USO MISTO DO SOLO: ASSOCIAÇÃO ENTRE A MEDIDA DE INTEGRAÇÃO E O CÁLCULO DE ENTROPIA – UM ESTUDO DE CASO[1]

OLAK, A.S., Universidade Estadual de Londrina, email: andre_olak@hotmail.com; LEÃO, A.L.F., Universidade Federal de Londrina, email: analuizafavarao@gmail.com; KANASHIRO, M., Universidade Federal de Londrina, email: kanashiromilena@gmail.com.

ABSTRACT

Space Syntax theory, initiated by Hillier and Hanson at University College London in the 1970's, seeks to study urban design and their respective correspondences such as location of commercial activities and pedestrian movement. Likewise, locational theories, advent from marketing and economics, seeks to identify characteristics that encourage the localization of commercial activities in cities, such as the flow of people. Considering that Spatial Syntax theories suggest that the configuration of streets can influence the movement of pedestrians and that for locational theories this is fundamental in locating commercial activities, the research seeks to verify in an empirical case study if urban design correlates with the location business activities. For this, integration measures of spatial syntax and urban entropy were calculated and compared using the Pearson correlation method. The evidences found shows correlation between the variables and suggest which integration ranges is more correlated with commercial activities. It is hoped that this study may contribute to a better understanding of the phenomenon of land use specialization, especially in medium and small cities, as representative of most Brazilian cities.

***Keywords**: Space Syntax. Urban Entropy. Mixed Use Land.*

1 INTRODUÇÃO

O uso misto do solo é uma das mais importantes classificações de áreas urbanas e refere-se àquelas nas quais atividades distintas (comércio, serviço, residência) coexistem em uma mesma área (BORDOLOI et al, 2013). Estudos recentes têm apontado o uso misto com promotor de características urbanas desejáveis (JONES, 2007; CARMONA, 2003; CAMPOLI, 2012).

No entanto, sua configuração depende de uma relação de proporcionalidade entre diversos fatores como configuração urbana, densidade populacional, demanda e oferta de comércio e serviços para suporte (MARTIN, 1972; NORMANDO 2006).

Uma das abordagens de análise da configuração urbana é a da Sintaxe Espacial (Space Syntax) iniciada pelos pesquisadores Hillier e Hanson da University College of London no final da década de 1970. De acordo com Krafta (2014) o objetivo da análise sintática seria quantificar características espaciais do espaço urbano possibilitando assim avaliar a correspondência entre configuração espacial e comportamento social. A ideia geral da teoria parte de que o espaço pode ser decomposto e analisado separadamente

[1] OLAK, A.S., LEÃO, A.L.F., KANASHIRO, M., Uso misto do solo: associação entre a medida de integração e o cálculo de entropia – um estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 17., 2018, Foz do Iguaçu. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2018.

para, em seguida, ser recomposto na forma de grafos e mapas que descrevam a conexão relativa entre as partes (HILLIER 1984, 1993, 1996).

Uma das formas de se analisar as medições sintáticas é pela medida de Profundidade (HILLIER 1984) dos segmentos de vias axiais, assim a Profundidade entre dois espaços é o valor da menor distância topológica entre eles e pode ser calculada da seguinte forma:

$$MD_i = \frac{\sum_{j=1}^{k} d_{ij}}{(k-1)} \quad (1)$$

Onde:

MDi= Profundidade média do espaço i;
dij= Profundidade (ou número de passos topológicos) da linha j em relação à linha i;
k = Número total de espaços do sistema

A principal forma de análise da profundidade dos segmentos axiais é pela medida de Integração (HILLIER 1984). Este valor pode ser calculado de forma global ou local, sendo naquela consideradas todas as linhas axiais de um sistema, e nesta apenas as linhas contidas em um raio pré-definido. O valor de integração local pode ser utilizado, por exemplo, para verificar a influência de centralidades locais em recortes espaciais.

Uma segunda abordagem de entendimento das centralidades refere-se às chamadas teorias locacionais defendida por diversos autores nas áreas da economia e marketing (PROUDFOOT 1937, DAVIDSON 1966, GOSLING 1976, LAS CASAS 1992, KOTLER 2007) como também do urbanismo (BRUNA 1972, VARGAS 1999, 2000, 2013). Tais teorias procuram responder questões referentes à espacialização das atividades comerciais nas cidades. Ainda, a maioria delas aponta o fluxo de pedestres, a densidade de pessoas e a posição de centralidade como os principais fatores em uma localização desejada.

Uma das maneiras de se quantificar essa relação de diversidade de atividades é por meio do cálculo de entropia (BORDOLOI 2013, DUNCAN 2010, KOCKELMAN 1997, FRANK 1994, FRANK 2010), que pode ser descrito como:

$$Entropia = \sum_j \quad P_j \times \frac{\ln(pj)}{\ln(j)} \quad (2)$$

Onde:

Pj - Proporção do total da área no extrato sendo analisado;

J - Total de usos do solo considerados na área de estudo.

Duncan (2010) usa a entropia para correlacionar o uso misto como característica incentivadora de atividades físicas para a população. Segundo o autor, a medida varia entre 0 e 1 sendo 0 um extrato de área no qual todas os usos do solo são iguais e 1 áreas nas quais todas as atividades são diferentes.

Portanto, as teorias da Sintaxe Espacial apontam evidências de que a configuração urbana é capaz de influenciar diversas características nas

cidades, como por exemplo o movimento de pedestres (HILLIER 1984, 1993, 1996). Este movimento, por sua vez, é apontado pelas teorias locacionais como fundamental para o surgimento e manutenção de diversas atividades econômicas (BRUNA 1972, VARGAS 1999, 2000, 2013). Surge então a seguinte hipótese de pesquisa: se a configuração urbana, especificamente as medidas de integração, pode estar correlacionada com as áreas de maior valor de entropia, portanto de maior uso misto do solo urbano.

Nesse entendimento, o principal objetivo desta pesquisa é verificar se existe associação entre essas duas mensurações. Para obter os dados a serem cotejados é necessário um estudo de caso empírico para validação dos resultados. Assim, este estudo contribui para o avanço das discussões de parâmetros urbanos de uso do solo misto por meio de estratégias de mensuração. Os resultados podem subsidiar os planos de ordenamento do solo urbano em busca de uma cidade de maior qualidade espacial.

2 MÉTODO

Considerando o fenômeno apresentado como contemporâneo onde seu contexto real, dinâmico e complexo é indissociável da sua própria definição, segundo Yin (2001), é adequado como estratégia de pesquisa o estudo de caso. Ainda, para desenvolvimento da estratégia metodológica é adotada a correlacional, para identificar e entender padrões de comportamento socioespaciais que acontecem naturalmente e com diversas variáveis, com uso da estatística para esclarecimento desses padrões (GROAT E WANG, 2002).

Para a formatação do arquivo base para o desenvolvimento dos cálculos de mensuração – do mapa de integração e da entropia - foram realizados os seguintes procedimentos: Levantamento cadastral de informações; Sistematização dos dados na plataforma de geoprocessamento ARCGIS; Verificação do uso do solo da cidade por lote, via *google street view* e *in loco*.

1. Para fins de cálculo da entropia, por setor censitário, divisão ponderada da área construída destinada à cada uso existente no lote levando em consideração (1) a quantidade de pavimentos (2) os usos do lote (3) a quantidade de cada uso do lote. Foram utilizadas as 5 categorias de uso (1) residencial (2) comercial (3) serviço (4) institucional (5) entretenimento, de acordo com Frank, et al (2010).
2. Para desenvolver os mapas axias e definir o valor de integração de cada segmento de rua, foi necessária a conversão das vias do estudo de caso em linhas axiais; Sistematização dos dados na plaforma de geoprocessamento QGIS; e o uso da extensão Depth Map para o cálculo do mapa de integração pela extensão global e, de modo exploratório da extensão em raios de 0 a 6000 metros intervalados a cada 250 metros, num total de 25 mapas de integração diferentes.

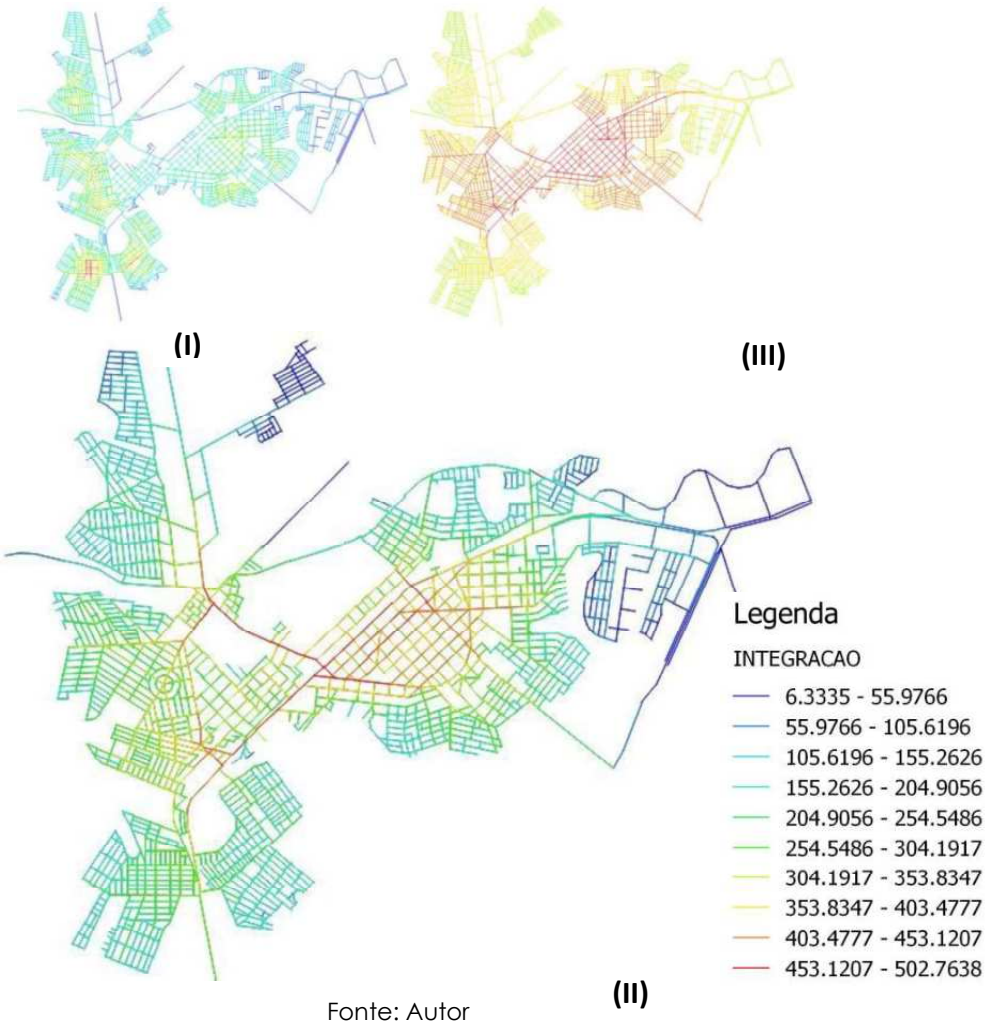
Para a verificação da associação entre o valor de integração e da entropia, utilizou-se da correlação de Pearson do programa de análises estatísticas SPSS.

O coeficiente de Pearson é uma ferramenta capaz de avaliar o grau em que dois fenômenos distintos estão associados. A partir das variáveis (1) valor de integração de cada segmento de via (2) valor de entropia do setor no qual o segmento de via está inserido é possível calcular o grau de correlação entre essas duas estratégias de mensuração do uso do solo misto.

3 RESULTADOS

Os mapas de integração foram calculados nos intervalos pré-estabelecidos contabilizando um total de 25 mapas com valores diferentes de integração para cada segmento de rua (Figura 1).

Figura 1 – Valores de integração de segmentos de ruas da cidade de Rolândia-PR nos raios 250m (I), 2000 (II) e global (III)

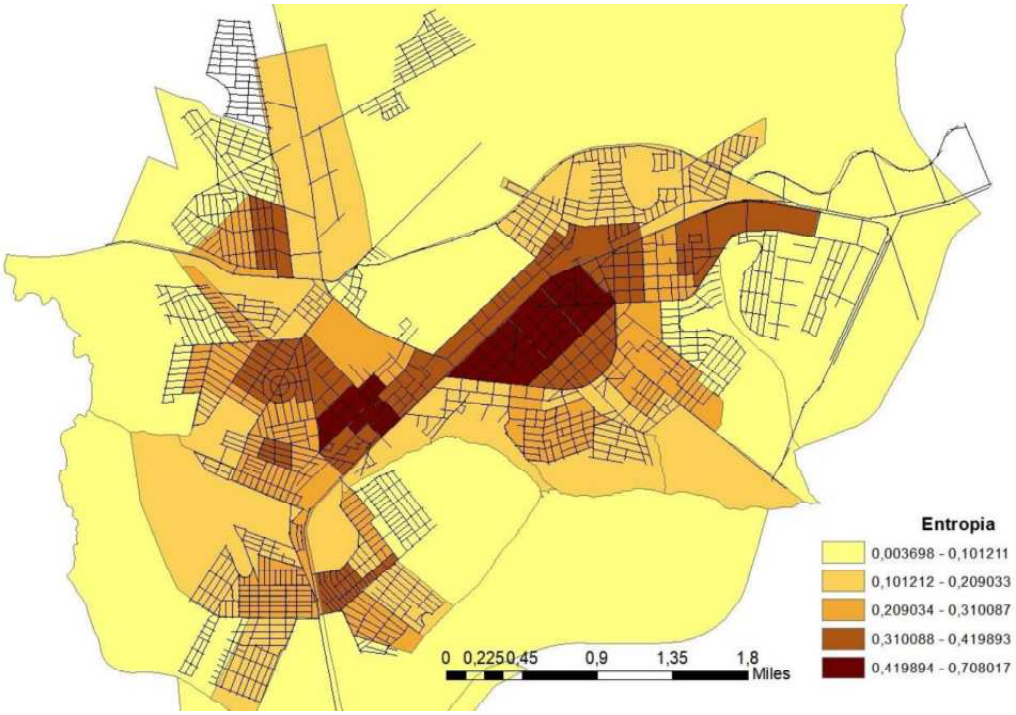


Fonte: Autor

Observa-se que mapas de integração com raios de menor abrangência (250 metros) apontam centralidades menores em bairros da cidade. Conforme o aumento da dimensão do raio, até a integração global (raio infinito) o centro geográfico da cidade se destaca com área de maior integração.
O mapa do cálculo de entropia urbana apontou resultados visualmente

semelhantes aos de alguns raios de integração. Observa-se maior entropia na área central da cidade e, em seguida, no centro secundário na parte norte da cidade, com valores muito semelhantes (Figura 2).

Figura 2 – Valores de Entropia por setor censitário na cidade de Rolândia-PR.

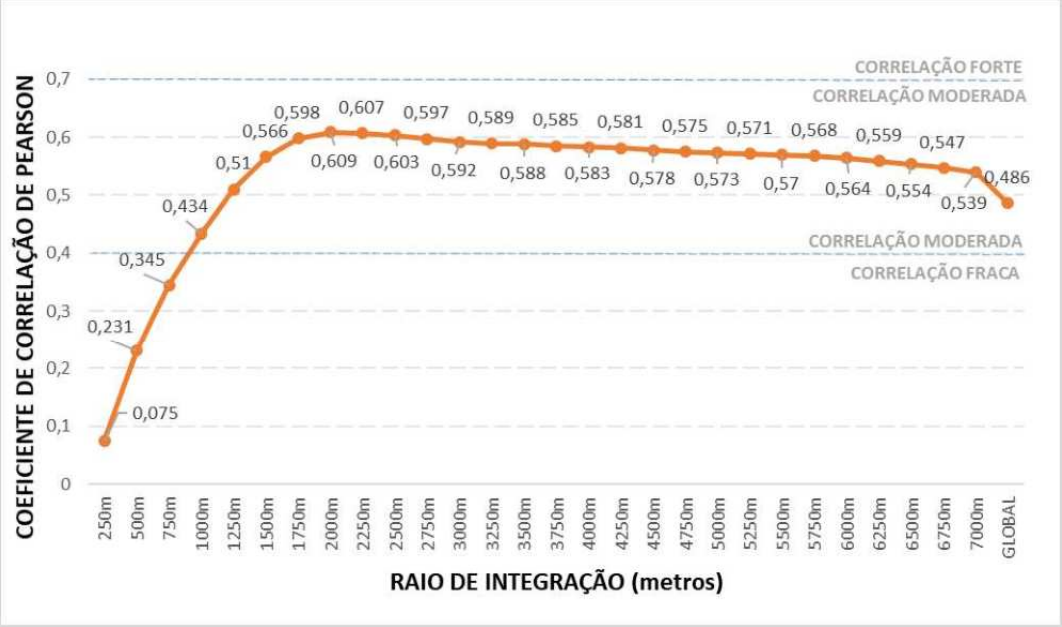


Fonte: Autor

Os valores de correlação de Pearson foram calculados entre cada mapa de integração com o de Entropia. Os valores de correlação para cada raio podem ser observados no gráfico 1.

Considerando uma escala de -1 (inversamente proporcional) a 1 (completamente correlacionado), os valores de correlação de Pearson entre 0,4 e 0,7 são considerados moderados. A maior parte dos resultados (a partir do raio de 1000 metros até o global) estão concentrados neste intervalo. O maior valor de correlação entre integração e entropia foi no cálculo de integração no raio de 2000 metros, com coeficiente de correlação de Pearson de 0,609.

Gráfico 1 – Valores do coeficiente de correlação de Pearson para cada raio de Integração calculado.



Fonte: Autor

4 CONCLUSÕES

A correlação estatística entre as medidas de integração (calculada pela geometria de vias axiais) e de entropia (calculada pelas áreas destinadas à diferentes usos do solo) apontam evidências de relações de interdependência entre essas características. Além disso, observa-se que a integração no raio de 2000 metros é a que melhor descreve o raio de abrangência dessas atividades comerciais em cidades desse porte.

Alguns resultados deixam indagações para futuras pesquisas. Apesar de o centro secundário ser a segunda maior área de entropia da cidade, algumas de suas ruas não apareceram como altamente integradas.

Por outro lado, o cálculo de entropia, apesar de mais utilizado para mensurar o nível de mistura do uso do solo, não identifica diferentes combinações entre usos. Acrescenta-se ainda a utilização de setor censitário do IBGE, como base de cálculo. Os setores apresentam heterogeneidades espaciais e dimensões diferenciadas. Questiona-se, outras formas de divisão dessas porções de solo em áreas espacialmente homogêneas descreveriam melhor as áreas de maior entropia.

Esta pesquisa avança na busca de identificação de parâmetros do uso do solo misto, por meio de estratégias de mensuração e validação empíria. Tais abordagens são necessárias para subsidiar diretrizes de ordenamento urbano, proporcionando uma das qualidades espaciais almejadas – uso do solo misto.

REFERÊNCIAS

BORDOLOI, R. et al. Quantification of Land Use diversity in the context of mixed land use. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, Issue 104, 563 – 572, 2013.

BRUNA, Gilda Collet. **A Problemática do dimensionamento de áreas comerciais para uso no planejamento urbano.** Tese, FAU/USP., 1972.

CAMPOLI, J. **Made for walking: density and neighborhood form.** Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy, 2012.

CARMONA, M. Public Places, Urban Spaces: **The Dimensions of Urban Design.** Architectural Press, 2003.

DAVIDSON, W. DOODY, A., **Retailing Management:** The Ronald Press Company. Columbus, 1966.

DUNCAN, Mitch J. Et al. Relationships of Land Use Mix with Walking for Transport: Do Land Uses and Geographical Scale Matter? **Journal of Urban Health: Bulletin of the New York Academy of Medicine**, New York, v. 87, n. 5, p. 782–795, 2010.

FRANK, L. D. and G. Pivo. Impacts of mixed use and density utilization on three modes of travel: single-occupant vehicle, transit, and walking. **Transportation Research Record** v.1466: 44-52, 1994.

FRANK, Lawrence et al. The development of a walkability index: application to the Neighbourhood Quality of Life Study. **British journal of sports medicine**, [S. l.], v. 44, n. 13, p. 924-933, 2010.

GOSLING, D., MAITLAND, B**. Design and Planning of Retail Systems**. The Architectural Press, London ,1976.

GROAT, L.; WANG, D. **Architectural research methods**. London: John Wiley & Sons, 2002.

HILLER, B., PENN, A. HANSON, J., GRAJEWSKI T., XU, J. Natural Movement or, Configuration and Attraction in Urban Pedestrian Movement. **Environment & Planning B.,** v. 20 (1) p.29 – 66. 1993.

HILLIER & HANSEN J, **The social logic of space.** Cambridge University Press, Cambridge, 1984.

HILLIER, B. **Space is the Machine**, Cambridge University Press 1996.

JONES, P., ROBERTS, M., MORRIS, L. **Rediscovering Mixed-use streets**. Marston book services, Oxford, 2007

KOCKELMAN, K. Travel Behaviour is a function of Accessibility, Land use Mixing and Land use balance: Evidence from the San Francisco Bay Area. **Transportation Research Record**. v 1607, p. 116-125, 1997.

KOTLER, P., ARMSTRONG, G. **Principios de Marketing**. Prentice Hall Brasil 12 edição, 2007.

LAS CASAS, A., **Marketing de Varejo**. Editora Atlas, São Paulo, 2000.

MARTIN L., MARCH L., **Urban Space and Structure**, Cambridge University Press, Cambridge, 1972.

NORMANDO, M. **Escalas da diversidade intraurbana,** Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

PROUDFOOT, M. J. City Retail Structure. **Economic Geography 13**. V. p. 425-428. 1937

VARGAS, H. C. O comércio e os serviços varejistas: principais agentes e sua inserção urbana. **GEOUSP Espaço e Tempo**, n. 8, p 77-87, dez. 2000.

VARGAS, H. C. O lugar do comércio e serviços na arquitetura e urbanismo. **V!RUS**, São Carlos, n. 9 [online], 2013. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/_virus09/secs/submitted/virus_09_submitted_3_pt. pdf>. Acesso em: out. 2017.

VARGAS, H. C.; MENDES, C. F.O Comércio não planejado e arquitetura comercial de transição. **International conference in retailing and services science,** v 6., Porto Rico. Anais. Porto Rico: EIRASS, 1999.

YIN, Robert. **Estudo de caso: planejamento e métodos**, 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 205 p., 2001.