

Proposta para análise do Índice de Dispersão Urbana

Rômulo José da Costa Ribeiro
Frederico Rosa Borges de Holanda

Resumo

A análise da distribuição espacial de uma cidade é importante para a compreensão do seu desenvolvimento no espaço geográfico e para subsidiar estudos sobre custos do espaço urbano. Bertaud e Malpezzi (1999; 2003) analisaram 50 centros urbanos no mundo, em países desenvolvidos e em desenvolvimento. Geraram o Índice de Dispersão para os centros analisados. O resultado é de difícil compreensão. Para maior clareza, propomos a normalização do índice a partir da equação da reta. Além disto, atualizamos as cidades brasileiras calculadas por aqueles autores e inserimos mais 7 do país, totalizando 57 centros urbanos. O resultado torna mais fácil a compreensão dos dados e a comparação da dispersão entre as cidades analisadas.

Palavras-chave distribuição espacial; análise urbana; dispersão urbana; planejamento espacial; geoprocessamento.

Abstract

The analysis of the space distribution of a city is important for the understanding of its development in the geographic space, and for subsidizing studies about costs of the urban space. Bertaud & Malpezzi (1999; 2003) analyzed 50 urban centers in the world, in developed and underdeveloped countries. They generated the Dispersion Index for the analysed urban centers. The result is difficult to understand. We have normalised the Dispersion Index from the line equation. We have also updated the Brazilian cities calculated by the authors and have added 7 more cities of that country, totaling 57 analyzed urban centers. It is thus easier to understand the results and to make the comparative analysis between cities.

Key-words *spatial distribution; urban analysis; urban dispersion; spatial planning; geoprocessing.*

Introdução

Estudos da distribuição espacial da população urbana são numerosos. Têm o intuito de melhorar a compreensão da relação ser humano-espaço urbano. São exemplos de trabalhos de análise socioespacial: Hillier e Hanson (1984); Clark (1985); Hillier et al. (1993); Jenks e Burgess (2000); Sposati (2000a; 2000b); Genovez, Caetano e Estrada (2000); Holanda et al. (2001); Holanda (2002; 2003); Genovez (2002); Ribeiro (2003); Ribeiro e Holanda (2005); Ribeiro et al. (2005), além dos trabalhos de análise da distribuição espacial da população realizados por Bertaud e Malpezzi (1999; 2003) e Koga (2003).

50

A compreensão do comportamento espacial da população, como ela se distribui no espaço urbano e como o configura, são importantes para compreender custos de deslocamento ou de instalação e manutenção dos vários tipos de infra-estrutura. Bertaud e Malpezzi (1999; 2003) propuseram uma forma de mensurar a distribuição espacial da população mediante o Índice de Dispersão. O índice indica o quanto a área urbana é dispersa. Baseia-se nas distâncias dos diversos setores urbanos e de sua população ao centro de negócios (CBD - Central Business District). Com isso, revela-se como a população ocupa o espaço e quão distante ela está do CBD, onde se concentram empregos, serviços e circulação de pessoas e mercadorias.

Bertaud e Malpezzi (2003) calcularam a dispersão para 50 áreas urbanas, entre

idades e regiões metropolitanas. Os resultados não permitem uma análise comparativa fácil da dispersão entre as cidades analisadas. Neste trabalho, propomos uma forma para melhor compreensão do Índice de Dispersão, por meio de uma normalização a partir da equação linear, com a intenção de tornar mais clara a análise da dispersão urbana.

Dispersão urbana

No estudo de Bertaud e Malpezzi (2003), 50 cidades foram escolhidas em todo o mundo, em países ricos e pobres, com economias de mercado e com economias em transição para economias de mercado. Os autores procuraram mensurar a forma das cidades a partir de modelos simples e mostrar que estes podem ser um caminho útil para caracterizar as cidades.

Eles mostram que as várias chaves de predição, chamadas por eles de modelos urbanos padrão, são confirmadas: cidades descentralizadas são moldadas de acordo com o crescimento de sua população; a renda melhora; e o custo com transportes diminui. Não devemos confundir cidades descentralizadas com cidades dispersas. No primeiro caso, as cidades são poli-cêntricas, o que permite geração de emprego e atração populacional em diferentes pontos da área urbana. Nas cidades dispersas, a população está localizada distante do CBD, principalmente em função dos altos custos de moradia próxima a ele. Com isso

há aumento do custo com transporte, e, comumente, a renda diminui com o aumento da distância ao CBD. Os autores também mostram que esse é o caminho para o mercado imobiliário legal e ilegal, sendo que a organização e a legislação têm profundos efeitos na forma urbana, com implicações diretas quanto ao valor do solo urbano e no sistema de transportes.

A forma da cidade é determinada por fatores ambientais, econômicos, ideológicos, políticos (mercado imobiliário, relevo, pedologia, geologia, clima, distribuição de renda, legislação, impostos). Analisar a cidade como simples resultado de políticas urbanas, que definem áreas permissíveis e impeditivas de crescimento e ocupação, é realizar leitura pobre. O tipo de análise gera a falsa impressão de que as políticas urbanas controlam a forma da cidade, e durante muito tempo se acreditou nisso, haja vista os Planos Nacionais de Desenvolvimento (PND) e, dentro desses, os documentos desenvolvidos pelos Conselhos Nacionais de Desenvolvimento Urbano (CNDU), das décadas de 1970 e 1980. As políticas urbanas induzem o crescimento e a forma da cidade, mas respondem, por sua vez, a diferentes determinações ambientais e antrópicas.

Os aspectos formal-espaciais¹ do desenvolvimento urbano podem ter importantes impactos na eficiência econômica e na qualidade do meio ambiente urbano. A progressiva melhora e o bom funcionamento dos departamentos municipais de planejamento urbano permitirão usar os indicadores

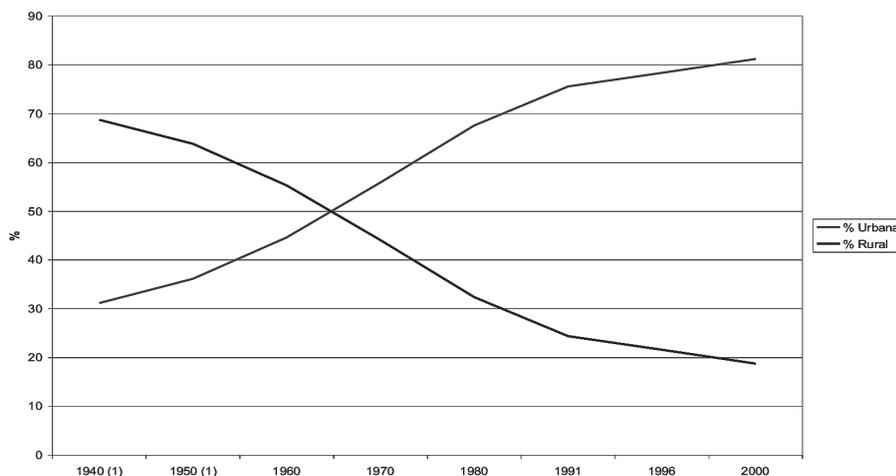
espaciais para monitorar regularmente o desenvolvimento urbano e para propor ações regulatórias ou de investimentos públicos, quando necessários.²

Em países em desenvolvimento, com processo de industrialização e urbanização recentes, como é comum na América Latina, verifica-se que a legislação urbana tem pouca influência no real controle da forma da cidade. Quase sempre, esse controle se dá por razões políticas. No Brasil, principalmente após meados da década de 1960, quando ocorreu a inversão da forma de distribuição da população, o qual passou a ter mais pessoas em áreas urbanas (Gráfico 1), e com esse início do processo intenso de favelização, a forma da cidade passou a ser moldada pelas ocupações irregulares periféricas, comumente em áreas de risco ou de restrição ambiental.

À medida que a cidade se expande, a população pobre, quando expulsa do local onde previamente estava instalada, geralmente na forma de invasão, pela força do mercado imobiliário ou por pressões políticas, desloca-se, e passa a ocupar áreas mais distantes, mais periféricas. Com isso, as cidades passam a desenvolver uma forma espalhada, dispersa, ocupando grandes áreas e encarecendo o custo de manutenção e gerência urbana.

Outro aspecto comum nas cidades brasileiras, até o momento, é que a legislação urbana e ambiental, muitas vezes teórica e tecnicamente eficiente e moderna, tem pouca aplicabilidade, pois comumente não

Gráfico 1 – Dados históricos de população brasileira



% população urbana X % população rural de 1940 (1-população residente) a 2000, mostrando a inversão do perfil populacional do país, em meados da década de 1960. Gerado a partir de dados censitários (IBGE, 2003).

52

reflete ou não está apta a tratar da realidade urbana localizada.

A forte demanda por habitação, principalmente para classes de baixa renda e para classe média, faz com que a primeira ocupe áreas restritivas de forma ilegal, e que a segunda busque, também de forma ilegal, constituir ocupações periféricas conhecidas como condomínios fechados. O poder público, apesar de embasado na legislação vigente, pouco consegue fazer, devido à ineficiência em suprir a demanda por habitações legais e de fiscalização.

Assim, a cidade vai crescendo de forma irregular. O desenvolvimento de Planos Diretores tem ajudado a melhorar, organizar e direcionar o crescimento urbano em algumas situações, mas ainda está longe de ter grande eficiência.

O cálculo do índice de dispersão de Bertaud e Malpezzi (2003)

O conhecimento sobre o espaço urbano é fundamental para o seu planejamento e gestão, e, dentro desse processo, entender como esse espaço se comporta em relação à população, e vice-versa, é de suma importância na elaboração e aplicação de políticas e instrumentos políticos mais condizentes com a realidade local. Dessa forma, a teoria de dispersão urbana permite um melhor entendimento da forma urbana e das relações entre ela e as pessoas.

Bertaud e Malpezzi (2003) fazem uma análise sobre a forma urbana de 50 cidades e centros metropolitanos no mundo.

Em seu trabalho, os autores analisaram a forma da cidade a partir de três variáveis: a superfície da área construída, a forma dessa área e o modo como a densidade populacional está distribuída na área da cidade.

Utilizando as variáveis citadas, esses autores calcularam o índice de dispersão dos 50 centros urbanos em questão. Esse índice apresenta a ocupação da área urbana em relação ao CBD em função da densidade populacional, representando como ocorre a ocupação próxima a esse centro e nas regiões periféricas. Sendo esse índice calculado por:

$$\rho = \frac{\sum d_i w_i}{C} \quad \text{equação 1}$$

onde ρ é o índice de dispersão, d é a distância de cada setor ao CBD, w é o peso da população de cada setor, e C é a área similar à forma circular de uma cidade hipotética de área equivalente (ibid.).

Os resultados obtidos permitiram avaliar a questão de custo de transporte urbano, pois, quanto mais distantes do CBD se localizam as pessoas, maior o custo de viagem casa-trabalho-casa, e, indiretamente, a questão de segregação socioeconômica. Os autores sugerem que, comumente, a renda da população tende a diminuir à medida que ela se distancia do CBD. Quanto maior o valor do índice de dispersão, menor a concentração de população próxima ao CBD e mais dispersa ela está na área urbana; quanto menor, mais compacta

é a cidade, com alta concentração de pessoas próximas ao CBD.

Os autores colocam que na maioria dos 50 casos analisados, à medida que se distancia do CBD, menor se torna a densidade populacional. Apenas Cidade do Cabo, na África do Sul, Moscou, na Rússia, e Seoul, na Coreia, apresentaram resultados diferentes, mostrando que a periferia dessas cidades é mais densamente ocupada que o centro (Quadro 1).

Proposta metodológica

Conforme mostrado no Quadro 1, o cálculo de Bertaud e Malpezzi (ibid.) para o Índice de Dispersão é interessante, pois ilustra como a cidade ocupa o espaço, permite fazer considerações a respeito de custos de deslocamento, implementação de infraestrutura, urbanização. Todavia, sem saber de antemão qual o intervalo de variação possível, é difícil fazer análise comparativas e ter noção mais fácil da localização de uma determinada cidade, quanto à dispersão, no âmbito da amostra.

Devido a essa dificuldade de interpretação, propomos uma normalização, de forma que os dados obtidos passam a se localizar numa escala que varia de 0 a 1, em que o corresponde à cidade mais compacta e 1 à cidade mais dispersa. Com a normalização, torna-se mais fácil verificar e analisar o índice de dispersão, pois os valores obtidos vão se posicionar numa escala clara de fácil interpretação.

53

Quadro 1 – Índice de dispersão calculado por Bertaud e Malpezzi (2003) para 50 centros urbanos

Nº	Cidade	País	Índice de dispersão
1	Shangai	China	0,78
2	Tolouse	França	0,79
3	Tianjin	China	0,88
4	Paris	França	0,89
5	Jakarta	Indonésia	0,89
6	Beijing	China	0,89
7	Marselha	França	0,92
8	Guangzhou	China	0,93
9	Nova York CMSA	EUA	0,94
10	Atlanta	EUA	0,95
11	Budapeste	Hungria	0,96
12	Los Angeles	EUA	0,98
13	Berlin	Alemanha	0,98
14	Bangalore	Índia	0,99
15	Bangkok	Tailândia	0,99
16	Varsóvia	Polônia	0,99
17	Hyderabad	Índia	1,03
18	Londres	Reino Unido	1,03
19	Cidade do México	México	1,06
20	Washington, DC	EUA	1,07
21	Sofia	Bulgária	1,07
22	Chicago	EUA	1,08
23	Ahmedabad	Índia	1,09
24	Houston	EUA	1,09
25	Singapura	Singapura	1,12
26	Portland	EUA	1,13
27	Cracóvia	Polônia	1,18
28	Ljubljana	Eslovênia	1,21
29	Praga	República Tcheca	1,22
30	Riga	Latvia	1,23
31	Curitiba	Brasil	1,23
32	Buenos Aires	Argentina	1,24
33	St. Petersburg	Rússia	1,24
34	Nova York City	EUA	1,25
35	Barcelona	Espanha	1,32
36	Estocolmo	Suécia	1,32
37	Seoul	Coréia	1,33
38	Yerivan	Armênia	1,33
39	São Francisco	EUA	1,39
40	Moscou	Rússia	1,39
41	Seoul+New Towns	Coréia	1,53
42	São Francisco-Baía	EUA	1,72
43	Tunis	Tunísia	1,76
44	Abidjan	Cote d'Ivoire	1,81
45	Johannesburg	África do Sul	1,91
46	Hong Kong	Hong Kong	1,94
47	Rio de Janeiro	Brasil	1,97
48	Cidade do Cabo	África do Sul	1,98
49	Bombay	Índia	3,08
50	Brasília	Brasil	3,26

Fonte: Bertaud e Malpezzi, 2003.

Assim, utilizamos uma transformação linear que transformou os números absolutos em relativos, representada pela fórmula:

$$y = ax + b \Rightarrow x = \frac{y - b}{a} \quad \text{equação 2}$$

onde y é o valor observado, b é o valor mínimo encontrado ao se compararem todos os valores, e a é a amplitude dos dados, calculada como sendo a diferença entre o valor máximo e o valor mínimo. Essa normalização torna os valores adimensionais, fazendo com que possam ser comparados.

Para atualizar os dados referentes ao Brasil, utilizamos o censo de 2000 (IBGE, 2002) (os cálculos efetuados por Bertaud e Malpezzi (2003) foram feitos com dados de 1991). Além de atualizar os dados para cidades brasileiras calculados por eles, incluímos dados de mais 7 capitais: Belém, Belo Horizonte, Recife, Porto Alegre, Salvador, Fortaleza e São Paulo, totalizando neste trabalho 57 centros urbanos.

Procedimentos

O cálculo do índice de dispersão efetuado para as 10 cidades brasileiras foi feito a partir da fórmula adaptada por Holanda (2003) apenas para maior clareza (ela não muda os resultados), a partir da fórmula proposta por Bertaud e Malpezzi (1999; 2003):

$$\rho = \frac{\sum d_i p_i}{PC} \quad \text{equação 3}$$

onde ρ é o índice de dispersão, d é a distância do centróide de cada setor urbano ao CBD, p é a população de cada setor urbano, P é a população urbana total, e C é a média dos pontos de um círculo de área equivalente à da cidade analisada ao seu centro (que é igual a 2/3 do raio desse círculo, valor obtido por meio de cálculo integral) (Holanda, 2003).

Após a atualização e o cálculo do índice de dispersão para as 10 cidades brasileiras, normalizaram-se os dados das 57 cidades, a partir da Equação 2. Assim, obtivemos o Índice de Dispersão Normalizado.

55

Resultados e discussões

A normalização do Índice de Dispersão para as 57 cidades é apresentada no Quadro 2, organizado de forma ascendente.

Verifica-se, a partir do Quadro 2, que não há um agrupamento significativo das cidades de um único país ou região geográfica. O resultado mostra que há uma distribuição aleatória das cidades pelos continentes.

A atualização dos dados de Brasília, Rio de Janeiro e Curitiba, utilizando os setores censitários do censo de 2000 (IBGE, 2002), mostrou uma discrepância nos valores encontrados por Bertaud e Malpezzi

Quadro 2 – Resultado da normalização para as 57 cidades analisadas

Nº	Cidade	País	Índice de dispersão	Índice de dispersão normalizado
1	Shanghai	China	0,78	0,00
2	Toulouse	França	0,79	0,00
3	Tianjin	China	0,88	0,04
4	Paris	França	0,89	0,05
5	Jakarta	Indonésia	0,89	0,05
6	Beijing	China	0,89	0,05
7	Marseille	França	0,92	0,06
8	Guangzhou	China	0,93	0,07
9	New York CMSA	EUA	0,94	0,07
10	Atlanta	EUA	0,95	0,07
11	Budapeste	Hungria	0,96	0,08
12	Los Angeles	EUA	0,98	0,09
13	Berlin	Alemanha	0,98	0,09
14	Bangalore	Índia	0,99	0,09
15	Bangkok	Tailândia	0,99	0,09
16	Varsóvia	Polônia	0,99	0,09
17	Hyderabad	Índia	1,03	0,11
18	Londres	Reino Unido	1,03	0,11
19	Cidade do México	México	1,06	0,12
20	Washington, DC	EUA	1,07	0,13
21	Sofia	Bulgária	1,07	0,13
22	Chicago	EUA	1,08	0,13
23	Ahmedabad	Índia	1,09	0,13
24	Houston	EUA	1,09	0,13
25	Singapura	Singapura	1,12	0,15
26	Portland	EUA	1,13	0,15
27	Cracóvia	Polônia	1,18	0,17
28	Ljubljana	Eslovênia	1,21	0,19
29	Praga	República Tcheca	1,22	0,19
30	Riga	Latvia	1,23	0,20
31	Buenos Aires	Argentina	1,24	0,20
32	St. Petersburg	Rússia	1,24	0,20
33	New York City	EUA	1,25	0,20
34	Barcelona	Espanha	1,32	0,23
35	Estocolmo	Suécia	1,32	0,23
36	Seoul	Coréia	1,33	0,24
37	Yerivan	Armênia	1,33	0,24
38	Curitiba	Brasil	1,36	0,25
39	San Francisco	EUA	1,38	0,26
40	Moscou	Rússia	1,39	0,27
41	Seoul+New Towns	Coréia	1,53	0,33
42	Porto Alegre	Brasil	1,57	0,34
43	Salvador	Brasil	1,59	0,35
44	Recife	Brasil	1,64	0,38
45	Fortaleza	Brasil	1,65	0,38
46	São Paulo	Brasil	1,68	0,39

56

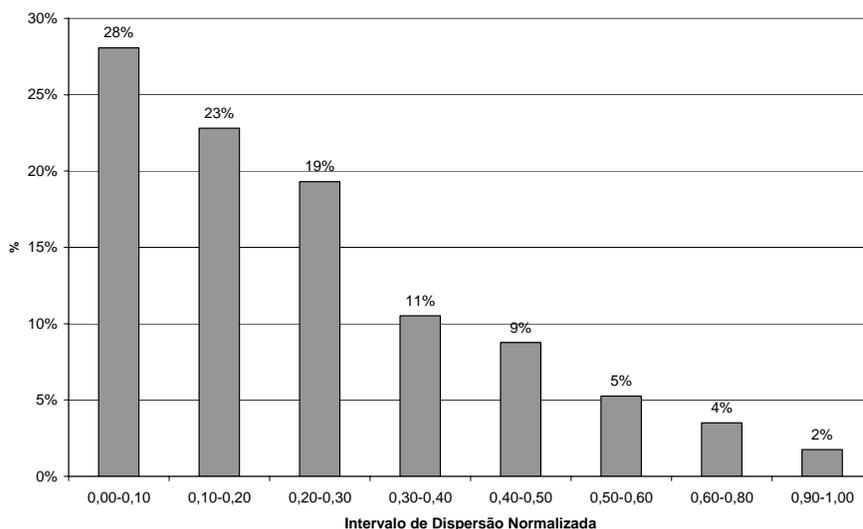
47	San Francisco Bay	EUA	1,72	0,41
48	tunis	Tunísia	1,76	0,43
49	Rio de Janeiro	Brasil	1,77	0,43
50	Abidjan	Cote d'Ivoire	1,81	0,45
51	Johannesburg	África do Sul	1,91	0,49
52	Belém	Brasil	1,94	0,50
53	Hong Kong	Hong Kong	1,94	0,50
54	Capetown	África do Sul	1,98	0,52
55	Belo Horizonte	Brasil	2,20	0,62
56	Brasília	Brasil	2,62	0,80
57	Bombay	Índia	3,08	1,00

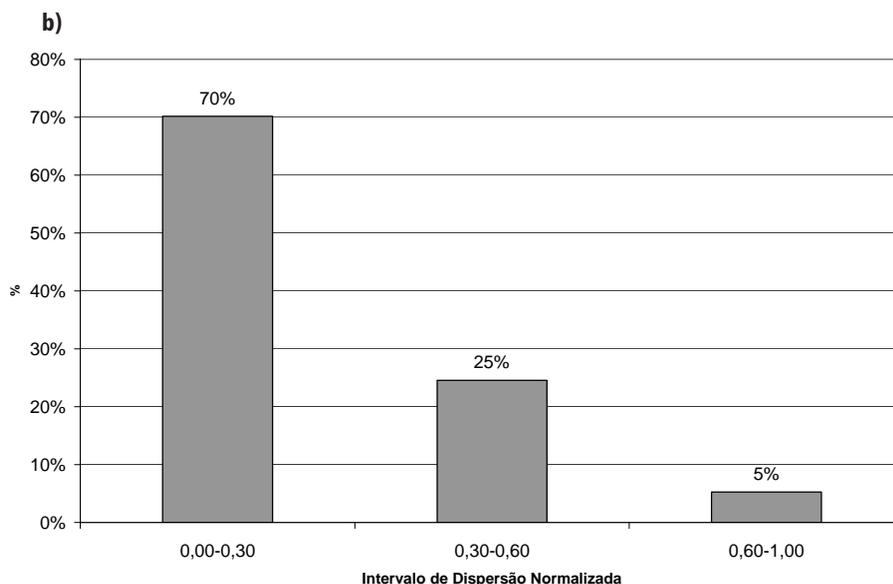
(2003), com redução deles, principalmente para Brasília. O resultado obtido por eles mostrou a capital brasileira como a cidade mais dispersa dentre as analisadas. Nesse trabalho, com a utilização de dados mais precisos (setores censitários), Brasília apresentou-se com a segunda cidade mais dispersa, reduzindo o valor de 3,26 (primeiro cálculo) para 2,62 (segundo cálculo), uma redução de 19,63%.

O resultado da normalização mostra que, das cidades analisadas, 71% encontram-se entre 0,00 e 0,30, indicando forte tendência para uma forma compacta; 25% das cidades encontram-se entre 0,30 e 0,60, mostrando uma tendência para uma forma intermediária; e 4% encontram-se entre 0,60 e 1,00, mostrando uma forte tendência para uma forma dispersa (Gráfico 2).

57

Gráfico 2 – Distribuição percentual das cidades analisadas por classe normalizada
a)





58

Em a) tem-se 6 classes, divididas com intervalo de 0,1, a última classe foi agrupada, pois não há cidade no intervalo de 0,6 a 0,7. Em b) tem-se 3 classes, divididas de acordo com o agrupamento de valores em função de sua proximidade.

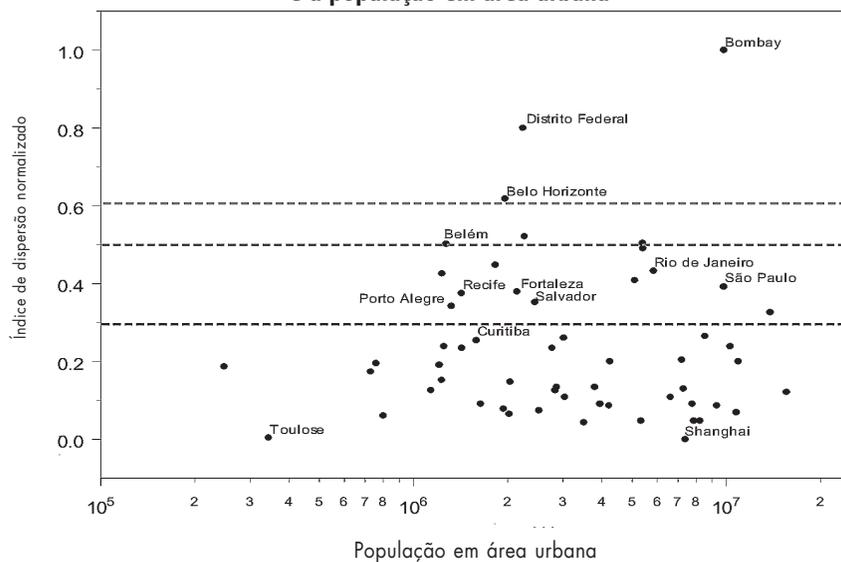
Esse resultado mostra que a maioria das cidades tem tendência a ter uma forma mais compacta, e uma pequena parte (apenas 3 cidades, Belo Horizonte, Brasília e Bombay) apresenta uma tendência a forte dispersão espacial. As cidades que se encontram no intervalo intermediário, 0,30 a 0,60 (25%), apresentam uma tendência para valores mais próximos de 0,30, diminuindo à medida que se aproximam de 0,60 (Gráfico 2a).

O Gráfico 3 mostra a relação entre o índice de dispersão normalizado e a população urbana de cada cidade. Pode-se verificar a tendência de a maioria das cidades analisadas serem cidades compactas. O

Gráfico 3 mostra que o grau de compactidade não tem correlação direta com o tamanho da população, uma vez que a distribuição se mostra aleatória, com um R^2 igual a 0,0015.

Têm-se cidades com número de habitantes muito próximos, mas com índices de dispersão muito diferentes, como, por exemplo, a cidade de Shanghai, na China, que apresentou índice de dispersão normalizado igual a 0, sendo considerada a mais compacta das cidades analisadas, com uma população de aproximadamente 11.000.000 de pessoas (Bertaud e Malpezzi, 2003). Por outro lado tem-se a cidade de Bombay, na Índia, com índice de dispersão normalizado igual a 1, sendo considerada a mais dispersa das cidades analisadas, com uma população de aproximadamente 10.000.000 de pessoas (ibid.).

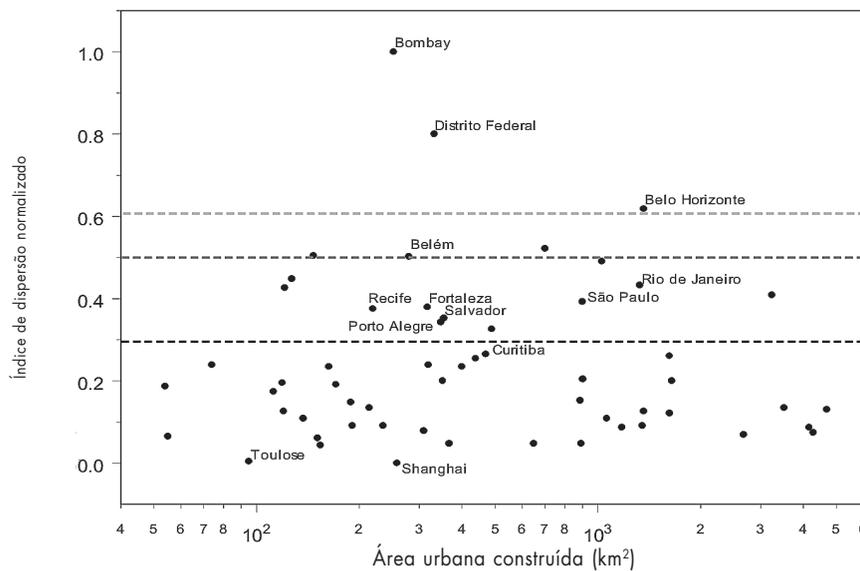
Gráfico 3 – Relação entre o índice de dispersão normalizado e a população em área urbana



Verifica-se que não há um comportamento homogêneo para os dados, nem a formação de agrupamentos.

59

Gráfico 4 – Relação entre o índice de dispersão normalizado e a área urbana construída



Verifica-se que não há um comportamento homogêneo para os dados, nem a formação de agrupamentos.

O Gráfico 4 mostra a relação entre o índice de dispersão normalizado e a área urbana construída. Verifica-se, da mesma forma como ocorre no Gráfico 3, que não é possível identificar tendências ou agrupamentos, apesar de termos um R^2 negativo, este é muito baixo para expressar de fato alguma relação entre estas variáveis (R^2 igual a $-0,1446$). A maioria das cidades apresenta baixa compacidade, não importando seu tamanho.

A maioria das cidades brasileiras encontra-se numa faixa intermediária da normalização, mas tendendo para menor compacidade. Três cidades apresentaram valores igual ou maiores que $0,50$: Belo Horizonte ($0,62$), Brasília ($0,80$) e Belém ($0,50$).

60

As capitais brasileiras analisadas

As 10 capitais brasileiras analisadas apresentaram comportamento heterogêneo, impossibilitando seu agrupamento. Esse fato se deve, provavelmente, à época, história de formação, evolução de cada centro, aspectos ambientais e físicos do local de instalação dessas cidades, enfim, esse fato possivelmente se deve à situação de formação específica de cada centro, sendo uns com quase 500 anos, outros com menos de 80 anos.

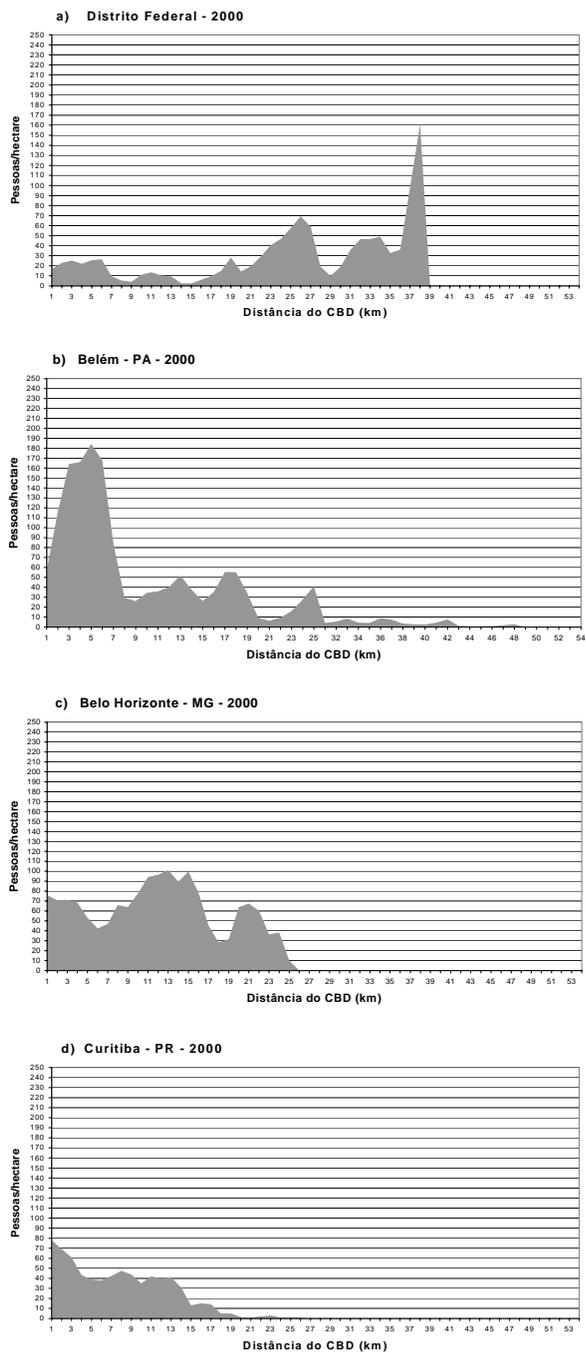
Na maioria das cidades prevalece o comportamento de redução da população à medida que se distancia do CBD, comportamento semelhante ao encontrado para

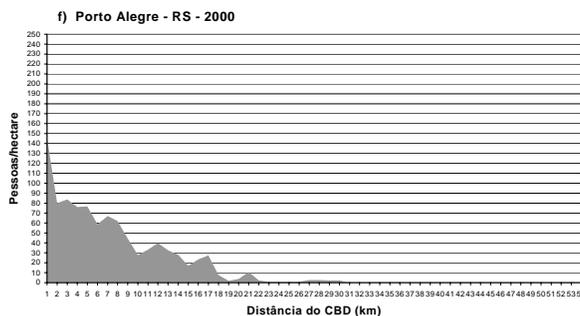
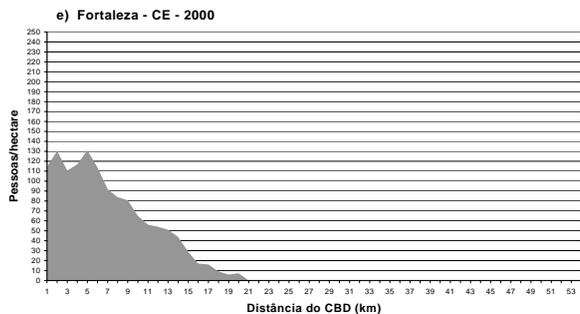
a maioria dos centros mundiais analisados por Bertaud e Malpezzi (ibid.) (Gráfico 5 de a) a i)). Pode-se observar pelo Gráfico 5 de a) a i) que na maioria das capitais há maior densidade populacional próxima ao CBD.

Apenas Brasília apresenta comportamento inverso: a população aumenta à medida que a distância do CBD aumenta. Isso se deve a políticas públicas perversas, que em nome da preservação do projeto do Plano Piloto, acabaram por fomentar a ocupação de espaços vazios periféricos, favorecendo uma ocupação fragmentada do espaço, o que causou uma rede urbana desconexa, e como resultado gerou uma forte segregação espacial e exclusão social, isto é, as áreas com famílias de menor poder aquisitivo localizam-se distantes do Plano Piloto, pois quanto mais próximo ao Plano Piloto, mais caro é o custo de vida.

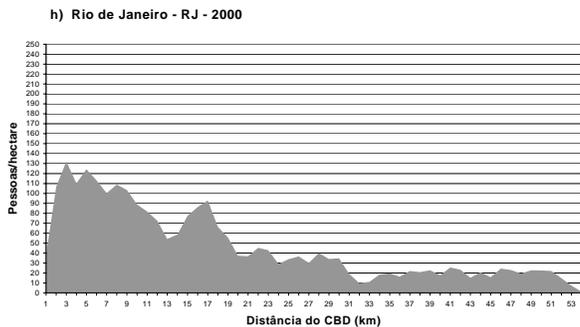
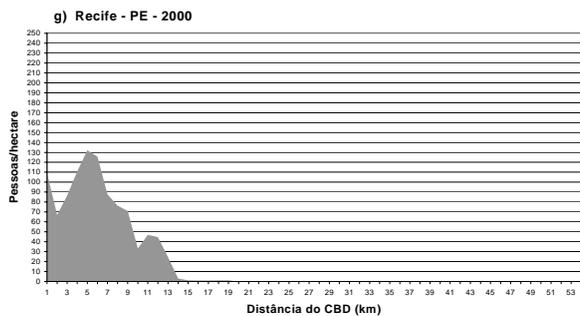
A exclusão social nos centros urbanos é um fenômeno comum. Autores como Sposati (2000), Genovez (2002), Koga (2003), dentre outros, têm mostrado que essa exclusão está relacionada, também, à configuração do espaço urbano. Os centros urbanos brasileiros separam claramente as classes socioeconômicas: nas áreas com maior acesso à infra-estrutura e serviços se localizam classes mais altas, nas áreas mais desprovidas se encontram as classes mais baixas. Espacialmente, as primeiras tendem a se localizar no centro ou próxima a este, e as últimas em áreas periféricas ao centro.

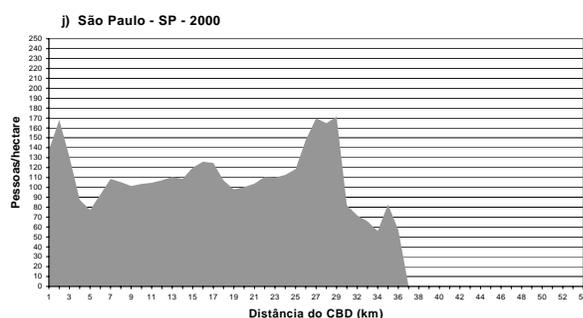
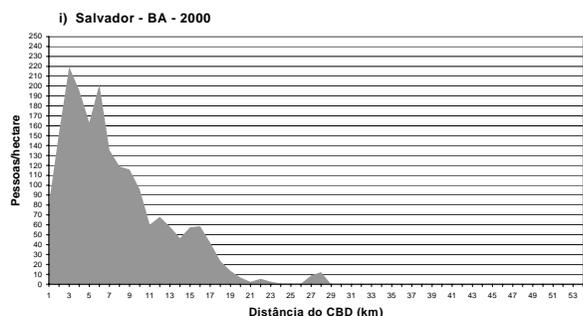
Gráfico 5 – Comparação da densidade populacional em áreas urbanas construídas em relação ao afastamento do CBD, para as 9 capitais brasileiras analisadas





62





Os dados dos setores censitários (IBGE, 2002) dividem-se em quatro níveis: domicílio, instrução, pessoas e responsável. Foram selecionados parâmetros socioeconômicos de renda, de acordo com o trabalho de Genovez (2002), para o cálculo do Índice de Exclusão/Inclusão Social da Autonomia de Renda dos Chefes de Família (IEx ARCF) (Quadro 3).

Com a realização do cálculo e espacialização do IEx ARCF, Genovez (2002) propõe que é possível identificar, no território, como se distribui a desigualdade socioeconômica, e, assim, elaborar políticas públicas inclusivas para as áreas excluídas.

Para o cálculo desse índice foram selecionados parâmetros que exprimem condições de exclusão e inclusão social. O valor de cada parâmetro foi transformado em porcentagem, para que se obtivesse a representatividade deste em relação ao valor total existente no setor censitário. Esse valor de porcentagem foi normalizado entre -1 e 0, para parâmetros que exprimissem exclusão social (por exemplo, chefes de família sem rendimento), entre 0 e +1 para parâmetros que exprimissem inclusão social (por exemplo, chefes de família com renda entre 5 e 10 salários mínimos).

A análise dos índices socioeconômicos de exclusão/inclusão social em relação

à distância do CBD mostrou que quanto mais distante, piores são as condições da população. O IEx ARCF que mostrou grande correlação negativa com a distância, com -0,828. Com isso, quanto mais distante ao CBD, menor é a renda do chefe de família e, conseqüentemente, menor o desenvolvimento humano dessa população. Assim, quanto mais distante, mais pobre é a população. Esse índice expressa a precariedade de condição de sobrevivência da população. O Gráfico 6 mostra a variação de renda da população de Brasília à medida que aumenta a distância ao CBD. A maior parte da população, classe média e baixa, vive nas cidades-satélites, "orbitando" em torno do

plano piloto, como pode ser visto no Gráfico 5 a).

A figura de dispersão proposta por Bertaud e Malpezzi (1999), mostra de forma tridimensional a situação de ocupação dentro da área urbana, baseada na relação entre a base (representada pelos setores censitários) e a altura (que representa densidade populacional). Esse método gera prismas que permitem verificar o quão densa é a ocupação dentro da área analisada.

A Figura 1 (a) a (c) apresenta, como exemplo, a dispersão espacial para três capitais brasileiras analisadas, Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo. Nos exemplos das três capitais, bem como na

64

Quadro 3 – Parâmetros selecionados por nível para cálculo do Índice de Exclusão/Inclusão social

Indicadores	Índices simples	Índices compostos
lexi Chefes de família abaixo da linha de pobreza (sem rendimento) lexi Chefe de família na linha de pobreza (com ganho até 2 SM ¹)	lex Precária condição de sobrevivência	
lexi sem rendimento lexi até 0,5 SM lexi de 0,5 até 1 SM lexi de 1 a 2 SM lexi de 2 a 3 SM lexi de 3 a 5 SM lexi de 5 a 10 SM lexi de 10 a 15 SM lexi de 15 a 20 SM lexi mais de 20 SM	lex de Distribuição de renda dos chefes de família	lex Autonomia de renda dos chefes de família

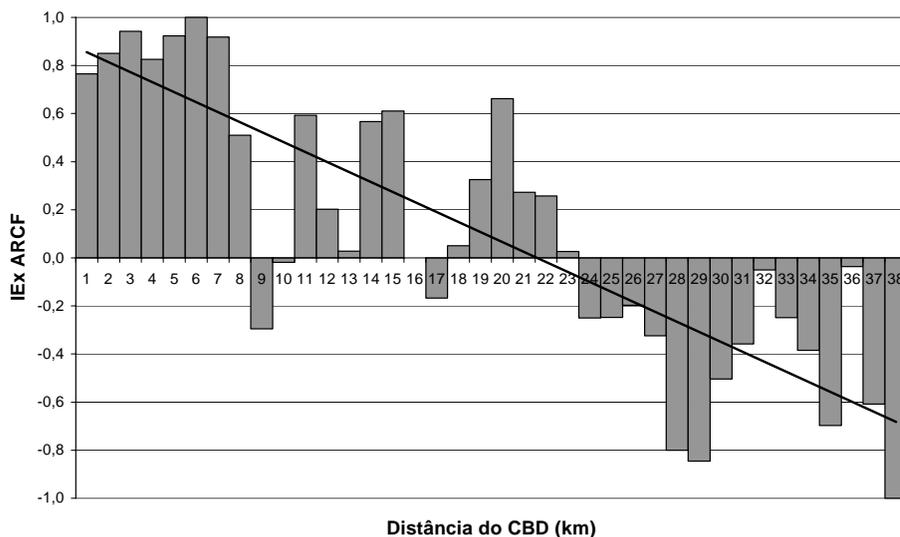
1 – SM - Salários Mínimos

maioria das outras capitais, há alta concentração populacional próxima ao CBD, que se reduz à medida que a distância do CBD aumenta. As capitais apresentam um desenvolvimento espraiado, com ocupações populacionais distantes do CBD. As figuras de dispersão mostram que algumas capitais, como Distrito Federal e São Paulo, são policêntricas. Apesar de possuírem um CBD bem definido, possuem outros centros de negócios de grande relevância, o que os torna pólos atratores de pessoas, comércio e serviço.

O espraiamento dessas cidades influencia diretamente o custo de transporte casa-trabalho-casa. Quanto mais distantes

do CBD, maior é o gasto da população para se deslocar, bem como aumenta também o gasto público, a implementação de infra-estrutura básica torna-se mais onerosa, pois há uma distância maior a ser coberta para se gerar uma interligação com as redes preexistentes. O aumento do custo de transporte pode ser verificado pelo Índice de Passageiros por Quilômetro (IPK), que, em linhas gerais, indica a média de passageiros transportados por quilômetro de linha de ônibus. Quanto menor o IPK, mais caro se torna o transporte, o que pode indicar distâncias longas a serem percorridas com baixa quantidade de passageiros. No caso de Brasília, cidade com menor IPK

Gráfico 6 – Variação de renda do chefe de família do Distrito Federal à medida que aumenta a distância do CBD



Fonte: (IBGE, 2002).

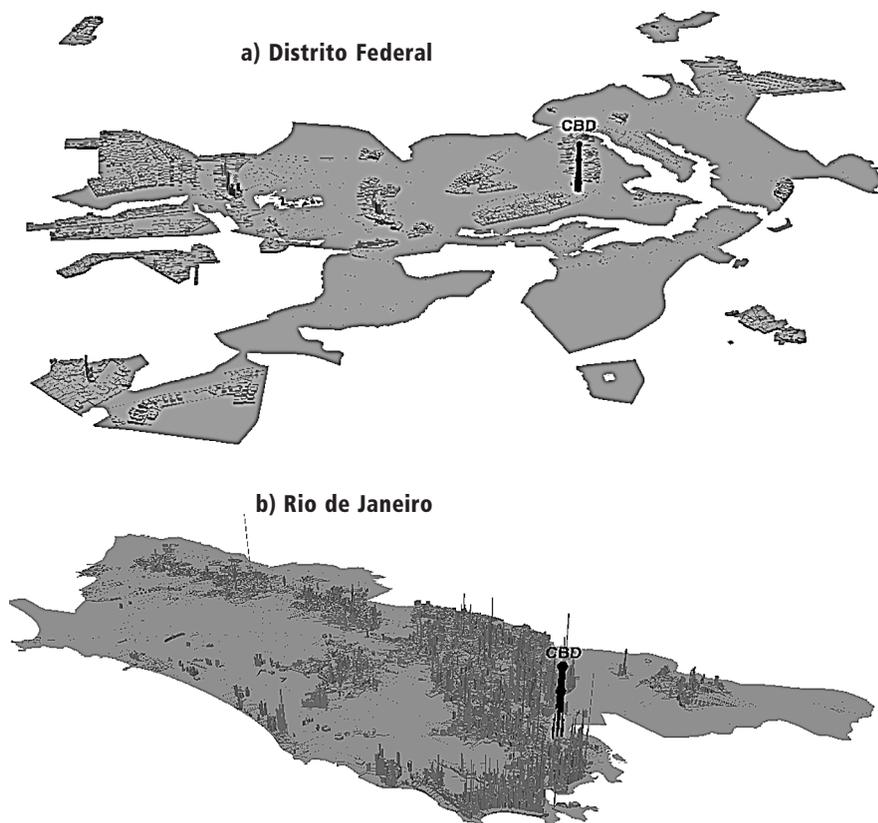
(Gráfico 7), comumente não há troca de passageiros durante o percurso. A maioria entra nos pontos iniciais e se desloca até o ponto final, a rodoviária do Plano Piloto. Segundo dados da Pesquisa Domiciliar de Transporte de 2000, cerca de 44,92% dos empregos do Distrito Federal encontram-se no Plano Piloto, sendo que menos de 10% da população do DF habita nesta localidade (Codeplan, 2002).

A correlação entre o índice de dispersão normalizado e o IPK para as 10

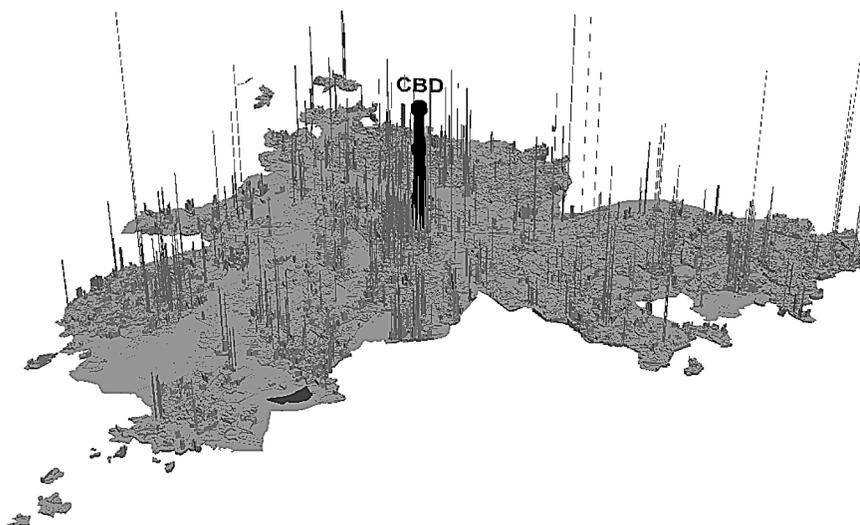
capitais analisadas apresentou um resultado altamente negativo, $-0,80$. O resultado mostra que os dois índices têm uma relação inversa muito forte: quanto maior a dispersão, menor a quantidade de passageiros por quilômetro percorrido. Isso corrobora a afirmação de que quanto maior a dispersão urbana, maior será o custo com transporte, uma vez que se tem o deslocamento por maiores distâncias custeado por uma quantidade menor de passageiros.

Figura 1 – Ilustração tridimensional da dispersão urbana para as 3 capitais brasileiras analisadas, Distrito Federal, Rio de Janeiro e São Paulo.

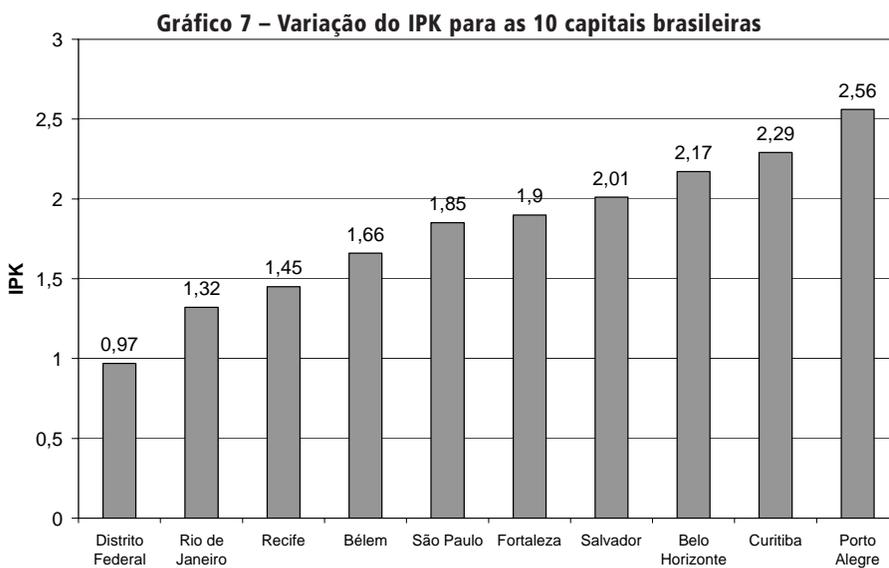
66



c) São Paulo



67



Para o Distrito Federal, dado de outubro de 2002; para o Rio de Janeiro, dado de outubro de 2001; para as demais localidades, dados de outubro de 2000 (<http://ntu.org.br/banco/estatisticas>, 2006).

Considerações finais

O trabalho teve por objetivo melhorar a compreensão do Índice de Dispersão Urbana proposto por Bertaud e Malpezzi (1999), bem como contribuir com o acréscimo de mais 7 cidades brasileiras e atualização das 3 já calculadas por eles.

O processo de normalização mostrou-se útil, permitiu ter uma visão mais apurada, tanto da concentração como da dispersão de valores entre as cidades. Com a normalização, pode-se verificar uma alta concentração dos centros urbanos entre valores mais baixos, entre 0,0 a 0,3. Isso caracteriza uma tendência, mesmo que não planejada centralmente, à compactação, uma vez que o custo de manutenção urbana diminui, a população tende a se localizar próxima ao centro, bem como este, por apresentar uma infra-estrutura já existente, reduz os custos com novas implementações.

As cidades brasileiras apresentam-se em valores intermediários, fugindo do padrão internacional. A história de ocupação das cidades brasileiras foi moldada por uma forte especulação imobiliária, supervalorizando o centro em detrimento à periferia. Assim, o maior montante da população,

que se encontra entre os pobres e a classe média empobrecida, não tinha como permanecer no centro, passando a ocupar áreas mais distantes: como exemplo, a favelização excessiva que ocorre em algumas capitais, como o Rio de Janeiro e São Paulo.

Esse processo levou a uma ocupação difusa, encarecendo o custo de manutenção das cidades, bem como o custo de vida de sua população, uma vez que o transporte torna-se cada vez mais caro.

Este estudo contribui para a discussão sobre como melhorar a compreensão de indicadores urbanos. O processo de normalização permite a inserção de novas cidades, o que melhora a precisão do seu cálculo, e, dessa forma, facilita compreender melhor a ocupação do espaço urbano. Muito ainda se faz necessário para melhorar a interpretação desse índice, como, por exemplo, aprimorar os métodos algébricos e estatísticos utilizados. A interpretação dos resultados para cada cidade deve ser feita baseada no seu processo histórico de formação.

Pretendemos aprofundar o estudo ampliando a base de dados existentes, aprimorando os métodos matemáticos utilizados e interpretando os resultados para cada cidade, em função de sua história.

68

Rômulo José da Costa Ribeiro

Professor de geotecnologia da UPIS-Faculdades Integrada-DF
rjcribeiro@uol.com.br

Frederico Rosa Borges de Holanda

Professor adjunto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade de Brasília
fredhol@unb.br

Referências

- NTU – Associação Nacional de Empresas de Transporte Urbano (2006). Disponível em: <http://ntu.org.br/banco/estatisticas>. Acessado em: 27/4/2006.
- BERTAUD, A. e MALPEZZI, S. (1999). *The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets, Planning and Topography*. Madison, Wisconsin, EUA. Disponível em: <http://www.bus.wisc.edu/realestate/pdf/pdf/Bertaud%20and%20Malpezzi%20Part%20One.pdf>. Acesso em: 27/9/2003.
- _____ (2003). *The Spatial Distribution of Population in 48 World Cities: Implications for Economies in Transition*. Disponível em: <http://www.bus.wisc.edu/realestate/pdf/pdf/Complete%20Spatial%20Distribution%20of%20Population%20in%2050%20World%20Ci.pdf>. Acesso em: 25/4/2004.
- CLARK, D. (1985). *Introdução à Geografia Urbana*. São Paulo, Difel.
- CODEPLAN – Companhia de Desenvolvimento do Planalto Central (2002). Disponível em: <http://www.codeplan.df.gov.br>. Acessado em: 15/4/2002.
- GENOVEZ, P., CAETANO, N. e ESTRADA, R. (2000). *Análise Espacial e Estatística da Metodologia de Construção do Índice de Exclusão/Inclusão Social: Relativo à Área Urbana de São José dos Campos – SP (Censo IBGE 1991)*. São José dos Campos, SP, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/geopro/exclusao>. Acesso em: 20/10/2003.
- GENOVEZ, P. (2002). *Território e Desigualdades: Análise Espacial Intraurbana no Estudo da Dinâmica de Exclusão/Inclusão Social no Espaço Urbano em São José dos Campos – SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE. São José dos Campos, SP. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>. Acesso em: 20/10/2003.
- HILLIER, B. e HANSON, J. (1984). “*The Social Logic of Space*”. In: HOLANDA, F. (2002). *O Espaço de Exceção*. Brasília, DF, Universidade de Brasília.
- HILLIER, B. et al. (1993). Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement, *Environment and Planning B. Planning and Design*, v. 20, pp. 29-66.
- HOLANDA, F. et al. (2001). *Eccentric Brasília*. In: *Space Syntax – III International Symposium – Proceedings*, A. Alfred Taubman College of Architecture and Urban Planning, University of Michigan, Ann Arbor, pp. 531-538.
- _____ (2002). *O Espaço de Exceção*. Brasília, DF, Universidade de Brasília.
- _____ (org.) (2003). “Uma Ponte Para a Urbanidade”. In: *Arquitetura & Urbanidade*. São Paulo, SP, Proeditores Associados.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2001). *Censo Demográfico de 2000. Características da População e dos Domicílios. Resultado do Universo*. Rio de Janeiro, RJ, IBGE. CD-ROM.

____ (2002). *ESTATCART – Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciada*. Rio de Janeiro, RJ, IBGE, versão 1.1. CD-ROM.

____ (2003). Disponível em www.ibge.gov.br. Acessado em: 05 de julho de 2003.

JENKS, M. e BURGESS, R. (2000). *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*. Londres, Spon Press.

KOGA, D. (2003). *Medida das Cidades Entre Territórios de Vida e Territórios Vividos*. São Paulo, Cortez.

RIBEIRO, R. J. da C. (2003). *Geotecnologia em Apoio à Aplicação de Instrumentos de Política Urbana*. Brasília, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

RIBEIRO, R. J. da C., HOLANDA, F. (2005). “Urban Morphology and Thermal Comfort in the Cities”. In: *Space Syntax Symposium*. Delft, Holland.

70

RIBEIRO, R. J. da C., HOLANDA, F., ROMERO, M. B., BAPTISTA, G. M., BIAS, E. (2005). *O Perfil Urbano e o Comportamento Socioeconômico no DF*. In: Congresso Internacional em Planejamento e Gestão Ambiental, Brasília, DF, Anais, CD-ROM.

SPOSATI, A. (2000a). “Cidade, Território, Exclusão/Inclusão Social, Congresso Internacional de Geoinformação – GeoBrasil”. In: GENOVEZ, P. *Território e Desigualdades: Análise Espacial Intraurbana no Estudo da Dinâmica de Exclusão/Inclusão Social no Espaço Urbano em São José dos Campos – SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>. Acesso em: 20/10/2003.

____ (2000b). “Mapa da Exclusão/Inclusão Social da cidade de São Paulo: dinâmica social dos anos 90”. São Paulo, SP, CDROM. In: GENOVEZ, P. *Território e Desigualdades: Análise Espacial Intraurbana no Estudo da Dinâmica de Exclusão/Inclusão Social no Espaço Urbano em São José dos Campos – SP*. Dissertação de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, SP. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>. Acesso em: 20/10/2003.

Recebido em fev./2006
Aprovado em maio/2006