



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
ESTÁGIO SUPERVISIONADO I
PROF. DR. LUIZ BUENO DA SILVA

MATHEUS MEDEIROS THÉ - 20180160895

**ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DA MORFOLOGIA
URBANA E OS NÍVEIS DE RADIAÇÃO NÃO-IONIZANTE EM EDIFICAÇÕES
VERTICAIS**

João Pessoa – PB

Junho de 2022

RESUMO

A expansão das cidades tem provocado uma grande mudança no tecido urbano e a forma que os seres humanos, animais e plantas se comportam. O surgimento de novos edifícios e manutenção de edifícios antigos com materiais não permeáveis à água e com grande absorção de calor fazem acontecer o fenômeno de ilha de calor urbana (ICU). Este fenômeno é caracterizado pelo maior aquecimento de áreas urbanas em comparação a vizinhanças menos urbanizadas e rurais, segundo a Agência de Proteção Ambiental Norte-americana EPA (Environmental Protection Agency, 2008). Nota-se também que os grandes paredões verticais e as diferentes composições do layout urbano alteram o fluxo de vento natural nas cidades. Como consequência, há um aumento do consumo de energia e uma maior emissão de radiação não-ionizante por aparelhos eletrônicos. Dessa forma, a presente pesquisa tem o intuito de fazer o levantamento de cinco parâmetros morfológicos em seis diferentes centros urbanos na cidade de Recife-PE. As variáveis da morfologia urbana estudadas foram: altura dos edifícios, área útil construída, densidade construída, fator de visão do céu (FVC) e taxa de ocupação.

Palavras-chave: Ilhas de calor. Morfologia urbana. Parâmetros morfológicos.

STUDY OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CHARACTERISTICS OF URBAN MORPHOLOGY AND LEVELS OF NON-IONIZING RADIATION IN VERTICAL BUILDINGS

ABSTRACT

The expansion of cities has brought about a major change in urban fabric and the way humans, animals and plants behave. The emergence of new buildings and maintenance of old buildings with materials that are not permeable to water and with high heat absorption lead to the urban heat island. (IHU) phenomenon. This phenomenon is characterized by warming of urban areas compared to less urbanized and rural neighborhoods, according to the Environmental Protection Agency (2008). It is also noted that the large vertical walls are and the different compositions of the urban layout alter the natural wind flow in cities. As a result, there is an increase in energy consumption and a higher emission of non-ionizing radiation by electronic devices. Thus, this research aims to survey five morphological parameters in six different urban centers in the city of Recife-PE. The urban morphology variables studied were: building height, built-up area, built density, sky view factor (SVF), and occupancy rate.

Keywords: Heat islands. Morphological parameters. Urban morphology.

1. INTRODUÇÃO

O acelerado crescimento populacional e o grande avanço tecnológico têm proporcionado um processo de urbanização desordenado, modificando a estrutura das cidades brasileiras. Tal estrutura é composta por elementos de infraestrutura (vias, redes de serviço), espaços públicos, centralidades (pontos de convergência entre fluxos) e edificações. A ciência que estuda o meio físico dessa forma urbana, dos processos e das pessoas que o formataram é chamada de morfologia urbana (REGO E MENEGUETTI, 2011, p. 124).

Em cidades com grande crescimento de urbanização, observa-se o aumento do número de edifícios verticais. Conforme estudos de Gartland (2010), essas edificações formam grandes paredes com diferentes superfícies de materiais impermeáveis à água e que absorvem muito calor. Tal fato contribui com o fenômeno chamado ilha de calor. Segundo Ruy (2012), ilha de calor é um ponto da cidade onde a temperatura média costuma ser mais elevada que nas regiões circundantes.

Essa temperatura média é um dos parâmetros estudados pela morfologia urbana e deve-se reforçar que as atividades humanas têm influência nessas variáveis. Dentre as existentes, podem ser citadas: uso e ocupação do solo; percentual de área construída; percentual de área pavimentada; percentual de área verde; fator de visão do céu, entre outros. (TONG et. al, 2017).

É possível apontar nos estudos de Hadavi e Pasdarsahri (2019) que o layout dos centros urbanos influencia no fluxo dos ventos na cidade, impactando o conforto térmico e o consumo de energia nas edificações. Como consequência disso, tem-se grandes oscilações nos níveis de radiação não-ionizante em lugares pontuais do espaço urbano.

Tendo em vista o impacto na qualidade de vida de seres humanos, animais e plantas, faz-se importante o estudo da forma urbana e os parâmetros que a compõem. Assim, o objetivo geral desta pesquisa é fazer o levantamento de cinco variáveis da morfologia urbana em dezesseis centros urbanos na cidade de Recife-PE. As variáveis consideradas foram: altura de edifícios, área útil construída, densidade construída, taxa de ocupação do solo e fator de visão do céu. Como objetivos específicos, têm-se: investigar como medir os parâmetros de morfologia urbana e comparar valores das variáveis entre os centros urbanos estudados.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos foram definidos a partir da elaboração dos objetivos específicos, partindo inicialmente da revisão da literatura. Esta etapa visou a busca por referências e métodos para a abordagem do tema e investigar quais são e como medir os parâmetros da morfologia urbana. Foram tomados como referências os estudos desenvolvidos por Adolphe (2001), Martins (2013) e Oke (1988).

Em seguida, foram delimitados os centros urbanos da cidade de Recife-PE a serem estudados. A tabela a seguir mostra os locais dezesseis abordados:

Tabela 01: Centros urbanos da cidade de Recife-PE investigados na pesquisa

Bairro	Endereço
Brasília Teimosa	Rua Atum, 161
Boa Viagem	Rua Amália Bernardino de Souza, 352, Condomínio Riviera Boa Viagem
Boa Vista	Rua da Glória, 445, Edifício São Paulo
Cajueiro	Avenida Beberibe, 3530, Bloco C
Campo Grande	Rua Coelho Neto, 59
Casa Amarela	Rua Carolina, 15
Encruzilhada	Rua Nossa Senhora da Pompeia, 65, Edifício Saint Eduardo
Espinheiro	Rua Santo Elias, 170, Edifício Master Espinheiro
Imbiribeira	Rua Conde Pereira Carneiro, 305, Condomínio Mirante Oceânico
Joana Bezerra	Rua Jacaraú, 20
Pina	Rua República Árabe Unida, 146, Edifício Vila Capibaribe
Santo Amaro	Rua Tupiniquins, 193
Santo Antônio	Rua da Praia, 44
São José	Rua Vidal de Negreiros, 330
Tamarineira	Rua Cícero Dias da Cruz, 50, Edifício Comander
Torre	Rua Conde de Irajá, 1028, Edifício Domus

Fonte: o autor (2021).

2.1. Produção de mapas analíticos

Com a definição dos locais de estudo, foi feito o tratamento gráfico de dados vetoriais urbanos através do programa de Sistema de Informação Geográfica QGIS 2.18.2. Esses dados são concedidos pela prefeitura da cidade de Recife através do endereço eletrônico da capital pernambucana. Os arquivos disponibilizados estão no formato .dwg e .shp e neles é possível ter informações como dimensões de lotes e quadras. Partindo dos dados vetoriais e baseando-se na metodologia de Martins (2013), delimitou-se um recorte circular da malha urbana com raio de 200m, partindo do endereço referente a cada bairro.

Com auxílio de imagens de geoprocessamento disponibilizadas no Google Earth, obteve-se valores aproximados das alturas das edificações e larguras de vias existentes no recorte de estudo, parâmetros primordiais para o levantamento de outras variáveis da morfologia urbana.

Dessa forma, com as informações extraídas do Google Earth, foram produzidos mapas no QGIS contendo informações sobre as alturas dos edifícios e suas respectivas situações nos lotes. Partindo deles, foram medidos alguns parâmetros da morfologia urbana que foram consideradas importantes para a pesquisa, a partir da metodologia desenvolvida por Adolphe (2001) e Oke (1988). Tais parâmetros citados

são: altura de edifícios, área útil construída, densidade construída, taxa de ocupação do solo e fator de visão do céu.

Para o cálculo da área útil construída, aqui denominada como $Stot$ (m^2), parte-se da altura de cada edifício considerado no recorte de estudo e divide-se por 3 a fim de obter o número de pavimentos existentes – valor aproximado que corresponde à altura de cada pavimento. Em seguida, multiplica-se o número de pavimentos pela área da superfície no solo, conforme a equação 01 a seguir.

$$Stot = \sum \left(\frac{hedfi}{3} \cdot Ssoli \right)$$

(Eq. 01)

Onde $hedfi$ = altura do edifício i ; S_{sol} = área construída no solo do edifício i .

Para o cálculo da densidade construída (D) de um edifício, soma-se os valores de áreas úteis construídas (m^2) e divide-se pela área total do recorte estudado. A equação 02 a seguir mostra como é feito o cálculo.

$$D = \frac{\sum i Stoti}{S}$$

(Eq. 02)

Onde S_{toti} é a área útil total construída do edifício i e S é a área total da malha estudada.

Já para o cálculo da taxa de ocupação do solo (TO), utiliza-se a razão entre a soma das áreas construídas no solo e a área total do recorte estudado, conforme a equação 03 a seguir.

$$TO = \frac{\sum i Ssoli}{S}$$

(Eq. 03)

Onde S_{Soli} = área construída no solo do edifício i e S é a área total da malha estudada.

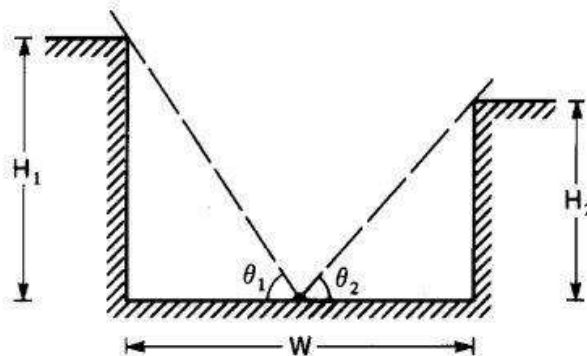
Todas as etapas de cálculo foram realizadas para cada edifício construído com auxílio do software Microsoft Excel e os valores serão discutidos juntamente com os mapas analíticos.

2.2. Determinação do Fator de Visão do Céu (FVC)

O fator de visão do céu (FVC) é um parâmetro adimensional que representa o nível de obstrução do céu, partindo da visão de um ponto horizontal no solo. Ou seja, é um parâmetro que considera a porção do céu disponível para dispersar a energia térmica. Para este estudo, utilizar-

se-á a metodologia desenvolvida por Oke (1988). O autor considera que o FVC, também representado pelo símbolo Y_s , está diretamente relacionado com a proporção entre altura de um edifício e a distância horizontal a partir de um mesmo ponto no solo. A figura a seguir representa o esquema mostrado em seu estudo.

Figura 01: Representação da geometria de uma via flanqueada por dois edifícios.



Fonte: Oke (1988).

A figura acima representa o corte de uma via onde há dois edifícios distintos em cada lado. Para o edifício 1, há a altura H_1 e o ângulo θ_1 formado por um ponto no centro da via e o topo da edificação. Para o edifício 2, há a altura H_2 e o ângulo θ_2 também formado pelo mesmo ponto no centro da via e o topo da edificação. Para cada uma delas, o autor considera um fator de visão do céu separado, chamados Y_{w1} (para o edifício 1) e Y_{w2} (para o edifício 2). Dessa forma, para o cálculo de fator de visão de cada edifício, utiliza-se a seguinte equação:

$$Y_w = \frac{(1 - \cos \theta)}{2}$$

(Eq. 04)

Onde $\theta = \tan^{-1} (H/0,5W)$. Assim, o fator de visão do céu (Y_s) é:

$$Y_s = (1 - (Y_{w1} + Y_{w2}))$$

(Eq. 05)

Para uma superfície horizontal com o céu completamente desobstruído, o valor de $Y_s=1$. Assim, valores abaixo deste número representam algum nível de obstrução e $Y_s=0$ representa um horizonte completamente obstruído. O valor aqui calculado é de extrema importância para identificar o quão crítico é o estado do entorno da edificação estudada, assim como determinar a relação entre a proximidade entre as edificações verticalizadas, o que poderá contribuir para melhor avaliar as condições térmicas internas e oscilação da radiação não-ionizante.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos valores obtidos das variáveis citadas tem relação direta com as alturas das edificações. Dessa forma, serão apresentados os mapas referentes a cada centro urbano juntamente com os parâmetros calculados. A tabela 02 abaixo mostra a quantidade de lotes mapeados nos respectivos bairros citados.

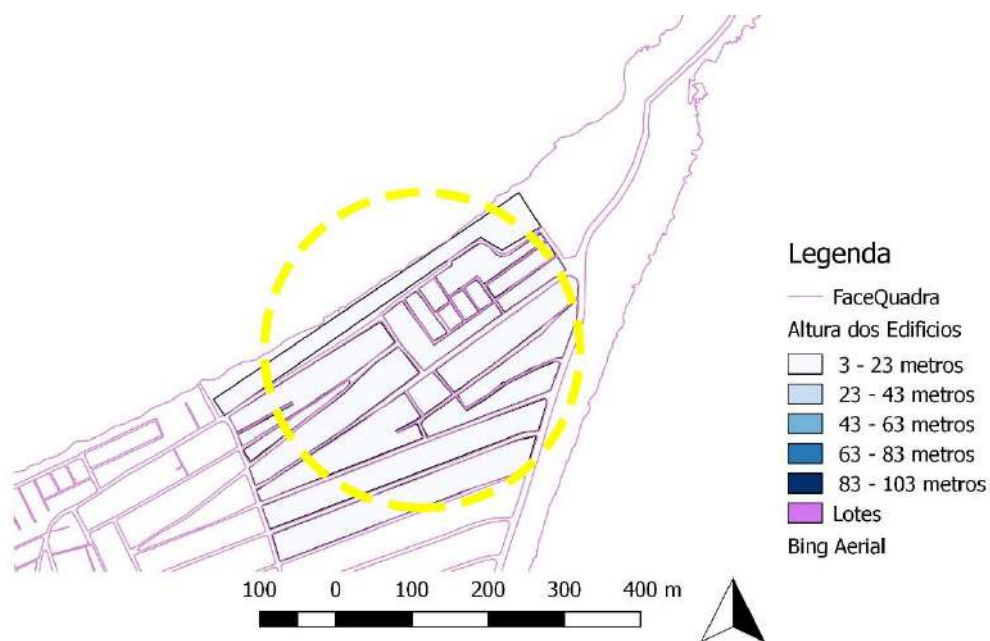
Tabela 02: Edifícios mapeados em seis centros urbanos da cidade de Recife-PE.

Bairros	Edifícios mapeados no recorte da malha urbana com raio de 250m
Brasília Teimosa	20 quadras
Boa Viagem	128 edifícios
Boa Vista	425 edifícios
Cajueiro	181 edifícios
Campo Grande	264 edifícios
Casa Amarela	514 edifícios
Encruzilhada	194 edifícios
Espinheiro	203 edifícios
Imbiribeira	194 edifícios
Joana Bezerra	32 quadras
Pina	105 edifícios
Santo Amaro	636 edifícios
Santo Antônio	230 edifícios
São José	337 edifícios
Tamarineira	130 edifícios
Torre	100 edifícios

Fonte: o autor (2021).

3.1. Brasília Teimosa

Mapa 01: Recorte do tecido urbano do bairro de Brasília teimosa com indicação das quadras estudadas.



Neste primeiro bairro, foi feito um cálculo médio de altura de edifícios em cada uma das quadras que ficam dentro do recorte, pois não foi possível obter os limites de cada lote dentro da quadra a partir de dados fornecidos pela Prefeitura de Recife. Assim, ao obter o valor das alturas referentes a cada quadra, calculou-se o valor das variáveis citadas nos procedimentos metodológicos.

Para a área útil construída, foi calculado um valor de 141.103,02 m². O valor de densidade construída é 564,4 e a taxa de ocupação é 564,41. O fator de visão do céu (FVC) calculado foi de 0,7.

3.2. Boa Viagem

Mapa 02: Recorte do tecido urbano do bairro de Boa Viagem com indicação de lotes e edifícios estudados.

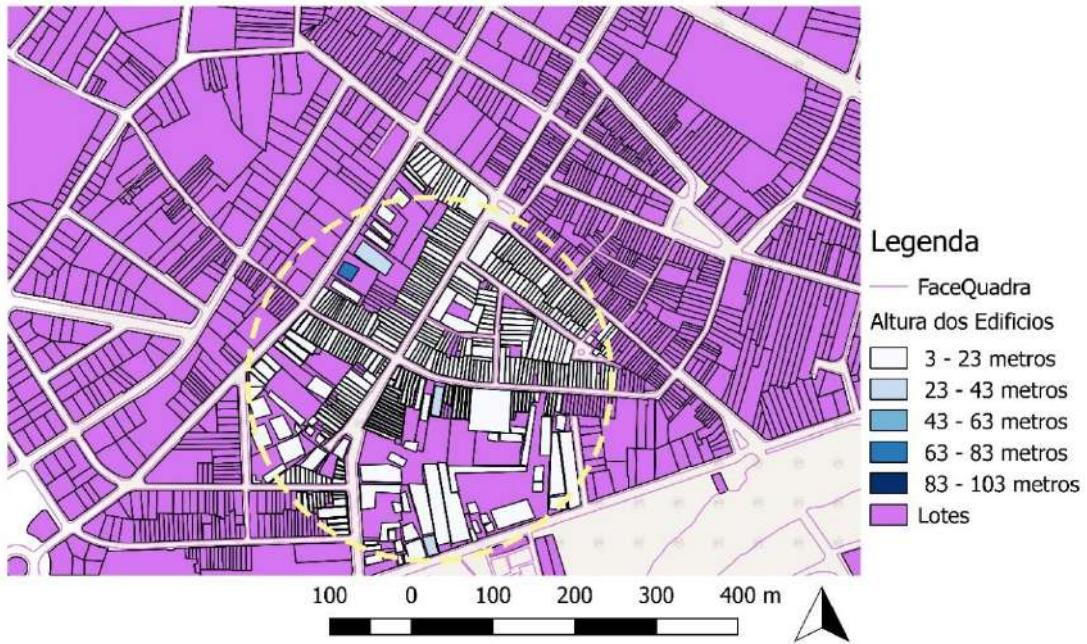


Fonte: o autor (2021).

Com os valores obtidos das alturas das edificações no recorte feito, foi possível calcular os parâmetros de morfologia urbana. Para a *área útil construída*, foi calculado um valor de 551.763,02 m². O valor da *densidade construída* é 2.207,10 e a *taxa de ocupação* é 2.207,05. Já o *fator de visão do céu (FVC)* considerando o endereço central do recorte tem o valor de 0,44.

3.3. Boa Vista

Mapa 03: Recorte do tecido urbano do bairro de Boa Vista com indicação de lotes e edifícios estudados.

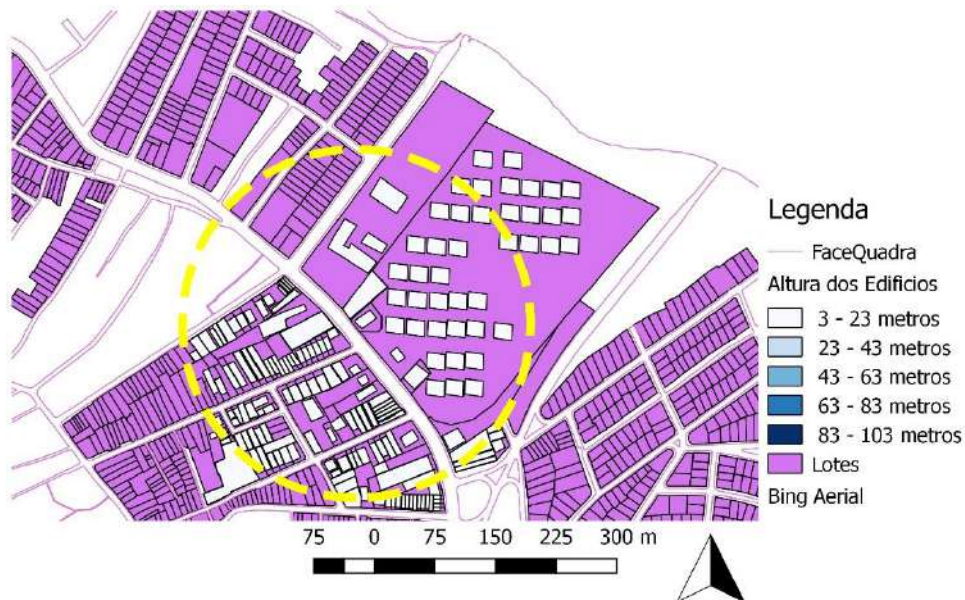


Fonte: o autor (2021).

Neste recorte, obteve-se o valor de 214.575,60 m² de *área construída*. A *densidade construída* é 858,10 e a taxa de ocupação é 858,30. O *fator de visão do céu (FVC)*, também considerando o endereço central do recorte, é 0,45.

3.4. Cajueiro

Mapa 04: Recorte do tecido urbano do bairro Cajueiro com indicação de lotes e edifícios estudados.



Para o recorte do bairro Cajueiro, o valor calculado para *área construída* foi de 128.599,03 m². A *densidade construída* é 515 e a taxa de ocupação é 514,40. Já o *fator de visão do céu (FVC)*, teve valor calculado de 0,38.

3.5. Campo Grande

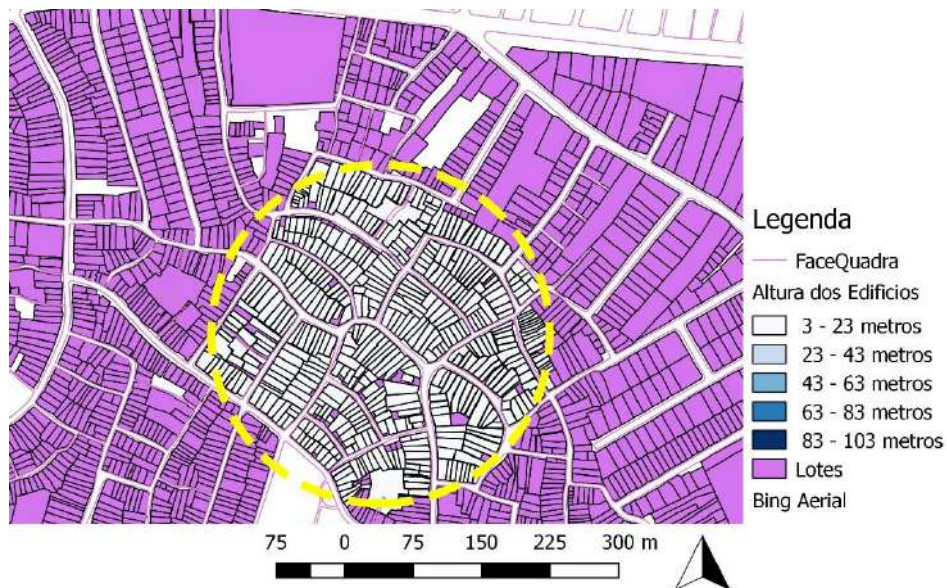
Mapa 05: Recorte do tecido urbano do bairro Campo Grande com indicação de lotes e edifícios estudados.



Neste recorte do bairro, a área construída teve um valor de 88.038,97 m², enquanto a densidade construída e a taxa de ocupação tiveram os valores de 351,5 e 352,16, respectivamente. O fator de visão do céu (FVC) teve o valor de 0,94.

3.6. Casa Amarela

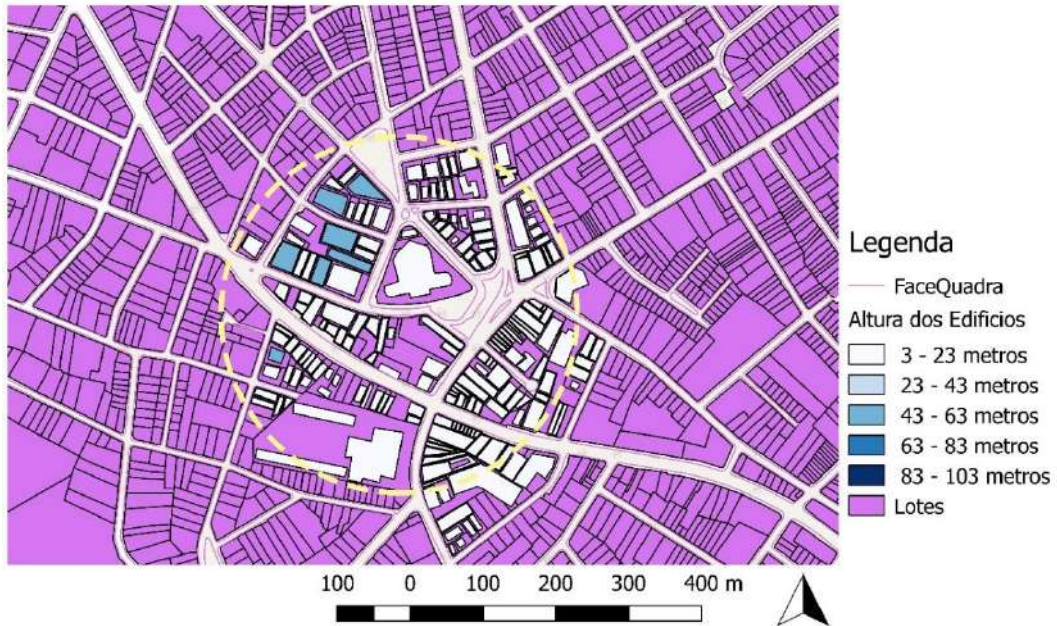
Mapa 06: Recorte do tecido urbano do bairro Casa Amarela com indicação de lotes e edifícios estudados.



A área construída dentro do recorte é de 107.377,97 m². A densidade construída tem o valor 429,5 e a taxa de ocupação é 429,51. Já o fator de visão do céu (FVC) tem o valor de 0,52.

3.7. Encruzilhada

Mapa 07: Recorte do tecido urbano do bairro de Encruzilhada com indicação de lotes e edifícios estudados.

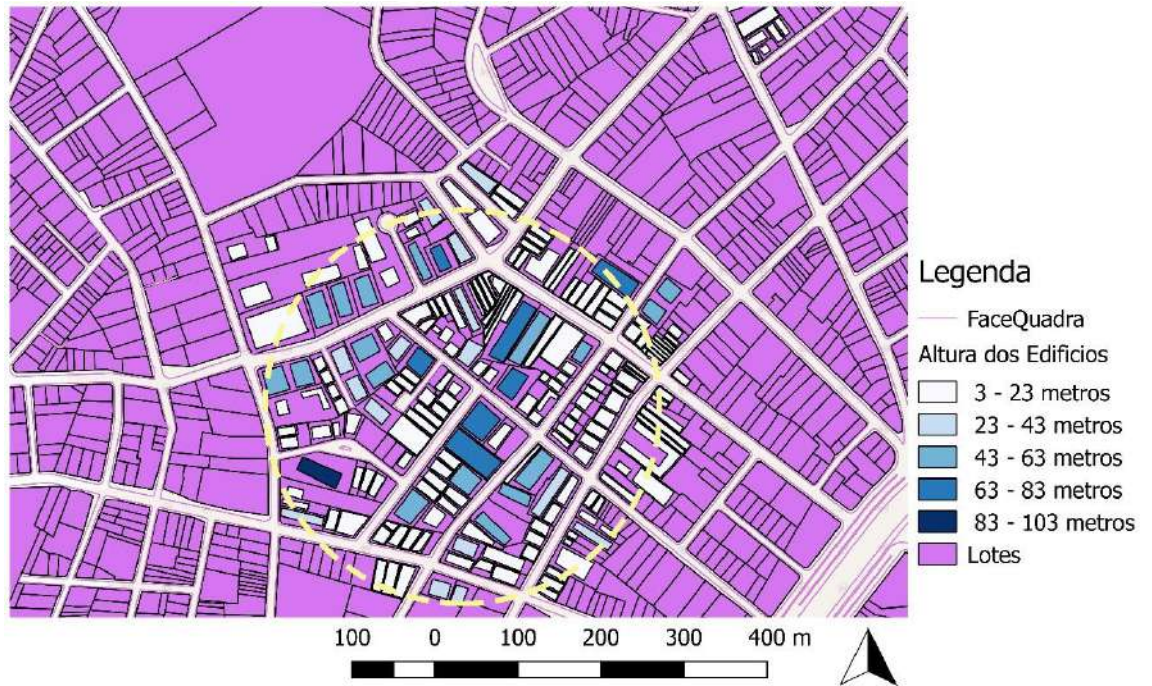


Fonte: o autor (2021).

No recorte acima, há um valor total de 298.615,02 m² de *área construída*. Para a *densidade construída* e *taxa de ocupação*, foram calculados os valores de 1.194,20 e 1.194,46, respectivamente. O fator de visão do céu (FVC) considerando o edifício central no recorte é de 0,39.

3.8. Espinheiro

Mapa 08: Recorte do tecido urbano do bairro de Espinheiro com indicações de lotes e edifícios estudados.

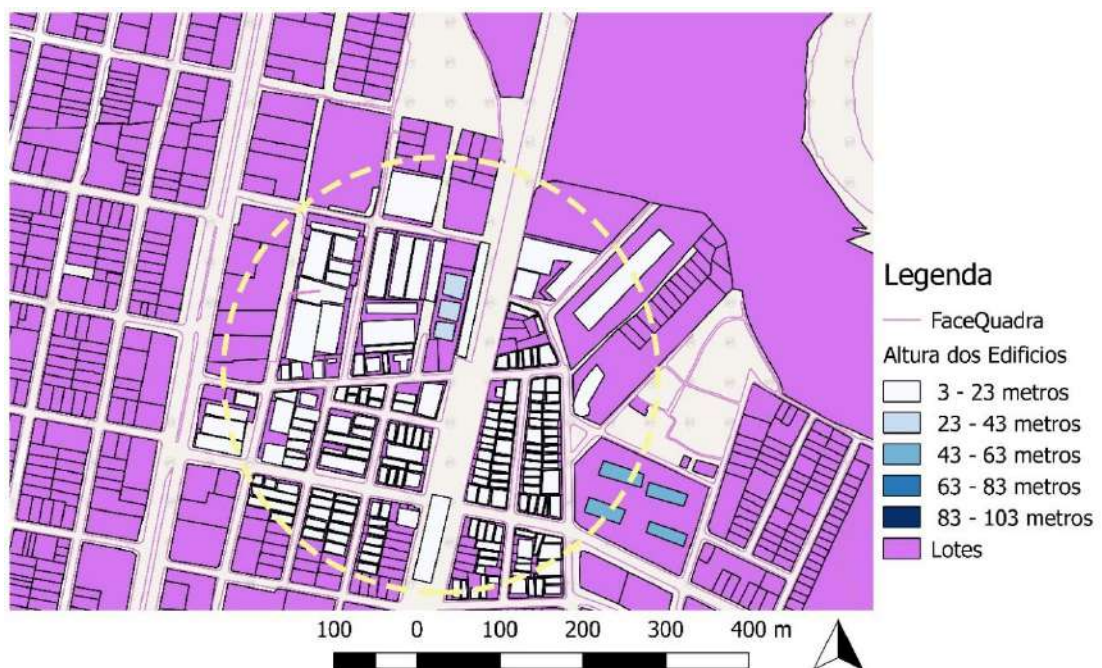


Fonte: o autor (2021).

Considerando as alturas dos edifícios mostrados no mapa acima, obteve-se um valor de 640.606,68 m² de *área construída*, 2.562,70 de *densidade construída*, 2.562,43 de *taxa de ocupação* e 0,46 de *fator de visão do céu (FVC)*.

3.9. Imbiribeira

Mapa 09: Recorte do tecido urbano do bairro de Imbiribeira com indicações de lotes e edifícios estudados.

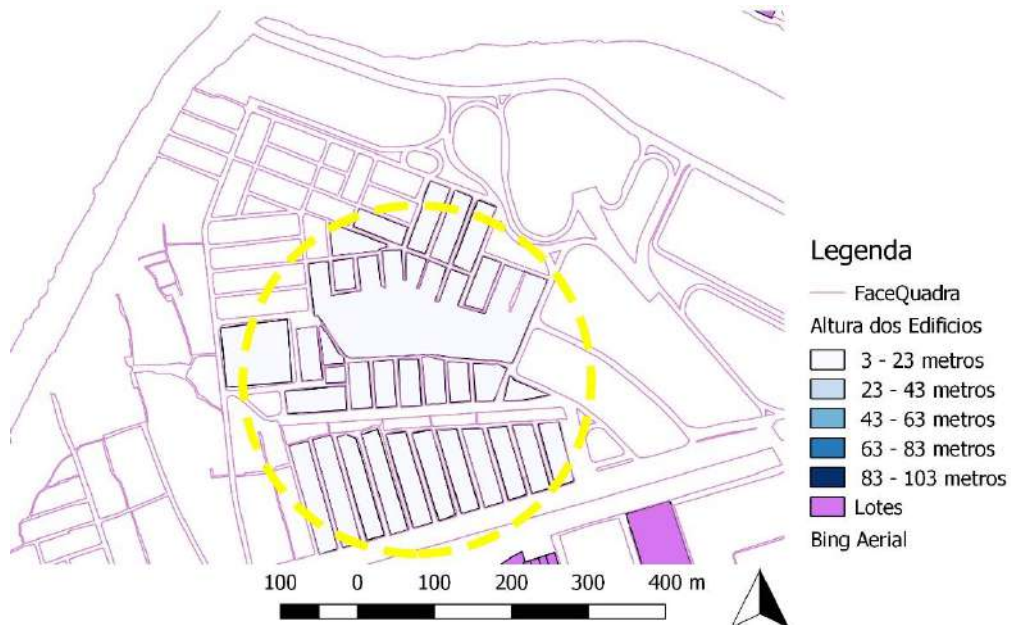


Fonte: o autor (2021).

Para o recorte no bairro Imbiribeira, há um valor de 219.818,97m² de *área construída*. A *densidade construída* e a *taxa de ocupação* são 879,20 e 879,28, respectivamente. Já o *fator de visão do céu (FVC)* é 0,49.

3.10. Joana Bezerra

Mapa 10: Recorte do tecido urbano do bairro Joana Bezerra com indicação das quadras estudadas.

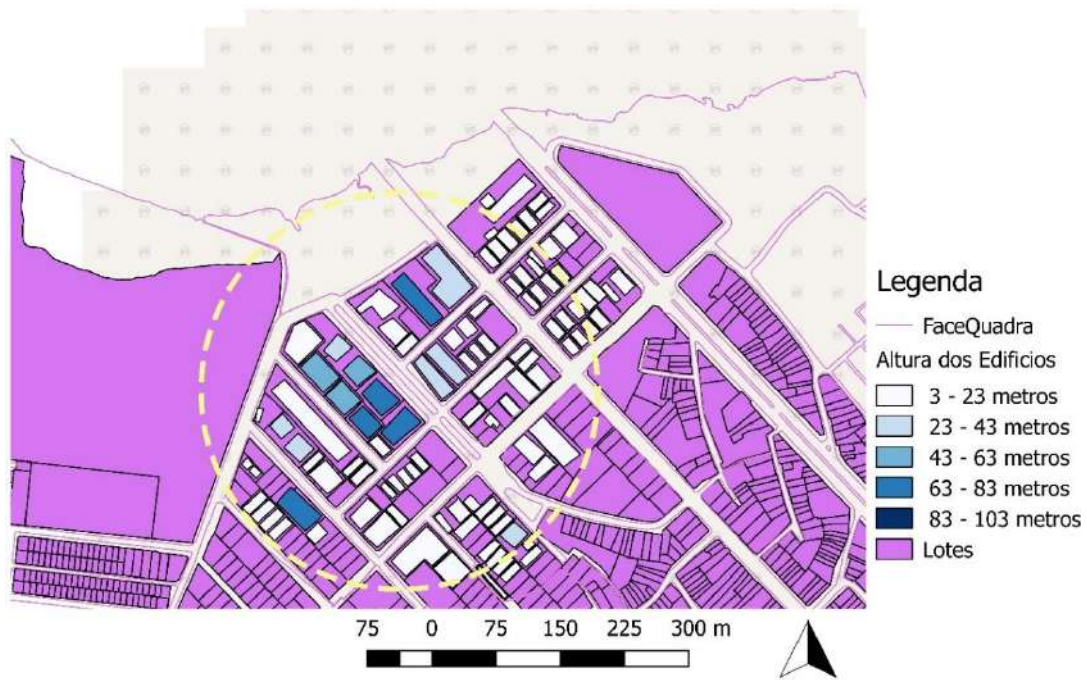


Neste bairro, também não foi possível obter os limites de cada lote dentro das quadras. Dessa forma, fez-se uma média da altura dos edifícios dentro de cada quadra inserida no recorte para obter os valores dos parâmetros de morfologia urbana.

Para a variável de área construída, obteve-se valor de 125.138 m². Para a densidade construída, tem-se o valor 500,4. Já para a taxa de ocupação, o valor é de 500,55. Quanto à variável fator de visão do céu (FVC), tem-se o índice de 0,67.

3.11. Pina

Mapa 11: Recorte do tecido urbano do bairro de Pina com indicações de lotes e edifícios estudados.

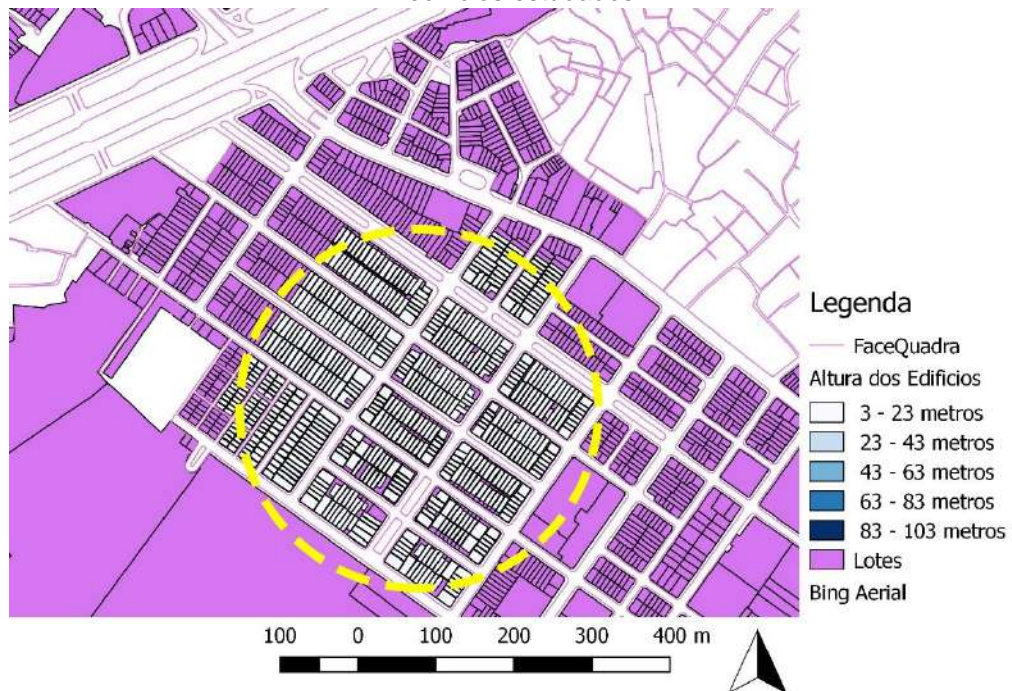


Fonte: o autor (2021).

Já para o recorte feito na malha urbana do bairro Pina, encontra-se um valor de 331.834,72 m² de área construída. A densidade construída tem valor de 1.326,80 e a taxa de ocupação é 1327,34. Já o fator de visão do céu (FVC) calculado é de 0,33.

3.12. Santo Amaro

Mapa 12: Recorte do tecido urbano do bairro Santo Amaro com indicações de lotes e edifícios estudados.



Neste recorte, a área construída, a densidade construída e a taxa de ocupação têm os valores de 105.381,41 m², 420,7 e 421,53, respectivamente. O fator de visão de céu (FVC) calculado é de 0,53.

3.13. Santo Antônio

Mapa 13: Recorte do tecido urbano do bairro Santo Antônio com indicação de lotes e edifícios estudados.



Aqui, a área construída tem o valor de 190.846,98 m². A densidade construída é 763 e a taxa de ocupação é 763,39. O fator de visão do céu (FVC) tem valor de 0,85.

3.14. São José

Mapa 14: Recorte do tecido urbano do bairro São José com indicação de lotes e edifícios estudados.



Neste recorte, a área construída teve valor calculado em 112.761,35m². Já a densidade construída e taxa de ocupação tiveram valores de 451,4 e 451,05, respectivamente. O fator de visão do céu (FVC) é 0,19.

3.15. Tamarineira

Mapa 15: Recorte do tecido urbano do bairro Tamarineira com indicação de lotes e edifícios estudados.



No recorte do bairro Tamarineira, o valor calculado de área construída foi de 96.534,34 m². A densidade construída é 385,8 e a taxa de ocupação é 386,14. Já o fator de visão do céu (FVC) é 0,63.

3.16. Torre

Mapa 16: Recorte do tecido urbano do bairro Torre com indicação de lotes e edifícios estudados.



Neste último recorte estudado, a área construída tem o valor de 196.974,34 m². A densidade construída é 788,2 e a taxa de ocupação é 787,90. Já o fator de visão do céu (FVC) é 0,92.

Considerando os resultados apresentados e para melhor compreensão dos mesmos, foi feita uma tabela-resumo com os parâmetros referentes a cada um dos centros urbanos citados. A tabela 03 abaixo mostra os valores calculados.

Tabela 03: Valores obtidos das variáveis de morfologia urbano calculadas.

Bairro	Área construída	Densidade construída	Taxa de ocupação	Fator de visão do céu (FVC)
Brasília Teimosa	141.103,02 m ²	564,4	564,41	0,70
Boa Viagem	551.763,02 m ²	2.207,10	2.207,05	0,44
Boa Vista	214.575,60 m ²	858,10	858,30	0,45
Cajueiro	128.599,03 m ²	515	514,40	0,38
Campo Grande	88.038,97 m ²	351,5	352,16	0,94
Casa Amarela	107.377,97 m ²	429,50	429,51	0,52
Encruzilhada	298.615,02 m ²	1.194,20	1.194,46	0,39
Espinheiro	640.606,68 m ²	2.562,70	2.562,43	0,46
Imbiribeira	219.818,97 m ²	879,20	879,28	0,49
Joana Bezerra	125.138 m ²	500,4	500,55	0,67
Pina	331.834,72 m ²	1.326,80	1.327,34	0,33
Santo Amaro	105.381,41 m ²	420,70	421,53	0,53
Santo Antônio	190.846,98 m ²	763	763,39	0,85
São José	112.761,35 m ²	451,40	451,05	0,19
Tamarineira	96.534,34 m ²	385,80	386,14	0,63
Torre	196.974,34 m ²	788,20	787,90	0,92

Fonte: o autor (2021).

3.17. DISCUSSÃO

Diante do que foi visto, é notável que os tecidos urbanos com maior quantidade de edificações verticais possuem valores maiores nos parâmetros de área construída, densidade construída e taxa de ocupação.

Quanto ao fator de visão do céu (FVC), percebe-se que o bairro São José tem o menor valor calculado: 0,19. Isso se deve ao fato de que os edifícios dentro desse recorte estão muito próximos uns aos outros. Não há presença de recuos laterais ou frontais na maioria dos lotes e muitos deles têm altura muito superior à escala humana.

O melhor valor de FVC aqui calculado é referente ao recorte do bairro Torre, com índice de 0,92. Apesar de ter edifícios com escala superior à escala humana, a grande maioria dos lotes dentro da malha possuem recuos frontais, permitindo uma melhor visibilidade do céu.

No presente estudo, percebe-se que em média os pontos de medição não apresentam níveis tão críticos. Nos estudos feitos por Minella et al (2011) na cidade de Curitiba-PR, por exemplo, são apresentados valores mais alarmantes que os mostrados nesta pesquisa. Os autores mostram nove pontos de medição onde o FVC vai de 0,20 até 0,30.

Entretanto, é válido ressaltar que os valores de FVC aqui obtidos estão sujeitos a imprecisões. De acordo com Chapman (apud Souza et. al, 2010, p. 157), não existe uma técnica definitiva para este cálculo, mas os valores obtidos através de fotografias geradas com lente olho de peixe são mais precisos. É importante considerar que os valores das alturas dos edifícios, parâmetro primordial para o cálculo das outras variáveis da morfologia urbana, também estão sujeitos a imprecisões. Isso ocorre pelo fato de que o levantamento aconteceu através do Google Earth, tendo em vista o atual momento de pandemia pelo COVID-19. O software contém alguns dados não atualizados da malha urbana, conferindo assim uma dificuldade para o trabalho.

4. CONCLUSÕES

A partir do que foi exposto e considerando que o objetivo foi realizar o levantamento de parâmetros de morfologia urbana em pontos da cidade de Recife-PE, conclui-se que ele foi alcançado de forma satisfatória. É visto que os recortes da malha urbana com maior número de edifícios verticais apresentam os valores mais altos para as variáveis de área construída, densidade construída e taxa de ocupação. Os tecidos urbanos dos bairros de São José e Torre se destacaram com valores mais destoantes se comparados com os outros recortes estudados.

Quanto ao fator de visão do céu, foi visto que apenas um ponto de medição teve valor próximo de 1, o índice considerado ideal. Entretanto, foi um resultado esperado. O índice citado é mais possível de ser obtido apenas em zonas rurais, distantes de ambientes construídos.

É importante salientar que a continuação dessa pesquisa resultará em uma análise completa da relação entre as variáveis de morfologia urbana, os níveis de radiação não-ionizante e os valores de temperatura nos mesmos pontos de medição. Portanto, os dados aqui calculados serão de grande valia para a continuidade do projeto.

Outras pesquisas complementares também devem ser conduzidas para expandir a área de estudo, buscando analisar o comportamento da morfologia urbana por todo o litoral do Nordeste. Assim, poderão ser propostas estratégias de adequação da arquitetura e diretrizes urbanísticas que possam minimizar impactos de variáveis consideradas críticas.

5. REFERÊNCIAS

ADOLPHE, L. **A Simplified Model of Urban Morphology: application to an analysis of the environmental performance of cities.** Environment and Planning B: Planning and Design, v. 28, n. 2, p. 183-200, 2001.

EPA, U. S.; Environmental Protection Agency. **Learn About Heat Islands.** 2008. Disponível em: <<https://www.epa.gov/heatislands/learn-about-heat-islands>>. Acesso em 15 de agosto de 2021.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de calor.** São Paulo: Oficina de Textos, p. 9-10, 2010.

HADAVI, Mohammad; PASDARSHAHRI, Hadi. **Quantifying impacts of wind speed and urban neighborhood layout on the infiltration rate of residential buildings.** Irã: 2019; doi: 10.1016/j.scs.2019.101887

MARTINS, Tathiane Agra de Lemos; BONHOMME, Marion; ADOLPHE, Luc. **Análise do impacto da morfologia urbana na demanda estimada de energia das edificações: um estudo de caso na cidade de Maceió, AL.** Ambient. constr., Porto Alegre , v. 13, n. 4, p. 213-233, Dec. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212013000400015&lng=en&nrm=iso>. access on 24 Feb. 2021. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212013000400015>.

Minella, Flavia Cristina Osaku, Rossi, Francine Aidie e Krüger, Eduardo Leite. **Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba.** Ambiente Construído [online]. 2011, v. 11, n. 1 [Acessado 7 Setembro 2021] , pp. 123-143. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000100009>>. Epub 16 Maio 2011. ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212011000100009>.

REGO, R. L.; MENEGUETTI, K. S. **About urban morphology. Basic topics for urban form studies.** doi: 10.4025/actascitechnol.v33i2.6196. Acta Scientiarum. Technology, v. 33, n. 2, p. 123-127, 23 Feb. 2011.

Souza, Lea Cristina Lucas de et al. **Fator de visão do céu e intensidade de ilhas de calor na escala do pedestre.** Ambiente Construído [online]. 2010, v. 10, n. 4 [Acessado 4 Setembro 2021] , pp. 155-167. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000400011>>. Epub 20 Maio 2011.
ISSN 1678-8621. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000400011>.

T.R. Oke. Street design and urban canopy layer climate. *Energy and Buildings*,
Vol. 11, Issues 1–3, 1988, p. 103-113. Disponível em:
<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378778888900266>>.

Acesso em: 11 fev. 2021.