

## O QUE A MEDIDA DE ACESSIBILIDADE DESCREVE DA MORFOLOGIA URBANA

DANIEL TRINDADE PAIM<sup>1</sup>; ANA PAULA NETO DE FARIA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – [danieltripaim@yahoo.com.br](mailto:danieltripaim@yahoo.com.br)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas / Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – [apnfaria@gmail.com](mailto:apnfaria@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

O estudo aqui apresentado tem por tema a morfologia urbana e insere-se na linha dos estudos configuracionais urbanos. Em particular, o trabalho faz parte da abordagem que adota a representação do espaço urbano por meio de grafos e emprega modelos de simulação computacional para realizar as análises. Essa abordagem, em geral, emprega um conjunto restrito de medidas para descrever a estrutura urbana a partir das características de cada componente dentro do todo e interpreta o comportamento do sistema através de uma análise visual ou por meio de correlações do *ranking* dos componentes com aspectos não morfológicos do sistema urbano (HILLIER e HANSON, 1984; HOLANDA, 2002).

Em outras áreas de estudo que também procuram entender o comportamento de sistemas a partir de descrições configuracionais com o auxílio de grafos, são empregados procedimentos que visam descrever o sistema como um todo a partir do comportamento agregado das partes (WATTS e STROGATZ, 1998; BARABÁSI e ALBERT, 1999; GASTNER e NEWMAN, 2006). Esses estudos empregam técnicas estatísticas para definir valores ou índices que representam o comportamento agregado dos componentes do sistema. Tais procedimentos têm se mostrado úteis para definir classes gerais de comportamento em sistemas complexos. O presente trabalho busca descobrir se esse tipo de procedimento, para uma das medidas mais utilizadas nos estudos urbanos, é capaz de caracterizar aspectos gerais dos sistemas urbanos.

Assim, o trabalho aqui apresentado avalia o comportamento da medida de Acessibilidade na descrição morfológica de sistemas urbanos. Para tanto é analisado o comportamento agregado da medida, isto é, por meio da caracterização de como os valores da medida se distribuem pelos componentes do sistema. O objetivo é definir se o comportamento agregado da medida de acessibilidade é capaz de descrever aspectos gerais da forma urbana como o grau de compacidade da mancha urbanizada e o nível de regularidade da malha viária.

### 2. METODOLOGIA

A metodologia empregada consiste nas seguintes etapas: fundamentação teórica; definição do modo de representação do espaço, das medidas configuracionais e das características da forma urbana a serem estudadas; seleção das cidades a serem analisadas; representação das cidades enquanto grafos, descrição das características da forma urbana e definição dos valores da medida de acessibilidade para os componentes do sistema; definição do comportamento agregado da medida de Acessibilidade; análise das relações entre forma urbana e o comportamento da medida de acessibilidade.

A fundamentação teórica contou com uma revisão da literatura na área de estudos morfológicos e configuracionais urbanos, estudos de redes e análise estatística.

Na representação do espaço urbano optou-se pela utilização das linhas axiais, pois essas são o modo de representação do espaço urbano mais empregado nos estudos configuracionais que utilizam modelos de simulação baseados em grafos. Já a medida escolhida é a Acessibilidade, também conhecida como Centralidade por Proximidade (FREEMAN, 1979), sendo definida pela distância que um espaço urbano está em relação a todos os demais do sistema, considerando os menores caminhos possíveis entre esses. A medida define o quão fácil é um espaço urbano ser alcançado partindo de qualquer outro na rede (FARIA, 2010). A Acessibilidade apresenta um padrão distributivo aproximadamente gaussiano, por isso, a média e o desvio padrão são empregados como descritores dessa medida. A média representa o valor de tendência do sistema, enquanto o desvio padrão descreve o nível de concentração junto a essa média, de modo que valores menores indicam uma maior concentração.

Os descritores da forma urbana abordados são a compacidade da mancha urbanizada e a regularidade do traçado da malha viária. Para descrever a compacidade são adotados três indicadores, eles são: Indicador de continuidade, Índice de compacidade e a Medida de compacidade urbana. Os dois primeiros são indicadores encontrados na literatura e definem a compacidade: o primeiro compara o perímetro do assentamento urbano com o perímetro do polígono convexo mínimo que o contém; enquanto que o segundo faz a comparação com o círculo, de modo que quanto mais próximo do formato circular, mais compacta é uma forma. O terceiro é uma adaptação do segundo indicador para contemplar a presença de vazios urbanos, à semelhança do primeiro indicador. Para descrever a irregularidade da malha viária utiliza-se o método de Nikiforov (2006) que mede o grau de regularidade de um grafo por meio da variação do número de conexões que cada componente do sistema tem com relação à média do mesmo.

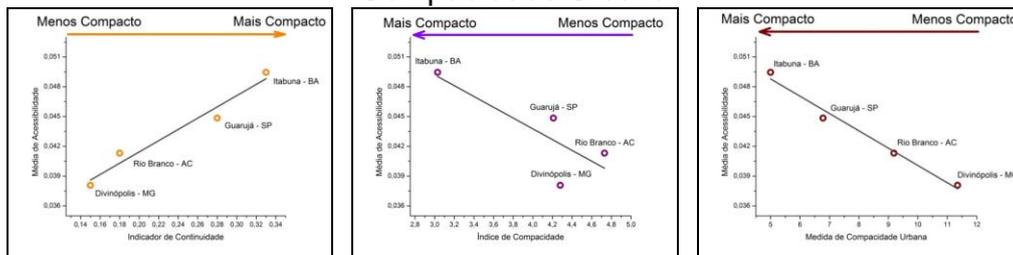
No estudo optou-se por selecionar cidades de porte semelhante, a fim de diminuir a influência exercida pelo tamanho da cidade nas avaliações do comportamento das medidas espaciais. Conforme estudos de Hillier (2001) e de Medeiros (2006) é possível perceber que certas características da forma urbana (como o tamanho da cidade, o tipo e regularidade do traçado da malha urbana e a compacidade da mancha urbanizada) influenciam no comportamento da medida e podem interferir nos resultados. Foram selecionadas dentre as cidades brasileiras as que possuem população entre 200.000 e 350.000 habitantes. A representação das cidades é feita a partir de imagens de satélite georreferenciadas, para tanto se faz um mosaico de imagens de cada uma das cidades com base nos dados disponíveis no Google Earth Pro. Essas imagens caracterizam o estado de cada cidade num dado momento no tempo, datadas do final de 2013 e início de 2014. Através dessas imagens são definidos os perímetros das áreas ocupadas por cada cidade, seus vazios urbanos e a representação de seu sistema de vias de circulação.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a amostra inicial com quatro cidades (Rio Branco - AC; Guarujá - SP; Divinópolis - MG e Itabuna - BA) o comportamento agregado da medida de Acessibilidade é avaliado quanto às suas relações com as características de compacidade da forma urbana e a irregularidade do traçado.

Na avaliação da sensibilidade da medida de Acessibilidade às características de compactidade da mancha urbana, feita com base nos valores da média do padrão distributivo da medida de Acessibilidade e nos três indicadores de compactidade, obtêm-se resultados que apontam para uma correlação linear entre as duas variáveis (Figura 1). Assim, quanto mais compacta ou menos fragmentada a cidade, maior a sua Acessibilidade média, isto é, o sistema como um todo é mais acessível. Com base nos resultados obtidos até o momento, pode-se colocar que a descrição agregada da Acessibilidade por meio de sua média é capaz de refletir o nível de compactidade da mancha urbana.

Figura 1: Relação entre a média de Acessibilidade e os indicadores de compactidade: Indicador de continuidade, Índice de Compactidade e Medida de Compactidade Urbana



Gráficos elaborados no software OriginPro 8.5.

Os valores do  $R^2$  ajustado para o Indicador de Continuidade, o Índice de Compactidade e a Medida de Compactidade Urbana são, respectivamente: 0,9378; 0,4799 e 0,9728. Os melhores encaixes obtidos são com as medidas que levam em consideração os vazios urbanos, sugerindo que a presença de vazios urbanos, dentro das dimensões empregadas neste trabalho, é capaz de influenciar no modo como a Acessibilidade se distribui no sistema urbano.

A análise da relação do valor do desvio padrão da Acessibilidade e os três indicadores de compactidade não apontaram para uma correlação significativa.

Para a análise da relação entre a medida de Acessibilidade e o nível de regularidade do traçado viário não se encontrou correlação entre a média da Acessibilidade e a regularidade, mas o desvio padrão da medida apresentou uma correlação efetiva. Os resultados obtidos indicam uma correlação linear entre as duas variáveis no sentido de que quanto mais irregular o traçado da malha da cidade, maior é o desvio padrão da Acessibilidade (Figura 2), sendo o valor do  $R^2$  ajustado de 0,8028 considerado significativamente alto. Assim, quanto mais irregular o traçado viário, mais larga tende a ser a distribuição dos valores de Acessibilidade, ou mais heterogêneo o comportamento dos componentes do sistema.

Figura 2: Relação entre o desvio padrão de Acessibilidade e a irregularidade

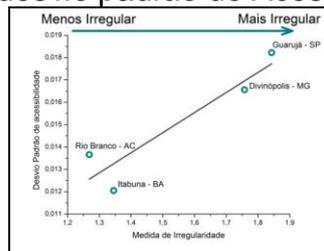


Gráfico elaborado no software OriginPro 8.5.

## 4. CONCLUSÕES

De acordo como as análises estatísticas realizadas é possível sugerir que existem relações entre o comportamento agregado da medida de Acessibilidade e o nível de fragmentação/compactação da mancha urbana e a irregularidade do traçado viário. Dois dos três indicadores de compacidade utilizados demonstram uma relação direta da forma urbana com a média da medida de Acessibilidade. Além disso, os indicadores que definem essa maior correlação com a medida agregam em seus parâmetros os vazios urbanos. Por isso, a medida de Acessibilidade parece ser sensível à presença de vazios urbanos, além de manter relação com a forma urbana, de maneira que quanto mais compacta é uma cidade, maior é a sua média de Acessibilidade. Também parece possível supor a influência do tipo de traçado da malha urbana sobre o comportamento agregado da medida de Acessibilidade, uma vez que a medida de Irregularidade parece estar relacionada ao desvio padrão junto à média de Acessibilidade. Nessa relação quanto maior é o grau de irregularidade da malha urbana, maior é o desvio padrão junto à média de Acessibilidade. Logo, quando os valores da medida de Acessibilidade estão mais concentrados junto à média, mais regular é o traçado do sistema urbano. Portanto, considerando os dados analisados até o momento, a medida de Acessibilidade parece ter correlação significativa com a forma da cidade, de tal modo que os melhores índices parecem ser consequência de um traçado mais regular e de uma forma urbana mais compacta.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Livro

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. London: Cambridge University Press. 1984.  
HOLANDA, Frederico de. **O espaço de Exceção**. Brasília: Editora da UnB. 2002.

### Artigo

BARABÁSI, A. L., ALBERT, R. Emergence of scaling in random networks. **Science**, 286, p. 509-512. 1999.  
FREEMAN, L. C. Centrality in social networks conceptual clarification. **Social Networks**, v. 1, p. 215-39. 1979.  
GASTNER, M. T., NEWMAN, M. E. J. The spatial structure of networks. **The European Physical Journal B**, v. 49, p. 247-252. 2006.  
HILLIER, Bill. A Theory of the City as Object. **Proceedings 3rd International Space Syntax Symposium**, p.02.01-28. 2001.  
NIKIFOROV, V. Eigenvalues and degree deviation in graphs. **Linear Algebra and its Applications**, 414, p. 347-60. 2006.  
WATTS, D. J., STROGATZ, S. H. Collective dynamics of “small-world” networks. **Nature**, n. 393, p. 440-442. 1998.

### Tese/Dissertação/Monografia

FARIA, A. P. N. de. **Análise configuracional da forma urbana e sua estrutura cognitiva**. 2010. Tese de Doutorado. 321f. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.  
MEDEIROS, Valério A. S. de. **Urbis Brasiliae ou sobre cidades do Brasil: inserindo assentamentos urbanos do país em investigações configuracionais comparativas**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. 2006.