



# XIV Encontro Nacional da ANPUR

23 a 27 · maio · 2011 · Rio de Janeiro

---

XIV ENCONTRO NACIONAL DA ANPUR  
Maio de 2011  
Rio de Janeiro - RJ - Brasil

---

## ÍNDICES DE QUALIDADE CONFIGURACIONAL URBANA

**Rômulo José da Costa Ribeiro** (UnB) - rjcribeiro@unb.br

*Coordenador do Núcleo Brasília-RIDE do INCT do Observatório das Metrópoles/IPPUR/UFRJ e Professor Adjunto I da Universidade de Brasília. Tenho experiência na área de Planejamento Urbano e Regional, com ênfase em Técnicas de Análise e Avaliação Urbana*

**Juliana Machado Coelho** (UnB) - jujucoelho@gmail.com

*Aluna de Mestrado. Analista em planejamento e gestão urbana na Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente (DF). Tem experiência na área de Arquitetura e Urbanismo.*

## Índices de Qualidade Configuracional Urbana

**Resumo:** Na busca da compreensão e análise urbana muito se tem avançado, mas ainda de forma segmentada, com o desenvolvimento de índices e indicadores que expressam características e comportamentos de fragmentos da cidade, de forma que ainda não se desenvolveu uma maneira de ver o todo urbano. Este estudo procura preencher essa lacuna, com uma proposta de “costurar” importantes índices urbanos, levantados a partir de grandes dimensões configuracionais, como maneira de se compor uma nova visão da cidade. O objeto de estudo é o Distrito Federal que, devido a sua configuração segmentada, torna-se um excelente experimento, pois como cada segmento urbano tem características intrínsecas, a validação dos cálculos torna-se facilitada. As dimensões selecionadas revelam de forma genérica que o centro urbano do Distrito Federal, composto pelo Plano Piloto e suas imediações, apresentam melhores qualidades para todos os índices levantados, enquanto quanto mais afastados desse centro piores se tornam as condições de qualidade de vida. Contudo, apesar dessa tendência geral, muitas cidades periféricas, que têm estigma de baixa qualidade, ao contrário do que se imagina, apresentam boa qualidade em determinados aspectos, que findam contribuindo para a resultante global.

## **Introdução**

A cidade como estrutura moldada pela população que nela habita, pois são os processos sociais que a definem, incluídos ou não procedimentos formais de planejamento, necessita de monitoramento constante, para que se possa compreender sua dinâmica e, a partir daí, elaborar planos e definir ações que também sejam dinâmicos, capazes de se adaptarem às novas situações, bem como direcionar situações a fim de que a cidade melhore seu desempenho.

A ênfase deste trabalho está na análise integrada de índices morfológicos de dispersão urbana, acessibilidade viária e ociosidade *per capita* por meio de setores censitários, uma vez que estas unidades são levantadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) a cada 10 anos e são as que apresentam informações mais desagregadas. As categorias analíticas foram definidas a partir da concentração e dispersão urbana, baseadas nas distâncias de deslocamentos da população ao Centro de Comércio e Serviços (CCS) (mais conhecido como CBD – *Central Business District*). Os resultados obtidos foram normalizados para uma escala fixa, de forma a facilitar a comparação entre diferentes cidades, o que facilita a interpretação e análise dos resultados.

Juntas, as variáveis contribuem para uma identificação mais abrangente da configuração de uma cidade, do que se tomadas isoladamente, como é o caso dos estudos que serão referidos.

## **As variáveis – conceitos**

### **Índice de Dispersão**

Um dos principais elementos da área urbana é a malha viária, seu desenho, hierarquia e materiais, por caracterizar vias arteriais de circulação, que compõem as áreas principais de concentração, tanto veicular quanto de pedestres. A relação de veículos e pedestres com o espaço urbano, principalmente em relação à circulação, é importante, pois influencia diretamente em custos e tempo de percurso, além de poderem afetar a concentração ou difusão de circulação em determinadas áreas.

Estudos da distribuição espacial da população urbana são numerosos e têm o intuito de melhorar a compreensão da relação ser humano x espaço urbano. São exemplos de trabalhos de análise socioespacial: Hillier & Hanson (1984); Clark (1985); Hillier et al. (1993); Jenks & Burgess (2000); Sposati (2000a; 2000b); Genovez, Caetano & Estrada (2000); Holanda et al. (2001); Holanda (2002; 2003); Genovez (2002); Ribeiro (2003); Ribeiro & Holanda (2005); Ribeiro et al. (2005), além dos trabalhos de análise da distribuição espacial da população realizados por Bertaud & Malpezzi (1999; 2003), Koga (2003) e Ojima (2007). Esses autores, de uma forma ou de outra trataram a realidade urbana de forma segmentada, pois normalmente estudaram uma única dimensão dessa realidade. Mesmo os

autores que trataram mais de uma dimensão fizeram-no de forma separada. A análise urbana deve ser feita de forma sistêmica, a fim de se ter uma visão mais próxima dessa realidade.

Costa & Silva (2007) afirmaram que desigualdades quanto à possibilidade de acesso ao espaço urbano estão na base da segregação socioespacial. A noção de segregação está ligada a novas formas de ocupação espacial, que implicam segregação inclusive nas pontas do espectro socioeconômico, mas com custos sociais diferenciados. Para Lago, (2000 apud COSTA & SILVA, 2007) a forma de ocupação como condomínios fechados, horizontais ou verticais, afastados do centro, e direcionados para a classe média, tem se expandido cada vez mais. Isso se dá em função do baixo valor da terra, o que viabiliza a aquisição desse espaço pelas classes menos abastadas. O autor lembra que não apenas o preço da terra é um fator de segregação, mas, especialmente, muros e controle de segurança, que intentam manter afastados todos que não pertencem àquele lugar.

O modelo brasileiro de cidades caracterizava-se tradicionalmente por ter as classes superiores no centro e quanto menor o poder aquisitivo, mais afastada desse centro a população se localizaria. Após a década de 1970, em algumas cidades brasileiras, surgiram ocupações semelhantes ao modelo norte-americano de subúrbios, condomínios para população de alta renda, fechados e afastados do centro. Esse tipo de ocupação é caracterizado como disperso (REIS, 2006), e acarreta diversos custos ao poder público para sua viabilização (rede elétrica, abastecimento de água, coleta de esgoto, asfaltamento, etc.).

Esse tipo de ocupação difusa gera redes descontínuas, desorganizadas, ineficientes e altamente dependentes do carro particular e, no caso do transporte público, implicam sistemas caros e pouco confortáveis (HASSE & LATHROP, 2003). Isso tem causado um aumento no consumo energético e na quantidade de particulados e gases poluentes oriundos da excessiva circulação veicular.

A dispersão urbana brasileira passa por uma segunda etapa. A primeira foi caracterizada pela periferização e favelização, isto é, populações de baixa renda em busca de acesso ao espaço urbano. Neste segundo momento, há ocupações de áreas cada vez maiores, mas por uma população menor. A expansão da malha urbana tem-se dado por população de média e alta renda em busca de qualidade de vida, que se traduz em grandes terrenos em ocupações horizontais (eventualmente verticalizadas) cercadas e que suprem, em alguma medida as necessidades básicas dessas populações.

Essas ocupações, conhecidas como condomínios fechados, têm se difundido pelo Brasil. Como se localizam distantes do centro aumenta-se a dependência de veículos automotores para o deslocamento casa-trabalho-casa. Isso acarreta a cada ano um número maior de veículos automotores nas vias urbanas, o que aumenta a dificuldade de deslocamento, causa engarrafamentos e aumenta a poluição atmosférica.

Esses condomínios também favorecem o processo de segregação socioespacial, pois são unidades socialmente homogêneas, fechadas em si mesmas, empobrecendo o espaço urbano como o espaço da troca por excelência.

Para Costa & Silva (2007), a ocupação urbana dispersa, típica da urbanização brasileira, pode ser bem caracterizada por meio de geoprocessamento, principalmente pela utilização de imagens de satélite, com as quais se poderia acompanhar tal crescimento.

Bertaud & Malpezzi (2003) calcularam a dispersão para 50 áreas urbanas, entre cidades e regiões metropolitanas. Apesar do cálculo comparativo, os resultados não permitem uma análise fácil da dispersão entre as cidades analisadas. Os autores procuraram mensurar a forma das cidades a partir de modelos simples e mostrar que esses podem ser um caminho útil para caracterizar as cidades.

Não se deve confundir cidades descentralizadas com cidades dispersas. No primeiro caso as cidades são policêntricas, o que permite a geração de emprego e atração populacional em diferentes pontos da área urbana. Nas cidades dispersas a população está localizada distante do CCS, 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 CCS. Os autores também mostram que esse é o caminho para o mercado imobiliário legal e ilegal, de forma 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.

O Índice de Dispersão Urbana, proposto por Bertaud & Malpezzi (1999), é um índice de base demográfica para a análise urbana, tem por intuito relacionar, em função da população total, o número de habitantes por setor urbano à distância daqueles setores ao CCS. A partir desse índice é possível analisar o custo urbano, relacionando, entre outras coisas, custo de viagem casa-trabalho-casa.

### **Índice de Integração**

A Teoria da Sintaxe Espacial é proposta por Bill Hillier e colegas da Bartlett School of Graduate Studies, em Londres, no início da década de 1970. Em 1984 Hillier publicou com Julienne Hanson o livro que reúne inicialmente os principais aspectos da teoria, do método e das técnicas que vêm, desde então, sendo desenvolvidos por eles e por pesquisadores de inúmeros países (Hillier & Hanson, *The social logic of space*, 1984). Desde 1997, simpósios internacionais bienais têm reunido esses pesquisadores. No Brasil, eles concentram-se nas universidades UFRN, UFPE, UnB, UFSC e UFRGS.

No centro da caracterização da organização do espaço, assim entendida, está a medida de integração. Para calcular a medida para uma cidade, o sistema viário é representado como um grupo de segmentos de reta, que correspondem, aproximadamente, aos eixos das vias. Obtém-se assim o mapa de axialidade, que representa o conjunto de

eixos que se cruzam dentro da área estudada. Tal mapa é processado em aplicativos específicos (p.ex. Depthmap, Mindwalk) que revelam quais os eixos mais integrados ao sistema como um todo e quais os mais segregados (em sintaxe, as expressões integrado, raso, mais acessível fisicamente, são sinônimas, assim como seus opostos: segregado, profundo, pouco acessível fisicamente). Há duas saídas daqueles aplicativos: uma gráfica e uma numérica. A primeira confere cores aos eixos: as mais “quentes” (tendentes a vermelho) representam os eixos mais acessíveis; as mais “frias” (tendentes ao azul escuro), os eixos menos acessíveis. A segunda é uma saída numérica: quanto maior a acessibilidade, maiores os valores das linhas.

Pelo mapa processado, pode-se identificar as áreas do sistema que estão mais isoladas (mais segregadas) ou mais integradas, em relação ao sistema todo. Em geral, é nas vias mais integradas que se encontra maior circulação de pessoas e concentração de veículos, comércio e serviços. Isso facilita a avaliação de direções de expansão da cidade, de forma que novas áreas urbanas sejam mais integradas ao sistema, assim como permite inferir medidas para melhorar a integração das áreas segregadas.

Diversos estudos têm sido desenvolvidos no Brasil e no mundo com a utilização desse índice, desde análises urbanas a análises de espaços de edificações. O Índice de Integração tem se mostrado bastante versátil ao trazer informações ligadas, principalmente à acessibilidade.

Hillier analisou comparativamente cidades de diferentes culturas e escalas. Mas a análise também tem sido feita na escala intraurbana, uma vez que a área urbana pode ser caracterizada como formada por populações com diferentes culturas, etnias, estratos de renda etc., e essas populações têm expectativas diversas ante o espaço, e tendem a modificá-lo de acordo com seu perfil, assim como se agregam, em muitos casos na forma de quase-guetos.

Assim, o espaço urbano também se define pelo modo como as pessoas se apropriam e circulam nele, o que o revela como mais ou menos acessível, de acordo com o contexto sócio-histórico analisado. Esse tipo de análise permite identificar padrões artificiais mais sistemáticos “que as pessoas parecem manter e tornar significativo quando elas circulam na cidade” (PEPONIS, 1989:17). Neste trabalho, a acessibilidade global do espaço, indicada pela medida de integração, é considerada um recurso cultural precioso e tratada como elemento constituinte da qualidade de vida urbana.

### **Ociosidade *per capita* da infra-estrutura**

Calculou-se também duas medidas globais de acessibilidade à infra-estrutura. A primeira refere-se o índice médio de utilização da infra-estrutura pela população, tendo como referência os eixos viários. É a razão entre população total e comprimento total dos eixos viários. A segunda de certa maneira inverte a primeira: é um “índice de ociosidade”.

Do comprimento total das vias urbanas subtrai-se o comprimento total das vias utilizadas; obtém-se o comprimento total de vias ociosas, aquelas que passam por áreas não ocupadas (partes da cidade onde não há setores censitários do Censo do IBGE); divide-se o comprimento total dessas vias ociosas pela população total. O resultado indica quantos metros per capita de infra-estrutura viária encontra-se “ociosa” (o termo vai por conta da subutilização, porque sua única função é conectar áreas separadas por vazios urbanos, sem alimentar nenhuma atividade ao longo dessas áreas).

## As variáveis – método

### Índice de Dispersão

O cálculo de Bertaud & Malpezzi (2003) 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 infra-estrutura, urbanização. Todavia, sem saber de antemão qual o intervalo de variação possível, é difícil fazer análises comparativas e ter leitura mais fácil da posição de uma determinada cidade, quanto à dispersão, no âmbito da amostra.

Assim, utilizou-se uma transformação linear que transpõe os números absolutos em relativos, representada pela Equação 1.

$$y = \frac{a(x+1)}{2} + b \Rightarrow x = \frac{2(y+b)}{a} + 1, \quad \text{Equação 1}$$

Para atualizar os dados referentes ao Brasil, utiliza-se o censo de 2000 (IBGE, 2002) (os cálculos efetuados por Bertaud & Malpezzi (2003) são feitos com dados de 1991). Além de atualizar os dados para cidades brasileiras calculados por eles (Distrito Federal, Rio de Janeiro e Curitiba), foram incluídos dados de mais 10 capitais: Belém, Belo Horizonte, Recife, Porto Alegre, Florianópolis, Salvador, Natal, Fortaleza, João Pessoa e São Paulo, totalizando 60 centros urbanos.

O cálculo do índice de dispersão efetuado para as 13 cidades brasileiras foi feito a partir da Equação 2, adaptada por Holanda (2003), apenas para maior clareza (ela não muda os resultados), a partir da equação proposta por Bertaud & Malpezzi (1999; 2003):

$$\rho = \frac{\sum_i d_i p_i}{PC}, \quad \text{Equação 2}$$

onde  $\rho$  é o índice de dispersão,  $d$  é a distância do centróide de cada setor urbano ao CCS,  $p$  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  $\frac{2}{3}$  do raio desse círculo, valor obtido por meio de cálculo integral). (Holanda, 2003:50)

Após a atualização e cálculo do Índice de Dispersão para as 13 cidades brasileiras, normalizou-se os dados das 60 cidades, a partir da Equação 1. Assim, obteve-se o Índice de Dispersão Normalizado.

Esse índice tem um único valor por cidade, pois é sistêmico, definido para o conjunto urbano, ao contrário dos demais que, como veremos, podem caracterizar as partes distintas do sistema.

### **Índice de Integração**

Por meio de procedimentos computacionais, com o *software* Depthmap 6.824r, foi calculado o Índice de Integração para cada eixo viário, o que, numericamente, indica sua relativa acessibilidade em relação a todo sistema. Essa acessibilidade, entretanto, é mais de ordem topológica do que geométrica, na medida em que se refere ao mínimo de linhas intervenientes entre cada linha e todas em relação a todo o sistema. Em outras palavras, o índice de integração revela como é fácil se deslocar a partir de cada linha para qualquer outra do sistema.

Para calcular o Índice de Integração Normalizado por setor censitário foram consideradas todas as linhas que passam pelo setor, e a integração do setor é identificada como sendo a mesma da linha mais integrada dentro dele.

O processo de cálculo do Índice de Integração Normalizado inicia-se pela normalização do Índice de Integração Máxima, baseada em uma escala de -1 a +1. foi calculado o ponto médio da distribuição das duas variáveis (Equação 3), essa medida de tendência central separa o conjunto de valores em duas partes iguais, de forma que o valor encontrado é considerado como ponto de corte entre alta e baixa integração.

$$Ponto\_Médio = \frac{N + 1}{2}, \quad \text{Equação 3}$$

onde  $N$  é o número total de elementos no conjunto.

### **Densidade Viária**

Outra medida utilizada neste trabalho é a medida de número de habitantes por setor censitário dividido pelo comprimento do metro linear das vias que se encontram circunscritas ao setor censitário. Essa medida indica o grau de acesso da população à infra-estrutura urbana. Esse resultado é normalizado, por meio da Equação 1, em uma escala de -1 a +1, a qual indica que quanto menores os valores da escala menos acesso a infra-estrutura e quanto maior os valores mais intensamente ela é utilizada pela população.

### **Ociosidade *per capita***

Essa medida é interessante quanto comparada com a de outras cidades, da mesma forma como é feito por Bertaud & Malpezzi para o Índice de Dispersão. Ademais, informa melhor sobre a dispersão territorial de cidades como Florianópolis, cuja compacidade medida pelo método de Bertaud & Malpezzi é alta porque há grande concentração

demográfica próxima ao CCS. Contudo, isto mascara o fato de a cidade ser muito espalhada, com uma infra-estrutura muito ociosa, por cobrir áreas de muito baixa densidade ou desocupadas, o que impacta fortemente custos urbanos. Para este trabalho utilizou-se a comparação com três grandes metrópoles do país, Rio de Janeiro São Paulo e Florianópolis. A partir da diferença dessas medidas pode-se avaliar o nível de ociosidade existente, isto é, locais por onde passa infra-estrutura e não há ninguém para utilizá-la. Assim passa-se a ter uma medida que pode revelar questões relacionadas ao custo da infra-estrutura, nível de oferta e de demanda.

## As variáveis – resultados empíricos

### Índice de Dispersão

Verifica-se, a partir do cálculo desse índice para 60 cidades no mundo que não há um agrupamento significativo das cidades de um único país ou região geográfica. A partir da coluna de regiões pode-se notar que as cidades mais compactas (entre 0,5 e 1,0) são encontradas na América do Norte, Ásia, e Europa. Nos países da América Latina e Caribe e África há maior ocorrência de cidades dispersas (0,5 a -1,0) (Quadro 1). Essa distribuição é reflexo do processo histórico-cultural de formação dessas cidades em suas respectivas regiões no mundo. Em relação ao Brasil, das treze cidades analisadas apenas duas apresentaram valores negativos (mais dispersas). Isto se deu provavelmente em função do processo histórico e social de formação dessas cidades, bem como por sua evolução, devido a características intrínsecas de cada região. Além disso, os limites utilizados afetaram o resultado.

**Quadro 1** – Percentual de cidades por região em função do Índice de Dispersão Normalizado (IDN).

Regiões \ IDN	-1,0 a -0,5	-0,5 a 0,0	0,0 a 0,5	0,5 a 1,0
América Latina e Caribe	7,14%	7,14%	64,29%	21,43%
América do Norte	0,00%	0,00%	18,18%	81,82%
Europa	0,00%	0,00%	6,25%	93,75%
Países Árabes	0,00%	0,00%	50,00%	50,00%
África	0,00%	33,33%	66,67%	0,00%
Ásia e Pacífico	7,14%	7,14%	7,14%	78,57%

A atualização dos dados de Brasília, Rio de Janeiro e Curitiba, que utiliza os setores censitários do censo de 2000 (IBGE, 2002), mostrou uma discrepância nos valores encontrados por Bertaud & Malpezzi (2003), com redução desses valores, principalmente

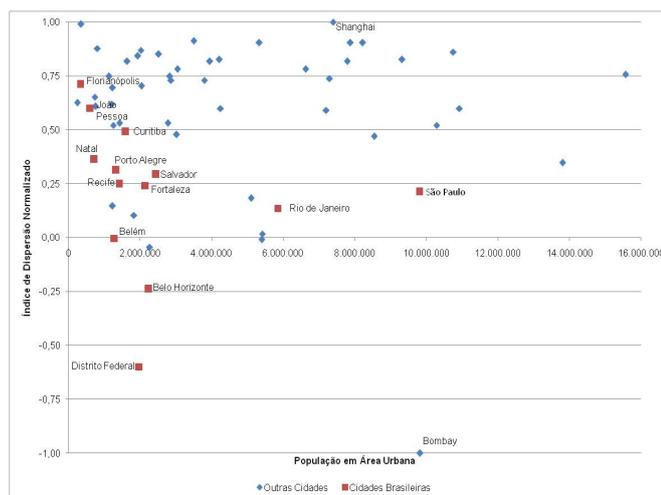
para Brasília. O resultado obtido por aqueles autores mostra a Capital como a cidade mais dispersa dentre as analisadas. Com a utilização de dados mais precisos (setores censitários), Brasília apresenta-se como a segunda cidade mais dispersa, reduzindo o valor de 3,26 (primeiro cálculo efetuado por Bertaud & Malpezzi em 2003) para 2,62 (segundo cálculo, realizado neste trabalho), uma redução de 19,63%.

O resultado da normalização mostra que há uma tendência de ocorrência de cidades compactas, das cidades analisadas, 3,33% encontram-se entre -1,00 e -0,50, que indica forte tendência para uma forma dispersa; 5,00% das cidades encontram-se entre -0,50 e 0,00, que mostra uma tendência entre uma forma dispersa à uma forma intermediária; 26,67% encontram-se entre 0,00 e 0,50, que indica uma tendência entre uma forma intermediária à uma forma compacta; e 65,00% encontram-se entre 0,50 a 1,00, que mostra que boa parte das cidades tende para uma forma fortemente compacta.

Esse resultado mostra que a maioria das cidades tem tendência a ter uma forma mais compacta, e uma pequena parte (apenas 5 cidades, Hong Kong, Capetown, Brasília, Belo Horizonte e Bombay) apresenta uma tendência à forte dispersão espacial.

O Gráfico 1 mostra a relação entre o Índice de Dispersão Normalizado e a população urbana de cada cidade. Pode-se verificar a tendência da maioria das cidades analisadas para compactidade. Esse gráfico mostra que o grau de compactidade não tem correlação direta com o tamanho da população, uma vez que a distribuição mostra-se aleatória, com um coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) igual a 0,007 e o seu respectivo coeficiente de determinação ( $r^2$ ) é 0,00005, o que indica que essas variáveis não se influenciam. Outros fatores podem estar relacionados à dispersão, tais como fatores culturais, históricos, ambientais, etc.

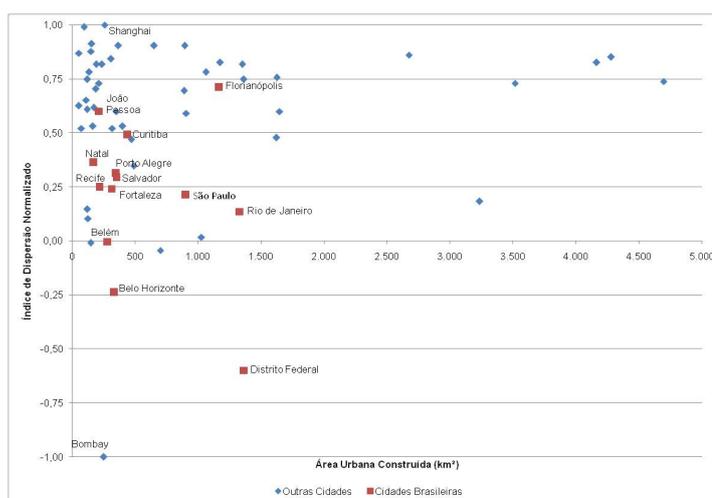
Têm-se cidades com número de habitantes muito próximos, mas com índices de dispersão muito diferentes, como, por exemplo, a cidade de Shanghai, na China, que apresenta índice de dispersão normalizado igual a 1,0, e pode ser considerada a mais compacta dentre as cidades analisadas, com uma população de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



**Gráfico 1** – 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.

O Gráfico 2 mostra a relação entre o Índice Dispersão Normalizado e a área urbana construída. Verifica-se, da mesma forma como ocorre no Gráfico 1, não é possível identificar tendências ou agrupamentos, apesar de ter apresentado uma correlação positiva, esta é muito baixa para expressar de fato alguma relação entre estas variáveis ( $r = 0,131$ ). O coeficiente de determinação também se mostra muito pequeno ( $r^2 = 0,017$ ), o que indica, com anteriormente, que essas variáveis não se influenciam. A maioria das cidades apresenta alta compacidade, não importando o tamanho de sua área urbana.

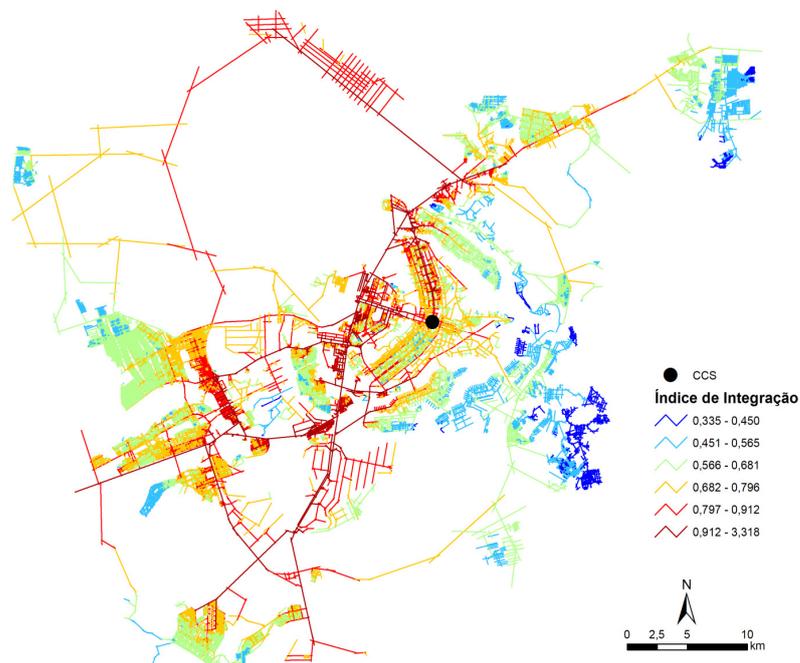
A maioria das cidades brasileiras encontra-se numa faixa intermediária da normalização, mas com tendência para maior compacidade. Três cidades apresentaram valores iguais ou menores que 0,00: Belém (0,00), Belo Horizonte (-0,24) e Distrito Federal (-0,60).



**Gráfico 2** – 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.

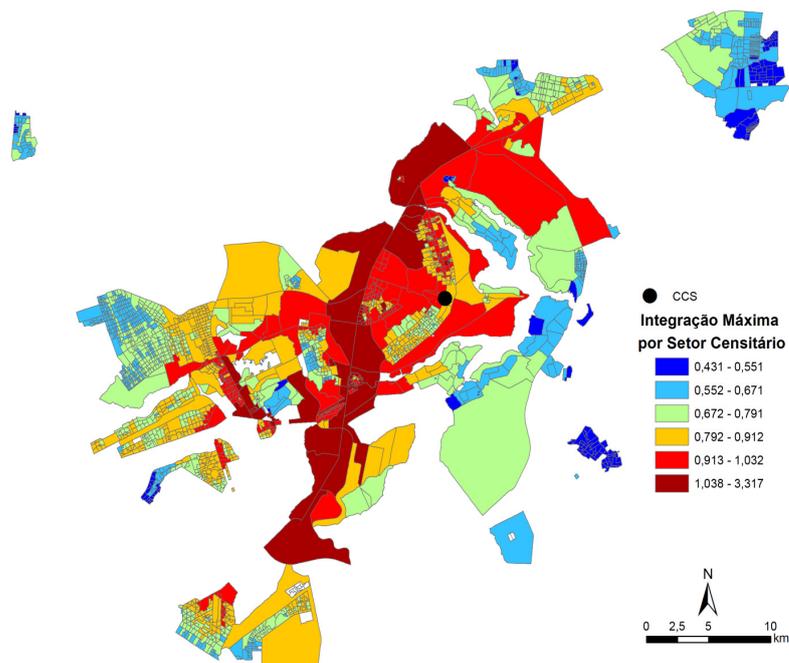
### Índice de Integração

A Figura 1 mostra a disposição dos eixos axiais para todo o DF, na qual são destacadas as vias mais acessíveis (2% do sistema viário). Pode-se notar que a via mais integrada vai desde o Setor de Postos e Motéis até Sobradinho. Isso se deve ao fato de que esse conjunto compõe praticamente uma única via, ligando pontos distantes da cidade. Outra via com alta integração é o Eixo Rodoviário Norte, que se conecta com o conjunto viário citado. Existem outras vias com alta acessibilidade, mas o conjunto citado destaca-se devido à sua grande extensão e conexões.



**Figura 1** – Eixos axiais com seu respectivo índice de integração.

A Figura 2 mostra o resultado da transposição dos valores dos eixos axiais para os setores censitários. É interessante notar que o Plano Piloto não é a área mais acessível do sistema viário da capital, e que essa se localiza em seu entorno imediato.



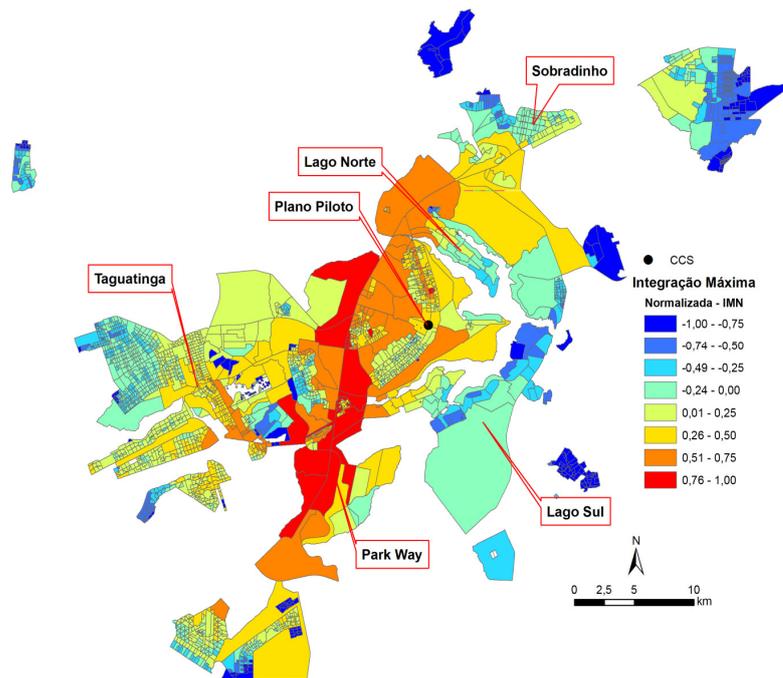
**Figura 2** – Integração máxima por setor censitário.

A correlação entre a integração máxima por setor censitário e a distância ao CCS apresentou um resultado de -0,429. Esse resultado indica que há uma relação inversa entre as variáveis, isto é, quanto menor a distância ao CCS maior a integração viária. Apesar do valor de correlação não ser alto, segundo Levin & Fox (2004), ela expressa tanto a direção quanto a intensidade (uma correlação negativa moderada a forte).

Esse resultado reforça o que já se sabe na prática, as cidades mais afastadas do centro apresentam menor integração ao sistema de circulação. A perversidade do planejamento faz-se presente na estruturação da capital federal, quem tem melhores condições financeiras ou cargos importantes habita as áreas mais próximas, quem não tem dinheiro para custear a vida no centro, tem que procurar habitação em locais cada vez mais afastados, com isto barateando o custo de moradia, mas aumentando o custo com transporte.

Brasília é estruturada baseada na circulação de veículos, com isto as pessoas não são estimuladas a apreciar a própria cidade. O pedestre é quase sempre desconsiderado, e a possibilidade de interações sociais torna-se extremamente reduzida. A lógica dessa cidade pode ser considerada perversa, os veículos estão nos espaços públicos e as pessoas nos espaços privados.

A Figura 3 ilustra a integração máxima normalizada por setor censitário. Pode-se observar que a normalização ressalta as situações de maior e menor integração, bem como de maior ou menor distância do CCS.



**Figura 3** – Integração Máxima Normalizada.

Com o aumento populacional e a atual configuração da cidade baseada na circulação de veículos, a população de renda mais baixa, a maioria originada por migrantes rurais, passa a ocupar as áreas mais periféricas da cidade, apropria-se desse espaço e molda-o conforme seus próprios critérios. Para Romero (2001), “o lugar evoca o sentido de filiação a um grupo social”, isto faz com que as pessoas atribuam valores a esse espaço que remontem à sua origem.

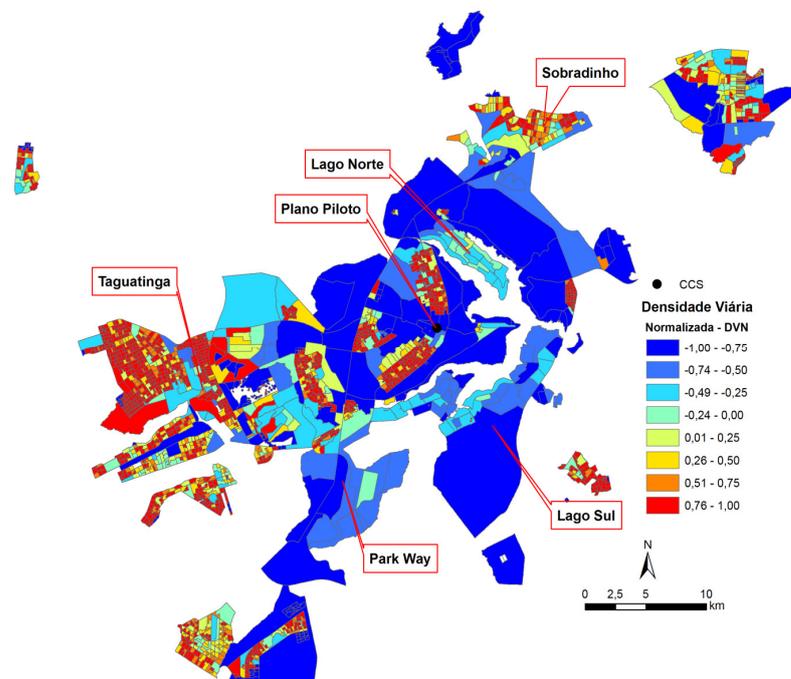
Em função disso, é comum nas cidades brasileiras que as áreas ocupadas por população de baixa renda encontrem-se desprovidas de áreas verdes (como praças, parques, árvores, arbustos, entre outros), organização e infra-estrutura de qualidade. Normalmente, são áreas com ruas tortuosas (que não são necessariamente um mal à configuração local, cada caso deve ser analisado individualmente) e estreitas, casas geminadas e com pouco ou nenhum espaço para lazer. Em várias áreas periféricas brasileiras, as condições ambientais, tais como circulação de vento, sombreamento natural, verde urbano, são muito prejudicados, e em situações extremas, inexistentes, o que gera verdadeiros *hot spots* urbanos.

### **Densidade Viária**

Para mensurar a acessibilidade da população à infra-estrutura calcula-se a relação de habitantes por metro linear de vias, que será chamada de densidade viária. Uma vez que, como explicado, o sistema de infra-estrutura normalmente acompanha o sistema viário, assim, pode-se usar esse para deduzir aquele.

Nas cidades periféricas também foram encontrados altos valores para essa medida, como é esperado, uma vez que a densidade de ocupação é maior que nas áreas próximas ao CCS. Nas áreas consideradas como de alto padrão (Lago Sul, Lago Norte e Park Way) os valores são baixos, devido à baixa ocupação populacional em função dos grandes lotes que compõem essas áreas (acima de 800 m<sup>2</sup>).

A Figura 4 mostra a densidade viária normalizada. É interessante notar que as áreas que apresentam maiores valores estão relacionadas às áreas urbanas consolidadas e densamente ocupadas. As áreas com menores valores estão relacionadas às cidades de maior poder aquisitivo, essas constituídas por grandes lotes urbanos e por áreas formadas por eixos de ligação, nas quais há infra-estrutura, porém um número muito pequeno ou inexistente de habitantes. Isto indica áreas urbanas com infra-estrutura subutilizada (existe boa infra-estrutura mas poucas pessoas a usufruem). Resulta que os custos de implantação e manutenção da infra-estrutura são mais elevados, e que, se a população pagasse por essas diferenças, isso pesaria negativamente na qualidade de vida dessas áreas, pelo ônus adicional que isso implicaria. Sabe-se, lamentavelmente, que isso não funciona assim, pois os mais pobres subvencionam os mais ricos (não há uma política eqüitativa de cobrança dos custos infra-estruturais, muito menos uma política redistributiva). Contudo, o fato não elimina a importância da caracterização aqui realizada, nem o potencial de sua utilização, a depender da vontade política para tal.



**Figura 4** – Ilustração da medida de densidade viária normalizada.

Conforme pode ser visto no Quadro 2, o cálculo da medida global de acessibilidade a infra-estrutura mostra que, ao considerar-se todos os eixos do sistema, o Distrito Federal

apresenta o segundo resultado mais baixo de densidade viária, sendo o pior resultado encontrado para Florianópolis. Ao avaliar-se somente as vias que estão circunscritas aos setores censitários urbanos, isto é, apenas as vias que passam em áreas consideradas como urbanas pelo IBGE, a relação se mantém. Isto reflete a baixa utilização de infraestrutura urbana para as duas capitais. Florianópolis apresenta uma situação pior que a do Distrito Federal em função da forte ocupação próxima ao seu CCS, e uma estrutura urbana dispersa composta por longos eixos de ligação entre o CCS e as demais zonas urbanas. Para o Distrito Federal a situação é semelhante, a diferença entre as duas capitais resulta de que as cidades periféricas no Distrito Federal são densamente ocupadas, o que gera uma demanda maior na rede de infra-estrutura, enquanto Florianópolis apresenta somente alta densidade próxima ao centro e baixa ocupação em sua periferia.

São Paulo e Rio de Janeiro apresentam melhores resultados, principalmente o Rio de Janeiro que chegou a quase um habitante por metro linear de via. Essas duas capitais apresentam alta densidade em sua área urbana, o que implica grande otimização da rede de infra-estrutura.

**Quadro 2** – Medidas globais de densidade viária e de ociosidade de vias *per capita*.

<b>Capitais</b>	<b>Hab/Vias Totais</b>	<b>Hab/Vias Urbanas</b>	<b>Ociosidade <i>per capita</i>*</b>
Distrito Federal	0,31	0,36	0,47
São Paulo	0,52	0,55	0,12
Rio de Janeiro	0,81	0,86	0,07
Florianópolis	0,13	0,15	0,60

(\*) Metros lineares *per capita* de infra-estrutura viária que não servem diretamente a nenhuma atividade.

### **Ociosidade *per capita***

A ociosidade *per capita* mostra, de forma inversa à anterior, a relação de vias que não passam em áreas consideradas urbanas pelo IBGE em função da população, e assim a quantidade de metro linear de infra-estrutura que não é diretamente aproveitada pela população. Da mesma maneira que as medidas anteriores, essa medida apresenta os piores resultados para o Distrito Federal e Florianópolis, como era esperado.

A dispersão urbana das duas cidades gera uma ociosidade maior da rede de infra-estrutura, uma vez que é necessária a construção e manutenção de longos tramos de redes, sem ligações domiciliares ou outras, para atender os aglomerados mais distantes. Esse é um índice global para a cidade, não um índice adstrito a cada setor censitário individualmente. Como tal, funcional como o índice de dispersão de Bertaud & Malpezzi,

mas o complementa de maneira importante, pois capta aspectos da dispersão urbana não identificados por eles. É portanto utilizado na composição do índice final de forma a melhorar a medida de dispersão de Bertaud & Malpezzi (1999), modificada neste trabalho, a fim de representar também a dispersão da infra-estrutura (que tem custos óbvios), não somente a dispersão demográfica (que é o forte do índice de Bertaud & Malpezzi). É muito interessante, por exemplo, verificar como Florianópolis tem ótimo desempenho no índice de Bertaud & Malpezzi e péssimo neste aqui proposto.

Os dados de ociosidade viárias foram normalizados a partir da Equação 1 em uma escala de -1 a +1 (Quadro 3). Quanto mais próximo de -1, maior é a ociosidade da rede e quanto mais próximo de +1 menor é a ociosidade.

**Quadro 3** – Medidas globais de densidade viária e de ociosidade de vias per capita.

<b>Capitais</b>	<b>Ociosidade <i>per capita</i></b>	<b>Ociosidade <i>per capita</i> Normalizada</b>
Distrito Federal	0,47	-0,51
São Paulo	0,12	0,81
Rio de Janeiro	0,07	1,00
Florianópolis	0,60	-1,00

Outro fator associado a dispersão da população é o aumento da circulação de veículos, que além de elevar a quantidade de poluentes no ar, também eleva a temperatura, em função da emissão de gases aquecidos pelos veículos. Nas áreas de maior circulação de pessoas e veículos e concentradoras de empregos, como o Setor Comercial Sul e o Centro de Taguatinga, verificam-se metais no ar muito acima do que permite a legislação (BITENCOURT, 2004; DAMASO, 2004) e altos valores de temperatura, se comparados a regiões próximas a seus entornos.

## **Considerações Finais**

O Quadro 4 apresenta o agrupamento em grandes classes, de forma a obter-se a tendência de comportamento dos índices estudados. O Índice de Integração Máxima Normalizado apresenta maior concentração de dados em valores negativos, o que confirma a tendência de situação de menor qualidade para ele. A Densidade Viária Normalizada apresenta maior concentração em valores positivos, o que confirma, também, a tendência de melhor qualidade para esse índice. Ele mostra boa concentração acima de 0,5, o que indica que há diversas áreas no Distrito Federal com alta qualidade de infra-estrutura.

**Quadro 4** – Percentual de dados negativos, positivos e acima de 0,5 (indicação de alta qualidade) para os índices estudados.

<b>Índices</b>	<b>&lt; 0</b>	<b>&gt; 0</b>	<b>&gt; 0,5</b>
IIMN	52,28%	47,35%	5,42%
DVN	17,71%	82,25%	68,89%

IIMN – Índice de Integração Máxima Normalizado

DVN – Densidade Viária Normalizada

De forma geral, a utilização dos índices configuracionais trouxe um conjunto de parâmetros importantes a respeito da estruturação urbana. Os índices utilizados mostraram, no caso do Distrito Federal, que a cidade é fortemente dependente do sistema viário disperso que sobremaneira onera o transporte público, e que está relacionado à segregação espacial da população. Essa segregação se dá, conforme já relatado, em função de 82% dos empregos formais encontrarem-se na RA1 (Plano Piloto e entorno imediato) e menos de 10% da população morar nessa localidade. Também, o alto custo de vida do Distrito Federal faz com que a população de classes média e inferiores procurem habitações cada vez mais distantes do centro, uma vez que o valor delas diminui à medida que se distanciam do CCS.

Esse distanciamento do CCS também implica aumento de custo em infra-estrutura, pois as novas cidades e os novos assentamentos, cada vez mais distantes, fazem com que seja necessária a estruturação de longas redes, o que eleva seu custo para a população e para o governo. Dada a vasta e ociosa infra-estrutura disponível, passando freqüentemente por enormes descontinuidades urbanas, seria bem menos oneroso adensar as cidades do Distrito Federal ou ocupar faixas lindeiras às vias já implantadas, do que criar localidades urbanas do nada – como é infelizmente a regra.

Os dados gerados a partir do cálculo da dispersão urbana mostraram-se interessantes ao posicionarem as cidades de acordo com sua estruturação e ocupação espacial. Como o conjunto utilizado apresenta cidades com valores extremos (Xangai, 0,78 e Bombaim, 3,08), a escala linear usada para normalização dos dados sofre forte influência desses extremos. Uma possibilidade para trabalhos futuros seria a utilização de escalas logarítmicas que além de linearizar os dados tenderiam a posicioná-los a distâncias mais constantes, o que poderia melhorar a distribuição dos valores dentro da escala. De qualquer forma, deve-se avaliar as limitações e distorções desse método a fim de que sua aplicação seja validada.

As etapas desenvolvidas foram focadas para a geração de dados e informações de fácil acesso e que possam vir a fornecer uma percepção mais realista da cidade. Um aspecto interessante desse método é que ele não está acabado e pode ser continuamente modificado, de forma a representar as mudanças que ocorrem no meio urbano.

A mensuração de características da cidade não deve ser encarada com um processo cansativo, irreal e que só tem interesse para estatísticos. Deve-se buscar mudar essa mentalidade, de forma que os estudiosos, planejadores e gestores urbanos tenham nesse

ferramental um auxílio na tomada de decisões. Como já dito, o conhecimento da espacialização de problemas urbanos é essencial para o direcionamento correto de diversos tipos de provimentos e para uma gestão mais eficiente e que venha a atender, de fato, as demandas prioritárias da população.

O método aqui proposto permite maior transparência às ações governamentais e o acompanhamento das transformações causadas por essas ações. Isso torna o processo de gestão urbana mais democrático, uma vez que possibilita que a população possa participar e ter acesso às informações. Com o desenvolvimento tecnológico, os SIG tornam-se mais acessíveis, com o uso cada vez mais disseminado da internet, os webgis ou SIG interativos on-line, podem tornar-se ferramentas poderosas de disseminação e acompanhamento das ações dos governos.

Assim, a depender das condições políticas, a população pode ser mais facilmente incluída no processo de tomada de decisões a respeito do espaço onde vive. Seria possível ter-se uma posição da comunidade sobre as prioridades para a resolução dos problemas, escolhendo, p.ex., entre as alternativas: investir mais em educação, saneamento ou arborização urbana para reduzir o desconforto térmico? Melhorar o transporte público para minorar os efeitos de distância ao trabalho? Criar empregos no local (por estranho que pareça, algumas comunidades preferem viver em vizinhanças exclusivamente residenciais, como é o caso dos habitantes do Lago Sul e Lago Norte)? Essas alternativas poderiam ser identificadas e discutidas com maior clareza, e o atendimento à população melhor definido por prioridades estabelecidas de maneira mais compartilhada entre governo e sociedade civil.

## **Referências Bibliográficas**

BERTAUD, A. & MALPEZZI, S., **The Spatial Distribution of Population in 35 World Cities: The Role of Markets, Planning and Topography**, Madison, Wisconsin, EUA, 1999.

Disponível em:  
<http://www.bus.wisc.edu/realestate/pdf/pdf/Bertaud%20and%20Malpezzi%20Part%20One.pdf>  
. Acesso em: 27/09/2003.

BERTAUD, A. & MALPEZZI, S., **The Spatial Distribution of Population in 48 World Cities: Implications for Economies in Transition**. Madison, Wisconsin, EUA, 2003

Disponível em:  
<<http://www.bus.wisc.edu/realestate/pdf/pdf/Complete%20Spatial%20Distribution%20of%20Population%20in%2050%20World%20Ci.pdf>>. Acessado em: 25/04/2004. BITENCOURT, 2004;

CLARK, David. **Introdução à Geografia Urbana**. São Paulo: Difel-Difusão Editorial, 1985.

- COSTA, S. M. F & SILVA, D. C., **Caracterização da Dispersão Residencial (Urban Sprawl) Utilizando Geotecnologias**, In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007. DAMASO, 2004
- GENOVEZ, P. C., **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, 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>>. Acesso em: 20/10/2003.
- GENOVEZ, P. C., CAETANO, N. R. & ESTRADA, R. D., **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, 2000. Disponível em <<http://www.dpi.inpe.br/geopro/exclusao>>. Acesso em: 20/10/2003.
- HASSE, J. & LATHROP, R. G., **A Housing-Unit-Level Approach to Characterizing Residential Sprawl**. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, V.69, n. 9, p.1021 – 1030, 2003. In: COSTA, S. M. F & SILVA, D. C., **Caracterização da Dispersão Residencial (Urban Sprawl) Utilizando Geotecnologias**, In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007.
- HILLIER, B. & HANSON, J., **The Social Logic of Space**, Cambridge: Cambridge University Press, 1984. In: HOLANDA, F., **O Espaço de Exceção**, Brasília, DF, Editora Universidade de Brasília, 2002.
- HILLIER, B. *et al.*, **Natural movement: or, configuration and attraction in urban pedestrian movement**, **Environment and Planning B**: London, England, Planning and Design, vol. 20, pp. 29-66, 1993.
- HOLANDA, F. (org.), **Uma Ponte Para a Urbanidade**, in: **Arquitetura & Urbanidade**, São Paulo, SP, ProEditores Associados Ltda, 2003.
- HOLANDA, F. et al., **Eccentric Brasilia**, In: **Space Syntax – III International Symposium – Proceedings**, A. Alfred Taubman College of Architecture and Urban Planning, University of Michigan, Ann Arbor, pp. 531-538, 2001
- HOLANDA, F., **O Espaço de Exceção**, Brasília, DF, Editora Universidade de Brasília, 2002.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **ESTATCART – Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciada**, Rio de Janeiro, RJ, IBGE, versão 1.1, CD-ROM, 2002.
- JENKS, M. & BURGESS, R., **Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries**, London, England, Spon Press, 2000.
- KOGA, D., **Medida das Cidades Entre Territórios de Vida e Territórios Vividos**. São Paulo, SP, Cortez, 2003.

LEVIN, J. & FOX, J. A., **Estatística para Ciências Humanas**, São Paulo, SP, 9 ed, Prentice Hall, 2004.

OJIMA, R., **Análise comparativa da dispersão urbana nas aglomerações urbanas brasileiras: elementos teóricos e metodológicos para o planejamento urbano e ambiental**, Campinas, SP, Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, 2007. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000415361>>. Acessado em: 02/01/2008.

PEPONIS, J., **Espaço, Cultura e Desenho Urbano no Modernismo Tardio e Além Dele**, Atenas, Grécia, Athens Center of Ekistics, EKISTICS, vol. 56, n. 334/5, jan-abr. 1989, pp. 93-108. (Tradução: Frederico de Holanda)

REIS, N. G. Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano. São Paulo: Via das Artes, 2006. In: COSTA, S. M. F & SILVA, D. C., **Caracterização da Dispersão Residencial (Urban Sprawl) Utilizando Geotecnologias**, In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Anais, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007.

RIBEIRO, R. J. C., HOLANDA, F. R. B., **Urban Morphology and Thermal Comfort in the Cities**, Delft, Holland, Proceedings, 5th International Space Syntax Symposium, pp. 355-363, 13-17 junho 2005.

RIBEIRO, R. J. C., **Geotecnologia em Apoio à Aplicação de Instrumentos de Política Urbana**. Brasília, DF, Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação, 2003.

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

SPOSATI, A., **Cidade, Território, Exclusão/Inclusão Social**, Congresso Internacional de Geoinformação – GeoBrasil, 2000 a. In: GENOVEZ, P. C, 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, 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>>. Acesso em: 20/10/2003.

SPOSATI, A., **Mapa da Exclusão/Inclusão Social da cidade de São Paulo: dinâmica social dos anos 90**, São Paulo, SP, CDRom, 2000 b. In: GENOVEZ, P. C, 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, 2002. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/teses/genovez.htm>>. Acesso em: 20/10/2003.