

MEDIDAS DE DENSIDADE E LACUNARIDADE NA DISCRIMINAÇÃO DA FORMA URBANA: O CASO DAS ZEIS EM CAMPINA GRANDE, PB

DENSITY AND LACUNARITY MEASURES IN THE DISCRIMINATION OF URBAN FORM: THE CASE OF ZEIS IN CAMPINA GRANDE, PARAÍBA

Mauro Normando Macêdo Barros Filho
Matheus Batista Simões
Yara Synthia Araújo Silva

RESUMO

A densidade urbana tem sido uma das principais medidas utilizadas para caracterizar a forma nas cidades, mas não é a única. A lacunaridade é uma propriedade de objetos fractais que permite diferenciar texturas urbanas em imagens de satélite. Este artigo busca avaliar a capacidade de ambas as medidas em discriminar a forma urbana das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) em relação às demais áreas da cidade (Não-ZEIS). A análise da densidade foi realizada a partir dos indicadores do *Spacematrix* e a análise da lacunaridade a partir da aplicação do algoritmo de caixas deslizantes em diferentes escalas. Os valores obtidos com essas medidas em ZEIS e Não-ZEIS de Campina Grande foram comparados entre si, com o uso de técnicas de análise discriminante, considerando diferentes distâncias entre essas áreas na cidade. Ao avaliar os resultados, verifica-se que lacunaridade e densidade são medidas complementares que podem auxiliar na (re)formulação de zoneamentos e índices urbanísticos. Ambas revelam que as ZEIS tendem a ser morfologicamente mais semelhantes às Não-ZEIS mais próximas do que mais distantes. No entanto, a lacunaridade demonstrou ser mais eficiente que a densidade em discriminar as ZEIS das Não-ZEIS, além de ser uma medida mais facilmente aplicável que a densidade.

Palavras-chave: Densidade. Lacunaridade. Forma Urbana. ZEIS.

ABSTRACT

Urban density has been one of the main measures used to characterize shape in cities, but it is not the only one. The lacunarity is a property of fractal objects that makes differentiating urban textures in satellite images possible. This article seeks to assess the ability of both measures to discriminate the urban form of Special Zones of Social Interest (ZEIS) from other areas of the city (Non-ZEIS). Density analysis was performed using Spacematrix indicators and lacunarity analysis by applying the sliding box algorithm at different scales. The values obtained from these measurements in ZEIS and Non-ZEIS in Campina Grande were compared with each other, by using discriminant analysis techniques, considering different distances between these areas in the city. When evaluating the results, we verify that lacunarity and density are complementary measures that can help in the (re)formulation of zoning areas and urban indices. Both reveal that ZEIS tend to be morphologically more similar to closer non-ZEIS than to more distant ones. However, lacunarity proved to be more efficient than density in discriminating ZEIS from Non-ZEIS, in addition to being a more easily applicable measure than density.

Keywords: Density. Lacunarity. Urban Form. ZEIS.



1 INTRODUÇÃO

A população mundial em favelas pode alcançar a marca de um bilhão até o ano de 2030, caso o atual ritmo de crescimento se mantenha constante (UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME, 2007). Diante dessa realidade, o Ministério das Cidades elaborou o Guia de Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários (BRASIL, 2010), com o objetivo de aprofundar o conhecimento das desigualdades urbanas e, a partir disso, buscar ações de intervenções que promovam a inclusão socioespacial da população brasileira residente nesses assentamentos, tais como: regularização fundiária, atendimento social, melhorias habitacionais e adequações urbanísticas, com a implantação de infraestrutura, equipamentos e serviços urbanos.

O Guia estabelece um procedimento capaz de ser aplicado em qualquer município do Brasil, e que segue as seguintes etapas: (i) coleta de informações cartográficas disponíveis através de referências, como censo mais atual disponibilizado pelo IBGE e o levantamento dos Setores Especiais de Aglomerados Subnormais (SEAS), cadastro de loteamentos irregulares ou deteriorados, levantamento topográfico de assentamentos precários, cadastro de áreas de risco elaborado por órgãos como a Defesa Civil e cadastro das concessionárias responsáveis por serviços de água, esgoto e luz, sendo que essa última mapeia áreas não-atendidas e focos de ligações clandestinas; (ii) escolha de uma base cartográfica, como um mapa de ruas e logradouros públicos em formato digital e georreferenciado, que pode ser construída a partir de uma base vetorizada (em formato *dwg* ou similar) ou de imagens de sensoriamento remoto, a exemplo do *Google Earth*; (iii) mapeamento preliminar, no qual técnicos podem trabalhar diretamente em cima de imagens, interpretando padrões de textura e criando perímetros ou *layers* georreferenciadas; (iv) caracterização dos assentamentos; e (v) vistorias em campo.

Na terceira etapa de mapeamento preliminar, o Guia reconhece que os assentamentos precários apresentam particularidades em seu modo de ocupação, perceptíveis a partir de imagens de sensoriamento remoto, trazendo o termo “textura” como critério de distinguibilidade do assentamento precário em relação ao seu entorno:

A sobreposição desses perímetros à imagem aérea deixa evidente como a ‘textura’ da favela se diferencia do entorno [...] ou seja, a aparência que o seu traçado urbano apresenta na foto aérea ou imagem de satélite (BRASIL, 2010, p. 39-41).

O termo textura pode ser entendido na literatura como a variação dos tons dos píxeis de imagens (BARROS FILHO, 2006), sendo sua análise útil para diferenciar padrões na cidade. No entanto, a análise de textura proposta no Guia é visual e fica sujeita a diferentes interpretações pelos analistas. Portanto, não há critérios preestabelecidos e nem recorre a cálculos que facilitem processos automáticos de classificação. Concomitante a esses direcionamentos, diversos autores já fazem uso de métodos automáticos para analisar texturas de imagens de satélite, de modo a identificar assentamentos precários (BARROS FILHO, 2006; LEÃO, 2011; KIT; LUDKE, 2013; OWEN; WONG, 2013). A partir da textura de imagens de satélite, é possível extrair informações acerca da presença e da distribuição dos espaços livres na cidade, bem como a presença ou não de vegetação, e a relação desses espaços com o gabarito das edificações que, quanto mais elevadas, de forma maior projetam suas sombras. As imagens de satélite, diante disso, configuram-se como um recurso acessível na complementação de bases cartográficas municipais.

Kuffer *et al.* (2016) ressaltam que existe uma variedade de padrões morfológicos em assentamentos precários que são perceptíveis por imagens de sensoriamento remoto, tais como: (i) geometria das construções; (ii) densidade construtiva; (iii) traçados viários; (iv) materiais construtivos das cobertas; (v) presença de vegetação; e (vi) localização geográfica. A partir de um levantamento de pesquisas realizadas em áreas geográficas de todo o globo, os autores constataram que os assentamentos precários compartilham de características comuns. Apresentam, em geral, edificações com tamanhos pequenos, alta densidade construtiva, vias com traçados irregulares e não-pavimentadas, materiais improvisados nas cobertas. Além disso, localizam-se, frequentemente, em áreas periféricas, carentes de vegetação e sujeitas a riscos ambientais de desmoronamento (por serem muito íngremes em encostas de morros) ou de alagamento (por se situarem nas margens de corpos hídricos). Es-

sas características distinguem os assentamentos precários de áreas de classe média e alta na cidade.

A precariedade urbana possui correlação com os espaços livres, que tendem a ser escassos nos assentamentos precários devido a processos desenfreados de ocupação informal e autoconstrução. Estudos apontam que o mercado imobiliário formal e os programas habitacionais governamentais não conseguem atender à demanda por moradia da população de baixa renda, que geralmente ocupa lugares ilegais, de baixo interesse do mercado, ou de difícil acesso e urbanização (ABRAMO, 2007; BALTRUSIS, 2007).

Muitos desses assentamentos precários são classificados como Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e reconhecidos por planos diretores municipais. Essas zonas, inicialmente criadas em Recife e em Belo Horizonte no início da década de 1980, e difundidas nas demais cidades brasileiras com a aprovação do Estatuto das Cidades (2001), têm como objetivo fazer cumprir a função social da propriedade, por meio de instrumentos de política urbana, e desenvolver um plano específico de urbanização, de acordo com o padrão de ocupação do assentamento, seguindo normas especiais para a sua regularização, sob o princípio de respeito às suas características socioespaciais (ROLNIK, 2001; MARINHO, 1998). Seu reconhecimento dá-se pela delimitação espacial que deve constar no zoneamento da cidade, segundo o seu respectivo Plano Diretor.

Entende-se que as ZEIS não detêm a precariedade da cidade por completo, mas contêm uma parcela representativa dela. Segundo a Lei Municipal nº 4.806, de setembro de 2009 de Campina Grande (PB), objeto de estudo desta pesquisa, para uma área ser transformada em ZEIS precisa “ter uso predominantemente residencial; apresentar precariedade ou ausência de serviços de infra-estrutura básica; renda familiar média igual ou inferior a 03 (três) salários mínimos; possuir pelo menos 50 domicílios” (CAMPINA GRANDE, 2009, p.8). Ainda segundo essa Lei, não poderão ser transformadas em ZEIS: áreas sob viadutos, pontes, oleodutos, redes de alta tensão, áreas que apresentem risco à vida, Áreas de Preservação Permanente (APP) e áreas destinadas à ampliação ou instalação de infraestrutura pública (CAMPINA GRANDE, 2009, p.9). Além disso, as ZEIS devem apresentar normativas urbanísticas diferenciadas do

restante da cidade, devido às suas especificidades de ocupação, sendo a Morfologia Urbana importante na detecção e diferenciação dessas zonas do restante da cidade.

Cabe ressaltar que o processo de ocupação desses assentamentos não ocorre de modo homogêneo e as características – tanto físico-ambientais, como socioeconômicas – do sítio que ocupam e do entorno onde estão inseridos são diversas. Alguns ocupam áreas planas; outros, áreas íngremes; alguns são pequenos, outros são de grandes dimensões; alguns localizam-se em áreas centrais e consolidadas; outros, em áreas periféricas e ambientalmente frágeis. Tais diferenças refletem na diversidade dos seus padrões morfológicos.

Dentro do contexto de reconhecimento de assentamentos precários cresce a importância de metodologias que mensurem suas particularidades morfológicas. Diante disso, o presente artigo busca avaliar o potencial das medidas de lacunaridade, calculada a partir da textura de imagens de satélite, e de densidade, calculada a partir de um conjunto de índices urbanísticos, como taxa de ocupação, média de gabarito e índice de aproveitamento, extraídos de bases cartográficas vetorizadas. Essas duas medidas foram aplicadas para diferenciar a forma urbana em recortes classificados como ZEIS e Não-ZEIS no município de Campina Grande, Paraíba, por meio da comparação dos resultados obtidos a partir da aplicação de método de análise discriminante.

Este artigo está estruturado em seis partes. As duas primeiras introduzem, respectivamente, às medidas de densidade e lacunaridade aplicadas neste artigo. Na terceira parte é caracterizado o objeto de estudo. A quarta descreve a metodologia adotada. A quinta apresenta e discute sobre os resultados obtidos. E, finalmente, a sexta faz uma conclusão, apontando as principais contribuições e limitações dessas medidas ao planejamento e gestão urbanos, assim como seus desafios e futuros desdobramentos.

2. DENSIDADE URBANA

A densidade é um instrumento de compreensão e estruturação do espaço urbano que vem ocupando posição central no debate

sobre o crescimento das cidades e seu desenvolvimento sustentável. Serve de apoio à formulação e tomada de decisão – por parte dos planejadores e gestores urbanos – quanto à forma de ocupação de uma determinada área na cidade. Serve também para avaliar a eficiência e o desempenho das propostas e/ou projetos de parcelamento do solo (ACIOLY; DAVIDSON, 1988). Andrade (2016, p. 6-8) acrescenta também que é necessário atrelar os valores de densidade à estruturação do tecido urbano e à tipologia edilícia. Essas especulações assinalam aspectos que auxiliam na compreensão da qualidade urbana e dos padrões de vida social, principalmente em seus aspectos morfológicos, de uso e configurações espaciais.

4

Diante do intenso e complexo processo de ocupação do solo urbano, uma questão fundamental é saber qual tipo de densidade seria o mais apropriado para uma cidade. Para Jacobs (2000 [1961]), densidades muito baixas, tais como propostas pelo planejamento urbano modernista, frustram a diversidade da cidade ao invés de estimulá-la. Cidades com alta densidade podem ser mais compactas e estimular a diversidade. No entanto, podem também favorecer ao aumento da criminalidade e da poluição, da sobrecarga nas infraestruturas e serviços urbanos, bem como apresentar riscos de degradação ambiental, congestionamentos e saturação do espaço (ACIOLY; DAVIDSON, 1988, p. 14), além de interferirem na tranquilidade e na privacidade das pessoas (SILVA; BARROS FILHO, 2019). Gehl (2013) ainda acrescenta que uma alta densidade mal planejada dificulta a ocupação de um espaço urbano, reduzindo assim a qualidade de vida na cidade. Da mesma forma, a baixa densidade tanto pode ser positiva, ao possibilitar maior contato com a natureza, menos poluição, mais tranquilidade e possibilidades de saneamento de baixo custo; como negativa, em razão dos seus altos custos com infraestrutura, da precária acessibilidade aos serviços, da pouca interação social, do baixo controle urbanístico e do excesso de consumo de terra.

Além disso, a percepção de densidade urbana está sujeita a controvérsias e equívocos, pois depende, muitas vezes, das origens culturais, das condições socioeconômicas e da posição ética de quem a analisa na sociedade (ACIOLY; DAVIDSON, 1988). Segundo

Andrade (2016), o debate atual envolve uma discussão polarizada entre argumentações favoráveis à cidade compacta, dominantes no meio acadêmico, e à cidade dispersa (de baixa densidade), havendo ainda adeptos de soluções intermediárias. A falta de consenso e de convicções sobre aspectos relacionados à densidade urbana reforça a pertinência de pesquisas e reflexões mais profundas sobre as estratégias e os limites dos adensamentos construtivo e populacional, que busquem melhorar a qualidade de vida nos assentamentos humanos (ANDRADE, 2016, p. 4-5). Como já ressaltado no tópico introdutório, de modo geral, os assentamentos precários são mais densos, com espaços de moradia que carecem de espaços livres, tanto privados como públicos – o que traz impacto direto em seu *modus operandi*.

As medidas de densidade são definidas, simplesmente, pela relação entre o número de entidades e a área onde estão inseridas. Nesta relação, as entidades podem ser diversas, tais como pessoas, residências, serviços ou pavimentos (BERGHAUSER PONT; HAUPT, 2009), e as áreas podem ter variados tamanhos. São, portanto, medidas capazes de produzir diversos resultados, em função dos diferentes tipos de entidades (como densidades populacional e habitacional) e de áreas (como densidades líquida e bruta) consideradas nesta relação. Podem, dessa forma, gerar diversos índices, como taxas de ocupação e coeficientes de aproveitamento (ALVES, 2011).

De acordo com Berghauer Pont e Haup (2009), índices de densidade usados isoladamente não são capazes de descrever a forma do espaço urbano. Diante disso, os autores sugerem um espaço tridimensional, conhecido como *SpaceMatrix*, onde é possível visualizar a combinação entre eles. A projeção dos valores de Intensidade de Construção (FSI), Compactação do Ambiente Construtivo (GSI) e Densidade de Rede (N) em um plano gera um gráfico chamado de *SpaceMate*, cujos eixos contêm os valores de GSI e FSI, dos quais derivam outros dois índices: Pressão no Espaço Livre (OSR) e Número Médio de Pavimentos (L). Agregados, esses índices sintetizam a composição da densidade no espaço urbano e ajudam a caracterizar a forma urbana em quatro níveis de agregação espacial: lote, ilha, tecido e distrito.

3. LACUNARIDADE URBANA

A Lacunaridade surge como desdobramento dos estudos desenvolvidos pelo matemático francês Benoit Mandelbrot (1982) acerca da teoria dos fractais. Ao observar a riqueza de detalhes dos fenômenos naturais, ele concluiu que a geometria euclidiana era incipiente para abarcar tamanha complexidade visual, pois essa descreve estruturas regulares, uniformes e contínuas. Esses fenômenos, por outro lado, poderiam ser mais bem descritos através da geometria fractal, devido às suas características irregulares, não-uniformes, fragmentadas, descontínuas e repletas de autossimilaridade ao se analisar objetos em diferentes escalas (MANDELBROT, 1982).

A teoria dos fractais encontrou espaço na análise de texturas urbanas através de imagens de cidades, ao observar que o arranjo das edificações, dos lotes e das quadras apresenta irregularidades, diversidade e complexidades que não poderiam ser descritos apenas através da geometria euclidiana. A partir disso, constatou-se que o tecido urbano, em toda sua complexidade de curvas e superfícies, é fractal por natureza, ou seja, os arranjos entre os espaços livres e edificados emulam fractais (BATTY; LONGLEY, 1994).

O uso da lacunaridade como indicador de textura urbana parte da análise de imagens de sensoriamento remoto e está relacionado com a distribuição das lacunas (vazios) em diferentes escalas (PLOTNICK *et al.*, 1996). Essas lacunas são medidas através do conjunto de píxeis em que, quanto maior a lacunaridade, maior a heterogeneidade na distribuição. A homogeneidade, por outro lado, indica uma baixa lacunaridade. Por se tratar de uma grandeza multiescalar, a escala da análise de imagens influencia os valores de lacunaridade, de modo que quanto menor for essa escala, menor será o valor de lacunaridade, pois os vazios tendem a ficar mais bem distribuídos.

A lacunaridade permite associar as imagens de satélite a padrões sociais e econômicos. Diante disso, diversos estudos foram desenvolvidos usando esse conceito para distinguir áreas urbanas formais de favelas (BARROS FILHO, 2006; LEÃO, 2011; KIT; LUDEKE, 2013; OWEN; WONG, 2013), partindo do pressuposto de que as favelas apresentam geometrias de construção irregulares, alta den-

sidade construtiva e padrão irregular de arruamentos, em comparação com a cidade formal, que apresentam áreas com traçados mais ortogonais, maiores edificações e quantidade de espaços livres (KUFFER *et al.*, 2016). Diversos estudos concluíram que áreas formais e regulares da cidade tendem a apresentar valores maiores de lacunaridade; já os assentamentos precários, valores menores (BARROS FILHO, 2006).

Existem diversos modos de calcular a lacunaridade em imagens com dois ou mais *bits*. Os métodos comumente utilizados são o de Caixas Deslizantes (*Gliding Box*), desenvolvido por Allain e Cloitre (1991), e o de Contagem Diferencial de Caixas (*Diferencial Box Counting*), proposto por Dong (2000), utilizado para imagens com oito *bits*, ou seja, com 256 tons de cinza. Neste último, uma caixa deslizante passa pela imagem e calcula a intensidade média dos píxeis, gerando valores de lacunaridade. Uma distribuição de frequência de massas de caixa $n(S,r)$ é então criada. Esta distribuição de frequência é convertida para uma distribuição de probabilidade $Q(S,r)$, dividindo cada valor de frequência pelo número total de caixas deslizantes de um determinado tamanho $N(r)$.

5

$$L(r) = \frac{\sum_M (M^2)Q(M,r)}{[\sum_M MQ(M,r)]^2} \quad (1)$$

$$n_r(i,j) = v - u - 1 \quad (2)$$

$$M_r = \sum_{i,j} n_r(i,j) \quad (3)$$

$Q(M,r)$ = Distribuição de probabilidade da massa; M = Massa da imagem em escala de cinza; $n(i,j)$ = Altura relativa da coluna em i e j . Fonte: Dong (2000).

4. OBJETO DE ESTUDO

Localizado na região do Agreste do estado da Paraíba, o município de Campina Grande (latitude 7°13'50" S e longitude 35° 52' 52" W) está a 508m do nível do mar e dista cerca de 131km da capital, João Pessoa (Figura 1). Abriga uma população estimada de apro-

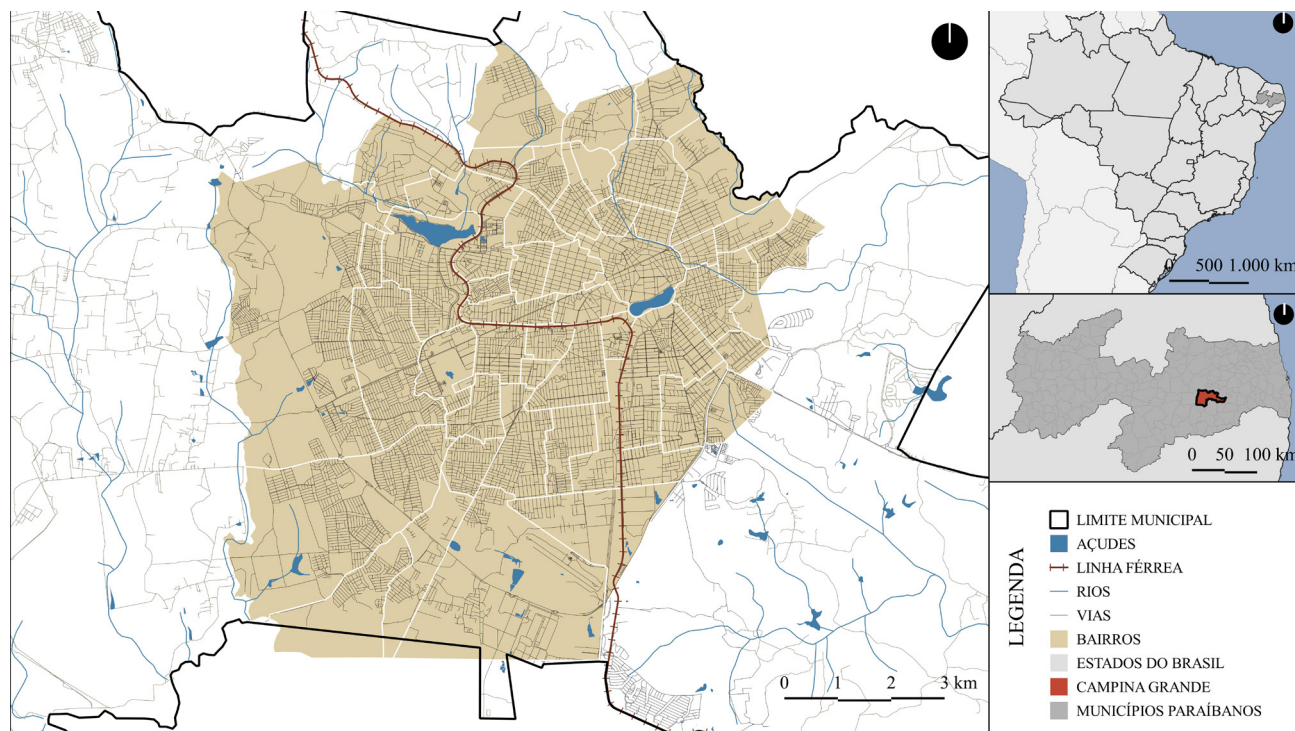


Figura 1 – Localização da Macrozona Urbana de Campina Grande.

Fonte: SEPLAN (2010) e IBGE (2020), editada pelos autores (2021).

ximadamente 411.807 habitantes (IBGE, 2020) e tem densidade demográfica equivalente a 648,31 hab./km² (IBGE, 2010).

O seu crescimento inicial deu-se devido à chegada da linha férrea em 1907 – vinculada a atividades comerciais, principalmente o comércio do algodão – trazida pela Great Western, uma empresa de capital inglês que atuava no transporte de passageiros e cargas. Entre os anos de 1930 e 1940, a cidade sofreu reformas urbanas modernistas, baseadas em princípios higienistas, estéticos e de mobilidade urbana, que resultaram no alargamento de vias e no aumento de espaços livres públicos nas áreas mais centrais, deixando de fora a parcela da população que vivia nas áreas mais periféricas (QUEIROZ, 2008).

Concomitante ao processo de expansão urbana, o alto preço para o acesso à terra e moradia culminou em um processo de favelização

que marcou a segunda metade do século XX. Esse espraiamento, por sua vez, configurou um tipo de cidade que se caracteriza pela periferização, fragmentação e dispersão urbana. Segundo Melo (1986), a crise econômica, social e política do período fez com que, do final da década de 1970 ao início da década de 1980, o número de favelas crescesse de três para dezessete. Esse crescimento é perceptível nos dados do IBGE (2000), nos quais, já no início do século, foram contabilizados 6.037 domicílios em Setores Especiais de Aglomerado Subnormal (SEAS), distribuídos por 12 bairros da cidade, com uma população estimada de 25.294 habitantes. Apenas na ZEIS Pedregal (Figura 2), localizada na Zona Oeste de Campina Grande, a população cresceu de 1.040 habitações (1983) para 2.158 habitações (2000), um aumento de 207,5% (MAIA, 2010). Em 2010, o território municipal foi dividido pelo IBGE em 488 setores censitários, dos quais 39 foram classificados como SEAS.

A já mencionada Lei Municipal nº 4.806 (CAMPINA GRANDE, 2009) instituiu 19 ZEIS (sendo 17 do Tipo I e duas do Tipo II), a partir da caracterização, análise e classificação dos assentamentos precários. As ZEIS Tipo I foram definidas como áreas públicas e particulares ocupadas por assentamentos precários e população de baixa renda, nas quais busca-se estabelecer ações de regularização fundiária e urbanista, bem como a implantação de equipamentos públicos. Já as ZEIS Tipo II se referem a grandes espaços vazios sujeitos à implementação de Habitações de Interesse Social (HIS). Este trabalho tem como objeto de estudo as ZEIS Tipo I, visto que elas representam a morfologia de zonas precárias em sua gênese e em sua configuração mais comum.

A concepção básica do instrumento de ZEIS é incluir, no zoneamento da cidade, uma categoria que permita, mediante um plano específico de urbanização, o estabelecimento de um padrão urbanístico próprio para o assentamento, visando integrar a cidade informal à formal (ROLNIK, 2001). Porém, a heterogeneidade do espaço urbano – variedade de atores e entendimentos, de aspectos históricos, físicos, políticos, socioeconômicos e sociais – dificulta a adoção de algumas práticas metodológicas de reconhecimento dessas áreas e

tornam o processo de planejamento urbano lento e oneroso, principalmente pela falta de dados e instrumentos de mapeamento que forneçam informações precisas e atualizadas desses assentamentos. Nesse sentido, a metodologia proposta neste artigo busca contribuir com o processo de reconhecimento das ZEIS através da sua diferenciação formal com áreas Não-ZEIS, bem como na compreensão das especificidades da forma urbana de tais territórios.

5. METODOLOGIA

A metodologia proposta é composta por quatro etapas, a saber: (i) recorte e seleção de fragmentos urbanos; (ii) cálculo de lacunaridade; (iii) cálculo de densidade; e (iv) análise discriminante. A aplicação do cálculo de densidade urbana e de lacunaridade para áreas de ZEIS e Não-ZEIS parte do pressuposto básico, discutido na introdução deste trabalho, de que essas medidas são inversamente proporcionais, ou seja, a lacunaridade tende a ser menor em áreas precárias, por possuir uma textura urbana mais homogênea; enquanto a densidade urbana tende a ser maior nessas mesmas áreas por possuir uma grande quantidade de construções aglomeradas

7



Figura 2 – Vista aérea de Campina Grande, na qual se percebe a alta densidade construtiva da ZEIS Pedregal (área delimitada por linha vermelha) em relação ao seu entorno.

Fonte: Simões (2021).

em uma área reduzida. O uso da análise discriminante busca descobrir qual dessas medidas apresenta maior capacidade de diferenciação entre amostras selecionadas de ZEIS e Não-ZEIS.

5.1 RECORTE E SELEÇÃO DE FRAGMENTOS URBANOS

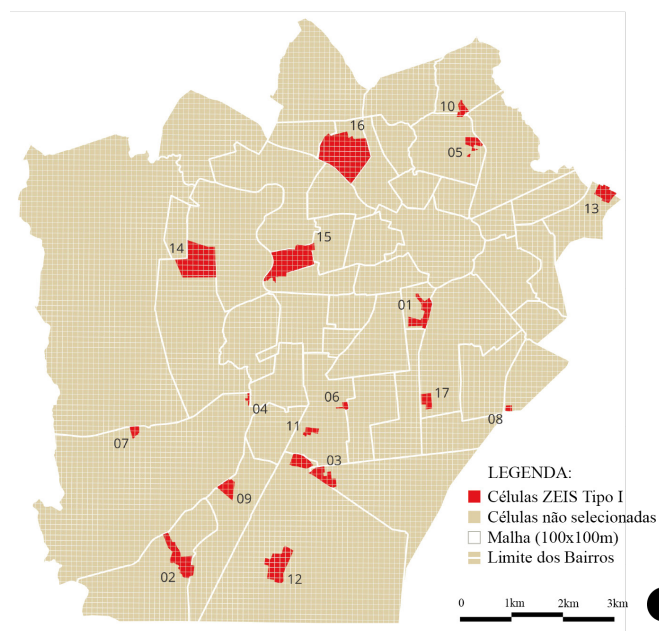
Inicialmente, foi construído um mapa da Macrozona Urbana da cidade de Campina Grande no *software* QGIS 3.10, a partir das seguintes bases: (i) imagens de satélite disponibilizadas e capturadas em 2018 de modo *online* pelo Google Earth Pro – a escolha dessa plataforma se deve pelo fato da obtenção ser gratuita e amplamente disponível; (ii) base cartográfica municipal com os limites dos bairros e edificações, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Campina Grande, atualizada em 2011, mas compatível com as imagens de satélites capturadas e georreferenciadas no sistema de coordenadas SIRGAS 2000 e em formato *shapefile*; e (iii) delimitação dos polígonos das ZEIS Tipo I, também georreferenciadas ao

SIRGAS 2000, com coordenadas disponibilizadas pela Lei Municipal nº. 4.806 de 2009.

Em seguida, uma malha com células de um hectare (100m x 100m) foi sobreposta ao mapa, utilizando como referência as coordenadas do centroide do polígono da ZEIS Invasão de Santa Cruz, cuja área territorial é a menor (igual a 1,03ha) dentre as 17 ZEIS Tipo I da cidade (Figura 3), ocupando mais de 50% de uma célula. Assim, foi possível obter pelo menos uma célula representativa de cada ZEIS Tipo I.

A partir desta malha, um novo recorte foi obtido, identificando dois tipos de células: ZEIS e Não-ZEIS. O primeiro tipo totaliza 252 células e correspondente ao nível 0 (N0). A célula mais representativa de cada ZEIS foi identificada como aquela cuja imagem apresentava um valor de lacunaridade com menor desvio em relação à média dos valores das imagens de todas as suas células, sendo o desvio de cada imagem expresso por: $D_i = |(L_i - \bar{L})|$, onde L_i é a

8



ID	ZEIS Tipo I	Área (Ha)
01	Califon/Estação Velha	12,75
02	Catingueira/Riacho do Bodocongó	19,45
03	Invasão da Macaíba/Novo Horizonte	19,21
04	Invasão de Santa Cruz	1,03
05	Invasão do Alto Branco	5,61
06	Invasão do Pelourinho	1,71
07	Invasão do Verdejante	3,10
08	Invasão dos Brotos	1,36
09	Três Irmãs	7,51
10	Vila de Santa Cruz	4,01
11	Novo Cruzeiro	3,34
12	Catolé de Zé Ferreira	21,93
13	Jardim Europa	8,59
14	Invasão Ramadinha II	40,35
15	Pedregal	38,26
16	Jeremias	62,00
17	Nossa Senhora Aparecida	5,22

Figura 3– Delimitação dos polígonos das ZEIS Tipo I em vermelho inseridos na Macrozona Urbana de Campina Grande (PB) com suas respectivas áreas em hectares. Fonte: Base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campina Grande, editada pelos autores (2021).

lacunaridade da imagem de uma das células da ZEIS, e \bar{L} é a média da lacunaridade das imagens de todas as células da ZEIS (SILVA; BARROS FILHO, 2019). Já o segundo tipo, denominado de Não-ZEIS, refere-se às demais células da Macrozona Urbana.

As células Não-ZEIS foram classificadas em função da sua proximidade com as ZEIS, considerando intervalos de uma célula de distância (100m) das células ZEIS, nomeados aqui de níveis de vizinhança. Em sequência, o Nível 0 (N0) foi atribuído às células ZEIS; o Nível 1 (N1) às células do entorno imediato, contíguas às ZEIS. Este último não foi analisado, pois atua somente como margem de segurança, uma vez que algumas células desse nível possuem um percentual de ZEIS, inferior a 50% da área total, o que poderia influenciar nos resultados.

A Figura 4 exemplifica a nova configuração espacial da ZEIS Santa Cruz (polígono em vermelho), a partir da sobreposição da malha

com células de 100m x 100m, em três níveis de vizinhança, o que permite identificar: a célula representativa da ZEIS (N0), as células do entorno imediato (N1) e as células Não-ZEIS (N2).

Assim, para cada ZEIS Tipo I foram obtidos seis tipos de células Não-ZEIS correspondentes aos níveis (2, 4, 6, 8, 10 e 12), totalizando 102 células. A seleção das células Não-ZEIS ainda se baseou em três critérios específicos, descritos a seguir.

1º critério: células localizadas dentro da macrozona urbana

Este critério tratou de observar as células Não-ZEIS vizinhas às ZEIS que se localizam nas franjas da cidade, onde há uma grande parcela da terra não edificada, o que impossibilita a análise da relação entre os espaços livres e edificados. Com isso, foi necessário delimitar a Macrozona Urbana da cidade de Campina Grande e separá-la

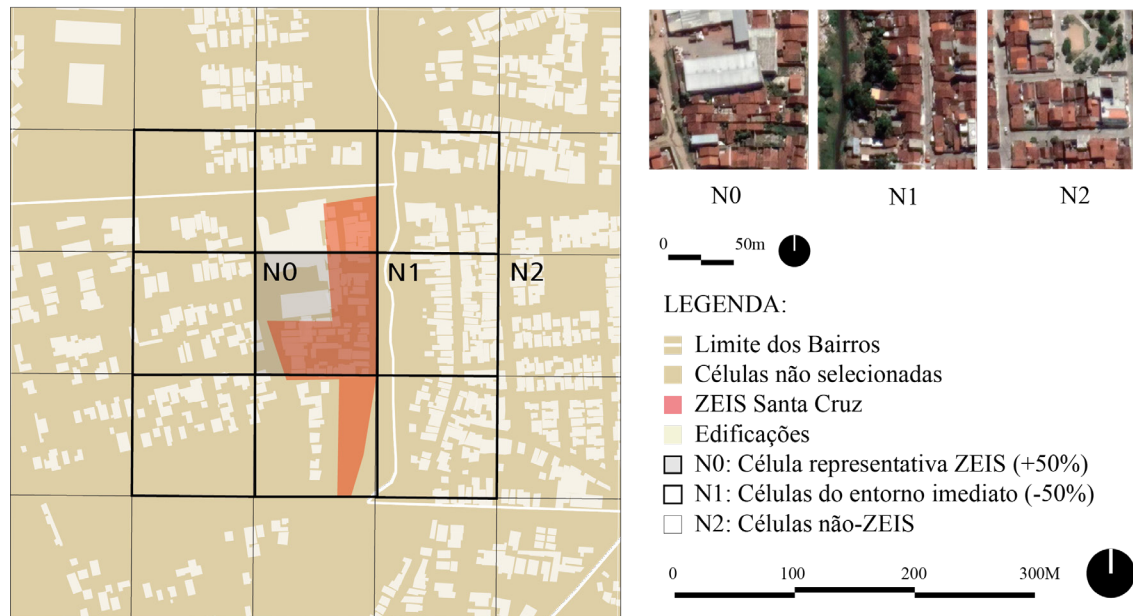


Figura 4– Células da ZEIS Invasão de Santa Cruz em três níveis de vizinhança.
Fonte: Base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campina Grande, editada pelos autores (2021).

da Macrozona Rural, sendo selecionadas somente as células que estão dentro do perímetro urbano.

2º critério: nível de vizinhança igual para todas as zeis

À medida que os níveis de vizinhança foram se distanciando das ZEIS, houve células que passaram a assumir outras posições em relação a seu nível original de análise. Por exemplo, na Figura 5, algumas células Não-ZEIS classificadas como N4 em relação à

ZEIS Invasão Pelourinho, identificadas na legenda como “sobreposição de níveis”, estão classificadas como células Não-ZEIS N1 em relação à ZEIS Novo Cruzeiro. O mesmo ocorre com as células Não-ZEIS classificadas como N4 em relação à ZEIS Novo Cruzeiro, mas classificadas como N1 em relação à ZEIS Pelourinho. Assim, este critério estabelece a seleção de células Não-ZEIS em que o nível analisado seja igual para todo o conjunto de ZEIS da cidade, ou seja, excluindo todas as células em que ocorre sobreposição de níveis de vizinhança.

10

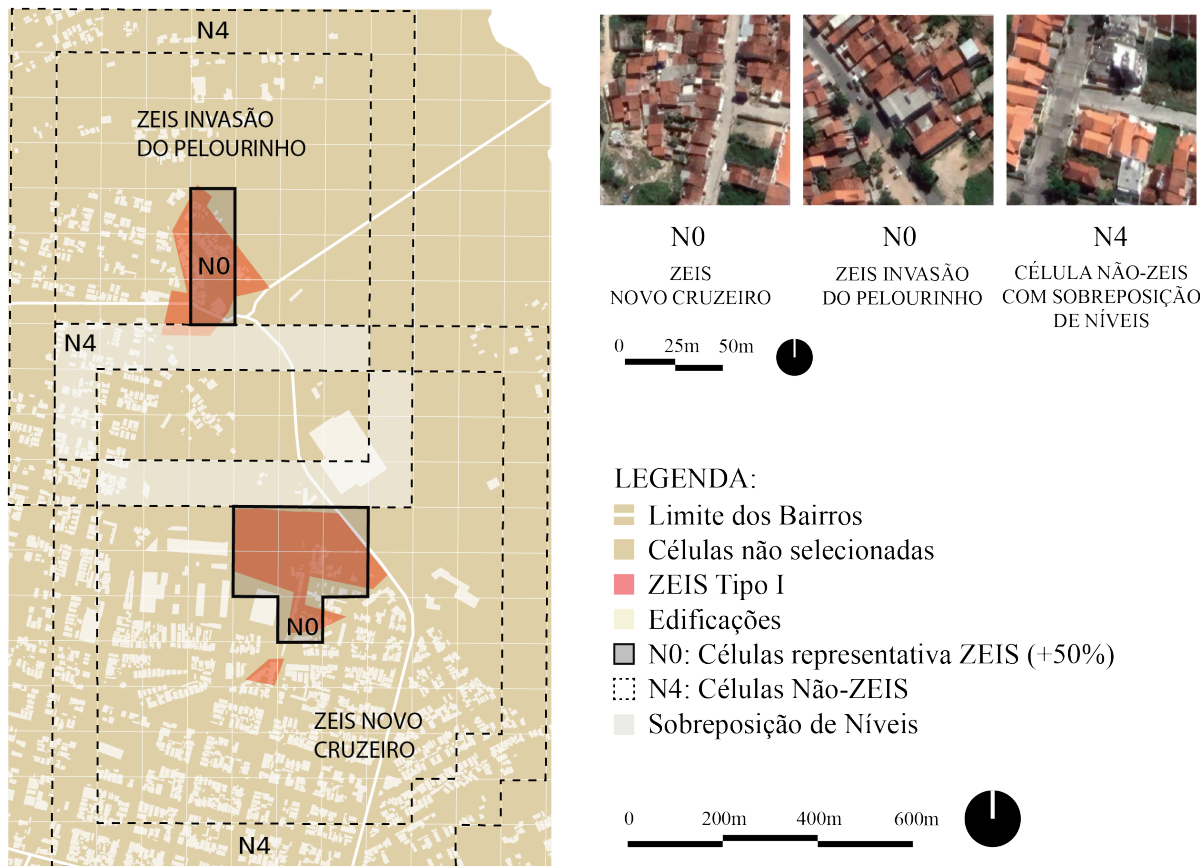


Figura 5– Exemplificação do Critério 2 para a seleção de células Não-ZEIS. Fonte: Base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campina Grande, editada pelos autores (2021).

3º critério: células localizadas apenas em áreas habitacionais

O último critério foi definido pela necessidade de o objeto edificado ser de uso habitacional, sendo necessário diferenciar o uso do solo que predomina nas células selecionadas em: residencial, não-residencial e sem uso.

Na Figura 6, é possível visualizar, no mapa da Macrozona Urbana da cidade, as 102 células Não-ZEIS referentes a cada nível de vizinhança (N2, N4, N6, N8, N10 e N12) em relação às ZEIS Tipo 1 que atendem aos três critérios supracitados.

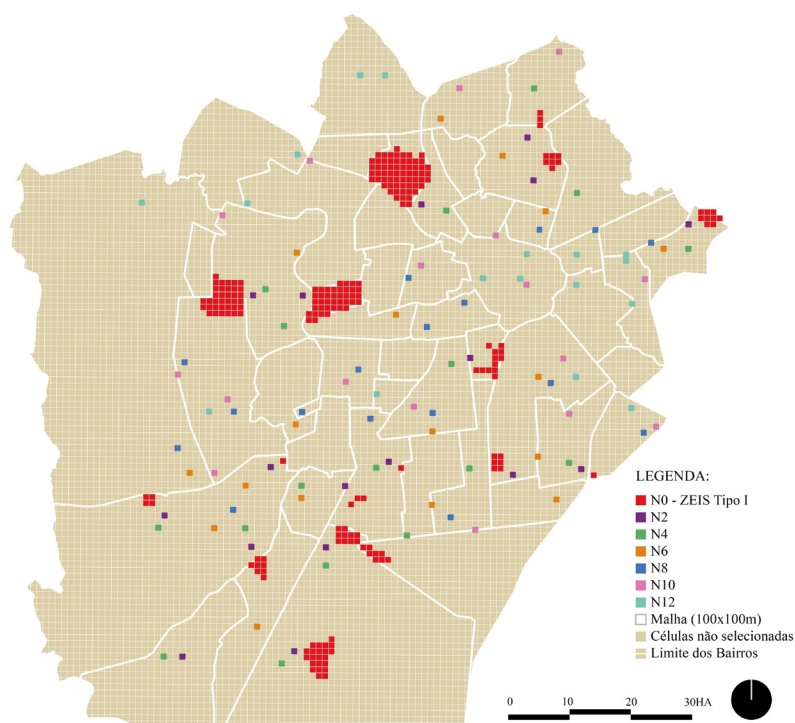


Figura 6– Mapa de localização de células ZEIS e Não-ZEIS selecionadas da Macrozona Urbana de Campina Grande.
Fonte: Base cartográfica da Prefeitura Municipal de Campina Grande, editada pelos autores (2021).

5.2 CÁLCULO DE LACUNARIDADE

Após a escolha das células, as imagens do Google Earth referentes a cada uma das células Não-ZEIS foram salvas em formato .jpeg, mantendo-se os seguintes parâmetros: ponto de visão de 500m e escala de 100m. Por fim, os arquivos salvos do *Google Earth* foram recortados para o tamanho de células (100m x 100m) e convertidos em níveis de cinza. Assim, foi obtida a imagem de cada célula, referente às 102 células selecionadas do tipo Não-ZEIS. A lacunaridade dessas imagens foi calculada considerando a média dos valores em dez tamanhos de caixas deslizantes que variam de 2x2 a 76x76 píxeis, sendo que a maior corresponde a 45% do tamanho da imagem.

5.3 CÁLCULO DE DENSIDADE

Esta etapa consistiu, inicialmente, na aplicação dos recursos de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a construção de mapas temáticos georreferenciados, obtidos a partir de dados de imagens de satélite vinculados a programas de sensoriamento remoto, como *Google Earth* e *Google Street View*. Assim, foram elaborados para cada célula selecionada: mapas de cheios e vazios para representar, respectivamente, os seus espaços construídos e livres; mapas de usos do solo para diferenciar os imóveis residenciais, não-residenciais e sem uso; e mapas de gabaritos, para diferenciar as edificações pelo número de pavimentos. Por fim, foi utilizada a metodologia do *Spacematrix*, desenvolvida por Berghauer Pont e Haupt (2009), para calcular os índices de densidade (FSI, GSI, OSR e L) e gerar os gráficos *SpaceMate* de cada célula, considerando seus respectivos mapas temáticos.

5.4 ANÁLISE DISCRIMINANTE

A Análise Discriminante mensura o grau de ajuste da classificação. Sua vantagem é a regra de classificação (validação), fundamentada na Teoria das Probabilidades, que tem por objetivo derivar combinações lineares das p variáveis iniciais que maximizem a diferenciação entre os grupos.

A validação é utilizada para caracterizar os diferentes procedimentos e avaliar, de maneira objetiva e quantitativa, os resultados das análises de agrupamento. Tem por objetivo maximizar a dissimilaridade a intergrupos e minimizar a intragrupos, considerando o agrupamento natural das variáveis selecionadas no espaço p -dimensional.

A Análise Discriminante se caracteriza como uma técnica de previsão de classificação a partir de funções discriminantes (combinações lineares das variáveis). Segundo Nóbrega (2010), é uma ferramenta estatística utilizada para classificação de um determinado elemento num certo grupo de variáveis. Na verificação dos pressupostos envolvidos, podemos discriminar cada variável ou grupo de variáveis, descrever as diferenças entre os grupos, desenvolver regras para classificar novos elementos e analisar a probabilidade de erro, bem como a probabilidade de acerto. Oferece, ainda, a possibilidade de elaborar previsões a respeito de qual grupo certa observação pertencerá, uma vez que se caracteriza como uma técnica de previsão de classificação.

- 12 Para esta análise foi utilizado o *software Statical Package for Social Sciences* (SPSS) no intuito de investigar a possibilidade de combinar diferentes níveis de vizinhança (ZEIS: N0; e NÃO-ZEIS: N2 à N12) com abordagens da densidade (FSI, GSI, OSR e L) e de lacunaridade (L1 a L10, e L_m).

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra os resultados dos testes da Análise Discriminante. Foi investigada a discriminação dos grupos e suas respectivas variáveis, identificando qual medida (densidade ou lacunaridade) oferece melhor previsão de escolha para essa discriminação, e qual o comportamento dessas medidas nas ZEIS em relação às Não-ZEIS. A tabela mostra a efetividade do modelo, isto é, o quanto de acerto o modelo obteve em suas classificações para os grupos e variáveis.

O primeiro teste analisa a efetividade da densidade em discriminar todos os níveis, evidenciando que apenas 18,5 % dos casos foram classificados corretamente, ou seja, as variáveis de densidade não conseguiram discriminar bem os diferentes níveis de vizinhança.

Assim, os resultados não foram satisfatórios. Em seguida, no teste 2, foi observada a efetividade da lacunaridade em discriminar todos os níveis. Neste caso, os resultados mostram um aumento de 21,8% no percentual de validação das características para todos os níveis, ou seja, os níveis foram discriminados em até 40,3 %, número superior à análise da densidade.

O teste 3 relaciona todas as variáveis para todos os níveis, partindo da necessidade de analisar a eficiência do seu uso na discriminação dos diferentes níveis. Assim, quando adicionadas as variáveis de densidade, houve um aumento de apenas 2,60%. Deste modo, o acréscimo da densidade não tornou a discriminação tão significativa.

Em seguida, foi verificada a efetividade das variáveis de densidade e de lacunaridade média em discriminar todos os níveis. Eliminadas as características de lacunaridade (L1 à L10), e utilizando somente o seu valor médio (L_m), a validação diminuiu para 20,20%, demonstrando que o valor médio não substitui as variáveis independentes da lacunaridade.

6.1 NÍVEIS MAIS DISTANTES

Nos testes 5, 6, 7 e 8 analisou-se o comportamento dos níveis mais distantes. Nestes casos, houve um aumento na acurácia dos resultados tanto para a densidade (teste 7), quanto para a lacunaridade (teste 8). Nos resultados anteriores os níveis de vizinhança apresentaram uma alta correlação dos valores de densidade, o que dificultou o reconhecimento e discriminação dos níveis pelo método de Análise Discriminante. Porém, quando testados somente os níveis mais distantes entre as células Não-ZEIS (N2 e N12) e entre as células ZEIS (N0) e Não-ZEIS(N12), houve melhor aproveitamento na validação. Com relação à densidade, esta medida obteve 61% para análise das células Não-ZEIS (teste 5) e 67,60% para a comparação entre ZEIS e Não-ZEIS (teste 6).

Nos testes seguintes (7 e 8), os percentuais de acurácia para a lacunaridade são mais significativos, chegando a quase 100%, o que indica que os valores (L1 à L10) conseguem discriminar melhor as

Tabela 1 – Resultado dos testes de validação.

Grupos	Variáveis	Testes									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ZEIS Tipo I	N0										
	N2										
Não-ZEIS	N4										
	N6										
	N8										
	N10										
	N12										
Densidade	FSI										
	GSI										
	OSR										
	L										
Lacunaridade	L1										
	L2										
	L3										
	L4										
	L5										
	L6										
	L7										
	L8										
	L9										
	L10										
	L _m										
Validação (%)		18,5	40,3	42,9	20,2	61,0	67,6	94,1	91,2	79,4	52,9

funções do que a densidade. O melhor resultado obtido pode ser visualizado no teste 7 para a lacunaridade, no qual o *software* conseguiu classificar corretamente 94,10% dos elementos, enquanto apenas 5,90% dos casos foram classificados de maneira incorreta para níveis distantes, ou seja, quanto mais distante os níveis a serem comparados, maior será a discriminação.

6.2 NÍVEIS MAIS PRÓXIMOS

Por fim, nos testes 9 e 10, foi analisado o comportamento dos grupos em relação ao nível mais próximo (N2) às ZEIS (N0). Ao comparar os resultados da classificação aos níveis mais extremos, verifica-se que o programa consegue discriminar melhor o nível mais distante (N12) das ZEIS do que o mais próximo (N2) das ZEIS, com melhor resultado para os dados de lacunaridade, o que confirma a hipótese de que os níveis mais próximos às ZEIS possuem densidade mais parecida com esses assentamentos do que os níveis mais distantes.

14 A Tabela 2 apresenta os Autovalores que, segundo Nóbrega (2010), são uma medida relativa de quão diferentes os grupos são na função discriminante. Quanto mais afastados de um forem os Autovalores, maiores serão as variações entre os grupos explicadas pela função discriminante.

A Análise Discriminante permite o conhecimento das funções que mais se destacam na discriminação dos grupos. Como mostra a Tabela 2, todas as funções apresentam significativa discriminação

nos resultados, porém a primeira função, dada pelos valores de FSI (Índice de Aproveitamento), é a que mais contribui, com um percentual de variação de 42,2%, seguida pelos valores de GSI (Taxa de Ocupação) com 30,0%, e de OSR (Pressão no Espaço Livre), com 23,3%. A função que menos contribui para a discriminação dos dados é L, cujo percentual é de apenas 4,5%. Isto significa que existe pouca variação entre as células de todos os níveis com relação ao Número Médio de Pavimentos.

O bom desempenho do Índice de Aproveitamento (FSI) aponta para a vantagem da densidade urbana ao considerar os gabaritos e, conseqüentemente, as áreas construídas dos pavimentos superiores. Entretanto, essas informações requerem uma base de dados completa e atualizada, situação distante da realidade da maioria dos municípios do país, que possuem bases cartográficas defasadas e informações referentes à construções muitas vezes não informatizadas, tornando, assim, a metodologia de densidade urbana mais difícil de ser aplicada de modo amplo para diversas áreas urbanas.

Apesar da vantagem da densidade urbana em computar diretamente informações tridimensionais em relação à lacunaridade, esta, por sua vez, utiliza informações texturais de imagens que são o resultado de uma complexa combinação de elementos, incluindo as sombras projetadas pelos edifícios. Dessa forma, as informações volumétricas estão implicitamente incorporadas nesses resultados. Além disso, por meio da observação de imagens ortorretificadas, é possível extrair outras informações – como vegetação, corpos hídricos, materiais das cobertas e tipo de pavimentação das vias –,

Tabela 2 – Resultado dos testes de autovalores.

Função	Autovalores			
	Autovalor	% de Variação	% Cumulativa	Correlação Canônica
FSI	0,067	42,2	42,2	0,251
GSI	0,048	30,0	72,2	0,231
OSR	0,037	23,3	95,5	0,189
L	0,007	04,5	100,0	0,084

que auxiliam na distinção de padrões de textura da imagem. Essa característica justifica um melhor resultado da lacunaridade na análise discriminante.

Somado a isso, a maior eficiência da lacunaridade na discriminação também pode ser justificada pela sua capacidade de analisar uma só imagem em múltiplas escalas, como ocorreu na metodologia desse trabalho, visto que, em cada imagem de 100m x 100m, foram extraídos dez valores de lacunaridade referentes a tamanhos diferentes de caixas deslizantes, e calculado o valor médio desses 10 valores (DONG, 2000). Por sua vez, a densidade urbana extrai um valor para cada índice representativo para o recorte de imagem analisada, considerando apenas três níveis de agregação a partir do quais essa célula pode ser examinada (lote, ilha e tecido).

Apesar disso, ainda carecem estudos acerca da escala ideal para o uso da lacunaridade, visto que diversas escalas espaciais podem não exibir propriedades de autossimilaridade que auxiliem a discriminação de amostras de assentamentos precários e não precários. A depender da resolução espacial e da escala que esteja sendo analisada, as imagens podem apresentar cada vez mais especificidades, a ponto de tornarem suas características intransferíveis para outras com características semelhantes quanto ao modo de ocupação. Mahabir *et al.* (2018) destacam que a vantagem da lacunaridade está no uso de imagens de sensoriamento remoto, posto que apresentam uma maior frequência de atualização, facilitando estudos ao longo do tempo. A densidade urbana, por sua vez, depende de mapas de referência cujo processo de atualização é mais demorado.

7. CONCLUSÃO

A análise dos testes utilizando a Análise Discriminante permitiu verificar que, em todos os casos, a lacunaridade comprovou ser mais eficiente do que a densidade em discriminar as ZEIS das Não-ZEIS, sendo, portanto, um instrumento eficiente para reconhecer a heterogeneidade do espaço urbano e suas especificidades.

Quanto aos níveis mais próximos e mais distantes das ZEIS, concluiu-se que a densidade no entorno imediato das ZEIS é mais parecida com esses assentamentos do que nas áreas mais distantes.

Essa mesma dinâmica foi observada com a lacunaridade. Isso permite concluir que as áreas urbanas vizinhas tendem a apresentar características morfológicas não tão distintas das encontradas nas ZEIS.

A densidade e a lacunaridade configuram-se como medidas válidas e complementares para distinguir a forma urbana das ZEIS das Não-ZEIS, podendo ser aplicadas a outras cidades. Além de auxiliarem no reconhecimento da precariedade urbana e da distribuição de espaços livres na cidade, a partir de imagens de sensoriamento remoto e de bases cartográficas municipais, podem ainda auxiliar na (re)formulação de zoneamentos e índices urbanísticos que fortaleçam políticas de reconhecimento e urbanização de assentamentos precários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMO, Pedro. A cidade COM-FUSA: a mão inoxidável do mercado e a produção da estrutura urbana nas grandes metrópoles latino-americanas. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, Rio de Janeiro, v.9, n.2, p. 25-54, 2007.
- ACIOLY, Claudio; DAVIDSON, Forbes. *Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. 2. ed. Rio de Janeiro: Mauad X, 2011.
- ALLAIN, Catherine; CLOITRE, Michel. Characterizing the lacunarity of random and deterministic fractal sets. *Physical Review*, New York, v.44, n.6, p. 3552-3558, 1991.
- ALVES, Susana. *Densidade Urbana: compreensão e estruturação do espaço urbano nos territórios de ocupação dispersa*. 2011. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa 2011.
- ANDRADE, Patrícia. Densidade e Forma Urbana: Caminhos para a Urbanidade. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO – ENANPARQ, 4., 2016. Porto Alegre. *Anais [...]*. Porto Alegre: UFRGS, 2016. Disponível em: www.anparq.org.br/enanparq-IV.php. Acesso em: 05 fev 2021
- BALTRUSIS, Nelson. Os mistérios, os Truques e os Milagres do Capital e o Crescimento da Informalidade Urbana. In: GITAHY, Maria; LIRA, José. (org.). *Cidades: Impasses e Perspectivas*. São Paulo: FAU: Annablume: FUPAM, 2007. p. 227-241
- BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. *As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife*. 2006. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, Recife 2006.
- BATTY, Michael; LONGLEY, Paul. *Fractal Cities: a geometry of form and function*. Cambridge: Academic Press, 1994.
- BRASIL. *Guia para mapeamento e caracterização de assentamentos precários*. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2010.

- BERGHAUSER PONT, Meta Yolanda; HAUPT, Per André. **Space, Density and Urban Form**. Delft: Technische Universiteit Delft, 2009.
- CAMPINA GRANDE (PB). **Lei nº 4.806, de 23 de setembro de 2009**. Regulamenta as Zonas Especiais de Interesse Social de Campina Grande e dá outras providências. Campina Grande, PB: Câmara Municipal, [2009].
- DONG, Pinliang. Test of a new lacunarity estimation method for image texture analysis. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke, v. 21, n. 17, p. 3369-3373, 2000.
- GEHL, Jan. **Cidades para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas de população residente para os municípios e para as unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Documentação do Censo de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 13 mar 2021.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Documentação do Censo 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/censo/divulgacao_digital.shtm. Acesso em: 13 mar 2021.
- JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- KIT, Oleksandr; LÜDEKE, Matthias. Automated detection of slum area change in Hyderabad, India using multitemporal satellite imagery. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, Hanôver, v. 83, p. 130-137, 2013.
- KUFFER, Monika; PFEFFER, Karin; SLIUZAS, Richard. Slums from Space – 15 Years of Slum Mapping Using Remote Sensing, **Remote Sensing**, Basel, v. 8, n.6, 2016.
- LEÃO, Daniel. **Análise da Textura Urbana para mapeamento da precariedade habitacional**. 2011. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- MAHABIR, Ron; CROITORU, Arie; CROOKS, Andrew; AGOURIS, Peggy; STEFANIDIS, Anthony. A Critical Review of High and Very High-Resolution Remote Sensing Approaches for Detecting and Mapping Slums: Trends, Challenges and Emerging Opportunities. **Urban Science**, Basel, v.2, n.8. 2018.
- MANDELBROT, Benoît. **The fractal geometry of nature**. New York: Times Books, 1982.
- MAIA, Doralice. A periferização e a fragmentação da cidade: loteamentos fechados, conjuntos habitacionais populares e loteamentos irregulares na cidade de Campina Grande – PB, Brasil. **Scripta Nova - Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Barcelona, v. 14, n. 331, 2010.
- MARINHO, Geraldo. **Relatório Final 10 anos do PREZEIS: Resultados e Perspectivas**. Recife: Centro de Estudos e Pesquisa Josué de Castro, 1998.
- MELO, Luis Gonzaga. **Habitação popular em Campina Grande**. 1986. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1986.
- NÓBREGA, Diogo Medeiros. **Análise discriminante utilizando o software SPSS**. 2010. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Estatística) – Centro de Ciências e Tecnologias, Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2010.
- OWEN, Karen K.; WONG, David W.. An approach to differentiate informal settlements using spectral, texture, geomorphology and road accessibility metrics. **Applied Geography**, Amsterdam, v. 38, p. 107-118, 2013.
- PLOTNICK, Roy; GARNER, Robert; HARGROVE, William; PRESTEGAARD, Karen. Lacunarity analysis: a general technique for the analysis of spatial patterns. **Physical Review**, New York, v. 53, n. 5, p. 546-5468, 1996.
- QUEIROZ, Marcus Vinicius. **Quem te vê não te conhece mais: arquitetura e cidade de Campina Grande em transformação (1930-1950)**. 2008. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- SAULE JÚNIOR, Nelson; ROLNIK, Raquel. (coord.) **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos**. Brasília: Instituto Polis/Laboratório de Desenvolvimento Local, 2001.
- SILVA, Yara Synthia; BARROS FILHO, Mauro Normando Macêdo. Densidade e Forma Urbana: O caso das ZEIS em Campina Grande. *In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO – ENANPUR, 18., 2019, Natal. Anais [...]*. Natal: ENAMPUR. 2019.
- UN CENTRE FOR HUMAN SETTLEMENTS. **The millennium development goals and urban sustainability: 30 years of shaping the habitat agenda**. London: UN-Habitat, 2007.

FINANCIAMENTO:

Esse artigo foi fruto de duas Pesquisas de Iniciação Científica (PIBIC) financiadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Mauro Normando Macêdo Barros Filho
Universidade Federal de Campina Grande, Programa de Pós-Graduação
em Engenharia Civil e Ambiental (PPGECA), Laboratório Espaços Livres
Urbanos (LELU).
Rua Aprígio Veloso, 882, Universitário, CEP 58429-900. Campina
Grande, PB, Brasil.

CV: <http://lattes.cnpq.br/0469020348899233>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9811-8327>
mbarrosfilho@gmail.com

Matheus Batista Simões
Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em
Desenvolvimento Urbano (MDU).
Avenida da Arquitetura, s/n, Universidade Federal de Pernambuco,
Cidade Universitária, CEP 50740-550, Recife, PE, Brasil.
CV: <http://lattes.cnpq.br/2279061250756217>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4158-3500>
matheusista@gmail.com

Yara Synthia Araújo Silva
Universidade Federal de Campina Grande. Curso de Graduação em
Arquitetura e Urbanismo, Laboratório Espaços Livres Urbanos (LELU).
Rua Aprígio Veloso, 882, Universitário, CEP 58429-900. Campina
Grande, PB, Brasil.
CV: <http://lattes.cnpq.br/9108533709918849>
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5870-6872>
synthia.yara@gmail.com

Nota do Editor
Revisão do texto: Tikinet
Submetido em: 14/09/2021
Aprovado em: 20/12/2021