

Distribuição espacial da população e dados demográficos: uma análise comparativa

José Diego Gobbo Alves*
Álvaro de Oliveira D'Antona**

*Geógrafo (UNESP). Mestre em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (UNICAMP). Doutorando em Ambiente e Sociedade (UNICAMP).

**Economista (UNICAMP). Mestre em Antropologia Social (UNICAMP). Doutor em Ciências Sociais (UNICAMP).

Resumo A distribuição espacial da população é uma das dimensões da dispersão urbana, fenômeno multifacetado observado nas cidades brasileiras. Estudos recentes destacam a possibilidade de usar dados censitários de população para analisar sua distribuição espacial em diferentes recortes geográficos. Partindo dessa premissa, o propósito deste artigo é comparar a distribuição espacial da população utilizando duas unidades geográficas de disseminação de dados demográficos distintas: Setores Censitários e Grade Estatística. A metodologia é composta em métricas espaciais e da paisagem aplicadas aos Setores Censitários e Grade Estatística de nove municípios da Aglomeração Urbana de Piracicaba. Os resultados mostram que para os estudos da distribuição espacial da população, a Grade Estatística é mais adequada do que os Setores Censitários devido a sua resolução espacial, dimensão e regularidade das células e a possibilidade de melhor identificar padrões e vetores de ocupação espacial, sendo mais sensível às medidas espaciais de dispersão e fragmentação.

Palavras-chaves: Distribuição Espacial da População, Grade Estatística, Setores Censitários, Resolução Espacial, Dispersão Urbana.

1. Introdução

O campo de estudos urbanos apresenta uma vasta literatura sobre os processos de produção espacial, sua dimensão física, simbólica e vivida. Nas últimas décadas, as pesquisas sobre a dispersão urbana, do inglês *urban sprawl*, ganharam destaque na agenda de discussão científica por ser um processo em curso tanto em países desenvolvidos, quanto nos países em desenvolvimento. A dispersão urbana é um processo de produção horizontalizada do espaço urbano por meio da criação de novos loteamentos cada vez mais distantes do centro urbano consolidado (Reis Filho, 2006; Catalão, 2015; Nascimento Júnior, 2017). O espraiamento espacial das cidades faz com que a ocupação do espaço seja cada vez maior, podendo ser um espraiamento territorialmente contínuo ou descontínuo, resultando em um processo de fragmentação espacial, física e simbólica (Sposito, 2009).

Apesar de ser um processo observado em diversos países, as pesquisas sobre a dispersão urbana encontram especificidades nacionais e locais que devem ser consideradas. Soma-se a isso, a disponibilidade de dados e metodologias capazes de contribuir para estudos comparativos. Nos Estados Unidos, por exemplo, o fenômeno está atrelado à criação de subúrbios para a população de renda média nas periferias das grandes cidades e o incentivo ao uso dos automóveis para viabilizar o aumento das distâncias físicas a serem percorridas cotidianamente (Brueckner, 2000; Nechyba e Randall, 2004; Mancini, 2008). Já na América Latina, a dispersão urbana inicia-se com a expulsão e segregação urbana da população de renda baixa para as áreas das cidades mais periféricas e de fragilidade ambiental e, recentemente,

por meio da criação de condomínios residenciais também distantes do centro urbano, reconfigurando a paisagem urbana e suas dinâmicas (Monte-mor, 2006; Ojima, 2016; Trindade Junior e Barbosa, 2016; Nascimento Junior, 2017; Alves, 2019a).

A preocupação acerca das implicações sociais, econômicas e ambientais desse modelo de produção do espaço descontínuo impulsionou pesquisas cujo escopo metodológico a) apresentam uma pluralidade de técnicas de estatística espacial para mensurar e caracterizar a forma como a população está distribuída no espaço (Galster *et al.*, 2001, Ojima, 2007; Gonçalves, 2011; Gonçalves e Krafta, 2018) e b) empregam indicadores não-espaciais para apresentar qualitativamente os processos de dispersão urbana, o que resulta em pesquisas focadas mais no modo de vida dos sujeitos nas redes entre as cidades e como estas se estabelecem hierarquicamente (Reis Filho, 2006; Marandola Jr., 2008).

Contudo, mesmo sendo necessária uma terceira via de análise que englobe perspectivas qualitativas e quantitativas para apreender a complexidade que o fenômeno da urbanização dispersa apresenta, sobretudo em relação às implicações quanto à distribuição espacial da população, há um enfrentamento epistemológico acerca da unidade espacial mais adequada para mensurar quantitativamente o fenômeno. Não há um consenso sobre qual unidade é mais adequada para explicar a forma como a população está distribuída no espaço, mas estudos indicam que uma maior resolução espacial dos dados, como em uma Grade Estatística com células regulares diminutas, é melhor para analisar determinados fenômenos espaciais, como a dispersão urbana, por exemplo (Bueno, 2014; D'antona e Bueno, 2015a, 2015b).

Estudos já realizados indicam a possibilidade de utilizar dados do censo para estudar fenômenos como a distribuição e fragmentação espacial da população (Alves e D'antona, 2020). Em recente trabalho indicamos a necessidade de estudos comparativos entre unidades geográficas distintas para avaliar as potencialidades que unidades de agregação de dados secundários possuem para analisar a distribuição espacial da população, sobretudo, no que tange à resolução espacial dos dados (Alves e D'antona, 2020). Sendo assim, este artigo tem como propósito analisar em que medida a resolução espacial dos dados influencia nas análises de distribuição espacial da população, utilizando de forma comparativa dois tipos de unidades geográficas: Setores Censitários (SC) e Grade Estatística (GE). Como recorte geográfico, foram utilizados nove municípios da Aglomeração Urbana de Piracicaba (AUP) conforme suas populações totais, representativas de três grandes grupos de seus 23 municípios¹.

A AUP faz parte da Macrometrópole Paulista estando próxima de duas regiões metropolitanas, Campinas e São Paulo (Cunha *et al.*, 2013). É uma região economicamente ativa que nas últimas décadas presenciou um processo de redistribuição espacial da população por meio de fluxos migratórios, sobretudo para as cidades médias, atrelado ao processo de desconcentração industrial paulista (Baeninger, 1998; 1999; 2012). A partir da década de 1970, tornaram-se significativos os fluxos migratórios da Região Metropolitana de São Paulo em direção ao interior do estado, principalmente em sua região de influência, ao passo que o número de saídas da RMSP superou o número de entradas (Lobo e Matos, 2011; Baeninger, 2012). Articulando a dimensão demográfica da redistribuição populacional à uma dimensão espacial de análise, é importante refletir acerca do peso dos fluxos migratórios na composição, forma e extensão das cidades na região de influência da RMSP, a fim de estabelecer nexos teóricos e empíricos sobre a relação entre população, migração e o espaço urbano do interior paulista.

2. Metodologia

Para analisar a distribuição espacial da população foram utilizados os Setores Censitários (SC) e a Grade Estatística (GE). Esta última é a mais recente forma de divulgação dos dados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), lançada no ano de 2016 (IBGE, 2016) e com um crescente número de estudos buscando destacar suas potencialidades (Bueno, 2014; Iwama, 2014; Alves e D'antona, 2020). Já os Setores Censitários são unidades de coleta de dados com grande histórico e importância nos estudos demográficos e geográficos (Feitosa, 2005).

A GE pode ser definida como um sistema de células dispostas regulares com medida de, aproximadamente, 200 m x 200 m para as áreas urbanas e 1 km x 1 km para as áreas rurais (Bueno, 2014; D'antona e Bueno, 2015; IBGE, 2016). Tais dimensões oferecem uma resolução espacial superior àquela oferecida pelos Setores Censitários, sobretudo nas áreas rurais e periurbanas, e regularidade espaço-temporal das células favorecem as aplicações de análises estatísticas. A distribuição da população na GE se baseia no endereço e nas coordenadas geográficas dos domicílios na base do IBGE. Complementarmente, foram empregadas pelo IBGE técnicas estatísticas espaciais (IBGE, 2016) para a distribuição da população nos casos de ausência das coordenadas/endereços. Em se tratando de uma proposta de comparação de duas bases de dados oficiais, optou-se por não utilizar técnicas para refinar a distribuição da população por Setores Censitários, contudo, há estudos que lançam mão de métodos dasimétricos para refinar os dados de população encontrados em SCs, por meio de dados de luzes noturnas (Kampel, 2003; Doria *et al.*, 2017; Hyrie *et al.*, 2017) e cobertura e uso da terra (Silva *et al.*, 2013; Strauch *et al.*, 2014).

A AUP é uma região institucionalizada recentemente, concentrando cidades diversificadas no que tange ao tamanho da população, área territorial, dinamicidade e produção econômica. Dos 23 municípios da AUP, foram selecionados nove que representam a pluralidade microrregional (Figura 2): Piracicaba, Limeira e Rio Claro, cidades médias e que pertencem ao grupo com maior população, isto é, acima de 150 mil habitantes em 2010. Conchal, Iracemápolis e Leme que são cidades pequenas, mas apresentam uma população entre 15 mil e 95 mil habitantes e, por fim, Analândia, Corumbataí e Mombuca que também são cidades pequenas mas possuem uma população de cerca de 2 mil a 5 mil habitantes. A análise do subconjunto de municípios aqui empreendida faz parte de uma agenda de pesquisa dos autores que visa contribuir para os estudos de População, Espaço e Ambiente com base no aprimoramento de técnicas e usos de dados secundários com foco na AUP como, por exemplo, em Alves (2019b) e Alves e D'Antona (2020).

¹ A Aglomeração Urbana de Piracicaba (AUP) foi criada pela Lei Estadual N° 1.178, de 26 de junho de 2012 (SÃO PAULO, 2012). Atualmente, é constituída por 23 municípios de porte médio e de porte pequeno. Águas de São Pedro, Analândia, Araras, Capivari, Charqueada,

Conchal, Cordeirópolis, Corumbataí, Elias Fausto, Ipeúna, Iracemápolis, Laranjal Paulista, Leme, Limeira, Mombuca, Piracicaba, Rafard, Rio Claro, Rio das Pedras, Saltinho, Santa Gertrudes, Santa Maria da Serra e São Pedro.

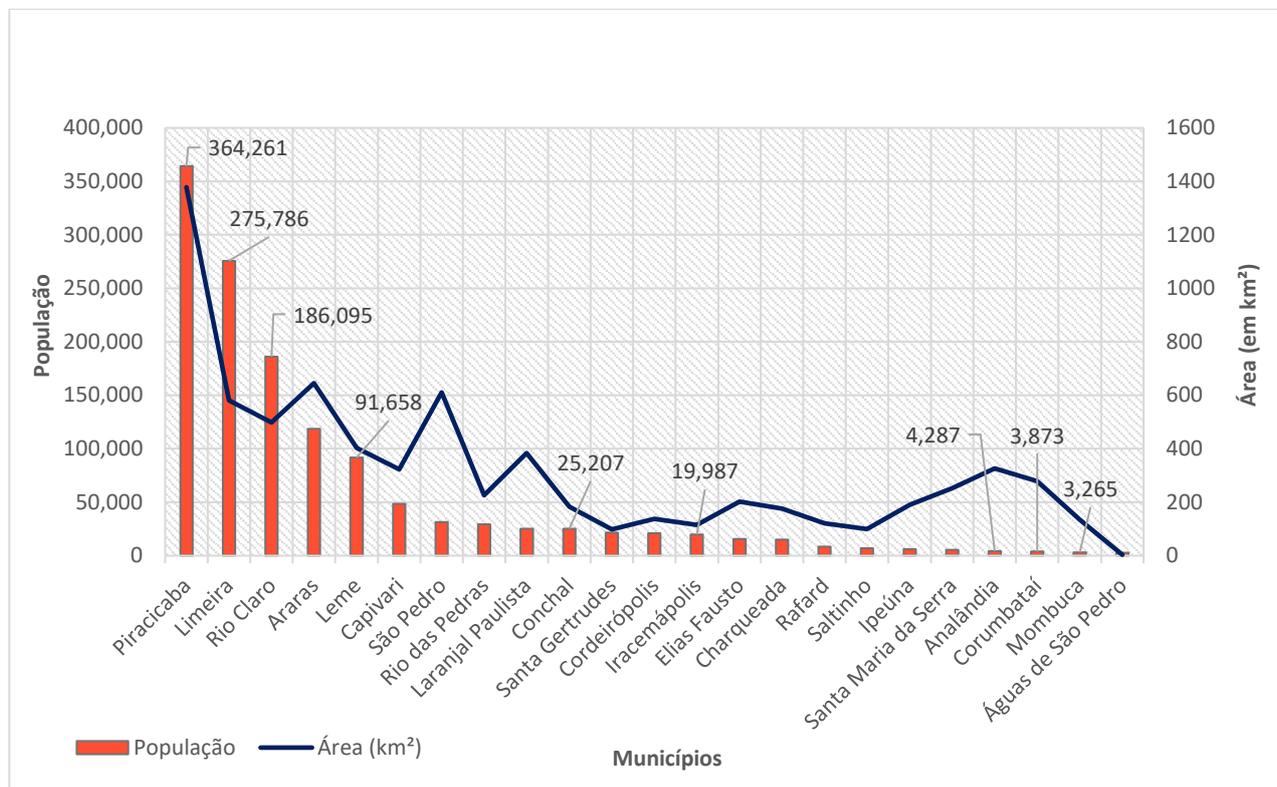


Figura 2: População e área total dos municípios pertencentes à Aglomeração Urbana de Piracicaba em 2010. **Fonte:** EMPLASA, 2020.

Para mensurar a distribuição espacial da população foram utilizados dois principais indicadores disponíveis no programa ArcMap 10.3: Distância Média (DM) e Distribuição Direcional (DD). Para medir a concentração da distribuição espacial da população, foi utilizado o indicador DM - Distância Média (*Standard Distance*). Tal medida utiliza as feições geográficas (células e Setores Censitários) como base para a criação de um polígono circular resultante da análise automática da disposição de tais feições, permitindo avaliar o quanto a população está concentrada em células e em Setores Censitários em torno do centro médio geométrico das manchas urbanas estudadas (ESRI, 2019a), Figura 1a. Já a Distribuição Direcional - DD (no programa ArcMap 10.3, *Directional Distribution; Standard Deviation Ellipse*) permite analisar a forma como a população está distribuída, levando em consideração a excentricidade da elipse gerada de forma automática e que agrega as unidades

geográficas urbanas com população, a partir do cálculo da excentricidade da elipse gerada pelo indicador. A DD se baseia na disposição das feições (células e Setores Censitários) em torno de um centro médio, indicando se a forma como a população está distribuída segue um padrão radial ou elíptico, Figura 1b. Dessa forma, a DM e a DD permitem indicar padrões de ocupação espacial e se há influências de vetores como cursos d'água, relevo e vias terrestres (ERSI, 2019b).

Para medir a fragmentação da mancha urbana nas cidades analisadas foram empregadas métricas de ecologia da paisagem. Utilizando a ferramenta *Dissolve* presente no software ArcMap, versão 10.3, as células e os Setores Censitários foram agregadas de forma que as unidades geográficas tornassem um continuum onde existisse contiguidade entre uma das faces as células da Grade Estatística ou entre os Setores Censitários com população e sem população (Figura 1).

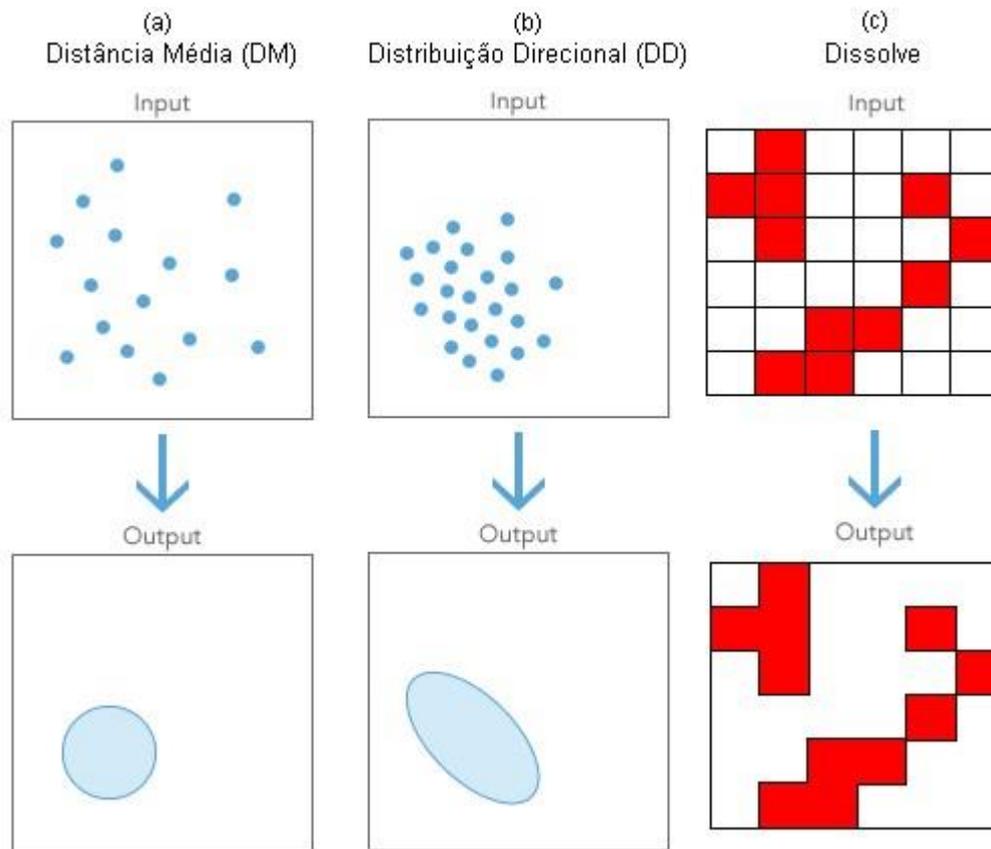


Figura 1: Técnicas de geoprocessamento e estatística espacial utilizadas.
Fonte: ERSI, 2019. Elaborado pelos autores, 2020

A partir dos novos polígonos criados (Figura 1c), foram calculados os seguintes indicadores nas manchas urbanas municipais: a) Área Total da Mancha Urbana; b) Número de Fragmentos da Mancha Urbana e c) Tamanho Médio dos Fragmentos da Mancha Urbana. Por fim, foram realizadas correlações estatísticas para explorar as relações entre as variáveis utilizadas, tendo como enfoque o tamanho da população, sua distribuição espacial e a resolução espacial dos dados.

3. Resultados e Discussão

Os resultados indicam que a Grade Estatística é mais adequada para analisar a distribuição espacial da população se comparada com os Setores Censitários. A Tabela 1 apresenta a síntese dos resultados com a aplicação das medidas espaciais e de fragmentação, bem como a resolução espacial das unidades geográficas. O cálculo da resolução espacial foi realizado pela extração da raiz quadrada do quociente entre a área das manchas urbanas e o número de unidades que compõem (SCs e células da GE).

Municípios	Resolução Espacial							Indicadores Espaciais				Métricas de Paisagem			
	Grade Estatística				Setor Censitário			Grade Estatística		Setor Censitário		Grade Estatística		Setor Censitário	
	População em 2010	Unidades Geográficas	Área (em m ²)	Resolução Espacial	Unidades Geográficas	Área (em m ²)	Resolução Espacial	DM	DD	DM	DD	Número de fragmentos	Tamanho Médio dos Fragmentos (em m ²)	Número de fragmentos	Tamanho Médio dos Fragmentos (em m ²)
Analândia	3.579	142	5.692.120	200,2	8	6.780.800	920	2.767,20	0,95	934,26	0,62	3	1.897.370	1	6.780.800
Conchal	22.634	219	8.786.760	200,3	34	21.487.200	795	2.224,29	0,76	1.548,73	0,80	33	266.265	2	10.743.600
Corumbataí	3.796	61	2.445.360	200,2	5	1.725.490	587	988,21	0,70	994,08	0,92	14	174.668	2	862.746
Iracemápolis	15.524	127	5.092.090	200,2	28	9.331.170	577	1.170,41	0,48	918,46	0,18	8	636.512	1	9.331.170
Leme	80.641	572	22.940.900	200,3	123	44.432.800	601	4.784,87	0,91	3.077,53	0,83	28	819.316	4	11.108.200
Limeira	248.632	1913	76.718.200	200,3	452	167.908.000	609	5.655,85	0,71	3.935,34	0,58	161	476.511	9	18.656.400
Mombuca	3.100	71	2.846.500	200,2	4	3.285.440	906	1.665,00	0,97	1.459,57	0,99	17	167.441	1	3.285.440
Piracicaba	328.312	2919	117.008.000	200,2	682	235.407.008	587	7.704,80	0,75	5.153,80	0,71	145	806.950	8	29.425.900
Rio Claro	168.087	1140	45.704.400	200,2	265	80.527.296	551	4.295,81	0,90	3.265,11	0,86	52	878.930	3	26.842.400

Tabela 1: Síntese das medidas aplicadas na Aglomeração Urbana de Piracicaba por Grade Estatística e Setor Censitário.
Fonte: IBGE, 2011; 2016. Elaborado pelos autores, 2020.

Devido à regularidade na dimensão das células urbanas da GE, a resolução espacial é a mesma para cada cidade analisada, com cerca de 200 m² de resolução espacial. Já a não regularidade na dimensão dos Setores Censitários faz com que haja uma variação na resolução espacial calculada para os SCs. De forma comparativa, as menores cidades, tais como Analândia e Corumbataí, são as que apresentaram uma menor resolução espacial, devido à quantidade de Setores Censitários e suas respectivas áreas. Apesar das cidades médias como Piracicaba, Limeira e Rio Claro também terem apresentado uma diminuição na resolução espacial se comparado SC com GE, essa queda foi menor em relação as outras cidades. Esse resultado pode ser justificado devido o

maior número de pequenos Setores Censitários nas áreas centrais os quais possuem dimensões semelhantes as células encontradas na GE. Nesse sentido, o potencial da Grade Estatística em relação à resolução espacial é menor em áreas densamente populosas, porém, melhor na escala da cidade como um todo (D'antona e Bueno, 2015b).

Os resultados encontrados com a aplicação dos indicadores de Distância Média (DM) e Distribuição Direcional (DD) na Grade Estatística e nos Setores Censitários podem ser observados também nas Figuras 3 e 4 a partir da espacialização dos dados.

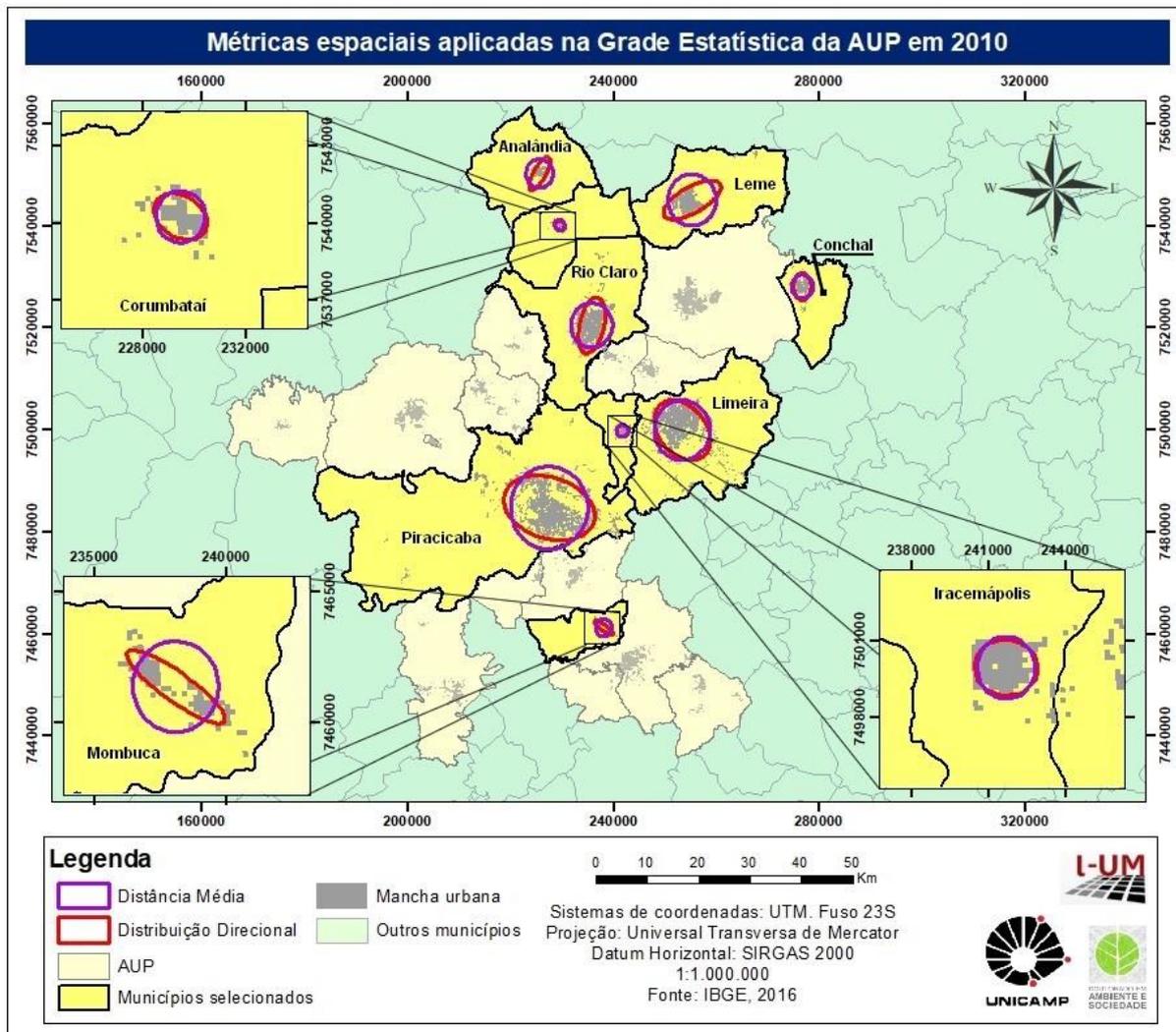


Figura 3: Representação das Métricas espaciais na Grade Estatística da Aglomeração Urbana de Piracicaba. Fonte: IBGE, 2016. Elaborado pelos autores, 2020.

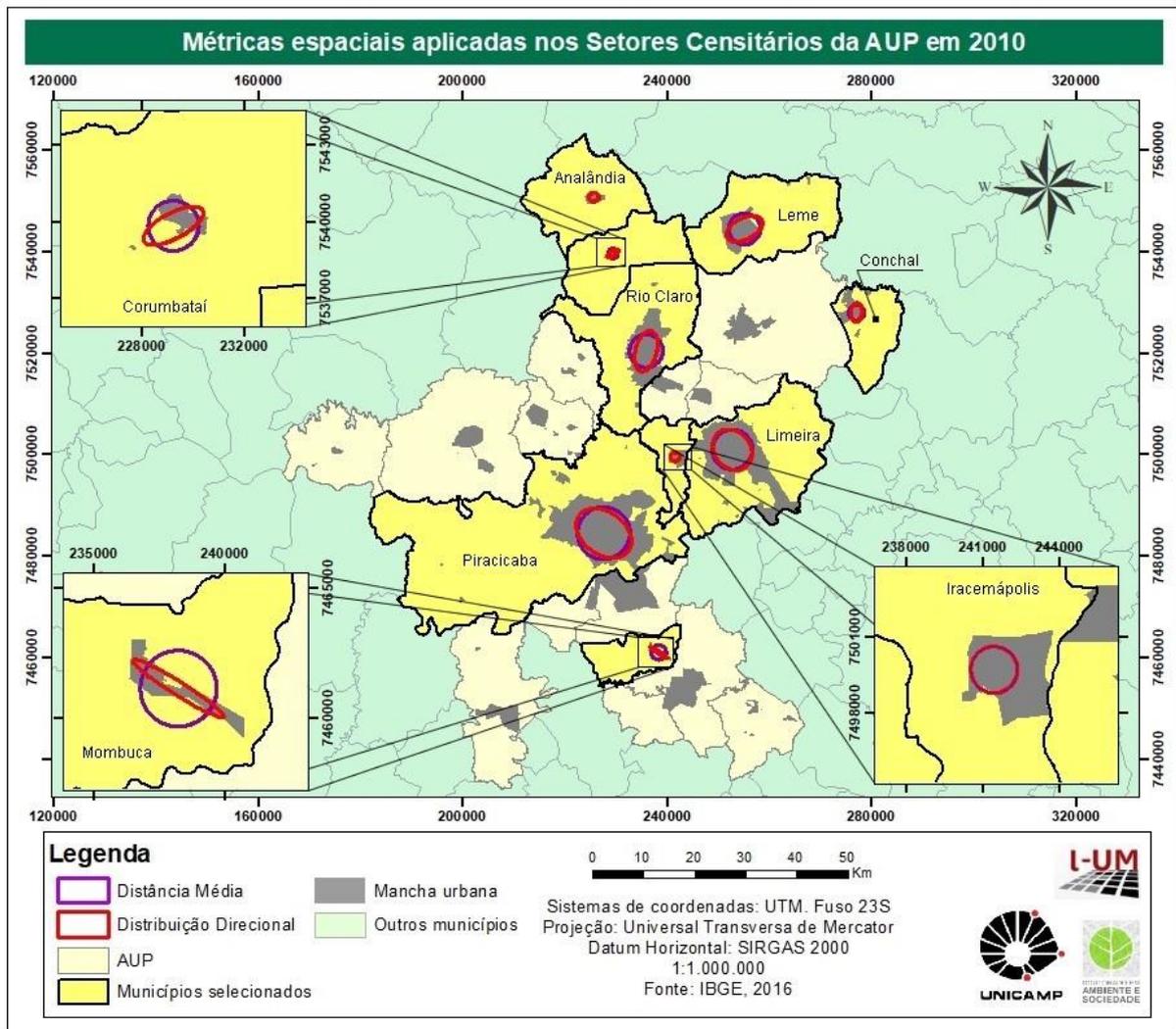


Figura 4: Representação das Métricas espaciais nos Setores Censitários da Aglomeração Urbana de Piracicaba
 Fonte: IBGE, 2016. Elaborado pelos autores, 2020.

Com base na Tabela 1 e nas Figuras 3 e 4 é possível observar que o indicador de Distância Média (DM) é maior com o uso da Grade Estatística do que com o Setor Censitário, o que indica que nos Setores Censitários as manchas urbanas parecem ser mais compactas do que se comparado com a Grade Estatística. As diferenças são menores nas cidades médias em relação às cidades de menor porte que apresentam uma diminuição suave na DM, como Iracemápolis, Corumbataí e Mombuca, por exemplo. Além disso, os resultados em SC encontrados para Iracemápolis estão sobrepostos, indicando uma distribuição radial e homogênea.

Já o indicador Distribuição Direcional (DD) tende a aumentar quando utilizados os Setores Censitários das

cidades pequenas como Conchal, Corumbataí e Mombuca, provavelmente, devido às dimensões dos Setores Censitários. A maioria das cidades, seis entre nove delas, apresentou uma diminuição no indicador DD, o que mostra que os setores indicam uma leitura de mancha urbana mais radial e menos elíptica. Os resultados são justificados devido à contiguidade espacial dos Setores Censitários que inviabiliza análises mais detalhadas da fragmentação espacial da mancha urbana principal e pela sua extensão física nas áreas periurbanas, áreas estas que tendencialmente apresentam Setores Censitários espacialmente maiores e que incluem áreas sem população. A Figura 5 apresenta a comparação das métricas utilizadas por Setor Censitário e Grade Estatística.

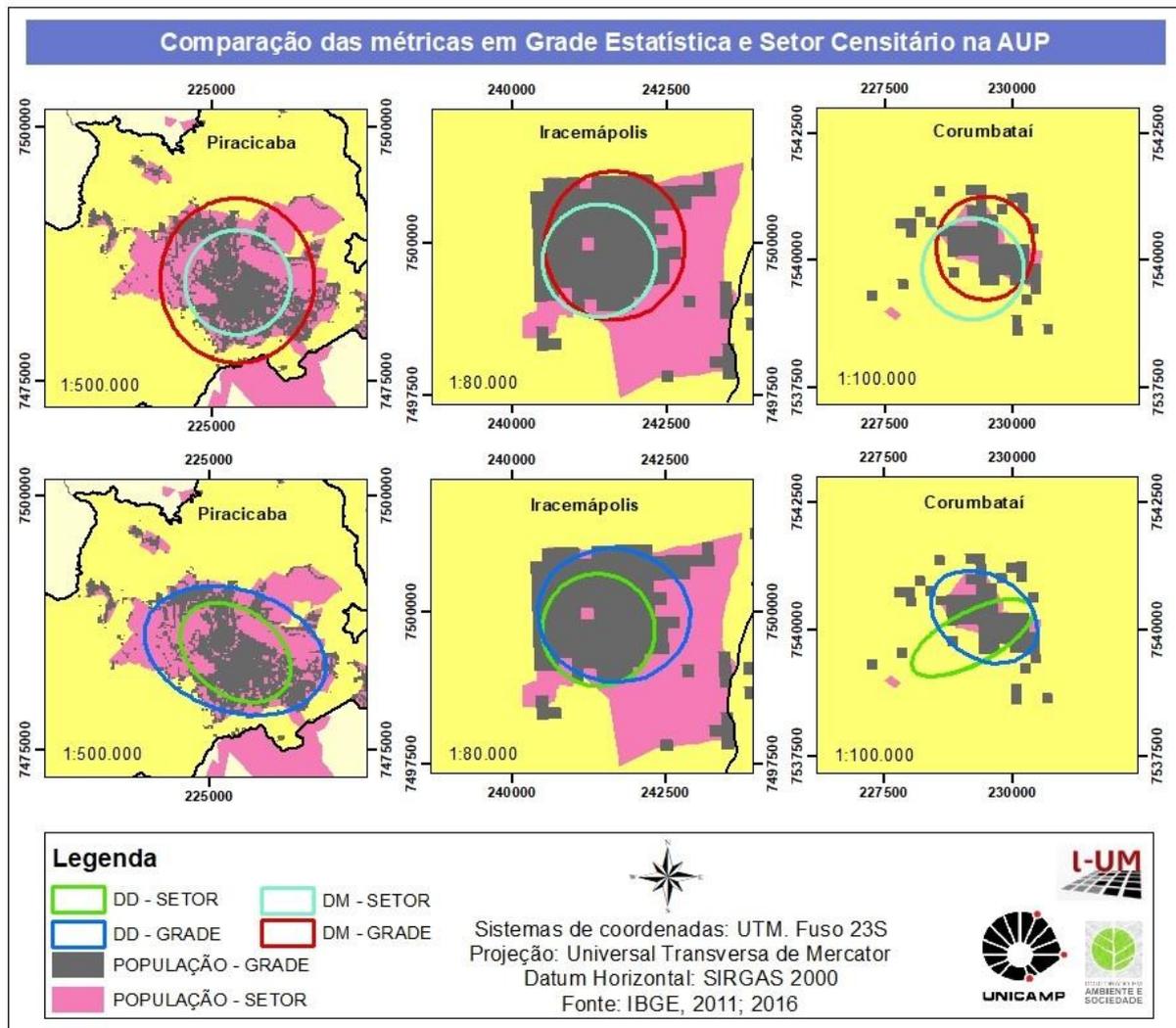


Figura 5: Comparação das métricas em Grade Estatística e Setor Censitário na AUP.
 Fonte: IBGE, 2011;206. Elaborado pelos autores, 2020.

Na Figura 5, estão selecionadas três cidades de tamanho distintos para exemplificar visualmente a diferença entre os resultados das métricas a partir dos Setores Censitários e da Grade Estatística. Devido à maior resolução espacial da GE, observa-se que a Distância Média (DM) é maior do que o encontrado em SC, aspecto relevante para os estudos sobre a dispersão e distribuição da população no espaço. O mesmo ocorre com a Distribuição Direcional (DD) da população, o resultado da aplicação da técnica em GE oferece uma leitura mais precisa da distribuição em GE. O caso de Corumbataí é interessante para esta exposição: nota-se que o resultado de DD para Setor Censitário é significativamente influenciado por um único SC distante da mancha urbana principal, SC considerado pelo IBGE como urbano. Já com a GE, o número de células urbanas e sua localização ponderam o resultado encontrado.

Os resultados da aplicação das métricas de paisagem para analisar o grau de fragmentação da mancha urbana indicam relativa padronização nos resultados dos indicadores apresentados, diferente do que ocorreu com o indicador “Distribuição Direcional” apontado anteriormente. Comparando GE com SC, cidades como Conchal, Limeira e Piracicaba apresentaram com os SC um aumento da área total da mancha urbana maior do que o dobro do número encontrado utilizando a Grade Estatística. Com exceção de Corumbataí, todos os municípios também apresentaram um

aumento na área total da classe utilizando os SC como unidade espacial.

Situação semelhante ocorre com o tamanho médio dos fragmentos. Todos os municípios apresentaram um aumento significativo na área média dos fragmentos com os Setores Censitários devido à dimensão dos SC ser maior que as células da Grade Estatística e, tenderem a uma contiguidade espacial maior do que a observada entre as células com população. Colocado de outro modo, enquanto todos os Setores Censitários possuem população, na Grade Estatística nem todas as células urbanas contém população – o que permite detectar as áreas desocupadas e, conseqüentemente, a fragmentação espacial urbana.

Essas duas características dos SCs, ou seja, a presença de população em todos os Setores Censitários e sua contiguidade espacial fez o número de fragmentos das manchas urbanas diminuir significativamente, ao contrário do aumento da área total das manchas urbanas e do tamanho médio dos fragmentos, comparativamente ao computado com a GE. O número de fragmentos só não foi igual a 1 para todas as cidades pois existem os distritos municipais que agregam SCs urbanos e rurais. Caso fosse utilizada para a análise apenas a mancha urbana principal, todas as cidades apresentariam apenas um fragmento principal quando utilizado o Setor Censitário, enquanto a Grade Estatística continuaria apresentando um número maior de fragmentos.

Apartir do potencial que a Grade Estatística oferece nas análises da distribuição espacial da população dois principais pontos merecerem atenção. O primeiro é o cuidado a ser tomado em analisar a fragmentação da distribuição espacial da população em áreas onde não há população devido a fatos geográficos como rios e parques, por exemplo. O segundo é a resolução espacial dos dados em áreas densamente populosas como as áreas centrais ou em aglomerados subnormais. Estudos mostram que em ambos os casos pode ser melhor usar Setor Censitário (PEDRO; QUEIROZ FILHO, 2017) ou, a depender da escala, o uso da GE não é tão vantajoso (D'ANTONA; BUENO, 2015b).

A Tabela 2 apresenta as correlações entre as variáveis utilizadas. Os resultados apresentam aspectos interessantes para a reflexão sobre qual a unidade espacial mais indicada para estudos sobre a distribuição espacial da população. De modo geral, quanto maior o número de habitantes de uma cidade, maior será o número de unidades geográficas, sua extensão espacial (área) e o número de fragmentos, tanto para Setor Censitário quanto para a Grade Estatística. Tal resultado já era esperado, pois, apesar da regularidade da GE, o número de habitantes também condiciona o número de Setores Censitários de uma cidade.

A Distribuição Direcional (DD) não possui correlação significativa com o número de habitantes, o que contribui para a afirmação de que uma distribuição espacial mais elíptica e menos radial não está ligada diretamente com o tamanho da população de uma cidade. Isto indica a necessidade de estudos históricos-geográficos sobre o desenvolvimento dos processos e dinâmicas sociais, econômicas e geográficas que influenciam na forma como o

ambiente urbano vem sendo construído, sobretudo, em um período marcado pela forte especulação imobiliária na Aglomeração (ALVES, 2019a) e processos de dispersão urbana.

Em relação ao tamanho médio dos fragmentos observa-se que, utilizando a Grade Estatística como unidade geográfica principal, não há correlação entre o número de habitantes e o tamanho médio dos fragmentos, já os Setores Censitários apresentam uma correlação significativa e positiva. Esse resultado indica que as cidades com maior número de habitantes tendem a ter um tamanho médio de fragmentos maior devido à contiguidade dos SCs e a área da mancha urbana principal ser maior.

Por fim, os resultados das Tabelas 1 e 2 devem ser analisados de forma integrada para não imprimir que os resultados das aplicações das métricas espaciais apresentam resultados semelhantes, já que os resultados da correlação indicam resultados próximos. No caso do número de fragmentos, por exemplo, a correlação entre o tamanho da população de uma cidade é positiva tanto para SC, quanto para GE (Tabela 2). Contudo, ao ser analisado os resultados da Tabela 1, nota-se que apesar da existência da correlação positiva observada na Tabela 2, o número de fragmentos varia consideravelmente entre uma unidade espacial e outra. Utilizando Setores Censitários, por exemplo, Piracicaba possui 8 fragmentos de mancha urbana, com a Grade Estatística apresentou 145. Com exceção de Analândia, todas as cidades apresentam a mesma discrepância dos resultados. Portanto, mesmo com correlações positivas há diferenças substanciais entre as unidades utilizadas.

Variáveis	População	Unidades Geográficas	Área	Resolução Espacial	DM	DD	Número de Fragmentos	Tamanho Médio dos Fragmentos	Unidades Geográficas'	Área'	Resolução Espacial'	DM'	DD'	Número de Fragmentos'	Tamanho Médio dos Fragmentos'
População	1	,991**	,991**	,125	,934**	-,078	,937**	-,345	,993**	,987**	-,518	,964**	-,054	,922**	,897**
Unidades Geográficas		1	1,000**	,078	,932**	-,085	,932**	-,324	1,000**	,997**	-,458	,949**	-,059	,912**	,869**
Área			1	,078	,932**	-,085	,932**	-,324	1,000**	,997**	-,458	,949**	-,059	,912**	,869**
Resolução Espacial				1	,245	,005	,286	,011	,078	,130	-,067	,237	,048	,383	,037
DM					1	,153	,840**	-,127	,927**	,926**	-,371	,966**	,032	,878**	,844**
DD						1	-,158	,232	-,102	-,113	,542	,078	,720*	-,133	-,021
Número de Fragmentos							1	-,344	,935**	,954**	-,397	,877**	-,075	,971**	,735*
Tamanho Médio dos Fragmentos								1	-,339	-,319	,460	-,364	-,357	-,270	-,320
Unidades Geográficas'									1	,997**	-,477	,949**	-,069	,915**	,870**
Área'										1	-,447	,943**	-,080	,935**	,845**
Resolução Espacial'											1	-,494	,232	-,474	-,505
DM'												1	,099	,899**	,871**
DD'													1	-,055	-,096
Número de Fragmentos'														1	,690*
Tamanho Médio dos Fragmentos'															1

Tabela 2: Correlação de Pearsons entre as medidas aplicadas nos municípios da Aglomeração Urbana de Piracicaba

**A correlação é significativa no nível 0.01 (2-tailed)

*A correlação é significativa no nível 0.05 (2-tailed)

Nota: Variáveis com linha (*) representam os Setores Censitários

Fonte: IBGE, 2016.

4. Considerações Finais

O propósito deste texto foi o de avaliar qual a melhor unidade geográfica para mensurar o fenômeno da dispersão urbana por meio da distribuição espacial da população e a resolução espacial dos dados. Ressalta-se que o objetivo foi comparar duas unidades geográficas de dados secundários amplamente utilizado pela comunidade científica, em que pese suas limitações, na forma como está disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Utilizando métricas de análise espacial, contribui para os estudos urbanos e demográficos que lançam mão de dados censitários para explicar quais os possíveis padrões de distribuição espacial da população encontrados em um determinado recorte geográfico. Em um contexto de crescimento espacial espraiado das cidades, mensurar e avaliar os padrões espaciais auxiliam na compreensão da historicidade da ocupação, bem como as consequências sociais, ambientais e econômicas decorrentes de diferentes padrões.

Em linhas gerais, conclui-se que apesar do Setor Censitário ter um histórico relevante nas pesquisas sobre distribuição espacial da população, a Grade Estatística se apresenta como uma unidade geográfica de análise mais eficaz para avaliar e caracterizar a forma urbana, por oferecer a) regularidade na dimensão das células; b) resolução espacial melhor e c) melhor possibilidade de identificação de padrões e vetores de ocupação espacial. Devido a sua recente divulgação pelo IBGE e a proximidade do Censo Demográfico, estudos comparativos que testam novas técnicas e unidades geográficas de análise são necessários a fim de aprimorar metodologias espaciais na Grade Estatística para a inclusão da resolução temporal nos estudos com os dados obtidos a partir do próximo Censo.

Em relação à AUP, estudos anteriores realizados com a Grade Estatística indicaram sutis diferenças em relação ao porte da cidade. Contudo, comparando com os Setores Censitários, observa-se que essas diferenças tendem a ser mascaradas devido à dimensão e contiguidade dos SCs, o que influencia na interpretação de processos como o de fragmentação espacial urbana e uma tendência em indicar uma compactação do espaço urbano. Dessa forma, para o estudo aqui realizado, a Grade Estatística apresentou-se mais útil para compreender como a população dos municípios da AUP está espacialmente distribuída.

O estudo aqui apresentado faz parte da agenda de pesquisa dos autores e decerto necessita de aprofundamentos que estão no horizonte de pesquisa. Questões relevantes estão sendo incorporadas nas discussões dos autores como, por exemplo, a necessidade de tratamento dasimétrico dos dados em Setores Censitários, mencionado na metodologia, para a realização de novos estudos comparativos mais aprofundados. Em tais estudos, tanto Setores Censitários quanto Grade Estatística necessitarão de um resgate das operações estatísticas realizadas pelo IBGE em seu processo de composição, o que garante um horizonte interessante a ser explorado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), número do processo 2016/24641-3, pelo apoio financeiro na execução da pesquisa.

Referências

ALVES, J. D. G. 2019a. Dispersão urbana e a atuação do mercado imobiliário em cidades médias: reflexões a partir da cidade de Piracicaba/sp. *GEOFRONTER*, v. 2, p. 104-124

ALVES, J. D. G. 2019b. Mobilidade espacial da população e urbanização dispersa: regionalização do cotidiano na Aglomeração Urbana de Piracicaba - Sp. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Limeira.

ALVES, J. D. G.; D'ANTONA, A. DE O. 2020. Dispersão e fragmentação urbana: uma análise espacial com base na distribuição da população. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 72, n. 1, p. 126-141, 30 mar.

BAENINGER, R. 1998. A nova configuração no Brasil: desaceleração metropolitana e redistribuição da população. In: XI ENCONTRO DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 11, 1998, Caxambu. Anais... Caxambu: *Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, v. 1, p. 729-772

BAENINGER, R. 2012. Fases e faces da migração em São Paulo. 1. ed. Campinas, SP: *Núcleo de Estudos de População*, v. 1, p. 152p

BAENINGER, R. 1999. Região, Metrópole e Interior: espaços ganhadores e espaços perdedores nas migrações recentes - Brasil, 1980-1996. 243f. Tese (Doutorado) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BUENO, M C. D. 2014. Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários. Tese de doutoramento. Programa de Pós-Graduação em Demografia, Universidade Estadual de Campinas.

BRUECKNER, J. K. 2000. Urban Sprawl: *Diagnosis and Remedies. International Regional Science Review*, 23(2), 160–171. <https://doi.org/10.1177/016001700761012710>

CATALÃO, I. 2015 Dispersão urbana: apontamentos para um debate. *Revista Cidades*. V. 12, n. 21

CUNHA, J.M.P. et al. 2013. A mobilidade pendular na macrometrópole paulista: diferenciação e complementariedade socioespacial. *Cadernos Metrópole*, 15 (30).

D'ANTONA, A. O.; BUENO, M. C. 2015a. DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO E DISPERSÃO URBANA NO ESTADODE SÃO PAULO, 2010. In OJIMA, R.; MARANDOLA Jr, E. (Org.) *Dispersão urbana e mobilidade populacional - Teoria, Método e Evidências. Blücher*.

D'ANTONA, A. O.; BUENO, M. C. Grades estatísticas no estudo da dispersão urbana– superação dos limites das unidades administrativas e operacionais censitárias. 2015b in OJIMA, R.; MARANDOLA Jr, E. (Org.) *Dispersão urbana e mobilidade populacional - Teoria, Método e Evidências. Blücher*.

- DORIA, V. E. M.; AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M. V. Estimativa e distribuição espacial de população urbana com imagens de satélite de luzes noturnas: um estudo para a região metropolitana de São Paulo, Brasil, com o sensor Visible/Infrared Imaging Radiometer Suite (VIIRS). *GEOGRAFIA (RIO CLARO. IMPRESSO)*, v. 41, p. 165, 2016
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). ARCMAP. 2019a. *Directional Distribution (Standard Deviational Ellipse)*. Disponível em <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/directional-distribution.htm>. Acesso em: 01/07/2019
- ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). ARCMAP. 2019b. *Standard Distance*. Disponível em <http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-statistics-toolbox/standard-distance.htm>. Acesso em: 01/07/2019
- FEITOSA, F. F. 2005. Índices Espaciais para Mensurar a Segregação Residencial: O Caso de São José dos Campos (SP). Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.
- GALSTER, G. et al. 2001. Wrestling sprawl to the Ground: Defining and Measuring an Elusive Concept. *Housing Policy Debate*, v. 12, Issue 4.
- GONÇALVES, A. R.; KRAFTA, R. 2016. Indicador de dispersão urbana baseado em medida de acessibilidade ponderada. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 68, n. 4, 18 abr.
- HIRYE, M. C. M.; AMARAL, S.; MONTEIRO, A. M. V.; ALVES, D. S. 2017. Interpolação de dados censitários para a análise da ocupação intra-urbana em Altamira (Pa), entre 2000 e 2010. RBC. *Revista Brasileira De Cartografia (Online)*, v. 68, p. 1585-1599.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2016. *Base cartográfica: Grade estatística*. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/recortes_para_fins_estatisticos/grade_estatistica/censo_2010/. Acesso em: 05/04/2020
- IWAMA, A. Y. 2014. RISCOS E VULNERABILIDADES ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E AMBIENTAIS: ANÁLISE MULTIESCALAR NA ZONA COSTEIRA DE SÃO PAULO – BRASIL. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Sociedade. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.
- KAMPEL, S. A. 2003. Geoinformação para estudos demográficos: representação espacial de dados de população na Amazônia Brasileira. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo.
- LOBO, C. MATOS, R. 2011. Migrações e a dispersão espacial da população nas Regiões de Influência das principais metrópoles brasileiras. *R. bras. Est. Pop.*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 1, p. 81-101, jan./jun.
- MARANDOLA JR, E. J. 2008. Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Campinas.
- MANCINI, G. A. 2008. Avaliação dos custos da urbanização dispersa no Distrito Federal. Dissertação de Mestrado. Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília., Brasília.
- MONTE-MÓR, R. L. 2006. O que é o urbano, no mundo contemporâneo. Belo Horizonte: CEDEPLAR. 14 p
- NECHYBA, T. J.; RANDALL P. W. 2004. *Urban Sprawl. Journal of Economic Perspectives*, 18 (4), 177-200. DOI: 10.1257/0895330042632681
- NASCIMENTO JÚNIOR, L. 2017. Urbanização e cidade dispersa: implicações da produção do espaço urbano no Brasil, em Moçambique e na Austrália. *Geosp – Espaço e Tempo (Online)*, v. 21, n. 2, p. 550-569, agosto. ISSN 2179-0892
- OJIMA, R. 2007. Análise comparativa da dispersão urbana nas aglomerações urbanas brasileiras: elementos teóricos e metodológicos para o planejamento urbano e ambiental. Tese de doutoramento. Universidade Estadual de Campinas, Programa de Pós-Graduação em Demografia, Campinas – SP, 166p
- OJIMA, R. 2016. "Pessoas, Prédios e Ruas: Por Uma Perspectiva Demográfica dos Processos Urbanos Contemporâneos", p. 17-34. In: Ojima, R; Marandola Jr., E. *Dispersão Urbana e Mobilidade Populacional*. São Paulo: Blucher
- PEDRO, A. A.; QUEIROZ FILHO, A. P. DE. 2017. AVALIAÇÃO DA GRADE ESTATÍSTICA EM AGLOMERADOS SUBNORMAIS: ESTUDO DE CASO DA SUBPREFEITURA DE SÃO MATEUS - SP. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 69, n. 2, 22 fev.
- REIS FILHO, N. G. 2006. Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano. São Paulo: Via das Artes.
- SÃO PAULO. 2012. Lei Complementar Estadual Nº 1.178 de 26 de junho de 2012. São Paulo: SP.
- SILVA, A.P.; MORATO, R.G.; KAWAKUBO, F.S. 2013. Mapeamento da Distribuição Espacial da População Utilizando o Método Dasimétrico: Exemplo de Caso no Sudeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* V. 06, N. 01, 037-048
- SPOSITO, M. E. 2009. Urbanização difusa e cidades dispersas: perspectivas espaço-temporais contemporâneas. In: REIS, Nestor G. (Org.). *Sobre a dispersão urbana*. São Paulo: Via das Artes/FAUUSP, p. 38-54
- STRAUCH, J. C. M.; FRANÇA, V. O.; AJARA, C. Método Dasimétrico Inteligente: Uma aplicação na Mesorregião Metropolitana de Belém. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 66, n. 6, 30 dez. 2014.

TRINDADE JR., S.-C. C.; BARBOSA, E. J. S. 2016. Reestruturação metropolitana na Amazônia oriental: empreendimentos econômicos e dispersão urbana na área de

influência imediata de Belém. *Geosp – Espaço e Tempo* (Online), v. 20, n. 2, p. 349-363. ISSN 2179-0892

Population Spatial distribution and demographic data: a comparative analysis

José Diego Gobbo Alves*
Álvaro de Oliveira D'Antona**

*Geographer (UNESP). Master in Human and Social Applied Science (UNICAMP).

**Economist (UNICAMP). Master in Social Anthropology (UNICAMP). Doctorate in Social Science (UNICAMP).

Abstract The population spatial distribution is one of the urban sprawl dimensions, a multifaceted phenomenon observed in Brazilian cities. Recent studies highlight the possibility to use secondary population data to analyze their spatial distribution in different geographical unit. Based on this premise, the article propose is to compare the population spatial distribution using two different geographical units for the dissemination of demographic data: census tract and statistical grid. The methodology is composed of spatial and landscape metrics applied to census tract and statistical grid of nine municipalities in the Urban Agglomeration of Piracicaba. The results found show that for the studies of the population spatial distribution, a statistical grid is more adequate than the census tract due to its spatial resolution, size and regularity of the cells and the possibility of better identifying patterns and vectors of spatial occupation, being more sensitive to spatial measures of dispersion and fragmentation.

Keywords: Population spatial distribution, Statistical Grid, Census Tract, Spatial Resolution, Urban Sprawl.

Informações sobre os autores

José Diego Gobbo Alves

E-mail: jdgobboalves@gmail.com

Link para o currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9213242037864049>

<https://orcid.org/0000-0002-4185-1579>

Álvaro de Oliveira D'Antona

E-mail: alvaro.dantona@fca.unicamp.br

Link para o currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1771971577733548>

<https://orcid.org/0000-0003-1710-6277>

Artigo recebido: 25/11/2020

Artigo aceito: 30/12/2020