

## REGIÕES URBANAS HOMOGÊNEAS NO BRASIL: UMA ANÁLISE ESPACIAL APLICADA A DADOS DE VIAGENS E DE DISTRIBUIÇÃO POPULACIONAL

**Luciana Iannone Tarcha**

**Gustavo Garcia Manzato**

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP)

Faculdade de Engenharia de Bauru

### RESUMO

Sabe-se que diversas Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs) estabelecidas no país possuem uma fraca dinâmica metropolitana e foram criadas segundo critérios político-administrativos. O objetivo deste relatório de dissertação é identificar as RUHs no Brasil a partir de técnicas de estatística espacial, utilizando dados da distribuição populacional e das viagens pendulares intermunicipais. Estudos nessa temática têm produzido bons resultados, mas concentram-se em investigações nos estados de São Paulo e Bahia. Assim, parece válido realizar uma análise das RUHs considerando todo o território nacional. Dessa forma, espera-se que este estudo possa identificar as RUHs brasileiras segundo um critério quantitativo, apontando regiões em que a instalação de governos metropolitanos talvez não se justificasse inicialmente.

### 1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização ocorre de maneira intensa no Brasil e pode atingir, não somente municípios, mas também suas regiões adjacentes, o que leva à formação das chamadas Regiões Urbanas Homogêneas (RUHs). Existe um grande número de municípios no país que estão inseridos em Regiões Metropolitanas Oficiais e, embora a instalação de RUHs esteja prevista na Constituição Federal de 1998, não há critérios objetivos e/ou padronizados nacionalmente para que um município seja elegível ou não para fazer parte de uma região metropolitana. É responsabilidade de cada estado a definição das RUHs, o que na maioria das vezes é feito de acordo com interesses político-administrativos. Nesse sentido, existe um problema em relação à definição dessas RUHs pois, na maioria dos casos, tais definições são baseadas em interesses políticos e administrativos, sem apresentar um critério quantitativo ou padronizado. Percebe-se, portanto, uma necessidade de se elaborarem modelos que possam auxiliar na definição das RUHs. Breitung (2011) sugere cinco aspectos inter-relacionados que poderiam auxiliar na análise dessa delimitação: abordagens política, física, socioespacial, psicológica e funcional. Contudo, de acordo com Kourtit *et al.* (2015), além da dificuldade de mensuração, essas questões podem apresentar resultados ambíguos ou imprecisos.

A distribuição populacional pode ser uma alternativa para se medir o grau de urbanização (Office of Management and Budget, 1998; UN, 2007). De forma pioneira, Ramos e Rodrigues da Silva (2003 e 2007) e Ramos *et al.* (2004) exploraram a referida variável com técnicas de estatística espacial, obtendo resultados promissores para Portugal. No Brasil, o mesmo ocorreu conforme mostrado por Manzato e Rodrigues da Silva (2010); Ajauskas *et al.* (2012); Rodrigues da Silva *et al.* (2014); Matioli *et al.* (2017), mas nestes estudos houve ainda um diferencial ao se incorporar a oferta de infraestrutura de transportes nas análises. Por outro lado, uma abordagem concebida principalmente nos Estados Unidos e na Europa é a análise de dados de viagens pendulares (Cheshire e Hay, 1989; Office of Management and Budget, 2010; OECD, 2016). Embora a obtenção de dados dessa natureza não seja fácil, sobretudo em países em desenvolvimento, eles foram recentemente organizados e disponibilizados no Brasil pelo Observatório das Metrôpoles (2013), a partir do Censo de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Aguiar e Manzato (2017) e Aguiar *et al.* (2017) exploraram esses dados, também com ferramentas de estatística espacial, apresentando uma nova metodologia para a definição de RUHs. Tais estudos, entretanto, foram desenvolvidos para o estado de São Paulo apenas; bem

como a análise da distribuição populacional no Brasil, limitada aos estados de São Paulo e Bahia.

Nesse sentido, parece válido expandir essas análises para todo o território nacional, de forma a identificar as RUHs brasileiras segundo a distribuição populacional e as viagens pendulares por meio de técnicas de estatística espacial. Dessa forma, seria possível apontar regiões em que a instalação de governos metropolitanos talvez não se justificasse inicialmente, além de indicar regiões que apresentam dinâmica metropolitana, mas que não são reconhecidas oficialmente, fornecendo novos subsídios à questão da definição das RUHs no Brasil.

## 2. METODOLOGIA

A metodologia desta pesquisa envolve as bases geográficas dos municípios do Brasil e a análise dos dados sobre densidade populacional e movimentos pendulares, obtidos a partir do Censo demográfico de 2010 realizado pelo IBGE. A técnica empregada foi a análise exploratória de dados espaciais (ESDA, do inglês, *Exploratory Spatial Data Analysis*), um ramo da estatística espacial fundamentada na caracterização da dependência espacial, que indica como valores estão correlacionados no espaço.

A técnica ESDA apresenta três elementos básicos: uma matriz de proximidade espacial ( $W$ ), um vetor de desvios ( $Z$ ) e um vetor de médias ponderadas ( $Wz$ ). Para a obtenção do vetor  $Z$ , calcula-se a média global de uma variável para todos os objetos em análise e, em seguida, subtrai-se esse valor médio encontrado do valor apresentado por cada objeto. Assim, para cada objeto é encontrado um desvio, e a união desses desvios é colocada no vetor  $Z$ . Já para o vetor  $Wz$ , calcula-se a diferença entre a média dos desvios nos objetos vizinhos e a média global. O cálculo se dá por meio da multiplicação da matriz de proximidade espacial ( $W$ ) com linhas normalizadas pelo vetor transposto de desvios (expoente  $t$ ). O índice de Moran ( $I$ ) fornece uma medida geral da associação espacial existente em um conjunto de dados. Para valores normalizados, o índice varia de  $-1$  a  $+1$ . Valores próximos de zero indicam a inexistência de autocorrelação espacial significativa entre os valores dos objetos e seus vizinhos. Valores positivos indicam autocorrelação positiva, ou seja, o valor do atributo de um objeto tende a ser semelhante aos valores dos seus vizinhos. Valores negativos para o índice, por sua vez, indicam autocorrelação negativa. O índice de Moran é calculado através da Equação 1 a seguir.

$$I = \frac{Z^t \cdot Wz}{Z^t \cdot Z} \quad (1)$$

Os resultados podem ser representados em um gráfico de espalhamento de Moran, construído a partir dos valores normalizados de  $Z$  por  $Wz$ , sendo esse gráfico dividido em quatro quadrantes, HH, LL, LH e HL, e em mapas temáticos de espalhamento de Moran (Box Maps). No quadrante HH (High-High), o valor da variável do objeto e a média de seus vizinhos são superiores à média global. No quadrante LL (Low-Low), esses valores são inferiores à média global. Dessa forma, nesses dois quadrantes, visualiza-se uma autocorrelação espacial positiva. Já os quadrantes Q3 e Q4 apresentam uma autocorrelação espacial negativa, tendo em vista que o objeto em análise difere de seus vizinhos em relação ao caráter estudado. No quadrante LH (Low-High), o valor do atributo do objeto é inferior à média global e a média dos atributos adjacentes é superior à essa média, enquanto no quadrante HL (High-Low), ocorre o contrário.

## 3. RESULTADOS PRELIMINARES

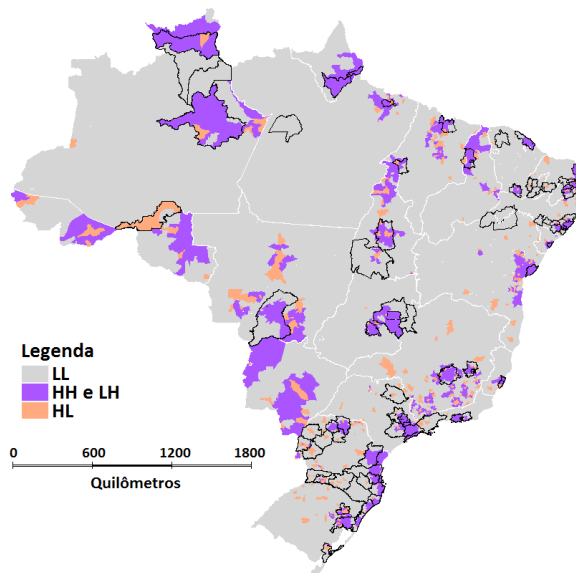
A análise espacial foi feita, primeiramente, gerando uma matriz de proximidade baseada nos valores de densidade populacional de cada município, obtendo um Índice Moran para cada estado.

Com exceção do estado de Roraima, todos os estados analisados apresentaram valor positivo para índice de Moran, conforme mostrado na Tabela 1, o que significa que os municípios apresentaram uma autocorrelação espacial positiva, mostrando existir uma dependência espacial entre eles. Para a distribuição dos municípios nos quatro quadrantes de Moran, o valor médio para comparação e obtenção dos vetores Z e Wz foi o da densidade populacional de cada estado.

**Tabela 1: Índice de Moran dos estados brasileiros**

Região	Estado	Índice de Moran	Região	Estado	Índice de Moran
Norte	AC	0,029	Nordeste	AL	0,131
	AM	0,048		BA	0,164
	AP	0,122		CE	0,156
	PA	0,354		MA	0,239
	RO	0,213		PB	0,507
	RR	-0,135		PE	0,593
	TO	0,192		PI	0,112
Centro Oeste	GO e DF	0,180	RN	0,197	
	MS	0,085	SE	0,140	
	MT	0,201	ES	0,297	
	PR	0,332	MG	0,394	
Sul	RS	0,640	Sudeste	RJ	0,577
	SC	0,286		SP	0,533

A partir da técnica ESDA aplicada para a densidade populacional, as regiões que apresentam dinâmica metropolitana, ou RUHs, são obtidas a partir de agrupamentos de municípios classificados como HH circundados por municípios LH. Aqueles classificados como HL estão usualmente dispersos na área total considerada. Assim, observam-se as semelhanças e divergências entre essas regiões e as regiões delimitadas pelo traço mais espesso, que representa as regiões metropolitanas oficiais brasileiras (Figura 1).



**Figura 1:** RUHs resultantes e contorno das Regiões Metropolitanas Oficiais no Brasil

Existem coincidências significativas entre as Regiões Metropolitanas Oficiais e as RUHs delimitadas pelo método, como por exemplo as Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Manaus. Entretanto, ocorreram também divergências, tanto da existência de regiões oficiais que não foram identificadas pelo método, quanto de regiões delimitadas pela técnica ESDA e que não são consideradas com dinâmica metropolitana oficialmente, como nos estados do Pará e do Mato Grosso do Sul, respectivamente.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método apresentou resultados coincidentes para um número significativo de municípios que estão inseridos, tanto nas RUHs geradas a partir da técnica ESDA, quanto nas regiões metropolitanas oficiais. Entretanto, foi observado que as regiões oficiais não apresentaram total concordância com as regiões produzidas pela técnica, resultando em divergências entre municípios inseridos nessas regiões e aqueles caracterizados como pertencentes a RUHs pela técnica de análise baseada na distribuição populacional. A técnica ESDA apresentou um bom desempenho na definição das RUHs quando utilizado o parâmetro de densidade populacional dos municípios, principalmente por se basear em referências quantitativas, levando a uma definição mais objetiva. O próximo passo deve ser a aplicação do método aos dados de viagens pendulares intermunicipais e, a seguir, uma análise bivariada utilizando esses elementos.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, L. L. e G. G. Manzato (2017) Análise exploratória de dados de viagens pendulares visando a definição de Regiões Urbanas Homogêneas. *Transportes*, v. 25, n. 3, p. 1-11. DOI:10.14295/transportes.v25i3.1305
- Aguiar, L. L.; G. G. Manzato e A. N. Rodrigues da Silva (2017) Patterns of commuting flows for delimitating Functional Urban Regions in the state of São Paulo, Brazil. *Proceedings of the 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management (CUPUM)*, Adelaide, Australia.
- Ajauskas, R.; G. G. Manzato e A. N. Rodrigues da Silva (2012) The definition of Functional Urban Regions: Validation of a set of spatial models with recent census data and analysis of an additional model specification. *Proceedings of CAMUSS, the International Symposium on Cellular Automata Modeling for Urban Spatial Systems*, Porto, Portugal, p. 91-104.
- Breitung, W. (2011) Borders and the city: intra-urban boundaries in Guangzhou (China). *Quaestiones Geographicae*, v. 30, n. 4, p. 55–61. DOI:10.2478/v10117-011-0038-5
- Cheshire, P. C. e D. G. Hay (1989) *Urban problems in Western Europe: an economic analysis*. Unwin Hyman, London.
- Kourtit, K.; P. Nijkamp e M. D. Partridge (2015) Challenges of the new urban world. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 8, n. 3, p. 199–215. DOI:10.1007/s12061-015-9155-1
- Manzato, G. G. e A. N. Rodrigues da Silva (2010) Spatial-temporal combination of variables for monitoring changes in metropolitan areas. *Applied Spatial Analysis and Policy*, v. 3, n. 1, p. 25-44. DOI:10.1007/s12061-009-9028-6.
- Matioli, J. A. C.; M. A. de Oliveira Junior e G. G. Manzato (2017) Modelagem espacial para a definição de regiões urbanas homogêneas incorporando recentes dados demográficos e de oferta de infraestrutura rodoviária. *Transportes*, v. 25, n. 3, p. 12-23. DOI:10.14295/transportes.v25i3.1306.
- Observatório das Metrôpoles (2013) Banco de dados de movimento pendular - Municípios Brasileiros. Disponível em: [http://www.observatoriodasmetrôpoles.net/index.php?option=com\\_content&view=article&id=152&Itemid=155&lang=pt](http://www.observatoriodasmetrôpoles.net/index.php?option=com_content&view=article&id=152&Itemid=155&lang=pt). Acessado em: 14 de janeiro de 2014.
- OECD (2016), OECD Regions at a Glance, OECD Publishing, Paris. [http://dx.doi.org/10.1787/reg\\_glance-2016-en](http://dx.doi.org/10.1787/reg_glance-2016-en)
- Office of Management and Budget (1998) Alternative approaches to defining metropolitan and non-metropolitan areas, *Federal Register*, v. 63, n. 244, December 21, 1998.
- Office of Management and Budget (2010) 2010 Standards for delineating metropolitan and micropolitan statistical areas; Notice. *Federal Register*, v. 75, n. 123, June 28, 2010.
- Ramos, R. A. R. e A. N. Rodrigues da Silva (2003) A data-driven approach for the definition of metropolitan regions. *Proceedings of the 8th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management*, Sendai, Japan.
- Ramos, R. A. R. e A. N. Rodrigues da Silva (2007) A spatial analysis approach for the definition of metropolitan regions - the case of Portugal. *Environment and Planning B: Planning and Design*, v. 34, n. 1, p. 171-185. DOI:10.1068/b31117.
- Ramos, R. A. R.; A. N. Rodrigues da Silva e V. P. Miranda (2004) A comparison of two methods for the definition of regional metropolitan areas through an application in the north of Portugal. *Proceedings of the 44th European Congress of the European Regional Science Association*, Porto, Portugal.
- Rodrigues da Silva, A. N.; G. G. Manzato e H. T. S. Pereira (2014) Defining Functional Urban Regions in Bahia, Brazil, using roadway coverage and population density variables. *Journal of Transport Geography*, v. 36, p. 79-88. DOI:10.1016/j.jtrangeo.2014.03.001.
- UN (2007) United Nations, Population fund, state of world population 2007, New York: UN.

---

Luciana Iannone Tarcha (luciana.tarcha@gmail.com) e Gustavo Garcia Manzato (gustavo.manzato@unesp.br)  
Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Faculdade de Engenharia de Bauru, Universidade Estadual Paulista  
Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 – Bauru, SP, Brasil