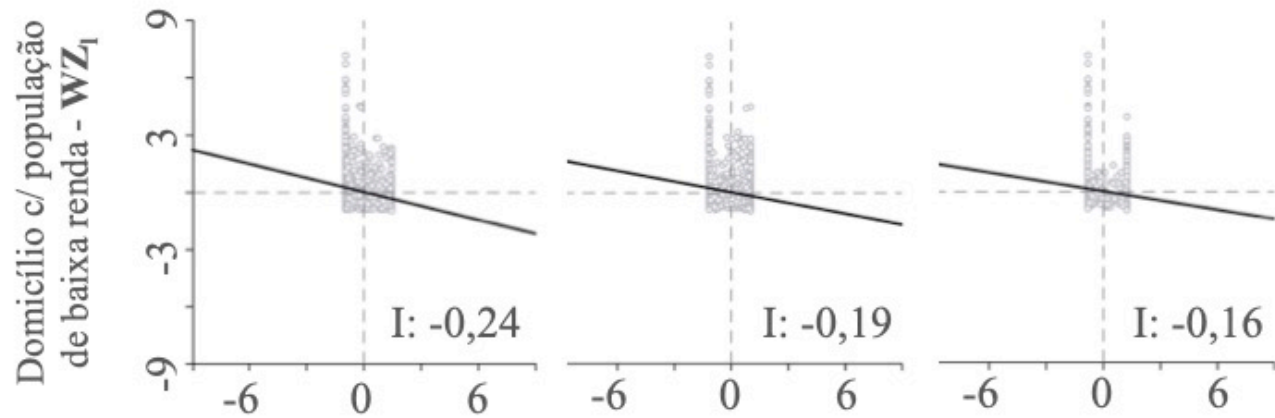
≤ 0.001 ≤ 0.01 ≤ 0.05 Não significativa



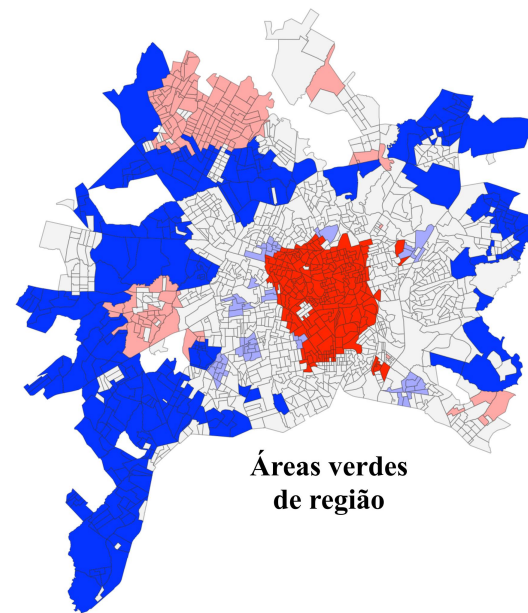
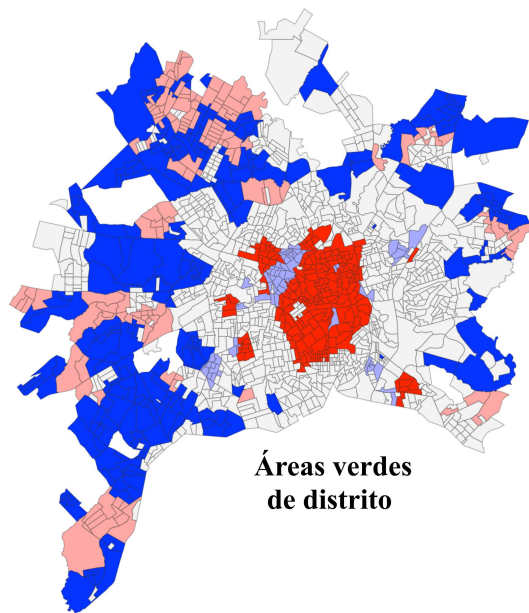
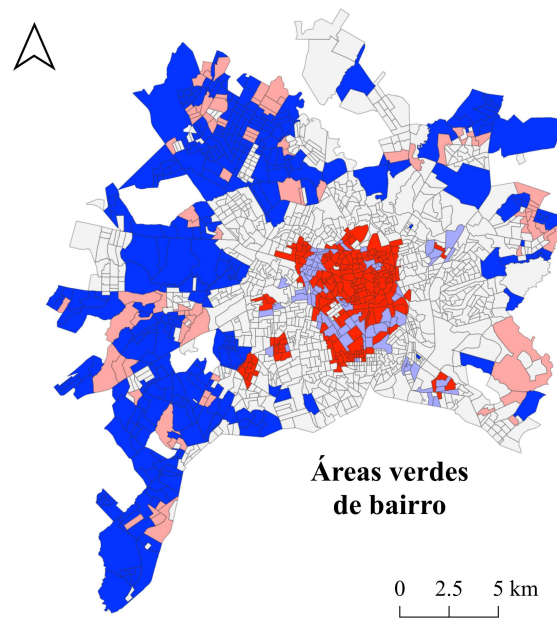
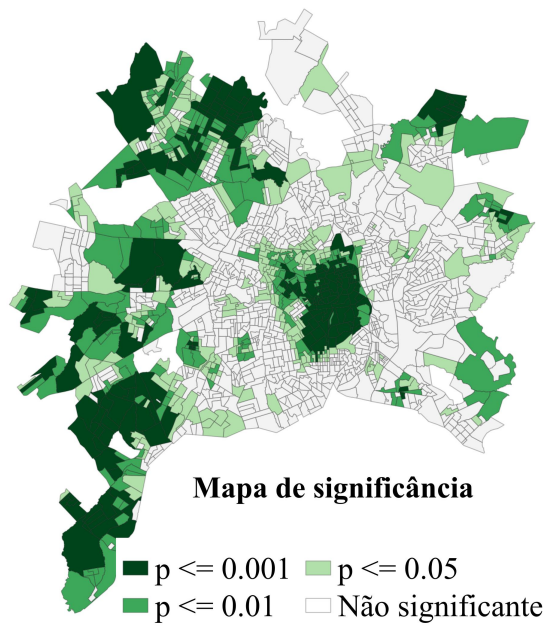


Associação local entre acessibilidade de áreas verdes (bairro, distrito e região) e proporção de domicílios com população de baixa renda



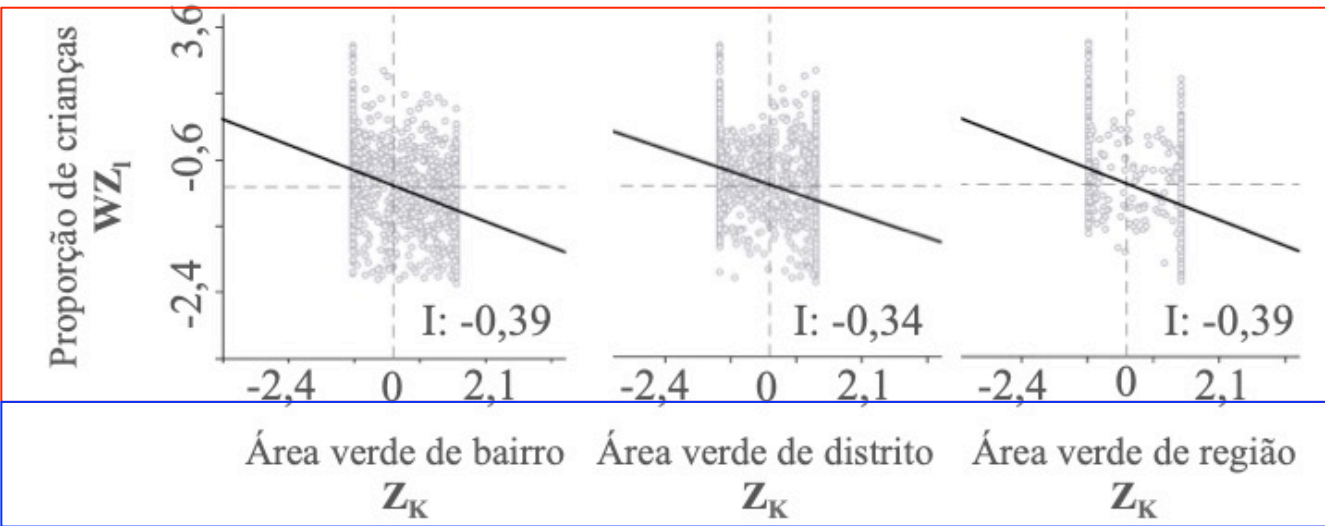
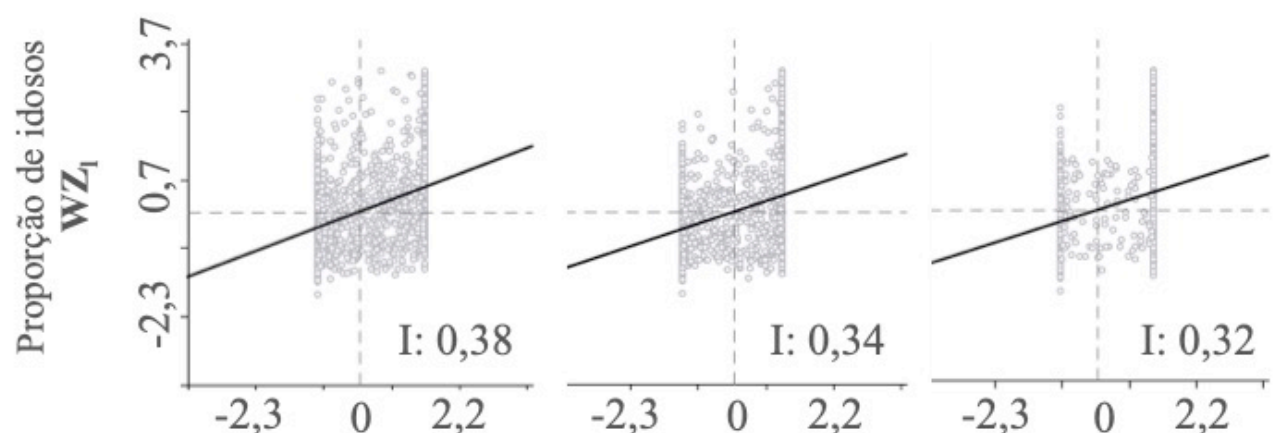
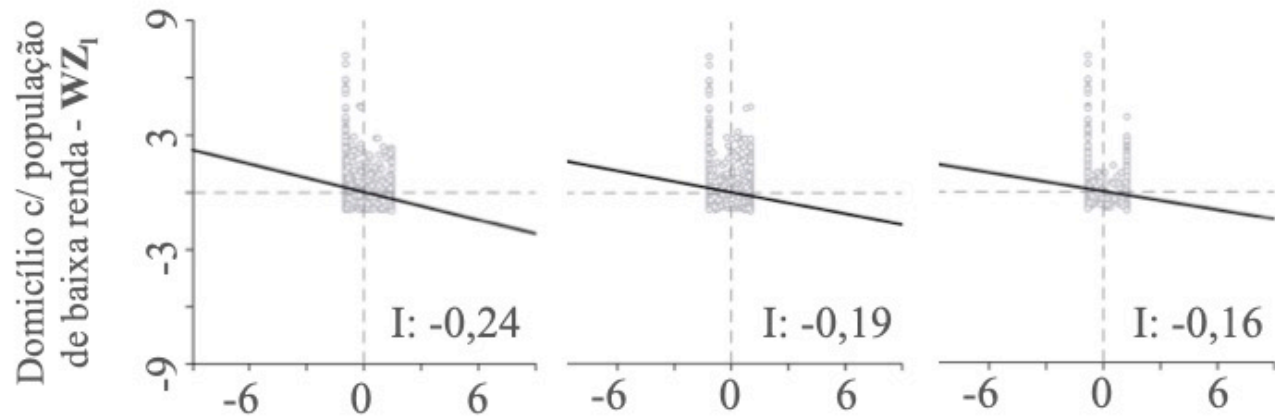


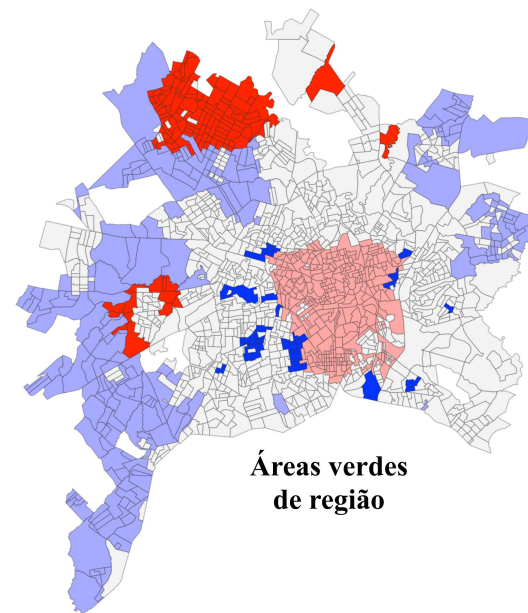
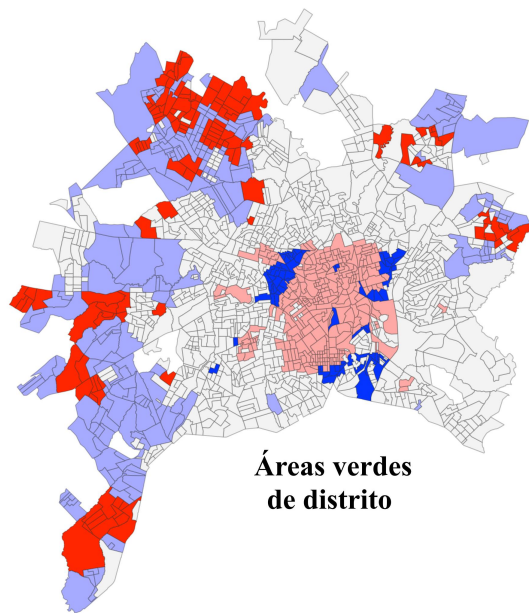
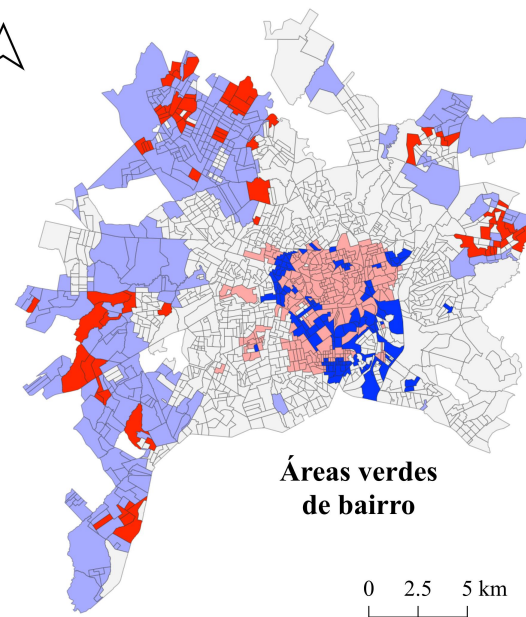
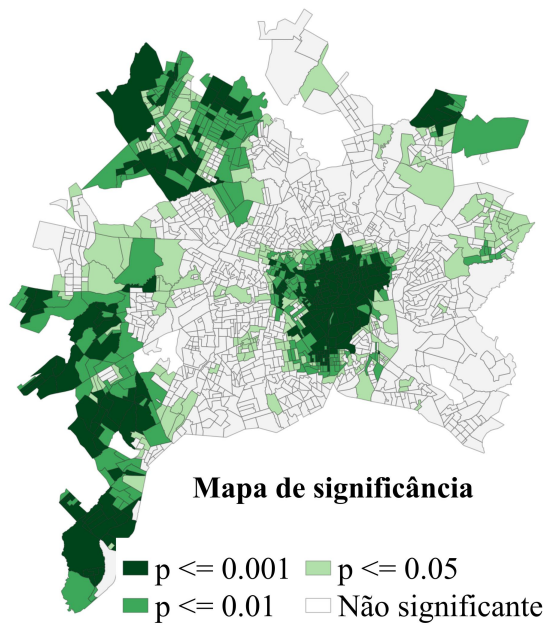
Área verde de bairro Z_K Área verde de distrito Z_K Área verde de região Z_K



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



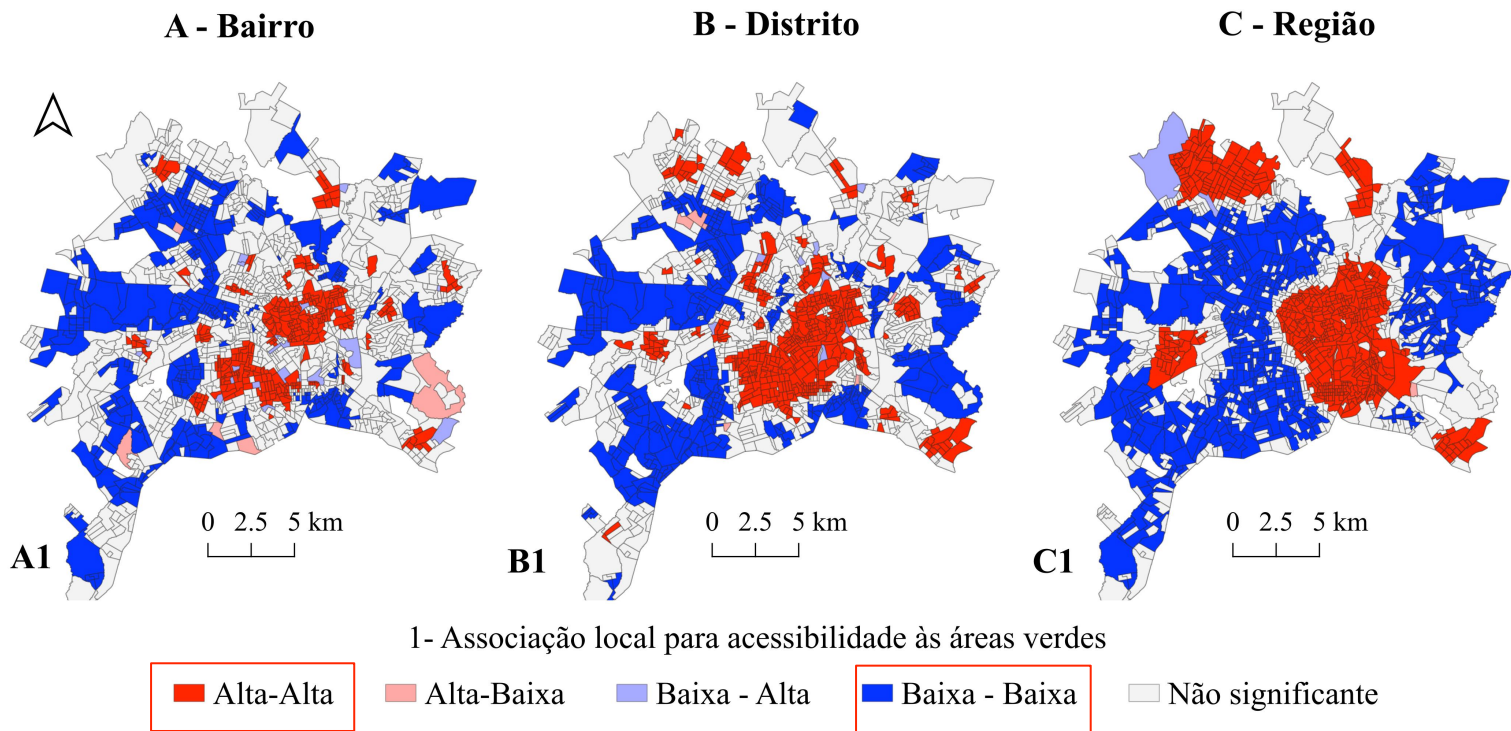




Associação local entre acessibilidade de áreas verdes (bairro, distrito e região) e proporção de crianças

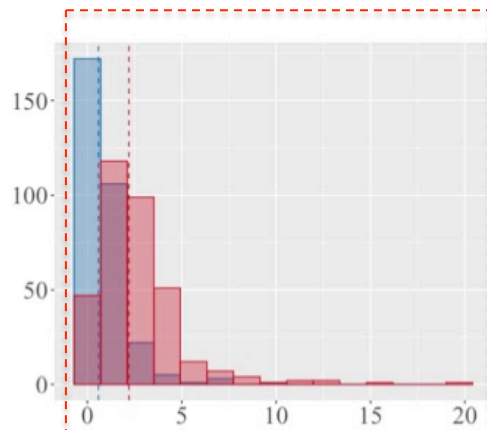


3. Teste de Mann-Whitney U

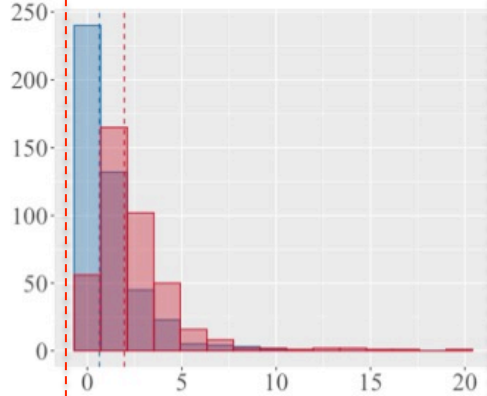


Contagem de setor censitário com acessibilidade a área verde de

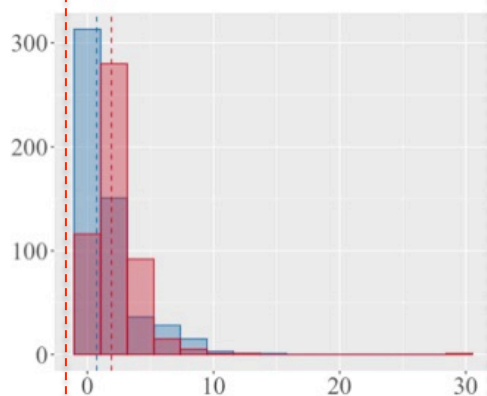
Bairro



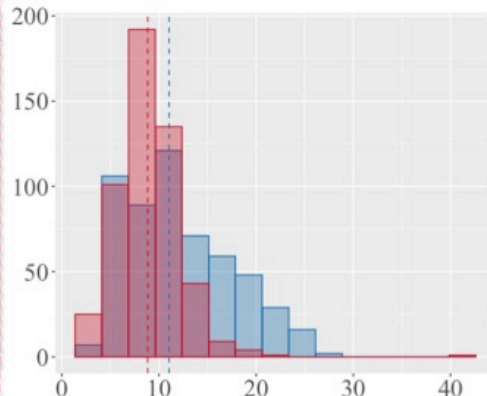
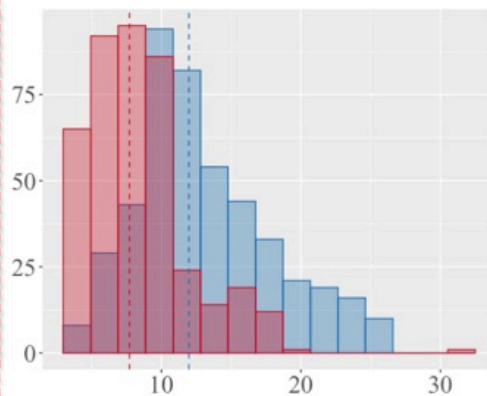
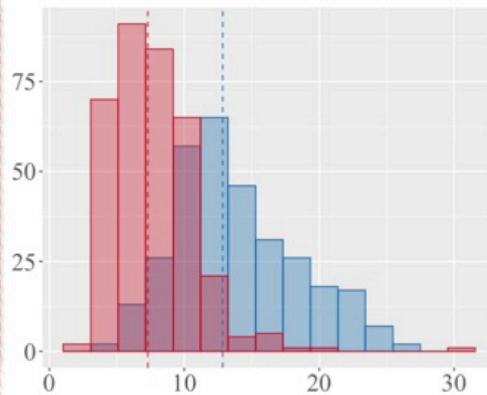
Distrito



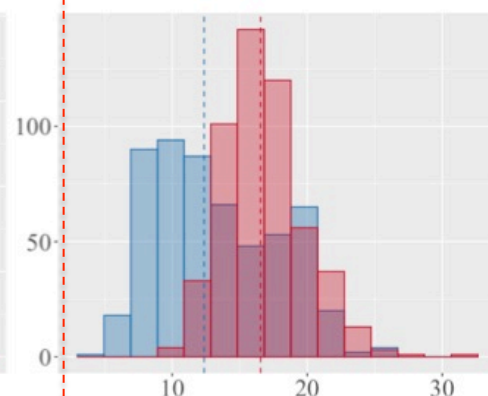
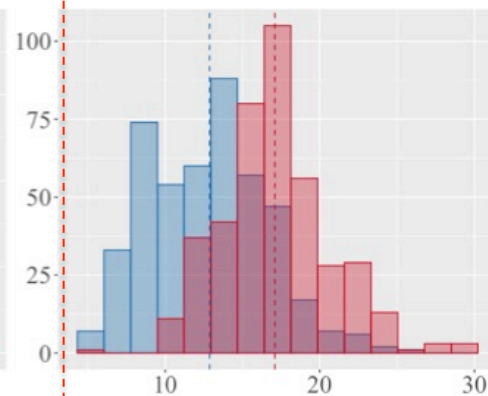
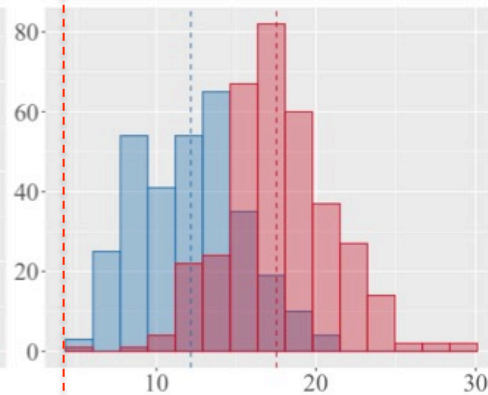
Região



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

