

LACUNARIDADE URBANA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE CIDADES BRASILEIRAS DE MÉDIO PORTE

M. N. M. Barros Filho, J. B. M. Silva Júnior e J. F. Brito

RESUMO

O presente artigo objetiva analisar comparativamente os valores de lacunaridade urbana de cidades brasileiras de porte médio em diferentes escalas espaciais, a partir do processamento de imagens binárias georreferenciadas. A lacunaridade é uma medida multiescalar que permite a compreensão da distribuição de diferentes padrões espaciais, aqui utilizada para o estudo dos espaços livres em áreas urbanas, através de análises de densidade, empacotamento, dispersão e permeabilidade de suas estruturas geométricas em diferentes escalas. Os resultados obtidos evidenciam que os valores de lacunaridade tendem a decrescer com o aumento das escalas espaciais consideradas, e que 90% das cidades apresentam curvas côncavas de lacunaridade, associadas à presença de espaços livres bem dispersos em suas áreas urbanas.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de lacunaridade foi inicialmente introduzido por Mandelbrot (1982) na descrição e quantificação dos desvios de objetos fractais¹ de sua invariância translacional², e provém do latim “*lacuna*”, que significa “vazio” ou “buraco”, estando relacionado com a distribuição de espaços vazios em um padrão espacial (PLOTNICK *et al*, 1996). Comumente inserido no estudo de fractais, quando se investiga a manutenção de sua forma quando sujeito à translação (rotação e deslocamento) em escalas variadas e sua relação com a propriedade de autossimilaridade³, o conceito estendeu-se para a análise de elementos multifractais e outros objetos que não são fractais (PLOTNICK *et al*, 1996). Nesse aspecto, o estudo da lacunaridade permite analisar densidade, empacotamento, dispersão e permeabilidade de uma estrutura geométrica em diferentes escalas. Aplicações de lacunaridade foram inicialmente realizadas pelas ciências exatas, como na Matemática e na Física, mas têm sido difundidas em diversas outras ciências, como a Ecologia, a Biologia e a Medicina (SMITH; LANGE, 1998). Mais recentemente, a lacunaridade tem sido utilizada em análises urbanas para distinguir padrões espaciais em diferentes áreas,

¹ Segundo Mandelbrot (1982, *apud* BARROS FILHO, 2006) fractais são objetos ou padrões espaciais com formas geométricas irregulares, que se repetem em uma grande variedade de escalas.

² Medida relativa à homogeneidade do objeto fractal, sendo ela inversamente proporcional aos valores de lacunaridade.

³ Propriedade característica dos fractais, dizendo respeito a um objeto ou forma que é igual ou semelhante a partes do mesmo mas que apresenta as mesmas propriedades em escalas diferentes.

desde análises mais focalizadas em processos sociais, como na segregação socioeconômica e racial (WU; SUI, 2002) e favelização (BARROS FILHO, 2006), até processos mais físicos, como o monitoramento e a análise do crescimento de cidades (SUI; ZENG, 2000).

A presente pesquisa refere-se à lacunaridade urbana como a distribuição dos espaços livres nas cidades em diferentes escalas, e se propõe a utilizar esses conceitos para análise comparativa dos espaços livres de diferentes cidades brasileiras de médio porte. O trabalho está dentro da linha de pesquisa “Estudos Interdisciplinares sobre a Produção da Cidade”, que vem sendo desenvolvida pelo “Grupo de Pesquisa sobre a Produção da Habitação e da Cidade (GPHEC) na Unidade Acadêmica de Engenharia Civil (UAEC) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e cadastrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). O projeto está também integrado à rede Quadro de Paisagismo no Brasil – Sistemas de Espaços Livres (QUAPÁ – SEL).

Analisar a lacunaridade urbana permite compreender a concentração e distribuição geográfica dos espaços livres na cidade, elaborar críticas acerca do acesso público a esses espaços, avaliar os vetores e limites de crescimento urbano, assim como auxiliar na tomada de decisões espaciais estratégicas para a implantação de equipamentos, infraestrutura e serviços urbanos. Segundo Tardin (2008), esses espaços livres representam o componente mais flexível (funcional ou espacialmente) da estrutura do território, com grandes probabilidades de transformação no processo de construção da paisagem, tornando-se, ao mesmo tempo, lugar mais frágil à ocupação e dos mais promissores devido à possibilidade de reestruturação do território. Torna-se então evidente, que a produção da cidade é diretamente dependente dos agentes modificadores do espaço: Estado, proprietários fundiários, proprietários dos meios de produção, promotores imobiliários e grupos sociais excluídos (CORRÊA, 1995), cujas decisões de apropriação urbana refletem uma ocupação mais dispersa ou concentrada, planejada ou espontânea, dentre tantas outras formas de uso e ocupação do solo resultante da grande complexidade que exhibe o ambiente urbano. Quando a ocupação é mais dispersa, favorece a expansão da mancha urbana, envolve maiores investimentos em infraestrutura e maior consumo de energia, aumentando o tempo e os custos de deslocamento no espaço intraurbano. Já quando se configura de forma concentrada, gera um intenso adensamento construtivo, o que pode resultar em problemas de conforto ambiental (térmico e acústico), de privacidade e de sobrecarga da infraestrutura urbana.

A análise, em diferentes escalas espaciais e temporais, da distribuição dos espaços livres nestes territórios, busca auxiliar os planejadores urbanos e gestores públicos no entendimento dos impactos decorrentes do processo de crescimento urbano, na definição de diretrizes para elaboração de Planos Diretores Municipais, assim como para formulação de legislações de uso e ocupação do solo urbano para os municípios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa desenvolveu-se através de uma metodologia composta de 3 etapas: (i) escolha das cidades componentes da amostragem; (ii) coleta de dados gráficos e (iii) preparação da base de dados georreferenciados.

2.1. Escolha das Cidades

A escolha das cidades para estudo comparativo de lacunaridade baseou-se nas relações de similaridade com o contingente populacional da cidade de Campina Grande, sítio principal de pesquisa e cidade componente do grupo de cidades médias brasileiras. Para tanto, foram utilizadas tabelas com dados relativos ao Censo Demográfico de 2010 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Com o intuito de conferir objetividade aos critérios de agrupamento e ampliar possibilidades de comparações, tomou-se como amostra as 10 cidades brasileiras com população mais próxima da cidade de Campina Grande, a mesma possuindo um contingente populacional de 385.213 habitantes (IBGE, 2010). Somou-se aos critérios acima descritos a exclusão de cidades conurbadas⁴ ou em processo de conurbação, visto que a configuração desses agrupamentos é, de certa forma, influenciada pelas cidades circunvizinhas e os espaços livres, objetos da pesquisa, poderiam ser compartilhados ou conjuntamente utilizados. Tal exclusão foi feita de acordo com a “Relação de Áreas Conurbadas no Brasil”, elaborada pela Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL); também foram excluídas cidades cuja mancha urbana não se encontra circundada por zona rural em sua totalidade. Sob os parâmetros acima descritos, foram analisadas essas 10 cidades brasileiras (Tabela 1), incluindo a cidade de Campina Grande, quanto às comparações dos seus valores de lacunaridade.

Tabela 1 Amostra de municípios analisados

Cidade - Estado	População (Em Número De Habitantes)
Caxias do Sul - RS	435 564
Porto Velho - RO	428 527
São José do Rio Preto - SP	408 258
Macapá - AP	398 204
<i>Campina Grande - PB</i>	<i>385 213</i>
Piracicaba - SP	364 571
Montes Claros - MG	361 915
Bauru - SP	343 937
Rio Branco - AC	336 038
Anápolis - GO	334 613

Fonte: Quantitativos fornecidos pelo IBGE referentes ao Censo Demográfico 2010

2.2. Coleta de Dados Gráficos

A partir da definição da amostragem dos espaços que seriam analisados, buscou-se encontrar fontes primárias e secundárias de informações gráficas que pudessem servir de base para a posterior etapa de cálculo e processamento vetorial. O sistema base de arquivos adotado compreendeu os arquivos em formato *shapefile*⁵ disponibilizados *online* pelo

⁴ Cidades cujas malhas urbanas se unificaram e cujo processo faz parte da formação de regiões metropolitanas.

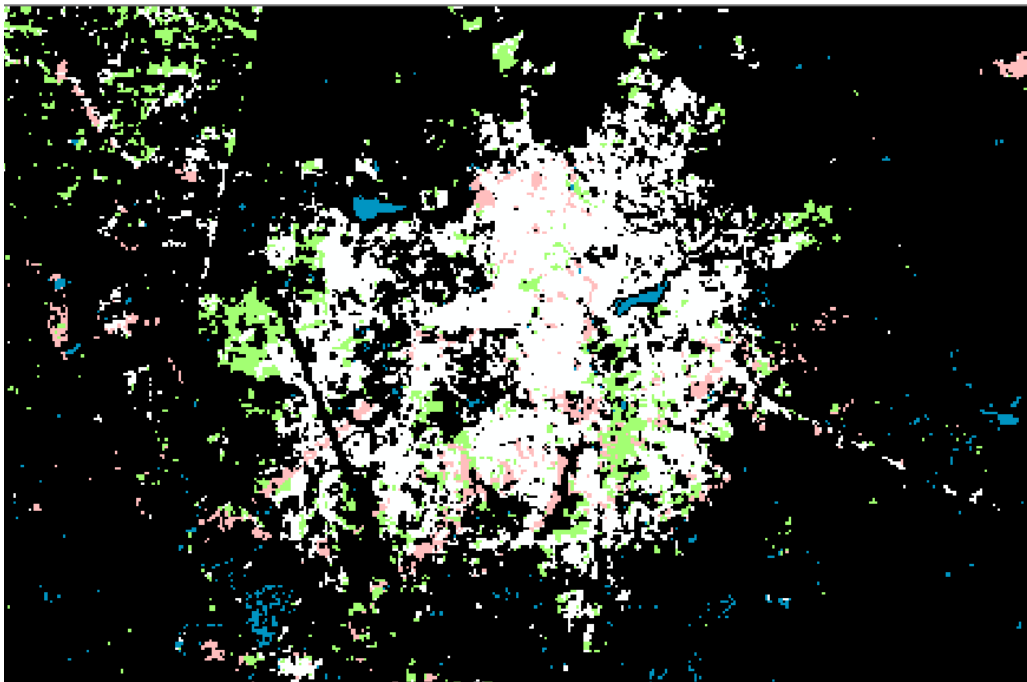
⁵ Formato de arquivos que contém dados geoespaciais em forma de vetores utilizados pelos Sistemas de Informações Geográficas.

IBGE, formulados com base no Censo Demográfico de 2010, e que exibem as delimitações das cidades brasileiras e alguns atributos, sendo a configurações dos setores censitários urbanos o mais importante para o trabalho.

Associados às delimitações definidas pelo IBGE em 2010, utilizou-se os dados matriciais obtidos através do *Global Human Settlement Layer - GHSL* (PESARESI *et al*, 2016) para a representação das configurações espaciais intraurbanas do espaço edificado. A base de dados GHSL é desenvolvida e mantida pelo *Joint Research Centre*, associado à Comissão Europeia de Serviços Científicos, e compreende um extenso estudo acerca dos assentamentos urbanos do Planeta através de imagens de satélite de alta e muito alta resolução. Sob esse aspecto, utiliza-se de fontes primárias de multi-resolução, multi-plataforma, multi-sensor e multi-temporal.

A figura 1 é um recorte do GHSL, representando as áreas construídas de Campina Grande em diferentes datas. Os píxeis brancos correspondem às áreas construídas até o ano de 1975. Os píxeis verdes representam as áreas que foram ocupadas entre os anos de 1975 e 2000. Os píxeis na cor rósea estão associados às áreas ocupadas de 2000 a 2014. Os píxeis em azul compreendem os corpos de água existentes em 2014.

Figura 1 *Global Human Settlement Layer* com recorte de Campina Grande, PB



Fonte: Elaborada pelos autores a partir da base GHSL (1975 - 2014)

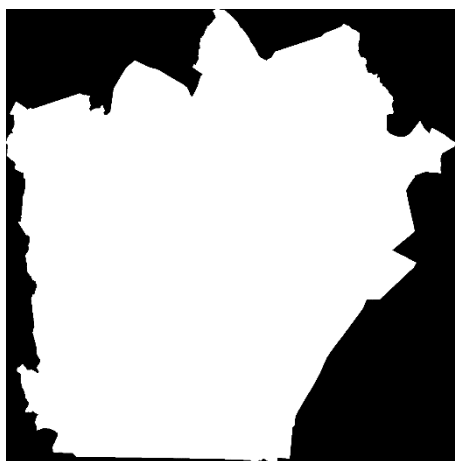
2.3. Preparação da Base de Dados Georreferenciada

A subsequente etapa consistiu na preparação das imagens para processamento através da organização da base de dados coletada. A partir dos arquivos *shapefile* disponibilizados *online* pelo IBGE (Censo Demográfico de 2010), inseridos no *software* ArcGIS versão

10.1, foram isoladas as 10 cidades componentes da amostra escolhida bem como os seus dados de setores censitários. Inicialmente, o trabalho consistiu em definir as manchas urbanas principais de cada município. Ainda fazendo uso das informações contidas nas bases coletadas, classificou-se os setores censitários⁶ quanto ao seu tipo em rural ou urbano. Para tal utilizou-se as definições já feitas pelo IBGE, sendo apenas os setores urbanos definidos como áreas de interesse para a referente pesquisa. A classificação dos setores direcionou a pesquisa para analisar apenas as sedes municipais, excluindo-se aí os distritos, povoados e demais agrupamentos secundários e realizando correções na base do IBGE quando haviam setores censitários do tipo rural circundados pela mancha urbana principal, configurando incoerências e erros na base de dados.

Através do *software* ArcGIS, inseriu-se, como elemento delimitador, um quadrilátero circunscrito a cada área de agrupamento de setores censitários urbanos, cujas dimensões foram definidas pelas coordenadas extremas dos vetores obtidos após a classificação desses setores. A borda gerada é essencial para o processamento das imagens e sua delimitação mais precisa, contudo, também interfere nos resultados do processamento. Feito isso, foram geradas 10 imagens binárias, preto e branco, sendo a mancha urbana representada pela cor branca e a zona rural circundante na cor preta (a figura 2 é um exemplo do procedimento aplicado na cidade de Campina Grande). A partir dessas 10 imagens foram acrescentadas as informações referentes aos assentamentos urbanos presentes no *Global Human Settlement Layer* - GHSL (Figura 3). Considerando-se que a referida base apresenta a configuração dos assentamentos urbanos através dos seus crescimentos em diferentes anos (1975, 1990, 2000 e 2014), foram utilizadas todas as informações em conjunto, de maneira a representar a configuração mais próxima da atual.

Figura 2 Imagem de Campina Grande sem o GHSL



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de bases fornecidas pelo IBGE (2010)

Figura 3 Imagem de Campina Grande com o GHSL



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de bases fornecidas pelo GHSL (1975 - 2014)

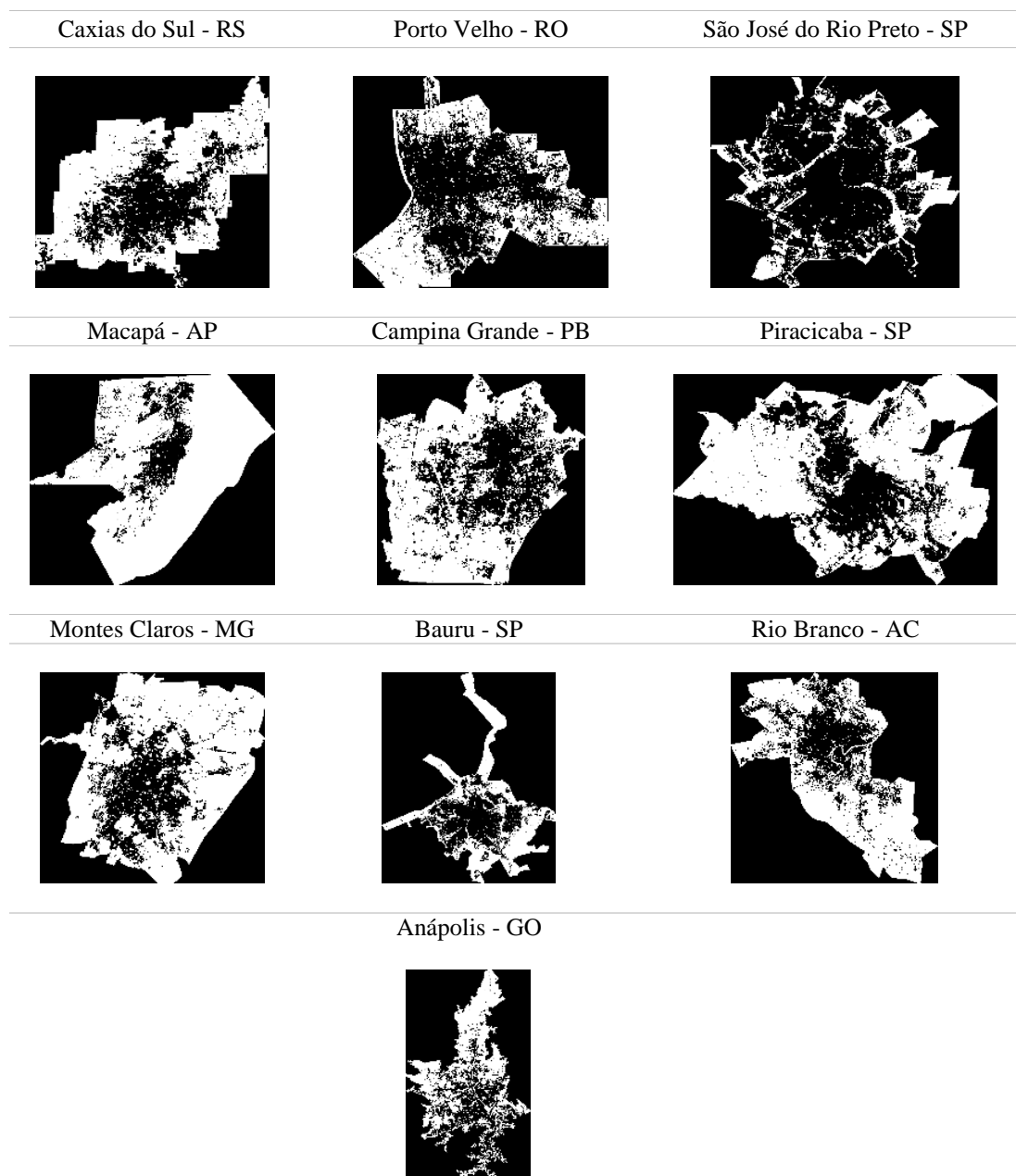
Em seguida, as 10 imagens geradas foram inseridas no *software* de processamento de imagens Image J⁷, através do qual foram “cortadas”, ou seja, reduzidas até os seus limites

⁶ Unidade territorial contínua estabelecida pelo IBGE para fins de controles cadastrais.

⁷ Programa de processamento de imagens multidimensionais de domínio público.

laterais e verticais. Essas matrizes geradas representam a amostra de imagens utilizadas como objeto do processamento digital (Figura 4).

Figura 4 Imagens das 10 cidades componentes da amostragem



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de bases fornecidas pelo IBGE (2010) e GHSL (1975 - 2014)

3. CÁLCULO DE LACUNARIDADE

O cálculo dos valores de lacunaridade foi baseado na análise da imagem binária de cada centro urbano, contida no polígono quadrilátero que circunscreve o contorno dos setores censitários do tipo urbano, com as informações das áreas construídas do GHSL e dos

setores rurais do entorno representadas por pixels pretos, e as áreas vazias ou não construídas representadas por pixels brancos.

Tendo as bases matriciais geradas, definiu-se o método das caixas deslizantes, proposto por Allain e Cloitre (1991) para o cálculo da lacunaridade das 10 cidades em estudo. O método utilizado faz uso de caixas móveis e de dimensões variáveis para obtenção da média de valores de lacunaridade. As caixas variam entre 1 x 1 pixel, definida como o menor tamanho, e 45% da dimensão linear da imagem, sendo esta a maior caixa. A pesquisa fez uso de 10 tamanhos diferentes de caixas contidos nesse intervalo, e com movimentação a cada um pixel. O cálculo foi feito utilizando o software de processamento de imagens Image J, a partir de seu *plugin* FracLac⁸, que analisa padrões em imagens digitais.

Segundo Barros Filho (2006), o índice de lacunaridade L de um caixa com tamanho r pode ser obtido a partir da seguinte fórmula:

$$L(r) = 1 + (\text{Var}(S)/E^2(S)) \quad (1)$$

Onde:

L: lacunaridade

r: tamanho da caixa

Var(S): variância da massa das caixas

$E^2(S)$: média das massas das caixas

Os valores obtidos compreendem a leitura e processamento digital dos píxeis pretos de cada imagem, ou seja, a leitura da borda circundante de cada centro urbano e dos seus elementos construídos (GHSL) para que sejam analisados os vazios ou lacunas presentes nessas áreas (Tabela 2).

Tabela 2 Tabela dos valores de lacunaridade para Campina Grande

Tamanho das caixas	Valores de Lacunaridade Com GHSL
1	1,8312
2	1,5267
3	1,4442
4	1,3704
5	1,3018
6	1,2382
7	1,1831
8	1,1405
9	1,1118
10	1,0728

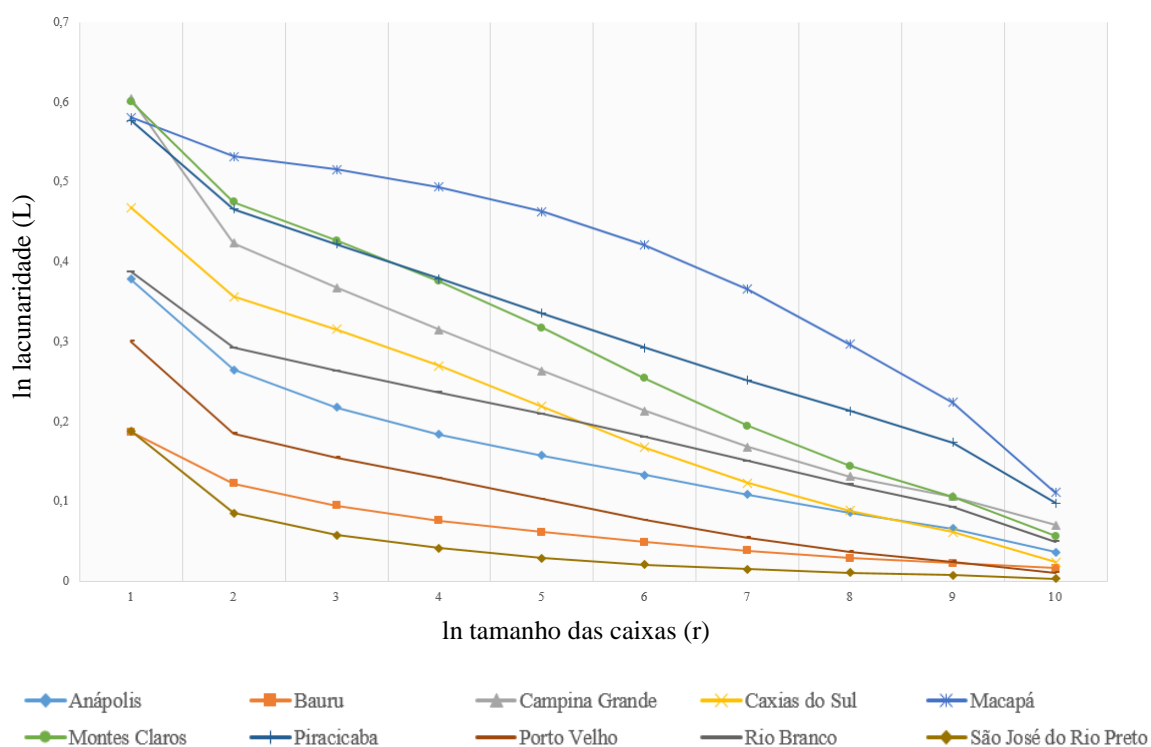
Fonte: Elaborada pelos autores

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

⁸ *Software* utilizado em associação ao Image J que possibilita um conjunto de análises fractais e morfológicas, desenvolvido pela *Charles Sturt University*, Austrália.

É sabido que o índice de Lacunaridade varia entre 1 e infinito, onde o valor 1 indica ausência de vazios no padrão espacial ou uniformidade na distribuição desses espaços e valores diferentes de 1 indicam a não-uniformidade dos padrões. Esses valores variam em função (i) da distribuição geométrica dos vazios no padrão espacial, (ii) da escala ou tamanho r da caixa considerada e (iii) da densidade p de píxeis de interesse que ocupam em uma imagem (BARROS FILHO, 2006). A partir do cálculo dos valores de lacunaridade das imagens em estudo, foram obtidos resultados relativos à cada tamanho de caixa utilizado na análise dos píxeis de interesse, que nesse caso referem-se à distribuição dos vazios nas imagens. Para melhor compreensão e análise desses dados, foi elaborado um gráfico logarítmico cruzando informações de lacunaridade e tamanho das caixas (Figura 5). As curvas geradas por tais gráficos revelam diferentes padrões espaciais.

Figura 5 Curvas de lacunaridade das 10 cidades médias analisadas

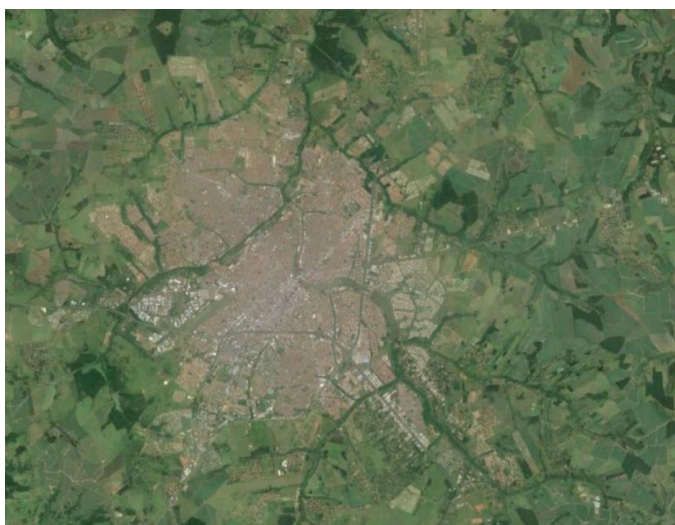


A análise inicial mostra que 90% das cidades em estudo apresentam curvas côncavas de lacunaridade, o que representa padrões espaciais cujos vazios estão randomicamente distribuídos (BARROS FILHO, 2006) e onde valores relativamente altos de lacunaridade representam imagem com poucos, mas grandes vazios (PLOTNICK; GARDNER; O'NEILL, 1993; PLOTNICK *et al*, 1996; DALE, 2000 *apud* BARROS FILHO, 2006).

Em oposição às demais, a cidade de Macapá apresenta curva convexa, o que reflete em espaços livres bem agrupados (ver Figura 4). Isto ocorre porque Macapá possui uma configuração de cabeceira, onde o rio Amazonas atua como atrativo e limitador da mancha urbana às suas margens. Além disso, ao norte, há uma bipartição da sua mancha urbana em virtude da presença de um curso d'água, onde passa a ocupar as margens e perímetro da BR 210. A cidade também exibe os maiores valores de lacunaridade da amostragem, o que indica certa heterogeneidade na configuração e localização desses vazios urbanos analisados.

As cidades de Bauru e São José do Rio Preto (Figura 6) relevam os menores valores de lacunaridade, configurando um padrão de espaços livres urbanos bem distribuídos em suas áreas urbanas. Ambas apresentam intenso espraiamento das áreas construídas, e faixas de transição rural-urbana já bastante ocupadas. Em relação a Bauru, é perceptível também certa segmentação do seu território em função do Rio Bauru e do seu sistema viário, que inclui a SP 300. São José do Rio Preto exibe uma configuração bastante semelhante, de espaços vazios distribuídos de maneira regular circundados por um intenso adensamento de sua mancha urbana.

Figura 6: Imagem de Satélite de São José do Rio Preto



Fonte: Google Earth (2016)

Piracicaba, Montes Claros e Campina Grande configuram-se com valores também altos de lacunaridade, abaixo apenas de Macapá, e seus vazios estão distribuídos de forma randômica. Aqui percebe-se que há um alto agrupamento desses espaços, que se distribuem de forma desigual nas cidades e geram áreas segregadas e de difícil interação com esses vazios urbanos. A cidade de Piracicaba evidencia uma ocupação mais dispersa, desenhada pelos seus corpos d'água que configuram agrupamentos densos, porém descontínuos e segregados por grandes vazios, de maneira que todos os agrupamentos apresentam subáreas vazias e por tal, dentre os maiores valores de lacunaridade analisados. As cidades de Montes Claros e Campina Grande possuem uma ocupação bastante semelhante, de cidades compactas, e cujos atrativos se voltam para os seus próprios centros, sem grande interferência de restrições naturais como o relevo. Para essas, os espaços vazios configuram-se, geralmente, como residuais ou como grandes espaços livres qualificados que dificilmente atendem à toda a cidade e tornam-se elementos componentes da dinâmica imobiliária em seus referidos territórios.

Ocupando os intervalos intermediários de valores de lacunaridade encontram-se as cidades de Caxias do Sul, Rio Branco, Anápolis e Porto Velho, em ordem decrescente de posição. Acerca de suas áreas, as cidades citadas apresentam uma ocupação mais compacta, porém com uma franja de transição rural-urbana em processo de ocupação e adensamento mais evidente (ver Figura 7). Essas zonas apresentam manchas urbanas com certo grau de dispersão de sua ocupação, onde as áreas livres confundem-se com as áreas ocupadas e

configuram uma distribuição randômica dos espaços livres. A partir dessas configurações, entende-se que os vazios embora distribuídos, apresentam-se em maior número, menores dimensões e melhor distribuição ao longo do seu território. A cidade de Rio Branco confunde sua ocupação com os cursos d'água de seu território e descreve uma ocupação intra-quadra mais dispersa e fluida, situação que se repete em Porto Velho (Figura 7).

Figura 7 Imagem de Satélite de Porto Velho



Fonte: Google Earth (2016)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo dos espaços livres ou vazios nas cidades permite construir uma reflexão crítica sobre os limites e as possibilidades de crescimento e reestruturação do espaço urbano, ocupando um lugar cada vez mais central no debate sobre desenvolvimento sustentável. Tais áreas são variáveis tanto em tamanhos como em formas, usos e localizações, podendo ser desde pequenos jardins residenciais até enormes áreas verdes, consideradas como pulmões da cidade (WELCH, 1991 *apud* CARNEIRO, 2010), possuindo central importância na reestruturação e configuração das cidades. Devido à expansão urbana, as gestões públicas tendem a priorizar os espaços livres referentes à rede viária das cidades brasileiras, espaços que são exclusivos para a circulação de veículos, e que precisam ser constantemente alargados e estendidos para suprir a crescente demanda de automóveis particulares. Enquanto isso, os poucos Espaços Livres Públicos de permanência existentes - como recantos, praças, parques e jardins públicos – tornam-se cada vez mais desprezados e abandonados.

A análise da lacunaridade traça um método científico de leitura e processamento desses espaços, seus padrões, seus agrupamentos e suas quantificações, embasando a análise multiescalar de padrões de texturas em imagens binárias, distinguindo sua morfologia e auxiliando em inúmeros tipos de estudos e leituras do espaço. Compreender essas lacunas é subsídio para planejadores, gestores e os cidadãos em geral na definição de iniciativas que possam melhorar ou requalificar esses ambientes urbanos.

As inferências do presente artigo evidenciam que a maioria das cidades analisadas têm seus vazios urbanos distribuídos, porém essa distribuição quase nunca é homogênea, o que

dificulta os acessos para a maioria dos habitantes, gerando por vezes espaços atrativos ao crescimento e outras, retrativos da expansão urbana onde os agentes modificadores do espaço atuarão na sua constante construção e reconstrução.

Embora considerando-se aqui a análise da lacunaridade entre cidades como foco do trabalho, o método configura-se como meio para uma grande diversidade de aplicações, desde estudos sobre segregação social, até estudos intraurbanos e leitura de padrões dentro de um mesmo território em diferentes escalas. Embora sujeita a um grande número de métodos de análise científica, o estudo de lacunaridade é dependente da subjetividade desses métodos e parâmetros adotados, permitindo diversas reflexões e críticas, contribuindo para uma compreensão cada vez mais abrangente da complexidade do espaço urbano.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela concessão dos recursos que auxiliaram o desenvolvimento da pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLAIN, C.; M. CLOITRE, M. (1991) Characterizing lacunarity of random and deterministic fractal sets. **Physics Review A**, v.44, 3552-58.

BARROS FILHO, M. N. M. (2006) As múltiplas escalas da diversidade intraurbana. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Pernambuco.

CARNEIRO, A. R. S. (2010) **Parque e paisagem: um olhar sobre o Recife**. Recife: Editora da UFPE.

CORRÊA, R. L. (1995) **O espaço urbano**. São Paulo: Ática.

DALE, M. R. T. (2000) Lacunarity analysis of spatial pattern: a comparison. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 15, p. 467-478.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010) **Censo Demográfico 2010**. Em: <<http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais>>. Acesso em: setembro de 2015.

MANDELBROT, B. (1982) **The fractal geometry of nature**. New York: Freeman.

PESARESI, M. *et al.* (2016) Operating procedure for the production of the Global Human Settlement Layer from Landsat data of the epochs 1975, 1990, 2000, and 2014; **JRC Technical Report EUR 27741 EN**; doi:10.2788/253582.

PLOTNICK, R. *et al.* (1996) Lacunarity analysis: a general technique for the analysis of spatial patterns. **Physical Review**, New York (US), v. 55, n.5, p. 5461-5468.

PLOTNICK, R; GARDNER, R. H.; O'NEILL, R. V. (1993) Lacunarity indices as measures of landscape texture. **Landscape Ecology**, Dordrecht, v. 8, n. 3, p. 201-221.

SMITH, T.G.; LANGE, G.D. (1998) Biological cellular morphometry: fractal dimensions, lacunarity and multifractals. In: LOSA, G. *et al* (Eds.). **Fractal in Biology and Medicine**. Berlin: Birkhäuser. p. 30-49.

SUI, D.; ZENG, H. (2000) Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging Desakota region: a case study in Shenzhen. **Landscape and Urban Planning**, S.l., n. 758, p.1-16.

TARDIN, R. (2008) *Espaços livres: sistema e projeto territorial*. Rio de Janeiro: 7 Letras.

WELCH, D. (1991) **The Management of Urban Parks**. London: Longman.

WU, X.B.; SUI, D.Z. (2001) An initial exploration of a lacunarity-based segregation measure. **Environment and Planning B**, S.l., v. 28, n. 3, p. 433-446.