II Simpósio Nacional de Gestão e Engenharia Urbana

ABORDAGEM SISTÊMICA, ESCALAS E INTERSETORIALIDADE:
DESAFIOS E POTENCIAIS DO DESENVOLVIMENTO URBANO SUSTENTÁVEL

Aplicação de métricas socioespaciais para caracterização de divisões administrativas municipais: Estudo de caso para o Município de São Paulo

Application of socio-spatial metrics for the characterization of municipal administrative divisions: Case study for the Municipality of São Paulo

Cruz, Rafael Barreto Castelo da¹; Marins, Karin Regina de Castro².

¹ Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, rafaelcastelo@usp.br¹

² Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Brasil, karin,marins@usp.br

RESUMO

As métricas socioespaciais permitem analisar uma situação urbana e, de forma multicriterial, podem apontar resultados divergentes entre si. O objetivo deste trabalho é avaliar se existe uma relação de dependência entre parâmetros que caracterizam a forma urbana. A pesquisa exploratória, com apoio de uma breve revisão bibliográfica, apresenta a definição e a metodologia de cálculo do índice de compacidade, do índice de diversidade de uso, da densidade populacional e da densidade de empregos, com levantamento de dados oficiais para o município de São Paulo. Os resultados apontam, para o caso paulistano, que a relação entre as métricas sócio espaciais não é sistemática, ou seja, todos os melhores casos de compacidade, não estão associados aos melhores casos de diversidade, densidade humana e densidade de emprego. Não é clara e direta a dependência entre essas variáveis urbanas, sendo possivelmente influenciadas, em uma abordagem mais abrangente, por outros fatores urbanos. Por esta razão, ao se adotar métricas socioespaciais da forma urbana, no planejamento dos municípios, é importante ter uma visão crítica sobre o conjunto dos seus resultados e buscar ampliar a análise mediante identificação e análise de parâmetros complementares da morfologia urbana.

Palavras-chave: Indicadores Urbanos, Métricas socioespaciais, Forma Urbana, Planejamento Urbano.

ABSTRACT

Urban socio-spatial metrics allow an urban situation to be analyzed and, in a multi-criteria way, can show divergent results among them. Therefore, the objective of this work is to evaluate if there is a relation of dependence between parameters that characterize the urban form. The

¹ CRUZ, Rafael Barreto Castelo da; MARINS, Karin Regina de Castro. Aplicação de métricas socioespaciais para caracterização de divisões administrativas municipais: Estudo de caso para o Município de São Paulo. In: II SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA: SINGEORB, 2019, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2019.

research developed in an exploratory way, supported by a brief bibliographical review, presents the definition and the methodology of calculation of the index of compactness, the index of diversity of use, population density and the density of jobs, with documentary survey and data for the municipality of São Paulo. The results indicate that, in the case of São Paulo, the relationship between socio-spatial metrics is not systematic, that is, all the best cases of compactness, are not associated with the best cases of diversity, human density and employment density. It is not clear and direct the dependence between these urban variables, being possibly influenced, in a more comprehensive approach, by other urban factors. For this reason, when adopting socio-spatial metrics of the urban form, in the planning of the municipalities, it is important to have a critical view on all of its results and to seek to broaden the analysis through identification and analysis of complementary parameters of the urban morphology.

Keywords: Urban Indicators, Socio-spatial Metrics, Urban Form, Urban Planning.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização² é um fenômeno que pode analisado, no Brasil, verificando que a população urbana, em relação à população total, saltou de 31,3% em 1940 para 84,3% em 2010 (IBGE, 2010). Neste cenário as cidades enfrentarão novos desafios para atender este contingente de pessoas³. O marco legal para a formulação da Política Urbana brasileira vigente tem origem na Constituição Federal (CF) de 1988, em especial, em seus artigos 182 e 183, posteriormente regulamentados pelo Estatuto da Cidade (EC), Lei 10.257, de 2001, bem como pelo Estatuto da Metrópole, Lei 13.089, de 2015 e tem uma relação hierárquica, conforme a figura 1.

Figura 1 – Associação hierárquica de políticas urbanas

Fonte: Os Autores (2016) – Adaptado de Marins (2016)⁴

² Urbanização é o processo o qual a população ocupa predominante cidades.

³ IBGE, censos de 1940, 1960, 1970 e 2000.

⁴ Fluxograma com a legislação vigente para o desenvolvimento dos Planos Diretores apresenta também os principais artigos que influenciam nos aspectos de planejamento urbano nas cidades e áreas metropolitanas. Fonte: O autor adaptado de MARINS, K.R.C.C. Governança em áreas urbanas. Apresentação. PPGE, 2016.

Entende-se indicador como um instrumento que permite mensurar as modificações nas características de um sistema, de tal forma que seu enfoque integrador, forneça informações condensadas sobre vários aspectos de um sistema, apontam Maseria; Astier; Lopez-Ridaura (2000). No caso do planejamento urbano. Alguns indicadores podem ser expressos por métricas socioespaciais.

O objetivo deste trabalho é avaliar a relação de dependência entre métricas sócio espaciais que caracterizam a forma urbana, tais como a compacidade, a diversidade de usos, a densidade populacional e a densidade de empregos, para as diferentes regiões administrativas do município de São Paulo.

Esta pesquisa exploratória baseia-se em breve revisão bibliográfica sobre a definição, e o cálculo dos índices de compacidade e diversidade de uso e das densidades populacional e de empregos, assim como dados geográficos oficiais das divisões oficiais adotadas no município de São Paulo.

2 ANÁLISE BIBLIOGRÁFICA – MÉTRICAS DA FORMA URBANA

O nível de desenvolvimento econômico e social de uma área urbana pode ser medido pela taxa de urbanização, pelo crescimento da população urbana, pela densidade populacional e pela densidade de empregos, aponta Zhen (2018).

Os indicadores espaciais permitem examinar questões de diversidade, tais como a distribuição e concentração de diferentes atividades em uma região, a diversidade no uso do solo com moradia, edifícios comerciais, áreas verdes e áreas não residenciais, e podem ser examinadas dentro dos limites de um distrito ou entre vários distritos (BOURDIC, SALAT & NOWACKI, 2012).

Para avaliar a diversidade, é aplicado o índice de diversidade, dado pela equação 1, onde n_i é a quantidade de ocupações de um tipo de uso da categoria i ; e N é a quantidade total de unidades todos os tipos de uso conforme Bourdic, Salat e Nowacki (2012).

$$\text{Índice de Diversidade} = I = 1 - \sum_{i=1}^{\infty} \left(\frac{n_i}{N} \right)^2 \quad (1)$$

É possível descrever uma relação de concentração de pessoas e oportunidades de emprego, conforme Bourdic, Salat e Nowacki (2012), sendo a densidade populacional dada pela equação 2 e a densidade de empregos, pela equação 3.

$$\text{Densidade Populacional} = \frac{\text{população}}{\text{área de estudo}} \quad (2)$$

$$\text{Densidade de empregos} = \frac{\text{total de emprego}}{\text{área de estudo}} \quad (3)$$

Cruz e Marins (2017) e Willians et.al. (2000) apontam que as formas urbanas mais densas, mais diversificadas e mais compactas tendem a proporcionar um uso eficiente da terra. A compacidade é calculada de acordo com a comparação média entre o perímetro de cada distrito e o perímetro de um círculo que tem a mesma área, apontam Li e Yeh (2004), onde IC é o valor do índice de compacidade, S_j e P_j são a área e o perímetro do distrito analisado, dados pela equação 4. Os valores de IC mais baixos indicam um espaço mais disperso, segundo Lu e Liu (2016).

$$\text{Índice de Compacidade} = IC = 2 \times \frac{\sqrt{\pi \times S_j}}{P_j} \quad (4)$$

3 APLICAÇÃO DE MÉTRICAS SOCIOESPACIAIS URBANAS PARA CARACTERIZAÇÃO DAS DIVISÕES DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO

São Paulo tem perímetro de 365 km e área de 1.520 km², contando com 32 subdivisões. No entanto, as divisões de Sapopemba e Vila Prudente estão atualmente combinadas como uma só, formalizando 31 divisões, conforme figura 2.

Para aplicação de indicadores em áreas urbanas, esta pesquisa caracterizou as diferentes divisões administrativas do município de São Paulo, a partir da densidade populacional, da densidade de empregos, da diversidade de uso e da compacidade.

Figura 2 – Divisões Administrativas do Município de São Paulo

Fonte: São Paulo (2002)⁵

Foi estabelecida uma metodologia de agregação resultante do total de lotes destinados às categorias de uso, para cada propriedade cadastrada, gerando as 6 tipologias de uso apresentadas na tabela 1, para cada divisão administrativa do município.

O uso habitacional absorve todos os lotes destinados às habitações, sejam elas verticais ou horizontais, de qualquer padrão. O uso comercial reúne todos os lotes para atividades comerciais, escritórios e estacionamentos privados. O uso industrial abrange todos os lotes com atividade industrial, armazéns e depósitos. O uso especial absorve hotéis, hospitais, e atividades da administração pública. O uso educacional envolve todos os estabelecimentos de ensino, de qualquer nível, das escolas primárias às universidades e centros de formação. O uso cultural reúne todos os lotes destinados a cinemas, teatros, centros culturais e templos religiosos.

⁵ São Paulo Lei 13.399/2002 – Prevê a criação das subprefeituras do município de São Paulo e outras providências — Disponível em: < http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/upload/lei_13_399_1254940922.pdf > Acessado 29/03/2019

Tabela 1 – Número total de Edificações por uso nas subdivisões administrativas do Município de São Paulo

<i>Subdivisão</i>	<i>Habitacional</i>	<i>Comercial</i>	<i>Industrial</i>	<i>Especial</i>	<i>Educacional</i>	<i>Cultural</i>
Aricanduva	6.598	663	18	11	9	59
Butantã	9.555	1.172	46	13	31	81
Campo Limpo	25.472	152	2	6	6	26
Capela do Socorro	31.728	3.126	66	29	59	197
Casa Verde	35.991	4.345	303	45	101	199
Cidade Ademar	38.341	3.391	302	51	124	171
Cidade Tiradentes	44.773	5.541	421	60	86	300
Ermelino Matarazzo	45.283	6.263	164	59	92	288
Freguesia do Ó	46.182	7.113	244	73	133	319
Guaianases	49.236	5.688	424	70	146	257
Ipiranga	49.328	10.824	270	60	138	343
Itaim Paulista	55.844	5.779	553	106	161	185
Itaquera	57.957	7.372	387	60	177	318
Jabaquara	60.838	10.585	1.851	107	182	312
Lapa	64.351	8.119	885	75	202	427
M'Boi Mirim	73.902	6.744	503	81	188	291
Mooca	75.388	9.022	1.302	232	204	322
Parelheiros	92.374	6.686	472	115	163	401
Penha	104.046	9.032	321	257	226	359
Perus	104.355	10.543	1.252	102	179	409
Pinheiros	105.330	16.668	942	2.256	384	284
Pirituba	106.222	12.158	824	186	324	534
Santana	115.762	12.464	324	1.208	328	345
Santo Amaro	120.317	132.479	13.845	1.851	501	727
São Mateus	122.026	9.333	509	164	300	329
São Miguel	138.935	25.674	2.698	388	398	449
Sé	154.615	22.428	1.690	415	416	439
Tremembé	63.013	7.909	861	90	166	319
Vila Maria	167.410	62.675	170	14.059	389	287
Vila Mariana	199.705	33.358	288	3.072	716	425
Vila Prudente	214.075	76.050	1.234	4.354	384	630
Total (São Paulo)	2.578.952	533.356	33.171	29.655	6.913	10.032

Fonte: Os Autores (2019) Baseado em Dados Oficiais do Município de São Paulo

Os dados utilizados sobre o uso do solo urbano tiveram como fonte o Cadastro Territorial e Predial de Conservação e Limpeza (TPCL)⁶, mantido pelo Departamento de Arrecadação (DECAR), da Secretaria Municipal de Fazenda e Desenvolvimento Econômico da Prefeitura de São Paulo. Os dados populacionais⁷ são provenientes do Censo Demográfico 2010, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelos estudos e pesquisas da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE) e estimativas da População, do

⁶ É uma base de dados publica sob a responsabilidade a coordenação de produção e análise a informação (Geoinfo), vinculado à Secretaria Municipal de Urbanismo e Licenciamento (SMUL) de São Paulo. Foi utilizada a base de dados de 2015. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/uso_do_solo_urbano/index.php?p=260379.

⁷ Banco de dados públicos sob responsabilidade da Prefeitura do Município de São Paulo. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/demografia/index.php?p=260265

Departamento de Geografia e Estatística. Produção e Análise de Informações (Deinfo) da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, gerando a tabela 2.

Tabela 2 - Dados Demográficos e Cartográficos das divisões administrativas do município de São Paulo

<i>Subdivisão</i>	<i>Área (ha)</i>	<i>Perímetro (m)</i>	<i>População (nº habitantes)</i>	<i>Empregos (nº empregos)</i>
Aricanduva	2.233	22.573	267.702	87.398
Butantã	5.642	41.056	428.217	182.244
Campo Limpo	3.668	38.458	607.105	74.930
Capela do Socorro	13.263	57.156	594.930	81.501
Casa Verde	2.720	33.585	309.376	75.147
Cidade Ademar	3.065	31.414	410.998	32.089
Cidade Tiradentes	1.493	21.057	211.501	6.875
Ermelino Matarazzo	1.598	22.509	207.509	23.782
Freguesia do Ó	3.210	30.607	407.245	50.084
Guaianases	1.776	25.697	268.508	16.700
Ipiranga	3.759	31.806	467.563	594.657
Itaim Paulista	2.160	24.242	373.127	30.322
Itaquera	5.509	38.728	523.848	75.647
Jabaquara	1.403	19.360	223.780	71.111
Lapa	4.057	37.998	305.526	392.136
M´Boi Mirim	6.346	43.237	563.305	63.795
Mooca	3.604	31.989	343.980	310.479
Parelheiros	36.078	132.712	139.441	6.681
Penha	4.335	39.425	474.659	91.443
Perus	5.721	50.317	146.046	13.568
Pinheiros	3.199	30.599	289.743	658.728
Pirituba	5.534	38.309	437.592	66.723
Santana	3.580	37.337	324.815	124.861
Santo Amaro	3.776	32.278	238.025	316.872
São Mateus	4.547	38.442	426.794	40.596
São Miguel	2.605	40.013	369.496	34.038
Sé	3.808	27.724	691.979	664.328
Tremembé	6.530	49.023	291.867	41.227
vila Maria	2.124	21.753	191.445	204.307
Vila Mariana	2.625	21.901	344.067	194.947
Vila Prudente	2.786	23.615	377.073	234.479
São Paulo	152.753	365.000	11.257.262	4.861.695

Fonte: Os Autores (2019) baseado em dados oficiais do município de São Paulo

Os dados cartográficos (área e perímetro), obtidos por meio do Portal GeoSampa⁸ e de imagens de satélite, obtidas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)⁹, foram utilizados. O mapa de São Paulo foi georreferenciado com as imagens do satélite CBERS-2 e foram medidos os perímetros e áreas de cada uma das 31 divisões do município de São Paulo, finalizando a tabela 2.

⁸ GeoSampa é uma ferramenta de informações espaciais e geoprocessamento da Prefeitura do município de São Paulo. Disponível em: http://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas/_SBC.aspx

⁹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Departamento de Geração de Imagens e Sensoriamento. São José dos Campos: INPE, 2015.

Com base nos dados da pesquisa, foram calculadas a densidade populacional (hab /ha), a densidade de empregos (empregos /ha), o índice de diversidade de uso (I) e o índice de compacidade (IC) para as 31 divisões administrativas de São Paulo, na tabela 3, na qual a população é total de habitantes, e os empregos representam o número de oportunidades formais de trabalho¹⁰, em cada divisão.

Tabela 3 - Resultados para densidade populacional, Densidade de Empregos, índice de diversidade (I) e índice de compacidade para cada divisão administrativa do município de São Paulo

<i>Subdivisão</i>	<i>Densidade Populacional (hab/ha)</i>	<i>Densidade de Empregos (emp/ha)</i>	<i>I (-)</i>	<i>CI (-)</i>
Aricanduva	120	39	0,196	0,742
Butantã	76	32	0,231	0,648
Campo Limpo	166	20	0,145	0,558
Capela do Socorro	45	6	0,188	0,714
Casa Verde	114	28	0,229	0,550
Cidade Ademar	134	10	0,182	0,625
Cidade Tiradentes	142	5	0,235	0,650
Ermelino Matarazzo	130	15	0,246	0,629
Freguesia do Ó	127	16	0,270	0,656
Guaianases	151	9	0,222	0,581
Ipiranga	124	158	0,345	0,683
Itaim Paulista	173	14	0,205	0,679
Itaquera	95	14	0,235	0,679
Jabaquara	160	51	0,322	0,686
Lapa	75	97	0,245	0,594
M'Boi Mirim	89	10	0,182	0,653
Mooca	95	86	0,240	0,665
Parelheiros	4	< 1	0,150	0,507
Penha	110	21	0,171	0,592
Perus	26	2	0,202	0,533
Pinheiros	91	206	0,300	0,655
Pirituba	79	12	0,220	0,688
Santana	91	35	0,212	0,568
Santo Amaro	63	84	0,211	0,675
São Mateus	94	9	0,154	0,622
São Miguel	142	13	0,320	0,452
Sé	182	174	0,262	0,789
Tremembé	45	6	0,242	0,584
Vila Maria	90	96	0,533	0,751
Vila Mariana	131	74	0,293	0,829
Vila Prudente	135	84	0,480	0,792

Fonte: Os Autores (2019)

¹⁰ Baseado no Relatório anual de informações sociais (Rais). Disponível em: https://www.Prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/urbanismo/dados_estatisticos/info_cidade/trabalho/index.php?p=260362

Os resultados mostram na tabela 3, sob a perspectiva morfológica urbana, as cinco divisões com maiores índices de compactidade (e, portanto, mais compactas) são Vila Marina (CI = 0,829), Vila Prudente (IC = 0,792), Sé (IC = 0,789), Vila Maria (IC = 0,751) e Aricanduva (IC = 0,742). Por outro lado, as 5 divisões com maior índice de diversidade (e, portanto, mais diversificadas em termos de uso do solo) são Vila Maria (I = 0,533), Vila Prudente (I = 0,480), Ipiranga (I = 0,345), Jabaquara (I = 0,322) e São Miguel (I = 0,320).

Ao analisar os menores índices de compactidade, as subdivisões com menores índices (e, portanto, menos compactas) são São Miguel (IC = 0,452), Parelheiros (IC = 0,507), Perus (IC = 0,533), Casa Verde (CI = 0,550) e Campo Limpo (CI = 0,558). Por outro lado, as divisões menos diversificadas (com menores índices de diversidade) são Campo Limpo (I = 0,145), Parelheiros (I = 0,150), São Mateus (I = 0,154), Penha (I = 0,171) e Cidade Ademar (I = 0,182).

Embora Vila Maria e Vila Prudente estejam na lista das cinco áreas mais compactas e diversificadas, as posições oscilaram. A única que manteve a posição foi Vila Prudente. Portanto, é difícil diferenciar se é uma coincidência, ou se não há relação direta, e dependente, da compactação com a diversidade.

As cinco divisões com maior densidade populacional são Sé (182 hab./ha), Itaim Paulista (173 hab./ha), Campo Limpo (166 hab./ha), Jabaquara (160 hab./ha) e Guainases (151 hab./ha). E as cinco divisões com menor densidade populacional são Parelheiros (4 hab./ha), Perus (26 hab./ha), Tremembé (45 hab./ha), Capela do Socorro (45 hab./ha) e Santo Amaro (63 hab./ha). As divisões de Pinheiros (206 empregos/ha), Sé (174 empregos/ha) e Ipiranga (158 empregos/ha), são aqueles com as maiores concentrações de empregos.

4 CONCLUSÕES

A divisão da Sé, uma região central, apresenta-se como uma das melhores quando analisadas simultaneamente a compactação, a densidade populacional e a densidade de postos de trabalho. Simultaneamente, a Vila Maria, uma região mais afastada do centro, também apresenta um dos melhores resultados quando se analisa a compactidade, a diversidade e a densidade de empregos.

Parelheiros e Campo Limpo são divisões que estão entre as menos compactas e menos diversificadas. Mas isso ainda não nos permite afirmar que existe uma relação direta e dependente entre compactidade e diversidade. Outras variáveis, não consideradas no presente estudo, podem influenciar de forma distinta, cada uma dessas métricas urbanas.

Verificou-se que, de modo geral, a relação entre as métricas urbanas consideradas não é sistemática, ou seja, todos os melhores casos de compactidade, não estão associados aos melhores casos de diversidade, densidade humana e densidade de emprego. Dessa forma, não é possível se afirmar que há, necessariamente, uma dependência entre essas variáveis urbanas, quando analisados os dados consolidados das regiões administrativas do município de São Paulo, as quais, possivelmente, são influenciadas também por outros fatores urbanos.

REFERÊNCIAS

BOURDIC, L.; SALATA, S.; NOWACKI, C. Assessing cities: a new system of cross-scale spatial indicators, **Building Research & Information**, v.40, n.5, 2012, pp. 592-605.

CRUZ, R.B.C.; MARINS, K.R.C. Avaliação do índice de compactidade nas subprefeituras do município de São Paulo - **Revista Eletrônica De Engenharia Civil**, v.13, n.2, 2017. pp. 287-298.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEORGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios: resultado do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

MASERA, O.; ASTIER, M.; LÓPEZ-RIDAURA, S. **Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS**. México: Mundi Prensa, 2000, 109 p.

LI, X.; YEH, A. G.O. Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast-growing region using remote sensing and GIS. **Landscape and Urban Planning**, v.69, n.4, 2004. pp.335–354.

LU, C.; LIU, Y. Effects of China's urban form on urban air quality. **Urban Studies**, v.53, n.12, 2016. Pp. 2607–2623.

WILLIAMS, K.; BURTON, E.; JENKS, M. **Achieving Sustainable Urban Form**. Londres. E & FN. 408p. 2000.

ZHEN, F.; QIN, X.; YE, X.; SUNS, H., LUOSANG, Z. Analyzing urban development patterns based on the flow analysis method. **Cities**. Article in press, Octotber,2018.