

A FORMA DO MORAR CAMPINENSE

TEXTURA E DENSIDADE DE ÁREAS HABITACIONAIS
EM CAMPINA GRANDE (PB)



MATHEUS BATISTA SIMÕES
ARQUITETURA E URBANISMO (UFCG)

Universidade Federal de Campina Grande – UFCG
Centro de Tecnologia e Recursos Naturais – CTRN
Unidade Acadêmica de Engenharia Civil – UAEC
Curso de Arquitetura e Urbanismo

Matheus Batista Simões

A Forma do Morar Campinense: Textura e Densidade de áreas
habitacionais em Campina Grande (PB)

Trabalho de Conclusão de Curso

Campina Grande
2021

Matheus Batista Simões

A Forma do Morar Campinense: Textura e Densidade de áreas
habitacionais em Campina Grande (PB)

Trabalho de Graduação apresentado como
requisito à obtenção do título de Bacharel em
Arquitetura e Urbanismo da Universidade
Federal de Campina Grande.

Orientador: Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo
Barros Filho

Campina Grande
2021

S593f

Simões, Matheus Batista.

A forma do morar campinense: textura e densidade de áreas habitacionais em Campina Grande (PB) / Matheus Batista Simões. – Campina Grande, 2021.

115 f. : il. color.

Monografia (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, 2021.

"Orientação: Prof. Dr. Mauro Normando Macêdo Barros Filho".

Referências.

1. Urbanismo. 2. Arquitetura de Residências – Campina Grande-PB. 3. Forma Urbana. 4. Textura Urbana. 5. Densidade Urbana. 6. Lacunaridade e Habitabilidade. 7. Sensoriamento Remoto. I. Barros Filho, Mauro Normando Macêdo. II. Título.

CDU 911.375.5(813.3)(043)

“Ao homem que teme ao Senhor, ele o
instruirá no caminho que deve escolher.”
Salmos 25.1

Agradecimentos

A Deus, que me concedeu graça para perseverar ao longo da graduação, e me fez entender que todo conhecimento provém dele, pois nEle foram criadas todas as coisas, nos céus e na terra, e nEle tudo subsiste (Gn 1; Cl 1). Como tão bem descreveu o teólogo Abraham Kuyper: “[...] Não há um único centímetro quadrado, em todos os domínios de nossa existência, sobre os quais Cristo, que é soberano sobre tudo, não clame: ‘É meu!’”.

Aos meus pais Vimário Simões Silva e Maria José Batista Simões, pelo apoio moral, financeiro e psicológico oferecido e por cultivar em mim o amor aos estudos e a vida acadêmica. Ao professor Vicemário Simões, reitor democraticamente eleito, como referência de excelência e ética profissional a serviço da Universidade Federal de Campina Grande.

Ao Reverendo Calvino Rocha, pelo pastoreio que me proporcionou crescimento espiritual e comunhão com Cristo, o seu zelo me fortaleceu para não negociar princípios eternos em um ambiente secularizado. A Missão Federal, que durante toda a graduação fortaleceu a minha espiritualidade através de estudos bíblicos e comunhão cristã diária, entre o Restaurante Universitário e o Banco do Brasil.

Aos amigos Ivanilson Pereira Santos e Lucas de Sousa Jales pela parceria e amizade durante a graduação e pela paciência nas madrugadas dos fins de semestre. A Thiago Ribeiro Barros e Victor Guimarães pela amizade em benditos laços que nos fazem um em Jesus Cristo. A Yasmin Lima por todo amor e por me conceder a graça de viver o que eu jamais imaginei sonhar.

Ao professor Mauro Normando Macêdo Barros Filho, que investiu no meu conhecimento durante o curso e me concedeu inúmeras oportunidades de crescimento acadêmico através de experiências de pesquisa e monitoria, dedicando horas de orientação que, sem elas, este trabalho não seria possível. As arquitetas Aida Paula Pontes de Aquino e Morgana Targino de Oliveira, que através de uma oportunidade de estágio, despertaram em mim o amor ao serviço pela cidade através do planejamento urbano.

Ao professor Eanes Torres Pereira, que auxiliou na automatização da metodologia deste trabalho e abriu a minha mente para a contribuição da computação nos Estudos Urbanos e Regionais. E aos demais professores do curso.

Resumo

O presente trabalho de conclusão de curso consiste em análises da relação entre a forma urbana e as suas características socioeconômicas em múltiplas escalas, no município de Campina Grande (PB). A análise morfológica utilizada consistiu em uma abordagem espacial de análise de textura, isto é, da variação dos tons dos píxeis em imagens de sensoriamento remoto, mensurada por meio da lacunaridade, medida complementar a dimensão fractal. A análise socioeconômica foi realizada por meio da espacialização de um índice de habitabilidade, construído por variáveis extraídas do Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e que permite avaliar as condições de renda, escolaridade, longevidade, saneamento e ocupação em áreas habitacionais. Após a espacialização e combinação dessas duas medidas na malha urbana da cidade, aplicou-se uma análise de densidade urbana em quatro células representativas para quatro cenários. Na metodologia do trabalho, foram empregadas ferramentas de geoprocessamento na criação e combinação dos mapas, bem como um algoritmo automático de análise de textura. A relevância deste trabalho está no uso de técnicas alternativas como auxílio às leituras territoriais que auxiliem processos de zoneamento de planos diretores, e respectivas recomendações de instrumentos urbanísticos. Constatou-se que a metodologia empregada auxilia no planejamento e gestão da cidade ao contribuir na compreensão da diversidade intraurbana, e seus processos de segregação e fragmentação.

Palavras-Chave: Lacunaridade, Habitabilidade, Sensoriamento Remoto.

Abstract

This course completion work consists of analyzes of the relationship between urban form and its socioeconomic characteristics at multiple scales, in the city of Campina Grande (PB). The morphological analysis used consisted of a spatial texture analysis approach, that is, the variation of pixel tones in remote sensing images, measured through lacunarity, a measure that complements the fractal dimension. The socioeconomic analysis was carried out through the spatialization of a habitability index, built by variables extracted from the Demographic Census of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and which allows evaluating the conditions of income, education, longevity, sanitation and occupation in areas housing. After the spatialization and combination of these two measures in the urban fabric of the city, an urban density analysis was applied in four representative cells for four scenarios. In the work methodology, geoprocessing tools were used in the creation and combination of maps, as well as an automatic texture analysis algorithm. The relevance of this work lies in the use of alternative techniques as an aid to territorial readings that help zoning processes for master plans, and the respective recommendations for urban planning instruments. It was found that the methodology used helps in the planning and management of the city by contributing to the understanding of intra-urban diversity and its processes of segregation and fragmentation.

Key words: Lacunarity, Habitability, Remote Sensing.

Lista de Quadros

Quadro 1 – Síntese das quatro abordagens morfológicas.....	21
Quadro 2 – Síntese dos elementos do tecido urbano	23
Quadro 3 – Diferenças morfológicas entre áreas de favela e áreas formais	25
Quadro 4 – Características físicas de assentamentos precários selecionados em periódicos	25
Quadro 5 – Estado da arte na diferenciação de assentamentos precários e não-precários que utilizaram a lacunaridade	34
Quadro 6 – Vantagens e desvantagens da alta densidade e da baixa densidade	40
Quadro 7 – Comparação de Imagens de Satélite	50
Quadro 8 – Comparação dos métodos de classificação	55
Quadro 9 – Medidas de Densidade	56
Quadro 10 – Caracterização das áreas que embasam as diretrizes	105
Quadro 11 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 1.....	104
Quadro 12 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 2	105
Quadro 13 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 3	106
Quadro 14 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 4	107

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Distribuição em porcentagem dos índices de lacunaridade e habitabilidade por zona da cidade a partir de classificação Quantil	73
Tabela 2 – Distribuição em porcentagem dos grupos resultantes do cruzamento de lacunaridade e habitabilidade por zona da cidade	76
Tabela 3 – Indicadores de Densidade Urbana das quatro Células de análise.....	101
Tabela 4 – Indicadores de Densidade Urbana de cada quadra das quatro Células de análise	101

Lista de Figuras

Figura 1 – Estrutura do Referencial Teórico.....	16
Figura 2 – Eficiência de um padrão em ocupar um lugar no espaço	31
Figura 3 – Exemplos de padrões de textura e os seus níveis de lacunaridade em imagens Planet (4,77m) de Campina Grande (PB)	32
Figura 4 – Diagrama <i>Spacematrix</i> visualizado em 3 dimensões	37
Figura 5 – Inserção do Objeto de Estudo no país, estado e localização da sua Macrozona Urbana em seu limite municipal.....	41
Figura 6 – Mapa de localização da precariedade habitacional, verticalização e condomínios privados	47
Figura 7 – Caminho Metodológico.....	48
Figura 8 – Esquema de Funcionamento do Algoritmo	52
Figura 9 – Delimitação do Recorte de Estudo e exclusão de células	53
Figura 10 – Diagrama <i>Spacemate</i>	57
Figura 11 – Exemplo de classificação de diferentes formas de ocupação no <i>Spacemate</i>	57
Figura 12 – Exemplo de classificação em diferentes escalas urbanas no <i>Spacemate</i>	58
Figura 13 – Mapa de Lacunaridade.....	62
Figura 14 – Mapas dos indicadores e índices que constroem o Índice de Habitabilidade ..	67
Figura 15 – Mapa do Índice de Habitabilidade	70
Figura 16 – Mapas de quantis de lacunaridade e habitabilidade	74
Figura 17 – Mapa de combinação de lacunaridade e habitabilidade	78
Figura 18 – Mapa de Células de estudo.....	79
Figura 19 – Inserção da Célula 1 no Pedregal, considerando as subdivisões do bairro e o seu processo de ocupação	81
Figura 20 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 1: Pedregal	83
Figura 21 – Fotografias do Pedregal capturada da Rua José Pimentel de Lima, no Centenário, observa-se a alta densidade construtiva e a autoconstrução.....	84
Figura 22 – Inserção da Célula 2 no Sandra Cavalcante e sua relação com os principais	

equipamentos e sistema viário	85
Figura 23 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 2: Sandra Cavalcante	87
Figura 24 – Capturas das Rua Engenheiro Saturnino de Brito Filho e Severino Fernandes de Oliveira, casas com alto Padrão construtivo residencial (Google Street View - 2015 - 2019)	88
Figura 25 – Inserção da Célula 3 no bairro do Mirante e sua relação com os principais equipamentos e sistema viário	89
Figura 26 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 3: Mirante	91
Figura 27 – Fotografia do Mirante a partir do residencial Paraíso do Mirante, visualiza-se a verticalização, alto padrão construtivo residencial, grandes espaços livres e o assentamento precário Vila Cabral.	92
Figura 28 – Inserção da Célula 4 no bairro do Castelo Branco e sua relação com a ZEIS e os loteamentos Glória, no bairro Nova Brasília	93
Figura 29 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 4: Castelo Branco	95
Figura 30 – Na imagem acima, observa-se a relação das residências com a topografia. A imagem abaixo, consiste em uma captura do Google Street View, em que se observa o padrão construtivo.	96
Figura 31 – <i>Spacemate</i> dos indicadores de densidade	97
Figura 32 – Matriz de Lacunaridade e Habitabilidade das amostras	104

Lista de Equações

Equações de Lacunaridade	33
Equações do Índices domiciliar, populacional e de habitabilidade	36
Equação de Interpolação Determinística pelo Inverso Ponderado da distância	53

Lista de Gráficos

Gráfico 1 – Quantidade de edifícios por bairro em Campina Grande (PB)	65
Gráfico 2 – Nível de Lacunaridade das ZEIS de Campina Grande (PB)	77

Lista de Siglas

EDUCA – Indicador de Educação

FOFA – Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças

FSI – Building Intensity (Intensidade da Construção)

GSI – Coverage (Cobertura)

G – Grupo

HIS – Habitação de Interesse Social

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ID – Índice Domiciliar

IH – Índice de Habitabilidade

IP – Índice Populacional

L – Building Height (Número Médio de Pavimentos)

LONGE – Indicador de Longevidade

OCUPA – Indicador de condições de ocupação

OSR – Spaciousness (Pressão no Espaço Livre)

PMCG – Prefeitura Municipal de Campina Grande

PD – Plano Diretor

PDCG – Plano Diretor de Campina Grande

RENDA – Indicador de Renda

SANEA – Indicador de Saneamento

SEAS – Setores Especiais de Aglomerados Subnormais

SEPLAN – Secretaria de Planejamento

TIPO – Indicador de Tipologia Domiciliar

ZEIS – Zonas Especiais de Interesse Social

Sumário

Introdução	13
Objetivos	15
Referencial Teórico	16
Segregação e Fragmentação Urbana.....	16
Morfologia Urbana.....	20
O tecido urbano e os seus elementos constituintes	22
Diferenças Morfológicas entre áreas precárias e não-precárias.....	24
Textura Urbana	27
Lacunaridade Urbana	30
Habitabilidade.....	35
Densidade Urbana.....	37
Objeto de estudo	41
Metodologia	48
I. Escolha da imagem de satélite	49
II. Construção do mapa de lacunaridade.....	51
III. Construção do mapa de habitabilidade	54
IV. Sobreposição dos mapas entre si.....	55
V. Cálculo de Densidade Urbana	56
VI. Diretrizes de planejamento	60
Resultados e Discussões	61
Análise de Textura	61
Análise de Habitabilidade.....	67
Combinando Lacunaridade e Habitabilidade.....	73
Escolha de Células Representativas	79
Célula 1 - Pedregal	80
Célula 2 – Sandra Cavalcante.....	85
Célula 3 - Mirante	89
Célula 4 – Castelo Branco.....	93
Análise de Densidade: Spacematrix	97
Discussão de diretrizes urbanísticas	102
Conclusão	109
Referências Bibliográficas.....	110
Apêndices	115
Apêndice A: Código <i>Phyton</i> para cálculo de lacunaridade	115

Introdução

Este Trabalho de Conclusão de Curso se propõe a investigar a distribuição de padrões morfológicos em múltiplas escalas na cidade de Campina Grande, Paraíba. A análise morfológica se deu a partir de duas abordagens, a primeira foi a abordagem espacial baseada em medidas fractais (BATTY e LONGLEY, 1994) e a segunda foi a densidade urbana (PONT e HAUPT, 2009). Essa investigação levou em consideração áreas com diferentes condições de habitabilidade, que foram mensuradas por meio do uso de um índice construído a partir de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) relativos à renda, saneamento, tipologia domiciliar, condições de ocupação e longevidade.

Este trabalho é de natureza analítica, pois busca entender as características morfológicas e o modo como elas estão espacializadas na malha urbana da cidade, tendo em vista conceitos de segregação e fragmentação urbana. Bem como, entender as particularidades intraurbanas na forma como o espaço tem sido produzido e consumido, em áreas majoritariamente residenciais, expressas em toda a cidade e por recortes estabelecidos no estudo.

Esta análise subsidiou a formulação de diretrizes de natureza propositiva que buscam responder o seguinte questionamento: “como o entendimento da forma urbana aliado a dados de habitabilidade podem auxiliar no planejamento e na gestão da cidade?” especialmente, tendo em vista processos de elaboração de planos diretores. Dentro do escopo do planejamento e gestão, foram trabalhados os principais instrumentos urbanísticos estabelecidos pelo Estatuto da Cidade (2001) e que exercem influência na densidade urbana (ACIOLY e DAVIDSON, 1998). O processo de construção de diretrizes envolveu o uso da matriz FOFA (Forças, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças), técnica esta comumente utilizada no planejamento estratégico, e terminologias como reestruturação, recuperação, qualificação urbana e ocupação dirigida (PMCG, 2006).

A relevância desta análise e das posteriores discussões de planejamento e gestão está no fato de que esta tem desenvolvido leituras territoriais que deem subsídio a um posterior processo de revisão do Plano Diretor. O plano vigente foi aprovado no ano de 2006 (Lei Complementar N° 003 de 09 de outubro de 2006) e, segundo o Estatuto da Cidade (2001), deveria ter sido revisado em 2016. Logo, a cidade tem carecido de leituras territoriais

que deem subsídio para pensar o desenvolvimento da cidade para os próximos dez anos, essa carência se acentua pela não realização do Censo em 2020, devido às fragilidades sanitárias decorrentes da pandemia de COVID-19.

Este trabalho está estruturado em sete Capítulos, incluindo esta introdução (Capítulo 1). Em segundo momento, os objetivos gerais e específicos deste trabalho são apresentados (Capítulo 2). O referencial Teórico (Capítulo 3) busca apresentar conceitos que darão subsídio as discussões levantadas, tais como: segregação e fragmentação urbana, Morfologia Urbana, elementos da forma urbana, tecido e textura urbana, e diferenças morfológicas entre assentamentos precários e não precários. Após esses conceitos, o referencial trará o devido embasamento a metodologia utilizada, explicando as abordagens: Lacunaridade Urbana, Índice de Habitabilidade e Densidade Urbana.

No Capítulo 4 busca-se caracterizar o objeto de estudo, Campina Grande – PB, e sua contextualização histórica a partir da compreensão do seu processo de crescimento dentro de três recortes temporais: O primeiro referente a suas primeiras atividades econômicas e reformas urbanas (1907 – 1945); o segundo referente ao seu processo de industrialização e consolidação da tendência centro-periferia (1960 – 1980); e o terceiro referente à expansão de serviços que traçaram as dinâmicas de expansão da urbe e do mercado imobiliário, assim como o surgimento de uma de tendência de fragmentação urbana (1990 – 2021).

O Capítulo 5 traz o caminho metodológico e detalha cada uma de suas etapas, e no Capítulo 6, os resultados e discussões serão apresentados. Os mapas e indicadores apresentados nos resultados servirão de subsídio para as discussões gerais deste trabalho, e em como a diversidade socioeconômica se converte em uma diversidade de padrões morfológicos distribuídos na Zona Urbana de Campina Grande, dinâmicas de segregação e fragmentação são perceptíveis através desses resultados. A compreensão dessa diversidade intraurbana traz discussões que contribuem para o planejamento urbano da cidade.

Por fim, as conclusões serão apresentadas no Capítulo 7 deste trabalho, com recomendações para futuros desdobramentos e avanços de pesquisas dessa natureza.

Objetivos

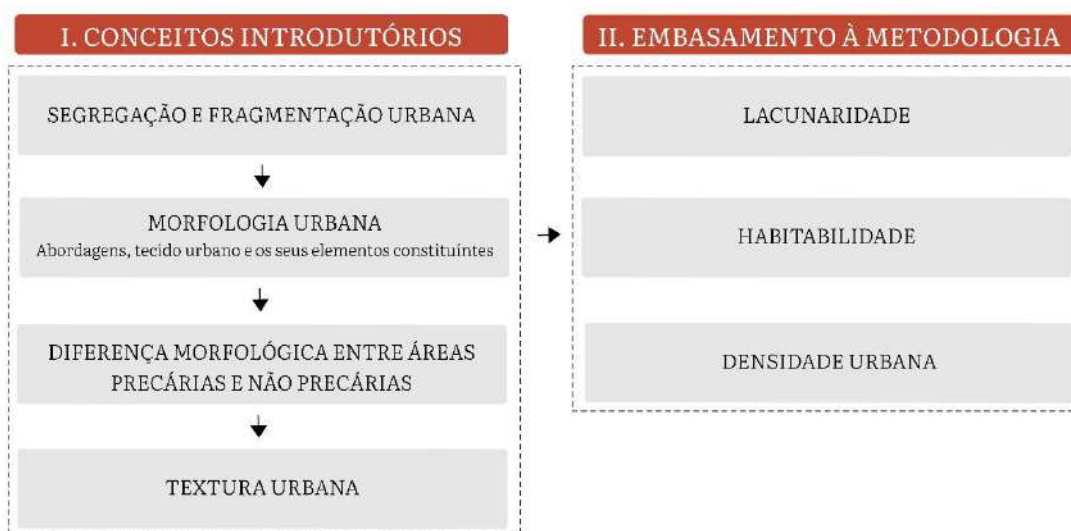
O objetivo geral deste trabalho é analisar a relação entre a forma urbana e os seus aspectos socioeconômicos, em múltiplas escalas, no Município de Campina Grande, Paraíba. E possui os seguintes objetivos específicos:

- I. Compreender a espacialização dos valores de lacunaridade e de habitabilidade na Macrozona Urbana de Campina Grande;
- II. Investigar processos de segregação e fragmentação socioespacial na Macrozona Urbana de Campina Grande;
- III. Mensurar e analisar a densidade urbana de Células com diferentes níveis de lacunaridade e habitabilidade.
- IV. Discutir a relevância de técnicas alternativas no planejamento urbano que considerem abordagens morfológicas texturais combinadas a informações socioeconômicas para a atribuição de instrumentos urbanísticos, construção de diretrizes e de zoneamentos de planos diretores.

Referencial Teórico

Este Capítulo é composto por conceitos introdutórios que tratarão das seguintes temáticas: Segregação e Fragmentação Urbana; Morfologia Urbana; Diferença morfológica entre áreas precárias e não precárias; e Textura Urbana. Posteriormente, trará teorias que embasam a metodologia desse trabalho, sendo estas: Lacunaridade Urbana; Habitabilidade; e Densidade Urbana (Figura 1).

Figura 1 – Estrutura do Referencial Teórico



Fonte: Simões (2021)

Segregação e Fragmentação Urbana

A segregação socioespacial é um fenômeno marcante na maioria das cidades brasileiras. Nesse processo, as classes de mais alta renda tendem a ocupar lugares distintos em relação às classes de renda mais baixa (CASTELLS, 1983; SANTOS, 1993; VILLAÇA, 2001). Essa segregação se reflete em diferentes formas de ocupar e consumir o espaço, de modo que a porção mais rica da população se concentra em áreas mais integradas e bem servidas em infraestrutura; enquanto a população mais pobre, em áreas com infraestrutura precária, com riscos ambientais e difícil acesso a serviços básicos.

Quanto essa definição, Barros Filho (2006) ressalta que a segregação não pode ser entendida como sinônimo de desigualdade social, exclusão social ou pobreza, pois apresenta um caráter espacial, logo, a segregação urbana é expressa pela distância física entre os grupos sociais. Nessa lógica, é

possível haver desigualdade social sem que necessariamente haja uma segregação urbana.

Como discute Castells (1983), a segregação urbana só ocorre quando a distância social tem uma expressão espacial mais forte, como uma “tendência à organização do espaço em zonas de forte homogeneidade social interna e com intensa disparidade social entre elas, sendo esta disparidade compreendida não só em termos de diferença, como também de hierarquia (CASTELLS, 1983, p.250). Barros Filho (2006) discursa sobre a complexidade da segregação:

Os fenômenos urbanos complexos, como a segregação social, têm múltiplas causas que não podem ser simplesmente adicionadas ou agregadas, mas precisam ser integradas entre si, desencadeando uma heterogeneidade de processos impossíveis de serem compreendidos, controlados ou validados por modelos descritivos e matemáticos convencionais (BARROS FILHO, 2006, p. 166).

São diversos os tipos de segregação que podem se estruturar na cidade, tais como: (i) Centro – Periferia; (ii) Zonas privilegiadas e zonas populares; (iii) Zoneamento de funções urbanas; (iv) Nível de oferta de equipamentos coletivos; (v) Nível de transporte no trajeto casa x trabalho (LOJKINE, 1997).

Cabe ressaltar que o processo de segregação não está relacionado apenas ao crescimento substancial da mancha urbana e surgimento de habitações periféricas de renda média e baixa, como também está relacionado a valorização de espaços centrais e a sua conseqüente verticalização pelo mercado imobiliário. Quanto a esse processo, Costa (2013) afirma:

A periferização da cidade não é mais feita por meio de reformas urbanísticas, como no passado, visto que a própria valorização dos espaços e a verticalização vêm modificando a estrutura e o cotidiano das pessoas na cidade. Até nos bairros ocupados pelas camadas de menor renda, os preços cobrados pelos terrenos vêm aumentando, devido a localização (COSTA, 2013, p. 63).

Ainda que a segregação urbana esteja presente em grande parte dos

centros urbanos do país, diversos estudos têm apontado que o crescimento e espacialização das classes sociais nos grandes centros urbanos da América Latina tem se configurado cada vez mais como um padrão de segregação espacial fragmentado (PRÉVÔT-SCHAPIRA, 2001; SABATINI, 1999; VEIGA, 2005; CARIOLA e LACABANA, 2001; CALDEIRA, 2000). Essa organização tem tomado o lugar do tradicional modelo centro-periferia, predominante entre os anos de 1940 e 1980, que descrevia o centro como o lugar de concentração de capital, equipamentos e infraestrutura, e conseqüentemente, da população de alta renda; enquanto a população mais pobre ocupava espaços periféricos com condições precárias.

A ruptura com o modelo centro-periferia tem ocorrido na medida em que as classes médias e altas migram para municípios ou bairros periféricos (ROLNIK et al., 1990). Salgueiro (1998) define como principal característica de uma cidade fragmentada:

[...] a existência de enclaves, o caráter pontual de implantações que introduzem uma diferença brusca em relação ao tecido que as cerca, seja de um centro comercial numa periferia rural ou um condomínio de luxo no meio de um bairro popular [...] (SALGUEIRO, 1998, p. 41).

Os espaços têm se tornado cada vez mais autos segregados, seja através da estigmatização de certos espaços como espaços pertencentes a um grupo social específico, ou através de barreiras físicas, como é o caso dos condomínios fechados. Caldeira (2000), ao analisar a migração de parcela da população em São Paulo para locais fechados e protegidos pela sensação de insegurança de bairros tradicionais e centrais, usa a expressão “enclaves fortificados” para se referir a condomínios e *shoppings centers*:

Eles atraem aqueles que temem a heterogeneidade social dos bairros urbanos mais antigos e preferem abandoná-los para os pobres, os “marginais”, os sem-teto. Por serem espaços fechados cujo o acesso é controlado privadamente, ainda que tenham um uso coletivo e semi-público, eles transformam profundamente o caráter do espaço público. Na verdade, criam um espaço que contradiz diretamente os ideais de heterogeneidade, acessibilidade e igualdade que ajudaram a organizar o espaço público

moderno quanto as modernas democracias (CALDEIRA, 2000, p. 11-12).

Chetry (2014) conclui que condomínios fechados seguramente, de um lado, e assentamentos precários, de outro, são a manifestação extrema do processo de fragmentação urbana. Do mesmo modo que existe um processo de migração das classes altas e médias para a periferia, a população mais pobre tem disputado por espaço em zonas mais centrais pelo maior acesso ao emprego e ao sistema de transporte público. Abramo (2010), ao analisar o mercado imobiliário em favelas, discursa que existe um “subcomércio informal de moradias em assentamentos consolidados” que tem permitido a fixação do pobre em zonas centrais. Diante disso, a periferia urbana deve ser entendida mais pelo seu conteúdo do que pela sua localização geográfica (SANTOS, 2020).

Sobreira (2002) aponta que as cidades são resultadas da combinação dinâmica (em constante mutação) desses fragmentos. Dentre eles, cabe citar as áreas planejadas, os assentamentos ilegais, cortiços, espaços livres, áreas institucionais, *shopping centers*, conjuntos habitacionais periféricos, corredores comerciais informais, dentre outros. Esses fragmentos, a depender da escala na qual são analisados, podem apresentar outros fragmentos menores, que se organizam de modo hierárquico. Para este trabalho, ressalta-se a presença dos assentamentos precários e não precários no espaço fragmentado.

Dentro desse mosaico de fragmentos que compõem as cidades, as favelas são um exemplo típico. São ao mesmo tempo fragmento e estrutura fragmentada: numa escala, como vimos, elas são o próprio sistema complexo, composto pelo aglomerado de casas e pelos emaranhados de becos, resultantes da ação descentralizada de agentes em busca de espaços de moradia; em outra escala, são as partes que interagem espacialmente com o todo complexo que é a cidade (SOBREIRA, 2002, p. 135).

Barros Filho (2009) acrescenta ao comparar os tecidos da cidade fragmentada como uma “colcha de retalhos”, que se referem a complexos mosaicos urbanos compostos por conjuntos de fragmentos que refletem a desigualdade social entre seus habitantes e, ao mesmo tempo, condiciona suas ações.

Morfologia Urbana

As cidades sempre existiram desde o nascimento das civilizações, entretanto, a Morfologia Urbana é uma ciência considerada recente pois acompanha o surgimento do urbanismo como ciência. O período datado dentre o século XIX e XX acompanhou as diversas transformações nos grandes centros urbanos mundiais e deram força a esse surgimento. Movimentos como a Revolução Industrial saturaram os centros urbanos e trouxeram à tona a necessidade de reconfiguração das cidades. Diante disso, diversos planos urbanísticos surgiram e amadureceram as discussões de soluções para os problemas urbanos, nesse terreno as Ciências Urbanas ou o Urbanismo se desenvolve.

Esses planos urbanísticos se difundiram e ganharam destaque, alguns servindo de modelo principalmente para os centros urbanos do ocidente, tais como o plano para Barcelona proposto por Cerdá e o de Paris proposto por Hausmann. Posteriormente, o surgimento do Movimento Moderno trouxe ainda mais contribuições que pensaram as cidades no século XX. Até chegar no século XXI, quando os teóricos trazem novos conceitos de urbanismo contemporâneo.

Diante do desenvolvimento do Urbanismo enquanto ciência, entende-se que não é possível dissociar esse processo do avanço no estudo da forma urbana, segundo Oliveira (2020):

Morfologia Urbana é a ciência que estuda a forma física das cidades, bem como os principais atores e processos de transformação que moldam essa forma (OLIVEIRA, 2020, p.11).

Essa definição aponta para a natureza multidisciplinar da Morfologia Urbana, visto que entender a forma da cidade, além de seus aspectos físicos, envolve outros conhecimentos tais como: (i) história da formação da cidade; (ii) geografia; (iii) aspectos sociais e econômicos; (iv) processos e planos urbanísticos que marcaram a configuração da cidade; e (v) os agentes que produzem e utilizam esses espaços (CORRÊA, 1999)

A observação da forma urbana das cidades torna possível a compreensão dos processos sociais, culturais e econômicos e a relação deles com os seus agentes geradores e produtores do espaço urbano. O entendimento da forma urbana se relaciona com uma dimensão temporal, que pode ser

analisada de modo estático em um momento específico ou de modo dinâmico ao longo de um intervalo de tempo.

A Morfologia Urbana ao longo da história apresentou diferentes escolas com métodos de leitura do espaço distintos, Oliveira (2016) contribui ao propor uma breve síntese dessas escolas (Quadro 1)

Quadro 1 – Síntese das quatro abordagens morfológicas

Abordagens e textos seminais	Conceitos Chaves	i) Elementos da forma urbana; ii) Níveis de resolução e; iii) Tempo	Aplicações na prática do planejamento
Histórico-geográfica Conzen (1960)	Divisão Tripartida da Paisagem Urbana; Cintura Periférica; Região Morfológica; Ciclo de Parcela Burguesa	i) ruas, parcelas e edifícios; ii) escalas micro à macro; iii) importância da história	1992 - O plano para Asnières-sur-Oise, França, de Ivor Samuels e Karl Kropf
Tipológica Projetual Muratori (1959); Caniggia e Maffei (1979)	Tipo; Processo Tipológico; Tecido; Organismo; História Operativa	i) ruas e edifícios; ii) escalas micro e macro; iii) importância da história	1959 - O plano para Barene di San Giuliano, Itália, de Saverio Muratori
Sintaxe Espacial Hillier e Hanson (1984); Hillier (1996); e Hanson (1998)	Configuração Espacial; Movimento Natural; Linha axial e Mapa axial; Segmento e mapa de segmentos; Medidas sintáticas (integração, escolha...)	i) ruas e edifícios (espaços interiores) ii) escalas micro à macro; iii) antecipação de cenários futuros	2000s - Os planos Para Jeddah, Arábia Saudita, de Space Syntax Limited
Análise Espacial Tobler (1979); Batty e Longley (1994); e Batty (2005)	Células autómatos celulares; Agentes e Modelos baseados em agentes fractais	i) ruas e parcelas; ii) escalas meso e macro; iii) antecipação de cenários futuros	-

Fonte: Oliveira (2016)

Percebe-se pela quantidade de escolas que existe uma diversidade na compreensão da forma urbana e de seus elementos constituintes. Neste trabalho, a abordagem utilizada no entendimento da forma urbana é a análise espacial, interligado no Quadro 1 ao conceito-chave de fractal. Esse conceito será detalhado no tópico Lacunaridade Urbana.

O tecido urbano e os seus elementos constituintes

No estudo da Morfologia Urbana, diversos autores se empenharam em entender que o meio urbano é composto por tecidos, estes se referem a expressão física da forma urbana, construídos essencialmente pelo conjunto dos elementos físicos que o compõem, e a forma como esses elementos se combinam geram padrões diferenciados de tecidos urbanos (COELHO, 2015, p.14; OLIVEIRA, 2016; KROPF, 2017). Esses elementos se comportam como um conjunto de camadas - como o traçado viário, a malha de quadras, os parcelamentos, as tipologias edilícias - que podem se apresentar de múltiplas formas a partir do seu uso e gabarito.

Dentre os autores mais recentes, existe uma diversidade de caracterizações acerca desses elementos. Del Rio (1990) entende que o tecido urbano é constituído dos seguintes elementos: o traçado/rua no primeiro nível; o bairro no segundo nível; e o edifício e o lote no terceiro. De modo semelhante, Panerai et al. (2013) entende que o tecido urbano é a articulação de três estruturas: a lógica das vias, a lógica do parcelamento do solo, onde se manifestam as iniciativas privadas ou públicas, e a lógica das edificações, que podem acomodar diferentes usos.

Rossi (2001) afirma que o tecido urbano é formado por um conjunto de “camadas de tempo sobrepostas” que aponta a forma como a cidade se transformou ao longo do tempo, essa definição reverbera o conceito de palimpsesto. Oliveira (2016) acrescenta alguns elementos do contexto natural que influenciam na construção do tecido urbano, estes são: o relevo, a topografia e a hidrografia.

Coelho (2015) define o tecido urbano a partir de 3 conceitos: o traçado urbano, as parcelas e a malha, sendo o elemento estruturador a malha, pois organiza e dá ordem ao traçado. As parcelas se referem aos elementos em menor escala, composto por unidades autônomas públicas ou privadas.

Lamas (2004) conceitua o tecido urbano a partir da combinação de uma grande diversidade de elementos: o solo, os edifícios, o lote, o quarteirão, a fachada, o logradouro, o traçado, a praça, o monumento, e as árvores e a vegetação e o mobiliário urbano. O entendimento de Lamas está intimamente relacionado a configuração das cidades portuguesas.

Dentre as múltiplas perspectivas, cabe trazer à tona que não existe uma leitura ideal, mas o entendimento mais adequado para análise do tecido urbano depende de fatores como a localização geográfica, o objeto de estudo, objetivos a serem alcançados e escala de análise. Pois cada elemento da forma urbana pode extrair informações importantes acerca de como o solo urbano é produzido e consumido.

Silva (2020) em seus estudos sobre a heterogeneidade morfológica em assentamentos precários trouxe uma grande contribuição ao sintetizar os elementos constituintes do tecido urbano segundo os principais autores tratados nesse tópico:

Quadro 2 – Síntese dos elementos do tecido urbano

	Autores			
	Lamas	Coelho	Del Rio	Panerai
Solo				
Edifício				
Lote				
Quarteirão				
Fachada				
Logradouro				
Traçado/Rua				
Praça				
Monumento				
Vegetação				
Mobiliário Urbano				
Bairros				
Tipologias Habitacionais				

Fonte: Silva (2020)

Neste trabalho, a forma urbana, manifestada em seus mais diversos tecidos, é entendida como um reflexo e condicionante das condições socioeconômicas que a originaram. Acerca disso, Lefebvre (2001, p.19) complementa ao afirmar que o tecido não se limita apenas a sua Morfologia, mas é como um suporte de um “modo de viver” da sociedade urbana, de modo que os diferentes tecidos urbanos refletem como o espaço é (re)produzido socialmente.

Diferenças Morfológicas entre áreas precárias e não-precárias

O crescimento de assentamentos precários no mundo está se tornando cada vez maior e traçado mudanças na paisagem urbana das cidades. Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU (2007), o número de pessoas que residem em assentamentos precários já passou de 1 bilhão.

Apesar desse crescimento, esses assentamentos acabam tornando-se invisíveis na cidade e esquecidos no processo de planejamento urbano, muitos deles sequer são mapeados e reconhecidos por autoridades governamentais. As bases cartográficas comumente possuem má qualidade digital, o processo de atualização é moroso e falta uma padronização em métodos, indicadores e variáveis que permita um mapeamento eficiente e uma comparação dessas áreas com o que não é considerado precário.

Os assentamentos precários são de diversos tipos: cortiços, loteamentos irregulares de periferia, favelas e assemelhados (BRASIL, 2010). Possuem como característica comum o fato de serem áreas predominantemente residenciais, de baixa renda e apresentar precariedades nas condições de moradia como “Irregularidade fundiária; ausência de infraestrutura de saneamento ambiental; localização em áreas mal servidas por sistema de transporte e equipamentos sociais; terrenos alagadiços e sujeitos a riscos geotécnicos; adensamento” (QUEIROZ FILHO, 2015, p. 341)

O crescimento da autoconstrução, seguida da falta de infraestrutura básica, pavimentação, saneamento e água potável torna a morfologia das áreas precárias semelhantes, comumente possuem alta densidade construtiva e uma perceptível diferença visual em relação aos tecidos urbanos de áreas com boas condições socioeconômicas.

Diante das particularidades morfológicas dos assentamentos precários, diversos experimentos investigaram características da forma urbana, perceptíveis em imagens de sensoriamento remoto (BARROS FILHO e ALVES JÚNIOR, 2005; BARROS FILHO e SOBREIRA, 2007), essas pesquisas partem do pressuposto da existência de alguns padrões morfológicos comuns aos assentamentos precários. Estudos subsequentes (KOHLLI et al, 2016) tomam a mesma discussão em termos um pouco distintos, a “Ontologia Genérica de Favela” busca encontrar, dos grandes

assentamentos precários aos menores, um consenso no que se refere ao seu padrão morfológico.

Diversos estudos envolvendo o mapeamento de zonas precárias desenvolvidos por Kuffer et al. (2016) apontam que existem uma variedade de padrões morfológicos na cidade e que se relacionam aos seus níveis socioeconômicos. Esses padrões podem ser perceptíveis pelas características de imagens de sensoriamento remoto e mapas de referência, tais como: (i) geometria das construções; (ii) densidade construtiva; (iii) padrão dos arruamentos; (iv) materiais construtivos das coberturas; (v) presença de vegetação; e (vi) localização geográfica.

Esse contraste é perceptível ao comparar a Morfologia Urbana em áreas precárias e verificar que estas tendem a possuir um padrão aglomerado, irregular e com poucos espaços livres, em contraposição a assentamentos não precários, com um padrão menos denso, mais regular e com mais espaços livres públicos e privados (Quadro 3)

Quadro 3 – Diferenças morfológicas entre áreas de favela e áreas formais

	Área de Favela	Áreas formais
Tamanho	Tamanho de edifícios pequenos (abaixo do padrão)	Tamanho de construção geralmente maiores
Densidade	Densidades de cobertura do telhado muito altas; Falta de espaços públicos verdes dentro ou nas proximidades de áreas de favela	Áreas de baixa e moderada densidade; Espaços verdes dentro ou nas proximidades de áreas planejadas
Padrão	Estrutura de Layout Orgânico	Padrão de Layout Regular
Características do Sítio	Proximidade de linhas de infraestrutura e oportunidades de subsistência	A infraestrutura básica é fornecida

Fonte: Kuffer et al. (2016), tradução própria

A partir disso, análises morfológicas tornam-se úteis para investigar a relação da forma com fenômenos sociais e seus fatos geradores e podem ser extraídas através de bases cartográficas municipais ou imagens de sensoriamento remoto. São diversas as abordagens de investigação utilizadas em todo o mundo para o reconhecimento de assentamentos precários. Kuffer et al. (2016) levantou um estado da arte desses estudos, nesse trabalho, percebe-se que os assentamentos precários apresentam características comuns em cidades de todos os continentes (Quadro 4).

Quadro 4 – Características físicas de assentamentos precários selecionados em periódicos

Área Geográfica	Autores dos estudos	Geometria da Construção	Densidade	Padrão de Estrada	Material do Telhado	Características do Sítio
Ahmedabad	Kohli, D.; Sliuzas, R.V.; Kerle, N.; Stein.	Telhados Pequenos e número de pisos	Alta Densidade	Ausente (não pavimentada) ou irregular	Específicos como ferro e plástico	Falta de espaços verdes, abertos, limites irregulares da forma.
Bangalore	Krishna, A.; Sriram, M.; Prakash	Altura baixa do edifício	Espaço limitado entre abrigos	Falta de vias de acesso e padrões irregulares	Específicos (telhados marrons ou cinzas)	Falta de Sombra
Dehradun	Jain, S.	Tamanhos pequenos do telhados	Não abordado no estudo	Padrões irregulares	Diversos (plástico, madeira, cimento/concreto)	Não abordado no estudo
Delhi	Baud, I.; Kuffer, M.; Pfeffer, K.; Sliuzas, R.V.; Karuppannan, S.	Tamanho pequeno dos telhados, 1 a 2 andares	Alta densidade (80%)	Padrões irregulares e ruas em más condições	Pobres e não permanentes	Forma complexa de assentamento, locais perigosos (ferrovia, rio, rodovia)
Hyderabad	Kit, O.; Lüdeke, M. e Kit, O.; Lüdeke, M.; Reckien, D.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta densidade	Padrões irregulares e ruas estreitas	Não abordado no estudo	Frequentemente em zonas periféricas e próximo de zonas industriais
Mumbai	Taubenböck, H.; Kraff, N.J.	Telhados pequenos (<60m ² , altura média de 2,3 andares)	Alta densidade > 50% com passeios estreitos	Baixa heterogeneidade padrões espaciais	Não abordado no estudo	Não abordado no estudo
Guangzhou	Oleire-Oltmanns, S.; Coenradie, B.; Kleinschmit, B.	Telhados principalmente quadrados (12x12m), pisos adicionais	Alta densidade, distância entre abrigos de 1 a 3m	Variação de padrões dependendo da localização	Específicos e Espectralmente semelhantes	Não abordado no estudo
Shenzhen e Wuhan	Huang, X.; Liu, H.; Zhang, L.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Padrões Irregulares	Frequentemente específicos	Pouca vegetação e espaços abertos
Estado de São Paulo	Novack, T.; Kux, H.J.H.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta densidade	Não abordado no estudo	Específico (telha cerâmica e amianto)	Falta de Vegetação
Medellin	Duque, J.C.; Patino, J.E.; Ruiz, L.A.; Pardo-Pascual, J.E.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta densidade	Padrões complexos	Diverso	Não abordado no estudo
Rio de Janeiro	Gueguen, L.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Padrões irregulares	Não abordado no estudo	Não abordado no estudo
Cidade da Guatemala	Owen, K.K.; Wong, D.W.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Padrões Irregulares	Diverso	Estrada de terra, menos verde, acessibilidade pobre, declividade íngreme e proximidade com locais perigosos
Accra	Weeks, J.R.; Getis, A.; Stow, D.A.; Hill, A.G.; Rain, D.; Engstrom, R.; Stoler, J.; Lippitt, C.; Jankowska, M.; Lopez-Carr, A.C.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Não abordado no estudo	Específico (espectralmente semelhante)	Falta de Vegetação
Nairobi	Iannelli, G.C.; Lisini, G.; Dell'Acqua, F.; Feitosa, R.Q.; da Costa, G.A.; Gamba, P.	Tamanho pequeno dos telhados	Alta Densidade, estradas estreitas	Padrões irregulares	Específico (com baixa refletância)	Não abordado no estudo
Cidade do Cabo	Li, J.; Li, Y.; Chapman, M.A.; Rütther, H.	Tamanhos pequenos de telhados	Não abordado no estudo	Não abordado no estudo	Diversas (plástico, e stanho e madeira)	Degradação do ecossistema local
Caracas, Cabul, Candahar e La Paz	Graesser, J.; Cheriyyadat, A.; Vatsavai, R.R.; Chandola, V.; Long, J.; Bright, E.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Heterogeneidade na construção Orientação e Ruas irregulares	Diverso	Próximo a locais perigosos
Deli, Dar es Salaam	Kuffer, M.; Barros, J.; Sliuzas, R.	Tamanhos pequenos de telhados	Alta Densidade	Padrões Irregulares	Não abordado no estudo	Não abordado no estudo

Fonte: Modificado de Kuffer et al. (2016), tradução própria

Na análise da Morfologia dos assentamentos precários, existem estigmas que apontam o espaço da favela como um espaço sem “ordem”, entretanto, como ressalta Cardoso (2007), os assentamentos precários apresentam os mesmos elementos físicos de um espaço qualquer: espaços livres, lotes e ruas. Que constituem a sua forma e que está em constante transformação.

Entretanto, os agentes produtores do espaço e o modo como o mercado imobiliário conduz o uso do solo nos assentamentos precários destoa da cidade formal. Nas favelas, é perceptível submercados através de ocupações clandestinas e irregulares, bem como na forma de comercialização de aluguéis. Esses mercados são repletos de irregularidades construtivas, em relação ao direito da terra e a cidade (ABRAMO, 2007).

Outro aspecto a ser considerado é que, embora trabalhos de levantamento bibliográfico desenvolvido por Kuffer *et al.* (2016) tenha constatado que os assentamentos precários apresentam características comuns, esse entendimento não é absoluto. Pesquisas desenvolvidas por Barros Filho e Silva (2018-2019) constataram que existe uma diversidade morfológica em favelas quando analisou as ZEIS de Campina Grande (PB) através da metodologia da densidade urbana. Posteriormente, Barros Filho e Simões (2020) realizaram experimentos utilizando a abordagem fractal nos mesmos objetos de estudo, e constatou-se que existe uma diversidade na textura urbana dos assentamentos precários a partir de medidas de lacunaridade urbana.

Diante dessas múltiplas abordagens de investigação, a análise espacial que considera o tecido urbano como uma representação da geometria fractal ganha destaque, principalmente diante dos avanços tecnológicos que permitiram capturar imagens de cidades vistas por satélites (Batty e Longley, 1994). Essas pesquisas partem do pressuposto da existência de diferentes padrões urbanos na cidade que podem ser diferenciados a partir de medidas derivadas da geometria fractal.

Textura Urbana

Diante da realidade do crescimento das favelas no Brasil, 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 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 Defesa Civil e cadastro das concessionárias responsáveis por serviços de água, esgoto e luz, estes mapeiam 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, nos quais 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, e traz 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, sua análise é útil para diferenciar padrões na cidade, quando aplicada a imagens de satélite de áreas urbanas. A análise de textura proposta no Guia é visual e fica sujeita à diferentes interpretações pelos analistas, portanto, não há critérios preestabelecidos e nem cálculos que possibilitem processos automáticos de classificação. Concomitante a esse fato, diversos autores já fazem uso de métodos automáticos para analisar texturas de imagens de satélite, de modo a identificar assentamentos precários, utilizando parâmetros como a lacunaridade (BARROS FILHO, 2006; LEÃO, 2011; KIT e LUDEKE, 2013; OWEN e WONG, 2013). A partir da textura de imagens de satélite, é possível extrair informações quanto à presença e 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, maiores as projeções de suas sombras. As imagens de satélite, diante disso, configuram-se como um recurso acessível na complementação de bases cartográficas municipais.

A análise de textura se enquadra em uma análise morfológica do tipo espacial (OLIVEIRA, 2020). A variabilidade espacial dos tons dos píxeis que compõem um recorte espacial gera diferentes padrões de textura, quanto menor a variabilidade, mais homogênea será a textura, e quanto mais a variabilidade, mais heterogênea ela será (BARROS FILHO, 2006).

A variabilidade dos píxeis se relaciona diretamente com os padrões de ocupação na cidade. Diante disso, zonas com mais espaços livres e zonas verticalizadas tendem a apresentar uma textura mais heterogênea, e esta é uma característica de áreas menos precárias, como observado nos estudos (Quadro 3), enquanto zonas com menos espaços livres e menos verticalizadas possuem uma textura mais homogênea, característica de áreas mais precárias.

Dinâmicas de segregação e fragmentação urbana, conceituada no tópico anterior, são visualmente perceptíveis através da textura urbana, visto que ela perde a sua continuidade e apresenta rupturas com surgimento de diferentes padrões de textura. Os diversos estudos que envolvem a identificação e mapeamento de assentamentos precários (KUFFER et al.

2013) partem do pressuposto de que esses assentamentos podem se desenvolver em áreas periféricas ou não. Nesse fato reside a importância de técnicas que diferenciem padrões de textura através de imagens de satélite.

Através da análise da textura urbana, é possível extrair informações que auxiliam a identificação morfológica a partir da observação do tamanho das edificações, suas geometrias e as relações dimensionais entre eles, também é possível pressupor padrões de arruamento e presença ou não de vegetação. Soma-se o pressuposto de que diferentes estruturas urbanas dizem respeito a diferentes aspectos socioeconômicos e dinâmicas sociais. Steiniger et al. (2007) argumentam que é possível extrair informações da estrutura urbana e reconhecer diferentes padrões urbanos através de análises morfológicas baseadas em semelhança e proximidade, tanto a partir de imagens de sensoriamento remoto, como a partir de bases cartográficas.

As cidades são grandes coleções de texturas urbanas, tornando as mesmas ricos e diversificados mosaicos que refletem dinâmicas socioespaciais complexas. Não é possível afirmar que existem texturas ordenadas enquanto outras não, visto que cada textura segue uma ordem específica considerando as especificidades do seu território, que estão relacionados com o uso do solo e o seu nível socioeconômico.

A textura de uma imagem pode auxiliar em processos de classificação, e existem diversos modos de mensurar a textura de uma imagem, uma delas é através da lacunaridade urbana, medida complementar a geometria fractal que mensura a distribuição de espaços livres em diferentes escalas. A lacunaridade tem sido estudada como recurso na diferenciação de padrões urbanos em cidades.

O questionamento que este trabalho levanta diante da complexidade na produção do espaço urbano, fator este influenciado por diversos agentes, é como esses fenômenos podem ser identificados através de uma análise da forma urbana. Levanta-se, a partir disso, abordagens de investigação que consigam diferenciar a Morfologia precária da não precária, auxiliando urbanistas na tomada de decisão e na promoção de políticas inclusivas e sensíveis a realidade da precariedade urbana. As políticas públicas devem ser construídas a partir de um preciso diagnóstico e identificação geográfica e morfológica do espaço urbano.

Lacunaridade Urbana

A compreensão da lacunaridade parte de desdobramentos da Teoria dos Fractais, com os estudos inicialmente desenvolvidos pelo matemático francês Benoit Mandelbrot (1982) que, ao observar as formas da natureza, concluiu que a geometria euclidiana era insuficiente para abarcar tamanha complexidade visual. Ele percebeu que a natureza é repleta de autossimilaridade, isto é, de repetições que são semelhantes ao objeto original, em diferentes escalas.

A partir disso, os fractais começaram a ser aplicados em diversas áreas do conhecimento, como matemática, física, ecologia, biologia e medicina. O desenvolvimento do conhecimento da geometria fractal foi ampliado com o surgimento de computadores, esses começaram a simular composições geográficas não-lineares e análise de fenômenos complexos.

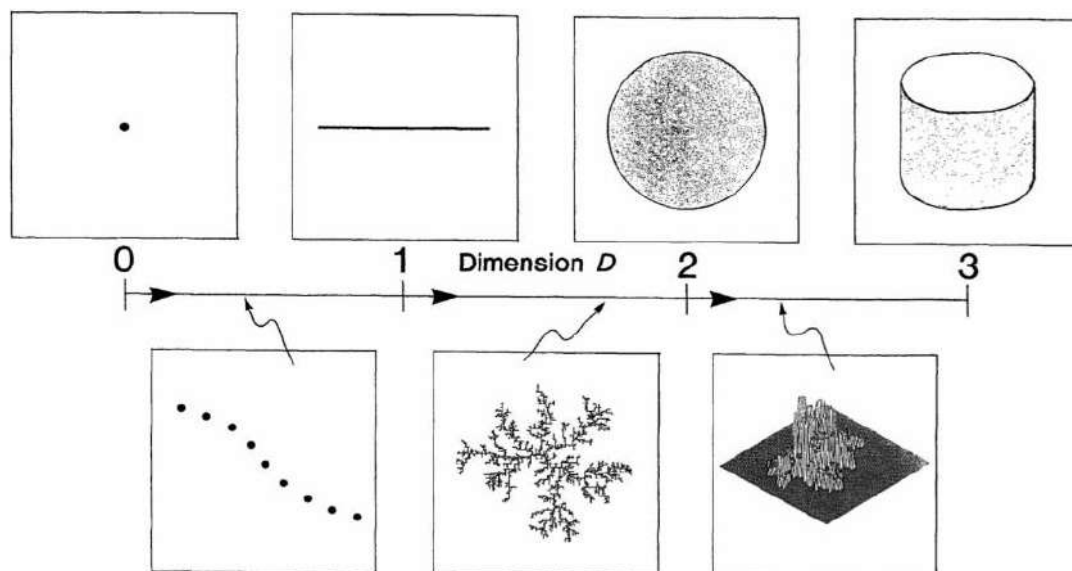
No campo das ciências de análises, pesquisadores da década de 1990 como Batty e Longley (1994) e Frankhauser (1994) aplicaram a teoria dos fractais ao urbanismo, e chegou-se à constatação de que o tecido urbano é fractal por natureza, ou seja, os arranjos das edificações, dos lotes e das vias emulam os fractais, bem como simulações de modelos de crescimento urbano.

O padrão fractal em ocupar um lugar no espaço é típico dos centros urbanos, em fenômenos como: não-homogeneidade, fragmentação, rugosidade e organização hierárquica. Batty e Longley (1994) descrevem a eficiência de um padrão em ocupar um lugar no espaço, considerando valores não-inteiros entre um ponto (dimensão 0) e uma linha (dimensão 1), entre uma linha (dimensão 1) e um plano (dimensão 2), e entre um plano (dimensão 2) e um volume (dimensão 3) (Figura 2). A aplicação dos fractais nas cidades representou um enorme avanço do ponto de vista das análises espaciais aplicadas ao urbanismo na área de análise e proposições para projetos urbanos.

As características geométricas dos fractais se tornam úteis para descrever a complexidade dos padrões urbanos e como esses padrões se comportam em diferentes escalas. A partir dos fractais, compreende-se uma grandeza derivada, a “lacunaridade”, o termo provém do latim “lacuna”, que significa “vazio” e está relacionado com a distribuição de espaços livres em

um padrão espacial de uma imagem em diferentes escalas (PLOTNICK et al., 1996).

Figura 2 – Eficiência de um padrão em ocupar um lugar no espaço



Fonte: Batty & Longley (1994)

A lacunaridade permite uma análise da densidade, empacotamento, dispersão e permeabilidade de uma estrutura geométrica em diferentes escalas (BARROS FILHO, 2006, p.142).

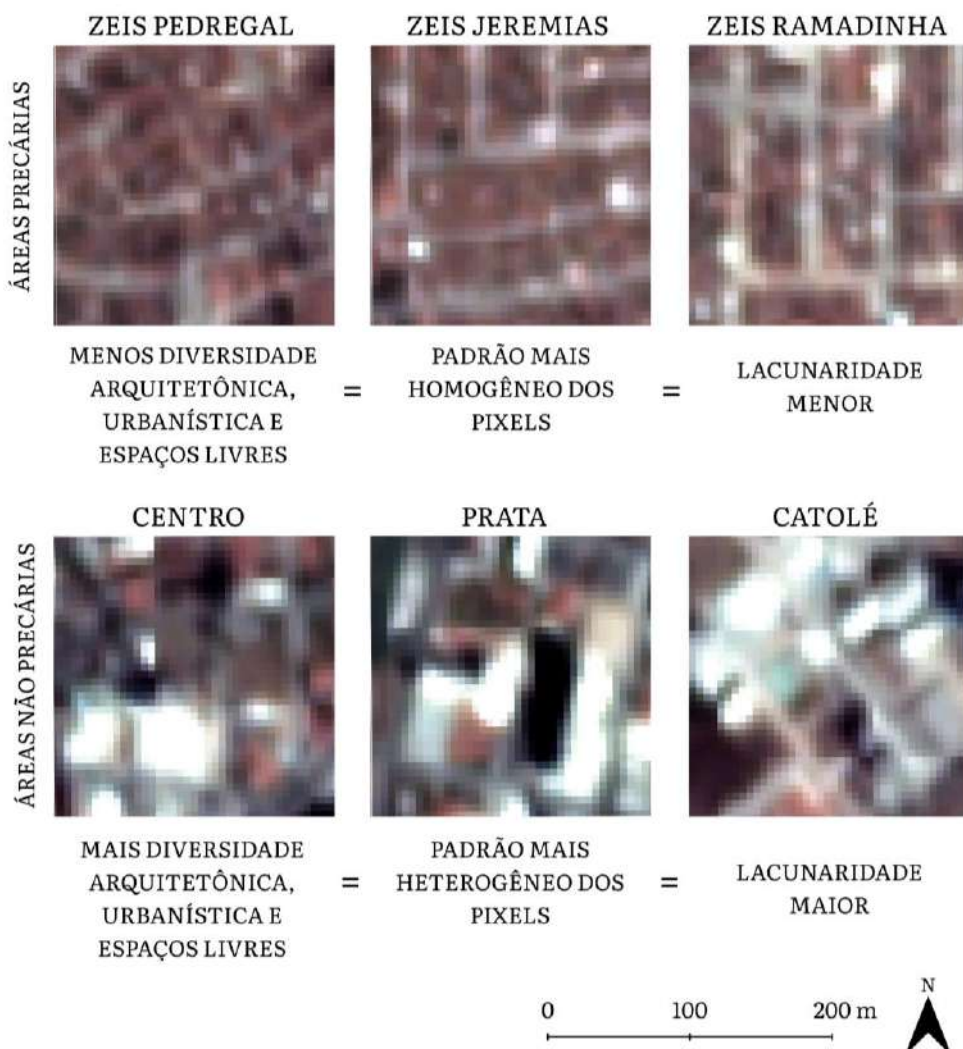
A lacunaridade é uma medida multiescalar, esse aspecto é característico de uma das mais primordiais características fractais: a autossimilaridade. Diante disso, esse instrumento pode ser utilizado em escalas urbanas menores, ao analisar capturas de distritos, ou de toda uma cidade

Quando a escala analisada é pequena, por exemplo, ao analisar um recorte geográfico de um assentamento precário, a textura tende a ser mais homogênea, pois geralmente analisa apenas um tecido. Quando a escala é maior, a exemplo de uma cidade, a textura é mais heterogênea, uma vez que captura uma multiplicidade de tecidos. A partir dessa heterogeneidade, a lacunaridade é capaz de distinguir diferentes padrões de textura na cidade.

Cabe ressaltar a relação da textura com a distribuição dos espaços livres e a verticalização: áreas de assentamentos precários, por frequentemente

possuírem ausência de espaços livres e edificações pequenas, pouco verticais e aglomeradas, tendem a possuir uma textura mais homogênea e uma lacunaridade menor; Em contraposição, áreas não precárias que apresentam maior distribuição de espaços livres, grandes equipamentos públicos ou privados, e verticalização, tendem a possuir uma textura mais heterogênea e uma lacunaridade maior (Figura 3). A partir disso, a lacunaridade é útil para distinguir padrões de textura na cidade, relacionado a concentração ou a falta de espaços livres, bem como dinâmicas de verticalização.

Figura 3 – Exemplos de padrões de textura e os seus níveis de lacunaridade em imagens Planet (4,77m) de Campina Grande (PB)



Fonte: Simões (2021)

Comumente tem-se o entendimento que assentamentos precários apresentam uma maior densidade, enquanto os assentamentos não-precários apresentam uma menor densidade, quando leva-se em consideração o perceptual de ocupação do solo. No caso da lacunaridade, essa lógica é inversa à densidade, pois atribui valores menores a assentamentos densos e maiores a assentamentos menos densos.

A análise de imagens de cidades por sensoriamento remoto abriu diversas possibilidades nos estudos de textura urbana acerca da existência de padrões que se repetem e, conseqüentemente, podem ser diferenciados através de valores de lacunaridade. É possível, a partir da lacunaridade, descrever diferentes usos do solo, visto que os padrões se repetem em muitas escalas (BATTY e LONGLEY, 1994).

Existem diversos modos de calcular a lacunaridade em imagens com 2 (binárias) ou mais bits. Os métodos comumente utilizados é 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 8 bits, ou seja, com 256 tons de cinza. Neste último, uma caixa deslizante passa pela imagem e calcula a intensidade média dos píxeis e retorna 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 $N(r)$. Os cálculos de lacunaridade podem ser observados abaixo:

Equações de Lacunaridade

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

$$M_r = \sum_{i,j} n_t(i,j) \quad (2)$$

$$n_r(i,j) = v - u - 1 \quad (3)$$

Onde: $Q(M,r)$ = Distribuição de probabilidade da massa; M = Massa da imagem em escala de cinza; $n(i,j)$ = Altura relativa da coluna em i e j ; V = Caixa cúbica com valor máximo de píxel; U = Caixa cúbica com valor mínimo de píxel

Mahabir et al. (2017) analisaram diversas abordagens utilizadas na detecção e mapeamento de assentamentos precários através de imagens de sensoriamento remoto, dentre essas, as análises multiescalares (lacunaridade), representadas por estudos desenvolvidos por Barros Filho e Sobreira (2005), Leão e Leão (2011) e Kit et al. (2013). Como principais vantagens dessa metodologia de análise espacial, o autor cita o fato de que propriedades de objetos em escalas diferentes ajudam na melhor discriminação, métodos multiescalares podem fornecer informações importantes sobre a diversidade intraurbana, que podem também auxiliar para se entender mudanças morfológicas em um tecido ao longo do tempo.

O método multiescalar também apresentam limitações quanto as pesquisas desenvolvidas em mapeamento de assentamentos precários, uma delas é o pressuposto de uma ordem monofractal para as favelas, estudos posteriores já apontaram a existência de diferentes padrões entre as favelas, que podem não exibir propriedades de autossimilaridade, esse método tem sido pouco utilizado em cidades pequenas e médias e carece de mais pesquisas que aperfeiçoem a detecção de favelas menores.

Variáveis sociodemográficas podem ser combinadas a análises de lacunaridade a fim de aperfeiçoar o processo de detecção e caracterização, a vinculação desses dados disponíveis em censo em imagens de sensoriamento remoto que podem ter sua lacunaridade estimada pode auxiliar no estudo da relação entre as características espaciais com suas condições de habitabilidade. Diversos estudos aplicaram a lacunaridade urbana para diferenciar assentamentos com boas condições de habitabilidade e assentamentos com baixas condições (Quadro 5).

Quadro 5 – Estado da arte na diferenciação de assentamentos precários e não-precários que utilizaram a lacunaridade

Trabalho acadêmico	Autores	Ano	Natureza da pesquisa	Objeto de estudo
Assessing texture pattern in slums across scales – <i>an unsupervised approach</i>	BARROS FILHO (UFCG) e SOBREIRA (CEUB)	2005	Publicação em Periódico – CASA, UCL	Recortes de Campinas (SP) e Rio de Janeiro (RJ)
As múltiplas escalas da diversidade intraurbana: uma análise de padrões socioespaciais no recife (brasil)	BARROS FILHO (UFCG)	2006	Tese Doutoral – MDU, UFPE	Recortes de bairros do Recife (PE)
Report of the expert group meeting on slum identification and mapping	SLIUZAS (UNIVERSITY OF TWENTE)	2008	Artigo de Conferência, levantamento bibliográfico	Não especificado
Accuracy of lacunarity algorithms in texture classification of high spatial resolution images from urban areas	BARROS FILHO (UFCG) e SOBREIRA (CEUB)	2008	Congress of the International Society of Photogrammetry and Remote Sensing - ISPRS	Recortes de bairros do Recife (PE)
Detecção de padrões morfológicos intra-urbanos a partir de interpolação por krigagem ordinária dos valores de lacunaridade obtidos em imagens de satélite de alta resolução espacial	BARROS FILHO (UFCG)	2009	Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, INPE	ZEIS Brasília Teimosa em Recife (PE)
Análise da textura urbana para mapeamento da precariedade habitacional	LEÃO (UFRGS)	2011	Dissertação de Mestrado (PROPUR-UFRGS)	Canela (RS)
Settlement indicators of wellbeing and economic status – lacunarity and vegetation	OWEN (GEORGE MASON UNIVERSITY)	2011	ASRPS	Guatemala City, Guatemala
Targeting housing problems through urban texture analysis	LEÃO (DEAKIN UNIVERSITY) e LEÃO (UFRGS)	2011	12th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management	Canela (RS)
Defining the bull’s eye: satellite imagery-assisted slum population assessment in hyderabad, india	KIT (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON) et al.	2013	Publicação em Periódico (Urban Geography)	Hyderabad, Índia
Diferenciação de padrões morfológicos urbanos através da análise da lacunaridade de subfragmentos de imagens de satélite quickbird	BARROS FILHO (UFCG) e AMORIM (UFPE)	2015	Publicação em Periódico – Revista Brasileira de Cartografia (RBC)	Recortes de bairros do Recife (PE)
Morfologia e precariedade em favelas : análise dos SEAS em Campina Grande – PB	BARROS FILHO (UFCG)	2018	Anais ENANPUR	Campina Grande (PB)
Texturas da precariedade urbana: reconhecimento de padrões em imagens de satélite	BARROS FILHO (UFCG) e SIMÕES (UFCG)	2019-2020	Iniciação Científica PIBIC (UFCG)	Amostras ZEIS e não-ZEIS em Campina Grande (PB)
Texturas da Precariedade Urbana: Analisando a correlação entre Lacunaridade e Habitabilidade em Campina Grande (PB)	BARROS FILHO (UFCG) e SIMÕES (UFCG)	2020-2021	Iniciação Científica PIBIC (UFCG)	Campina Grande (PB)

Fonte: Simões (2021)

Habitabilidade

O termo “habitabilidade” é um importante critério que tem ganhado destaque nas discussões sobre o direito à uma moradia adequada em todo o mundo. Segundo o comentário nº4 do Comitê das Nações Unidas sobre os Direitos Econômicos, Sociais e Culturais, Habitabilidade pode ser entendida como uma provisão física e estrutural:

a moradia não é adequada se não garantir a segurança física e estrutural proporcionando um espaço adequado, bem como proteção contra o frio, umidade, calor, chuva, vento, outras ameaças à saúde (SDH/PR, 2013, p. 13)

O direito à moradia também é assegurado pela Constituição Federal de 1988:

Art. 6º São direitos sociais a educação, a saúde, a alimentação, o trabalho, a moradia, o transporte, o lazer, a segurança, a previdência social, a proteção à maternidade e à infância, a assistência aos desamparados, na forma desta Constituição (BRASIL, 1988)

Diante disso, diversas técnicas foram criadas como forma de mensurar a habitabilidade de uma área, neste trabalho, destaca-se o Índice de Habitabilidade (IH), que é uma medida que permite a análise de precariedade urbana, desenvolvida por Barros Filho (2006) em sua tese de doutorado.

Este índice sintetiza em um único valor, que varia de 0 a 1, características físicas e sociais de uma fração urbana, sendo calculado a partir de variáveis do Censo Demográfico do IBGE. O IH pode caracterizar as condições das habitações e de seus moradores em um determinado setor censitário.

O IH é construído a partir de uma média simples do Índice Domiciliar (ID) com o Índice Populacional (IP). O primeiro é construído a partir da média dos seguintes indicadores: TIPO, que mensura o número de banheiros das edificações e a proporção de domicílios particulares permanentes em relação ao total de domicílios do setor; SANEAM, que consiste na média

aritmética de variáveis de abastecimento de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário; OCUPA, que consiste na condição de ocupação dos domicílios próprios, alugados ou cedidos. O segundo é construído a partir da média dos seguintes indicadores: RENDA, que considera os rendimentos nominais mensais dos responsáveis por domicílio particular; EDUCA, que consiste na média ponderada das faixas de anos de estudo dos responsáveis pelos domicílios particulares; e LONGE, que calcula a média ponderada da faixa de idade dos moradores. Em síntese, o IH é calculado pelas seguintes equações:

Equações do Índices domiciliar, populacional e de habitabilidade

$$ID = \frac{SANEA+TIPO+OCUPA}{3} \quad (4)$$

$$IP = \frac{RENDA+EDUCA+LONGE}{3} \quad (5)$$

$$IH = \frac{ID+IP}{2} \quad (6)$$

Cada indicador, por sua vez, é calculado a partir de variáveis disponibilizadas nos dados do IBGE agregados por setores censitários. A metodologia e as fórmulas desses indicadores estão detalhadamente descritas nas teses de Barros Filho (2006) e de Anjos (2013). Inicialmente, o IH foi aplicado para as variáveis do Censo de 2000 na cidade do Recife (BARROS FILHO, 2006). Posteriormente, essa metodologia foi adaptada para o Censo de 2010, sendo aplicada na análise do mercado imobiliário da ZEIS Brasília Teimosa, também em Recife (ANJOS, 2013).

Por se pautar em dados coletados nacionalmente pelo IBGE, o Índice de Habitabilidade (IH) é interessante para estudos nacionais comparativos. O índice é um importante instrumento de análise da habitabilidade urbana, devido à combinação de diversos índices e indicadores, configurando-se como uma medida representativa na detecção de precariedade, e tornando-se, a partir disso, estratégica ao associar espacialmente com padrões de textura urbana, mensurados por medidas de lacunaridade.

Densidade Urbana

A densidade urbana é um tema que vem atualmente ganhando cada vez mais destaque nas discussões sobre a produção e qualidade do espaço urbano. Proposta pela dupla holandesa Meta Yolanda Berghauser Pont e Per André Haupt (2009), pode ser definida como a relação entre o número de entidades existentes em uma determinada área, podendo estas entidades corresponderem a pessoas, residências, serviços ou pavimentos (PONT e HAUPT, 2009).

A inovação trazida pelos autores em relação ao tema é a combinação de diversos índices urbanísticos que influenciam na densidade construtiva, tais como: Taxa de Ocupação (GSI), Índice de Aproveitamento (FSI) e Número Médio de Pavimentos (L). Esses índices são agrupados em um espaço tridimensional chamado *Spacematrix* (Figura 4) compondo os três eixos, e derivam outros dois índices: Pressão sobre Espaços Livres (OSR) e Densidade de Rede.

Figura 4 – Diagrama *Spacematrix* visualizado em 3 dimensões

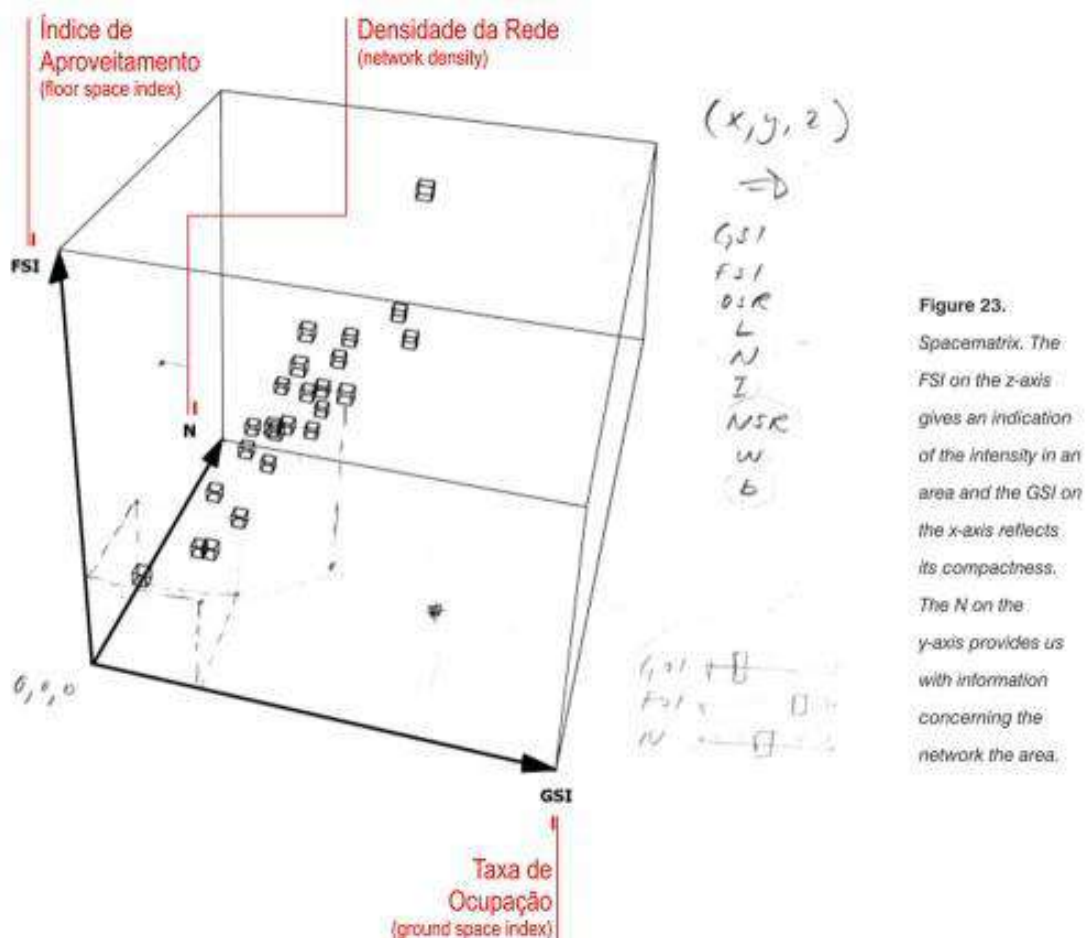


Figure 23.
Spacematrix. The FSI on the z-axis gives an indication of the intensity in an area and the GSI on the x-axis reflects its compactness. The N on the y-axis provides us with information concerning the network the area.

Fonte: Urbanidades, editado de Berghauser Pont e Haupt (2009)

Acioly e Davidson (1998) elencam fatores que influenciam na densidade urbana, são estes: *layout* do assentamento e equilíbrio entre o público e o privado; disponibilidade de solo urbano; tipologia habitacional; tamanho e forma dos edifícios; legislação de planejamento; tamanho e dimensão do lote; *standards* das ruas, infraestrutura e transporte; e tamanho da família.

A densidade também varia a partir da percepção do usuário e apresenta variações a partir das origens sociais, econômicas e étnicas. Acioly e Davidson (1998) tratam a questão com a seguinte afirmação: “Densidade está na mente de quem percebe” e ilustram a seguinte situação: para um planejador indiano, um lote de 100m² pode ser demasiadamente grande, mas para um Africano Oriental ou do Cone Sul da África, esse tamanho é demasiadamente pequeno. Essas diferenças justificam a variedade de formas e padrões de urbanização em todo o mundo.

Apesar da sua complexidade, a densidade é um importante instrumento descritivo para avaliar a forma como o espaço urbano é produzido e consumido, assim como o desempenho de planos e projetos urbanísticos, auxiliando na formulação e tomada de decisões. É também um importante instrumento normativo e prescritivo para regular e orientar planejamento das cidades. Há, portanto, necessidade de estudos mais aprofundados e sistematizados sobre a densidade para que se possa fazer uma relação mais efetiva da densidade com padrões de habitabilidade.

Na gênese dessa metodologia, os objetos de estudo amplamente utilizados tinham por base a cidade europeia. No presente trabalho, a densidade urbana é aplicada como um instrumento de diferenciação entre áreas precárias e não-precárias brasileiras, com alto grau de segregação e fragmentação do território. Nas aplicações europeias dessa metodologia, as áreas de análise são mais homogêneas e apresentam maior proximidade entre si, fato esse que não é esperado em países emergentes como o Brasil, em função das expressivas desigualdades socioespaciais.

Nas discussões levantadas a partir dos estudos envolvendo a densidade urbana, levanta-se a seguinte questão: Qual a densidade urbana ideal? Esse questionamento parte de diversas experiências observadas na história da Arquitetura e Urbanismo. Em meados do século XIX, acreditava-se que altas densidades eram negativas e deveriam ser evitadas. Esse pensamento motivou planos urbanísticos de “Cidade Jardins” idealizadas por Howard,

em que buscava-se valorizar o contato com a natureza e a vida campesina, e também por arquitetos modernos como Le Corbusier, que ao aplicar os princípios da Arquitetura Moderna na cidade, criava grandes espaços livres entre os grandes volumes edificados que dificultavam os encontros, a diversidade e a vitalidade.

Do mesmo modo que há problemas e qualidades com o emprego da baixa densidade, a alta densidade poderia criar cidades compactas e estimular a diversidade de usos, mas interfere na tranquilidade e na privacidade das pessoas. (JACOBS, 2013). A autora traz reflexões que associam a densidade ideal a diversidade:

[...] Assim, densidades apropriadas a áreas residenciais em cidades são uma questão de performance. Elas não podem estar baseadas em abstrações sobre as quantidades de solo urbano que idealisticamente devem ser alocadas para tal-e-tal número de pessoas (vivendo em alguma sociedade dócil e imaginária). Densidades são muito baixas, ou muito altas, quando frustram a diversidade da cidade ao invés de estimulá-la. Nós temos que olhar para densidades muito da mesma maneira como olhamos para calorias e vitaminas. Quantidades certas são quantidades certas por causa de como se comportam. E o que é correto difere em instâncias específicas (JACOBS, 1961).

A multiplicidade de possibilidades faz da densidade urbana uma incógnita em que é preciso considerar critérios econômicos, ambientais e sociais. Diante disso, Acioly e Davidson (1998) sistematizam as vantagens e desvantagens presentes em ambos os modelos de cidade (Quadro 6):

Quadro 6 – Vantagens e desvantagens da alta densidade e da baixa densidade

	Alta densidade	Baixa densidade
Vantagens	Eficiência na oferta de Infraestrutura Uso eficiente da terra Geração de receitas Vitalidade Urbana Maior Controle Social Economias de escala Facilidade de acesso aos consumidores Maior acessibilidade a emprego	Menos Poluição Possibilidades de saneamento de baixo custo Mais silêncio e tranquilidade
Desvantagens	Criminalidade Sobrecarga nas Infraestruturas Poluição Maiores riscos de degradação ambiental Congestionamento e saturação do espaço	Precária acessibilidade aos serviços Altos custos para oferta e manutenção dos serviços Pouca interação e controle social Altos custos e precariedade do transporte público Excesso de consumo de terra urbana e infraestrutura

Fonte: Adaptado de Acioly e Davidson (1998)

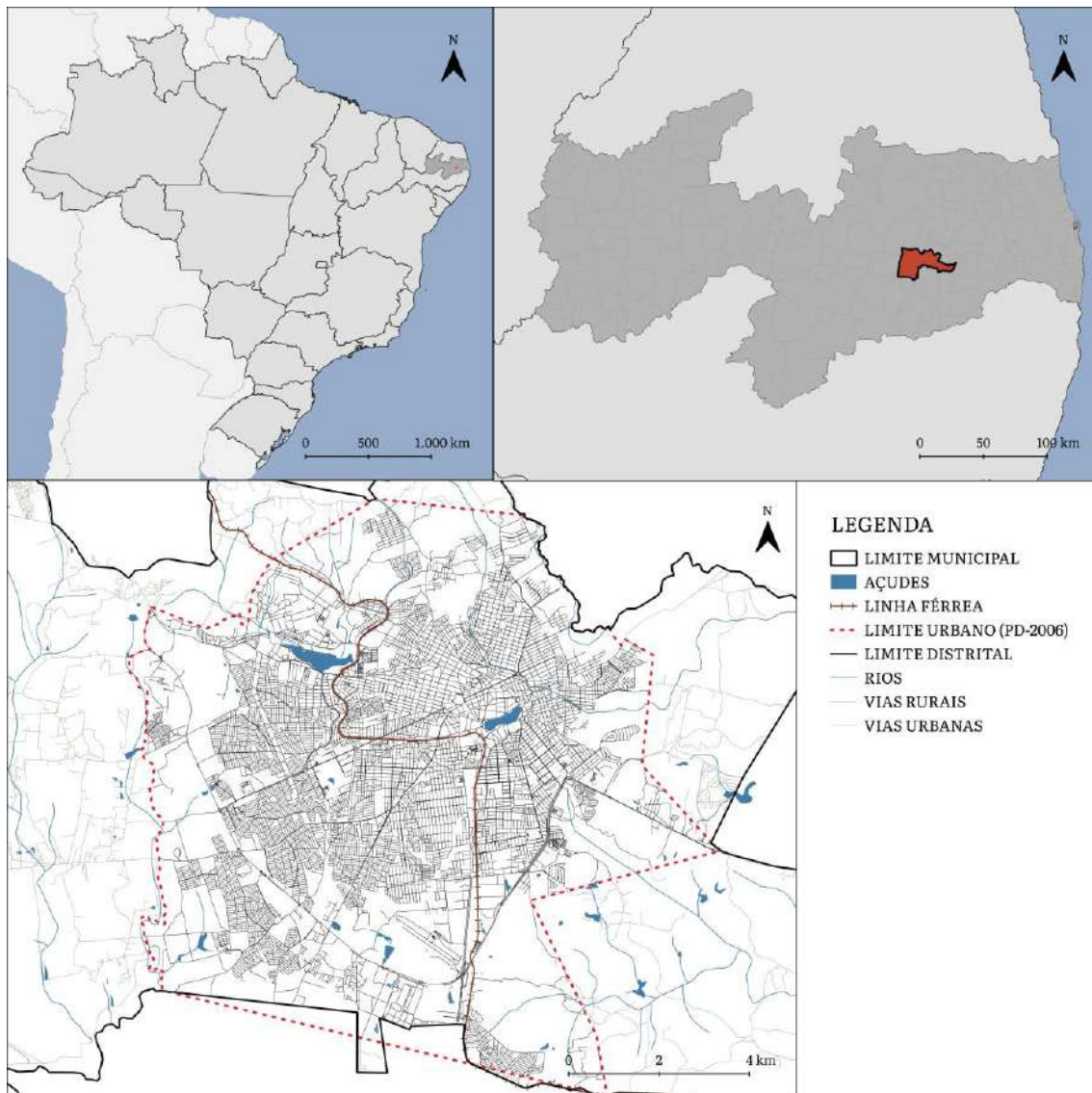
Este estudo traz a reflexão de que os assentamentos precários não apresentam necessariamente uma alta densidade, a depender de uma rede de variáveis como a sua localização geográfica, a disponibilidade de solo urbano, a proximidade de zonas nas quais a edificação é dirigida diante de riscos geológicos, a precariedade pode se manifestar de forma dispersa. Do mesmo modo, as áreas mais valorizadas podem se configurar com diferentes densidades, sejam baixas, comumente configuradas em condomínios privados de residências; sejam altas, comumente em zonas centrais e verticalizadas.

Cabe salientar o fato de que instrumentos descritivos quanto à forma urbana, a exemplo da densidade urbana, ainda que consigam extrair informações importantes, por si só eles não são capazes de descrever a qualidade de um espaço urbano. Diante disso, estudos têm associado essas medidas a informações sociais e econômicas. No caso do Brasil, essas são disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e fazem parte da metodologia deste trabalho, para entender como as densidades se comportam.

Objeto de estudo

O objeto de estudo deste trabalho é a Macrozona Urbana do município de Campina Grande (PB) (Figura 5), localizado no agreste paraibano, com população estimada de 411.807 pessoas (IBGE, 2020), área territorial de 42.920 km² e densidade demográfica de 8.900 hab./km². A cidade apresenta características que não fogem da maioria das cidades do Brasil: desigualdade social e múltiplas formas de ocupação do espaço urbano. Esta desigualdade se traduz em uma grande diversidade de texturas urbanas, perceptíveis visualmente através dos píxeis de imagens de sensoriamento remoto.

Figura 5 – Inserção do Objeto de Estudo no país, estado e localização da sua Macrozona Urbana em seu limite municipal



Fonte: Editado de arquivos do IBGE (2021) e SEPLAN (2021)

A história da cidade se inicia a partir da ocupação dos índios Ariús liderados por Teodósio de Oliveira Lêdo. A partir disso, a ocupação se consolida como um povoado em uma região com posicionamento geográfico estratégico para as trocas comerciais de viajantes que vinham do Oeste para o litoral da Paraíba. O povoado cresceu e recebeu o *status* de Vila Nova da Rainha, e em 1864, foi elevada à categoria de Cidade. Quanto ao processo de crescimento da cidade, diversos trabalhos estudaram esse processo comumente o dividindo em três ou quatro frações temporais, compreendidos desde a década de 1900 até os dias atuais.

A primeira fração temporal pode ser estabelecida entre os anos de 1907 a 1950. Nesse período, destaca-se intensas transformações intraurbanas no centro da cidade, frutos do crescimento das primeiras indústrias voltadas à produção têxtil a partir do algodão. Queiroz (2008) e Sousa (2006) analisaram esse processo através da coleta de dados bibliográficos em campo, e documentos históricos como jornais e relatos.

O início desse período foi marcado pela produção e exportação do algodão, este produto fez a cidade ficar conhecida nacionalmente e internacionalmente, a ponto de competir com grandes cidades internacionais e ficar conhecida como a “Liverpool Brasileira”. Nesse ciclo, a cidade viu a chegada de diversas indústrias relacionadas ao algodão, que passaram a ocupar lugares centrais próximo ao Açude Velho. Com a chegada da linha férrea como transporte do produto, subsidiado pela empresa férrea inglesa Great Western, a cidade inaugura a sua primeira estação em 1907, na gestão do então prefeito Cristiano Lauritzen.

Concomitante a chegada do trem e das indústrias do algodão, se consolida a feira e relações comerciais decorrentes dela próximo ao Açude Velho, no atual centro da cidade, lugar favorável a implantação devido ao relevo mais plano (QUEIROZ, 2008).

Até o período das reformas urbanísticas, que se intensificaram da década de 1935 à 1945 sob a gestão dos prefeitos Pereira Diniz e Vergniaud Wanderley, não se pode afirmar, segundo Costa (2013), que a cidade possuía um padrão centro-periferia ou se sequer havia uma segregação. Até esse período, era comum os empregados morarem nas casas e nos comércios dos seus patrões, com saída para os fundos em ruas menos nobres:

Essas eram relações de trabalho que não permitiam se evidenciar uma periferia pobre na cidade durante o início de 1930 [...] de modo que o processo de segregação como estando fortemente atrelada a valorização diferencial do espaço urbano. Essa valorização está fortemente conectada a concorrência do mercado imobiliário pelas melhores localizações e a questões especulativas, o que na década de 1930 se manifestava da maneira muito mais tímida. Portanto, se havia uma periferia pobre, esta não possuía o volume a concentração que possui nos dias atuais. (COSTA, 2013, p. 40).

Essas reformas urbanas que se intensificaram a partir da década de 1930 tiveram um caráter higienista e modificações intensas foram realizadas na estrutura da cidade, o que acarretou a expulsão da população pobre para áreas periféricas (SOUSA, 2003). Tudo que era considerado indesejado para estar próximo à elite foi removido, e isso incluiu: (i) as indústrias próximas ao Açude Velho; (ii) a Feira, que passou a ser deslocada para as proximidades da Rua Vila Nova da Rainha; (iii) as prostitutas, que foram transferidas para ruas mais periféricas.

Além dessas expulsões, o prolongamento da Avenida Floriano Peixoto na década de 1940 acarretou a demolição da Igreja do Rosário e a consolidação de um desenho urbano tido como símbolo de progresso e de modernidade. Estruturou-se vias largas e espaços públicos emblemáticos como a atual praça Clementino Procópio e a Praça da Bandeira, além de edifícios como o Cine-Theatro Capitólio, o Grande Hotel (atual sede da Prefeitura Municipal da cidade), Edifício dos Correios, dentre diversos edifícios que compunham o atual conjunto Art Déco da Rua Maciel Pinheiro e Venâncio Neiva. Queiroz (2008) declara sobre essas reformas:

O objetivo era criar uma região central, limpa, arejada, saudável, segura, bela, fluida e valorizada para o capital, sem os odores mandos pelos curtumes, sem o perigo representado pelos depósitos de combustíveis, sem a fumaça liberada pela chaminé da empresa de luz, sem a poeira emendada pelas máquinas de beneficiar algodão, sem o aspecto

“tétrico” dos urubus, sem o incômodo das casas de taipa, sem as prostitutas (QUEIROZ, 2008, p.41).

Entre a década de 1950 e 1960, parte das concepções arquitetônicas da produção civil da cidade começam a apresentar algumas mudanças, enquanto as reformas urbanas seguiram majoritariamente os caminhos do Art Déco. Após os anos de 1950, surgem na cidade a adoção de novas práticas projetuais influenciadas pela Arquitetura Moderna. Arquitetos como Geraldino Duda, Hugo Marques, Heitor Maia Neto, Augusto Reynaldo, Renato Azevedo e Tertuliano Dionísio começam a atuar na cidade, ganhando ainda mais fôlego nas décadas de 1960 a 1970. (QUEIROZ, 2008; AFONSO e PEREIRA, 2020).

A segunda fração temporal é compreendida entre as décadas de 1960 e 1980. No início da década de 1960, o algodão, que antes representava o principal produto que subsidiou as reformas urbanísticas e o desenvolvimento da cidade, começou a entrar em decadência. Entretanto, a industrialização na cidade ganha um novo fôlego em um período de incentivo industrial em todo o país. A Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) injetou capital para o desenvolvimento industrial da região e Campina Grande se destacou como polo industrial. As indústrias, que outrora se concentraram próximas ao Açude Velho e Açude de Bodocongó, passaram a ocupar zonas ainda mais periféricas da cidade, quando foi criado o Distrito Industrial pelo Decreto de nº 3.491 de dezembro de 1963.

Por volta de 1960, com o progressivo declínio das atividades cotonicultoras, Campina Grande passou a perder espaço e prestígio econômico, muito embora tenha buscado afirmação em outros campos da produção, mais precisamente em atividades industriais que, sob os auspícios da Sudene, conheceu também consideráveis progressos (CABRAL FILHO, 2007, p.4).

Alguns outros incentivos foram marcantes. A nível municipal, a Lei Nº 47 de 8 de agosto de 1958 proporcionou a isenção de impostos locais para indústrias durante 10 anos. A nível estadual, o Fundo de Desenvolvimento Agrícola e Industrial (FAGRIN) instituído pela Lei Nº 2.031 de 8 de abril de

1959. E a nível federal. o Fundo de Democratização do Capital das Empresas (FUNDECE), financiado pelo Banco do Brasil, contribuiu para a democratização do capital das empresas (Decreto Nº 54.105, de 6 de agosto de 1964).

Costa (2013) discute que esse processo de industrialização contribuiu para o crescimento da cidade e a posterior aceleração da urbanização. Entretanto, a urbanização passa a controlar a organização da cidade posteriormente, sobrepondo-se às influências que a indústria orientou no passado. O autor discute essa nova tendência a partir de constatações de Lefebvre (2008):

[...] A inversão da perspectiva consiste justamente em considerar a industrialização como uma etapa da urbanização, como um momento, um intermediário, um instrumento. De maneira que no duplo processo (industrialização – urbanização) o segundo torna-se dominante após um período no qual o primeiro prevalecia. (LEFEBVRE, 2008 *apud* COSTA, 2013, p.126).

A partir da década de 1970, a cidade passa por um grande salto no processo de urbanização e no crescimento do setor de serviços. É nesse período em que a dinâmica centro-periferia se torna ainda mais perceptível e surgem os principais núcleos de precariedade urbana na cidade. Até 1979, Campina Grande possuía três favelas de grande expressão: a Cachoeira, que não mais existe atualmente, o Jeremias e o Pedregal. Mas, foi na década de 1980 que esse número cresceu para 17 favelas, somando uma população de mais de 30 mil habitantes (MELO, 1985).

O crescimento das favelas foi tão expressivo que, o Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) de 1975 já buscou traçar soluções para “corrigir” o tecido social da cidade. Entretanto, esse planejamento possuía um caráter elitista e marcado pela exclusão urbanística das populações resistentes que lutavam pela ocupação do solo na cidade (CARVALHO, 2011, p.139).

O final da década de 1980 foi marcado não só pelo crescimento de favelas e o surgimento de planos que buscavam conter esse crescimento, o setor de serviços começou a se desenvolver e equipamentos relevantes começaram

a se instalar na cidade, cabe destaque o Terminal Rodoviário Argemiro de Figueiredo (1985) e o Parque do Povo (1986).

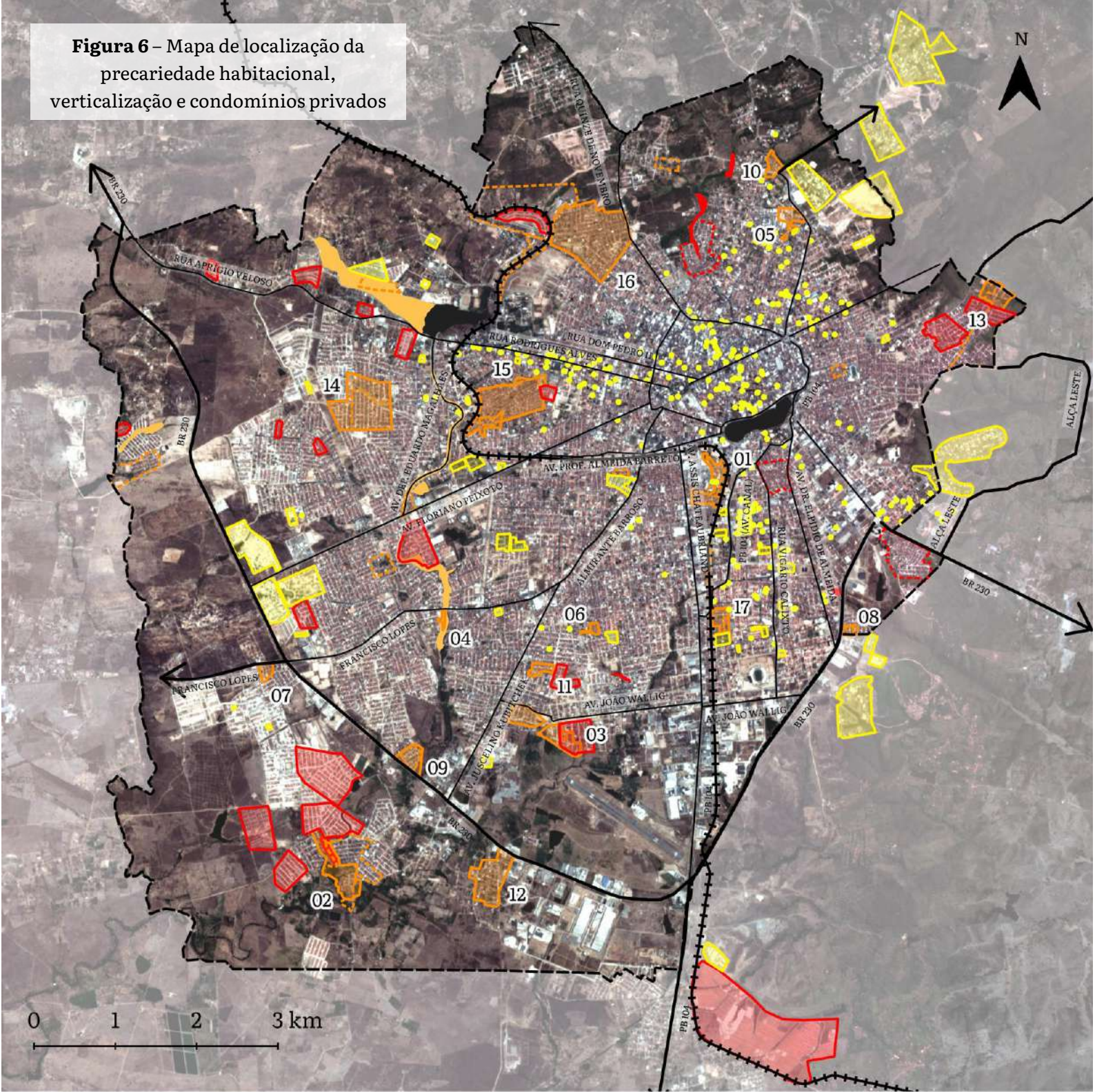
Na década de 1990 até os dias atuais, tem-se uma fração temporal marcada pelo processo de valorização imobiliária e de verticalização. Diversos equipamentos marcaram as principais áreas nesse processo, como os *shoppings* Luiza Motta e Iguatemi (Atual Partage) e uma diversa rede de supermercados, que valorizaram os bairros do Centro, Catolé, Mirante, apesar de não contarem até o momento com uma boa infraestrutura. Posteriormente, outros bairros passaram pelo mesmo processo, como o bairro da Prata e o Alto Branco, constituindo assim novas centralidades.

Os condomínios horizontais privados se intensificaram desde o início do século XXI. Esses condomínios cercados por muros já marcou uma tendência nacional analisada por Caldeira (2000) e marcou o início de um processo de fragmentação na cidade, ainda que não se possa dizer que a dinâmica centro-periferia tenha sido superada. Diversos condomínios como o Alphaville, Sierra, Serraville, Monteville, Parkville, Nações Privê, dentre outros, foram implantados na cidade e, a partir de imagens de sensoriamento remoto, esses conjuntos contrastam com o tecido urbano adjacente ao apresentar um padrão distinto no uso e ocupação do solo.

O mapa seguinte (Figura 6) busca fazer uma síntese da configuração atual da cidade, sobre uma imagem do sensor Planet capturada em 2019, tem-se a localização dos edifícios verticais altos e condomínios privados, os principais núcleos precários representados pelas Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), Setores Especiais de Aglomerados Subnormais (SEAS), e áreas pobres não mapeadas, mas reconhecidas como tais pelos cidadãos campinenses, a exemplo da Rosa Mística, Pedreira e Vila Cabral. Também se destacam projetos de habitação social que promoveram a realocação de pessoas que estavam abrigadas em áreas de risco.

A hipótese traçada neste trabalho é que, embora Campina possua recentes características de fragmentação em seu tecido, a dinâmica Centro-Periferia também é presente, de modo que ambas as dinâmicas coexistem, tornando a espacialização das classes sociais na cidade ainda mais complexa. A relevância deste trabalho, logo, está em compreender essas dinâmicas de segregação e fragmentação, a partir da textura em imagem de sensoriamento remoto, e refletir como essa diversidade morfológica revela diferentes formas de moradia na cidade.

Figura 6 – Mapa de localização da precariedade habitacional, verticalização e condomínios privados



LEGENDA

- EDIFÍCIOS VERTICAIS ALTOS (> 5 PAVIMENTOS)
- CONDOMÍNIOS PRIVADOS
- CONJUNTOS HABITACIONAIS DE INTERESSE SOCIAL
- AGLOMERADOS SUBNORMAIS (IBGE - 2010)
- ZEIS TIPO 1
- ÁREAS POBRES NÃO ZEIS E NÃO SEAS
- ÁREAS DE RISCO DE ENCHENTES
- ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO
- ZONA URBANA (IBGE - 2010)
- LINHA FÉRREA
- VIA ARTERIAL
- VIA EXPRESSA

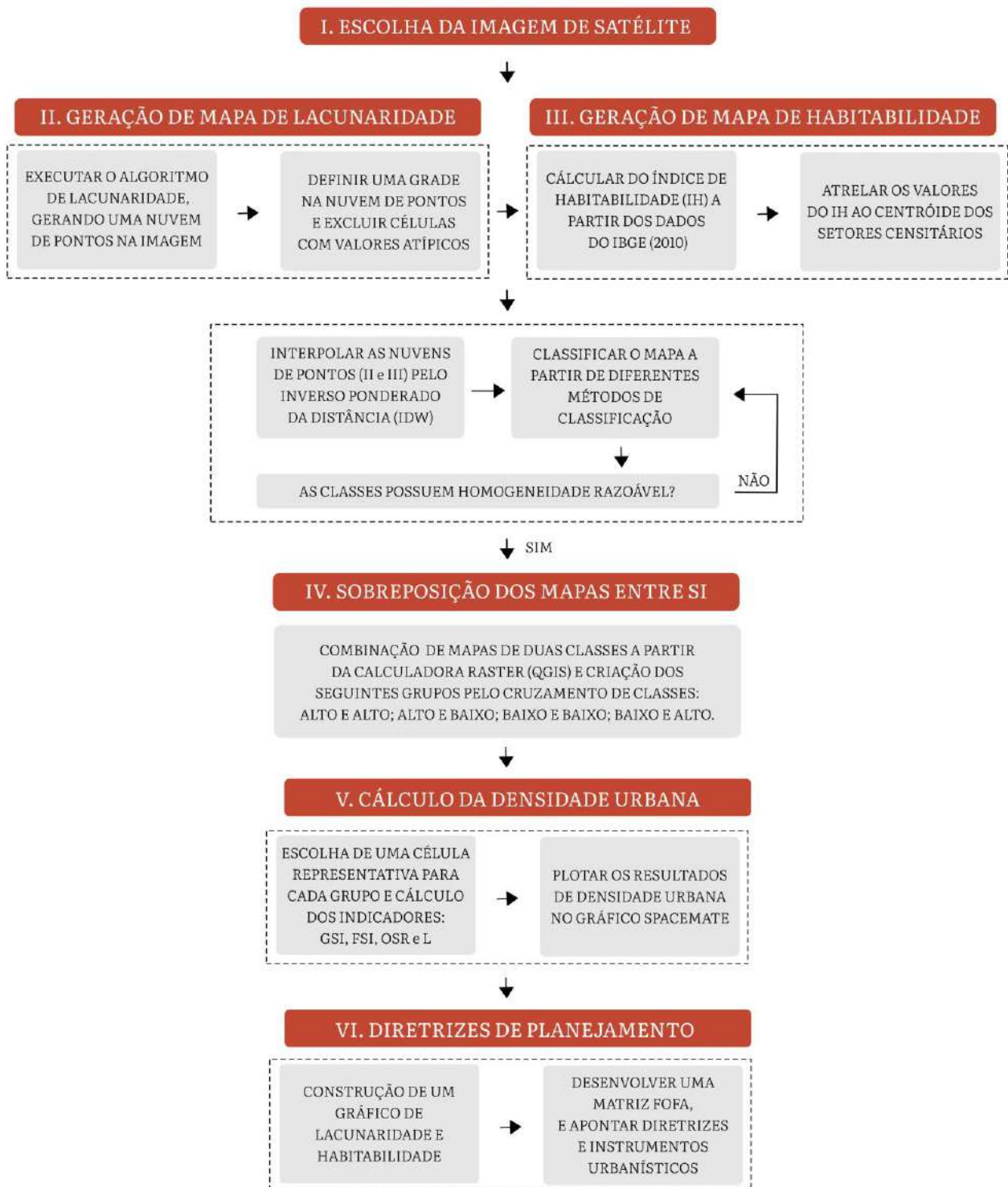
ZEIS TIPO 01

- | | | | |
|--|---|--|---|
| 01 - CALIFON/ESTAÇÃO VELHA;
02 - CATINGUEIRA/RIACHO DE BODOCONGÓ;
03 - INVASÃO MACAÍBA/NOVO HORIZONTE;
04 - INVASÃO SANTA CRUZ
05 - INVASÃO DO ALTO BRANCO | 06 - INVASÃO DO PELOURINHO
07 - INVASÃO DO VERDEJANTE
08 - INVASÃO DOS BROTOS
09 - TRÊS IRMÃS
10 - VILA DE SANTA CRUZ | 11 - NOVO CRUZEIRO
12 - CATOLÉ DO ZÉ FERREIRA
13 - JARDIM EUROPA
14 - INVASÃO RAMADINHA II
15 - PEDREGAL | 16 - JEREMIAS
17 - NOSSA SENHORA APARECIDA |
|--|---|--|---|

Metodologia

A metodologia desse trabalho pode ser resumida em cinco etapas, conforme o esquema abaixo:

Figura 7 – Caminho Metodológico



I. Escolha da imagem de satélite



O primeiro passo consistiu em escolher uma imagem de satélite a fim de desenvolver as análises de textura. A imagem de satélite utilizada foi do Sensor Planet, obtida pela plataforma *Google Earth Engine* e capturada em 2019. A principal vantagem na escolha desse sensor é pela capacidade de capturar qualquer lugar da Terra, disponibilizadas em 04 bandas espectrais e infravermelho e ortorretificadas. Quanto a resolução temporal, plataformas como o *MapBiomas* e *Google Earth Engine* fornecem gratuitamente mosaicos mensais, a atualização diária também é possível, entretanto, o serviço é pago.

O sensor possui capacidade de gerar imagens com resolução espacial de 3 metros. Entretanto, para este trabalho, foi gerada uma imagem com uma resolução de 4,77 metros através do *Google Earth Engine*. Essa variação se dá devido a latitude. Para esse sensor, as zonas próximas a linha do Equador representadas no ocidente por parte da América do Sul, América Central e parte da Europa, possuem quadrantes de mosaico com essa resolução. Para as demais áreas do Planeta, a resolução espacial pode aumentar para 3 metros. Esta resolução nativa sempre é reprojeta após o lugar de captura definido pelo usuário.

Tendo em vista que esta metodologia pode ser aplicada para qualquer imagem de satélite, existe uma flexibilidade no manejo da resolução das imagens. Além disso, ainda pouco se produziu no meio científico acerca da resolução “ideal” para a classificação de textura por imagens de satélite, ou seja, uma alta resolução pode ou não melhorar os resultados.

Também se leva em consideração que a lacunaridade possui uma característica multiescalar, ou seja, um mesmo padrão pode ser identificado em diferentes escalas. Ao comparar os resultados obtidos em imagens do Sentinel-2 e Planet, as zonas onde observou-se um aumento ou redução expressiva de lacunaridade foram as mesmas, ainda que os resultados da Planet tenham se mostrado superiores quanto ao detalhamento da classificação, e tenha sido escolhida para este trabalho. O Quadro 7, abaixo, faz um comparativo entre as possibilidades disponíveis nas imagens do Sentinel-2, Google Earth e Planet.

Quadro 7 – Comparação de Imagens de Satélite

	Sentinel-2	Google Earth	Planet
Resolução Espacial	10 metros	Resoluções diversas a depender da localidade e datação da imagem	De 3 m à 4,77 metros, a depender da latitude de captura
Resolução Temporal	5 dias	Diferentes períodos de atualização de imagens a depender da localidade	Atualizações mensais (gratuito) ou diárias (pago)
Processamento	Maior rapidez no processamento da imagem devido à menor quantidade de pixels	Menor rapidez no processamento da imagem devido à maior quantidade de píxeis	Menor rapidez no processamento da imagem, devido a maior quantidade de píxeis
Vantagens	Eficiente na identificação das áreas que concentram espaços livres e áreas verticalizadas.	Mais eficiente no mapeamento e detecção de pequenos assentamentos precários	Mais eficiente que o Sentinel-2 na identificação das áreas que concentram espaços livres e verticalizadas.
Desvantagens	A resolução de 10 m pode ocultar a classificação de espaços com pequenos espaços livres ou pequenas favelas	O recorte de várias imagens de satélite, dificulta a comparação de resultados entre cidades ou entre regiões de uma mesma cidade	Imagens ainda em processo de difusão e poucas estudadas comparado ao Sentinel-2 e Google Earth
Exemplos	 <p>Pouca nitidez que diferencie as edificações das vias</p>	 <p>Os recortes do mosaico dificultam uma análise de textura</p>	 <p>Melhor nitidez na diferenciação das edificações e vias</p>

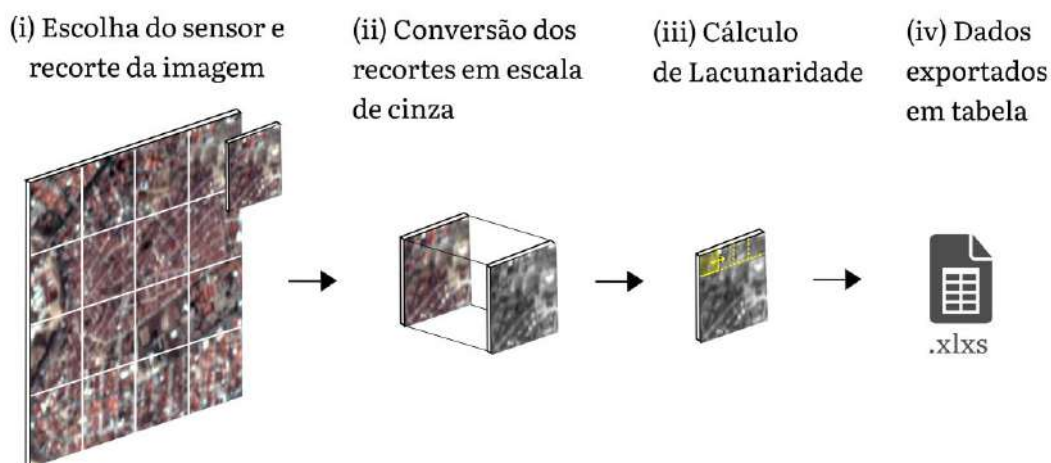
Fonte: Simões (2021)

II. Construção do mapa de lacunaridade

O desenvolvimento dessa etapa metodológica envolveu o uso de um código Python (Apêndice A) que adaptou técnicas de *Deep Learning* para a classificação de imagens de sensoriamento remoto (BARROS FILHO e SIMÕES, 2021), com o intuito de automatizar os seguintes parâmetros no cálculo de lacunaridade: (i) imagens de satélite do município; (ii) tamanho total da amostra da caixa deslizante; (iii) deslizamento da amostra na imagem; e (iv) tamanho dos píxeis da caixa deslizante. O algoritmo realizou o cálculo automático de textura urbana em uma imagem coletada do Sensor Planet em Campina Grande (PB) com resolução espacial de aproximadamente 4,77 metros. O algoritmo funciona da seguinte forma (Figura 8):

- (i) Importação de uma imagem de satélite com sensor da preferência do usuário e programação de uma grade de células que irá recortar toda a imagem de satélite. Esse valor é medido em píxeis da imagem e é possível estabelecer um deslizamento entre as células para aumentar a quantidade de amostras
- (ii) Cada célula é convertida em escala de cinza para a realização do cálculo de lacunaridade
- (iii) É feito o cálculo de lacunaridade (Equações 1, 2 e 3), nele é possível configurar o tamanho da caixa deslizante com base no tamanho da célula estabelecido anteriormente (ponto i). São gerados 10 valores de lacunaridade, comumente são atribuídos 10 tamanhos de caixa que crescem progressivamente de 1 píxel até 49% do tamanho da imagem (tamanho no qual é possível que haja o deslizamento).
- (iv) Esses 10 valores são exportados automaticamente em uma tabela. xlxs georreferenciada com cada célula da imagem. Para esta pesquisa, foi calculado a Lacunaridade média dos 10 valores gerados.

Figura 8 – Esquema de Funcionamento do Algoritmo



Fonte: Simões (2021)

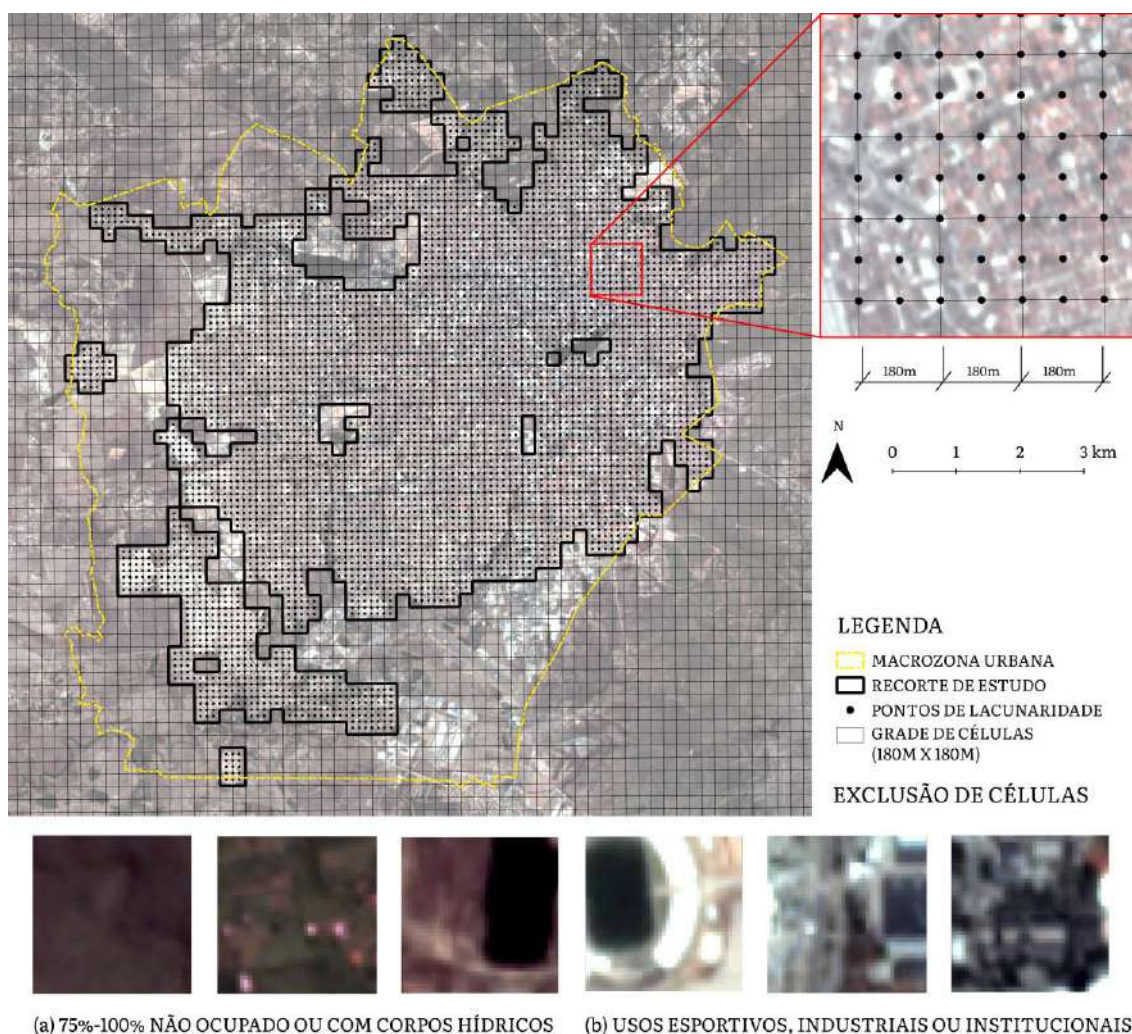
O algoritmo foi executado em uma imagem Planet de 2783 x 2781 píxeis e programado para gerar pontos representativos para amostras de 40 x 40 píxeis (180m x 180m) com o deslizamento de 50%, resultando em cerca de 19.044 pontos. O deslizamento tem como objetivo aumentar a quantidade de amostras com informações de textura, quanto maior a quantidade de amostras, mais representativo é a análise.

Após o cálculo de lacunaridade, os dados são estruturados através da conversão dos valores numéricos em uma tabela matricial em uma nuvem de pontos georreferenciada, utilizando ferramentas de geração de pontos automática do QGIS, que considera o tamanho da imagem e a distância entre os pontos. Tendo em vista que essa nuvem de pontos foi programada para gerar pontos a cada 90 metros (devido ao deslizamento de 50% do algoritmo), a interligação desses pontos geraria uma grade com células de 180 x 180 metros, tendo cada célula um ponto como centróide (Figura 9).

Após a preparação da grade de células na qual seria sobreposta a nuvem de pontos com dados de lacunaridade, para evitar que valores extremos e atípicos distorcessem a classificação da área urbana, algumas células da grade da imagem foram descartadas da análise por terem mais de 75% de sua área não edificada, estas em sua maioria fora da Macrozona Urbana, ou com usos do solo não-residenciais. Após a filtragem de células (Figura 9), o número de pontos considerados reduziu de 19.044 para 5.097 pontos, uma redução de 73,3%, o principal objetivo da filtragem é eliminar valores outliers que interferem nos processos de classificação.

No esquema abaixo (Figura 9), esse recorte estabelecido após a filtragem é representado pela linha preta em maior espessura. Percebe-se que diversas áreas dentro da Macrozona Urbana do município não foram consideradas. Além disso, outros espaços internos ao recorte foram desconsiderados, sendo esses: 4 células no Açude Velho; 10 células no Bairro da Dinamérica, próximo ao Ginásio O Meninão; e um grande vazio entre o bairro da liberdade e o bairro do Catolé

Figura 9 – Delimitação do Recorte de Estudo e exclusão de células



Fonte: Simões (2021)

A nuvem de pontos foi interpolada através da interpolação determinística pelo Inverso Ponderado da Distância (Equação 7):

Equação de Interpolação Determinística pelo Inverso Ponderado da distância

$$W_{ij} = \frac{1}{d_{ij}^p} \tag{7}$$

A interpolação IDW estima o valor de um ponto não-amostrado a partir da vizinhança desse ponto. Na Equação 7, W_{ij} corresponde ao valor estimado de cada ponto pelo inverso da sua distância d_{ij} elevado a uma potência p . Após a realização de testes para as duas nuvens de pontos, fixou-se $p=3$ como um valor ideal. O mapa foi classificado inicialmente em cinco classes por intervalos iguais. Essa classificação auxiliou na identificação e compreensão das particularidades de cada área com maior precisão. Posteriormente, os valores foram classificados em duas classes (Baixo e Alto) através do método de classificação por Quantil.

III. Construção do mapa de habitabilidade

O mapa de habitabilidade foi gerado através do cálculo dos indicadores e índices de habitabilidade de cada setor censitário. O produto desse cálculo foi uma tabela cujos valores estão associados ao geocódigo de cada setor. Utilizando o software QGIS 3.18, uma nuvem de pontos foi gerada a partir dos centroides de cada setores censitários do Censo 2010 do IBGE (434 setores censitários) e cada ponto foi associado aos valores da tabela de atributos dos indicadores e índices de habitabilidade. Após esse processo, os valores dos centroides foram interpolados pelo método determinístico pelo Inverso Ponderado da Distância (Equação 7)

O mapa foi classificado inicialmente em cinco classes por intervalos iguais, essa classificação auxiliou na identificação e compreensão das particularidades de cada área com maior precisão, posteriormente, os valores foram classificados em duas classes (Baixo e Alto) através do método de classificação Quantil.

A principal limitação encontrada nesta etapa foi o fato de os dados censitários serem referentes ao ano de 2010 (último Censo realizado no país devido ao adiamento do Censo 2020). Entre esses levantamentos, é esperado uma modificação na divisão censitária da cidade, para atenuar os efeitos dessas modificações, esse trabalho contribui ao apresentar os valores interpolados.

Reforça-se a necessidade de revisar o Índice de Habitabilidade para os futuros censos para a atualização da metodologia. Nesses, levanta-se como hipótese um aumento de habitabilidade nas bordas urbanas da cidade, devido a construção de diversos condomínios privados e pela urbanização de novos loteamentos realizados entre o período de 2010 e 2020.

IV. Sobreposição dos mapas entre si

Após a geração dos mapas de lacunaridade e de habitabilidade, as duas bases classificadas em quantil foram sobrepostas entre si, utilizando a função de interseção de valores por meio da calculadora *raster* do QGIS 3.18. O objetivo dessa sobreposição foi classificar as áreas urbanas, considerando as seguintes combinações: (G1) Baixa Lacunaridade e Baixa Habitabilidade; (G2) Baixa Lacunaridade e Alta Habitabilidade; (G3) Alta Lacunaridade e Alta Habitabilidade; e (G4) Alta Lacunaridade e Baixa Habitabilidade.

O resultado dessa etapa está relacionado com o tipo de classificação que os dados de lacunaridade e habitabilidade foram submetidos, e dentre esses métodos, é possível perceber mudanças consideráveis. Cada um deles apresenta vantagens e desvantagens (Quadro 8). Para esta pesquisa, inicialmente, adotou-se o método de intervalos iguais com 5 classes, a fim de facilitar a interpretação das células onde os resultados aumentam ou diminuem. Mas, para a geração dos 2 grupos e o posterior cruzamento entre eles, o uso do método por quantil foi mais adequado, visto que as quebras naturais não apresentaram resultados satisfatórios na criação de dois grupos, e o grupo de baixa lacunaridade, especificamente, não apresentou homogeneidade entre as amostras assim classificadas.

Quadro 8 – Comparação dos métodos de classificação

	Vantagens	Desvantagens
Intervalos Iguais	Legendas mais fáceis de interpretar	Para distribuições não uniformes, pode haver agrupamentos desproporcionais para alguma das classes
Quantil	Possibilidade de enfatizar as posições relativas a determinados valores. Por exemplo: quais observações pertencem aos 50% de maiores valores no conjunto de dados?	Os valores pertencentes a uma classe podem apresentar grande diferença se os dados não estiverem distribuídos de forma homogênea, como também informações muito próximas distribuídas em classes distintas
Quebras Naturais	Mapear valores que não são igualmente distribuídos, resultando em classes mais balanceadas; Classes com maior homogeneidade interna	Dificuldade em comparar mapas relacionados a <i>datasets</i> distintos; Resultados bons apenas quando existe descontinuidade na distribuição de dados

Fonte: Adaptado de Ferraz Neto (2019)

V. Cálculo de Densidade Urbana

Após o término da sobreposição dos mapas entre si, uma célula representativa para cada grupo gerado (G1, G2, G3 e G4) foi selecionada e um cálculo foi proposto para avaliar a densidade urbana a partir da combinação de diversos índices comumente conhecidos, tais como: Taxa de Ocupação (GSI), Índice de Aproveitamento (FSI) e Número Médio de Pavimentos (L). Esses índices são agrupados em um espaço tridimensional formado por três eixos, e derivam outros dois índices: Pressão sobre Espaços Livre (OSR) e Densidade de Rede (Quadro 9)

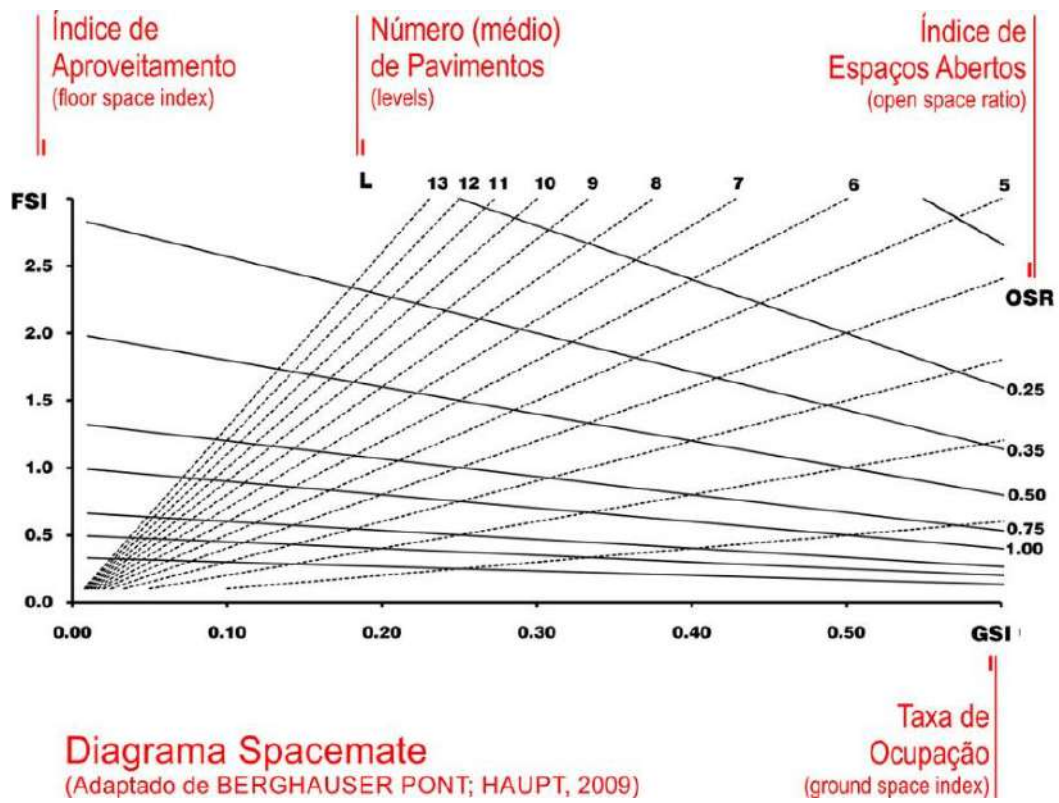
Quadro 9 – Medidas de Densidade

GSI	<p>$GSI_x = B_x / A_x$, Unidade de medida: m^2/m^2 B_x = área útil (m^2) A_x = área de agregação x (m^2) x = agregação (lote (l), ilha (i), tecido (f) ou distrito (d))</p>	
FSI	<p>$FSI_x = F_x / A_x$, unidade de medida: m^2/m^2 F_x = área bruta do piso (m^2) A_x = área de agregação x (m^2) x = agregação (lote (l), ilha (i), tecido (f) ou distrito (d)).</p>	
L	<p>$L = FSI_x / GSI_x$</p>	
N	<p>$N = (\sum li + (\sum le) / 2) / A_f$, expressa em: m/m^2 li = comprimento da rede interna (m); le = comprimento da rede de borda ou externa (m); A_f = área do tecido (m^2)</p>	
OSR	<p>$OSR = (1 - GSI_x) / FSI_x$, expressa em: m^2/m^2,</p>	

Fonte: Berghauser Pont e Haupt (2009)

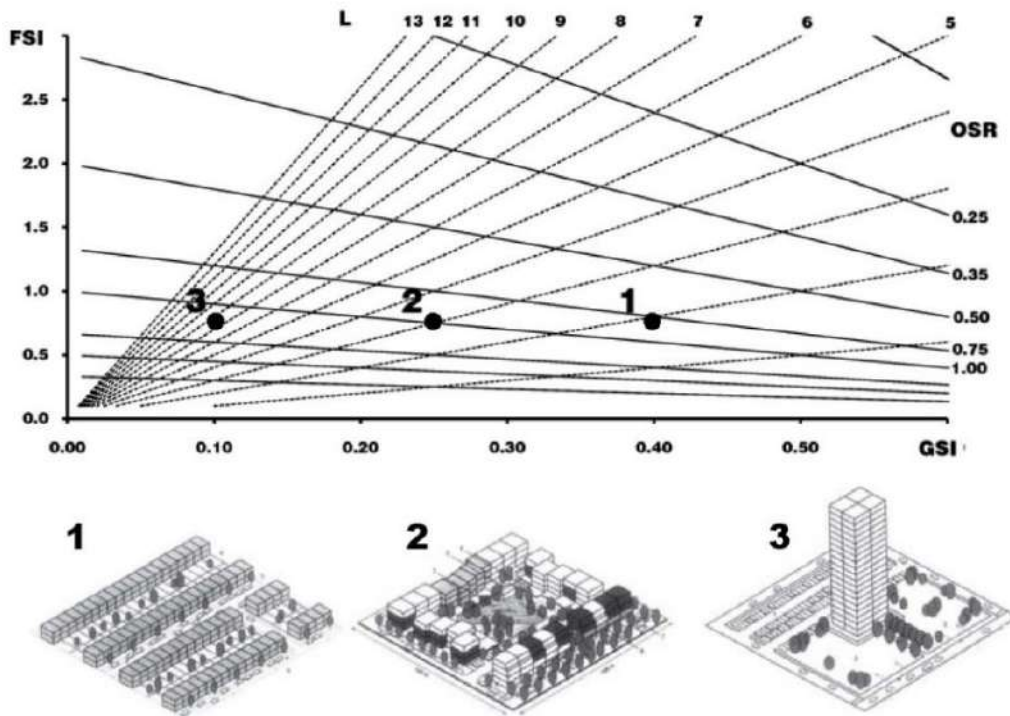
A espacialização nesta metodologia se deu a partir da planificação do SpaceMatrix, nomeada de Spacemate (Figura 10). Com isso, é possível distinguir diferentes padrões de assentamentos (Figura 11) e construir uma reflexão crítica sobre a forma como o espaço urbano é produzido, além de traçar possibilidades de crescimento e diretrizes de estruturação do espaço urbano.

Figura 10 – Diagrama Spacemate



Fonte: Urbanidades, editado de Berghauser Pont e Haupt (2009)

Figura 11 – Exemplo de classificação de diferentes formas de ocupação no Spacemate



Fonte: Urbanidades, editado de Berghauser Pont e Haupt (2009)

Os valores de densidade gerados nesta metodologia variam conforme a entidade a qual está sendo analisada (Figura 12). Um exemplo é considerar a densidade de espaço construído tendo como área de referência o seu próprio lote. Se a edificação não apresentar recuos, a densidade será alta. Entretanto, se essa mesma edificação for analisada em relação a uma quadra, possíveis espaços livres entre lotes podem reduzir a densidade; e, se considerada a partir de um conjunto de quadras (tecido), equipamentos urbanos como praças, parques e a própria largura das vias darão outro valor de densidade (Figura 12)

Nesta metodologia, a densidade foi analisada considerando cada quadra individualmente e para a análise das células escolhidas (180m x 180m) foi considerado o somatório das quadras edificantes presentes nessa célula e o somatório das áreas construídas.

Figura 12 – Exemplo de classificação em diferentes escalas urbanas no Spacemate

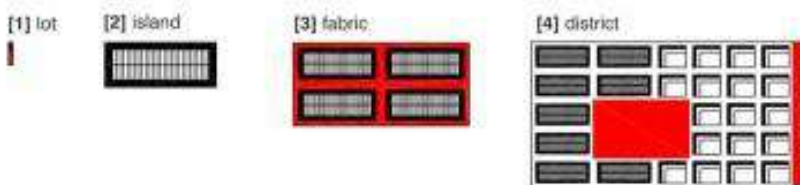
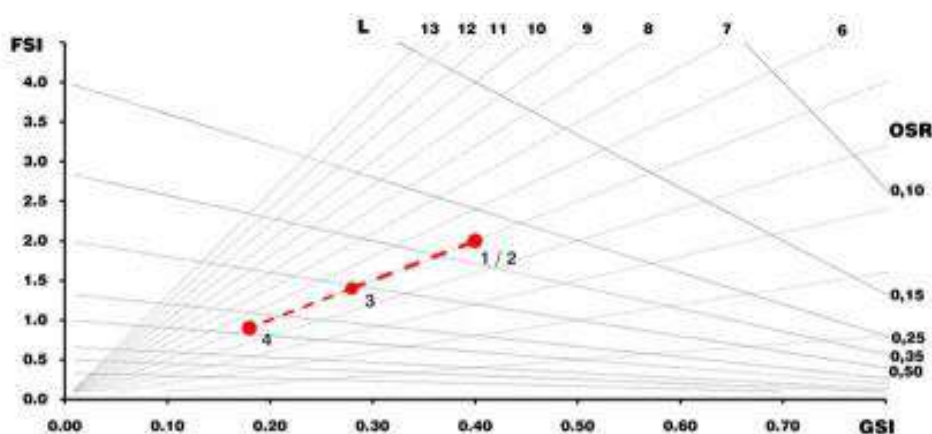


Figure 26.
Scalar composition
of scheme repre-
senting a traditional
closed perimeter
building block.

Fonte: Urbanidades, editado de Berghauser Pont e Haupt (2009)

A relevância em combinar a análise morfológica da densidade urbana com a lacunaridade é que uma delas atua sobre imagens de sensoriamento remoto e outra sobre mapas vetorizados. A partir disso, é possível perceber como as análises se complementam e tornam a leitura morfológica ainda mais completa.

O *Spacemate* consegue mensurar valores exatos de verticalização e de áreas construídas. Entretanto, essa informação é coletada através de levantamentos nos quais nem todo o município no Brasil dispõem de modo informatizado. Devido à carência de informações sobre os espaços construídos em muitas cidades, que muitas vezes nem sequer possuem uma base cartográfica, o *Spacemate* acaba tornando-se uma metodologia de difícil aplicação. Esta limitação metodológica foi a razão de, neste trabalho, ela ser aplicada em apenas quatro células representativas com diferentes padrões de textura.

A análise de textura através da lacunaridade, por outro lado, complementa o cálculo da densidade urbana. Embora não seja possível extrair valores exatos acerca das construções, as informações texturais são resultado de uma grande quantidade de combinação de elementos, incluindo a sombra projetada pelas edificações, conseguindo assim identificar as áreas verticalizadas, embora não mensure com tanta exatidão como a densidade urbana.

Além disso, outras informações como vegetação, corpos hídricos, materiais da cobertura e tipo de pavimentação das vias são perceptíveis a partir da textura de imagens de satélite e ajudam na distinção de padrões de ocupação na cidade, informações que a densidade urbana não mensura. Diante disso, justifica-se a adoção das duas metodologias neste trabalho.

VI. Diretrizes de planejamento

Após a classificação das células representativas de acordo com os indicadores de densidade urbana, os indicadores de lacunaridade e habitabilidade serviram de subsídio para a formulação de diretrizes e instrumentos urbanísticos que visam ao desenvolvimento urbano de cada área. As diretrizes foram definidas com base na construção de uma matriz FOFA ou SWOT. Nessa matriz, cada inicial representa uma perspectiva de análise: Strengths – Força; Weaknesses – Fraquezas; Opportunities – Oportunidades; Threats – Ameaças:

Esse instrumento, muito utilizado no campo do planejamento e gestão, facilita a sistematização e a visualização dos pontos fortes (Fortalezas e Oportunidades) e das fragilidades (Fraquezas e Ameaças) de um coletivo social, permitindo a avaliação de sua estrutura, desempenhos e/ou contextos, uma vez que distingue o que é próprio (Fortalezas e Fraquezas), sobre o qual se tem governabilidade, do que é externo (Oportunidades e Ameaças), cujas características e particularidades precisam ser (re)conhecidas. (GOMIDE et al., 2015).

Os instrumentos urbanísticos, diretrizes e ações propostas têm relação com as particularidades de habitabilidade e densidade de cada célula, Acioly e Davidson (1998) listam alguns desses instrumentos que podem exercer influência sobre a densidade: (i) Regulamentação da Construção; (ii) Índices de Aproveitamento e Taxas de Ocupação dos Lotes; (iii) Infraestrutura induzida de novas áreas urbanas; (iv) Legalização de áreas e assentamentos informais; (v) Parcerias na aquisição e preparação de áreas para urbanização; (vi) Taxação de impostos sobre a propriedade da terra; (vii) Regulamentação do Uso e Ocupação do Solo; (viii) Parcerias em projetos de desenvolvimento urbano; (ix) Taxação da propriedade pública; (x) Gestão e Planejamento de transporte público; (xi) Melhoria das infraestruturas. Para cada instrumento indicado, serão apresentados suas respectivas vantagens e desvantagens nas suas adoções, sistematizadas por Acioly e Davidson (1998).

Resultados e Discussões

Análise de Textura

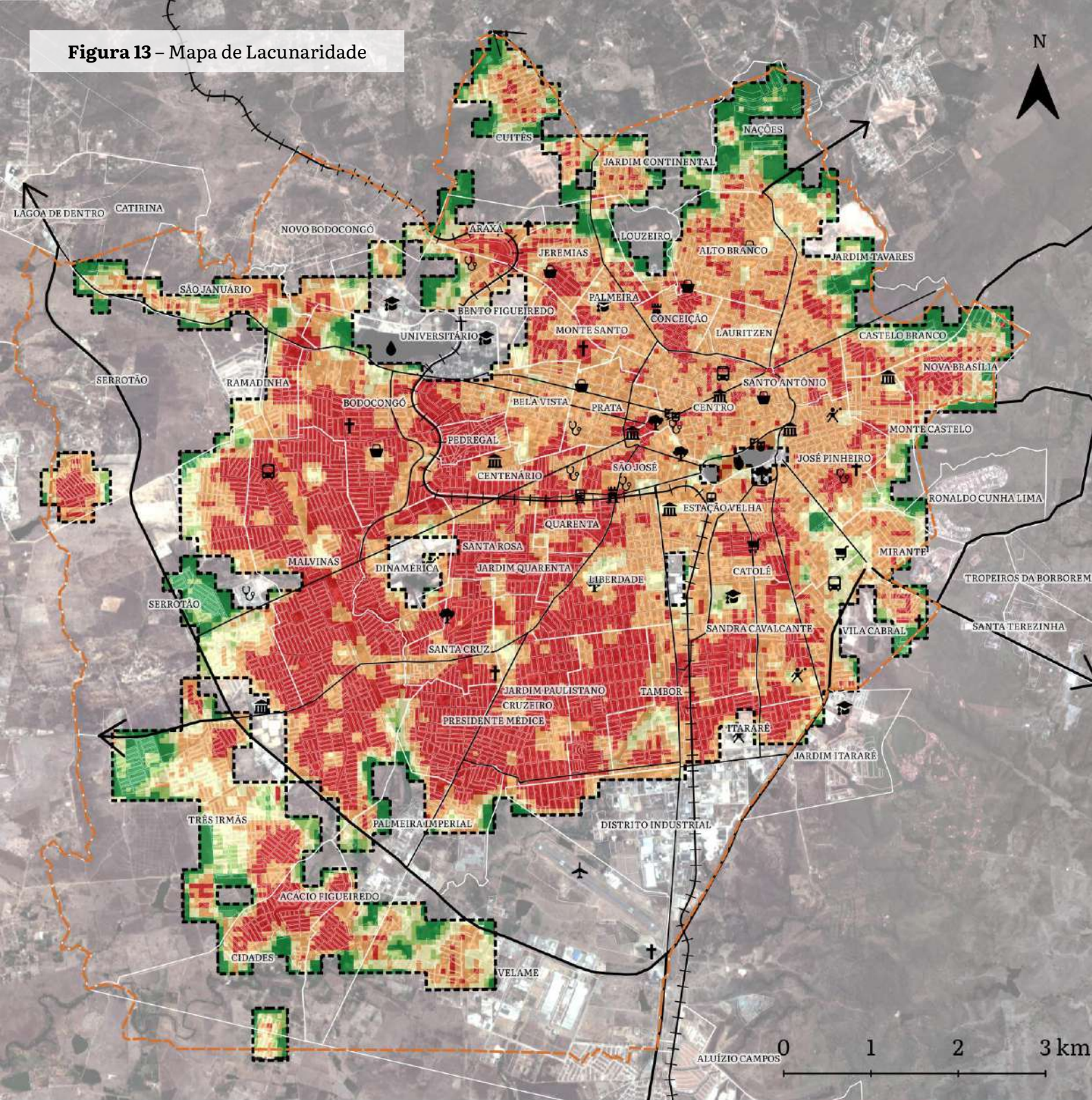
A espacialização dos valores de lacunaridade revela a coexistência de duas tendências na distribuição de padrões de textura na cidade: segregado e fragmentado. A tendência de segregação pode ser constatada ao observar que, conforme se aproxima do centro e de zonas com maior oferta de equipamentos, os valores de lacunaridade tendem a aumentar, e quando se aproximam da periferia, tendem a diminuir. Constata-se que as zonas não-periféricas possuem características morfológicas e texturais que as distinguem das zonas periféricas.

Ressalta-se também a dinâmica de aumento da lacunaridade ao aproximar-se das bordas urbanas, o aumento de espaços livres também confere a estas zonas características morfológicas e texturais particulares.

Apesar dessa tendência, percebe-se que a distribuição dos valores não é contínua, ou seja, dentro de uma mancha de baixa lacunaridade, é comum existir áreas com lacunaridade mais elevada que interrompem essa continuidade, ou vice-versa, esse fenômeno é um indicativo da fragmentação do tecido urbano manifestado visualmente através da textura urbana. Condomínios fechados de residências, prédios ou grandes equipamentos como *shoppings centers*, ao lado de assentamentos precários são exemplos dessa fragmentação, que é perceptível através da textura e por valores de lacunaridade.

Quanto aos valores de lacunaridade, foram classificados em 5 classes: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto (Figura 13)

Figura 13 – Mapa de Lacunaridade

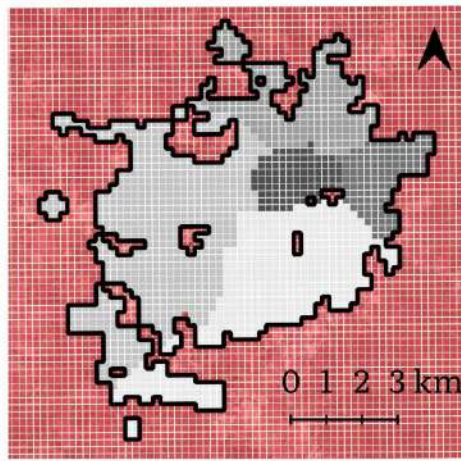


LEGENDA

- ⊕ LINHA FÉRREA
- VIA ARTERIAL
- VIA EXPRESSA
- ⊞ RECORTE DE ESTUDO
- ▭ ZONA URBANA

- LACUNARIDADE**
- MUITO BAIXO (<= 1,2362)
 - BAIXO (1,2362 - 1,3771)
 - MÉDIO (1,3771 - 1,5181)
 - ALTO (1,5181 - 1,6590)
 - MUITO ALTO (> 1,6590)

- CÉLULAS**
- CENTRAL
 - LESTE
 - NORTE
 - OESTE
 - SUL
 - EXCLUÍDAS



EQUIPAMENTOS

- ✈ AEROPORTO
- ⚽ ESPORTE
- 🏪 MERCADO
- 🚗 RODUVIÁRIA
- ✚ CEMITÉRIO
- 🎨 CULTURA
- 🏥 HOSPITAL
- 🏰 MILITAR
- 🛒 SHOPPING
- 🚉 ESTAÇÃO DE TREM
- 🎓 EDUCAÇÃO
- 🏛 INSTITUIÇÃO
- 🌳 PARQUE
- 💧 AÇUDE

Os valores de lacunaridade aumentam nos seguintes casos, exemplificados por situações na Macrozona Urbana da cidade:

- (i) Pela presença de grandes espaços livres urbanos, a exemplo do canteiro da Avenida Plínio Lemos nas Malvinas, da gleba da Bela Vista, com loteamento não executado, de terrenos desocupados no bairro do Catolé (próximo aos *shoppings*); alguns grandes espaços livres na cidade já apresentaram suas células excluídas no processo de filtragem, a exemplo daqueles identificados no Bairro da Dinamérica, próximo ao Ginásio O Meninão (grande equipamento de esportes), próximo à UFCG, no bairro Bento hospital de Trauma no Serrotão. Esses também apresentam valores elevados de lacunaridade.
- (ii) Pela presença de rios urbanos (canalizados ou não) que, em suas margens, é comum a maior incidência de espaços livres urbanos. Isto foi possível de se observar nas duas principais canalizações da cidade, o Canal de Bodocongó e o Canal do Prado no Catolé. Percebe-se que a lacunaridade aumenta próximo desses canais. Alguns trechos são exceções, com ocupações precárias muito próximas dos corpos hídricos. A lacunaridade mostrou-se elevada também quando estes corpos hídricos deixam de ser canalizados e seguem naturalizados na Zona Sul da cidade.
- (iii) A proximidade de Açudes como o Açude de Bodocongó e o Açude Velho também constatou aumento de lacunaridade. No primeiro caso, o açude está rodeado de espaços livres, seja na forma de parques ou grandes equipamentos institucionais com grandes áreas verdes, que aumentam a lacunaridade. No segundo caso, o açude está rodeado de edifícios altos com padrões de textura complexos e heterogêneos, aumentando também a lacunaridade. Cabe ressaltar que o próprio açude já é responsável pelo aumento da lacunaridade, pois os recortes de imagens que apresentam parcelas do açude acabam tornando a textura heterogênea, no contraste da água com as edificações.
- (iv) Pela presença de grandes equipamentos institucionais ou de lazer, a exemplo da Embrapa no Bairro do Centenário, do Parque da Liberdade, do Parque da Criança, do Estádio Governador Ernani Sátilo (O Amigão), do Colégio Motiva no Catolé e dos

shoppings que, por apresentar uma grande coberta lajeada e em telhas termoacústicas, os píxeis homogêneos acabam gerando padrões distintos do padrão do entorno, aumentando a lacunaridade do lugar e representando um padrão de textura diferenciado;

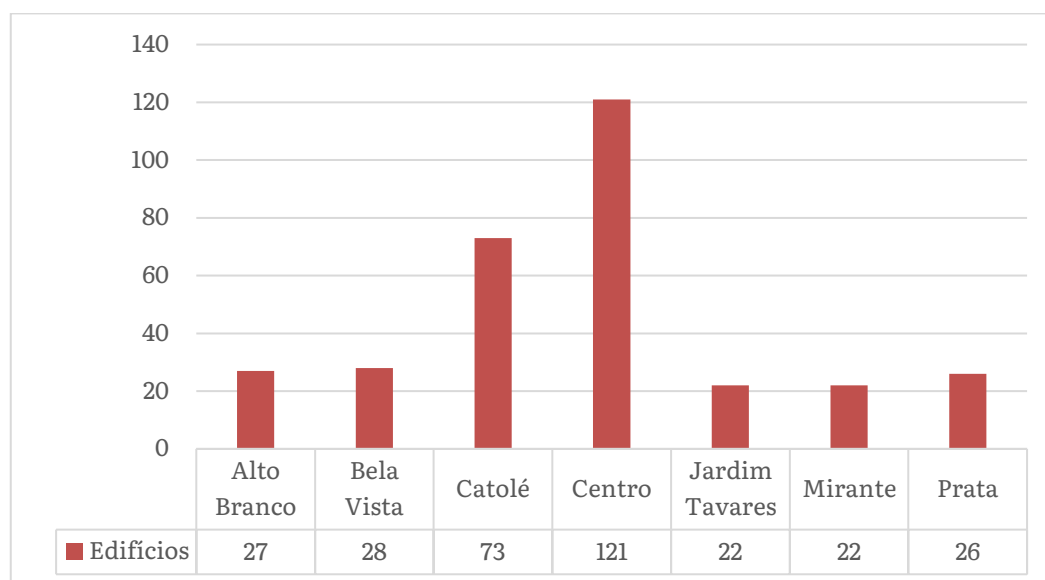
- (v) Loteamentos recentes em processo de ocupação, a exemplo do Portal Sudoeste no Bairro de Três Irmãs e os demais loteamentos próximos, que acabam possuindo maior quantidade de espaços livres.
- (vi) Condomínios privados, dentro da Macrozona Urbana delimitada pelo IBGE (2010), foram identificados: Parkville, Serraville e Monteville na Zona Oeste, e o Sierra, na Zona Norte. Esses representam um padrão de textura diferenciado com maior lacunaridade, devido aos espaços livres, alguns deles possuindo pequenos açudes em seu interior.
- (vii) As áreas verticalizadas, identificadas próximo ao Colégio Motiva no Catolé, os seus valores de lacunaridade são mais elevados em relação ao constatado no padrão de textura do restante do bairro. Esse mesmo fenômeno ocorre em outras áreas verticalizadas na cidade, como no centro da cidade, principalmente próximo ao Açude Velho, áreas próximas ao Hospital de Trauma no Bairro das Malvinas e no Bairro do Serrotão, áreas próximas aos Shoppings no Bairro do Catolé, e áreas nos bairros do Mirante, Alto Branco, Lauritzen, Prata e Bela Vista.
- (viii) Áreas próximas das bordas urbanas, que apresentam um gradativo aumento da quantidade de espaços livres.
- (ix) Bairros pouco ocupados devido a condicionantes topográficas, o exemplo mais simbólico na cidade é o Bairro das Nações.

As Zonas Central, Norte e Leste apresentam maior quantidade de áreas classificadas com alta lacunaridade, para esses resultados, levantam-se como hipóteses:

- (i) Um alto grau de verticalização que modifica o padrão de textura urbana desses bairros (Gráfico 1). Estudos realizados apontaram que a maioria dos edifícios verticais construídos na cidade estão

localizados nas Zonas Centro, Norte e Leste. O Bairro do Catolé entra como exceção na Zona Sul com consideráveis núcleos de verticalização;

Gráfico 1 – Quantidade de edifícios por bairro em Campina Grande (PB)



Fonte: GOMES, 2018

- (ii) Maior presença de equipamentos e serviços de maior impacto, tais como: parques, praças, *shoppings centers*, corredores comerciais e de uso misto, equipamentos de saúde, educação, cultura e esportes.
- (iii) Maior presença de espaços livres, decorrentes da maior proporção de áreas em processo de valorização e especulação imobiliária, que torna o processo de ocupação mais lento e dependente do capital.

Quanto às zonas de Baixa Lacunaridade, as Zonas Sul e Oeste apresentam maior proporção de áreas assim classificadas. Para essa constatação, levantam-se como hipóteses:

- (i) O estímulo para a ocupação intensa dessas áreas, desde o Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI) ao Plano Diretor de 1996 e 2006, que reconhecia, principalmente a Zona Oeste, como vetor de expansão, esta zona ao longo desses períodos recebeu acréscimo substancial na área urbanizada, por meio da ocupação do loteamento Severino Cabral (Bairro de Bodocongó) e o

loteamento das Malvinas (Bairro das Malvinas), com um padrão de ocupação predominantemente residencial horizontal. Muitos das áreas verdes indicadas nos projetos originais dos loteamentos, que deveriam ser preservadas como verdes, foram edificadas com o tempo, indicando uma possível incidência de ocupações irregulares.

- (ii) Instalação do complexo industrial, da linha férrea e de uma série de equipamentos que geraram empregos formais na Zona Sul da Cidade e a sua posterior ocupação intensa. Castells (1983) apresenta a seguinte perspectiva acerca desse fenômeno:

Quanto maior a taxa de crescimento industrial (capitalista), mais intenso é o crescimento urbano, maior é a tendência à concentração em grandes aglomerações e maior é a penúria das moradias como também a deterioração do patrimônio imobiliário (CASTELLS, 1983, p. 187).

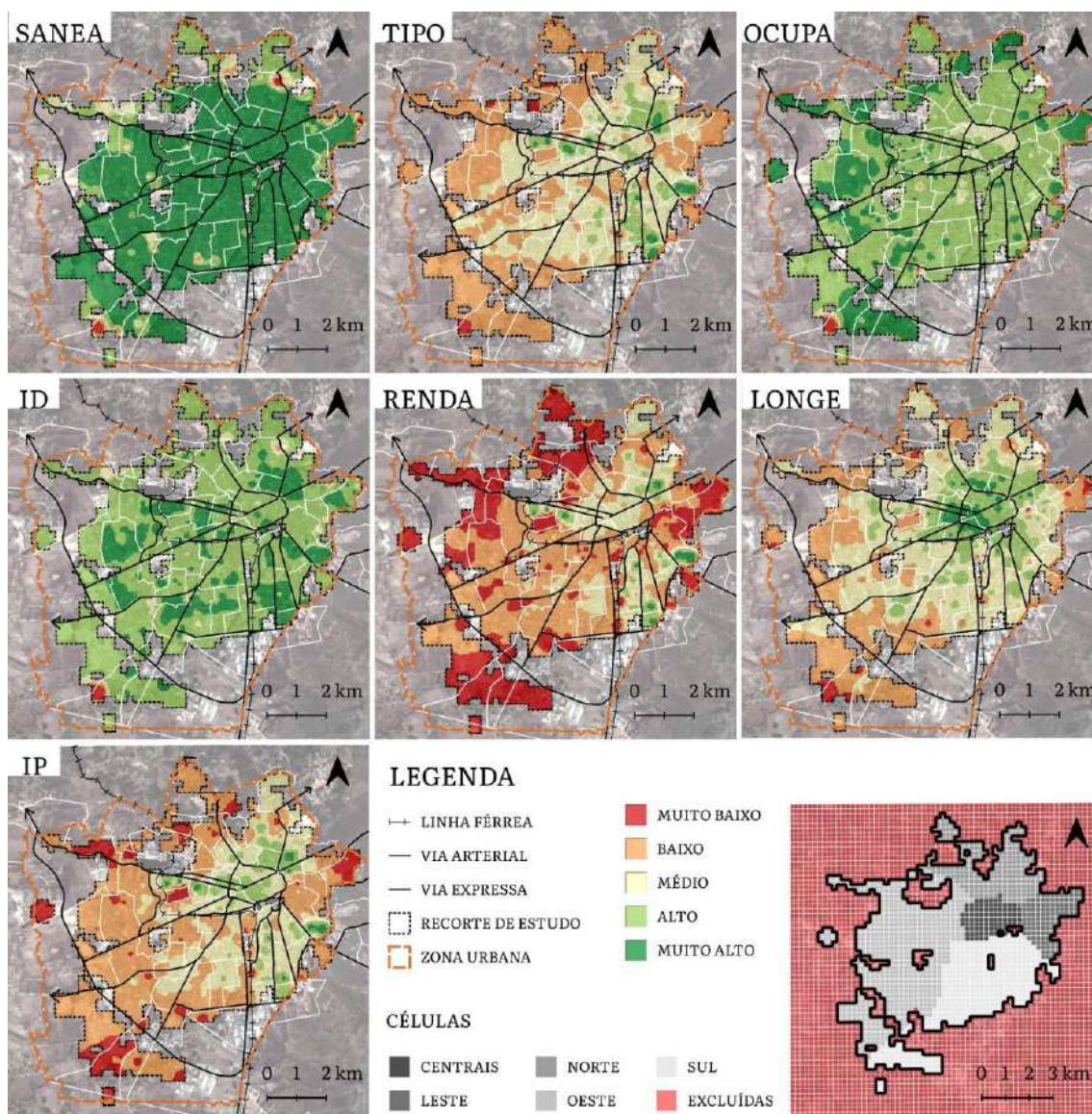
A observação levantada por Castells (1983) é válida para o recorte histórico e geográfico da Zona Sul. Durante as décadas de 1960 e 1970, a consolidação do complexo industrial e de outros polos, como o distrito dos mecânicos, fez com que parte da Zona Sul da cidade apresentasse ocupação intensa. Entretanto, essa ocupação foi marcada pela falta de condições de infraestrutura, que foram adicionadas com o tempo, e de modo dissociado do planejamento urbano.

É importante ressaltar que não é apenas o acréscimo na densidade habitacional que faz dessas zonas possuírem muitas áreas de baixa lacunaridade; mas a forma como se deu essa ocupação, com alta densidade sobretudo construtiva e alta taxa de ocupação do solo, resultando em poucos espaços livres remanescentes e uma textura urbana homogênea em alguns núcleos.

Análise de Habitabilidade

Os mapas da Figura 14 apresentam a espacialização dos índices domiciliar e populacional e os indicadores que o constituem. Os mapas também foram interpolados pelo inverso ponderado da distância (Equação 7). A observação das manchas que representam aumento ou redução dos valores permite compreender dinâmicas de segregação, quando existe uma lógica centro-periferia na distribuição dos valores, e dinâmicas de fragmentação, em áreas em que a distribuição se encontra mais “Pulverizada”, com ilhas isoladas de aumento ou redução.

Figura 14 – Mapas dos indicadores e índices que constroem o Índice de Habitabilidade



Quanto ao Índice Populacional (IP), composto pela média dos indicadores de RENDA e LONGE, cabe ressaltar que esses indicadores se relacionam entre si. Diversas pesquisas já constataram que pessoas com mais rendimentos financeiros dispõem de melhor qualidade no acesso a serviços de saúde, alimentação, educação e ocupações no mercado formal que lhe garantem uma expectativa de vida mais duradoura (OECD, 2017). A população mais pobre, por sua vez, dispõe de serviços de saúde piores, difícil acesso a uma alimentação de qualidade e vivem em piores condições de habitabilidade que encurtam a sua expectativa de vida. A partir disso, percebe-se que a distribuição das áreas com melhores e piores condições de RENDA e LONGE nos mapas (Figura 14) apresentam as mesmas tendências espaciais de segregação centro-periferia, e as áreas mais ricas próximas dos principais equipamentos e serviços.

Nesse indicador (IP), observou-se que a distribuição espacial da classe de alta renda concentra-se na Zona Central, onde há uma alta oferta de bens de serviço, tornando a ocupação da terra mais competitiva e restrita a alta renda, dificultando a ocupação por classes sociais mais pobres. A Zona Norte também ganha destaque ao abrigar três bairros tradicionalmente de alta renda na cidade: Jardim Tavares, Alto Branco e Nações (Figura 14), a Zona Leste, com o Bairro do Mirante, e a Zona Sul, com os bairros do Catolé e Sandra Cavalcante apresentam alta RENDA e LONGE.

Nas piores condições destacam-se a Zona Oeste, que também abriga o eixo de expansão urbana da cidade e a maior oferta de conjuntos habitacionais financiados por programas sociais para classes de média e baixa renda. A Zona Leste também apresenta baixo Índice Populacional (IP), ao abrigar a ZEIS Jardim Europa e os loteamentos do Glória I e II, conjuntos habitacionais para baixa renda. A Zona Norte, por sua vez, apresenta bairros distantes do centro da cidade, como Cuités, Jardim Continental, Jeremias e Araxá, com péssimas condições populacionais.

Em segundo lugar, o Índice Domiciliar (ID) é composto pela média dos indicadores SANEAMENTO, TIPO e OCUPAÇÃO. Inicialmente, o saneamento (SANEAMENTO) é resultante da combinação de dados de coleta de esgoto, abastecimento de água e coleta de lixo, e apresenta taxas altas em toda a cidade. Mas, as taxas são baixas quando se aproximam das bordas urbanas. Essa dinâmica é esperada, visto que existe um processo gradativo de expansão, com a construção de novos loteamentos, e a posterior chegada das redes de abastecimento, esgoto e coleta de lixo.

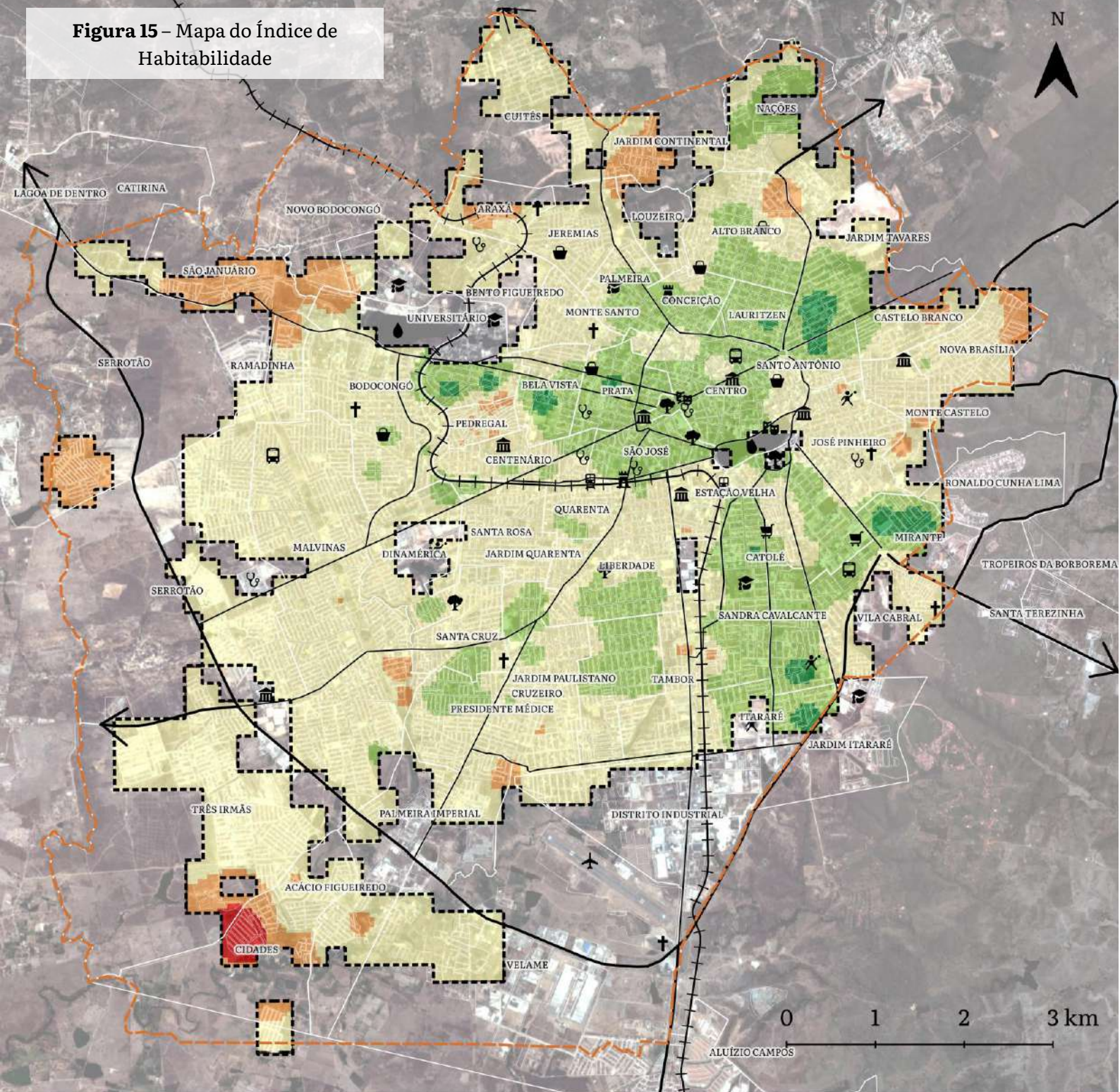
Os valores de Tipologia (TIPO), que mensuram a tipologia do domicílio em função da quantidade de banheiros e a proporção de domicílios particulares permanentes em relação ao total de domicílios do setor, seguem uma tendência semelhante aos do RENDA. Visto que, quanto maior a renda da população, maior a quantidade de banheiros da residência, esse é considerado um dos ambientes mais onerosos na construção civil. Além disso, a baixa proporção de domicílios particulares permanentes revela uma maior presença de domicílios improvisados e coletivos, que em geral, são mais precários.

A ocupação (OCUPA) aponta que, para toda a cidade, a quantidade de imóveis próprios é alta e possui proporção positiva em comparação aos imóveis cedidos e alugados, com predominância de classificação Alto e Muito Alto. A Zona Central apresenta uma variação negativa, apontando a existência de uma zona com maior quantidade de moradias temporárias e um mercado de aluguéis bem consolidado.

As manchas com alto valor do indicador OCUPA, ora coincidem com as áreas de maior RENDA e essa população possui mais condições para financiamento e quitação de imóveis; ora coincide com áreas precárias nas quais mutirões de regularização fundiária garantiram a muitos pobres o direito a casa própria. O caso mais expressivo é o bairro das Malvinas, onde houve uma invasão a um conjunto habitacional construído pelo Governo Estadual e que, posteriormente, muitos conseguiram o título de posse pela permanência no imóvel e articulações de lutas por moradia.

Destaca-se também o extremo leste da cidade, no Bairro Nova Brasília, onde estão os conjuntos de habitação social Glória I e II. No geral, nesses conjuntos, ainda que apresentem péssimos indicadores populacionais, apresentam valores razoáveis de OCUPA e SANEAMENTO, isso se explica pois os conjuntos de habitação de interesse social, ainda que apresentem um baixo padrão construtivo, foram minimamente planejados do ponto de vista do saneamento das unidades e da quantidade de famílias a ocupar essas zonas. A exceção dessa zona quanto a esses valores é a ZEIS Jardim Europa (Consultar Figura 6 ou 17), que apresentou valores baixos de SANEAMENTO.

Figura 15 – Mapa do Índice de Habitabilidade



LEGENDA

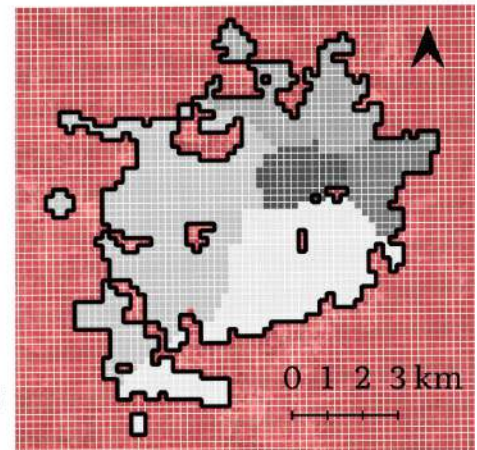
- ⊕ LINHA FÉRREA
- VIA ARTERIAL
- VIA EXPRESSA
- ⊞ RECORTE DE ESTUDO
- ▭ ZONA URBANA

HABILABILIDADE

- MUITO BAIXO ($\leq 0,5118$)
- BAIXO ($0,5118 - 0,5799$)
- MÉDIO ($0,5799 - 0,6481$)
- ALTO ($0,6481 - 0,7162$)
- MUITO ALTO ($> 0,7162$)

CÉLULAS

- CENTRAL
- LESTE
- NORTE
- OESTE
- SUL
- EXCLUÍDAS



EQUIPAMENTOS

- ✈ AEROPORTO
- ⚽ ESPORTE
- 🏪 MERCADO
- 🚗 RODOVIÁRIA
- ✚ CEMITÉRIO
- 🎨 CULTURA
- 🏥 HOSPITAL
- 🏰 MILITAR
- 🛒 SHOPPING
- 🚉 ESTAÇÃO DE TREM
- 🎓 EDUCAÇÃO
- 🏛 INSTITUIÇÃO
- 🌳 PARQUE
- 💧 AÇUDE

Ao analisar o mapa do Índice de Habitabilidade (Figura 15) constata-se que as áreas com melhores condições de habitabilidade encontram-se nas Zonas: Centro, representado pelos bairros do Centro, Prata e São José; Norte, representado pelos bairros Nações, Lauritzen, Conceição, Alto Branco e Jardim Tavares; Leste, representado pelo bairro do Mirante; Sul, representado pelo bairro do Catolé, Sandra Cavalcante, Itararé e parcela do Jardim Paulistano e Liberdade; Oeste, representado pelos bairros da Bela Vista, Universitário e parcela do bairro do Presidente Médice.

De modo geral, o Centro é a zona da cidade com a maior proporção de áreas com alta condição de habitabilidade, e as demais zonas apresentam uma certa continuidade e conexão com a Zona Central. Essa dinâmica aponta que o modelo centro/periferia ainda exerce um importante papel na compreensão estrutura socioespacial de Campina Grande, visto que a maioria dos bairros com melhores índices de habitabilidade apresentam uma boa conexão com o centro.

Em contraposição às zonas de alta habitabilidade, é possível identificar núcleos de baixa habitabilidade na cidade: Na Zona Oeste esse valor é expressivo em termos de proporção. Cabe destacar algumas ocupações como a ZEIS Pedregal, ocupações próximas ao Açude de Bodocongó, no Bairro São Januário, o Mutirão como uma “ilha” isolada ao oeste da Alça Sudoeste e ocupações precárias no Bairro das Cidades, próximo a conjuntos como o Major Veneziano, que são habitações de interesse social nas quais a população pobre de diversos assentamentos precários da cidade foi realocada.

Na Zona Norte, os principais núcleos de baixa habitabilidade são: o Araxá, que apresenta um conjunto de Habitação de Interesse Social (HIS); o Jardim Continental, em que parcela dele foi classificada como setor especial de aglomerado subnormal (SEAS); e uma área próximo ao EMPASA, onde se localiza a ZEIS Invasão do Alto Branco

Na Zona Leste, as áreas de baixa habitabilidade são o Castelo Branco e a parte Norte da Nova Brasília. Este bairro abriga a ZEIS Jardim Europa e dois conjuntos Habitacionais de Interesse Social (HIS): Glória I e Glória II, que foi formado pelas famílias realocadas da antiga Favela da Cachoeira. A área dessa antiga favela pode ser encontrada ao lado do Hospital e do Cemitério presentes na Zona Leste.

Na Zona Sul, as principais áreas onde se percebe uma redução no indicador de habitabilidade é na antiga favela da Pedreira e no Vila Cabral, ambas as ocupações foram marcadas como áreas reconhecidas pela população como precárias (Figura 6), porém não mapeadas como ZEIS ou SEAS. O diferencial dessas áreas são os projetos de urbanização os quais passaram ao longo da história que melhoraram de maneira substancial a rede de infraestrutura, atenuando os indicadores de precariedade.

Em meio a essa análise, cabe trazer à tona que o modo como a habitabilidade é especializada revela, além de um padrão segregado em torno da Zona Central e das zonas com concentração de equipamentos, um padrão fragmentado, visto que as zonas com condições homogêneas apresentam rupturas em sua continuidade afetada pela presença de “ilhas” de pobreza. Tanto em áreas consolidadas na zona central, a exemplo da ZEIS Estação Velha, quanto em outras zonas, como a ZEIS Pedregal, que tem em seu entorno bairros de renda média/alta, como o Universitário, Bela Vista e Centenário. Muitas dessas “ilhas” ganharam o status de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), garantindo uma maior segurança no direito à moradia por parte dos moradores, diante das pressões do mercado imobiliário.

Também é possível encontrar “ilhas” de riqueza consolidadas em áreas majoritariamente pobres. Este é o caso da Zona Oeste, que passa por um processo de difusão de condomínios horizontais privados cujo padrão de ocupação é contrastante ao do seu entorno. O custo menor da terra e a topografia favorável repercutiu na reprodução dessas tipologias. Sua dinâmica é ainda mais acentuada nas décadas de 2010 e 2020, com a construção de diversos condomínios fechados como o Serraville, Parkville e Monteville. Infelizmente, como os dados desta pesquisa são referentes ao Censo de 2010 do IBGE, a defasagem temporal de mais de 10 anos faz essas áreas serem até então não perceptíveis. Entretanto, as informações texturais surgem como forma de suprir essa defasagem, visto que conseguem detectar esses novos assentamentos, com padrões de ocupação característicos de condomínios privados (Figura 13).

Combinando Lacunaridade e Habitabilidade

Após essa análise, os dados de lacunaridade e habitabilidade foram reclassificados em 2 classes pelo método do Quantil (Figura 16), ou seja, os dados de cada grandeza foram subdivididos em 2 classes com a mesma quantidade de amostras e rotuladas como “Baixa” e “Alta”. Dentre as possibilidades de agrupamentos geoestatísticos, o quantil foi o método que melhor conseguiu reduzir o número de classes, conservando a homogeneidade de cada uma. O objetivo de reduzir as cinco classes para duas classes faz parte da metodologia desta pesquisa que busca cruzar as classes de lacunaridade e habitabilidade de modo a discriminar áreas úteis para o planejamento urbano.

A partir da Tabela 1, é possível mensurar tendências já observadas na classificação inicial por 5 classes. A Zona Oeste é a que apresenta a maior quantidade de áreas com baixa lacunaridade (58,5%). As Zonas Norte e leste possuem a maior quantidade de zonas com alta lacunaridade (70% e 65,8%, respectivamente). Quanto à habitabilidade, a Zona Central possui a maior proporção de áreas classificadas como alta (98,8%), seguida da Zona Sul, com 59,6%. Já a Zona Oeste apresentou uma tendência contrária, com 65,5% de sua área classificada com baixa habitabilidade. A espacialização dessas classes é visualizada na Figura 16

Tabela 1 – Distribuição em porcentagem dos índices de lacunaridade e habitabilidade por zona da cidade a partir de classificação Quantil

ZONAS										
CLASSES	NORTE		SUL		LESTE		OESTE		CENTRAL	
	BAIXA	ALTA	BAIXA	ALTA	BAIXA	ALTA	BAIXA	ALTA	BAIXA	ALTA
LAC (%)	30,0	70,0	55,5	44,5	34,2	65,8	58,5	41,5	44,5	55,5
IH (%)	47,0	53,0	40,4	59,6	53,8	46,2	65,7	34,3	01,2	98,8

Cabe ressaltar que a Interpolação pelo Inverso Ponderado da Distância (IDW) das bases de dados de lacunaridade e habitabilidade favoreceu a compatibilização e o cruzamento dos mapas, uma vez que a habitabilidade teve por base a geometria dos setores censitários, e a lacunaridade teve por base uma malha de células de 180m x 180m.

LACUNARIDADE

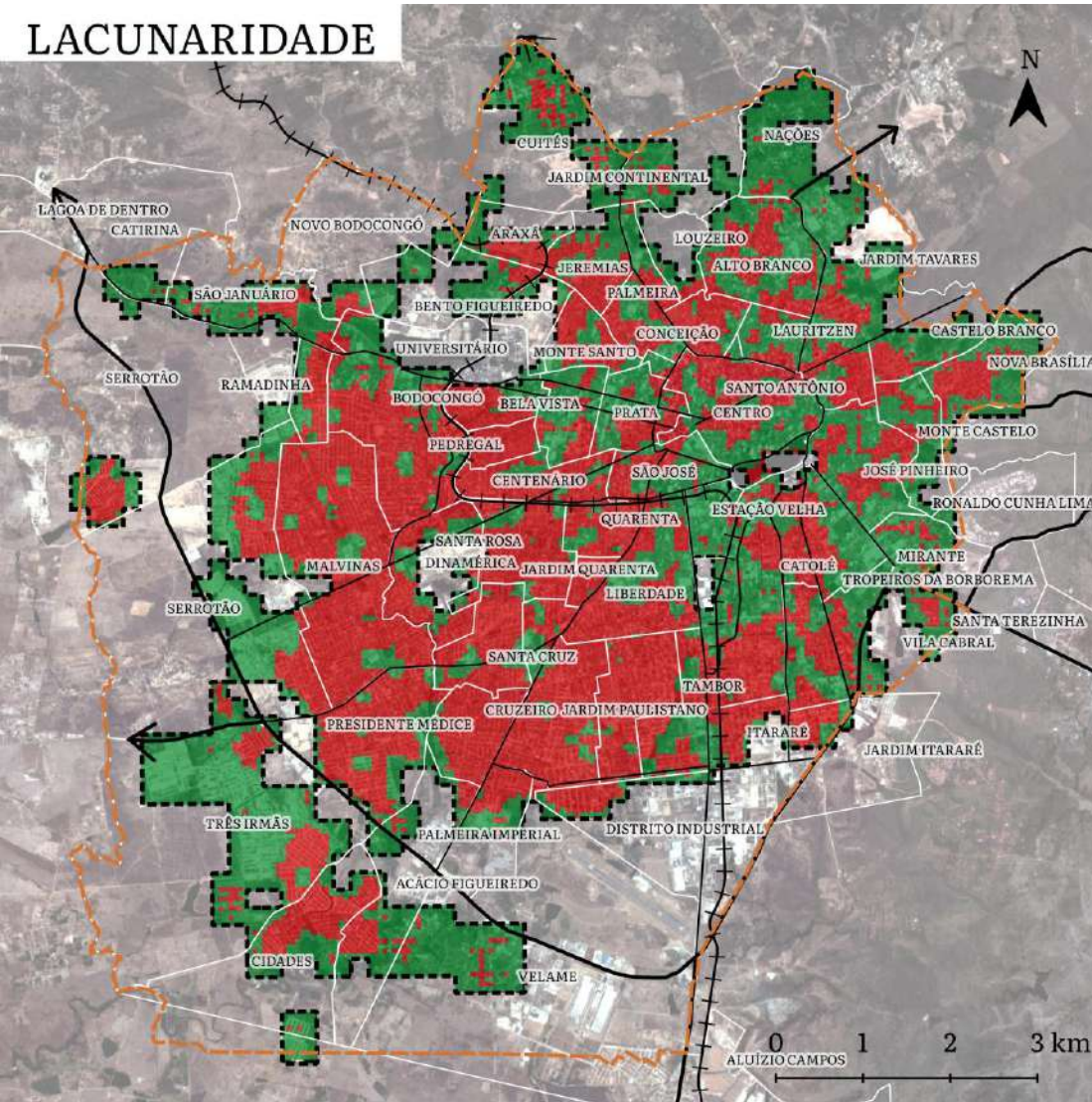


Figura 16 – Mapas de quantis de lacunaridade e habitabilidade

LEGENDA

- +— LINHA FÉRREA
- VIA ARTERIAL
- VIA EXPRESSA
- ▭ RECORTE DE ESTUDO
- ▭ ZONA URBANA

LACUNARIDADE

- BAIXO ($\leq 1,2752$)
- ALTO ($> 1,2752$)

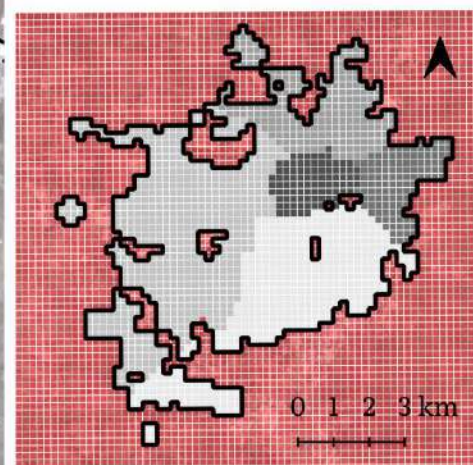
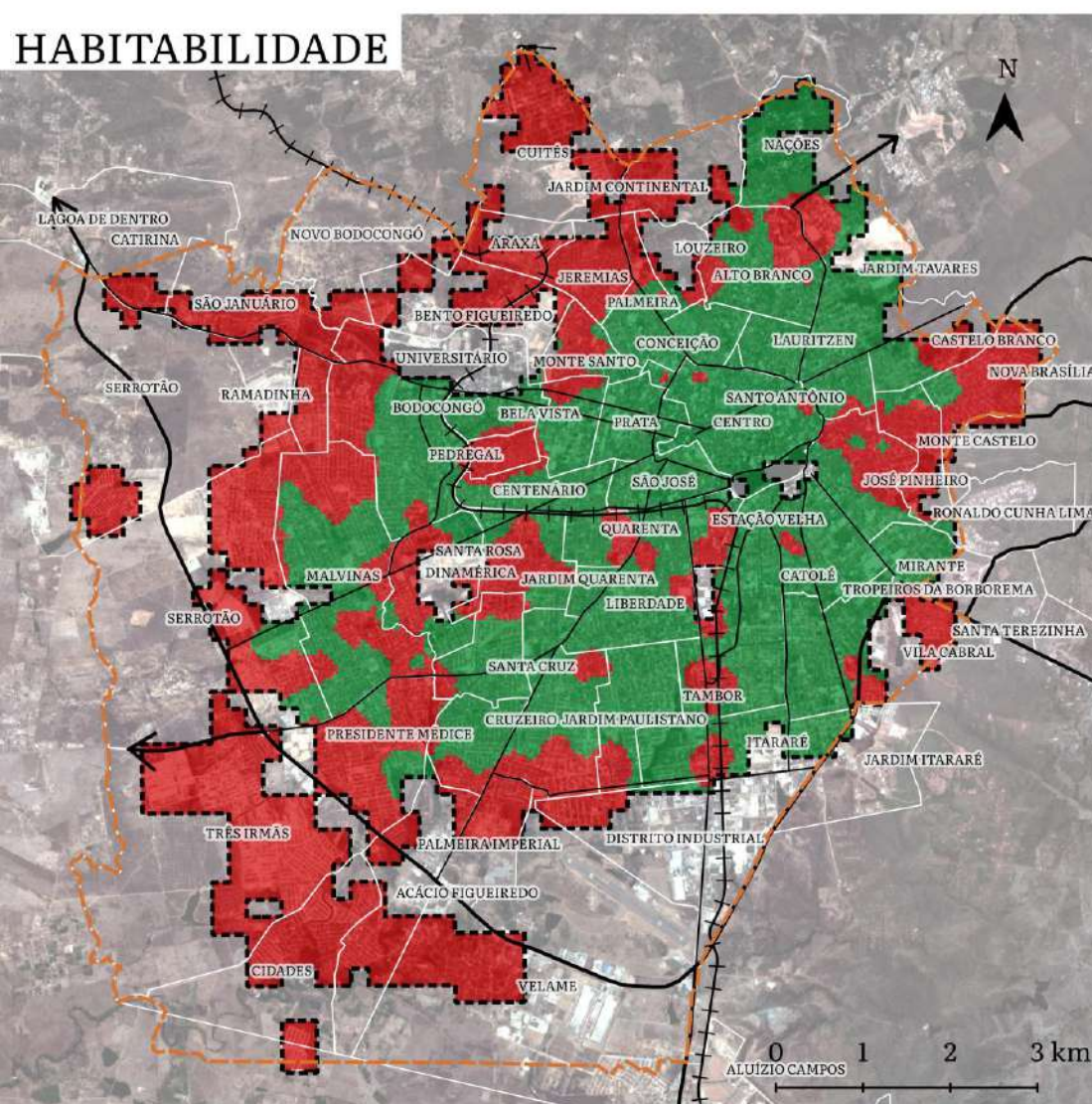
HABITABILIDADE

- BAIXO ($\leq 0,6204$)
- ALTO ($> 0,6204$)

CÉLULAS

- CENTRAIS
- LESTE
- NORTE
- OESTE
- SUL
- EXCLUÍDAS

HABITABILIDADE



Após a geração dos mapas de lacunaridade e de habitabilidade, as duas bases foram sobrepostas entre si, utilizando a calculadora *raster* do QGIS 3.18. O objetivo dessa sobreposição foi classificar as áreas urbanas, considerando as seguintes combinações: (G1) Baixa Lacunaridade e Baixa Habitabilidade; (G2) Baixa Lacunaridade e Alta Habitabilidade; (G3) Alta Lacunaridade e Alta Habitabilidade; e (G4) Alta Lacunaridade e Baixa Habitabilidade (Figura 17).

Quanto à espacialização desses grupos nas zonas da cidade (Tabela 2), o Grupo 1 (G1: Baixa Lacunaridade e Baixa Habitabilidade) concentra-se mais na Zona Oeste (31,5%). As condições topográficas e o reconhecimento dessa área como vetor de expansão foram favoráveis, ao longo da história, à proliferação de conjuntos habitacionais para atender a classe baixa e média. Esses loteamentos populares foram densamente ocupados por residências de 1 a 2 pavimentos, majoritariamente, e apresentou poucos projetos executados de praças e parques públicos. Esse grupo também apresentou concentração em proporções semelhantes na Zona Sul e Leste, com pequenos núcleos precários e densos, alguns classificados como Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS). Uma boa parcela dos bairros de José Pinheiro e Nova Brasília, com população mais pobre, também foi classificada nesse grupo. Quanto ao Norte, a mancha mais considerável assim classificada foi referente a ZEIS Jeremias (16) que é a maior da cidade em área.

Já o Grupo 2 (G2: Baixa Lacunaridade e Alta Habitabilidade) predomina na Zona Sul (39,4%). A diferença deste grupo para o Grupo 1 está nas melhores condições de habitabilidade. Nesta Zona, há uma grande oferta de serviços públicos ou privados que garantiram, desde 1990, a expansão da rede de infraestrutura, atraindo parte da população de renda elevada e consolidando uma nova centralidade na cidade (BATISTA, 2011). O centro apresentou uma grande proporção desse grupo, por se tratar de uma área adensada, especialmente em sua área comercial e histórica, com pouca quantidade de espaços livres urbanos. Na Zona Oeste existem bairros que embora possuam uma baixa lacunaridade, apresentam um bom padrão de habitabilidade, cabendo destaque o Centenário, Bodocongó e parcela das Malvinas, Presidente Médice e Universitário. A Zonas Leste e Norte apresentam os menores valores classificados nesse grupo, e em proporção muito semelhantes.

O Grupo 3 (G3: Alta Lacunaridade e Alta Habitabilidade) é presente na Zona Norte (35%), abrangendo os bairros Alto Branco, Jardim Tavares, Nações e Lauritzen, que são bairros valorizados com alta habitabilidade. Porém, o relevo mais acidentado tornou historicamente o processo de ocupação mais difícil. Assim, essa área apresenta grande quantidade de espaços livres urbanos. Além disso, apresenta núcleos de verticalização, classificados com lacunaridade mais elevada que representam um padrão de textura particular. Esse padrão vertical também foi possível ser encontrado nas margens do Açude Velho (Zona Central – 58,9%), além dos núcleos verticalizados na Zona Sul (Próximo ao Colégio Motiva) e Zona Leste (próximo aos Shoppings).

O Grupo 4 (G4: Alta Lacunaridade e Baixa Habitabilidade), possui valores bem distribuídos em todas as zonas da cidade. Esse grupo se concentra nas bordas da Zona Urbana da cidade que tendem a possuir mais espaços livres, sendo alguns deles caracterizados como áreas ambientalmente sensíveis e com piores condições de habitabilidade, principalmente em relação ao Índice Domiciliar (ID), devido à menor cobertura do indicador de saneamento (SANEIA).

Tabela 2 – Distribuição em porcentagem dos grupos resultantes do cruzamento de lacunaridade e habitabilidade por zona da cidade

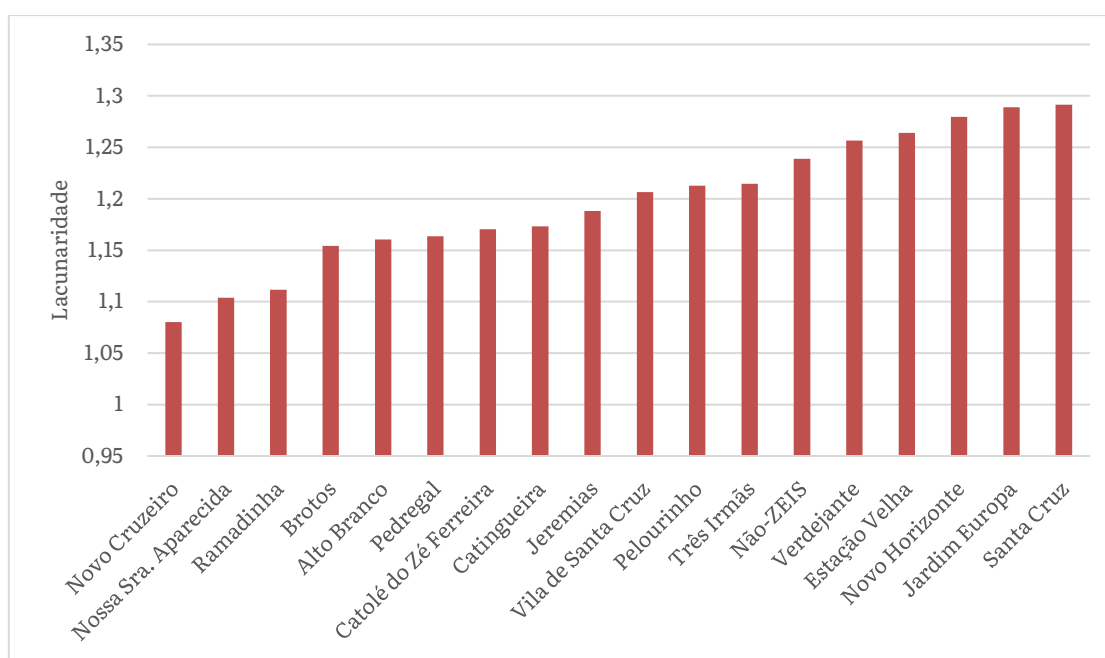
ZONAS	NORTE	SUL	LESTE	OESTE	CENTRO
G1 (%)	11,2	18,5	16,2	31,5	00,0
G2 (%)	17,5	39,4	16,2	27,2	40,0
G3 (%)	35,0	20,4	28,2	07,5	58,9
G4 (%)	36,3	21,6	39,3	33,8	00,1

Há em Campina Grande dezessete Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) do Tipo 01, definidas pela Lei Municipal N° 4.806 do dia 23 de setembro de 2009 como áreas públicas e particulares ocupadas por assentamentos precários e população de baixa renda, nas quais busca-se estabelecer ações como regularização fundiária e urbanística, bem como implantação de equipamentos públicos. A sobreposição dos limites dessas ZEIS no mapa (Figura 17) revela que esses assentamentos não podem ser associados a um único padrão de textura. Há ZEIS com maior ou menor quantidade de espaços livres (lacunaridade), representados no mapa pelos grupos G1 ou G4, muitas delas oscilam entre esses dois grupos, especialmente as ZEIS mais próximas as bordas urbanas.

Experimentos realizados por Barros Filho e Simões (2020) apontam a heterogeneidade das ZEIS através da constatação de diversos valores de lacunaridade. Dentro desses resultados (Gráfico 2), é perceptível que algumas ZEIS apresentam valores de lacunaridade altos, superiores até mesmo à média das células Não-ZEIS. Essa diversidade de valores de lacunaridade justificam as ZEIS serem classificadas majoritariamente entre o Grupo 1 e o Grupo 4, visto que elas apresentam valores baixos de habitabilidade e condições diferentes de ocupação. Para esse experimento, foram consideradas 346 amostras Não-ZEIS e 315 amostras de ZEIS.

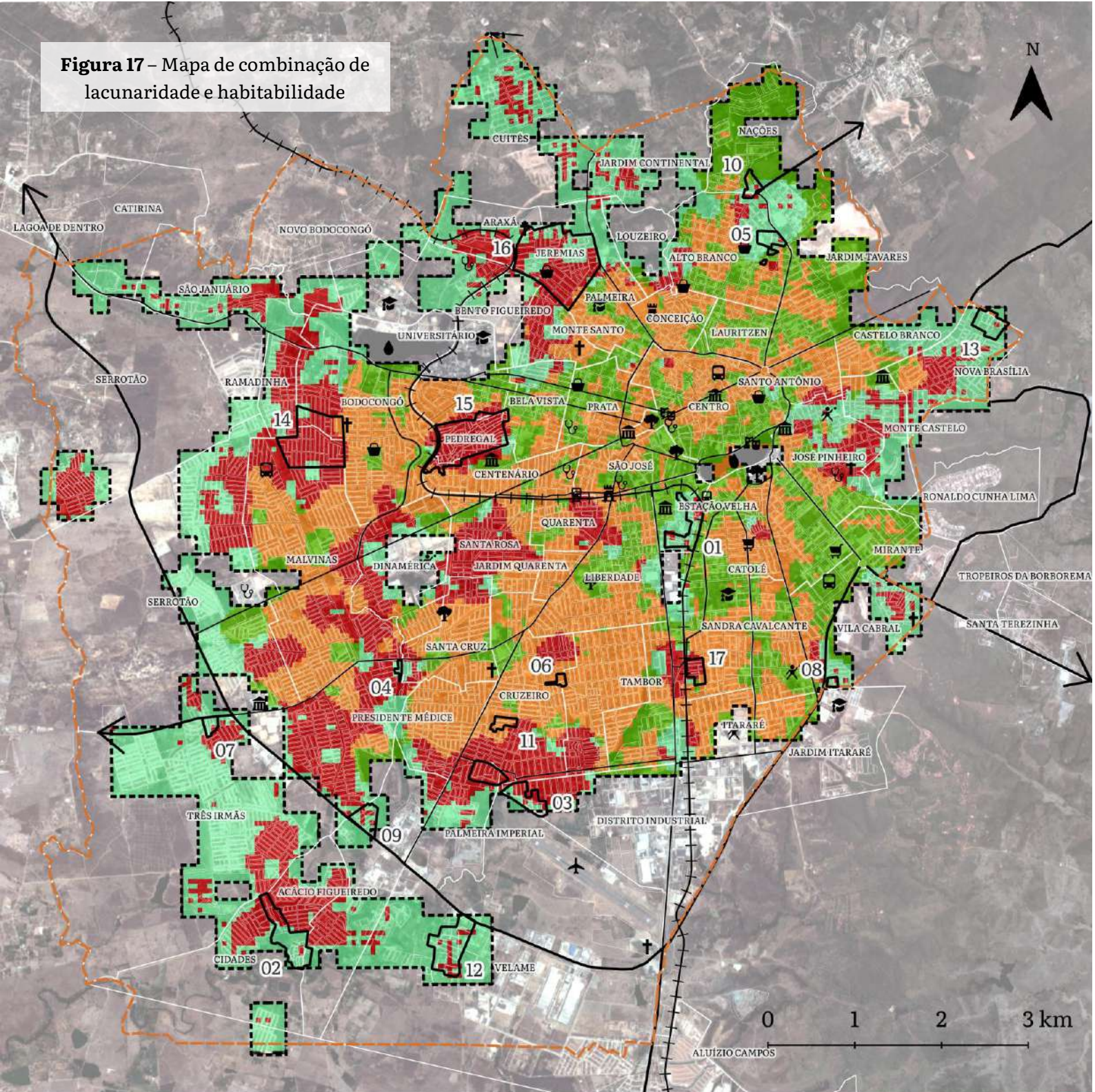
Algumas delas, por serem maiores, apresentaram mais amostras de imagens do que outras, vale ressaltar que esse experimento considerou imagens do satélite Sentinel-2. A comparação desses resultados com o mapa da Figura 17 mostra que existe uma boa compatibilidade entre os sensores Sentinel-2 e Planet, visto que as ZEIS com maiores valores de lacunaridade foram classificadas no Grupo 4, a exemplo das ZEIS Santa Cruz, Jardim Europa, Novo Horizonte e Estação Velha; enquanto as ZEIS com menores lacunaridades foram classificadas majoritariamente no Grupo 1, a exemplo da Ramadinha, Nossa Senhora Aparecida e Pedregal. Algumas ZEIS estão no Grupo 2, como a Invasão Pelourinho e Brotos, ações de urbanização podem ter aumentado as condições de habitabilidade dessas ZEIS (BARROS FILHO e SIMÕES, 2020).

Gráfico 2 – Nível de Lacunaridade das ZEIS de Campina Grande (PB)



Fonte: Barros Filho e Simões (2020)

Figura 17 – Mapa de combinação de lacunaridade e habitabilidade



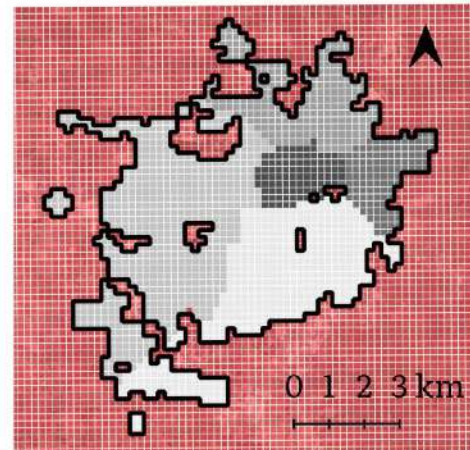
LEGENDA

- +— LINHA FÉRREA
- VIA ARTERIAL
- - - VIA EXPRESSA
- ⋯ RECORTE DE ESTUDO
- - - ZONA URBANA
- ZEIS TIPO 1

- CÉLULAS**
- CENTRAIS
 - LESTE
 - NORTE
 - OESTE
 - SUL
 - EXCLUÍDAS

- G1 (BAIXA LACUNARIDADE E BAIXA HABITABILIDADE)
- G2 (BAIXA LACUNARIDADE E ALTA HABITABILIDADE)
- G3 (ALTA LACUNARIDADE E ALTA HABITABILIDADE)
- G4 (ALTA LACUNARIDADE E BAIXA HABITABILIDADE)

ZEIS TIPO 01

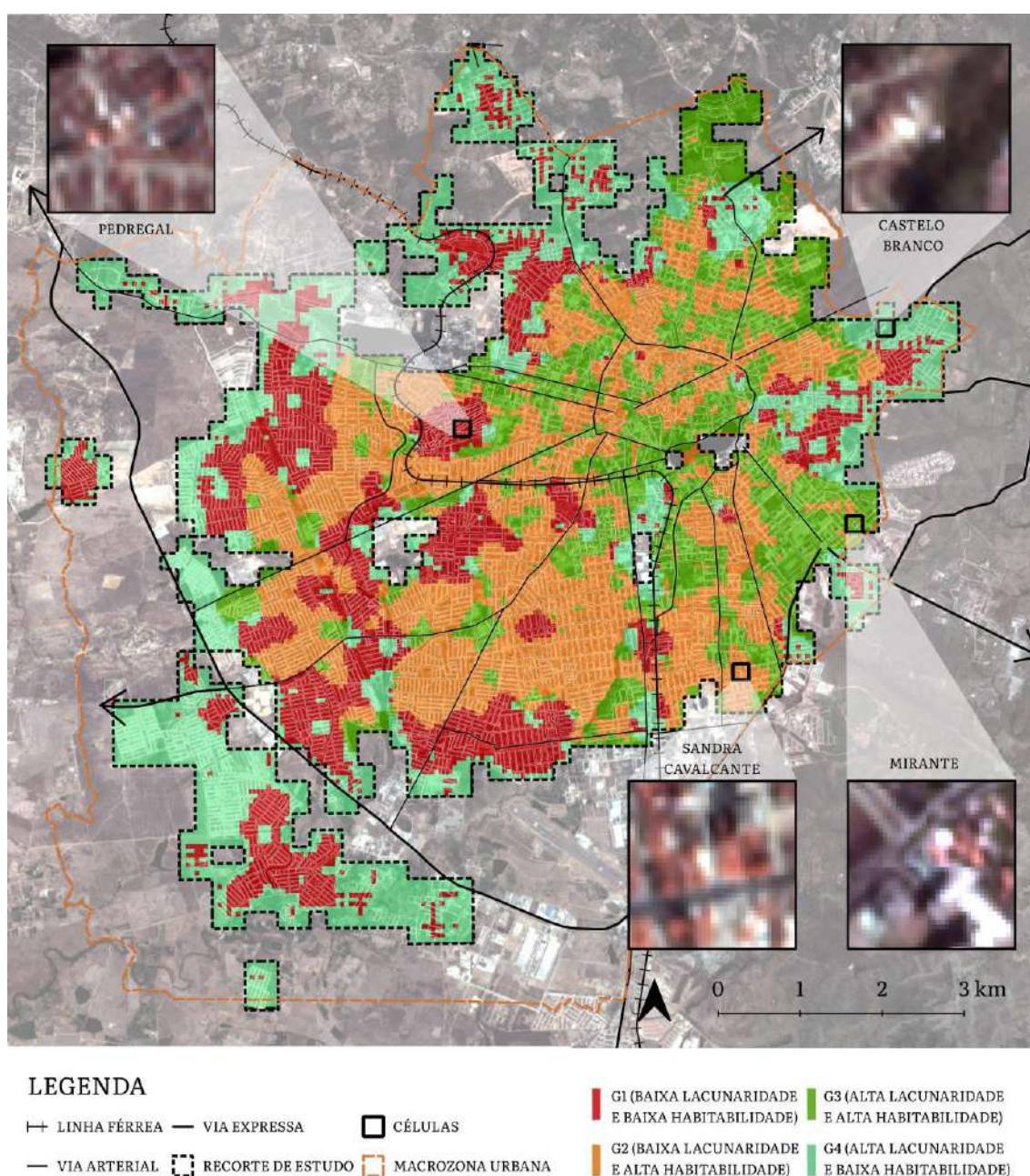


- | | | | |
|---------------------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 01 - CALIFON/ESTAÇÃO VELHA; | 06 - INVASÃO DO PELOURINHO | 11 - NOVO CRUZEIRO | 16 - JEREMIAS |
| 02 - CATINGUEIRA/RIACHO DE BODOCONGÓ; | 07 - INVASÃO DO VERDEJANTE | 12 - CATOLÉ DO ZÉ FERREIRA | 17 - NOSSA SENHORA APARECIDA |
| 03 - INVASÃO MACAÍBA/NOVO HORIZONTE; | 08 - INVASÃO DOS BROTOS | 13 - JARDIM EUROPA | |
| 04 - INVASÃO SANTA CRUZ | 09 - TRÊS IRMÃS | 14 - INVASÃO RAMADINHA II | |
| 05 - INVASÃO DO ALTO BRANCO | 10 - VILA DE SANTA CRUZ | 15 - PEDREGAL | |

Escolha de Células Representativas

Dentre os 4 grupos, selecionou-se uma célula de cada grupo (Figura 18) e analisou-se a densidade urbana a partir da aplicação da metodologia de Berghauer Pont e Haupt (2009). Essa análise aponta que as informações perceptíveis pela textura de imagens de satélite também são perceptíveis ao mensurar informações construtivas com precisão não obtida através da textura de imagens de satélite. O critério para a escolha dessas células foi a seleção de áreas com valores extremos positivos e negativos para a lacunaridade e habitabilidade.

Figura 18 – Mapa de Células de estudo



Célula 1 - Pedregal

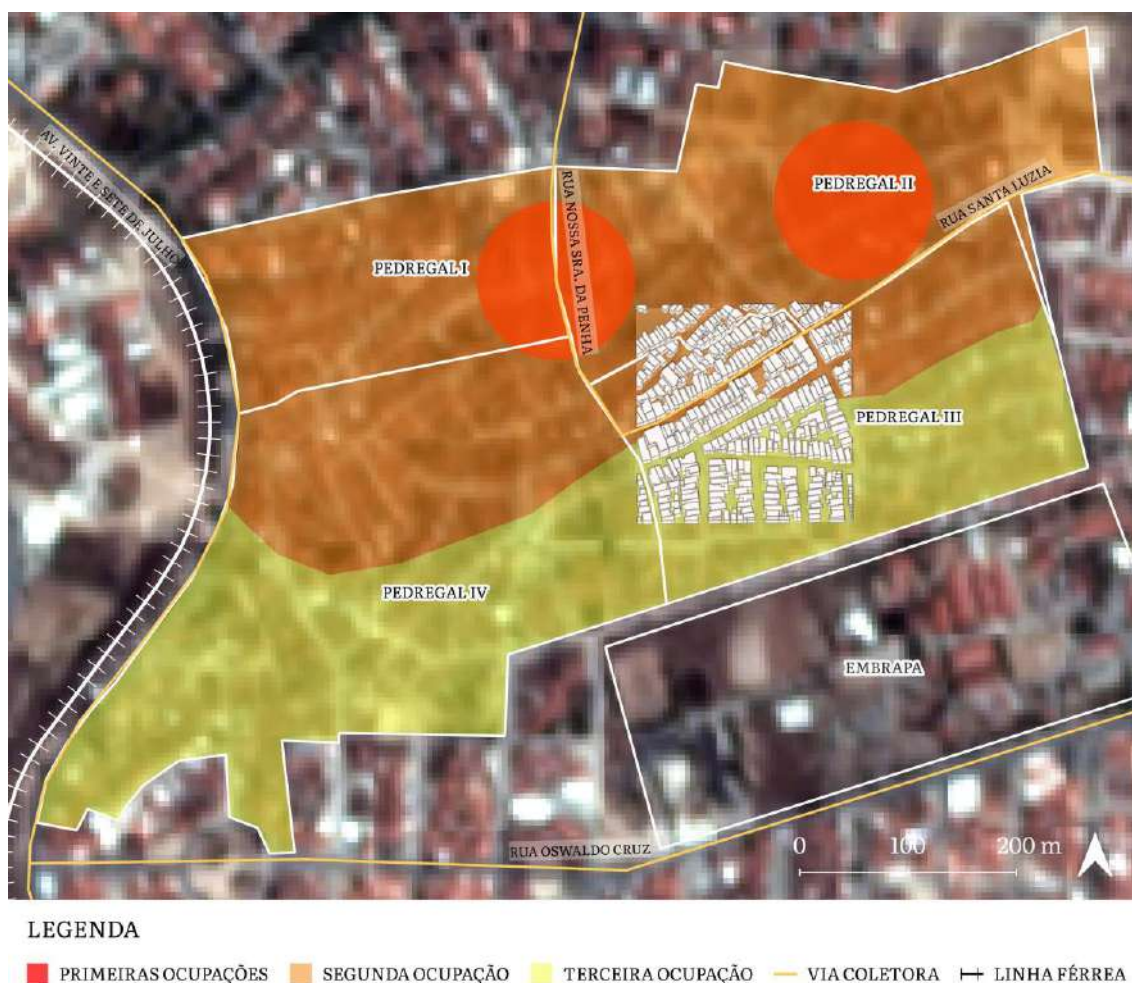
A Célula de baixa lacunaridade e baixa habitabilidade corresponde a uma fração da ZEIS Pedregal, esse assentamento é reconhecido como bairro na divisão político-administrativa da cidade, é classificado como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) na Lei nº 4.806 de 2009, e foi mapeado como Setor Especial de Aglomerado Subnormal (SEAS) pelo Censo do IBGE (2010). Essas classificações retratam a realidade das baixas condições de habitabilidade do lugar que, historicamente, apresentou um processo desenfreado de ocupação irregular, tornando-se um dos assentamentos mais densos da cidade e, conseqüentemente, de baixa lacunaridade.

As primeiras ocupações no Pedregal ocorreram em meados de 1975. O seu surgimento foi marcado por conflitos na luta por moradia. Iniciando-se com a ocupação irregular do loteamento Nossa Senhora de Fátima, as primeiras moradias tiveram estrutura de papelão e materiais improvisados e se expandiram para o sul do bairro, sendo gradativamente substituídas por casas de taipa e de alvenaria. Nesse processo, faltou condições básicas de salubridade e segurança ambiental no processo de ocupação, uma vez que a área apresentava declividade elevada, próxima a um corpo hídrico que cortava a gleba pela metade.

Apesar do Pedregal representar a periferia da cidade pelo seu conteúdo, a sua localização geográfica é privilegiada, quanto à proximidade das principais centralidades da cidade, sendo possível chegar ao centro de carro em apenas 10 minutos e, em menos de 30 minutos de ônibus, considerando o tempo de espera na parada. Além disso, o bairro apresenta equipamentos de educação como 2 creches municipais, 3 escolas municipais e uma escola estadual que garantem a permanência dos moradores no bairro.

O Pedregal não é homogêneo, sendo subdividido em Pedregal I, II, III e IV. Pedregal I é a fração urbana mais desenvolvida e próxima de localidades mais elitizadas como o bairro Universitário. Esta fração, junto com Pedregal II, foi a primeira a passar por um processo de urbanização, no final década de 1980. Pedregal III e IV são as frações mais carentes. A Célula em questão encontra-se situada no Pedregal III (Figura 19).

Figura 19 – Inserção da Célula 1 no Pedregal, considerando as subdivisões do bairro e o seu processo de ocupação



Quanto à baixa habitabilidade, cabe destacar que o bairro atualmente apresenta cobertura de abastecimento de água, coleta de lixo e esgoto, ainda que insuficiente para toda a área do bairro. O indicador que torna o bairro com baixa habitabilidade é o RENDA, que segundo o Censo 2010 do IBGE, 41,12% do Pedregal não possuía renda nominal, 17,17% recebiam até meio salário mínimo e 32,33% recebiam de meio a um salário mínimo. Esses números representam 90% de toda a distribuição de renda no Pedregal (GPHEC, 2019). Somado a isso, a estrutura precária das edificações (TIPO) e conseqüentemente das condições de longevidade (LONGE) fazem o Pedregal ter os índices mais baixos de habitabilidade da zona urbana do município.

Devido à baixa condição de renda dos moradores, o crescimento do bairro se dá por um contínuo processo de autoconstrução no qual a precariedade também se manifesta pelo improvisado emprego de materiais e, de modo

não convencional, para o mercado da construção civil. Diante disso, foi identificado o gabarito máximo de 2 pavimentos na Célula de análise, o que não destoa da realidade das células vizinhas (Figura 20).

Ainda em relação ao crescimento do Pedregal, como em muitos casos de favelas em todo o país, as ruas e as edificações se desenvolvem simultaneamente e de modo espontâneo. Essa lógica é a marca no surgimento de assentamentos precários que se desenvolvem em antigos espaços livres urbanos ou em zonas cercadas por grandes avenidas, rios, ferrovias ou limites de propriedades (SOBREIRA, 2003). Como é o caso do Pedregal que apresenta diversos desses limites, como uma ferrovia, a avenida Vinte e Sete de Julho, um riacho canalizado e o limite da Embrapa. Em meio a esse crescimento espontâneo, trilhas utilizadas pelos pedestres como passagem, com o tempo, são reconhecidas pelo poder público e tornam-se ruas consolidadas.

O Pedregal faz fronteira com bairros valorizados da cidade, a exemplo do Centenário, Universitário e Bela Vista. Visto por imagens de satélite, o Pedregal é um exemplo de quebra da continuidade do padrão de parcelamento do tecido urbano, ao apresentar lotes com dimensões menores do que 125m², tamanho básico segundo a Lei de Parcelamento do Solo N° 6766/79, e quadras de dimensões irregulares. O mapa de cheios e vazios (Figura 20) revela uma alta densidade, com lotes ocupados integralmente e ruas sem calçadas. Os poucos espaços livres dentro das quadras dão lugar ao logradouro das moradias ou permitem o acesso a outras moradias no miolo das quadras por meio de becos. Cardoso (2003) discute sobre esse processo:

Com o aumento da densidade, [...] inicia o círculo vicioso de pobreza, degradação ambiental e problemas de saúde pública decorrente da incompatibilidade entre densidade e padrão de provisão/solução de infraestrutura, agravado por outras dificuldades tais como acesso de veículos em situações de emergência e pelo conflito de tipologias com necessidades climáticas locais (caso das áreas equatoriais quente úmida) (CARDOSO, 2003, p. 8).

Figura 20 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 1: Pedregal



CHEIOS E VAZIOS



0 50 100 m

■ EDIFICAÇÕES

GABARITOS



0 50 100 m

■ 1 ■ 2

QUADRAS



0 50 100 m

■ QUADRAS

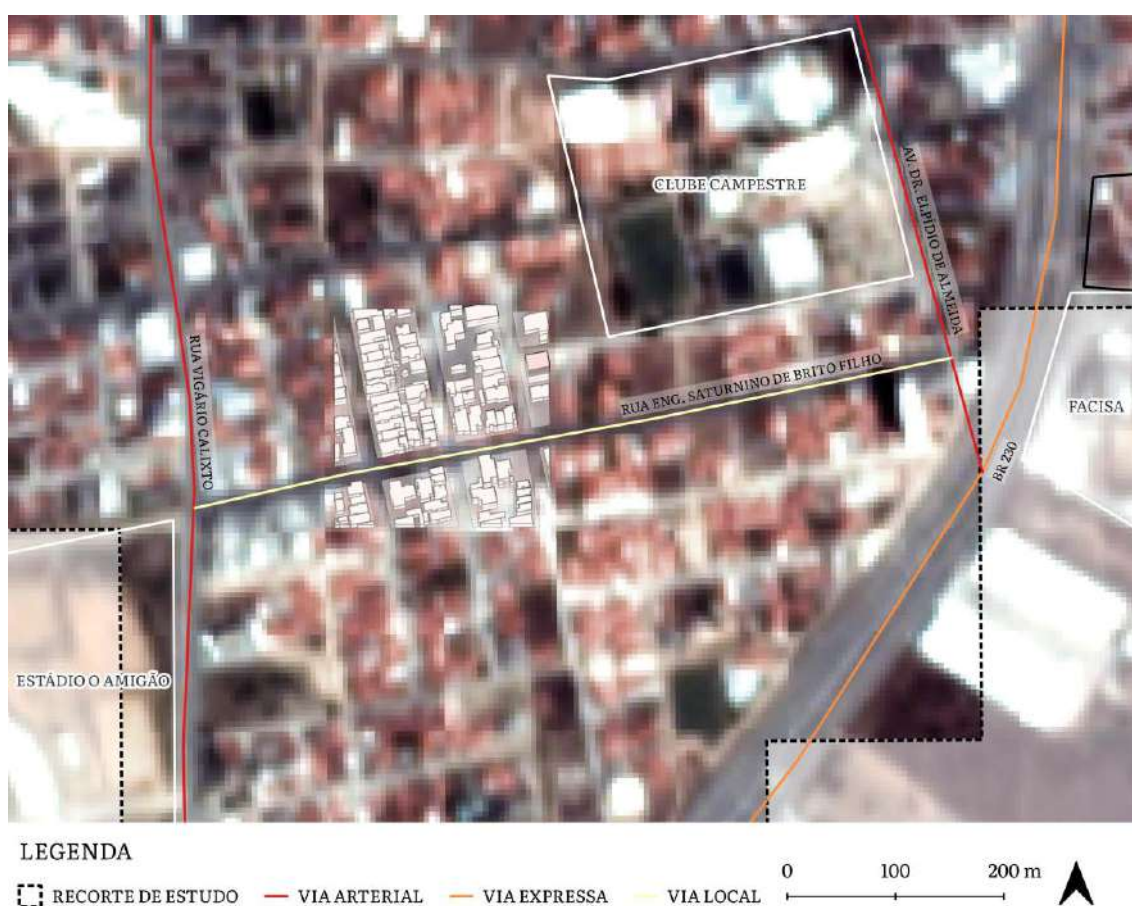
Figura 21 – Fotografias do Pedregal capturada da Rua José Pimentel de Lima, no Centenário, observa-se a alta densidade construtiva e a autoconstrução.



Célula 2 – Sandra Cavalcante

A Célula 2 (baixa lacunaridade e alta habitabilidade) representa uma fração do Bairro Sandra Cavalcante. Uma das principais características desse bairro é a ocupação por uma população de alta renda (Figura 14) e a proximidade a grandes equipamentos da cidade que, historicamente, foram responsáveis pela ocupação e valorização do bairro. Dentre eles, cabe destaque em seu entorno imediato: o Clube Campestre, a FACISA e o Estádio Governador Ernani Sátiro, conhecido como O Amigão (Figura 22).

Figura 22 – Inserção da Célula 2 no Sandra Cavalcante e sua relação com os principais equipamentos e sistema viário



O Sandra Cavalcante é vizinho ao bairro do Catolé. Este dispõe de uma série de equipamentos que atendem a população de rendas média e alta. Muitos desses equipamentos foram instalados ao longo da Avenida Vigário Calixto e em ruas que a intercepta: Supermercados, Atacados, Empresariais, Galpões, Shoppings (a exemplo do Luiza Motta), Escolas (a exemplo do Motiva Jardim Ambiental e Meta) e Grandes balcões de distribuidoras (Coca Cola e Campina Atacado).

Além disso, o bairro é próximo à BR-230, que nos últimos 20 anos, vem recebendo equipamentos de grande porte, a exemplo de supermercados (Atacadão), UNIFACISA, casas de show (Spazzio), Complexos de uso misto (Heron Marinho). Esta rodovia dá acesso direto a diversos novos loteamentos e condomínios privados, sendo o mais próximo ao condomínio Terras Alphaville. Além disso, ela serve de acesso aos equipamentos como o Shopping Partage e supermercado Extra (Avenida Prof. Severino Bezerra Cabral), ao complexo industrial da cidade, ao aeroporto e a capital do estado, tornando o Sandra Cavalcante, por fim, um bairro geograficamente bem localizado (Figura 22).

As residências apresentam muros altos que oferecem baixa permeabilidade visual, comprometendo assim o controle social do espaço urbano e contribuindo para um aumento na criminalidade local (Figura 24). O bairro não apresenta praças públicas. Os principais equipamentos de lazer são privados (a exemplo do Clube Campestre e arenas próximas de *beach tennis* – modalidade esportiva bem utilizada pela elite campinense) e as vias coletoras não apresentam quaisquer ciclovias ou ciclofaixas

Pesquisas realizadas em campo constataram que o bairro apresenta pouca diversidade de usos. A exceção se faz presente apenas na Avenida Vigário Calixto, nas ruas locais é comum o uso exclusivo residencial, reduzindo a vitalidade urbana e a interação social. As casas apresentam alto valor do m² construído, bem como há muitos lotes vazios remanescentes nas quadras, tornando o bairro inacessível para população de baixa renda e assim, favorecendo a uma baixa diversidade social.

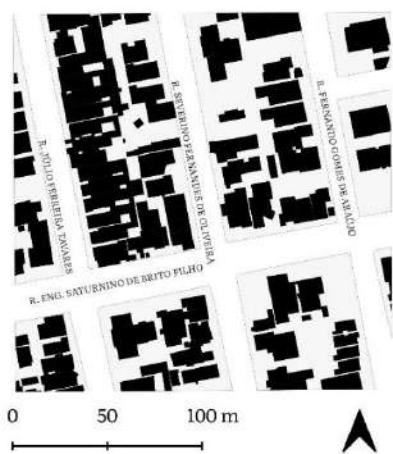
A falta de praças e parques públicos é suprida, de modo precário, por quadras de grande dimensão, como a quadra do Estádio O amigão, que acaba sendo utilizada pela população local para caminhadas, visto que recentemente a quadra recebeu uma infraestrutura básica de calçadas. Entretanto, à noite o espaço é mal iluminado. Além disso, existem campos de pelada que são utilizados quando não servem de estacionamento em dias de partidas de futebol no estádio.

A forma de ocupação desse espaço é marcada por residências de tamanho médio ou grande, com bom padrão construtivo, dispostas no lote preservando um recuo frontal mínimo de 4 metros e, em alguns casos, recuos laterais, predomina edificações de 1 a 2 pavimentos (Figura 23)

Figura 23 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 2: Sandra Cavalcante

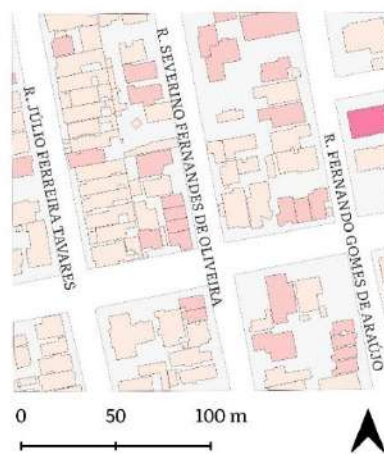


CHEIOS E VAZIOS



■ EDIFICAÇÕES

GABARITOS



■ 1 ■ 2 ■ 4

QUADRAS



■ QUADRAS

Figura 24 –Capturas das Rua Engenheiro Saturnino de Brito Filho e Severino Fernandes de Oliveira, casas com alto Padrão construtivo residencial (Google Street View - 2015 - 2019)

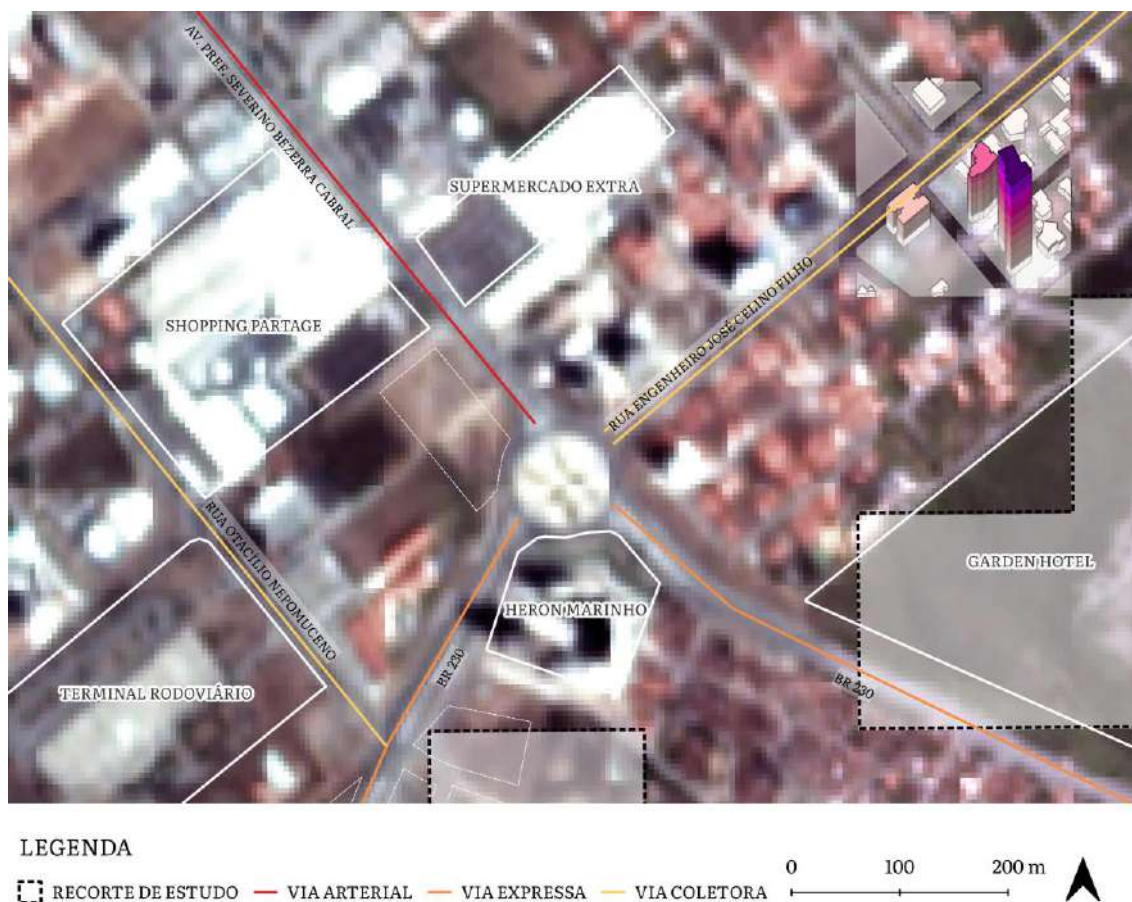


Célula 3 - Mirante

A Célula 3 (alta lacunaridade e alta habitabilidade) encontra-se no bairro do Mirante. Segundo o IBGE (2000), a média salarial do Mirante era de mais de 20 salários por chefe de família, sendo um dos locais de maior ocupação por parte da classe média-alta e alta da cidade. O bairro está próximo ao centro e à BR-230. Além de dispor de muitos edifícios residenciais multifamiliares, o bairro apresenta diversos terrenos vazios e forte especulação imobiliária.

No Mirante, os empreendimentos construídos, como o Shopping Iguatemi (Atual Partage), Supermercado Extra, Hotel Garden, e a estruturação da Avenida Severino Cabral, foram responsáveis pela mudança de direção de crescimento e valorização da cidade. Com a instalação desses equipamentos e dessa malha de infraestrutura, o processo de valorização se acentuou ainda mais (Figura 25).

Figura 25 – Inserção da Célula 3 no bairro do Mirante e sua relação com os principais equipamentos e sistema viário



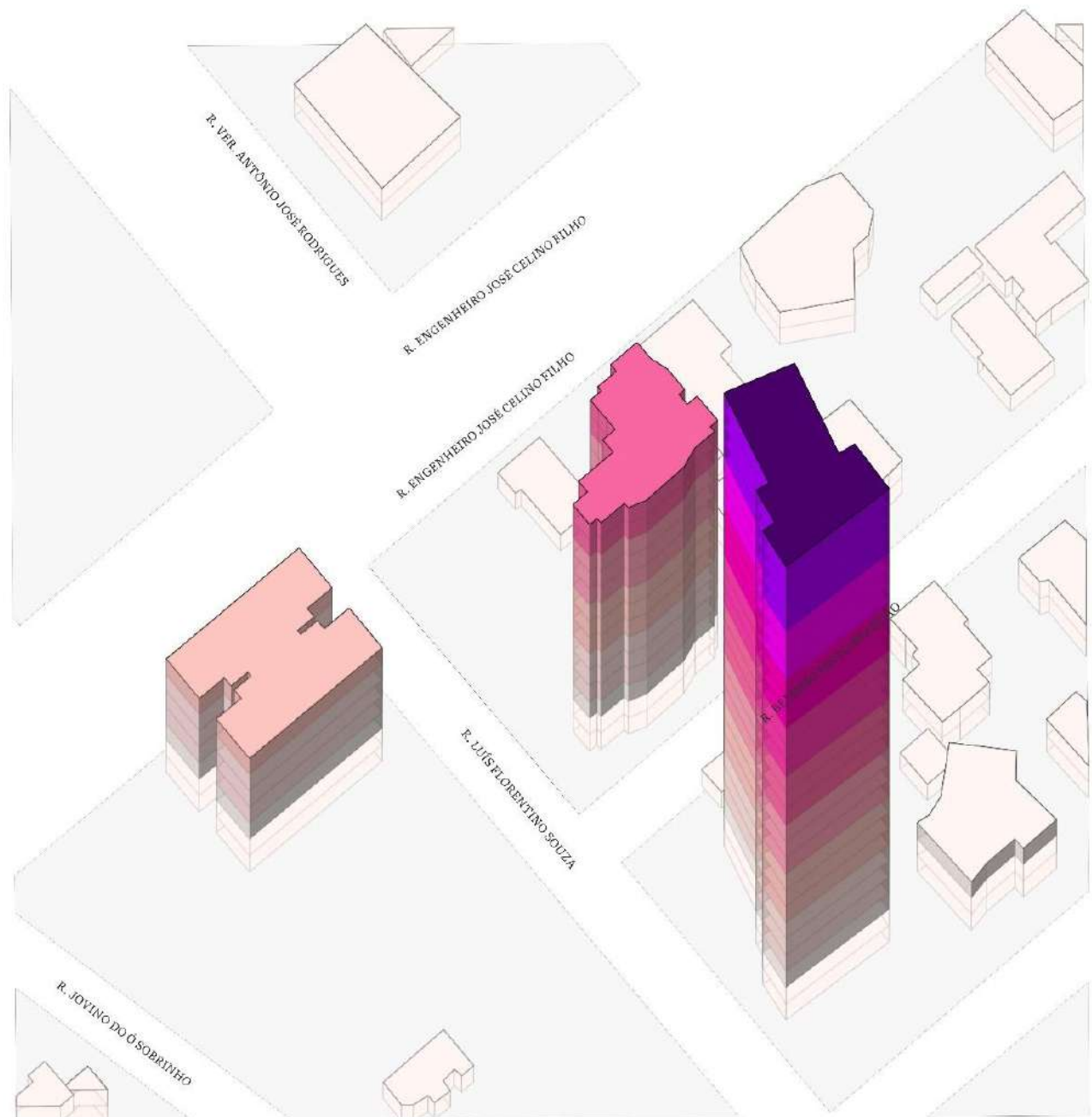
No caso em questão, a construção do Shopping Iguatemi (Atual Partage) provocou uma acelerada valorização de áreas do Catolé, Sandra Cavalcante e Mirante. Costa (2013) argumenta a partir de um anúncio no Jornal Diário da Borborema em 1995, que o Mirante já era destaque nos anúncios da época como um investimento seguro em uma área nobre da cidade. Entretanto, em 1995, o bairro do Mirante não havia sequer infraestrutura como calçamento e esgoto, que só surgiram a partir da década de 2000 após a construção do Shopping Center.

O processo de valorização do preço da terra e de verticalização se inicia a partir de, em 2010, o Mirante apresentar 47% de domicílios do tipo apartamento em relação a todos os domicílios do bairro. Considerando os novos empreendimentos construídos entre 2010 e 2020, pode-se considerar que a maioria dos moradores do Mirante vive em apartamentos, apontando o processo de verticalização no qual o bairro passou. Atualmente, o Mirante vem recebendo empreendimentos de grande porte, como é o caso do condomínio Alphaville e do supermercado Extra. Acerca disso, Costa (2013) afirma:

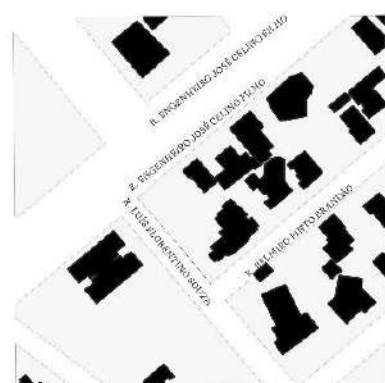
Tais empreendimentos foram instalados considerando-se a valorização desses bairros, logo, esse não é o motivo inicial para sua valorização, embora, em algumas situações, o contrário também possa ocorrer. (COSTA, 2013, p.138)

Ao analisar o entorno do Mirante (Figura 25 e 27), logo na entrada da Macrozona Urbana de Campina Grande por meio da BR-230 que conecta a cidade com a capital João Pessoa, constata-se um claro exemplo de fragmentação urbana. Do lado norte desta rodovia, encontra-se o valorizado bairro do Mirante. Do lado sul, encontra-se uma comunidade precária conhecida como Vila Cabral, com baixos valores de lacunaridade, pertencente ao Grupo 1 (Consultar Figura 17). E próximo à Vila Cabral, o empreendimento multiuso Heron Marinho (Figura 27), com sua grande fachada curva e envidraçada que o torna um marco visual na cidade. Essas duas realidades contrastantes marcam a entrada da cidade.

Figura 26 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 3: Mirante



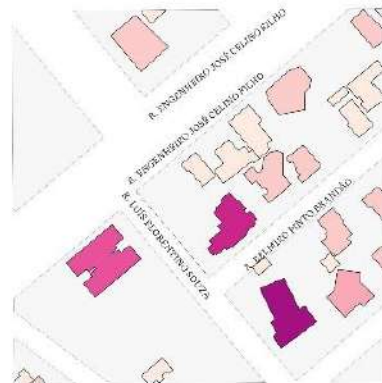
CHEIOS E VAZIOS



0 50 100 m

■ EDIFICAÇÕES

GABARITOS



0 50 100 m

■ 1 ■ 2 ■ 3 ■ 7 ■ 14 ■ 28

QUADRAS



0 50 100 m

■ QUADRAS

Figura 27 – Fotografia do Mirante a partir do residencial Paraíso do Mirante, visualiza-se a verticalização, alto padrão construtivo residencial, grandes espaços livres e o assentamento precário Vila



Célula 4 – Castelo Branco

A Célula de alta lacunaridade e baixa habitabilidade está situada no Castelo Branco, bairro da Zona Leste da cidade, fronteiro aos bairros de Santo Antônio, Monte Castelo e Nova Brasília. Essa Zona abriga uma parcela significativa da precariedade na cidade ao englobar bairros como o José Pinheiro, Monte Castelo e Nova Brasília, além do antigo núcleo precário também conhecido como “Cachoeira” que, junto ao Pedregal e ao Jeremias, eram as três favelas de Campina Grande de maior expressão até o ano de 1979 (MELO, 1985).

O Plano de Desenvolvimento Local Integrado (PDLI), instituído em 1973, já planejava planificar e urbanizar a Favela da Cachoeira. Essa promessa se concretizou apenas em 2006, com a construção dos loteamentos do Glória (I e II), onde a população da Cachoeira foi realocada. A Célula em estudo encontra-se próxima ao Glória I, separada apenas pela Avenida Francisco do A. Nascimento (Figura 28).

Figura 28 – Inserção da Célula 4 no bairro do Castelo Branco e sua relação com a ZEIS e os loteamentos Glória, no bairro Nova Brasília



Ainda que integrada aos principais núcleos periféricos da Zona Leste, a particularidade da Célula em análise está na sua alta lacunaridade, pela proximidade com grandes áreas verdes, delimitadas por quadras do loteamento Jardim Santo Antônio e Aldeiota, ambos aprovados e registrados em Cartório Municipal. Entretanto, o arruamento nunca foi executado, visitas *in loco* apontaram a inviabilidade técnica na construção destes loteamentos. Além da presença de grandes maciços verdes, a área apresenta uma inclinação acima de 30%, cujo parcelamento não é permitido pela Lei de Parcelamento do Solo nº 6766/79 (Figura 30).

Diferente da Célula 1, localizada no bairro do Pedregal, as bordas urbanas da cidade estão repletas de áreas classificadas com alta lacunaridade e baixa habitabilidade. Para esse grupo, a precariedade se manifesta de modo distinto. A presença de grandes espaços livres próximo a assentamentos de baixa habitabilidade devem chamar a atenção do poder público, visto que muitos desses espaços podem apresentar uma topografia acentuada, levando a posteriores dificuldades de urbanização e a riscos ambientais indesejados para a ocupação. Diversas áreas da cidade com características semelhantes foram classificadas no mesmo grupo, cabendo destaque: ocupações próximas ao Açude de Bodocongó e a Estação Velha; Cachoeira; e áreas específicas de Cuités, Jeremias, Jardim Continental, dentre outras (Figura 17).

A relevância em compreender uma porção da cidade como essa está no entendimento de que, combinadas as condições de borda urbana com topografia inadequada para edificação, a ocupação deve ser restrita e dirigida. Essa constatação contrasta com a realidade, pois na área existem dois loteamentos aprovados em áreas não edificantes.

Em segundo lugar, compreender essa Célula no Castelo Branco escancara a realidade de que a precariedade muitas vezes vai além do que é classificado como ZEIS ou como SEAS, as condições de falta de acesso a um saneamento e uma infraestrutura adequada fazem com que a habitabilidade seja considerada precária. Essas más condições atraíram ocupantes que construíram suas moradias em áreas públicas destinadas a vias (fora do limite das quadras) e em quadras não edificantes, apontando possíveis invasões e a necessidade de realocação ou regularização fundiária. As residências são pequenas e dispostas de modo espaçado, devido a maior disponibilidade de terra, com predominância de 1 gabarito (Figura 29).

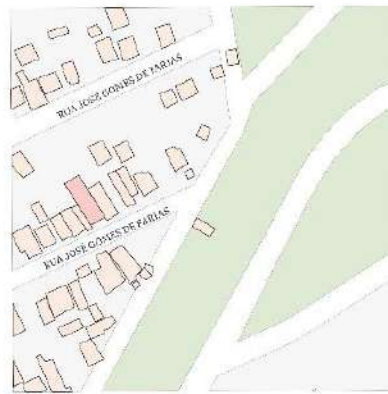
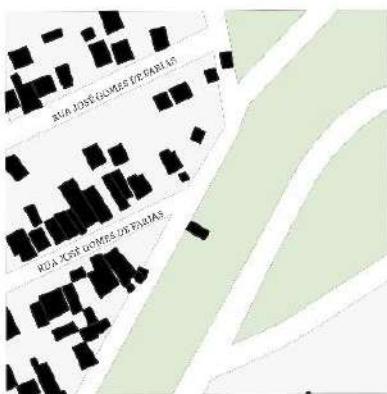
Figura 29 – Esquema 2.5D e Mapas de Noli, Gabarito e Quadras da Célula 4: Castelo Branco



CHEIOS E VAZIOS

GABARITOS

QUADRAS



0 50 100 m



0 50 100 m



0 50 100 m



■ EDIFICAÇÕES

■ 1 ■ 2

■ QUADRAS

■ ÁREA VERDE

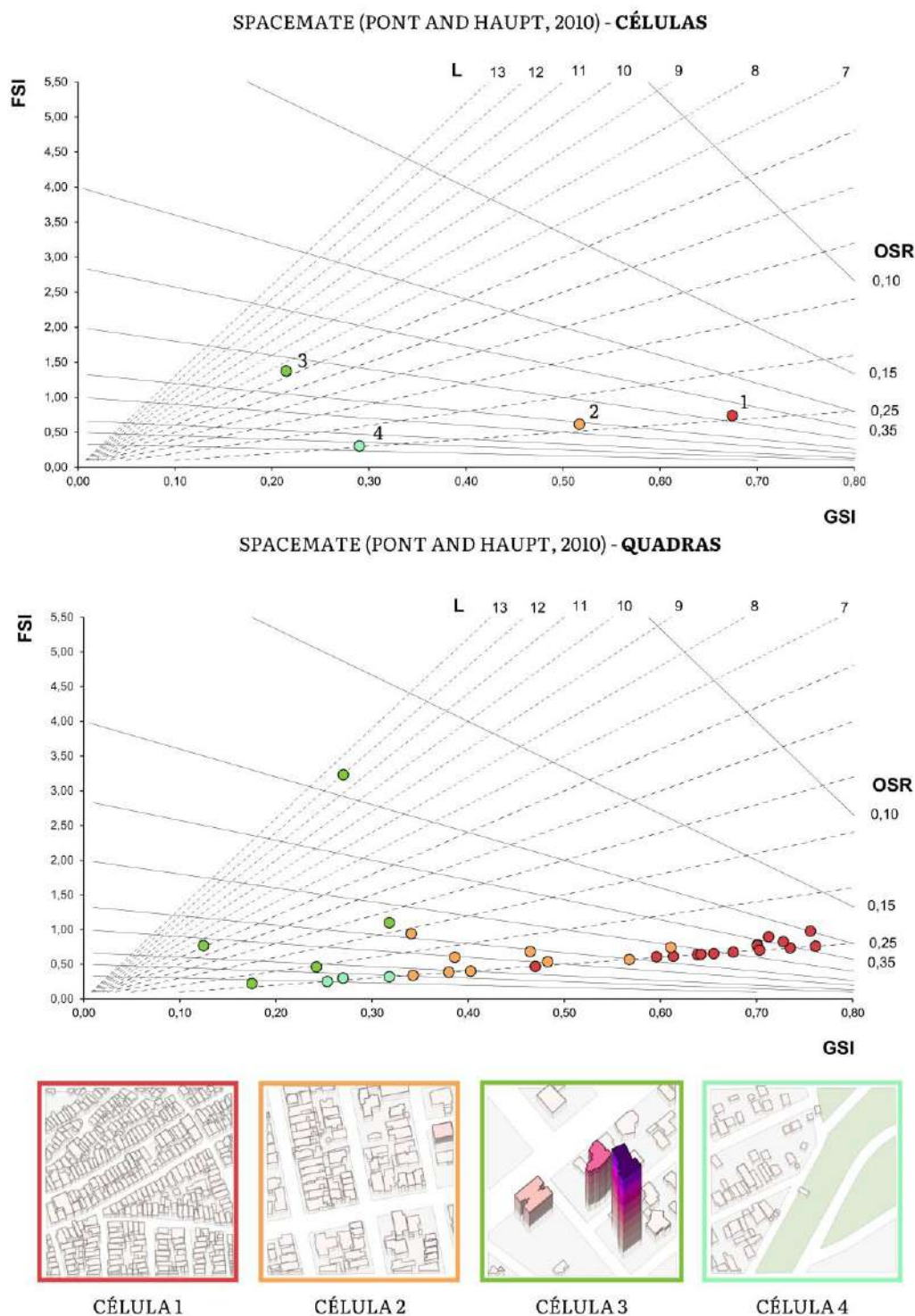
Figura 30 – Na imagem acima, observa-se a relação das residências com a topografia. A imagem abaixo, consiste em uma captura do Google Street View, em que se observa o padrão construtivo.



Análise de Densidade: Spacematrix

Para a análise da densidade urbana, duas tabelas com os indicadores de densidade foram construídas. A primeira a partir da soma de área construída com a soma de área de quadra edificante de toda a célula, a segunda considerou cada quadra (Tabela 3 e 4). Os valores foram plotados no Spacemate (Figura 31).

Figura 31 – Spacemate dos indicadores de densidade



i. GSI –Área de Cobertura ou Taxa de Ocupação (Covarage)

Inicialmente, analisa-se o GSI (Coverage) ou Área de Cobertura. Dentre os valores, a Célula 1 do Pedregal apresenta maior área de cobertura (0,67), com sua alta densidade se manifestando através do excessivo consumo da terra, fruto de uma ocupação desenfreada e sem obediência a normas urbanísticas de ocupação. Por se tratar de um assentamento precário, as construções foram feitas conforme a necessidade dos ocupantes e pela oferta de terra, as casas são geminadas e muitas tem uma área mínima de lote inferior ao mínimo de 125m². Posteriormente, muitas edificações passaram por um processo de regularização fundiária. As moradias em sua maioria não apresentam recuos frontais ou laterais. Estes, quando existem, são becos que dão acesso a mais moradias no centro das quadras. Os espaços livres intra-lotes são escassos, assim, os moradores estendem as suas roupas e se distraem nas ruas.

A distribuição das quadras dessa Célula (Figura 31) apontam uma uniformidade. Um valor de quadra atípico com GSI inferior a 0,50 ocorreu na Quadra 1. Nessa quadra, algumas residências apresentam a particularidade de maiores logradouros com vegetação arbórea. Entretanto, estas mesmas residências não apresentam calçada, com acesso direto para a rua.

A Célula 2 apresenta um valor menor de área de cobertura. Por se tratar de uma área nobre com alta habitabilidade, a ocupação apresenta um parcelamento com lotes de tamanho acima do mínimo permitido de 125m², segundo a Lei de Parcelamento do Solo n. 6766/79. Muitas das edificações foram aprovadas na prefeitura, seguindo as normas do código de obras. Desse modo, as residências apresentam recuo frontal mínimo de 4 metros, recuos laterais e logradouros que, mesmo com edificações anexas, possuem um espaço livre para entrada de iluminação natural. Nessa Célula, as quadras apresentam uniformidade. A exceção é a quadra 17, com GSI superior a 0,60, que, apesar de preservar os recuos frontais, algumas residências renunciam a um dos recuos laterais ou são geminadas nos dois lados.

A Célula 3 apresenta o menor GSI (0,21), o que pode ser, em parte, explicado pela manifestação de dois padrões residenciais: (i) as residências estão em lotes grandes e dispostas de modo isolado, com recuos bem acima dos mínimos estabelecido pelo Código de Obras, estas tendem a apresentar

jardins bem elaborados, e áreas de lazer com piscina, que demandam grandes áreas; (ii) Os edifícios altos reservam grande quantidade de área para lazer e estacionamento. Segundo as normas e índices urbanísticos, quanto menor a lâmina construída do pavimento-tipo da edificação, mais pavimentos a edificação pode ter. O resultado são edifícios altos e esbeltos que se impõem na paisagem e fazem o agrado dos construtores, seguindo os padrões construtivos do mercado imobiliário que visam a maximização do lucro. As quadras apresentam uniformidade em seu padrão. Mas, a quadra 29 situa-se em uma localização atípica no Spacemate em relação às demais por ter um edifício com 28 pavimentos. (Figura 31)

Já na Célula 4, o baixo GSI pode ser justificado pois ela está localizada em uma borda urbana com alta declividade, infraestrutura precária e excesso vegetativo, o que torna a ocupação pouco favorável. Com isso, as edificações se dispõem no lote de modo espaçado, alguma delas não obedecendo a hierarquia público-privado, são construídas em espaços públicos como áreas planejadas para vias ou áreas não edificantes, tratando-se de ocupações não regularizadas. Vale ressaltar que, embora a Célula 4 apresente três quadras não edificantes, estas não foram computadas no cálculo da densidade. As três quadras computadas apresentaram homogeneidade em seu padrão de ocupação (Figura 31).

Percebe-se que existe uma variação na quantidade de quadras de cada célula e que a quantidade de quadras é um reflexo da densidade urbana da amostra e de seu desenho urbano.

ii. FSI – Intensidade da Construção ou Índice de Aproveitamento (Building Intensity)

Diferente do GSI, o FSI considera o gabarito da edificação, por se tratar da razão entre toda a área construída de laje em relação à área do terreno. Nesta metodologia, multiplicou-se a área de piso construída pela quantidade de pavimentos. Em razão da área de quadras edificáveis, o processo deu-se para cada quadra e para a soma das quadras, compondo as células. Quanto mais distante o valor de FSI é em relação ao GSI, maior é a verticalização da célula, e quanto mais próximo os valores, menor é a verticalização

Diante disso, o maior FSI é o da Célula 3 (1,38), devido à presença de edifícios altos. Em seguida, a Célula 1 (0,74) que apresentou valor superior

a Célula 2 (0,62). Entretanto, não significa que exista uma maior quantidade de verticalização (para essas Células, a maioria das tipologias apresentam um ou dois pavimentos), visto que o valor da Célula 1 está mais próximo do seu GSI (0,07) do que a Célula 2 (0,10). A baixa renda da Célula 1 faz com que nem todos os moradores possam arcar com o custo da construção de outro pavimento.

A forma como a verticalização se deu na Célula 1 é com menor qualidade construtiva. Muitas das residências com 2 pavimentos abrigam mais de uma família, situação incomum em áreas com o padrão de habitabilidade da Célula 2. Além disso, o custo de construção da Célula 1 é inferior ao da Célula 2. Muitas das construções encontram-se em estado inacabado, sem reboco e sem pintura.

A Célula 4 apresentou o menor FSI (0,31). O mapa de gabarito revelou apenas uma edificação com mais de 1 pavimento. Diante disso, o valor do FSI tende a ser o mais próximo possível do GSI, que para essa célula foi de 0,29.

iii. L – Número Médio de Pavimentos (Building Height)

Quanto ao número médio de pavimentos, a Célula 3 ganha destaque (6,4), enquanto as demais com valores próximos de 1 (1,1; 1,1 e 1,2), isto porque não há verticalização acima de 4 pavimentos em nenhuma dessas Células, e as diferenças em relação ao FSI dessas Células se deu mais pela proporção de residências com 2 pavimentos do que a presença de grandes edifícios.

iv. OSR – Pressão no Espaço Livre (Spaciousness)

A Pressão no Espaço Livre mede a proporção entre as áreas não construídas e a área total construída na célula, ou seja, indica a pressão das áreas construídas sobre as áreas abertas. A Célula 4 apresentou o valor mais elevado (2,32), pela baixa quantidade de áreas construídas e grande quantidade de áreas livres nas quadras. O menor valor foi o da Célula 1, com muita quantidade de áreas construídas, restando poucos espaços livres nas quadras. Já o valor da Célula 2 foi maior que o da Célula 3. Esse resultado pode ser explicado pela menor verticalização, que gera um maior equilíbrio entre as áreas construídas e não-construídas.

Tabela 3 – Indicadores de Densidade Urbana das quatro Células de análise

	Quadras edificáveis (m2)	Lajes construídas (m2)	Projeção horizontal (m2)	Indicadores de Densidade			
				FSI	GSI	OSR	L
CÉLULA 1	30.653	22.622	20.674	0,74	0,67	0,44	1,1
CÉLULA 2	17.226	14.453	0,62	0,62	0,52	0,78	1,2
CÉLULA 3	23.900	32.920	5.131	1,38	0,21	0,57	6,4
CÉLULA 4	14.417	4.404	4.184	0,31	0,29	2,32	1,1

Tabela 4 – Indicadores de Densidade Urbana de cada quadra das quatro Células de análise

Células	Quadras	Quadras Edificáveis (m2)	Lajes construídas (m2)	Projeção horizontal (m2)	Indicadores de Densidade			
					FSI	GSI	OSR	L
Célula 1	1	2056	966	966	0,47	0,47	1,13	1,0
	2	515	461	367	0,90	0,71	0,32	1,3
	3	881	671	671	0,76	0,76	0,31	1,0
	4	758	465	465	0,61	0,61	0,63	1,0
	5	5244	4101	3677	0,78	0,70	0,38	1,1
	6	1197	925	839	0,77	0,70	0,39	1,1
	7	4935	4827	3731	0,98	0,76	0,25	1,3
	8	438	308	308	0,70	0,70	0,42	1,0
	9	5953	3801	3801	0,64	0,64	0,57	1,0
	10	385	283	283	0,74	0,74	0,36	1,0
	11	2403	1978	1749	0,82	0,73	0,33	1,1
	12	2318	1567	1567	0,68	0,68	0,48	1,0
	13	1704	1117	1117	0,66	0,66	0,53	1,0
	14	1680	1020	1001	0,61	0,60	0,67	1,0
	15	204	131	131	0,64	0,64	0,56	1,0
Célula 2	16	1814	701	689	0,39	0,38	1,60	1,0
	17	7898	5880	4825	0,74	0,61	0,52	1,2
	18	7038	4796	3269	0,68	0,46	0,79	1,5
	19	986	397	397	0,40	0,40	1,48	1,0
	20	1438	1357	490	0,94	0,34	0,70	2,8
	21	1321	750	750	0,57	0,57	0,76	1,0
	22	3092	1656	1493	0,54	0,48	0,97	1,1
	23	4136	2480	1597	0,60	0,39	1,02	1,6
	24	239	76	76	0,32	0,32	2,14	1,0
Célula 3	25	-	0	0	0	0	0	0
	26	2082	961	504	0,46	0,24	1,64	1,9
	27	8845	9729	2813	1,10	0,32	0,62	3,5
	28	6538	5009	815	0,77	0,12	1,14	6,1
	29	5303	17131	1432	3,23	0,27	0,23	12,0
	30	406	90	71	0,22	0,17	3,72	1,3
	31	-	0	0	0	0	0	0
Célula 4	32	3508	889	889	0,25	0,25	2,95	1,0
	33	6979	2104	1884	0,30	0,27	2,42	1,1
	34	3930	1346	1346	0,34	0,34	1,92	1,0
	35	-	0	0	0	0	0	0

Discussão de diretrizes urbanísticas

Com o surgimento do Estatuto da Cidade (2001), Côrrea (1995) discute que o Estado, agente produtor do espaço urbano, dispõe de uma série de instrumentos urbanísticos e competências quanto ao planejamento do uso e ocupação do solo. Dentre eles, cabe destacar: (i) escolha locacional; (ii) abertura e licitação e financiamento de obras públicas; (iii) implantação e manutenção de infraestrutura, equipamentos e serviços públicos; (iv) instrumentos jurídicos e urbanísticos de regulamentação do solo como o zoneamento e o código de obras; (v) controle de preços dos terrenos, atribuição de impostos fundiários e imobiliários; e (vi) estoque de terras públicas que podem ser utilizadas para usos diversos. O Estado tem papel fundamental na gestão urbana das cidades. Acioly e Davidson (1998) assim conceituam gestão urbana:

A gestão urbana pode ser definida como um conjunto de instrumentos, atividades, tarefas e funções que visam assegurar o bom funcionamento de uma cidade. Ela visa a garantir não somente a administração da cidade, como também a oferta dos serviços urbanos básicos e necessários para que a população e os vários agentes privados, públicos e comunitários, muitas vezes com interesses diametralmente opostos, possam desenvolver e maximizar suas vocações de forma harmoniosa. Gestão urbana, portanto, deve se basear nos princípios de eficiência, eficácia e equidade na distribuição dos recursos e investimentos públicos gerados a partir da cidade e revertidos em prol do seu desenvolvimento. (ACIOLY e DAVIDSON, 1998, p.73).

Uma das formas do Estado fazer gestão, executando instrumentos jurídicos, políticos e tributários que levam ao bom funcionamento da cidade, é através do Plano Diretor. Este Plano é obrigatório para todos os municípios com mais de 20 mil habitantes, para aqueles que fazem parte de Zonas Metropolitanas, possuem Zonas de Interesse Turístico ou grandes empreendimentos de impacto, onde o Poder Público municipal pretenda usar os instrumentos previstos no Estatuto, e áreas susceptíveis

a deslizamentos, inundações ou outros processos geológicos correlatos.

É de extrema prioridade para o Plano Diretor estabelecer que as propriedades cumpram a sua função social, garantindo acesso à terra urbanizada e regularizada aos cidadãos, além de garantir o direito à moradia e aos serviços urbanos (ANDUS, 2021). São competências do Plano Diretor: (i) definir o ordenamento do território municipal, incluindo áreas urbanas e rurais, de acordo com os objetivos e diretrizes da política de desenvolvimento urbano municipal; (ii) explicitar as estratégias e instrumentos para atingir os tais objetivos; e (iii) territorializar e criar os meios para a operacionalização desses instrumentos, de acordo com as diretrizes de desenvolvimento urbano.

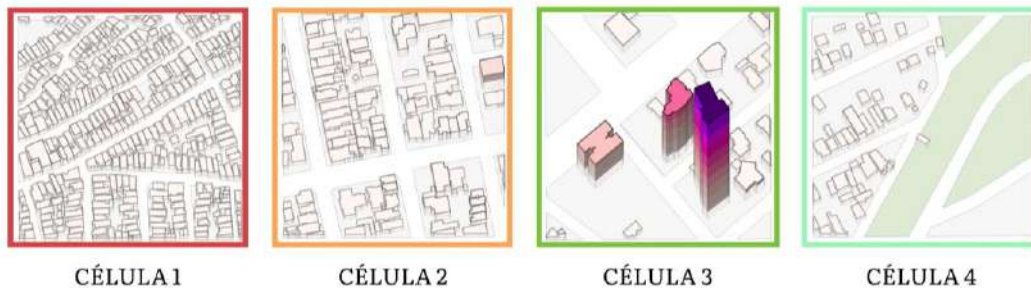
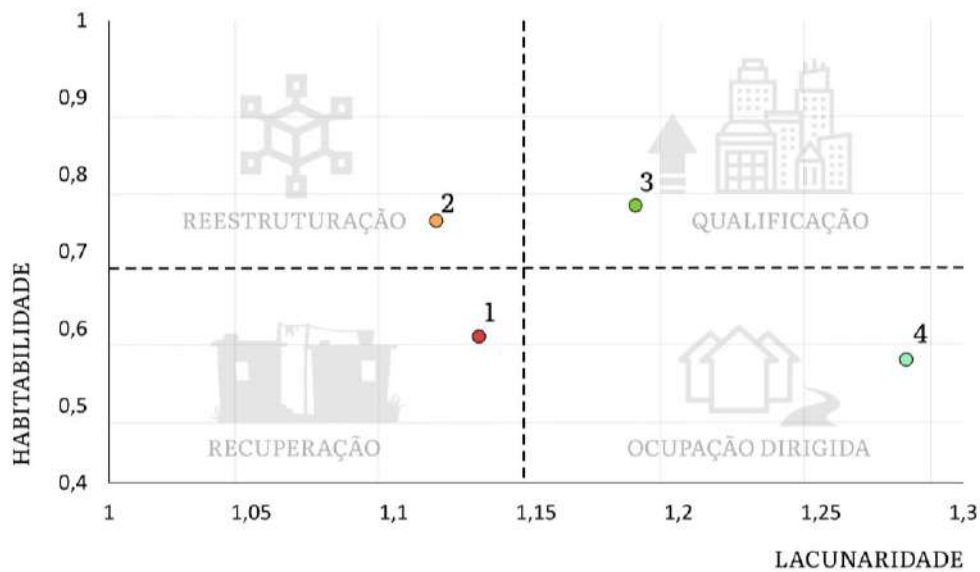
O Plano Diretor é o principal instrumento de gestão da cidade e é de sua competência ser gerido e estruturado de forma democrática e com participação social. Conforme o Inciso 4º do Artigo 40 do Estatuto da Cidade, para isso deve garantir a promoção de audiências públicas e debates com participação da população e associações representativas das comunidades, publicidade de informações e acesso aos documentos produzidos e demais informações para qualquer interessado.

Esses instrumentos jurídicos, políticos ou tributários são comumente atrelados ao zoneamento urbano, previsto para municípios que apresentem planos diretores e como forma de controlar o uso e ocupação do solo, somado a recursos como índices urbanísticos e regras construtivas atreladas ao Código de Obras municipal.

Adentrando nos principais instrumentos urbanísticos de gestão que o Estado pode fazer uso, os quadros 10 a 13 sintetizam alguns desses instrumentos e fazem uma adaptação da checklist proposta por Acioly e Davidson (1998) sobre os instrumentos capazes de influenciar a densidade, considerando suas respectivas vantagens e desvantagens. Alguns deles serão introduzidos como propostas para as Células representativas de cada grupo referente aos valores de lacunaridade e habitabilidade.

Como diretrizes urbanísticas, elencou-se quatro. Dentro dessa diretriz, serão alocados os instrumentos urbanísticos nos quadros da FOFA (Quadros 10 a 13). Criou-se também uma matriz de Lacunaridade e Habitabilidade que relaciona essas duas medidas, criando quadrantes com diretrizes urbanísticas (Figura 32).

Figura 32– Matriz de Lacunaridade e Habitabilidade das amostras



Na Célula 1, adotou-se a diretriz de Recuperação Urbana, reconhecendo-se que, quanto menor a lacunaridade, maior a densidade construtiva. Combinando valores de alta lacunaridade com baixa habitabilidade, maior as chances desses indicadores apontarem para um assentamento precário, que necessite de recuperação urbana.

Na Célula 2, adotou-se a diretriz de Reestruturação Urbana. A baixa lacunaridade e alta densidade, combinado a bons índices de habitabilidade, apontam para a necessidade de reestruturar essas áreas, as integrando ao sistema de espaços livres locais e ao sistema de mobilidade como modo de maximizar a eficiência de sua densidade

Na Célula 3, adotou-se a diretriz de Qualificação Urbana. A alta lacunaridade pela presença de muitos espaços livres urbanos aliada aos bons índices de habitabilidade torna a área adequada para instrumentos que fomentem a ocupação dos espaços livres e o adensamento.

Na Célula 4, por fim, adotou-se a diretriz de Ocupação Dirigida. A alta lacunaridade pela presença de grandes espaços livres e baixas condições de

habitabilidade devem acender o monitoramento e controle por parte do poder público na ocupação dessas áreas, geralmente zonas com essas características podem possuir restrições ambientais em sua ocupação, geralmente zonas com essa classificação estão próximas as bordas urbanas.

Para melhor compreender acerca de cada diretriz proposta, traz-se os conceitos de cada terminologia, apresentadas comumente em Planos Diretores de todo o país (Quadro 10). Para esse quadro, pesquisou-se conceitos nos planos diretores de Campina Grande (2006) e São Paulo (2014) e que estão em sintonia com as características de cada uma das células.

Quadro 10 – Caracterização das áreas que embasam as diretrizes

<p>Recuperação Urbana</p>	<p>Carência de infra-estrutura e equipamentos públicos e incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda (PMCG, 2006, p. 6)</p>
<p>Reestruturação Urbana</p>	<p>Áreas subutilizadas com potencial de transformação [...] para o melhor aproveitamento da terra urbana e o consequente aumento nas densidades construtivas e demográficas, implantação de novas atividades econômicas e emprego e atendimento às necessidades de habitação e de equipamentos sociais para a população. (Diário Oficial da cidade de São Paulo, 2014, p.8)</p>
<p>Qualificação Urbana</p>	<p>[...] Sendo possível a intensificação do uso e ocupação do solo, em virtude de as condições físicas serem propícias e da existência de infra-estrutura urbana consolidada (PMCG, 2006, p. 6)</p>
<p>Ocupação Dirigida</p>	<p>Aquela onde o uso e a ocupação do solo sofrem restrições à intensificação, por inexistirem condições físicas favoráveis, equipamentos urbanos ou infra-estrutura urbana instalada, sendo passível de parcelamento de baixa densidade ocupacional. (PMCG, 2006 p. 6)</p>

Quadro 11 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 1

Forças	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças	Recuperação Urbana	Instrumentos de gestão	Vantagens	Desvantagens
Vitalidade Urbana	Atratividade e interação entre as pessoas	Despejo de esgoto em corpo hídrico por parte de ligações clandestinas	Poluição e riscos de degradação ambiental		Legalização de áreas e assentamentos informais	Permite a melhoria de situações onde há uma excessiva densidade através da reorganização física-espacial do assentamento; pode ajudar a reduzir o grau de superpopulação (crowding) quando implica em relocação de famílias; aumenta a quantidade de espaço urbano infraestruturado na cidade, amplia a base cadastral de propriedades urbanas e integra essas áreas ao mercado imobiliário formal.	A necessidade de influenciar a densidade fomenta uma demanda pela relocação de famílias. Implica altos custos com a relocação e aquisição da gleba de reassentamento e sua posterior infraestruturação; áreas de alta densidade podem estar consolidadas e colocam alta pressão nos serviços e infraestruturas.
Interfaces ativas e compatibilidade da forma urbana a escala humana	Vigilância Natural e controle do espaço por parte daqueles que usam, trabalham ou residem	Ruas estreitas, irregulares e íngremes	Pontos conflituosos de tráfego		Capítulo I do Estatuto da Cidade, Art 2º - Trata das funções sociais da cidade e da propriedade urbana		
Diversidade de usos	Redução do custo dos deslocamentos ao estimular o consumo local	Calçadas estreitas, íngremes, com materiais inadequados ou inexistentes	Dificuldade na caminhabilidade pela calçada, levando os pedestres a caminhar pela rua		Melhoria das infraestruturas		
Integração a malha urbana	Acessibilidade as pessoas, atividades, recursos e serviços de outros bairros	Excesso de carros e motos estacionados em ruas e calçadas	Saturação do Espaço e conflitos de tráfego		Capítulo I do Estatuto da Cidade, Art 2º - Trata das funções sociais da cidade e da propriedade urbana		
Fortes relações de vizinhança, identidade e pertencimento	Relações de dom e contradom (ABRAMO, 2010)	Residências em zonas de risco (dentro dos 15 metros próximos a corpo hídrico canalizado)	Riscos de enchentes e inundações				

Quadro 12 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 2

Forças	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças	Reestruturação Urbana	Instrumentos de gestão	Vantagens	Desvantagens
Integração a malha urbana, proximidade do centro, equipamentos e bens de serviço	Baixo custo de deslocamento e acessibilidade a serviços, equipamentos e emprego	Interfaces inativas: Muros altos com baixa permeabilidade visual e residências recuadas	Falta de interação entre as pessoas e maior risco de criminalidade pelo menor controle social		Parcerias em projetos de desenvolvimento urbano	Os objetivos de densificação podem coincidir com os objetivos do setor privado e imobiliário; pode facilitar a otimização do uso da terra, serviços, infraestrutura e recursos locais. Facilita o processo de gestão urbana e fomenta a negociação; favorece a transparência no trato da coisa pública.	Parcerias podem excluir interesses comunitários caso não se respeitem a composição política e sócioeconômica da população; grupos de interesse e com influência sobre o governo podem se apropriar de áreas importantes da cidade.
Calçadas largas em boas condições e boa arborização	Caminhabilidade favorável	Falta de praças e parques públicos próximos	Privatização de espaços de lazer e uso de grandes quadras sem infraestrutura adequada para caminhadas		Capítulo II do Estatuto da Cidade, Seção XX Art 32º: Das operações urbanas consorciadas		
		Pouca diversidade de usos no local	Baixa vitalidade urbana		Parcerias na aquisição e preparação de áreas para urbanização (<i>land sharing</i>)	Pode encorajar um bom equilíbrio entre o uso residencial e outros usos; pode ser utilizado como um instrumento de equidade e justiça social na cidade, ajudando na redistribuição da riqueza da cidade ao permitir o acesso à terra por partes das camadas sociais menos abastadas;	Pode causar usos e ocupação do solo indesejáveis caso não for executado sob a supervisão do governo local; pode causar uma sobrecarga às redes de infraestruturas instaladas caso não seja executado com precaução
		Alto custo dos lotes vazios remanescentes e do m ² construído	Redução da diversidade social do bairro		Capítulo II do Estatuto da Cidade, Seção VIII Art 25º: Do direito de preempção. “Confere ao poder público preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares”		

Quadro 13 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 3

Forças	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças	Qualificação Urbana	Instrumentos de gestão	Vantagens	Desvantagens
Integração a malha urbana, proximidade do centro, equipamentos e bens de serviço	Baixo custo de deslocamento e acessibilidade a serviços, equipamentos e emprego	Edifícios Muito Altos	Maior sobrecarga nas infraestruturas		Taxação de impostos sobre a propriedade da terra	Se for ligada ao valor da localização de forma realista, pode vir a fomentar a alta densidade em locais de grande acessibilidade, mas deve ser limitada por regulamentações de zoneamento e uso do solo; taxaço sobre terrenos devolutos fomenta o uso, combate a especulação e alivia a pressão sobre o estoque edificado existente;	Requer vontade política. Sensível ao status quo e provoca pressões de grupos poderosos. Pode tornar-se fonte de corrupção onde não existe transparência e contabilidade na gestão pública.
Quantidade considerável de edifícios	Uso eficiente da terra	Interfaces inativas: Muros altos com baixa permeabilidade visual e residências recuadas	Falta de interação entre as pessoas e maior risco de criminalidade pelo menor controle social		Capítulo II do Estatuto da Cidade, PEUC (Seção II, Art 5º); Do IPTU Progressivo no tempo (Seção III Art 7º); Desapropriação (Seção IV, Art 8º)		
Tamanho e dimensão dos lotes	Equilíbrio entre os espaços livres e edificados, diversificação arquitetônica e urbanística.	Grandes terrenos vazios em processo de especulação imobiliária	Alto custo da terra e da moradia, com redução da diversidade social do bairro		Parcerias na aquisição e preparação de áreas para urbanização (land sharing)	Pode encorajar um bom equilíbrio entre o uso residencial e outros usos; pode ser utilizado como um instrumento de equidade e justiça social na cidade, ajudando na redistribuição da riqueza da cidade ao permitir o acesso à terra por partes das camadas sociais menos abastadas;	Pode causar usos e ocupação do solo indesejáveis caso não for executado sob a supervisão do governo local; pode causar uma sobrecarga às redes de infraestruturas instaladas caso não seja executado com precaução
Disponibilidade de grandes terrenos vazios com boa infraestrutura	Potencial de adensamento	Privatização do espaço através de condomínios fechados e espaços de lazer de edifícios	Falta de demanda e apropriação de espaços livres públicos		Capítulo II do Estatuto da Cidade, Seção VIII Art 25º: Do direito de preempção. “Confere ao poder público preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares”		
Via coletora com canteiro central arborizado, calçada larga e ciclofaixa	Prática de atividades físicas como caminhada e estímulo ao uso de meios de transportes alternativos como a bicicleta						

Quadro 14 – Matriz FOFA, diretriz e instrumentos de gestão propostos na Célula 4

Forças	Oportunidades	Fraquezas	Ameaças	Recuperação Urbana	Instrumentos de gestão	Vantagens	Desvantagens
Baixa densidade construtiva e distância de vias de alto fluxo de veículos	Mais silêncio e tranquilidade	Falta de controle dos grandes espaços livres	Depósito de lixo e demais poluições, risco por presença de animais silvestres		Legalização de áreas e assentamentos informais	Permite a melhoria de situações onde há uma excessiva densidade através da reorganização física-espacial do assentamento; pode ajudar a reduzir o grau de superpopulação (crowding) quando implica em relocação de famílias; aumenta a quantidade de espaço urbano	A necessidade de influenciar a densidade fomenta uma demanda pela relocação de famílias. Implica altos custos com a relocação e aquisição da gleba de reassentamento e sua posterior infraestruturação; áreas de alta densidade podem estar consolidadas e colocam alta pressão nos serviços e infraestruturas.
Grande quantidade de maciços vegetais	Menor poluição do ar e contato com a natureza	Vias não pavimentadas e inexistência de calçadas	Precariedade nos deslocamentos, caminhabilidade e no acesso ao transporte público		Capítulo I do Estatuto da Cidade, Art 2º - Trata das funções sociais da cidade e da propriedade urbana		
		Alta declividade	Maiores riscos de acidentes e degradação ambiental resultantes da ocupação				
		Grandes espaços livres próximo as residências	Pouco controle do espaço e possível criminalidade		Melhoria das infraestruturas	Permite a densificação. Oferece oportunidades para melhorar-se as condições de saúde em áreas densamente ocupadas; favorece a	
		Falta de infraestrutura básica: esgotamento sanitário; iluminação; pavimentação	Alto custo para oferta e manutenção de serviços e equipamentos		Capítulo I do Estatuto da Cidade, Art 2º - Trata das funções sociais da cidade e da propriedade urbana	melhoria das condições ambientais; pode aumentar a sustentabilidade do meio ambiente urbano caso seja combinada com melhorias na gestão e financiamento urbanos	

Dentre os instrumentos de gestão urbana apontados para cada célula, quatro deles possuem aplicações gerais e não foram alocados nos Quadros 10 a 13, são estes:

- (i) **Regulamentação da Construção:** estimula o uso eficiente do espaço e tornam a densidade mais gerenciável. Entretanto, uma regulamentação deficiente e que não reflete as necessidades da população e do mercado pode ser um obstáculo para empreendedores e obstruir o desenvolvimento. Nesse escopo, o Estatuto da Cidade trata de instrumentos como a Outorga Onerosa do Direito de Construir (Seção IX) e a Transferência do Direito de Construir (XI), que comumente são aplicados em áreas com tendências ou potencial para a verticalização e ocupação mais intensa, como a célula 2 e 3. De modo a captar recursos que sirvam de contrapartida na execução de melhoramentos urbanos de benefício público e comunitário.
- (ii) **Índices de Aproveitamento, Taxas de Ocupação dos lotes:** esses instrumentos possuem uma gestão mais fácil e grande impacto na reestruturação urbana, permitindo a otimização da capacidade do espaço e das infraestruturas existentes. Entretanto, podem fomentar a corrupção por eventuais ganhos de capital e precisa ser monitorado cuidadosamente. Esse instrumento é adequado principalmente para as Células 2 e 3. Contudo, esses índices são de difícil aplicação nas Células 1 e 4, pois dificilmente funcionam quando o valor da terra é muito baixo;
- (iii) **Regulamentação do uso e da ocupação do solo:** Define os parâmetros de desenvolvimento urbano, fornece diretrizes para a urbanização, ordena a ocupação do solo, oferece transparência ao mercado imobiliário e permite uma gestão apropriada da densidade urbana; entretanto, esse instrumento pode tornar-se inflexível ao estratificar a cidade e criar obstáculos que impeçam o acesso à habitação por parte de grupos de baixa renda, transtornando densidades demográficas e da edificação em diferentes partes da cidade.
- (iv) **Gestão e Planejamento de transporte público:** Sem a qual a densidade não opera de modo eficiente. Precisa ser operado com parcerias público-privadas, tanto no transporte de passageiros, como na implantação de infraestruturas. É indicado para as quatro células, visto que a mobilidade deve ser um direito de todos na cidade.

É no Plano Diretor aliado ao Código de Obras municipal em que esses instrumentos e regulamentações ganham espaço e podem ser efetivados. O objeto de estudo desse trabalho vem carecendo de uma melhor efetivação desses instrumentos através de uma revisão do Plano Diretor,

que permita reordenar o uso e ocupação do solo ao aplicar instrumentos de gestão que visem densidades mais eficientes para cada zona da cidade, considerando as suas particularidades, principalmente quanto a sua habitabilidade representadas neste trabalho por quatro células representativas.

Conclusão

Conclui-se que o desenvolvimento de um mapa de lacunaridade para Campina Grande (PB) contribuiu para a identificação de diversos padrões morfológicos através da diferenciação da textura de imagens de satélite. A automatização dessa metodologia representa uma grande contribuição técnica, uma vez que o algoritmo utilizado pode ser aplicado para imagens de sensoriamento remoto de qualquer cidade no mundo, contribuindo na detecção de padrões com espaços livres urbanos ou não, bem como padrões de verticalização.

Ao espacializar os indicadores de Lacunaridade e Habitabilidade, este trabalho traz uma contribuição acerca da análise da configuração segregada e fragmentada em centros urbanos de médio porte, representada neste trabalho por Campina Grande – PB. A metodologia apresentada pode auxiliar no processo de leitura territorial e na construção de zoneamentos em cidades com processos de segregação e fragmentação socioespacial, bem como em cidades cujas bases cartográficas estejam defasadas. A partir de imagens de sensoriamento remoto, amplamente disponíveis através de plataformas como o *Google Earth Engine*, é possível compreender essas dinâmicas.

Cruzar dados de lacunaridade com de habitabilidade é importante em estudos de zoneamento e na criação de diretrizes para planos diretores. A partir de uma ampla leitura territorial na distribuição de espaços livres urbanos na cidade e das condições de habitabilidade, traça-se uma relação direta com a condição de ocupação desses espaços, que podem ser passíveis de adensamento ou não. Com a identificação de áreas verticalizadas, quando cruzada com informações referentes a mobilidade, é possível compreender o quão eficiente essa alta densidade está se comportando.

Os experimentos também concluem que a lacunaridade pode auxiliar no mapeamento de favelas por meio da distinção entre assentamentos precários e não precários perceptível por imagens de sensoriamento

remoto, bem como na compreensão de suas especificidades no modo de ocupação, que pode se configurar com muitos espaços livres ou não, comprovando a heterogeneidade da precariedade.

Como desdobramentos e aperfeiçoamento desta pesquisa, destaca-se: (i) a atualização do índice de habitabilidade a partir dos indicadores dos futuros censos do IBGE; (ii) a aplicação da metodologia com dados de outros sensores orbitais, bem como outros objetos de estudo que possuam características distintas de Campina Grande (PB), seja pelo maior porte ou localização geográfica em outro bioma, cultura e demais condicionantes.

Referências Bibliográficas

ABRAMO, P. 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 Regional**, 2010

ACIOLY, C. C.; DAVIDSON, F. **Densidade urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbano**. Mauad Editora Ltda. 1998.

AFONSO, A; PEREIRA, I. Origem e consolidação da arquitetura moderna em Campina Grande/PB: personagens e projetos. 1950-1970. **Revista Jatobá**. 2020

ALVES JÚNIOR, S. BARROS FILHO, M. N. M. (2005) Enhancing urban analysis through lacunarity multiscale measurement. **CASA Working Papers Series**, Working paper 97, UCL/CASA, London, UK. <http://casa.ucl.ac.uk/paper97.pD>.

ALLAIN, C.; CLOITRE, M. Characterizing the lacunarity of random and deterministic fractal sets. **Physics Review A**, New York (US), n.44, p. 3552-3558, 1991.

ANJOS, K. L. **Mercado Imobiliário de aluguel em áreas pobres e as transformações urbanas e ambientais**. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

ANDUS, Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano e Sustentável. **Guia para elaboração e revisão de Planos Diretores**, MDR e MMA, 2021.

BARROS FILHO, M. N. M. **As múltiplas escalas da diversidade intra-urbana: uma análise de padrões socioespaciais no Recife**. 2006. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

BARROS FILHO, M. N. M., Sobreira, F. A. Assessing texture pattern in slums across scales: an unsupervised approach. In: **CASA Working Paper**, centre for Advanced Spatial Analysis, University College London, Londres, n. 87, 2005.

BARROS FILHO, M.N.M. **Escalas da diversidade intraurbana**. Recife: Editora do Autor, 2009

BARROS FILHO, M. N. M. A Morfologia da habitabilidade intra-urbana: o uso de imagens CBERS-2 na análise de padrões morfológicos no Recife. **Anais do XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, SC, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, pág.769-776

BATTY, M; LONGLEY, P. **Fractal cities: a geometry of form and function**. London: Academic Press, 1994

BERGHAUSER PONT, M.; HAUPT, P A. **The Spacemate: Density and the typomorphology of the urban fabric**. Nordisk Arkitekturforskning. 2005.

BRASIL. **Lei n 10.257 de 10 de julho de 2001** – Estatuto da Cidade

_____. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **Lei 6766 De 19 DE DEZEMBRO DE 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

_____. **Guia para mapeamento e caracterização de assentamentos precários**. Primeira Edição Brasília: Ministério das Cidades, 2010

CABRAL FILHO, S. **A cidade através de suas imagens: uma experiência modernizante em Campina Grande (1930-1950)**. Tese (Doutorado em Sociologia). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2007

CARDOSO, A. C. **O espaço alternativo: vida e forma urbana nas baixadas de Belém**. Editora Universitária UFPA. 2007.

_____. Contribuições do Espaço Construído para a Superação da Pobreza Urbana. Projetar - I Seminário Nacional sobre Ensino em Projeto de Arquitetura. PPGAU, UFRN, Natal. 2003.

CARIOLA, C. & LACABANA, M. La metrópoli fragmentada: Caracas entre la pobreza y laglobalización. **EURE**, n. 80, p.9-32, 2001.

CARVALHO, M. J. **Discursos e imagens da cidade: o processo de requalificação urbana de Campina Grande-PB (1970-2000)**. Tese (Doutorado em Sociologia) – Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal da Paraíba, 2011.

CASTELLS, M. **A Questão Urbana**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983

COSTA, L. **Estruturação da cidade de Campina Grande: as estratégias e intencionalidades do mercado imobiliário**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

- CORRÊA, R. L. **O Espaço Urbano**. Editora Ática. 1999
- COELHO, C. **O tecido. Leitura e interpretação**. In: AAVV, DIAS COELHO, C. (coord.), Os Elementos Urbanos, Lisboa: Argumentum. 2013.
- CHETRY, M. **Os conceitos da metrópole latino-americana contemporânea: o exemplo da fragmentação socioespacial**. In: Revista Eletrônica de Estudos Urbanos e Regionais (e-metropolis), ISSN 2177-2312. 2014
- DEL RIO, V. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento**. São Paulo: Pini, 1990.
- DONG P. Test of a new lacunarity estimation method for image texture analysis. **International Journal of Remote Sensing**, Basingstoke (GB), v. 21, n. 17, p. 3369- 3373, 2000
- FERRAZ NETO, J. Dados, como classifica-los? Texto do blog “O eu analítico”, 2019.
- FRANKHAUSER, P, (1994) *La fractalité des structures urbaines* (Anthropos, Paris).
- GEHL, J. **Cidades para Pessoas**. São Paulo: Perspectiva. 2015.
- GOMIDE, M; SCHUTZ, G; CARVALHO, M; CÂMARA, V. Fortalezas, Oportunidades, Fraquezas e Ameaças (Matriz FOFA) de uma comunidade ribeirinha Sul-Amazônica na perspectiva da Análise de Redes Sociais: aportes para a atenção básica à saúde. Cad. Saúde Colet. Rio de Janeiro, 2015.
- GOMES, I; VALVERDE, A. Dinâmica imobiliária e o processo de verticalização em Campina Grande-PB. **XIX Encontro Nacional de Geógrafos**, 2018.
- IBGE. **CENSO DEMOGRÁFICO 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011
- JACOBS, J. **Morte e vida nas grandes cidades**. Trad. C.S.M. Rosa. São Paulo: Martins Fontes. 2000.
- KOHLI, D., SLIUZAS, R., STEIN. A. 2016. “Urban Slum Detection Using Texture and Spatial Metrics Derived from Satellite Imagery.” **Journal of Spatial Science** 1-22. doi:10.1080/14498596.2016.1138247.
- KIT, O. “Automated detection of slum area change. In: Hyderabad, India using multitemporal satellite imagery.” **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 83: 130-137, 2013
- KUFFER, M; PFEFFER, K; SLIUZAS, R. Slums from Space -15 Years of Slum Mapping Using Remote Sensing. **MDPI**, [S. l.], p. 1-29, 27 maio 2016.
- KROPF, K. **Handbook of urban morphology**. London, Wiley. 2017
- LAMAS, J. G. **Morfologia Urbana e Desenho da Cidade**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004.

LEÃO, D. **Análise da Textura Urbana para mapeamento da precariedade habitacional**. 2011. Dissertação de Mestrado – PROPUR, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2011.

LEFEBVRE, H. **Espaço e Política**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2008.

_____, H. **A revolução Urbana**. Tradução: Margarida Maria de Andrade e Sérgio Martins. Belo Horizonte, Ed. UFMG, 2008.

_____. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LOJKINE, J. **O Estado capitalista e a questão urbana**. São Paulo: Martins Fontes. 1997

MANDELBROT, B. (1982) **The fractal geometry of nature** (W H Freeman, Nova Iorque).

MAHABIR, R; CROITORU, A; CROOKS, A; AGOURIS, P; STEFANIDIS, A. “A Critical Review of High and Very High-Resolution Remote Sensing Approaches for Detecting and Mapping Slums: Trends, Challenges and Emerging Opportunities.” **Urban Science** 2 (1): 1-38. 2017

MELO, J. **O Habitar e as expressões de desigualdade intraurbanas: O caso de Campina Grande, PB**. Trabalho de Conclusão de Curso em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Campina Grande – PB, 2018.

MELO, L. **Habitação popular em Campina Grande**. Dissertação (Mestrado em Sociologia). Campina Grande: Universidade Federal da Paraíba, 1985.

OECD. **Health at a Glance 2017: OECD Indicators**. Paris: OECD Publishing; 2017.

OLIVEIRA, V; MONTEIRO, C. **Diferentes abordagens no estudo da forma urbana**. 2016

PANERAI, P.; et al. **Formas Urbanas: a dissolução da quadra**. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Brookman. 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE. **Lei Complementar de nº 003, de 09 de outubro de 2006**. Promove a revisão do Plano Diretor do Município de Campina Grande

_____. **Lei n. 4.806 de 23 de setembro de 2009**. Lei das Zonas Especiais de Interesse Social

QUEIROZ, M. **Quem te vê não te conhece mais: Arquitetura e Cidade de Campina Grande em Transformação (1930 – 1950)** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Paulo – USP), 2008.

QUEIROZ FILHO, A. As definições de Assentamentos Precários e favelas e suas implicações nos dados populacionais: abordagem da análise de conteúdo. **Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, 2015

ROSSI, A. **A Arquitetura da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ROLNIK, R., KOWARICK, L., SOMEKH, N. (org.). **São Paulo: crise e mudança**. São Paulo: Brasiliense, 1990

SALGUEIRO, T. B. **Cidade pós-moderna: espaço fragmentado**. Território, Rio de Janeiro, Ano III, n.º 4, p.39-54, jan-jun 1998.

SANTOS, O. **A Fragmentação do Espaço no Recife**, 1ª ed. Recife: EDUFRPE. ISBN: 978-65-86466-00-3. 2020

SABATINI, F. Tendencias de la segregacion residencial urbana em Latino america: reflexiones a partir del caso de Santiago de Chile. Série Azul, **Instituto de Estudos Urbanos**, n. 29, 1999

SANTOS, M. **A Urbanização Brasileira**. São Paulo: Hucitec, 1993.

SMDU-SP – SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO. Plano Diretor Estratégico de São Paulo, 2014

SILVA, Y. e BARROS FILHO, M. Densidade e forma urbana: análise dos espaços livres nas ZEIS de Campina Grande, PB. In: **XV Congresso de Iniciação Científica da UFCG**, Campina Grande, 2018.

SILVA, Y. **Reconhecendo a Heterogeneidade: Proposta de novos parâmetros urbanísticos para a ZEIS CALIFON/ESTAÇÃO VELHA, Campina Grande – PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), 2020.

SIMÕES, M. e BARROS FILHO, M. Texturas da Precariedade Urbana: reconhecimento de padrões em imagens de satélite. In: **XVII Congresso de Iniciação Científica da UFCG**, Campina Grande, 2021.

SOBREIRA, F. **A Lógica da diversidade: complexidade e dinâmica em assentamentos espontâneos**. 2002. 216 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano. Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2002.

SOUSA, F. **Territórios de Confrontos: Campina Grande 1920 – 1945**. Campina Grande: EDUFCG, 2006.

STEINIGER, S; LANGE, T; BURGHARDT, D; WEIBEL, R. An Approach for the Classification of Urban Building Structures Based on Discriminant Analysis Techniques. **Transactions in GIS** 12(1): 31-59, 2007

SDH/PR. **Direito à moradia adequada**. 2013.

UN-HABITAT. **State of the world's cities 2006/7**. The Millennium Development Goals and Urban Sustainability: 30 years of shaping the Habitat Agenda. London: Earthscan,

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel: FAPESP: Lincoln Institute, 2001

Apêndices

Apêndice A: Código Phyton para cálculo de lacunaridade

```
import numpy as np
import pandas as pd
import cv2
import math as mt

#diferential box counting
#Eanes T. Pereira
# size_r: size of the gliding box
# img: input image
# width: dimension of the width X width image
def diffBoxCount1(size_r, img, width):
    halfSize = int(size_r/2)

    stepR = 1

    QMr = np.zeros((1, int(256/size_r)+2)) #probability distribution
    Mr = np.zeros((1, int(256/size_r)+2)) # mass or pixels of interest

    for i in range(0, width-size_r, stepR): #rows
        for j in range(0, width-size_r, stepR): #cols
            boxedPixels = img[i:(i+size_r), j:(j+size_r)]

            maxH = np.max(boxedPixels)
            minH = np.min(boxedPixels)
            V = int(maxH/size_r) + 1 #cubic box with maximum pixel value
            U = int(minH/size_r) + 1 # cubic box with minimum pixel value
            nr = V - U - 1 # relative height of column at i and j

            if nr >= int(256/size_r)+2:
                pdb.set_trace()

            Mr[0, nr] = Mr[0, nr] + 1

    QMr = np.copy(Mr)
    QMr = QMr/np.sum(QMr)

    return Mr, QMr

# gliding-box
# Eanes T. Pereira
def glidingBox(Mr, QMr):
    lacunarity = 0
    numerator = 0
    denominator = 0
    for i in range(1, Mr.shape[1]):
        S = 1
        numerator = numerator + (S**2)*QMr[0, i]
        denominator = denominator + S*QMr[0, i]

    lacunarity = numerator/(denominator**2)
    return lacunarity

def computeLacunarities(img):
    sizesR = [ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

    width = img.shape[0]
    lacs = []
    for size_r in sizesR:
        size_r = int(round(size_r,0))
        Mr, QMr = diffBoxCount1(size_r, img, width)

        lacunarity = glidingBox(Mr, QMr)
        lacs.append(lacunarity)

    return lacs

def calc_lac(img,df_saida):
    y_img = img.shape[0]
    x_img = img.shape[1]
    tamanho = 20
    pass_total = 20
    pass_y = 0
    for y_image in range(0,mt.ceil((y_img-tamanho)/pass_total)):
        pass_x = 0
        for x_image in range(0,mt.ceil((x_img-tamanho)/pass_total)):
            # Corta a imagem
            corte = img[pass_y:tamanho+pass_y,pass_x:tamanho+pass_x]
            # Calcula lacunaridade
            gray = cv2.cvtColor(corte, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
            img_temp = np.array(gray)
            lac = computeLacunarities(img_temp)
            # Agrupa os dados para saída
            dados_image = [y_image, x_image]
            temp_result = np.concatenate((dados_image,lac))
            df_saida = df_saida.append(pd.DataFrame(columns=l_n,data=[temp_result]))
            pass_x += pass_total
        pass_y += pass_total
    return df_saida
l_n = ['y','x']
id_l = ['lac_'+ str(i) for i in range(10)]
l_n = np.concatenate((l_n,id_l))

image = 'Teste.tif'

img = cv2.imread(image,-1)
df_saida = pd.DataFrame(columns=l_n)
df_saida = calc_lac(img,df_saida)
df_saida.to_excel(image.replace('.tif','.xlsx'), index=False)
```