

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE ARTES E COMUNICAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO URBANO

JOSAFÁ HENRIQUE GOMES

**FRAGMENTAÇÃO SOCIOESPACIAL E CONFORTO TÉRMICO: UM ESTUDO NA
ZONA NORTE DA CIDADE DO RECIFE - PE**

Recife
2019

JOSAFÁ HENRIQUE GOMES

**FRAGMENTAÇÃO SOCIOESPACIAL E CONFORTO TÉRMICO: UM ESTUDO NA
ZONA NORTE DA CIDADE DO RECIFE - PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Urbano.

Orientador: Prof. Dr. Ruskin Marinho de Freitas

Área de concentração: Desenvolvimento Urbano

Recife

2019

| | |
|-------|---|
| G633f | <p>Gomes, Josafá Henrique</p> <p>Fragmentação socioespacial e conforto térmico: um estudo na zona norte da cidade do Recife - PE / Josafá Henrique Gomes. – Recife, 2019. 164f.: il.</p> <p>Orientador: Ruskin Marinho de Freitas.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Artes e Comunicação. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2019.</p> <p>Inclui referências.</p> <p>1. Conforto térmico. 2. Fragmentação socioespacial. 3. Forma urbana. 4. Legislação urbanística. 5. Conforto ambiental. I. Freitas, Ruskin Marinho de (Orientador). II. Título.</p> |
| 711.4 | <p>CDD (22. ed.)</p> <p>UFPE (CAC 2019-252)</p> |

JOSAFÁ HENRIQUE GOMES

**FRAGMENTAÇÃO SOCIOESPACIAL E CONFORTO TÉRMICO: UM ESTUDO NA
ZONA NORTE DA CIDADE DO RECIFE - PE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Desenvolvimento Urbano.

Aprovada em: 13/09/2019.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ruskin Marinho de Freitas (Orientador)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Norma Lacerda Gonçalves (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Edvânia Torres Aguiar Gomes (Examinadora Interna)

Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Jaucele de Fátima Ferreira Alves de Azeredo (Examinadora Externa)

Universidade Federal de Pernambuco

*Dedico este trabalho a
todos aqueles que suam e riem
com a imagem do sonho que se
concretiza.*

*Dedico às mãos generosas
e às vozes de incentivos.*

AGRADECIMENTOS

A elaboração desse trabalho exigiu de mim uma energia que eu não estava disposto a doar até reconhecer nele uma parte de mim que tinha necessidade de se expressar. Mas, de muitas vozes e mãos vieram as linhas que forneceram o reconhecimento.

Assim, abro-me em agradecimentos àqueles que colaboraram para que, como num parto, esta dissertação viesse à luz.

Agradeço, principalmente, ao Pai Celestial, pelo dom da existência nesta Terra cheia de encantos e de aprendizagens!

Ao professor Ruskin Marinho de Freitas, por aceitar ser o orientador e me propor desafios que eu desconhecia.

Às professoras Norma Lacerda, Edvânia Torres e Jaucele Azerêdo, por todas as colaborações!

A Patrice Oliveira, pessoa a quem devo toda gratidão pelas inúmeras permissões e abonos por ausências e faltas. Por me representar nas horas incômodas das jornadas de trabalho que deixaram de existir. Por fornecer materiais e incentivos para que eu continuasse.

Aos amigos e colegas de trabalho, Roni Guedes e Thiago do Vale, por todo apoio nas coletas sob o sol recifense. Por colaborar como profissional no esclarecimento de dúvidas e apontar caminhos. Vocês foram essenciais!

A Zilurdes Fonseca, por ficar de perto e sugerir diante das minhas inquietações.

A Aparecida Ferreira, por colaborar com materiais e abraços sempre que era preciso.

A Edvânia Santos, por sua colaboração em momentos desesperadores! Obrigado por ofertar apoio nas necessidades!

A Romilson Ferreira por um desprendimento que até então eu desconhecia.

A Vinicius Gomes, por todo apoio, por propor direcionamentos e aliviar angústias!

A Ricardo Pereira e Esmeralda Malafaia, da Prefeitura do Recife, por me receber com tanto esmero e fornecer informações necessárias.

A Renata Albuquerque, secretária do MDU, por toda ajuda e esclarecimentos em todo o tempo que foi preciso.

A Carla e Vanessa, do MDU, por todo apoio e incentivo.

A Roberto Carlos Pereira, por compartilhar conhecimentos tão úteis!

A Fabiano Prestrêlo, por colaborar com seus conhecimentos e inteligência.

A Carlos Alexandre Wanderley e Hailton Dias por suportar todo o peso das minhas faltas e legitimar minhas ausências mentais. A vocês dois eu tenho muito a agradecer.

A Wellington Falcão, por surgir com sua perspicácia, em momento oportuno e fazer parte do universo de colaboradores!

A Ivoneide Costa, Reynaldo Costa, Ecilda Freitas e Ivanilson Martins, pelos incentivos diversos que ajudaram a me manter no caminho!

A Valéria Stachera e Marilise Weber, por seus olhares abençoadores e sugestões de necessárias fugas.

A Josivaldo Francelino de Pontes, Ademir Pontes e Adelson Pontes pelo suporte emocional!

A minha querida irmã Aldenize Ferreira, que acompanhou de perto meus suspiros e surtos, e que se manteve de perto para apoiar qualquer iniciativa.

Aos colegas do Lacam/UFPE, especialmente Júlia Medeiros, Thatianne Ferreira e Renato Freitas, que colaboraram para a construção dos mapas de calor!

Aos colegas Osmar Faustino e Alison do Carmo, pelas conversas e levezas e pequenas farras!

A todos os colegas de turma que, de alguma forma, colaboraram com questionamentos, sugestões e exposições diversas, nos momentos de aula.

Obrigado a todos aqueles que tenham participado (direta ou indiretamente) e colaborado comigo, nesse universo. Jamais me esquecerei da ajuda de todos vocês!

A cidade é composta pela poesia que emerge dela
através das cores,
das formas
dos sons
e dos movimentos de todas as engrenagens
que a humaniza
e a mantém viva!
(GOMES, 2017)

RESUMO

A fragmentação socioespacial favorece o desenvolvimento diferenciado dos fragmentos e que isso termina por influenciar na qualidade ambiental das localidades, sobretudo no conforto térmico. Assim, a fim de compreender tal fenômeno, que é realidade de muitas cidades, o presente estudo traz uma discussão a respeito da fragmentação socioespacial na cidade do Recife. Para tanto, escolheu-se para a realização do estudo empírico fragmentos urbanos na zona norte do Recife, englobando seis bairros: Apipucos e Monteiro (inseridos na Área de Reestruturação Urbana - ARU) e Alto do Mandu, Casa Amarela, Nova Descoberta e Macaxeira (em contexto de Zona Especial de Interesse Social - ZEIS). Teve-se como objetivo identificar a contribuição dos parâmetros urbanísticos constantes na Lei dos Doze Bairros no favorecimento do conforto térmico nessas áreas. Para isso, foram realizadas coletas dos valores das variáveis climáticas de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos, em nove pontos de medição, escolhidos considerando os aspectos da forma urbana e as características de uso e ocupação do solo, bem como sua representatividade na localidade. A partir da caracterização de cada ponto de medição, verificou-se a existência de dois pontos em contexto de ZEIS, nos quais as temperaturas e as sensações térmicas mantiveram-se elevadas, se destacando em todas as coletas realizadas, influenciadas pelas condições de localização, cuja forma urbana favorece o desconforto térmico, uma vez que a área apresenta alta densidade de construções, ausência de solo natural e pouca vegetação, diferente dos parâmetros urbanísticos presentes na Lei dos Doze Bairros. Os demais pontos apresentaram pequenas variações de temperatura e de sensação térmica, terminando-se por inferir que os pontos mais quentes encontram-se na área da ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel, os quais apresentaram acúmulo de calor entre $+3^{\circ}\text{C}$ e $+3,8^{\circ}\text{C}$ em relação à estação meteorológica de referência, do INMET. Constatou-se, então, que a legislação influencia no conforto térmico das localidades, mas não determina a caracterização do conforto térmico, uma vez que todos os pontos apresentaram desconforto térmico em menor ou maior grau.

Palavras-chave: Conforto térmico. Fragmentação socioespacial. Forma urbana. Legislação urbanística. Conforto ambiental.

ABSTRACT

The socio-spatial fragmentation favors the differentiated development of the fragments and that this ends up influencing the environmental quality of the localities, especially in thermal comfort. Thus, in order to understand the phenomenon of socio-spatial fragmentation, which is reality of many cities, the present study brings a discussion about the socio-spatial fragmentation in the city of Recife. In order to do so, we chose the urban fragments in the northern area of Recife, encompassing six districts: Apipucos and Monteiro (inserted in the Urban Restructuring Area (ARU)) and Alto do Mandu, Casa Amarela, Nova Descoberta and Macaxeira (in the context of the Special Social Interest Zone (ZEIS)). The purpose of this study was to identify the contribution of urban planning parameters in the Law of the Twelve Neighborhoods in favor of thermal comfort in these areas. In order to do so, we collected the climatic variables such as temperature, humidity, velocity and wind direction in nine monitoring points chosen considering the aspects of urban form and characteristics of land use and occupation as well as their representativeness in the locality. From the characterization of each monitoring point, there were two points in which the temperatures and the thermal sensations remained high, standing out in all the collections made, influenced by the location conditions, whose urban form favors the thermal discomfort, since the area presents high density of buildings, absence of natural soil and little vegetation, different from the urban parameters present in the Law of the Twelve Neighborhoods. The other points presented small variations of temperature and thermal sensation, ending by inferring that the hottest points are in the area of ZEIS Altos do Mandu / Santa Isabel, which presented heat accumulation between + 3°C and + 3.8°C in relation to the reference meteorological station. It was verified, then, that the legislation influences the thermal comfort of the localities, but does not determine the characterization of the thermal comfort, since all points presented thermal discomfort to a lesser or greater degree.

Keywords: Thermal comfort. Socio-spatial fragmentation. Urban form. Urban planning legislation. Environmental comfort

LISTA DE FIGURAS

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 1 – | Localização do Recife | 19 |
| Figura 2 – | Desenho do problema | 21 |
| Figura 3 – | Contrastes entre Morumbi e Paraisópolis (São Paulo/SP) | 29 |
| Figura 4 – | Contrastes entre Boa Viagem e Entra Apulso (Recife/PE) | 30 |
| Figura 5 – | Representação dos processos de gentrificação e de nobilitação | 34 |
| Figura 6 – | Fragmentação socioespacial e seus contrastes | 36 |
| Figura 7 – | Diversificação da cidade fragmentada (Casa Amarela, Recife/PE) | 37 |
| Figura 8 – | Contrastes entre Copacabana e Morro do Cantagalo (RJ) | 38 |
| Figura 9 – | Fragmentação com continuidade espacial no Recife | 39 |
| Figura 10 – | As Zonas Especiais de Interesse Social no Recife/PE | 41 |
| Figura 11 – | Zonas de urbanização | 54 |
| Figura 12 – | Zonas de Diretrizes Específicas (DEZ) | 55 |
| Figura 13 – | Área de Reestruturação Urbana (ARU) | 60 |
| Figura 14 – | Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1) | 61 |
| Figura 15 – | Setor de Reestruturação Urbana 2 (SRU2) | 62 |
| Figura 16 – | Diferenças no padrão de ocupação e uso do solo na ARU e ZEIS | 68 |
| Figura 17 – | Contrastes entre Monteiro e Alto do Mandu (Recife) | 69 |
| Figura 18 – | Simulação de quadra a partir de parâmetros da Lei nº 16.176/96 | 70 |
| Figura 19 – | Simulação de quadra a partir de parâmetros da Lei dos Doze Bairros | 71 |
| Figura 20 – | Distribuição da cobertura vegetal no Recife | 74 |
| Figura 21 – | Representação da ilha de calor | 79 |
| Figura 22 – | Estratificação da atmosfera urbana nas escalas de análise | 84 |
| Figura 23 – | Interação da radiação solar | 91 |
| Figura 24 – | Fontes de radiação | 92 |
| Figura 25 – | Expressão da fragmentação socioespacial e valorização de áreas | 97 |
| Figura 26 – | Faixas de classificação da sensação térmica TEv, IDT e ITU | 104 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| Figura 27 – | Área de Estudo | 106 |
| Figura 28 – | Delimitação do circuito de medição na área de estudo | 109 |
| Figura 29 – | Delimitação dos pontos de medição | 110 |
| Figura 30 – | Instrumentos usados nas coletas | 121 |
| Figura 31 – | Imagens do Satélite Goes 16 | 122 |
| Figura 32 – | Distribuição da temperatura na área de estudo | 146 |

LISTA DE MAPAS

| | | |
|----------|--|-----|
| Mapa 1 – | Distribuição da temperatura nos pontos de medição | 148 |
| Mapa 2 – | Sensações térmicas nos pontos de medição segundo o TEv | 149 |
| Mapa 3 – | Espacialização das sensações térmicas em TEv na área de estudo | 151 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|------------|-------------------------------------|-----|
| Tabela 1 – | Sensação Térmica considerando o TEv | 139 |
| Tabela 2 – | Sensação Térmica considerando o IDT | 141 |
| Tabela 3 – | Sensação Térmica considerando o ITU | 142 |

LISTA DE QUADROS

| | | |
|-------------|---|-----|
| Quadro 1 – | Síntese dos conteúdos discutidos na pesquisa | 23 |
| Quadro 2 – | Parâmetros urbanísticos - Anexo 6 da Lei Nº 16.719/2001 | 64 |
| Quadro 3 – | Parâmetros urbanísticos da Lei nº16.176/96 | 64 |
| Quadro 4 – | Faixas de Desconforto de Thom – IDT | 100 |
| Quadro 5 – | Faixas de Sensação Térmica (Adaptada) | 101 |
| Quadro 6 – | Faixas de sensação térmica – TEv | 102 |
| Quadro 7 – | Faixas de Sensação Térmica – ITU | 103 |
| Quadro 8 – | Localização e características dos pontos de medição | 108 |
| Quadro 9 – | Temperatura coletada por pontos de medição | 124 |
| Quadro 10 – | Umidade coletada por pontos de medição | 130 |
| Quadro 11 – | Comportamento do Vento nos pontos de medição | 134 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------|---|-----|
| Gráfico 1 – | Evolução da Temperatura entre 25 e 30/10/2018 | 123 |
| Gráfico 2 – | Média da temperatura nos pontos de medição | 125 |
| Gráfico 3 – | Comparativo das temperaturas médias | 126 |
| Gráfico 4 – | Comportamento da temperatura na estação meteorológica | 127 |
| Gráfico 5 – | Comportamento horário da radiação por dia de coleta | 128 |
| Gráfico 6 – | Média da umidade relativa do ar nos pontos de medição | 129 |
| Gráfico 7 – | Comparativo das umidades médias | 131 |
| Gráfico 8 – | Comportamento da umidade na estação meteorológica | 132 |
| Gráfico 9 – | Comparação entre temperatura e umidade | 133 |
| Gráfico 10 – | Média da velocidade do vento nos pontos de medição | 135 |
| Gráfico 11 – | Comparativo das velocidades médias | 136 |
| Gráfico 12 – | Velocidade do vento na Estação Meteorológica | 137 |
| Gráfico 13 – | Sensação Térmica por Coleta – TEv | 139 |
| Gráfico 14 – | Sensação Térmica por Coleta – IDT | 142 |
| Gráfico 15 – | Sensação Térmica por Coleta – ITU | 143 |
| Gráfico 16 – | Equivalência entre índices de sensações térmicas | 145 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|---|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 | FRAGMENTAÇÃO SOCIOESPACIAL E CLIMA | 25 |
| 2.1 | Urbanização e fragmentação socioespacial | 25 |
| 2.2 | Parâmetros urbanísticos e conforto térmico | 49 |
| 2.3 | Lei de Reestruturação Urbana (ARU) | 58 |
| 2.4 | Clima urbano e suas escalas | 76 |
| 2.5 | Conforto térmico | 89 |
| 3 | CARACTERIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS PÚBLICOS NA ZONA NORTE DO RECIFE | 99 |
| 3.1 | O conforto térmico em espaços abertos | 99 |
| 3.2 | Seleção da área de estudo | 105 |
| 3.3 | Pesquisa de campo | 120 |
| 3.4 | Caracterização do conforto térmico na área de estudo | 122 |
| 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 152 |
| | REFERÊNCIAS | 155 |

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização modificou significativamente o ambiente, sobretudo porque não foi acompanhado por um crescimento urbano que viesse agregar direcionamentos e diretrizes a fim de frear ocupações irregulares, bem como orientar o ordenamento nas cidades. Nesse sentido, Cardoso, Pereira, Pinto (2005) apontam que as cidades surgidas a partir de processos sociais e organização espacial contam com maior poder de ação e de interação. Dentro desse contexto, é possível identificar processos espaciais, como a inércia, definida por Corrêa (1997), e a fragmentação, discutida por Salgueiro (1999) e Lacerda (2012), porque “cada fração do espaço aglomera populações e concentra funções numa rede complexa de caracteres, proporcionando uma divisão de blocos que se articulam e se interligam formando um todo coeso” (CARDOSO; PEREIRA; PINTO, 2005, p. 2849), promovendo a existência de vários fragmentos com características ora semelhantes, ora distintas, de modo a caracterizar a cidade como um lócus de grande heterogeneidade, seja no que concerne às suas paisagens físicas como às interações entre os diversos fluxos que se movimentam nela.

Dessa forma, a problemática discutida no presente trabalho procura relacionar o desenvolvimento da urbanização associando os processos espaciais de organização da cidade, destacando a fragmentação socioespacial, tal como foi discutido por Salgueiro (1999) e por Lacerda (2012), principalmente. Soma-se a isso discussão que abrange clima urbano e conforto térmico, uma vez que o crescimento das cidades foi capaz de promover uma série de desequilíbrios e alterações nos sistemas que envolvem a terra, inclusive o climático, do local ao global.

Nesse sentido, considera-se que a fragmentação socioespacial favorece o aparecimento de áreas valorizadas e desvalorizadas imobiliariamente, onde existem diferenças no padrão de uso e ocupação do solo, que se refletem na forma urbana e na qualidade ambiental das localidades e na qualidade de vida de seus moradores, inclusive por afetar o conforto térmico dos habitantes dessas áreas. Assim, o conforto térmico pode ser sentido de forma diferenciada, em virtude dos processos de formação de cada fragmento e das condições morfotipológicas que o caracteriza.

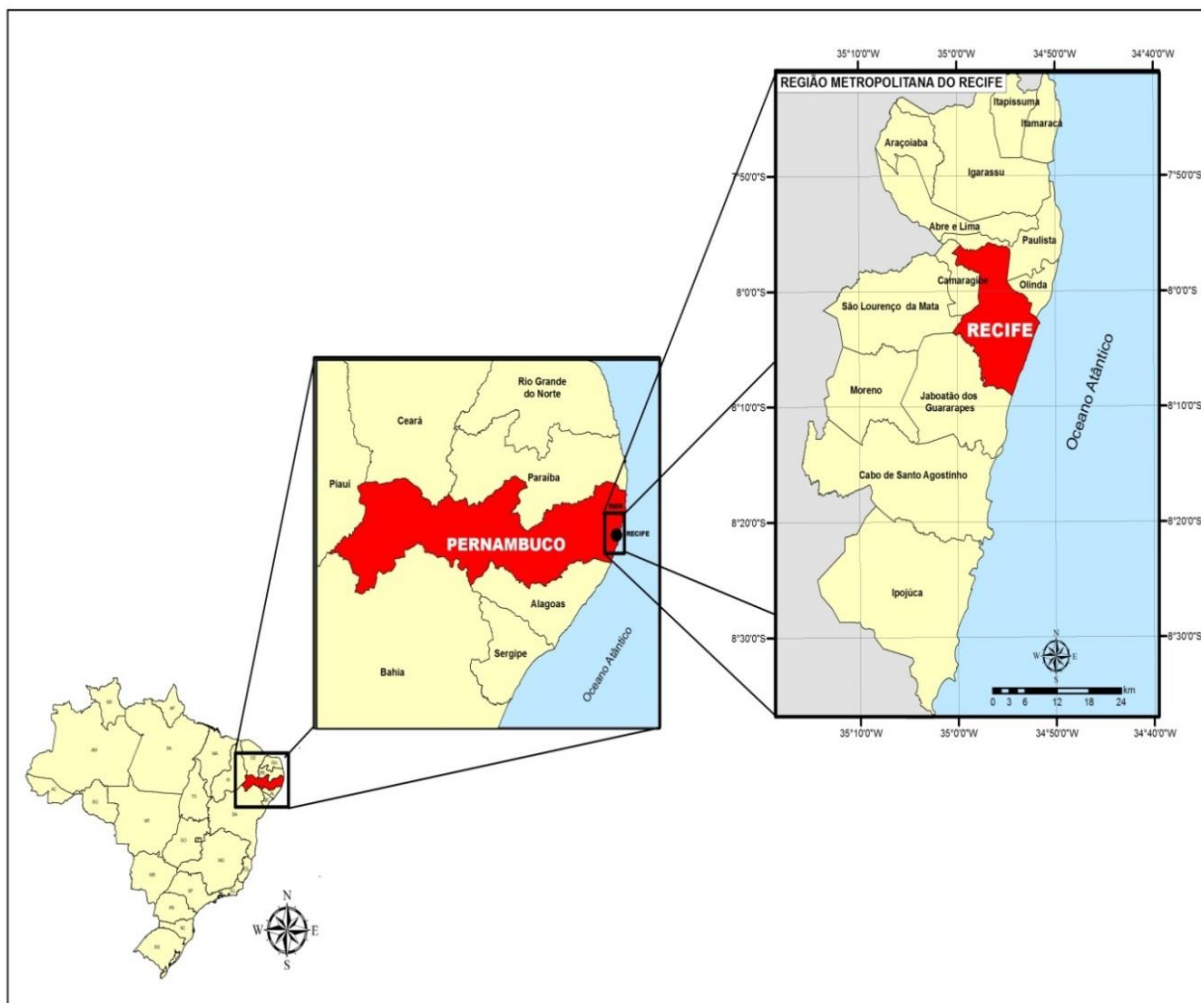
Considerando a cidade como um lócus de diversas e intensas interações, tem-se na cidade do Recife a presença de vários cenários distintos, evidenciando a fragmentação socioespacial que se estende por toda a cidade. A fragmentação

socioespacial, é entendida no contexto da presente discussão como a existência de uma cidade composta por partes diferentes, regidas por seus aspectos e infraestruturas diferenciadas, permitindo integração entre as partes, seja física ou economicamente.

Assim, numa cidade com espaços tão diversificados, pode-se reconhecer a diferenciação na possibilidade de oferta de conforto térmico (condição de satisfação térmica) de seus fragmentos, nas diferentes áreas, nas quais ora manifestam um padrão de uso e ocupação do solo regulado por legislações específicas, como aquelas presentes na Área de Reestruturação Urbana (ARU) e que promovem o conforto térmico, ora partes em que a legislação não privilegia os aspectos ambientais (como nas áreas de zona especial de interesse social (ZEIS)). A cidade do Recife é, assim, objeto de investigação para o estudo empírico de fragmentação socioespacial e de conforto térmico. Na Figura 1 encontra-se a representação do mapa do Recife bem como sua localização dentro do estado.

Aqui, defende-se a hipótese de que a fragmentação da forma urbana determina a diferenciação da promoção da sensação do conforto térmico em espaços livres e que a aplicação da Lei de Reestruturação Urbana – ARU – (Lei dos 12 bairros) favorece a diferenciação do conforto térmico na zona norte da Cidade do Recife, em detrimento da sua vizinhança em contexto de ZEIS.

Figura 1 – Localização do Recife



Fonte: Botelho, 2012 (Prefeitura do Recife/PE).

O presente trabalho teve por objetivo geral identificar a existência de diferentes níveis de conforto térmico em áreas contidas em fragmentos urbanos bem próximos, inseridos na zona norte da Cidade do Recife, uma vez que nesta área encontram-se localidades diversificadas que deixam evidenciada a fragmentação socioespacial nesse espaço. Dessa forma, credita-se às legislações urbanísticas a capacidade de promover ordenamento de uso e ocupação do solo, bem como promoção de conforto térmico devido à aplicação de elementos reguladores. Assim, ressalta a importância de parâmetros urbanísticos (gabarito máximo - Gm; taxa de solo natural do terreno - TSN; coeficiente de utilização do terreno - μ ; afastamentos das divisas do terreno - Af., Al. e Afu) dispostos na Lei Nº16.719/2001 (Lei dos Doze Bairros) para a promoção de conforto térmico nos pontos selecionados da área de estudo, recorte urbano situado na zona norte da cidade do Recife.

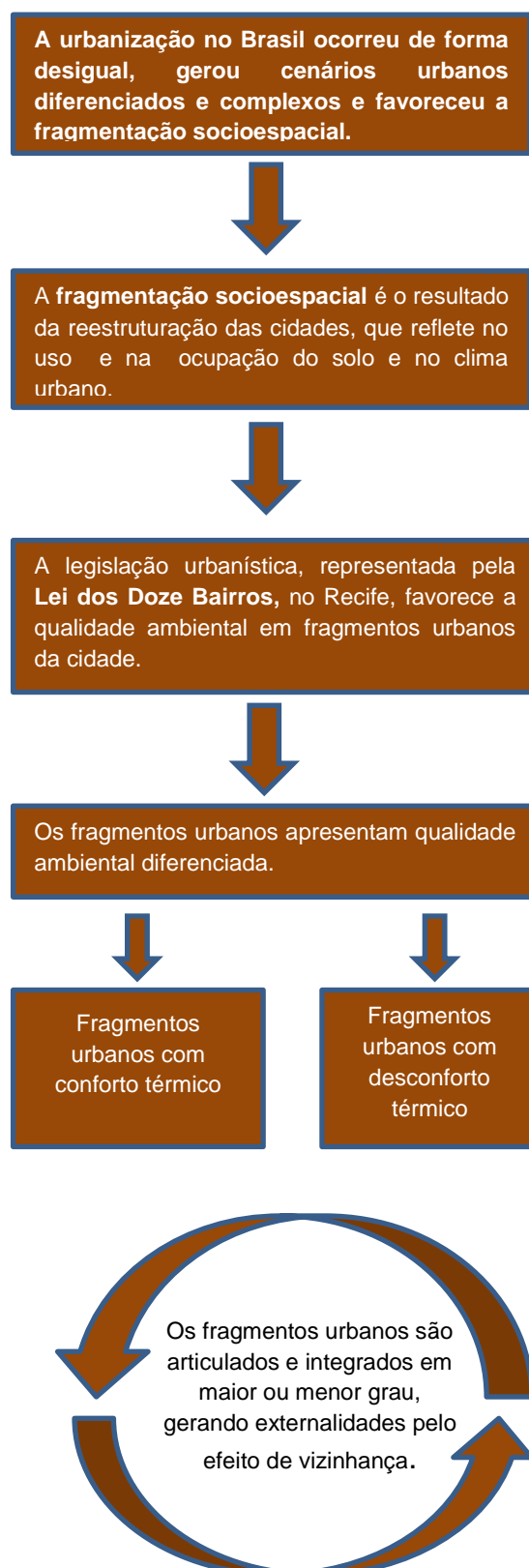
Para cumprir tal objetivo, foi necessário definir três objetivos específicos a fim de orientar o desenvolvimento do trabalho. São eles:

- 1) Conceituar e caracterizar a relação entre fragmentação socioespacial e conforto térmico, considerando a teoria e a realidade do Recife;
- 2) Identificar como os parâmetros urbanísticos presentes na Lei de Reestruturação Urbana – ARU – (Lei dos 12 bairros) favorecem o conforto térmico em Apipucos, Monteiro, Casa Amarela, Macaxeira, Nova Descoberta e na ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel;
- 3) Demonstrar, a partir de medições de variáveis climáticas e observações locais, a efetiva relação entre legislação e conforto.

Prodanov e Freitas (2013, p. 32) salientam que “o método hipotético-dedutivo inicia-se com um problema ou uma lacuna no conhecimento científico, passando pela formulação de hipóteses e por um processo de inferência dedutiva”. Nesse sentido, Lakatos e Marconi (2003) afirmam a importância do método, uma vez que ele permite a experimentação que é usada para demonstrar as hipóteses. Considerando a natureza da pesquisa realizada, o método hipotético-dedutivo foi o que mais atendeu às necessidades do trabalho, permitindo a criação das hipóteses, a coleta de dados para a realização da testagem e as análises posteriores.

O desenho do problema da pesquisa pode ser visualizado na Figura 2, a seguir.

Figura 2 – Desenho do problema



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

O ponto de partida da pesquisa corresponde à elaboração de uma discussão a respeito da forma urbana e do clima, considerando o processo de urbanização, a fragmentação socioespacial e o clima urbano, a fim de relacionar as diferentes condições de conforto térmico à forma urbana local e os padrões de ocupação, a partir dos padrões urbanísticos (Lei dos Doze Bairros) e as possíveis relações de externalidades do efeito-vizinhança.

Para a sua realização, partiu da hipótese de que a forma urbana determina a condição de conforto térmico e sua diferenciação em espaços livres. Assim, foram realizadas medições das variáveis climáticas de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento a fim de confirmar as evidências de que os pontos localizados na ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel e áreas em condições semelhantes, por não terem uma legislação específica de controle do uso e da ocupação do solo apresentam-se mais quentes que os pontos localizados em bairros limítrofes, onde a Lei dos Doze Bairros regula a ARU. Os resultados permitiram identificar desconforto térmico em toda área estudada, conforme a discussão apresentada mais adiante.

A pesquisa permitiu observar, analisar e comprovar as condições de conforto térmico e os elementos que o configuram. Apoiou-se, assim, na técnica de transecto, que consiste, segundo Krebs (1989) em caminhar ao longo de um percurso previamente determinado, registrando as medições em pontos equidistantes, sendo a distância variável em função das necessidades do estudo e do tempo para sua realização. Oke (1982) foi percussor do uso dessa técnica que passou a ser usada por outros autores e aplicada em vários estudos, entre eles os trabalhos de Santos et al. (2012), Pitton (1997), Amorim (2002) e Araújo et. al (1995).

Aqui, utilizou-se a técnica do transecto aplicada a um circuito, onde foram selecionados e marcados nove pontos de medição, denominados para fins da presente pesquisa de Pontos de Medição (PM) na área de estudo, onde se observou a forma urbana e seus elementos, de modo a contemplar áreas com diferentes padrões de ocupação e usos, abrangendo espaços com características geoambientais mistas (planície, morros, corpos d'água).

As hipóteses que fundamentaram a pesquisa bem como os objetivos específicos estão relacionadas no quadro com os conteúdos discutidos em cada capítulo desenvolvido, conforme consta no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos conteúdos discutidos na pesquisa

| SUBTEMAS | HIPÓTESES | OBJETIVOS | PROCEDIMENTOS | PRODUTOS | CAPÍTULOS |
|---|--|--|---|--|--|
| FORMA URBANA E CLIMA | A fragmentação da forma urbana determina a diferenciação do conforto térmico em espaços livres. | Conceituar e caracterizar a relação entre fragmentação socioespacial e conforto térmico, considerando a realidade do Recife. | Pesquisa bibliográfica a respeito da urbanização, fragmentação socioespacial e clima, focando estudos microclimáticos de conforto térmico em diferentes espaços. | Texto dissertativo sobre a importância do clima e da forma urbana na configuração do conforto térmico em diferentes espaços. | FORMA URBANA E CLIMA Urbanização e fragmentação socioespacial |
| PARÂMETROS URBANÍSTICOS E CONFORTO TÉRMICO | A aplicação da Lei de Reestruturação Urbana – ARU (Lei dos Doze Bairros) favorece a diferenciação do conforto térmico na zona norte do Recife. | Identificar como os parâmetros urbanísticos presentes na Lei de Reestruturação Urbana – ARU (Lei dos Doze Bairros) favorecem o conforto térmico em Apipucos, Monteiro, Casa Amarela, Macaxeira, Nova Descoberta e na ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel. | Discutir os parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo (gabarito, taxa de solo natural do terreno, coeficiente de utilização do terreno e afastamentos das divisas do terreno) à luz da Lei nº 16.719 /2001, conhecida como Lei de Reestruturação Urbana (ARU) - Lei dos 12 bairros. | Texto dissertativo sobre a importância dos parâmetros urbanísticos presente na Lei dos Doze Bairros na promoção do conforto térmico na área de estudo. | FORMA URBANA E CLIMA Parâmetros urbanísticos e conforto térmico |
| CONFORTO TÉRMICO | O conforto térmico decai à medida que aumenta a distância em relação à Área de Reestruturação Urbana (ARU). | Mostrar a relação entre parâmetros urbanísticos e conforto térmico na área de estudo; Comprovar que existem diferentes níveis de conforto térmico em áreas contidas na ARU e na ZEIS. | Coletar dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento nos bairros de Apipucos, Monteiro, Casa Amarela, Macaxeira, Nova Descoberta e na ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel. | Mapa de conforto térmico das localidades estudadas; caracterização do conforto térmico da área de estudo; demonstração de que os parâmetros urbanísticos da ARU influenciam, por efeito de vizinhança, o conforto térmico da ZEIS, presente na área de estudo. | CARACTERIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS LIVRES NA ZONA NORTE DO RECIFE |

O trabalho foi organizado em dois capítulos principais. Além da introdução, no primeiro capítulo, nomeado de **Fragmentação Socioespacial e Clima**, encontra-se o referencial teórico caracterizando a relação entre fragmentação socioespacial e conforto térmico, no contexto da bioclimatologia, discutindo conceitos e teorias, à luz de diversos autores que trabalham a temática. Inclui, portanto, pesquisa bibliográfica a respeito de estudos microclimáticos, forma urbana e conforto ambiental, com foco no conforto térmico, a fim de demonstrar a importância do clima e da forma urbana na configuração do conforto térmico em diferentes espaços. Além disso, apresenta e discute os parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo (gabarito, taxa de solo natural do terreno, coeficiente de utilização do terreno e afastamentos das divisas do terreno), no Recife, à luz da Lei nº 16.719 /2001, conhecida como Lei de Reestruturação Urbana (ARU) - Lei dos 12 bairros. Demonstra, assim, a contribuição de cada parâmetro urbanístico presente na Lei dos Doze Bairros na promoção do conforto térmico na área de estudo.

O terceiro e último capítulo, nomeado **Caracterização do Conforto Térmico em Espaços Públicos**, traz o trabalho empírico realizado na área de estudo e propõe mostrar que existem diferentes níveis de conforto térmico em áreas contidas na ARU e na ZEIS. Apresenta, para tanto, mapa de conforto térmico da área estudada; caracterização do conforto térmico das localidades e a demonstração de que os parâmetros urbanísticos da ARU influenciam, por efeito de vizinhança, o conforto térmico da ZEIS.

2 FRAGMENTAÇÃO SOCIOESPACIAL E CLIMA

2.1 Urbanização e fragmentação socioespacial

O processo de urbanização no Brasil teve sua intensificação a partir do século XX, com o desenvolvimento da industrialização. Este fato funcionou como um dos vários impulsos para o deslocamento da população das áreas rurais em direção às áreas urbanas, caracterizando o êxodo rural. A industrialização provocou a mudança de um modelo agrário-exportador para um modelo urbano-industrial. Assim, 84% da população brasileira residem nas cidades (IBGE, 2012). O forte crescimento demográfico também foi favorecido pelo resultado de menores taxas de mortalidade e maiores taxas de natalidade, proporcionada pelas melhorias advindas dos novos investimentos financeiros na estruturação das cidades, que incluiu embelezamento, saneamento básico e distribuição de água potável, conforme reconheceu Maricato (2001). Considerando o contexto, Sposito (2000, p. 50) cita que

A expressão da urbanização via industrialização não deve ser tomada apenas pelo elevado número de pessoas que passaram a viver em cidades, mas, sobretudo porque o desenvolvimento do capitalismo industrial provocou fortes transformações nos moldes da urbanização, no que se refere ao papel desempenhado pelas cidades, e na estrutura interna destas.

A respeito da urbanização, Lacerda (2012) cita que no período colonial (1550-1820) propunha-se uma cidade compacta, caracterizada por um único centro, onde se encontravam as pessoas de maior renda; à medida que se afastavam desse centro, perdia-se o prestígio social, uma vez que o centro era a área mais equipada, organizada, segura e provida de infraestrutura. Para Lacerda (2012, p. 24), “as cidades do período colonial traduziam espacialmente a estrutura social, econômica, política e cultural vigente”.

Na primeira fase da urbanização (1820-1920), marcada pela industrialização mais restrita à chegada dos imigrantes, já começavam a surgir as reformas urbanísticas favorecidas pela importação de modelos de cidades europeias mais desenvolvidas. É uma fase de estruturação setorial, a qual apresenta a expansão dos setores de alta renda a partir do eixo principal, crescimento linear, aparecimento das indústrias próximas aos modais de transporte e uma alteração no processo de

ocupação (os trabalhadores de baixa renda ocupando áreas que foram deixadas pela população mais abastada).

A segunda fase (1920-1970) foi marcada por uma urbanização mais intensa, causada pela substituição das importações, incentivando-se o desenvolvimento da industrialização interna. Característica dessa fase é a alocação das indústrias próximo das ferrovias e rodovias (como visto já na primeira fase). Encontra-se uma cidade polarizada, na qual as camadas sociais são distribuídas em partes extremas opostas. No Brasil, essa fase representa o êxodo rural, com a chegada da população do campo para viver nas cidades, vindo ocupar áreas dentro e fora da mancha urbana, num processo de periferização de forma legal ou clandestina.

De 1970 aos dias atuais, a urbanização é caracterizada por uma cidade fragmentada, uma nova fase de reestruturação intraurbana viabilizada pelo progresso da tecnologia. Para Bordsdorf (2003) e Janoschka (2002, apud LACERDA, 2012), nesse período, “as cidades deixaram de ter grandes áreas ricas e pobres, grandes zonas residenciais e industriais, passando a constituir-se de múltiplos fragmentos, protegidos por muros e cercas”, apesar de que as cidades latino-americanas continuam revelando essas grandes áreas ricas e pobres.

Mendes (2011) considera chamar a fase atual da urbanização de pós-industrial ou pós-moderna, onde a internacionalização propõe outros tipos de produtividade e experimentação de outras formas de organização econômica, desenvolvendo telecomunicações e transportes.

Logicamente, a urbanização provocou uma série de mudanças do ponto de vista estrutural, sobretudo pelo desenvolvimento de inúmeras técnicas que favoreceram melhores condições de infraestrutura (SANTOS, 1993), as quais não chegaram de forma homogênea a todas as cidades.

Como a urbanização é um processo contínuo, as cidades se expandem. No entanto, o crescimento das cidades trouxe muitos problemas, como a ocupação irregular de muitas áreas, crescimento desordenado, ocasionando diversos problemas ambientais, fazendo com que as cidades brasileiras adquirissem expressões distintas. Pequeno (2008, p. 2) diz que “o surto da urbanização ocorre dentro de um cenário em que os processos de planejamento urbano e regional permaneciam estanques à nova realidade”. Já Villaça (1998) comenta que os instrumentos de planejamento gerados neste período não privilegiaram o combate à desigualdade.

Nesse sentido, tem-se em pauta uma mudança da organização do espaço urbano, uma vez que afeta a construção da cidade e a vida das pessoas. As desigualdades econômicas no território brasileiro e a dificuldade de algumas regiões em se inserirem com força na economia nacional, possibilitou a ocorrência de uma urbanização diferenciada, refletida em cada uma das regiões brasileiras com seus diferentes aspectos de transformação e desenvolvimentos diferenciados.

Lacerda (2012) considera que as transformações vêm ocorrendo devido à passagem de uma fase industrial para uma fase caracterizada pela incrementação dos serviços, mediada por um alto desenvolvimento de tecnologias, a qual Santos (1993) denominou de meio técnico informacional.

Mendes (2011, p. 477) reconhece o caráter dinâmico e heterogêneo das cidades e vê que

Nas teorias da condição urbana pós-moderna, a cidade é hoje apreendida como um “sistema complexo”, irredutível à separação em funções elementares e em zonas estanques. Ela deve ser concebida como uma realidade flexível que se pode adaptar e modificar ao longo do tempo, ao contrário da produção massificada dos grandes conjuntos habitacionais, ilustração dramática da rigidez do período moderno.

Nesse sentido, Lacerda (2012, p. 21) ainda salienta que

as cidades e seus habitantes vêm mostrando capacidades diferenciadas de inércia¹ de resistência e de readaptação às mudanças na organização econômica, até porque as cidades e os segmentos sociais nelas residentes são inseridos de maneira e em velocidade distintas nesta organização.

Ou seja, é justificável que, nesse processo de reestruturação das cidades, haja desenvolvimentos distintos um do outro, tendo seu reflexo na vida econômica e social da cidade e de seus habitantes. Nesse contexto, observa-se um processo de fragmentação socioespacial cujo resultado advém exatamente dessas relações.

Vasconcelos (2016) fez um excelente trabalho ao expor suas contribuições para a compreensão sobre os processos e formas espaciais nas cidades. Ele comenta que as desigualdades sociais nas cidades refletem nas formas do espaço urbano, apesar de diferirem devido aos contextos distintos. Para ele, as diferenças dos processos e formas resultam de formas espaciais que foram impostas em tempos pretéritos e que se sobrepuseram às inércias vivenciadas por muitas

idades, as quais passaram por um período de mudanças radicais, causadas por processos mais amplos, com destaque para a globalização, a qual juntamente com contribuições diversas (movimentos sociais, atuação do estado, economia etc.) modificou a forma das cidades e criou outras desigualdades. É nesse contexto que ele reconhece que “não há espaços homogêneos, sobretudo na escala das cidades” (VASCONCELOS, 2016, p. 18) e nos apresenta os diversos modos de entender as formas socioespaciais. Além disso, deixa claro que “formas espaciais semelhantes podem ser resultantes de processos diferenciados” (Idem). Ele divide essas formas a partir das noções que diversos pesquisadores têm de conceitos utilizados em estudos relacionados às diversas áreas. Assim, vale compreender: as noções ligadas aos espaços; as noções ligadas aos indivíduos; as noções ligadas aos indivíduos e aos espaços. Em virtude da especificidade do presente trabalho, a discussão será concentrada nas noções ligadas ao espaço.

As noções ligadas aos espaços contemplam a diferenciação socioespacial e a desigualdade socioespacial. No primeiro, Vasconcelos (2016) cita as diferenças que podem ser observadas nas favelas, podendo ser claramente visíveis ou não, uma vez que as formas podem ser diferentes das estruturas sociais. No que concerne às desigualdades socioespaciais, é a presença da burguesia destoando da extrema pobreza (ou vice e versa) em derredor que caracteriza a condição. Nesse tipo de situação, podem-se considerar dois tipos de condição: justaposição e separação. A justaposição engloba as situações em que existe a tolerância da convivência entre diferentes condições sociais numa proximidade territorial muito grande. O autor considera que, no Brasil, a situação é muito clara no clássico exemplo Paraisópolis/Morumbi, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Contrastes entre Morumbi e Paraisópolis (São Paulo/SP).



Fonte: Veja SP (Foto de Tuca Vieira/Folha Imagem), 2011.

Em muitos casos, onde essa aproximação socioespacial não é tolerada, entra em xeque a separação, entendida como “forma radical de divisão do espaço urbano com muros ou obstáculo, visando separar diferentes comunidades” (VASCONCELOS, 2016, p. 19). Na nossa realidade, a separação não é aplicável, ainda que tenha havido tentativa, no Rio de Janeiro em construir muro com objetivo de cercar a favela da Rocinha e outras favelas, como destaca o autor. Nesse sentido, ultrapassa a dimensão e a escala dos condomínios fechados.

Ainda no que se refere às noções ligadas ao espaço, o autor comenta sobre a dispersão urbana, que tem relação com a periferização das cidades devido aos custos altos e aos incômodos de viver nas áreas centrais. Este fenômeno, possibilitado pelos investimentos em infraestrutura, permitiu o crescimento de outras áreas da cidade e de sua expansão.

Vale salientar que casos semelhantes aos lugares mencionados se destacam em várias cidades, ainda que com impacto menor. No Recife, por exemplo, encontram-se enormes áreas de baixa renda encravadas no meio de bairros de alto poder aquisitivo, como pode-se ver na Figura 4.

Figura 4 – Contrastes entre Boa Viagem e Entra Apulso (Recife/PE).



Fonte: Pinterest, 2012.

Contemplando esse processo, encontramos dois novos conceitos que vêm permitir outra visão do espaço e das relações que se estabelecem nele. Logo, a noção de divisão em partes e fragmentação entram no vocabulário das práticas do urbano.

Marcuse (2004) foi quem propôs o *quartering* (divisão em partes) que equivale à divisão do espaço urbano em distritos. Nessa divisão, encontram-se áreas afluentes, de gentrificação, os bairros da classe trabalhadora e áreas abandonadas. Já Vasconcelos (2016) associa esse termo ao modelo da cidade setorial proposto por Hoyt, o qual foi base dos estudos de Villaça (1998). Marcuse também se refere ao *quartering* como outro termo, conhecido como *partioned city*, que é a cidade dividida em partes, onde se vê áreas históricas, áreas decadentes, bairros residenciais, bairros residenciais afluentes, condomínios e loteamentos fechados, bairros de trabalhadores, conjuntos habitacionais, loteamentos periféricos precários, favelas e uma série de possibilidades. Isto é, essas partes englobam toda a diversidade que faz a cidade heterogênea, tal como ela é. Compreende-se, assim, a divisão em partes, proposta por Marcuse (2004) como uma divisão administrativa para facilitar a identificação das áreas, tal como ocorrem nas cidades atuais.

Já a fragmentação é uma noção que entrou mais recentemente nas discussões dos processos e formas espaciais. Num olhar mais amplo, a ideia de fragmentação permite compreender a cidade em sua heterogeneidade.

Alguns autores remetem a fragmentação a um processo danoso que cria bases para a segregação. Santos (1990), por exemplo, faz uma associação da fragmentação com a desintegração causada pela imobilidade/isolamento das camadas mais pobres da população. Prévôt Schapira (1999, p. 129) vê ainda com mais seriedade:

A fragmentação é o resultado do desaparecimento do funcionamento global em benefício das pequenas unidades, a diluição das ligações orgânicas entre os pedaços da cidade, bairros de pobreza justapostos a partes isoladas de riqueza no seio dos arquipélagos urbanos.

O posicionamento do autor nos direciona, ainda que de modo sutil, a entender o processo de fragmentação a caminho da segregação, numa justaposição à beira da radicalização.

Paquot (2012, p. 113) nos diz que “quando se fala em uma cidade fragmentada, subentende-se que ela formava um todo homogêneo e que agora é constituída por territórios diferentes”. Segundo esse autor, a organização territorial foi estabelecida a partir da globalização e pelo desenvolvimento do automóvel, o qual facilitou os deslocamentos.

Navez-Bouchanine (2002) dividiu a fragmentação em quatro dimensões: 1) social; 2) da forma urbana; 3) socioespacial; 4) administrativa e política do território urbano. No seu ponto de vista, a fragmentação seria uma explosão, na qual cria-se um mosaico urbano, apresentando um crescimento fractal, cheio de fronteiras internas. Benko (1996) também se refere a uma “fratura” que dá origem a um mosaico de territórios diferenciados. Santos, Souza, Silveira (1994, p.25) também a reconhece como um processo que “explode territórios”. Assim, a fragmentação seria “um processo de fechamento de territórios espacialmente delimitados e habitados por populações socialmente homogêneas” (NAVEZ-BOUCHANINE, 2002, p.62), concordando com Paquot (2002), no que concerne à homogeneização.

Souza (2006) vê a fragmentação no sentido mais amplo, de modo a incluir a dimensão político-social em suas análises, destacando que além do fechamento em condomínios, há aquele causado pelo controle dos traficantes, de alguma forma promovendo fronteiras.

Já Vasconcelos (2016) apesar de descartar a segregação, enxerga a fragmentação “como um contraponto ao processo de globalização”, ou seja, a fragmentação veio desmanchar aquilo que foi proporcionado pela segregação.

Nesse sentido, percebe-se algum radicalismo no modo de enxergar a fragmentação, pois quando consideramos o ponto de vista de diferentes autores: Marcuse (2004), Marcuse Van Kempen (2006), Prévôt Schapira (1999), Paquot (2002), Navez-Bouchanine (2002) e Souza (2006), verificamos que o conceito se complementa e termina por assumir a ideia de um espaço heterogêneo e contraditório em todos os sentidos e Vasconcelos (2016) acaba por reconhecer que “a cidade fragmentada, portanto, corresponde a uma mistura de usos desconectados, mal articulados pelas infraestruturas de transporte” (VASCONCELOS, 2016, p. 22). Para ele, nessa fase, a ação ou não do estado, os agentes imobiliários e a população pobre é quem produzem a cidade fragmentada.

Para Mendes (2011, p. 477), a cidade pós-moderna já não evidencia distinções sociais bem demarcadas no sentido de se conseguir distinguir com clareza onde começa uma classe e onde acaba outra, passando a uma estrutura social mais desestabilizada e desorganizada, haja vista a enorme quantidade de fragmentos com padrões de ocupação diferenciados.

Salgueiro (1999) afirma que a fragmentação socioespacial é uma característica da cidade pós-industrial. Logo, ela a define como “uma organização territorial marcada pela existência de enclaves territoriais distintos e sem continuidade com a estrutura socioespacial que os cerca” (SALGUEIRO, 1999, p. 225). Para ela, “a fragmentação traduz o aumento intenso da diferenciação e a existência de rupturas entre os vários grupos sociais, organizações e territórios” (Idem). A autora apresenta quatro características desse processo. A cidade fragmentada é: 1) policêntrica (apresenta diversos centros comerciais que ofertam serviços diferenciados, anulando a dependência com o centro principal); 2) tem enclaves (elementos destoantes do contexto do tecido onde se encontram); 3) composta por áreas funcionalmente mistas (residências, condomínios, comércio, lazer etc); 4) dessolidarizada (as relações são em redes, à distância).

Assim, é possível identificar nas cidades um conjunto de fragmentos que ora se articulam, ora se afastam, formando um bolo nem sempre coeso. Em outras palavras, Lacerda (2012) confirma o conceito de Salgueiro (1999), visto que define fragmentação espacial como “a divisão da cidade em partes (fragmentos), que

podem ser individualizados, a partir da identificação dos diversos padrões de uso e ocupação do solo” (LACERDA, 2012, p.22).

Ainda que em sua definição Lacerda (2012) deixe de fora o elemento ‘social’, a sua discussão o inclui, uma vez que é impossível, nesse caso, desarticular o espacial e o social, já que a cidade não se constrói sozinha, confirmando a fala de Santos (1996, p. 12) quando diz que “o espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e, também, contraditório de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como um quadro único no qual a história se dá”. Lacerda (2012) considera que as cidades brasileiras já nasceram fragmentadas, portanto, rejeita a perspectiva da cidade dual que incluiria a possibilidade de segregação.

Para Galvão (2013), “a fragmentação espacial pressupõe o entendimento de como a cidade foi dividida e de que maneira suas partes são classificadas de acordo com o nível de infraestrutura que possibilite a integração entre suas partes”. Ao lado da fragmentação, existe um movimento de integração que tende a articular os fragmentos. As diferenças entre os fragmentos estão relacionadas aos níveis de provimento de infraestruturas (mobilidade de pessoas e bens), sendo elas definidoras dos graus de integração geral entre as partes, possibilitando a extensão de inter-relação também com outras cidades.

Nesse sentido, Galvão (2013, p. 2) afirma que esses movimentos visam compreender a capacidade que as cidades têm de promover os diferentes padrões de ocupação que existem nas cidades, “bem como as diversas condições de serviços e infraestrutura, vitais para a promoção da integração entre os espaços”.

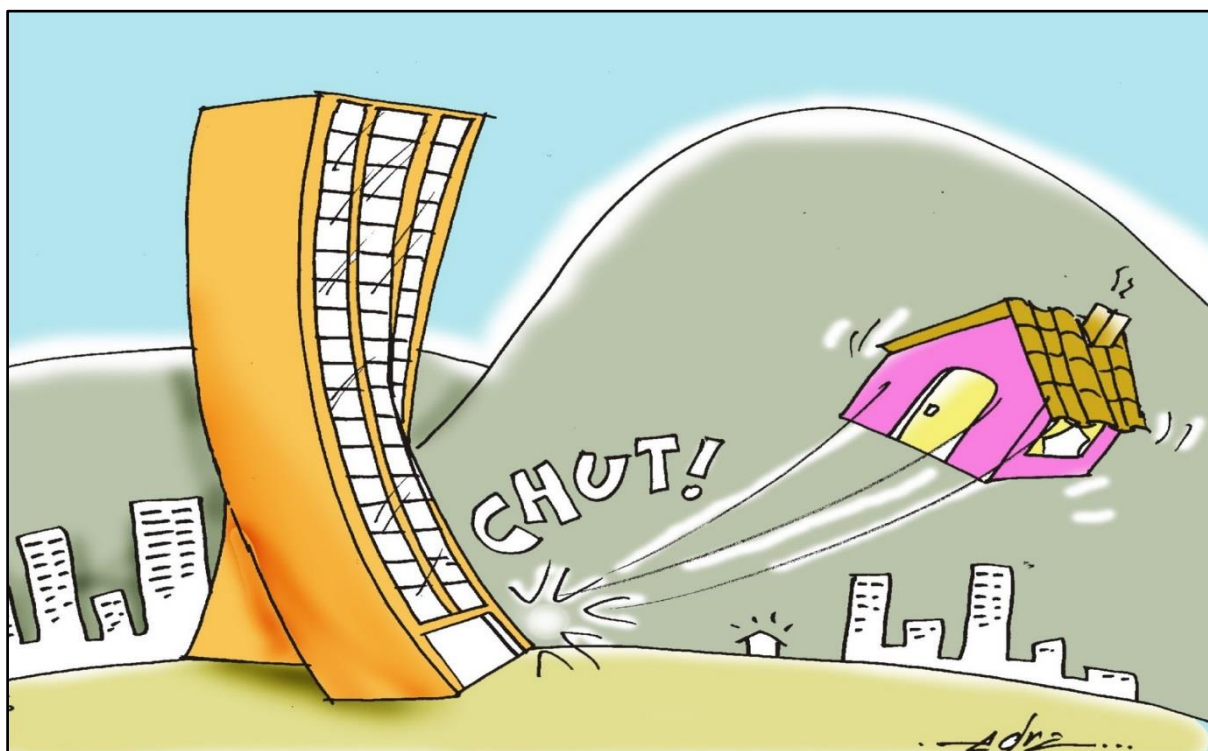
Galvão (2013) ainda menciona que o fenômeno de fragmentação/integração não é recente, tampouco exclusivo das cidades brasileiras. Mas, sim, global e presente ao longo da história das cidades.

Salgueiro não parece muito otimista no que se refere à possibilidade de uma cidade homogênea. Para ela, “o aumento das mobilidades, a crise econômica e a posterior reestruturação, o aumento da diversidade e a fragmentação da estrutura social encontram eco na organização urbana que tende a evoluir para uma maior fragmentação” (SALGUEIRO, 1999, p. 226). Por isso, a autora credits ao progresso da globalização as consequências de ordem econômica e social, uma vez que colaborou para modificar os modos de produção e a apropriação do território, da estrutura das cidades e as relações que nela se estabelecem.

Se de um lado a fragmentação propõe a existência de enclaves que provocam choques de continuidade, a integração vem para articular as partes, de modo a negar hierarquias e especializações, possibilitando “a tendência para mistura de usos” (Idem), facilitando as diversas interações, os fluxos.

A despeito do processo evolutivo da urbanização e das várias nuances que o envolveu, Salgueiro (1999) salienta a existência e a atuação de um mercado de especulação imobiliária que atua, tanto no centro como nas periferias, para reabilitar e valorizar áreas, com pouca regulação do Estado, deixando margens aos diferentes processos de ocupação dos vários grupos. Nesse sentido, passa a haver as chamadas nobilitação e gentrificação de locais e, conseqüentemente, uma distinção entre os que podem e os que não podem ter acesso a eles. A Figura 5 expressa, de modo bem severo, como ocorrem os dois processos, que se caracterizam pela mudança dos usos, da forma urbana e valorização das áreas.

Figura 5 – Representação dos processos de gentrificação e de nobilitação de áreas



Fonte: Página da Courb¹

¹ Disponível em <<http://www.courb.org/pt/o-que-e-gentrificacao-e-por-que-voce-deveria-se-preocupar-com-isso/>> Acesso em 03/07/2019.

No contexto dessas discussões, Salgueiro (1999) diz que

representam a reapropriação da centralidade por atividades e grupos sociais de maior poder econômico que se vêm justapor ao tecido pré-existente e introduzem rupturas bruscas entre os territórios ocupados pelos vários grupos e organizações que embora sejam contíguos não apresentam qualquer continuidade (SALGUEIRO, 1999, p. 227).

É por isso que apesar de excluir a segregação da cidade fragmentada, Salgueiro (1999) considera a existência de condições de segregação. Já Lacerda (2012) nega completamente a segregação, pois acredita que supor a presença da segregação é reduzir a análise e todas as complexidades que a cidade abrange. Assim, ela se justifica na articulação das infraestruturas e nos níveis de integração que isso favorece; ademais, se apoia numa possível contradição de Salgueiro, quando esta diz que há uma “cidade arrumada com os grupos sociais e as atividades econômicas cada um no seu lugar, na qual se desenvolvem trocas entre espaços desiguais, se tecem interdependências e multiplicam solidariedades”. Nessa situação, concorda-se com Lacerda, uma vez que seu ponto de vista faz todo o sentido e possibilita coerência com a discussão realizada. Nesse trabalho, será considerada para efeitos de conceituação, a definição de fragmentação fornecida por Lacerda (2012).

Lacerda (2012) ainda discute que no processo de reestruturação das cidades brasileiras, o movimento de fragmentação e integração espacial apresentou condições distintas conforme a evolução temporal. Assim, houve um movimento de fragmentação com continuidade espacial que durou entre 1960 e 1990, com ocupação extensiva das metrópoles, sobretudo pelo incremento da migração intensa nos anos de 1960 e 1970. Nesse período, as periferias e cidades próximas foram ocupadas, tanto as áreas públicas quanto as privadas, inclusive onde não havia infraestrutura para atender a essas populações. Ou seja, novas práticas urbanizadoras passaram a fazer parte do cenário das cidades, tanto com as ocupações irregulares por população de baixa renda em diversas áreas quanto com as ações do estado que se voltam à construção de conjuntos habitacionais. Assim, desenvolvem-se “diversos fragmentos, pouco articulados, pouco integrados”, mas de alguma forma permitindo a continuidade do espaço urbanizado. Na Figura 6, é possível visualizar um pouco dessa diferenciação a partir das ocupações nos morros e nas áreas planas, no Recife.

Figura 6 – Fragmentação socioespacial e seus contrastes - Casa Amarela/Alto Santa Isabel (Recife/PE)



Foto: Josafá Gomes, 2017.

A ocupação intensiva veio como substituição de estruturas antigas e a criação de novas áreas centrais. Além disso, cresceram áreas verticalizadas, sobretudo nos bairros tradicionais, propulsionado pela dinamização do mercado imobiliário. Surgiu assim, a diferenciação espacial devido à fragmentação social causada pela diversidade e desigualdade entre a população. Ou seja, a divisão social do trabalho termina por influenciar na condição social e determinar a divisão social do espaço tornando a cidade ainda mais complexa, uma vez que “à distinção social deve corresponder uma diferenciação espacial” (LACERDA, 2012, p. 34). Um pouco dessa complexidade pode ser observada a partir da Figura 6, na qual verifica-se o contraste das formas de ocupação bem como a proximidade física das áreas que sugere a integração entre elas.

Lacerda (2012) ainda enumera algumas características da fragmentação, algumas delas já citadas por Salgueiro (1999). São elas: multiplicação de áreas centrais (o policentrismo em Salgueiro, 1999); leitura social (a presença de enclaves, em Salgueiro, 1999); uso misto (corresponde às áreas funcionalmente mistas, em Salgueiro, 1999); diferenciação espacial (a dessolidarização, em Salgueiro, 1999). Todas essas características traduzem a heterogeneidade da fragmentação das cidades que se apresentam nas diferentes facetas que se encontram, deixando

margens para discussões distintas. Na Figura 7, é possível identificar nas imagens um pouco da heterogeneidade das paisagens e da expressão da fragmentação socioespacial conforme comentam as autoras.

Figura 7 – Diversificação da cidade fragmentada (Casa Amarela, Recife/PE)

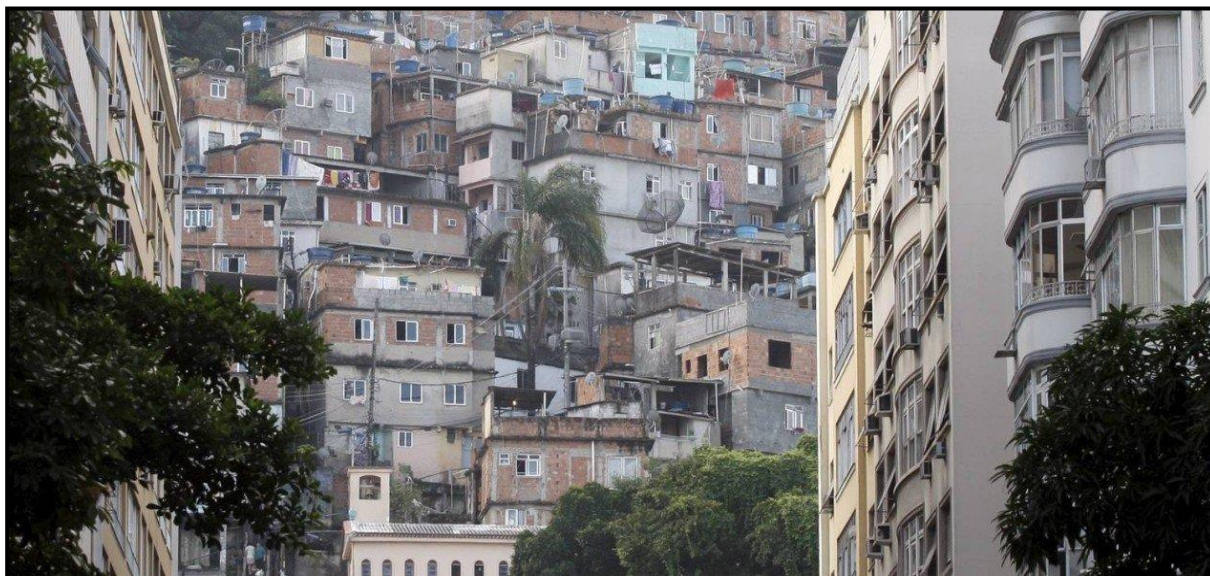


Foto: Josafá Gomes, 2017.

No que concerne à continuidade espacial da fragmentação, Lacerda (2012) salienta que na região metropolitana de São Paulo as áreas ocupadas pelo grupo de alta renda apresentam continuidade espacial, com concentração na cidade de São Paulo; já as áreas de baixa renda concentram-se nos municípios periféricos.

Diferentemente, no Rio de Janeiro, a população de baixa renda acompanha as áreas ricas (de planície) linearmente através da ocupação dos morros, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Contrastes entre Copacabana e Morro do Cantagalo (Rio de Janeiro/RJ).



Fonte: Agência O Globo (Foto de Marcos Tristão), 2008.

Na cidade do Recife, “diversas áreas pobres são encravadas em áreas altamente valorizadas” (LACERDA, 2012, p. 34), remetendo a um processo de fragmentação espacial ainda mais acentuado. Na Figura 9, fica representada a situação de um recorte do Recife, onde a Vila Esperança/Cabocó está inteiramente inserida no Monteiro, como um apêndice deste bairro.

Figura 9 – Fragmentação com continuidade espacial no Recife

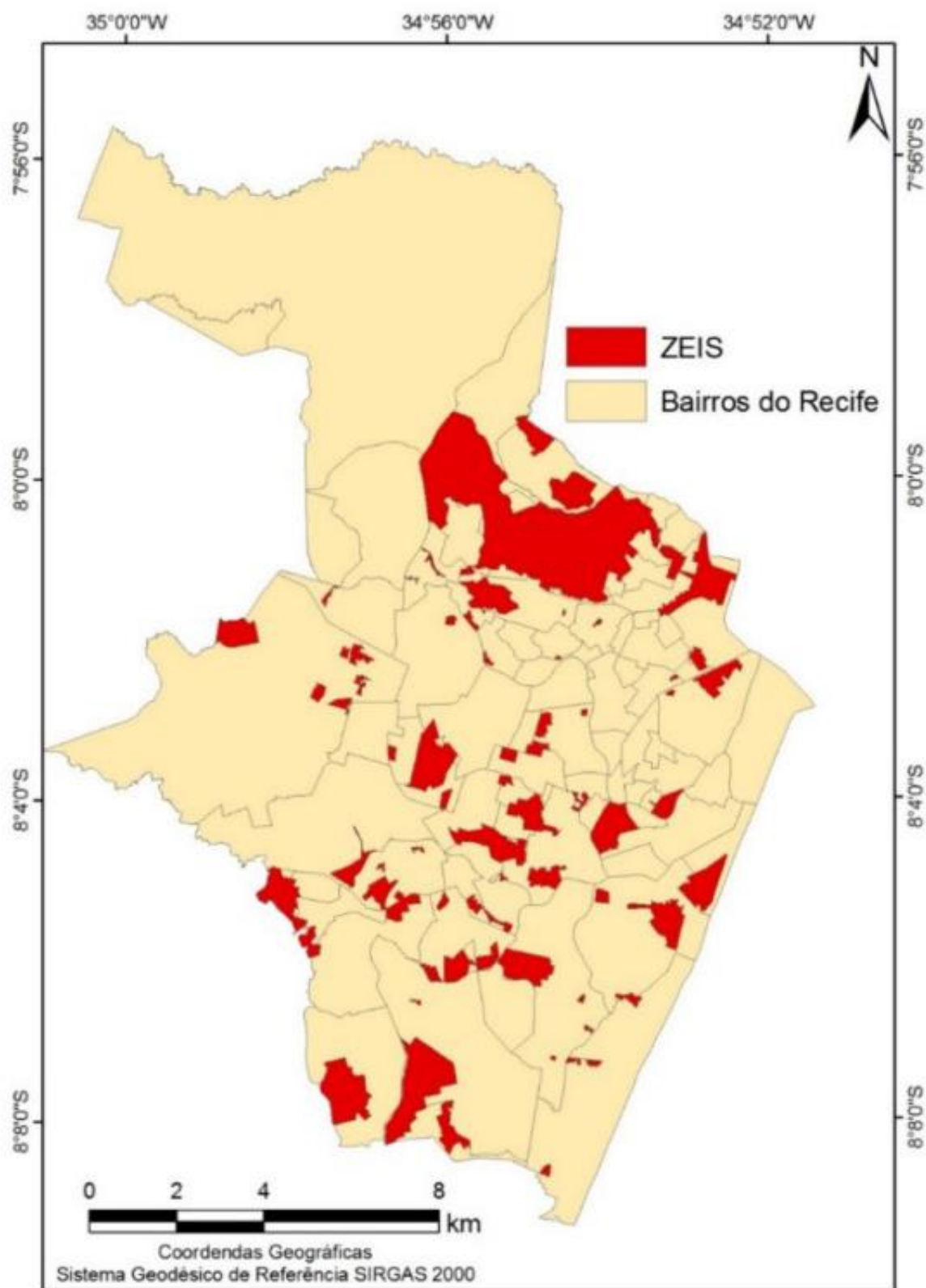


Fonte: Google Earth/2019

Esse processo de fragmentação, juntamente com a continuidade espacial, pode ser verificado em toda a cidade. As localidades onde foram realizadas as coletas de variáveis climáticas apresentam alta renda, como Apipucos e Monteiro, onde se identifica o processo de verticalização, correspondente ao aproveitamento do solo e à valorização imobiliária, áreas que exibem alta qualidade ambiental, ocupadas por uma população de alto poder aquisitivo. Os bairros citados estão incluídos numa área de reestruturação urbana (ARU), regidos por legislação especial (LEI Nº 16.719/2001) no que concerne ao uso e ocupação do solo, infraestrutura, urbanização e reurbanização. Em continuidade espacial, em extrema proximidade, mas fora da legislação mencionada, encontram-se áreas de interesse social representadas pela população de menor poder aquisitivo dos bairros de Casa Amarela, Macaxeira, Nova Descoberta e Altos do Mandu/Santa Isabel, esta já caracterizada como Zona Especial de Interesse Social (ZEIS). Então, verifica-se que

essas áreas caracterizam a fragmentação social, a diferenciação social bem como a diferenciação espacial, conforme já foi discutido. Na Figura 10, estão representadas as ZEIS do Recife, figurando em torno dos bairros da cidade, sejam em áreas nobilitizadas ou comuns.

Figura 10 – As Zonas Especiais de Interesse Social no Recife/PE



Fonte: Almeida et al (2019).

A fragmentação com e sem continuidade espacial é identificada por Lacerda (2012) a partir de 1990. Segundo ela, as características se tornam ainda mais complexas, hajam vistas as novas nuances surgidas em virtude da economia globalizada que terminou por alterar o estilo de vida das populações citadinas. Ela considera, sobretudo, a recomposição e a diversificação social devido às mudanças nas formas de ocupação do solo urbano: nas periferias de melhor qualidade ambiental passam a existir inúmeros e grandes condomínios fechados, murados. A mudança da estrutura do padrão construtivo dos bairros também se alterou: onde havia ocupação horizontal, passou a apresentar moradias verticais, com alta densidade construtiva. Vale salientar que não se alterou a utilização do uso misto. Ademais, Lacerda (2012) afirma a consolidação de áreas pobres (como as ZEIS, por exemplo), com o policentrismo e a dispersão.

No que se refere à consolidação de áreas pobres, data do início da década de 1960 as primeiras iniciativas em prol da instituição de um padrão de política urbana orientado aos princípios de gestão democrática da cidade, fortalecimento da regulação pública do uso do solo urbano e inversão de propriedade no tocante à política de investimentos urbanos (RIBEIRO, 2003).

Não obstante, tais princípios, considerados reformistas, foram tolhidos pelo advento do golpe de Estado de 1964, e, apenas nos anos 1980 emergiu a proposta de reforma urbana, com os princípios anteriormente mencionados. Neste ínterim, a participação popular teve seu incentivo quando do processo de reabertura democrática – ressalte-se que fora lento e gradual – e se estabeleceu no regimento interno da Constituinte Brasileira a utilização do mecanismo da iniciativa popular para a elaboração de emendas populares ao projeto em curso da Constituição Federal (CF) de 1988.

A incorporação dos artigos 182 e 183, no que concerne à política urbana na Carta Magna, demandados da emenda popular, embora não contemplasse todos os pleitos almejados pelos atores que, em alguma medida, estavam engajados no movimento pela reforma urbana, significou um avanço importante e inseriu uma série de “instrumentos tributários e jurídicos que normatizaram a ação do Poder Público sobre o espaço urbano” (CORREIA, 2003, p. 165).

A lei que regulamentara os ditos artigos teve sua primeira versão apresentada ao Congresso Nacional no ano de 1989, mas apenas no ano de 2001, a Lei 10.257, denominada Estatuto da Cidade, foi sancionada e aprovada pelo

Presidente da República. É válido destacarmos, assim como observa Ribeiro (2003), que o Estatuto incorpora dois modelos de política urbana. O primeiro, de natureza redistributiva, em que pese direcionar parte da renda real gerada pela expansão urbana para o financiamento de ações públicas, visem equalizar as condições habitacionais e urbanas da cidade; e, por conseguinte, de natureza regulatória, uma vez que visa submeter o uso e ocupação do solo às necessidades coletivas.

Considerando a perspectiva exposta, acredita-se que a cidade é produto de uma atividade participativa, o que significa dizer que a sua construção envolve diversos atores e agentes promotores. Por assim dizer, acrescenta-se que movimentos sociais no final da década 1980 ganharam maior expressão, também, por conta do aumento de investimentos imobiliários privados como resultado da mercantilização do desenvolvimento dos espaços urbanos. Foi neste contexto que, na década de 1980, surgiram vários movimentos sociais como os Sem Terra, que lutam por posse de terra, Regularização Fundiária e Moradia. Assim como surgiram as Áreas Especiais de Interesse Social (AEIS), mais tarde as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS).

No âmbito da luta pelo Direito à Cidade, foi elaborada e sancionada na cidade do Recife, em particular, a Lei municipal nº 14.947/1987, que criou o Plano de Regularização das Zonas Especiais de Interesse Social – PREZEIS, com um modelo de gestão participativa com vista a tornar efetivo o instrumento urbanístico-regulatório das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e as Comissões de Urbanização e Legalização (COMUL), como espaço institucional deliberativo em relação aos projetos de urbanização e legislação.

No contexto das mudanças, foram criadas leis específicas, entre elas a ZEIS, cuja experiência pioneira se deu na Cidade do Recife, no ano de 1983, onde uma nova Lei de Uso e Ocupação do Solo reconheceu essas áreas como parte integrante da cidade, produzindo resultados benéficos para a cidade. Ainda que inicialmente não garantisse pleno direito à terra ocupada, em anos futuros, as comunidades passaram a ter seus direitos de permanência garantidos por lei, sendo regulamentada em 1987, por meio do Plano de Regularização das ZEIS (PREZEIS). Esse instrumento legal, além de afastar a especulação imobiliária das áreas das ZEIS, permitiram melhorias das condições urbanísticas.

A discussão confirma o posicionamento de Lacerda (2012, p. 37), quando diz ser “importante frisar que, se essas áreas se consolidaram, foi porque seus

moradores resistiram ao processo de expulsão, a fim de permanecerem articulados/integrados com seu entorno, onde muitos trabalham. Logo, foi de grande importância a resistência dos moradores dessas áreas bem como a participação nas discussões de caráter da gestão participativa que, de alguma forma, funcionou para a institucionalização das ZEIS.

O policentrismo e a dispersão partem da recusa de um ideal monocêntrico de organização espacial metropolitana. Ou seja, o gradiente centro-periferia é marcado pela ruptura da continuidade, dando um caráter de amplitude. Logo, não é mais preciso que haja continuidade da mancha urbana para se estabelecer comunicação entre os diferentes espaços. Por isso, “as periferias metropolitanas emergem como espaços de intenso dinamismo e alta complexidade, submetidos a contínuos conflitos, em decorrência da multiplicidade dos atores e interesses envolvidos” (LACERDA, 2012, p. 37).

A cidade do Recife, como outras cidades contemporâneas, é um produto da sociedade capitalista e cenário de muitas contradições. Reynaldo (2013) aponta que, a partir de 1840, iniciou-se um processo de modernização e expansão da antiga cidade colonial, com o objetivo de adaptá-la às necessidades do notável crescimento demográfico e econômico. No entanto, ainda que se prezasse pela organização e regulação, no contexto evolutivo apresenta um processo de produção do seu espaço urbano desigual e desordenado, caracterizando uma grande diversidade de formas de ocupação, permitindo a coexistência de espaços de pobreza e áreas supervalorizadas, compreensível do ponto de vista da fragmentação socioespacial. Sobre isso, Cavalcanti e Avelino (2008, p. 32) apontam que

No seu processo de modernidade, o Recife apresenta grandes contradições, desigualdades e formas de exclusão gritantes. Isso reforça a concepção de que o processo de modernização apresentado para a região Nordeste, em que a cidade do Recife está incluída, tem induzido transformações sociais, ambientais e tecnológicas intensas, que, a despeito de possuírem algum valor econômico e social, não superam, mas, sobretudo aprofundam as desigualdades existentes na região.

No Recife, condições análogas de desigualdade, devido à diferenciação social e espacial podem ser observadas em muitas áreas da cidade. Na zona norte, por exemplo, podem-se destacar vários locais, que atualmente estão institucionalizados como Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), instaladas em meio a bairros de

alta e média renda como Apipucos, Monteiro e Casa Amarela. Nestes, destaca-se a ZEIS Altos do Mandu/Santa Izabel.

Lacerda (2012, p. 22) aponta que os contrastes encontrados nas cidades são compreensíveis, uma vez que estas são compostas por fragmentos distintos, e essa fragmentação espacial, entendida “a partir da identificação dos diversos padrões de uso e ocupação do solo, bem como dos níveis de provimentos das infraestruturas”, justifica as diferenças. Ou seja, não existem segregação nem exclusão espacial, tendo em vista que os diferentes fragmentos se articulam de alguma forma. Ela salienta a existência de uma multiplicidade de fragmentos nas cidades contemporâneas que se comunicam e se articulam entre si e com outros. No entanto, o fato de haver articulação e integração entre os fragmentos da cidade não elimina a existência das desigualdades.

As diferenças nos fragmentos ficam muito evidentes em várias localidades da cidade, deixando expostos os contrastes que se formam na paisagem onde figuram bairros de maior e menor renda numa aproximação muito grande, como já apresentado nas Figuras 6 e 7.

Lacerda (2012) considera o fato de haver subordinação dentro do espaço das cidades (geralmente, os pobres subordinados aos ricos), mas discorda que haja um dualismo que separe a cidade do rico e a cidade do pobre. Ela diz que ao propor um dualismo acabam se atribuindo valores positivos aos ricos e negativos aos pobres, fortalecendo uma perspectiva reducionista.

As áreas mais abastadas economicamente atuam como fator de atração para grupos excluídos, pois estes veem nas áreas ricas oportunidades diversas, como obtenção de trabalho, emprego e/ou renda. Assim, é comum que ao redor de áreas ricas existam ocupações informais ou mesmo aquelas já consolidadas. Por isso, Cavalcanti e Avelino (2008, p. 32) nos lembram de que

Os núcleos de riqueza atraem, paradoxalmente, para perto de si a presença daquelas populações consideradas “indesejáveis”, que sobrevivem da oferta de atividades econômicas e sociais, quando existem, criadas para dar suporte às áreas mais abastadas, e dos ressaibos deixados pela sociedade.

Nesse contexto, a posição das autoras é perfeitamente compatível com o posicionamento de Lacerda (2012, p. 27), quando ela afirma:

Ora, se existem trocas entre os espaços desiguais, se são tecidas interdependências entre esses espaços – inclusive mediante solidariedade –, eles estão espacialmente articulados por meio de infraestruturas que garantem a mobilidade de matéria, de pessoas e informações. Tais espaços não são nem estão segregados, mas sim fragmentados.

Grosso modo, a fala das autoras pode ser confirmada a partir da visualização da Figura 10, onde se destaca a presença de várias ZEIS figurando ao redor de bairros consolidados.

Lacerda (2000, p. 8) ainda diz que

A forma de ocupação espacial das metrópoles dramatizou, portanto, os problemas de iniquidade da sociedade brasileira. Criou uma distribuição, no espaço, profundamente desigual em termos de moradia, renda, oferta de serviços e de infraestrutura urbana, amenidades e segurança ambiental e acesso a equipamentos de consumo coletivo e cultural. Em síntese, um território urbanizado de modo fragmentado, com grandes problemas de adequação ambiental e pouco articulado do ponto de vista de uma identidade cultural da população com a ocupação urbana resultante.

É por isso que Cavalcanti e Avelino (2008) expressam uma grande admiração ao reconhecer que a face dramática da ocupação do solo urbano reflete bem os dilemas da exclusão/inclusão socioambiental e atinge uma quantidade imensa de pessoas na cidade. Destacam que esse panorama de “iniquidades” no Recife está traduzido pelos inchaços e deterioração das suas áreas, localmente conhecidas como favelas, palafitas, assentamentos suburbanos, sem infraestrutura e serviços básicos para as populações que aí residem em meio a tensões, perigos e frustrações, lógica essa que se reproduz nas cidades da América Latina como um todo (SASSEN, 1983).

Para Miranda (2004, p. 125) o desenvolvimento urbano sob a face do capitalismo “estrutura-se num contexto de tensão entre diferenciação e homogeneização do espaço”, deixando suas marcas nas sociedades onde está estabelecido. Ou seja, para ela

O duplo movimento diferenciação/homogeneização decorrente dos interesses e das articulações e conflitos em diversas escalas, entre classes, frações e grupos sociais, está expresso na distribuição desigual de investimentos, de capital e da infraestrutura social no

espaço. Além disso, resulta também da inevitável justaposição/combinção dinâmica de diferentes “formatos” e etapas de desenvolvimento associados à intrínseca capacidade de resistência e caráter cumulativo das organizações espaciais e estruturas passadas (MIRANDA, 2004, p.125).

Isto é, condições atuais mantêm-se seguindo arcabouços passados e reproduzindo condições que nada mudam ou mudam muito pouco, uma vez que está enraizada nos hábitos e já faz parte da rotina da estrutura a manutenção das desigualdades.

Miranda (2004) afirma, ainda, que na Região Metropolitana do Recife (RMR), a proximidade espacial entre ricos e pobres é marcante, ou seja, já faz parte da configuração das cidades, coexistindo no mesmo espaço diferentes realidades, seja nas áreas centrais ou nas periferias, em seu aspecto espacial. E Lacerda (2012, p. 40) confirma que

Apesar da descontinuidade espacial e das aparentes ‘ilhas’, a metrópole compõe um conjunto de partes articuladas, integradas e hierarquizadas. Isso significa que o movimento de fragmentação e o de integração espacial, presentes nas metrópoles, não são polos contraditórios. Eles se autoalimentam, de acordo com o provimento de infraestruturas, sobretudo das relacionadas à mobilidade de pessoas, mercadorias e informação.

Se de um lado a cidade é fragmentada, de outro ela pode promover integração através das infraestruturas que ofertam e, ao mesmo tempo, apontar diferenciações tanto de caráter socioeconômicos quanto espaciais, através da qualidade ambiental de seus fragmentos.

Nos últimos anos, a população tem preferido a vida nas cidades por reconhecer nelas melhores oportunidades de vida, seja no que se refere à possibilidade da existência de emprego, trabalho, melhoria da renda e do acesso a outras benesses que vêm facilitar a vida. No entanto, a vida nas cidades exige outras compensações e também apresenta problemas característicos advindos do ajuntamento populacional e do adensamento construtivo que é típico nas cidades. Frente a isso somam-se “milhares de deslocamentos diários dos automóveis, a refrigeração (ou aquecimento) e a iluminação intensiva dos edifícios e dos locais públicos” (ALVES, 2011, p. 5).

Nesse contexto, a morfologia urbana e os fatores naturais contam muito para as trocas radiativas e para redefinir os topoclimas urbanos (ALVES, 2011), uma vez

que a interação que se desenvolve entre eles colabora para o acúmulo e para a dissipação do calor, proporcionando conforto ou desconforto térmico. O autor ainda afirma que essas trocas “são fundamentais para a compreensão do aquecimento-resfriamento nas áreas próximas às superfícies do solo e dos lugares onde o homem vive” (ALVES, 2011, p. 5). Por isso, nos projetos de arquitetura atuais, muitas vezes observadas as características climáticas locais, a fim de que os projetos desenvolvidos para as determinadas localidades permitam não apenas harmonia estética, mas também, eficiência energética e bem-estar.

Nesse sentido, é importante salientar que, como numa cidade todos os componentes que a caracterizam estão articulados e determinam os microclimas que nela existem, os fragmentos acabam exercendo influência negativa ou positiva na qualidade ambiental das áreas nas quais estão localizadas, atingindo, por efeito de vizinhança, uns aos outros, aumentando o conforto ou proporcionando desconforto térmico.

2.2 Parâmetros urbanísticos e conforto térmico

A cidade apresenta uma série de elementos que influenciam a qualidade de vida das pessoas. E é por meio da sua forma urbana que as pessoas vivenciam e desfrutam daquilo que é ofertado. Assim, ainda que ela apresente um alto grau de complexidade e seja fragmentada com seus diferentes graus de interações e infraestruturas, é desejável que a cidade e sua forma sejam atrativas, adequadas e proporcionem bem-estar para aqueles que nelas vivem.

Gomes e Lamberts (2009) apontam que o crescimento desordenado das cidades (crescimento sem estrutura e planejamento) juntamente com o grande crescimento demográfico resultou no aumento da malha urbana e provocou o uso intensivo do solo urbano, desencadeando vários problemas, entre eles impermeabilização e redução de áreas verdes, criando-se cidades sem qualidade ambiental.

Dessa realidade, surgem preocupações diversas de melhoria da qualidade das cidades que se manifestaram através de legislações norteadoras do ordenamento urbano, dentre elas a própria Constituição Federal de 1988, a qual abriu oportunidade para a criação do Estatuto das Cidades, base para várias outras leis que trouxeram diretrizes diversas para organizar as cidades. Tais diretrizes apresentadas em forma de leis são entendidas por Coelho (2007) como comandos normativos emanados do Poder Legislativo.

Nunes (2008), em pesquisa realizada sobre o impacto da legislação urbanística sobre a construção civil no Recife, assegura que

A legislação urbanística pode vir a ser definida ou marcada por normas e preceitos que sejam criadas a partir de uma demanda momentânea para uma cidade em particular. Esta necessidade, seja para a cidade como um todo ou para parte dela pode ser chamada de o interesse social do momento (NUNES, 2008, p. 24).

É desse contexto que surgem as legislações urbanísticas, pois são elas a base do ordenamento das cidades, uma vez que guiam o seu crescimento e estabelecem parâmetros que orientam a construção das edificações nas localidades. As leis básicas, para muitas cidades são: o Plano Diretor Municipal, a Lei de Uso e Ocupação do Solo Urbano e o Código de Obras.

Para Gomes e Lamberts (2009)

Os planos diretores criados (...) assumiram uma postura tecnocrática, ou seja, tratavam a cidade como um objeto puramente técnico, no qual se buscava alcançar através de diretrizes de zoneamento os padrões adequados para o crescimento urbano e a organização do espaço físico. Esse rigor na ocupação do solo, associado à ação dos especuladores imobiliários, provocou a exclusão de uma grande maioria da população desfavorecida do processo legal de moradia (GOMES; LAMBERTS, 2009, p. 74).

Verifica-se, assim, que algumas atitudes tomadas para resolver determinadas questões desencadeiam uma série de outras, sobretudo quando não se pensam em ações conjuntas onde se agreguem mecanismos de análises mais amplos. Por isso, os autores confirmam que “como resultado têm-se um distanciamento entre o projeto de cidade proposto nos planos e a cidade real configurada na prática” (GOMES; LAMBERTS, 2009, p. 74).

Ainda que no Recife condições análogas possam ser encontradas, o Plano Diretor abre um precedente para promover atitudes mais humanas no que se refere à posse das habitações de interesse social.

O Plano Diretor do Recife foi estabelecido pela Lei Nº 17.511/2008. Vale salientar que o Plano Diretor em vigor está passando por processo de revisão por meio da Proposta de Lei Nº 28/2018, com objetivo de adequar-se às novas realidades e necessidades, trazendo uma abordagem mais sustentável. Para orientar a revisão, uma série de propostas foram colocadas em discussão e apresentadas na câmara dos vereadores da cidade, inclusive em sessões públicas.

Em linhas gerais, tal documento irá substituir a Lei Nº 17.511/2008, ainda em vigor, na qual se podem destacar a ampliação das zonas especiais de interesse social. Nela, serão também propostas normas efetivas que viabilizem a proteção, valorização e preservação do patrimônio histórico e cultural bem como valorização das comunidades tradicionais e dos segmentos mais vulneráveis, tornando-se mais inclusivo.

Ainda que, em algum momento, a gestão da cidade desvie a atenção do proposto, vale dizer que as bases legais que a sustentam são bem direcionadas pelos princípios que a regem, ao propor diretrizes que orientem a forma urbana e conforto ambiental, consequentemente.

No que concerne ao conforto ambiental, no inciso II da Seção V, quando trata da habitação, o PDCR salienta:

*II - diversificação das ações mediante a promoção e apoio à iniciativa da sociedade e à constituição de parcerias, que proporcionem o aperfeiçoamento e a ampliação dos recursos, o desenvolvimento tecnológico e a produção de alternativas de menor custo, maior qualidade de construção e **conforto ambiental**, considerando a realidade física, social, econômica e cultural da população a ser beneficiada.*

Apesar de citado apenas uma vez em toda a lei, o conforto ambiental é um dos elementos de qualidade ambiental e de vida, devendo, portanto, ser considerado no desenvolvimento de todas as atividades e na diversidade que compõem a cidade. Logo, supõe-se que fica assegurada no contexto das ações de ordenamento da cidade e das construções, a promoção do conforto acústico, lumínico e, sobretudo, o térmico.

Gomes e Lamberts (2009) encontram, também, no Estatuto da Cidade (Lei Federal 10.257), um elemento de grande apoio para as questões já discutidas. Eles salientam que:

A criação de instrumentos urbanísticos que subordinam a propriedade urbana (direito de propriedade) ao cumprimento de sua função social (direito coletivo) é um avanço da legislação urbanística, pois abre espaço para o poder público intervir na dinâmica de produção do espaço urbano através da vinculação, por exemplo, de tributos, sanções, compensações ou mesmo impedimento de execução de certos empreendimentos (GOMES; LAMBERTS, 2009, p. 74).

As referidas Leis apresentam grande avanço ao tratar do direito de todos ao solo urbano, em busca de justiça social. Assim, freiam, de algum modo, as extravagâncias provocadas pela especulação imobiliária que subjugava necessidades humanas a interesses capitalistas e monetários.

Outro mecanismo é o Código de Obras: um instrumento básico que permite à administração municipal exercer o controle e a fiscalização do espaço construído nos municípios. Os Códigos de Obras vêm sendo revisados e estão incorporando artigos que visam assegurar conforto ambiental, conservação de energia, acessibilidade para as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, a fim de promover melhor qualidade de vida para toda a população do município. Ao estabelecer normas técnicas para todo tipo de construção, ele define os

procedimentos de aprovação de projeto e licenças para execução de obras assim como os parâmetros para fiscalização do andamento da obra e aplicação de penalidades, quando for necessário.

O uso e a ocupação do solo no Recife foram regulamentados pela Lei Nº 16.176/96 que regula a produção e organização do espaço urbano do Município do Recife, tendo como princípio fundamental à função social da propriedade urbana.

Nessa Lei, fica bastante clara a sua amplitude, uma vez que traz em si mecanismos gerais e específicos de controle, aparentemente rígidos. No entanto, o que se mostra mais interessante, além dos aspectos destacados nos seus artigos, é a divisão da cidade em diversas zonas de urbanização, reconhecendo e incentivando, dessa forma, a fragmentação que existe no território da cidade, destacadas no Art. 7º:

- I - Zonas de Urbanização Preferencial - ZUP;
- II - Zonas de Urbanização de Morros - ZUM;
- III - Zona de Urbanização Restrita - ZUR;
- IV - Zonas de Diretrizes Específicas - ZDE.

Ou seja, as diferentes áreas recebem tratamentos diferenciados em virtude das necessidades que apresentam. Na Figura 11, estão representadas as zonas de urbanização conforme mencionado na Lei Nº 16.176/96. As Zonas de Diretrizes Específicas estão fora do mapa por estarem contidas nas zonas já mencionadas. Elas serão apresentadas em mapa posterior.

As Zonas de Urbanização Preferencial - ZUP - são áreas que possibilitam alto e médio potencial construtivo compatível com suas condições geomorfológicas, de infraestrutura e paisagísticas (Art. 9º); a Zona de Urbanização de Morros - ZUM - é constituída de áreas que, pelas suas características geomorfológicas, exigem condições especiais de uso e ocupação do solo de baixo potencial construtivo (Art. 11º); a Zona de Urbanização Restrita ZUR - caracteriza-se pela carência ou ausência de infraestrutura básica e densidade de ocupação rarefeita, na qual será mantido um potencial construtivo de pouca intensidade de uso e ocupação do solo (Art. 12º).

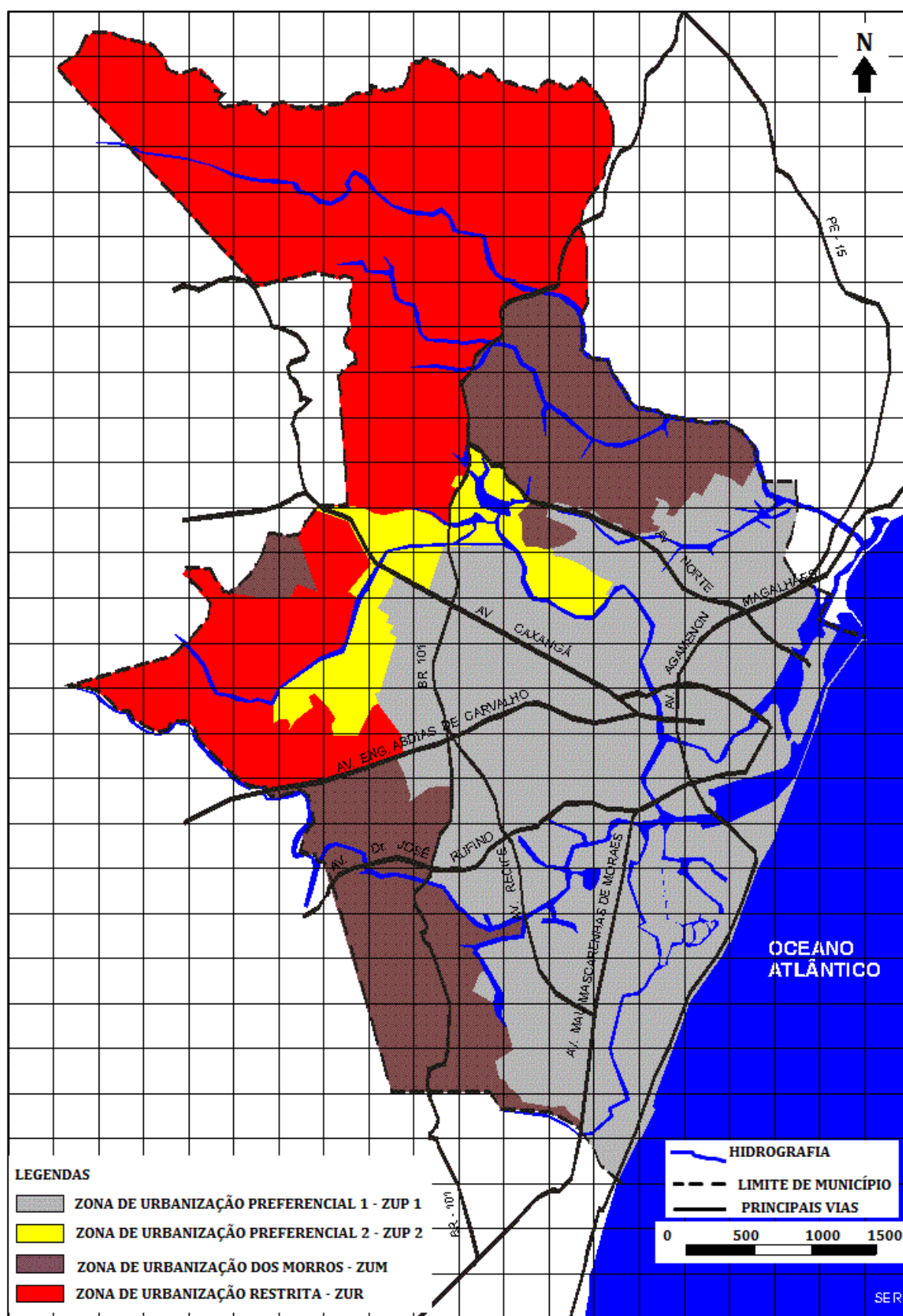
Dentro dessa última zona, existem as Zonas de Diretrizes Específicas - ZDE - que compreendem as áreas que exigem tratamento especial na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo (Art. 13). Na Figura 12 estão

representadas as Zonas de Diretrizes Específicas, a partir do que foi definido na Lei de Uso e Ocupação do Solo.

Nelas estão incluídas:

I - Zonas Especiais de Preservação do Patrimônio Histórico-Cultural - ZEPH;
II - Zonas Especiais de Interesse Social - ZEIS; III - Zonas Especiais de Proteção Ambiental - ZEPA; IV - Zonas Especiais de Centros - ZEC; V - Zona Especial do Aeroporto - ZEA; e VI - Zonas Especiais de Atividades industriais - ZEAI.

Figura 11 – Zonas de urbanização



Fonte: Adaptado de Prefeitura do Recife (1998).

Essas diferentes zonas estão envoltas em uma série de critérios que as classificam, que as justificam e que as regularizam, para que, em meio à fragmentação, elas possam integrar-se e possam integrar seus moradores a partir de seus diferentes graus de influência.

Na cidade do Recife, o Código de Obras está assegurado sob a Lei Nº 16.292/97. Nessa Lei, fica estabelecido que:

Art. 1º As edificações e instalações no Município do Recife obedecerão às disposições desta Lei, em consonância com as diretrizes estabelecidas no Plano Setorial de Edificações e Instalações, e com as normas pertinentes da Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS.

Além disso, o Art. 4º esclarece o que:

Art. 4º Esta Lei tem como fundamento a função social da propriedade urbana, através da qual, serão assegurados à população níveis mínimos de habitabilidade e qualidade das edificações e instalações, considerando os seguintes aspectos:

- I - Conforto térmico e acústico;
- II - Segurança;
- III - Durabilidade;
- IV - Acessibilidade, circulação e uso de pessoas idosas e pessoas portadoras de deficiência física.

Vale salientar que nessa atualização (de 1997) já foi incluído o conforto térmico como um dos elementos dos padrões de qualidade, conforme consta no inciso I do Art. 4º.

O reconhecimento das diferentes áreas da cidade, juntamente com o diagnóstico de suas qualidades e vulnerabilidades, pontuais ou não, serviram de bases para a elaboração das diversas legislações, algumas delas já mencionadas neste trabalho. Elas oferecem suporte para orientar todo o uso e toda a ocupação em solo urbano e também promover preservação ambiental. No contexto da Bioclimatologia, as legislações urbanísticas servem para promover a qualidade ambiental nas cidades e qualidade de vida às pessoas.

Considerando o valor dessas legislações no planejamento urbano e na qualidade ambiental, Gomes e Lamberts (2009) salientam a necessidade do estudo do clima urbano. Eles comentam que:

o estudo do clima urbano tem-se mostrado uma importante contribuição para que os aspectos relativos à qualidade ambiental sejam tratados de forma mais adequada no plano diretor. Tal estudo permite associações tanto com o planejamento das áreas livres, do qual são derivadas questões como o zoneamento, a preservação ambiental e a expansão urbana etc. quanto das áreas construídas, que se relacionam ao uso e ocupação do solo e ao código de edificações, podendo contribuir para a criação de índices urbanísticos mais adequados em termos da orientação solar, insolação e iluminação natural e ventilação (GOMES; LAMBERTS, 2009, p. 74).

A partir do discurso de Gomes e Lamberts (2005), pode-se considerar que a existência de parâmetros mais específicos tendem a configurar melhor qualidade ambiental em áreas em que esses são aplicados. Assim, visto que a Lei de Uso e Ocupação do Solo assegura a existência das Zonas de Diretrizes Específicas (ZDE), em seu Art. 13º, que exigem tratamento especial (por exemplo, “as áreas formadas por sítios, ruínas e conjuntos antigos de relevante expressão arquitetônica, histórica, cultural e paisagística, cuja manutenção seja necessária à preservação do patrimônio histórico-cultural do município” (Art. 14) nas ZEPH)), na definição de parâmetros reguladores de uso e ocupação do solo, é aceitável a escolha de determinadas áreas para receber atenção direcionada de modo a atender às suas necessidades especiais, a partir de ações específicas, agindo no cerne de cada área.

2.3 Lei de Reestruturação Urbana (ARU)

Nunes (2008) e Lacerda et al (2018) contam que o aparecimento de edifícios altos, chamados de espigões, construídos por grandes empresas imobiliárias, que passaram a investir grandes vultos financeiros nos bairros das Graças e de Casa Forte, em virtude das excelentes condições de localização que os bairros ofereciam, provocou grande inquietação nos moradores desses bairros.

Além do incômodo paisagístico em área de ocupação tradicionalmente horizontal, edifícios altos acabam por modificar o comportamento dos fenômenos climáticos locais, influenciando no surgimento de ilhas de calor, por aumentar a incidência de temperatura, diminuição de umidade e alteração na circulação do vento. Este fenômeno ocorre devido ao aumento das construções, asfaltos e materiais diversos que aumentam a impermeabilização do solo e, também, a redução da velocidade do vento, alterando o balanço de energia.

Segundo Nunes (2008) e Lacerda et al (2018), a presença dos espigões estava colaborando para a descaracterização e perda de identidade dessas localidades. Diante das inúmeras solicitações dos moradores para frear as construções, a Prefeitura realizou estudos de impactos, aprovando em 2001 uma legislação específica para um grupo de localidades.

Conhecida como a Lei dos 12 bairros, a Lei Nº 16.719/2001 de Lei de Reestruturação Urbana (ARU) criou área composta pelos bairros do Derby, Espinheiro, Graças, Aflitos, Jaqueira, Parnamirim, Santana, Casa Forte, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos e parte do bairro da Tamarineira (Art. 1º), conforme delimitação constante na Figura 13.

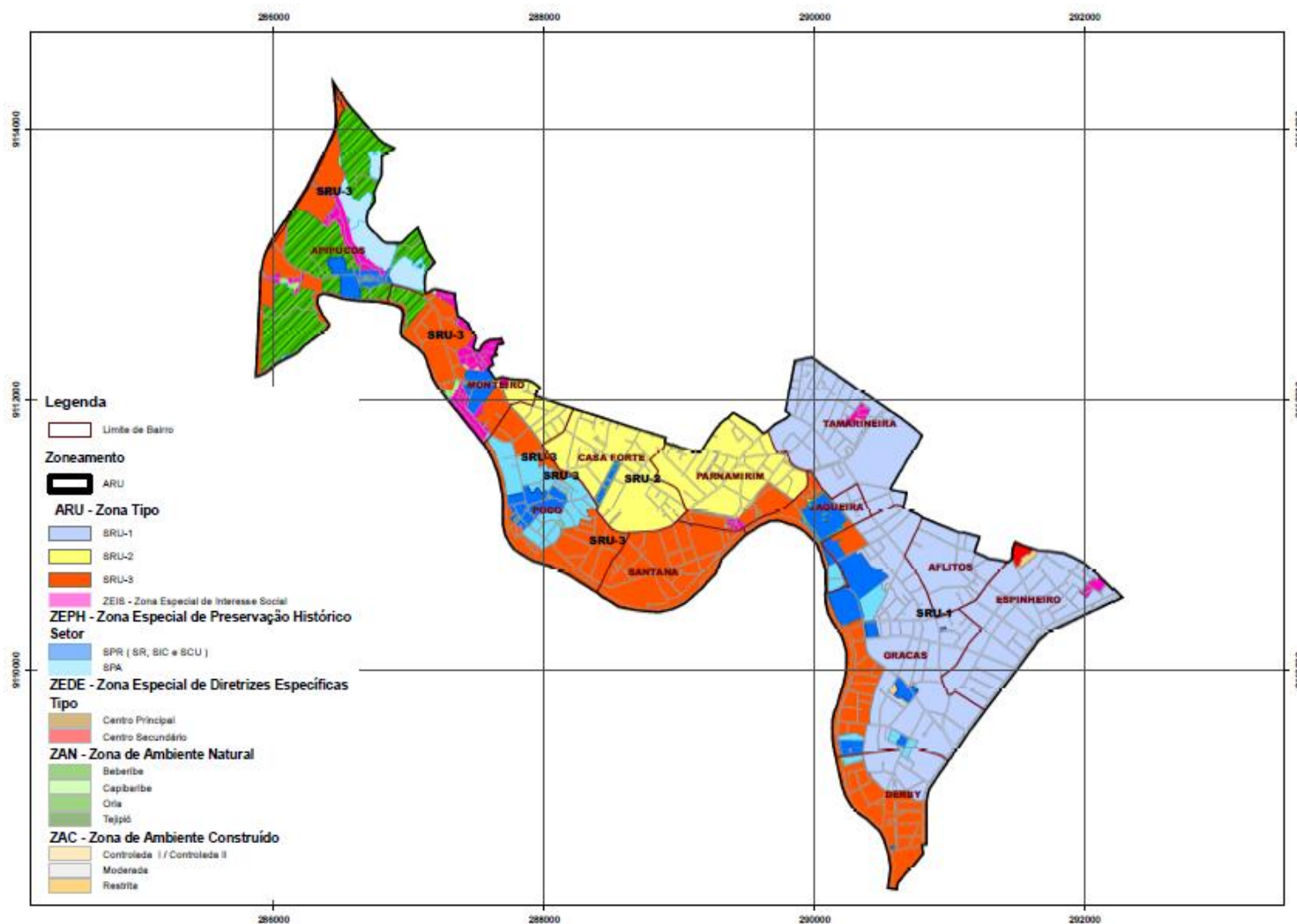
Lacerda et al (2018) avaliam os princípios norteadores da lei e salientam dois princípios de extrema importância:

o respeito às características da ocupação do solo do amplo território recifense, formado pelos Conjuntos Urbanos de Casa Forte e do Espinheiro; a compatibilização das construções e a largura das vias de forma a conferir melhor qualidade à arquitetura do espaço público (LACERDA et al, 2018, p. 82).

Dessa forma, privilegia o “respeito às suas diferentes configurações morfológicas, incluindo as suas distintas qualidades ambientais” permitindo

melhor amoldamento à capacidade de suporte da trama urbana (LACERDA et al, 2018, p. 82).

Figura 13 – Área de Reestruturação Urbana (ARU)



Fonte: Prefeitura do Recife (2019)

Considerando as características de cada fragmento da área, foram criados três setores: Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1), Setor de Reestruturação Urbana 2 (SRU2) e Setor de Reestruturação Urbana 3 (SRU3). O SRU1 tem como principal característica o adensamento construtivo com usos diversificados, habitações multifamiliares e vias principais saturadas no que se refere ao fluxo (LACERDA et al, 2018), conforme destacado na Figura 14.

Figura 14 – Setor de Reestruturação Urbana 1 (SRU1)



Fonte: Lacerda et al, 2018

O SR2 se caracteriza por ser uma área que apresentou acelerado processo de transformação no que se refere ao uso e à ocupação do solo; já o SR3 configura-se como área que margeia o Rio Capibaribe e apresenta tipologia predominantemente unifamiliar (LACERDA et al, 2018). Na Figura 15, é possível visualizar as características mencionadas.

Figura 15 – Setor de Reestruturação Urbana 2 (SRU2)



Fonte: Lacerda et al, 2018

Lacerda et al (2018) assegura que essa área “caracterizava-se e continua a caracterizar-se pela significativa presença de habitações unifamiliares, vasta cobertura vegetal, paisagem natural fortemente marcada pelo Rio Capibaribe” (LACERDA et al, 2018, p. 85).

Nesse sentido, reconhece-se na presente lei um mecanismo de alto valor na valorização das localidades e no respeito às identidades diversas que a Área de Reestruturação representa. Logo, a definição de parâmetros específicos para cada localidade favorece em muito a qualidade ambiental, o controle e a adequação das áreas, o que termina por assegurar, de alguma forma, qualidade de vida aos moradores dos bairros localizados nessas áreas. Por isso, Lacerda et al (2018) salientam que:

Ao buscar adequar os parâmetros urbanísticos às suas características físicas e ambientais, a lei em pauta estabeleceu níveis de adensamento construtivo e de verticalização diferenciados. Mais ainda: reconheceu que esses parâmetros deveriam também ajustar-se ao sistema de suporte urbano, notadamente no que diz respeito à capacidade das suas vias, sendo tal capacidade fortemente relacionada às respectivas larguras (LACERDA et al, 2018, p. 85).

Os autores relembram que, em legislações anteriores, não se privilegiou a redução de fluxo nas vias, uma vez que não existiam padrões restritivos de construção. Assim, o fluxo das principais vias se tornaram tão intensos que passou a dificultar o acesso. Outro ponto destacado foi a falta de interação dos pedestres com os edifícios em derredor, uma vez que estes mantinham-se amuralhado, fechado

para as vias, dificultando a urbanidade. No entanto, a Lei dos Doze Bairros surgiu para amenizar essas dificuldades, uma vez que foram

incluídos dispositivos que limitam o gabarito e o coeficiente construtivo das edificações em função dos mencionados setores e também das larguras das ruas ou, mais precisamente, da dimensão média de cada uma das suas respectivas secções transversais, isto é, nas ruas mais largas é permitida a construção de prédios mais altos e com maiores áreas construídas, enquanto nas ruas mais estreitas é admitida a construção de prédios mais baixos e com menores áreas construídas (LACERDA et al, 2018, p. 87).

Logo, a existência da legislação em discussão veio ordenar a área e trazer parâmetros que promovem a qualidade de vida. Alguns desses parâmetros têm relação com as exigências para a construção dos edifícios, conforme já adiantado por Lacerda et al (2018). Assim, os Art. 29, 30, 32 e 34 esclarecem os parâmetros para a ARU, cujos limites estão representados no Quadro 2.

Art. 29 - O gabarito máximo - G_m - é a altura, em metro linear, medida da cota de piso fornecida pelo órgão competente até o ponto máximo da edificação.

Art. 30 - A taxa de solo natural - TSN - é o percentual mínimo da área do terreno a ser mantido nas suas condições naturais, tratada com vegetação e variável segundo o setor.

Art. 32 - O coeficiente de utilização (μ) é o índice que, multiplicado pela área do terreno, resulta na área máxima de construção permitida, determinando, juntamente com os demais parâmetros urbanísticos, o potencial construtivo do terreno.

Art. 34 - Os afastamentos representam as distâncias que devem ser observadas entre a edificação e as linhas divisórias do terreno, constituindo-se em afastamentos frontal, lateral e de fundos.

Tais parâmetros, dentro do contexto da legislação, direcionam para a organização da forma urbana, entrando como fatores de promoção de qualidade ambiental e conforto térmico.

Quadro 2 – Parâmetros urbanísticos - Anexo 6 da Lei Nº 16.719/2001

| Categoria de dimensionamento das vias | Gabarito (metros lineares) | Afastamentos iniciais mínimos (Af)* | | | SRU1 | | SRU2 | | SRU3** | |
|---------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------|------|------|------|------|--------|------|
| | | Frontal*** | Lateral e fundos | | TSN | μ | TSN | μ | TSN | μ |
| | | | Ed. ≤ 2 pavtos. | Ed. > 2 pavtos. | (%) | | (%) | | (%) | |
| A | ≤ 60 | 7,00 | nulo/1,50 | 3,00 | 30 | 3,50 | 50 | 3,00 | 60 | 2,00 |
| B | ≤ 48 | 7,00 | nulo/1,50 | 3,00 | 30 | 3,00 | 50 | 2,50 | 60 | 2,00 |
| C | ≤ 24 | 7,00 | nulo/1,50 | 3,00 | 30 | 2,50 | 50 | 1,50 | 60 | 2,00 |

Fonte: Prefeitura do Recife (2019)

- * O afastamento frontal inicial para as edificações com até dois pavimentos é de 5 (cinco) metros, independente da Categoria de dimensionamento da via.
- ** No SRU3, independentemente da Categoria de dimensionamento da via, só serão permitidas edificações com até 24m (vinte e quatro metros) de gabarito máximo.
- *** Na Avenida Beira Rio (projetada), Conselheiro Rosa e Silva, Rui Barbosa, Parnamirim, 17 de Agosto, Estrada do Encanamento e estrada do Arraial, o afastamento frontal não poderá ser inferior a 8 (oito) metros.

Lacerda et al (2018) salientam que o gabarito e o coeficiente de utilização variam em função do setor no qual está localizado o terreno e da largura da via. Já a taxa de solo natural varia somente conforme o setor. Os autores ainda analisaram todo o contexto da ARU e suas divisões. Além disso, os autores compararam os parâmetros por setor e à lei de uso e ocupação do solo anterior (Lei nº 16.176/96) quando os critérios eram menos rígidos, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Parâmetros urbanísticos da Lei nº16.176/96

| Zonas | TSN | μ | Afastamentos iniciais mínimos |
|---|-----|-----|-------------------------------|
| Zona de Urbanização Preferencial (ZUP1) | 25 | 4,0 | 5 |
| Zona de Urbanização Preferencial (ZUP2) | 50 | 3,0 | 7 |
| Zona de Urbanização de Morros (ZUM) | 20 | 2,0 | 5 |
| Zona de Urbanização Restrita (ZUR) | 70 | 0,5 | 5 |

Fonte: Prefeitura do Recife (2019)

Após a comparação dos parâmetros urbanísticos da lei atual com a lei anterior, presentes nos Quadros 2 e 3, respectivamente, bem como as leituras ofertadas por Lacerda et al (2018) concluiu-se que:

- SRU1 (correspondente a ZUP1): gabarito limitado a 60 metros (a lei anterior não definia o gabarito); aumento da TSN (em 5%), passando a 30%; afastamento frontal de 7,0; os laterais e de fundo são flexibilizados entre 1,5 e 3,0, definido pela quantidade de pavimentos; coeficiente de utilização de 3,5;
- SRU2 (correspondente a ZUP1): gabarito limitado a 48 metros (a lei anterior não definia o gabarito); coeficiente de utilização com redução de 0,5, ficando em 2,5; TSN mantém-se em 50%; afastamento frontal de 7,0; os laterais e de fundo são flexibilizados entre 1,5 e 3,0, definido pela quantidade de pavimentos;
- SRU3: gabarito limitado a 24 metros; coeficiente de 2,0; TSN de 60% (aumento de 10%) e afastamento frontal de 7,0; os laterais e de fundo são flexibilizados entre 1,5 e 3,0, definido pela quantidade de pavimentos.

Verifica-se, assim, que o ápice da Lei dos Doze Bairros consistiu na definição de gabarito para os setores, restringindo a construção de edifícios muito altos, conforme já refutado pela população dos bairros que exigiram posicionamento da Prefeitura, como apresentado alhures. Ademais do gabarito, o aumento da taxa de solo natural no SRU3 foi um ganho. Assim, é possível afirmar a satisfação dos autores ao contemplar os resultados da aplicação da lei em vigor.

Do ponto de vista do conforto térmico, no que corresponde à área de estudo presente no SRU3, “o gabarito estabelecido para esse setor permite uma notável harmonia entre as edificações e a cobertura vegetal” (p. 92). Os autores ainda comentam:

Ademais, a limitação em oito andares, independentemente da largura das vias, teve como pressuposto básico permitir que os moradores dos demais setores e também do restante da cidade do Recife pudessem usufruir da amenização climática proporcionada pelo Rio Capibaribe. Além disso, o aumento da taxa de solo natural não apenas tem contribuído para a manutenção da cobertura vegetal – incluindo árvores, muitas delas centenárias – e para a amenização climática, mas também para a drenagem das águas pluviais, um dos problemas dramáticos da cidade do Recife decorrente da ausência de um sistema eficiente (LACERDA et al, 2018, p. 92).

A harmonia citada tem a ver, então, com a paisagem natural e a construída, permitindo que a natural influencie, a partir da amenização climática fornecida,

colabore para a qualidade ambiental e o conforto térmico das pessoas que vivem no setor.

Ainda que pareça pouco, um modelo tão restritivo numa parte tão pequena da cidade mostra a capacidade da gestão urbana local. Tais iniciativas deveriam se expandir para outras partes da cidade. Ou seja, abrem-se oportunidades para requerer melhorias como as presentes nessas áreas: redução de fluxo de automóveis, diminuição do adensamento e da verticalização, aumento de solo natural, influenciando no conforto ambiental local. Dessa forma, vê-se que a aplicação dos parâmetros urbanísticos favoreceu a qualidade de vida nas áreas selecionadas, restringindo atuações inadequadas e direcionando o controle efetivo.

Segundo Nunes (2008)

Esta lei simplificou alguns parâmetros e tornou-se a mais flexível de todas as suas antecessoras, referindo-se ao planejamento adequado quanto ao uso e ocupação do solo tendo como diretriz o desenvolvimento da cidade e a sua boa política urbana. Esta visão da Lei tenta evitar e corrigir distorções de um eventual crescimento caótico para a cidade do Recife e suas prováveis consequências sobre a cidade (NUNES, 2008, p. 31).

Em linhas gerais simplificou, mas não deixou de restringir a atuação exacerbada da especulação imobiliária que poderia transformar essas áreas da cidade conforme os interesses do capitalismo financeiro.

No que concerne aos parâmetros urbanísticos, Gomes e Lamberts (2009) salientam que áreas onde existe maior densidade construtiva apresentam maior temperatura, devido à formação de ilhas de calor, conforme já mencionados neste trabalho. No entanto, bairros regidos por legislação que contemplem em seu conteúdo parâmetros voltados para o conforto ambiental tendem a ser mais abertos, uma vez que promovem melhor circulação do ar, apresentam áreas de solo natural e presença de vegetação, elementos que remetem à qualidade ambiental e ao conforto térmico. Eles justificam que

As pesquisas em clima urbano demonstram a relação existente entre a distribuição de temperaturas do ar e o uso do solo. Geralmente, as regiões intraurbanas com temperaturas mais elevadas correspondem àquelas onde se concentram os usos industriais e comerciais, o que normalmente significa maior concentração de pessoas (GOMES; LAMBERTS, 2009, p. 78).

Assim, haja vista que a Lei dos Doze Bairros propõe que as áreas presentes na ARU sejam de usos múltiplos, é possível encontrar setores mais confortáveis que outros em virtude da predominância do uso. Conforme Gomes e Lamberts (2009), os usos justificam a distribuição do calor que podem concentrar-se em zonas comerciais devido ao grande fluxo de pessoas e automóveis ou zonas residenciais nas quais a forma urbana colabore para aumento das temperaturas, com ruas estreitas, muita pavimentação, grande adensamento de construções altas, ausência de solo natural e de vegetação arbórea.

Alguns pontos de medição escolhidos no recorte da área de estudo neste trabalho contemplam bairros regidos pela Lei de Restruturação Urbana. Dessa forma, foi possível perceber as diferenças no padrão de uso e ocupação do solo contidas em pontos localizados dentro e fora dos limites territoriais estabelecidos na lei. No entanto, vale expressar que os limites territoriais dos bairros contidos nessa área de reestruturação urbana são quase invisíveis não fossem as diferenças sociais expressas no modo de vida dos moradores.

Na Figura 16, grosso modo, é possível confirmar a diferença da forma urbana conforme mencionado. Na parte inferior da figura ficam localizados os pontos/áreas regidos Lei dos Doze Bairros, entre os bairros do Monteiro/Apiucos; na parte superior estão os pontos/áreas fora dos parâmetros da Lei, entre a Zeis Altos do Mandu/Santa Izabel. Vê-se, assim, o quanto as fronteiras/limites das áreas são fisicamente invisíveis não fossem as diferenças no uso e ocupação do solo.

A aproximação física dos fragmentos acaba por possibilitar integração entre as áreas de maior e menor renda. Nesse sentido, recorda-se do posicionamento de Lacerda (2012) e Salgueiro (1999) ao esclarecer que a despeito das diferenças há sempre integração entre elas, em maior ou menor nível. Outro fator importante é a possibilidade de os benefícios advindos da aplicação da Lei dos Doze Bairros nas áreas de maior renda termine por atingir, por efeito de vizinhança, os bairros e as áreas de ZEIS localizadas no entorno. O conceito de efeito-vizinhança, desenvolvido por Wilson (1987) abrange, de modo geral, os benefícios ou prejuízos socioeconômicos que acometem alguns segmentos sociais devido a sua localização no espaço. Conceito esse semelhante ao de externalidades, já utilizado pela Economia.

Figura 16 – Diferenças no padrão de ocupação e uso do solo na ARU e ZEIS



Fonte: Adaptado de Google Earth (2019). Acesso em 15/06/2019.

Sobre isso, Motta (2017) diz o seguinte:

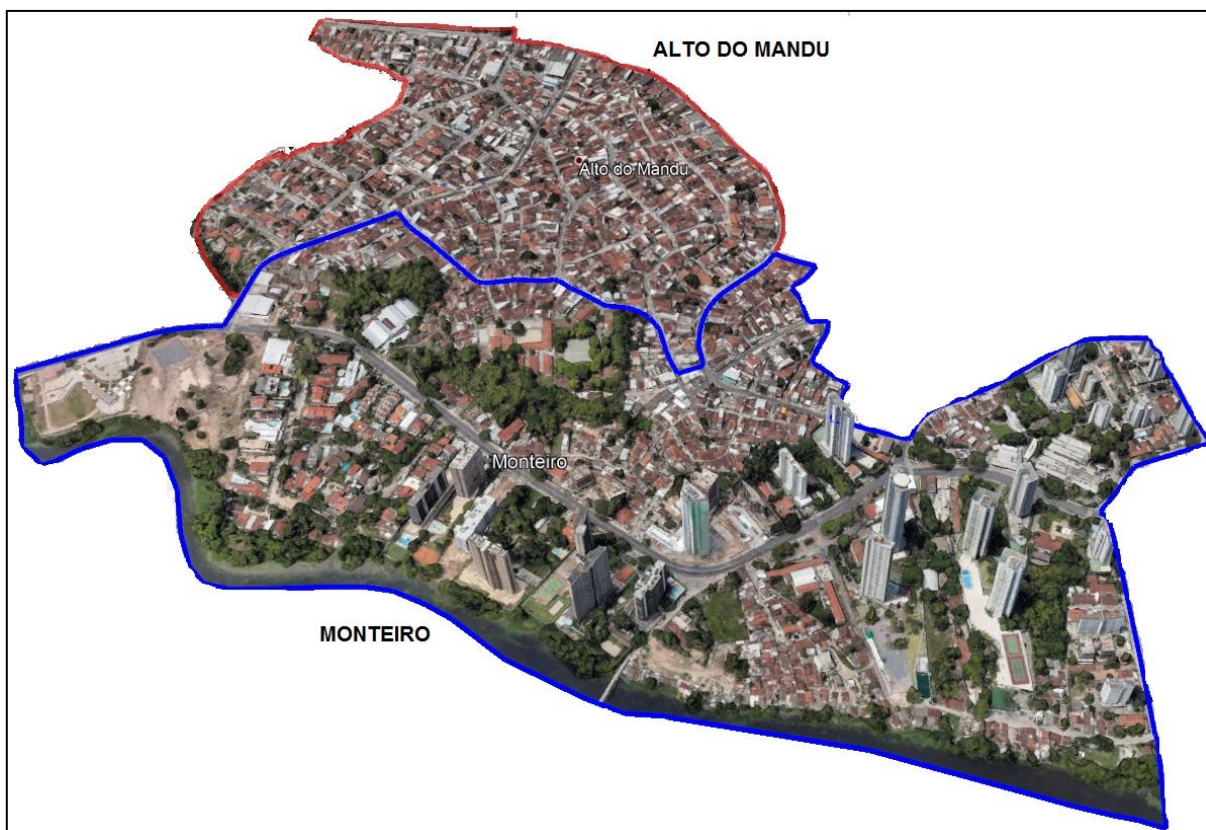
O efeito-vizinhança busca compreender o papel do território e das relações empreendidas a partir dele em diversas questões da vida dos indivíduos e da família, como educação, saúde, trabalho e violência. Representaria, portanto, o modelo baseado nas externalidades de vizinhança (MOTTA, 2017, p. 26).

Ou seja, efeitos positivos do clima local também se estendem aos seus vizinhos em virtude de estarem sob uma mesma escala de estudo. Na Figura 17, obtida a partir de imagem de satélite é possível visualizar diferença de uso e ocupação do solo nos bairros do Monteiro e Alto do Mandu, cujos limites territoriais se confundem.

A essas duas localidades, é possível associar a presença da Lei dos Doze Bairros regulamentando o uso e a ocupação do solo, promovendo qualidade ambiental no bairro do Monteiro, ao possibilitar a presença de áreas verdes, maior espaçamento entre os edifícios, ruas largas etc., contrastando com o Alto do Mandu, o qual apresenta grande densidade de construções unifamiliares, ruas estreitas, pouca área de solo natural e ausência de áreas verdes. Logo, é possível inferir a

partir do pensamento de Gomes e Lamberts (2009) que a área do bairro do Monteiro apresenta melhor conforto térmico do que seu vizinho.

Figura 17 – Contrastes entre Monteiro e Alto do Mandu (Recife)



Fonte: Adaptado de Google Earth (2019). Acesso em 15/06/2019.

Ainda a partir da Figura 17 apresentada, é possível vislumbrar a aplicação dos parâmetros urbanísticos da Lei dos Doze Bairros, no bairro do Monteiro, no que se refere ao gabarito, taxa de solo natural do terreno, coeficiente de utilização do terreno e afastamentos das divisas do terreno e como isso reflete na configuração da paisagem do bairro e na possível sensação de conforto ambiental.

Verifica-se, ainda, que apesar de o bairro do Monteiro apresentar edifícios altos, conforme o gabarito na Lei, figura-se em maioria construções unifamiliares, seguindo os ideais do que foi previsto no parágrafo 3º da Lei. Nela consta que:

§ 3º - O Setor de Reestruturação Urbana 3 configura-se como área que margeia o Rio Capibaribe e apresenta tipologia predominantemente unifamiliar, requerendo parâmetros urbanísticos

capazes de conservar elementos singulares ainda existentes em termos de sua paisagem natural.

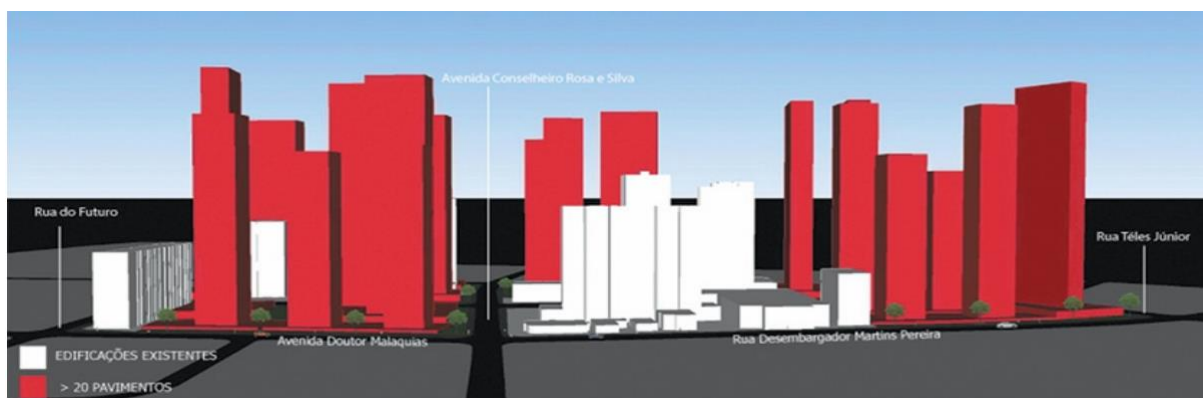
Sobre isso, vale comentar que a Lei dos Doze Bairros foi revista no ano passado (2018) e culminou numa publicação sobre a produção do espaço no Recife, feita por um grupo de especialistas, inclusive a professora Norma Lacerda, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

A lei não regula só a verticalização dos imóveis. Ela define maior percentual de solo natural para as construções; adapta a altura da edificação à largura da rua; estabelece padrões de ocupação com formas diferenciadas para proteger a paisagem e a arquitetura dos lugares (ALVES, 2018).

Outro ponto positivo da Lei dos Doze Bairros, sobretudo nesse setor, é a exigência de 60% de taxa de solo natural do terreno. Isso permite que esses espaços livres possam ser dedicados à promoção de áreas verdes, o que termina por promover áreas com mais qualidade ambiental e conforto térmico.

Sobre o impacto da Lei dos Doze Bairros na forma urbana dos fragmentos constantes nas áreas abrangidas por ela, Lacerda et al. (2019) apontam alguns exemplos de situações com a aplicação da Lei e sem ela. Assim, verifica-se uma mudança completamente diferente do cenário. No primeiro exemplo, a Figura 18 representa um recorte do bairro da Jaqueira, no SRU1 simulado a partir dos parâmetros da legislação anterior (Lei nº 16.176/96).

Figura 18 – Simulação de quadra a partir de parâmetros da Lei nº 16.176/96.



Fonte: Lacerda et al, 2018

Como na Lei nº 16.176/96 não havia limite de gabarito, os prédios teriam alturas indefinidas. Na simulação, em comparativo, os autores representaram as construções existentes com gabarito de 24 metros, equivalente a 20 andares, conforme determinado na Lei dos Doze Bairros. A possibilidade do adensamento foi representada com os prédios na cor vermelha. Com base nessa realidade, Lacerda et al. (2018, p.94) citam que “caso o processo de ocupação dessas quadras fosse guiado pela Lei nº 16.176/96, o adensamento construtivo e a verticalização dela seriam desconuais”.

Em contrapartida, no segundo exemplo, visto na Figura 19, encontram-se as mesmas quadras sob aspectos da Lei dos Doze bairros, na qual os parâmetros são bem definidos e orientam as construções para as características da área.

Figura 19 – Simulação de quadra a partir de parâmetros da Lei dos Doze Bairros



Fonte: Lacerda et al, 2018

Na Figura 19, vê-se uma suavização da paisagem devido à ausência de prédios muito altos, um aspecto mais humanizado. Ou seja, em paisagem com essas características é mais provável conseguir conforto térmico em virtude da diminuição da massa construtiva (que diminui a absorção de calor), de maior facilidade que o vento tem para percorrer o local; além disso, as taxas de solo natural exigidas na Lei ajudam a promover a existência de menores temperaturas. Ou seja, se tem menos adensamento, mais solo natural, tem-se menos calor e mais conforto. Nesse sentido, os parâmetros urbanísticos presentes na legislação que determinam a forma urbana e o verde urbano (também incentivados na legislação) juntos vêm para configurar o conforto ambiental das localidades.

Quanto ao conforto ambiental, entende-se que o verde, representado pela vegetação urbana, é um dos elementos essenciais para o conforto térmico, uma vez que atua para a diminuição da temperatura e a filtração dos raios solares, possibilitando sombreamento e diminuindo a incidência direta dos raios solares (LABAKI et al, 2011). Freitas e Azerêdo (2017) citam que as manchas verdes do Recife encontram-se em praças, parques e unidades de conservação, e que a vegetação funciona como termorregulador microclimático. Os autores comentam que o verde é mais presente em bairros que se inserem na Área de Reestruturação Urbana (ARU), apresentadas neste trabalho, onde a legislação restringe o processo de ocupação do solo.

Reconhece-se, mais uma vez, que o papel do Estado é de grande importância na criação, conservação e manutenção dessas localidades, visto que em áreas onde não existe incentivo à preservação ambiental, “têm menos preservação, são mais desconfortáveis termicamente e menos valorizados, economicamente” (FREITAS; AZERÊDO, 2017, p.3).

A partir de Azerêdo (2017) é possível elencar cinco benefícios principais proporcionados pela vegetação, em termos psicológicos e físicos: diminuição da temperatura do ambiente e do corpo; redução da contaminação (a vegetação tem capacidade de remoção de partículas e gases); aumento da umidade relativa do ar (por meio da evapotranspiração); direcionamento do vento (quando utilizada à proximidade de edificações pode direcionar o percurso do vento, de modo a auxiliar a sua penetração em ambientes com aberturas que se localizem desfavoráveis a sua direção original, promovendo a retirada de calor e produzindo a sua amenização climática); controle da erosão (aquela que é provocada pela ação da chuva e do vento). Também, é possível acrescentar a atenuação do som (acústica). Outro benefício muito importante é o sombreamento, que será destacado nesse trabalho.

Focando a importância da vegetação, Labaki et al (2011, p. 24) diz que:

As árvores, isoladas ou em grupos, atenuam grande parte da radiação incidente, impedindo que sua totalidade atinja o solo ou as construções. A vegetação propicia resfriamento passivo em uma edificação por meio do sombreamento e da evapotranspiração. O sombreamento atenua a radiação solar incidente e, conseqüentemente, o aquecimento das superfícies, reduzindo a temperatura superficial destas, portanto, a emissão de radiação de onda longa para o meio. Através da evapotranspiração, ocorre o

resfriamento das folhas e do ar adjacente, devido à retirada de calor latente.

Nesse contexto, o papel do verde nas cidades é salientado por Mascaró e Mascaró (2010) quando dizem que “a vegetação atua nos microclimas urbanos contribuindo para melhorar a ambiência urbana”. Segundo esses autores, a vegetação serve para “amenizar o rigor térmico na estação quente” (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010, p. 40). Azerêdo (2017, p. 62) ainda diz que, em áreas pouco expostas à radiação solar, a temperatura pode ser reduzida em até 4°C, se houver agrupamento de árvores. A autora ainda assegura que “a redução de temperatura é muito mais eficiente quando se trata de conjuntos arborizados e se esses conjuntos forem heterogêneos, o aporte dessa redução é ainda mais significativo”.

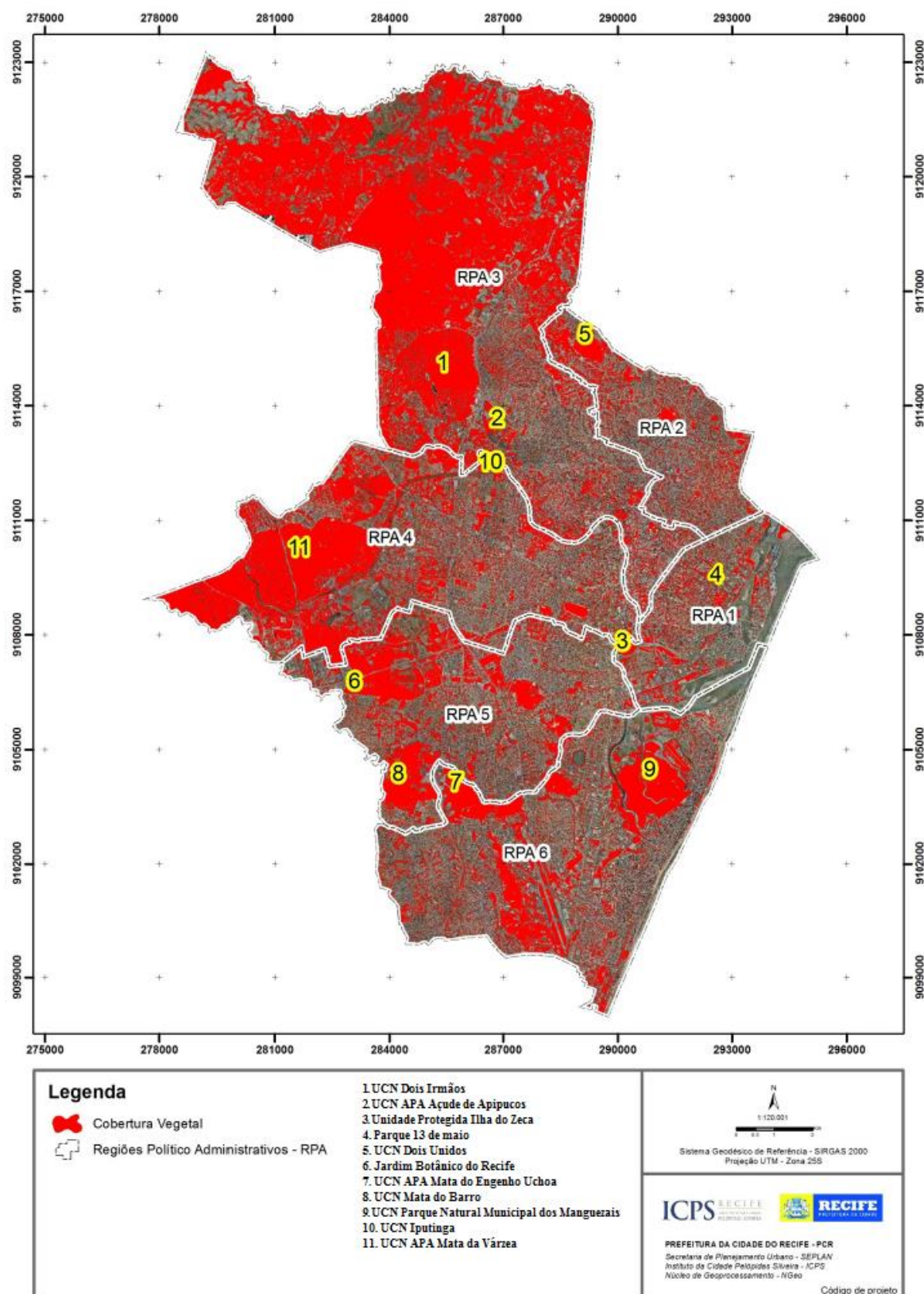
O sombreamento, proporcionado pelas árvores, atua no resfriamento das ruas. Assim, Mascaró e Mascaró (2010) elencam alguns efeitos: a influência da orientação e da geometria do recinto urbano é minimizada; o efeito de resfriamento depende da extensão da área sombreada pelas árvores; as árvores trocam calor com o ar do recinto urbano. Ou seja, a presença de vegetação é altamente benéfica, uma vez que de várias formas contribuem para o conforto ambiental das áreas onde se encontram.

Logo, concorda-se com Mascaró e Mascaró (2010) quando estes afirmam que “as árvores de grande porte dominam o mais caótico cenário de uma rua, criando uma paisagem coerente onde os edifícios fracassam (...) e fornecem sombras necessárias no verão, tanto para o pedestre como para os veículos do recinto urbano” (p. 34).

Mascaró e Mascaró (2010, p. 48) dizem, ainda, que “as árvores, principalmente das de grande porte, acrescentam ao recinto urbano mais capacidade térmica, quanto mais massa se inclui, aumentando sua inércia e provocando queda diurna das variações de temperatura”.

Aproveitando o ensejo, vale comentar que em trabalho publicado em 2014, Oliveira et al. mapeou a cobertura vegetal na cidade do Recife e constatou que é na RPA 3 onde se encontra a maior quantidade de áreas verdes (Figura 20), região na qual a Área de Reestruturação Urbana está inserida e tem seus parâmetros urbanísticos aplicados.

Figura 20 – Distribuição da cobertura vegetal no Recife



Fonte: Oliveira et al, 2014.

Em trabalho desenvolvido pelo Conselho de Desenvolvimento Urbano (CDU), ficou evidente que

Quase metade de toda a cobertura verde da capital concentra-se numa única região, na parte Norte, formada por bairros como Casa Forte, Apipucos, Dois Irmãos, Sítio dos Pintos, Casa Amarela, Guabiraba e o vizinho Pau-Ferro, esses dois últimos os principais responsáveis pela alta taxa de arborização. A área, chamada pela prefeitura de Região Política-Administrativa 3 (RPA-3), abriga alguns dos mais importantes maciços verdes da cidade. Os outros 50% de cobertura vegetal do Recife são (mal) divididos entre as outras cinco RPAs da capital (CARVALHO, 2012).

Nota-se, portanto, que há interesse de parte do Estado na valorização de algumas áreas e desinteresse em outras, uma vez que bairros de maior renda como Casa Forte, Aflitos, Jaqueira, Poço da Panela e outros muito próximos dispõem de lei de proteção da vegetação e alguns, de menor renda, como Caxangá e Cordeiro, não são contemplados pela mesma legislação (política ambiental do Recife que criou as unidades de conservação e as áreas de proteção ambiental), salientando que nem todas as partes/fragmentos da cidade apresentam a mesma qualidade ambiental, tampouco o mesmo conforto. Logo, o conforto ambiental torna-se, também uma mercadoria e, para desfrutar dele, é preciso pagar um preço. Não é por acaso que nessa região estão inseridos os bairros de maior poder aquisitivo da cidade.

2.4 Clima urbano e suas escalas

A adequada e harmoniosa relação entre ambiente construído, clima e seus processos de troca de energia, tendo como objetivo o conforto humano deu origem ao termo “arquitetura bioclimática”, surgido na década de 1960, a partir das pesquisas de Olgyay (1963). O urbanismo bioclimático propõe uma série de estratégias para tornar os espaços urbanos mais adequados e agradáveis, respeitando e integrando o entorno de modo a aproveitar os recursos naturais e suavizar os elementos negativos (BORGES MARTINS, 2014). Embora pareça um conceito novo de arquitetura, é tradicionalmente utilizado desde a antiguidade, como por exemplo, no desenho das cidades gregas e romanas de acordo com a orientação solar, nas casas caiadas no Sul de Portugal ou nos pátios interiores de origem árabe.

As atividades humanas, tanto culturais como econômicas, têm efeitos distintos no clima. Estes efeitos foram se tornando cada vez mais significativos conforme houve o crescimento populacional bem como das áreas urbanizadas. Todos esses fatores levaram ao desenvolvimento de uma nova área de interesse científico, a climatologia urbana.

Os estudos sobre os climas urbanos começaram na Inglaterra, no século XIX, quando Howard (1918) evidenciou que as temperaturas no interior de Londres são superiores às que se verificam na periferia da cidade (CHANDLER, 1962b), embora houvesse consciência deste fato desde muito antes (LANDSBERG; MAISEL, 1981). Tal fato já apontou para a possibilidade da diferenciação do conforto térmico em virtude da localização espacial dos fragmentos, uma vez que áreas de maior adensamento construtivo e populacional tendem a ser mais quentes, devido aos microclimas urbanos que se configuram nas localidades. A partir desse momento, os trabalhos sobre climas urbanos direcionam-se à comunidade científica e aos órgãos tomadores de decisão com a publicação de pesquisas sobre a teoria, ciência e aplicações relevantes para a compreensão das condições climáticas urbanas e mudanças climáticas locais globais e às dinâmicas demográficas, socioeconômicas, institucionais e tecnológicas. Nesse sentido, o clima urbano é o conjunto de condições climáticas que predomina em uma grande cidade e que difere do clima de seu entorno rural.

Os climas urbanos distinguem-se dos de áreas menos construídas por diferenças de temperatura do ar, umidade, velocidade e direção do vento e quantidade de precipitação. Estas diferenças são atribuíveis em grande parte à alteração do terreno natural através da construção de estruturas e superfícies artificiais. Por exemplo, volumes edificados e superfícies pavimentadas afetam o fluxo de vento, o escoamento de precipitação e o balanço energético de uma localidade. Outra característica da atmosfera nos centros urbanos são concentrações substancialmente mais altas de poluentes como o monóxido de carbono, os óxidos de enxofre e nitrogênio, hidrocarbonetos, oxidantes e material particulado. Matérias estranhas, desse tipo, são introduzidas no ar por processos industriais (por exemplo, descargas químicas por refinarias de petróleo), queima de combustível (para o funcionamento de veículos motorizados e para o aquecimento de escritórios e fábricas) e a queima de resíduos sólidos.

As concentrações de poluição urbana dependem da magnitude das fontes de emissão locais e da ventilação predominante da área - ou seja, a altura da camada atmosférica através da qual os poluentes estão sendo misturados e a velocidade média do vento através dessa camada. Grandes concentrações de poluentes atmosféricos têm impacto considerável na temperatura, na visibilidade e na precipitação nas cidades e nos arredores. Além disso, surgem ocasionalmente condições meteorológicas que permitem o acúmulo de poluentes em uma área urbana por vários dias. Tais condições, denominadas inversões de temperatura, inibem fortemente a mistura atmosférica e podem causar sofrimento agudo na população e até mesmo, sob condições extremamente severas, perda de vida.

As aglomerações urbanas, mesmo as de dimensões modestas, interferem significativamente nas características climáticas locais, uma vez que alteram a rugosidade da superfície, aumentam o fluxo de calor, produzem objetos que aumentam a reflexão de luz e alteram a cobertura vegetal existente, criando, nomeadamente, o seu próprio microclima urbano.

A criação de um clima urbano resulta da substituição da cobertura natural do solo por materiais como pedra, cimento e asfalto, da geometria urbana característica e das alterações na composição da baixa atmosfera inerentes à concentração das atividades humanas. Os efeitos refletem-se no balanço térmico local (KERSCHGENS; KRAUS, 1990).

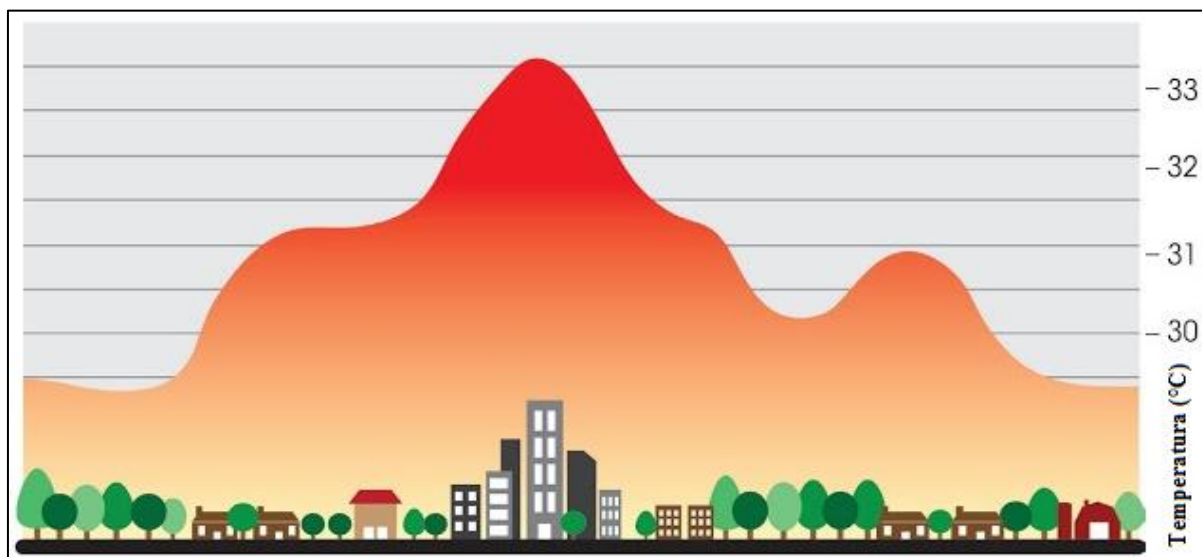
A atividade industrial, a combustão doméstica e a circulação de automóveis são as principais fontes emissoras responsáveis por uma alteração na composição da atmosfera urbana. O aumento do número de suspensões sólidas e consequente diminuição do coeficiente de transparência da atmosfera provocam uma diminuição da radiação direta, enviada em maior percentagem para o espaço e em maior percentagem absorvida, especialmente a radiação ultravioleta (HÄNEL et al., 1990).

Conforme as áreas urbanas se desenvolvem, ocorrem mudanças em sua paisagem. Edifícios, estradas e outras infraestruturas substituem solos permeáveis e vegetação. Superfícies que antes eram permeáveis e úmidas tornam-se impermeáveis e secas. Essas mudanças fazem com que as regiões urbanas se tornem mais quentes que suas áreas rurais, formando uma "ilha" de temperaturas mais altas.

A partir de Howard (1918), Emilien Renou fez descobertas similares sobre Paris durante a segunda metade do século XIX (RENOU; 1855; 1862; 1868), e Wilhelm Schmidt encontrou essas condições em Viena no início do século XX (SCHIMIDT, 1917; 1929). Nos Estados Unidos, estudos sobre ilhas de calor começaram na segunda metade do século XX (MITCHELLI, 1953; 1961).

Leituras diárias de temperaturas mínimas em locais urbanos e rurais relacionados frequentemente mostram que o local urbano é de 6°C a 11°C mais quente que o local rural. A Figura 21 ilustra como se comporta a ilha de calor. Nela, observa-se a tendência de as áreas rurais ou com maior presença de vegetação, como parques e praças, apresentarem em temperaturas menores. Já as áreas urbanas, onde a vegetação costuma ser mais escassa, as temperaturas tendem a subir em virtude do volume de construções e outros elementos acumuladores de calor. Logo, considerando que entre o rural e o urbano existem vários níveis de urbanização, constata-se que a fragmentação espacial é, também, uma das responsáveis pela variação de temperatura e da umidade nas cidades.

Figura 21 – Representação da ilha de calor



Fonte: Página do Todo Estudo²

Em geral, nas cidades de latitudes médias e altas (onde o clima é mais frio) forma-se durante a noite, em associação com o estabelecimento de uma circulação tridimensional na camada limite urbana (CLU) cujo ramo inferior ocorre na forma de um fraco escoamento centrípeto chamado brisa urbana, com intensidade da ordem de 1 a 3 km/h.

Em cidades de latitudes subtropicais e tropicais devido à alta intensidade da radiação solar incidente as ilhas de calor urbanas (ICU) ocorrem durante o dia, agravando a sensação de desconforto devido à elevação da temperatura e à redução da umidade relativa do ar. Nas cidades de clima frio (nas latitudes médias e altas), a ICU tem ocorrência noturna, o que é mais favorável para o conforto térmico da população durante as noites, reduzindo a necessidade de sistemas de aquecedores para aquecimento noturno.

Dois processos primários influenciam a formação desta “ilha de calor”. Durante o verão, a alvenaria urbana e o asfalto absorvem, armazenam e emitem mais energia solar por unidade de área do que a vegetação e o solo típicos das áreas rurais. Além disso, menos dessa energia pode ser usada para a evaporação em áreas urbanas, que caracteristicamente apresentam maior escoamento de precipitação das ruas e construções. À noite, as perdas radiativas das construções urbanas e dos materiais de pavimentação e revestimentos mantêm o ar da cidade

² Disponível em: <https://www.todoestudo.com.br/geografia/ilhas-de-calor> Acesso em 27/06/2019.

mais quente que o das áreas rurais. Durante o inverno, a atmosfera urbana é aquecida ligeiramente, mas significativamente, pela energia da queima de combustível para aquecimento doméstico, geração de energia, indústria e transporte. O manto de poluentes e vapor de água que absorve uma parte da radiação térmica emitida pela superfície da Terra também contribui para o aquecimento da atmosfera urbana. Parte da radiação absorvida aquece o ar circundante, um processo que tende a estabilizar o ar sobre uma cidade, o que aumenta a probabilidade de concentrações mais altas de poluentes (BRITO, 2011).

Chandler (1967), para Londres, refere que as maiores diferenças de umidade relativa correspondem a noites de verão, quando a ilha de calor é mais intensa. Para Leicester, em 3 dias de observação em agosto, encontrou diferenças de umidade relativa desfavoráveis à cidade de 10 a 18%. No entanto, refere que há uma evidência clara de que as umidades absolutas noturnas, tanto em Londres como em Leicester, são frequentemente maiores na cidade do que no campo próximo, sugerindo a existência de "ilhas de umidade" durante a noite.

Hage (1975), baseado na comparação de dados referentes a dois aeroportos, um rural e outro urbano, num período de 13 anos, de rápido crescimento da cidade de Edmonton (Canadá), conclui que esta é, no verão, quanto à umidade relativa, sempre mais seca, a todas as horas do dia, com um máximo de 10% durante a tarde. Em relação à umidade absoluta, continua a ser mais seca de dia, mas de noite a cidade é mais úmida. Na estação fria, tanto a umidade relativa, como a umidade absoluta são sempre maiores na cidade do que no espaço não urbano próximo.

Para contextos climáticos muito diferentes dos anteriores, Aderayo (1987), num período de 20 anos (1961-80) comparou os dados de uma estação meteorológica rural com duas estações meteorológicas urbanas da cidade de Ibadan (Nigéria), concluindo que a umidade relativa é sempre menor na cidade, com diferenças nulas às 9h e de 10% às 15h na estação úmida, e de 3-6% às 9h e 12-17% às 15h, na estação seca. Por outro lado, não evidenciou qualquer tendência temporal para um aumento das diferenças de umidade relativa cidade-campo, provocado pelo crescimento urbano, no período de 20 anos analisado.

Em Portugal, o primeiro estudo à escala topoclimática onde a problemática da distribuição espacial da umidade em meio urbano foi abordado, foi feito por Monteiro (1993^a; 1993^b), para a cidade do Porto. Através de observações itinerantes

efetuadas de automóvel, durante a noite (23-0h ou 0-1h), em abril, agosto, setembro e novembro, a autora concluiu que na maior parte dos dias analisados a cidade apresenta maior umidade absoluta do que a estação meteorológica de referência (Porto-Serra do Pilar), o que se compreende atendendo a sua localização periférica e sobrelevada. No entanto, o núcleo central da cidade, em todos os exemplos referidos, apresentou menores valores de umidade absoluta do que as áreas imediatamente adjacentes, não se tratando, por isso, de uma "ilha de umidade", mas de uma "ilha de secura" coincidente com a "ilha de calor".

Oke (1982) sintetiza as diferenças de umidade absoluta entre o espaço urbano e o espaço não urbano, com base no que os estudos feitos para cidades das médias latitudes sugerem: ao espaço urbano correspondem menores valores de umidade absoluta durante o dia, mas durante a noite a cidade apresenta umidade absoluta mais elevada, permitindo falar em "ilha de umidade" noturna, consequência especialmente do jogo entre a inibição da evapotranspiração do campo por mais acentuado arrefecimento noturno e persistência do fluxo de umidade antrópica na cidade. Estas condições são mais características de verão, já que, em climas de inverno frio, a "ilha de umidade" urbana pode ser uma constante, mesmo durante o dia, devido à reduzida evapotranspiração rural com o solo coberto de neve e dormência da vegetação, em contraste com a emissão de vapor d'água para a atmosfera urbana por combustão antrópica ligada à indústria e ao aquecimento.

O fluxo de vento através de uma cidade é caracterizado por velocidades médias que são de 20 a 30 por cento inferiores às dos ventos que sopram no campo adjacente (LOPES, 2003). Essa diferença ocorre como resultado do aumento do arrasto por atrito no ar que flui sobre terrenos urbanos construídos, o que é mais difícil do que nas áreas rurais. Outra diferença entre o fluxo de vento urbano e rural é a convergência do vento de baixo nível sobre a cidade (ou seja, o ar tende a fluir para uma cidade de todas as direções). Isso é causado principalmente pelos gradientes térmicos horizontais da ilha de calor urbana (ALCOFORADO et al, 2006).

Uma cidade também influencia os padrões de precipitação em sua vizinhança (SHAFIR; ALPERT, 1990). Os efeitos pluviométricos induzidos pela urbanização são mais facilmente discerníveis em cidades de topografia aplanada, uma vez que naquelas em que a topografia é acidentada, a influência desta mistura-se ou sobrepõe-se certamente a da cidade (EAGLEMAN et al, 1972). Assim, a qualidade ambiental das edificações depende fundamentalmente da qualidade ambiental

urbana, e, portanto, os aspectos climáticos devem ser considerados nos estudos consolidados relacionados ao conforto e desempenho de ambientes, como também nos diversos estudos sobre o espaço urbanizado. Por isso, as pesquisas referentes à climatologia urbana e ao conforto térmico urbano cada vez mais têm demonstrado sua relevância, contando com o envolvimento de profissionais de formações acadêmicas diferenciadas, permitindo olhares diversos sobre o tema. Estes estudos têm destacado a importância da consideração dos processos climáticos oriundos do meio externo imediato na adequação climática das edificações, de modo a otimizar as condições de conforto térmico dos usuários e reduzir o consumo de energia através da utilização mais racional dos meios naturais de condicionamento (BARBIRATO; SOUZA; TORRES; 2007).

Destaca-se, assim, a importância do conhecimento das características climáticas da região antes da realização de intervenções urbanas. O planejador urbano deve sempre buscar informações sobre alguns parâmetros climatológicos como a ventilação natural e a insolação, que possam servir como orientação no projeto de edificações e diversas tipologias urbanas, verificando os efeitos térmicos possíveis de diferentes arranjos dos espaços (BARBIRATO; SOUZA; TORRES; 2007).

Grandes discussões dentro do tema “otimização dos espaços urbanos” giraram em torno do adensamento, ou não, dos centros das cidades e os impactos ambientais consequentes. Isso ocorre porque as edificações devem adaptar-se rapidamente às novas situações derivadas das atuais restrições energéticas. Mesmo assim, áreas de crescente valorização imobiliária nas grandes, médias e pequenas cidades são desordenadamente ocupadas, muitas vezes sem seguir as legislações locais.

Uma cidade sem planejamento adequado de uso do solo, com ausência de parâmetros adequados de verticalização e ocupação pode colocar em risco a qualidade de vida de seus habitantes. Deve-se, portanto, aproveitar as potencialidades da natureza, reduzindo os efeitos negativos de cada clima específico.

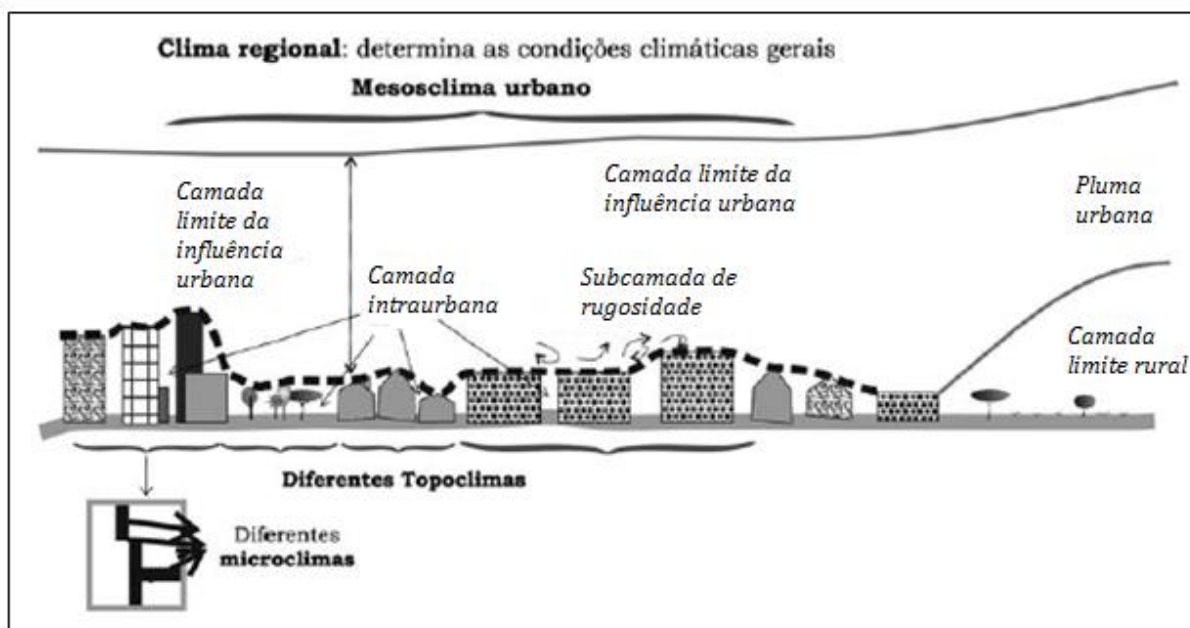
Segundo Andrade (2005), o ambiente urbano engloba nos seus conteúdos componentes naturais e sociais. As condições atmosféricas (abióticas) interagem com fatores bióticos e socioculturais que vêm condicionar a vida das populações humanas. Logo, o clima urbano vai resultar das modificações das superfícies, dos

materiais e das atividades realizadas nas áreas urbanas, provocando alterações no balanço de energia.

Nos estudos de clima urbano também devem ser consideradas as escalas espaciais a fim de delimitar as causas-efeitos que se estabelecem nos locais. Andrade (2005, p. 71) critica o uso do termo microclima “para designar qualquer particularidade climática do espaço urbano”. Assim, estabelece alguns limites de escalas: microescala (até 2 km de extensão); mesoescala (2 a 2000 km) e macroescala (valores superiores a 2000 km) e esclarece que a maioria dos fenômenos urbanos ocorre entre a microescala e a mesoescala, caracterizando-se dentro de um limite regional. Dessa forma, vê-se a meteorologia regional e sua maior aproximação com a climatologia. Na Figura 22 ficam estabelecidos os limites de clima urbano em escala regional.

Segundo Andrade (2005), abaixo da superfície urbana ativa (correspondente ao nível do telhado dos edifícios) o volume de ar entre os edifícios é a camada intraurbana, fortemente afetada pelas condições que a envolvem. Acima da superfície ativa encontra-se a camada limite que integra a influência térmica de toda a cidade. A camada inferior é a subcamada de rugosidade onde o fluxo é influenciado pela rugosidade dos elementos (ANDRADE, 2005). Assim, estudos de clima urbano de áreas pequenas estão dentro de um clima regional na microescala ou na mesoescala, em sua maioria.

Figura 22 – Estratificação da atmosfera urbana nas escalas de análise



Fonte: Andrade (2005). Adaptado por Josafá Gomes, 2019.

No contexto das escalas de estudos do clima urbano, Andrade (2005) abre ainda discussão a respeito de termos que são presentes nos estudos da referida temática. Assim, termos como topoclima e clima local fazem parte do discurso e são usados como sinônimos por apresentar equivalência por advir do vocabulário da Geografia, onde topos significa local. Logo, os termos são utilizados para “designar o clima de áreas homogêneas quanto à ocupação do solo ou condições topográficas” (ANDRADE, 2005, p. 72). Apesar de as dimensões do topoclima variarem de acordo com o uso de cada autor, “os topoclimas abrangem áreas entre algumas dezenas e algumas centenas de metros” (p. 72), ou seja, fica dentro dos limites relacionados ao microclima. Andrade (2005) cita como exemplo o estudo de um parque urbano que está relacionado à escala local, apesar de os fatores externos terem caráter de mesoescala e a diferenciação térmica contida nesse parque estar em microescala.

Andrade (2005) prefere fazer uma distinção dos conceitos de microclima, clima local e mesoclima. Frente a isso, **microclima** “reflete a influência de elementos urbanos individuais e dos seus arranjos elementares” (p. 72). A camada intraurbana receberia as influências diretas dos elementos que o envolvem. O **clima local** é a combinação de características dos elementos, podendo corresponder a um tipo diferenciado de ocupação ou de topografia, conforme Andrade (2005). Ele menciona que “um clima local engloba um mosaico de microclimas que se repetem com

alguma regularidade” (ANDRADE, 2005, p. 72) baseado em definições de outros autores como Oke (1997; 2004). O **mesoclima** “corresponde à influência integrada da cidade” (inclui vários climas locais), ou seja, ficam ao nível da camada limite de influência urbana. Para Andrade (2005), efeitos de mesoescala ou extraurbanos (dimensão superior à cidade) podem ser considerados.

Outra grande contribuição do trabalho de Andrade (2005) é a preocupação com a aplicação da climatologia urbana para a qualidade de vida da população. Fica compreensível que uma das funções dos planejadores urbanos é fazer uso dos estudos de clima urbano na melhoria da condição de vida nas cidades. Assim, a qualidade de vida é entendida no contexto como a “satisfação com a vida” (p. 75) advinda de um conjunto de elementos humanos (econômicos, pessoais) e ambientais (como segurança, recursos naturais e clima). Logo, o clima é considerado um dos elementos propulsores da qualidade de vida e adaptar-se da melhor forma a ele é um dos caminhos que partem da climatologia.

Como é inerente ao ser humano a adaptação às condições adversas que a vida e os locais venham a oferecer, há sempre uma busca por convivência e adaptação, através de estudos que forneçam modos de proporcionar melhor interação entre homem e ambiente. Ou seja, têm-se tentado compreender as inter-relações que ocorrem entre todos os organismos vivos para promover atitudes que favoreçam melhor convivência da biosfera. Nesse contexto, consideram-se os processos climáticos como agentes articuladores que são responsáveis por influenciar a distribuição dos organismos vivos, seu tamanho, formas e propriedades no ambiente. Assim, a bioclimatologia entra como um ramo da ciência ecológica que nos ajudam compreender melhor como tudo acontece, estudando a interações entre biosfera e atmosfera.

Alguns autores como Hafez (1968), Baccari Jr. (1980) e Silva (2000) realizaram trabalhos nos quais trazem definições a respeito da bioclimatologia e expõem quais suas funções dentro da ciência. Num resumo, poderia-se definir a bioclimatologia sob seus pontos de vista como um ramo da Climatologia e da Ecologia que estuda os efeitos do ambiente físico sobre os seres vivos, como estes se adaptam às mudanças e como se relacionam na natureza. Nisso, vale salientar o papel do clima como um elemento condicionante tanto da qualidade de vida quanto da sobrevivência dos organismos vivos. Apesar das diversas aplicabilidades que podemos associar à bioclimatologia, neste estudo foi considerado o propósito de

estudar os efeitos do clima para o conforto térmico dos seres humanos, os que vivem em cidades, sobretudo.

A Meteorologia e a Climatologia se ocupam do estudo do clima e dos fenômenos climáticos. Nesse sentido, Vianello e Vianello (2000) apontam distinções entre os dois termos. Os autores consideram a Meteorologia amplamente, como a ciência atmosférica. Para eles, “seus interesses incluem a física, a química e a dinâmica da atmosfera, bem como os efeitos dinâmicos sobre a superfície da Terra e os oceanos e sobre a vida em geral” (VIANELLO; VIANELLO, 2000, p.194). À Climatologia, cabe a parte mais prática no que se refere à Meteorologia, ou seja, “o intuito da Climatologia é descobrir, explicar e explorar o comportamento normal dos fenômenos atmosféricos, visando ao benefício do homem” (VIANELLO e VIANELLO, 2000, p.194).

A Climatologia foi subdividida por Ayoade (1996, p. 3) em seis partes específicas: climatologia regional, climatologia sinótica, climatologia física, climatologia dinâmica, climatologia aplicada e climatologia histórica. Considerando o caráter prático dos estudos do clima urbano, a parte da Climatologia mais aplicável é a climatologia regional, uma vez que a ela cabem os estudos dos climas em áreas selecionadas, com enfoque e escala mais local.

Nesse sentido, é preciso compreender alguns conceitos básicos presentes nas discussões que envolvem os estudos atmosféricos. Dois conceitos muito presentes é o de tempo e o de clima. Vários autores fazem distinção entre eles. É consenso entre Donn (1978), Ayoade (1996) e Vianello e Vianello (2000) que tempo meteorológico é a variação diária das condições da atmosfera no tempo e nos locais, ou seja, uma experiência instantânea e diária. O clima é, então, uma síntese das características da atmosfera a partir de diversos anos de observações diárias do tempo (entre 30 e 35 anos). Em outras palavras, o tempo é uma condição superficial da situação da atmosfera e o clima um estudo mais aprofundado.

Para a configuração do clima de uma localidade é preciso considerar uma série de variáveis (fatores e elementos climáticos) que atuam de modo a condicionar suas características ou modificá-las. Os **fatores climáticos** podem interagir, influenciando na temperatura, umidade, pluviosidade e deslocamento de ar. Os principais fatores do clima são: altitude, latitude, continentalidade, maritimidade e vegetação. Os elementos climáticos são a temperatura, a umidade, a pluviosidade e

a ventilação e radiação. Estes podem ser afetados pela ação do homem no planeta, modificando o clima natural.

Os estudos de conforto térmico vieram proporcionar explicações e trazer à luz modos de melhorar a vida das pessoas. No contexto da bioclimatologia e do clima urbano, o conforto térmico é um requisito indispensável para a qualidade de vida.

Freitas, Azerêdo e Freitas (2017) estudaram o conforto térmico na Cidade do Recife (PE). A equipe monitorou vários pontos na cidade a fim de, a partir da caracterização do clima tropical litorâneo quente e úmido, identificar os níveis de satisfação térmica da população pesquisada. Para isso, realizaram medições das variáveis climáticas: temperatura relativa do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos; aplicaram formulários envolvendo perguntas quanto à: vestimenta, nível de atividade, sexo, idade; realizaram análise das características dos recintos urbanos, visando à verificação da porcentagem de pessoas satisfeitas termicamente. Nesse sentido, foram utilizados procedimentos com abordagens quantitativas e qualitativas, a partir da delimitação do objeto de pesquisa e dos objetivos, para o alcance do melhor resultado do objeto investigado. Nas suas conclusões, obtiveram resultados diferenciados: alguns pontos monitorados, considerando as variáveis medidas, apresentaram locais com maior conforto ou desconforto; ademais, a percepção de calor avaliada pelos entrevistados variaram de acordo com o sexo, com a idade, com a vestimenta e com o recinto em que se encontravam. O trabalho confirma a complexidade dos estudos de conforto térmico e salienta que apenas as variáveis climáticas são insuficientes para determinar a condição de conforto.

Buriol et al (2015) estudou conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria (RS). O estudo foi baseado na quantificação do conforto térmico, utilizando-se o método de Thom (1959), considerando a temperatura efetiva (do ar e de bulbo úmido), obtidas por meio de um psicrômetro comum. Consideraram valores para estresse por frio e calor, entre temperaturas efetivas menores ou iguais a 18,9°C e maiores ou iguais a 25,6 °C, respectivamente. Utilizaram dados de estação meteorológica em horários específicos: 9h, 15 e 21h. Nesse estudo, encontraram resultados bem interessantes, onde constatou-se que alguns horários do dia apresentam mais desconforto e outros maior conforto. Em linhas gerais, concluíram que

Em termos médios, em Santa Maria, RS, o desconforto por temperaturas baixas ocorre nas manhãs (9h), nos sete meses mais frios do ano (de abril a outubro), à noite (21h), nos cinco meses mais frios do ano (de maio a setembro), e à tarde (15h), nos três meses mais frios do ano (junho a agosto); por temperaturas elevadas, à tarde (15h), no mês mais quente do ano (janeiro). A variabilidade dos valores médios mensais do índice de temperatura efetiva é elevada, ocorrendo, assim, em qualquer época do ano, desvios importantes em relação aos valores médios e, em função da elevada amplitude térmica diária, num mesmo dia, podem ocorrer momentos com condições térmicas de conforto, passando a condições de desconforto e, novamente, a condições de conforto ou vice-versa (BURIOL ET AL, 2015, p. 229).

São estudos como esses que fornecem informações a respeito do clima nas cidades e o quanto o clima afeta as pessoas. Assim, o conforto térmico como um dos elementos propulsores do bem-estar e da qualidade de vida deve ser pauta das discussões dos planejadores urbanos, dos arquitetos e de todos aqueles que trabalham para promover as melhorias para a vida das pessoas.

2.5 Conforto térmico

Lamberts (2011) diz que o conforto térmico, considerado como sensação humana, está situado no campo da subjetividade e depende de alguns fatores que o configuram: físicos, fisiológicos e psicológicos. Ele considera como físicos as trocas de calor do corpo com o meio onde se encontra; os fisiológicos são as respostas dadas pelo organismo em virtude das alterações às quais foi submetida; já os psicológicos se relacionam com as percepções dos indivíduos e a resposta aos estímulos sensoriais, que têm a ver com as experiências vivenciadas e suas expectativas. Ou seja, resulta de interações de corpo, mente e espaço físico.

Takahashi (2009) diz que o conforto térmico se configura quando existe o equilíbrio térmico entre o indivíduo e o ambiente, sem que seja necessário fazer uso de recursos de termorregulação para promover ajustes às condições do ambiente. Schmid (2005) o define como um estado em que o indivíduo não sente vontade de mudar sua interação térmica com o meio. Ambos os autores concordam que onde está estabelecido o conforto térmico não há necessidade de alterações, uma vez que o ambiente encontra-se num estado de harmonia. Já a ASHRAE Standard 55 fornece um conceito mais simples, no entanto, não deixa de considerar o indivíduo dentro do ambiente. Para ela, conforto térmico é “a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”. Ou seja, o conforto térmico está diretamente associado à neutralidade térmica, que foi definida por Fanger (1970) como “a condição na qual uma pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor”. Ainda assim, Lamberts (2011) considera que a neutralidade é uma condição do conforto, não o conforto em si.

Até chegar ao nível do conforto térmico, existe um longo caminhar, uma vez que o corpo humano é um sistema termodinâmico, que produz calor e vive em constante interação com o ambiente, a fim de atingir o balanço térmico. Acontecem constantes trocas de calor entre o corpo e o meio, conduzidas pelas leis da física e influenciadas pelos mecanismos de adaptação fisiológica, condições ambientais e fatores individuais. Assim, Lamberts (2011) conclui que o conforto térmico é resultado do esforço que o organismo realiza para manter o balanço térmico, utilizando-se dos mecanismos de termorregulação do corpo.

A radiação solar, elemento imprescindível para a vida na Terra, é uma energia eletromagnética de ondas curtas que atinge a Terra, fornecendo calor para o

ambiente. Schmid (2005) assevera que o sol possui em sua superfície temperaturas de milhares de graus e que a radiação emitida tem sua maior potência em ondas curtas e que elas atravessam a atmosfera quase integralmente.

Takahashi (2009) salienta que muito dessa energia é perdida de várias maneiras. As principais são: reflexão (30% são refletidas pelas camadas de nuvens de volta e uma porcentagem para a superfície 6%); absorção: são absorvidas na atmosfera pelo vapor de água, gás carbônico e partículas (15%), uma pequena porcentagem é absorvida na ionosfera, formando ozônio (3%); dispersão: através de partículas sólidas e gasosas (15%). Ao fim de todo esse cálculo, o que realmente sobra para atingir a superfície terrestre é 31%.

De algum modo, Schmid (2005) e Takahashi (2009) se complementam, pois, ambos asseguram que a Terra envia ondas eletromagnéticas ao espaço e que saindo de sua atmosfera, uma parcela é radiação solar refletida (um terço), e que outra parte é radiação que a própria Terra emite. Para Schmid (2005), a Terra nem perde nem ganha calor, pois a atmosfera atua como uma cobertura de proteção, elevando a temperatura, como um mecanismo de termorregulação (efeito estufa em seu processo natural). Para ele,

Sua temperatura média permanece aproximadamente constante, equilibrando o calor que recebe do sol com aquele que irradia para todas as direções do espaço. Entretanto, existe variação regional causada por vários fatores: distribuição de águas e terras; ventos; regimes de umidade e vegetação. Temperaturas do ar são encontradas desde -90°C até +60°C. A velocidade do ar chega até mais de 100 km/h. A umidade do ar varia entre praticamente zero e 100%, e a radiação, desde zero (na sombra) até cerca 1000 W/m² – a densidade energética sob o sol equatorial a pino –, uma ordem de grandeza correspondente ao calor de um secador de cabelo médio por metro quadrado. Isto inclui o componente ultravioleta, que tem propriedade biocida (SCHIMID, 2005, p. 222).

De acordo com o exposto, verifica-se a importância grandiosa da radiação na manutenção da vida, uma vez que ela atua para a concretização de muitos efeitos metabólicos, como a síntese orgânica e efeitos diversos no desenvolvimento geral dos seres vivos. No entanto, da mesma forma que a radiação colabora para o bem estar e o desenvolvimento dos seres vivos, ela pode ser um elemento causador de doenças, como acontece com a radiação ultravioleta (UVC), a qual apresenta um efeito biológico muito perigoso (apesar de ser quase integralmente absorvida pela

camada de ozônio). Ela atua na síntese de vitamina D e melanina, mas pode ser perigosa e provocar riscos à saúde, se houver exposição demasiada.

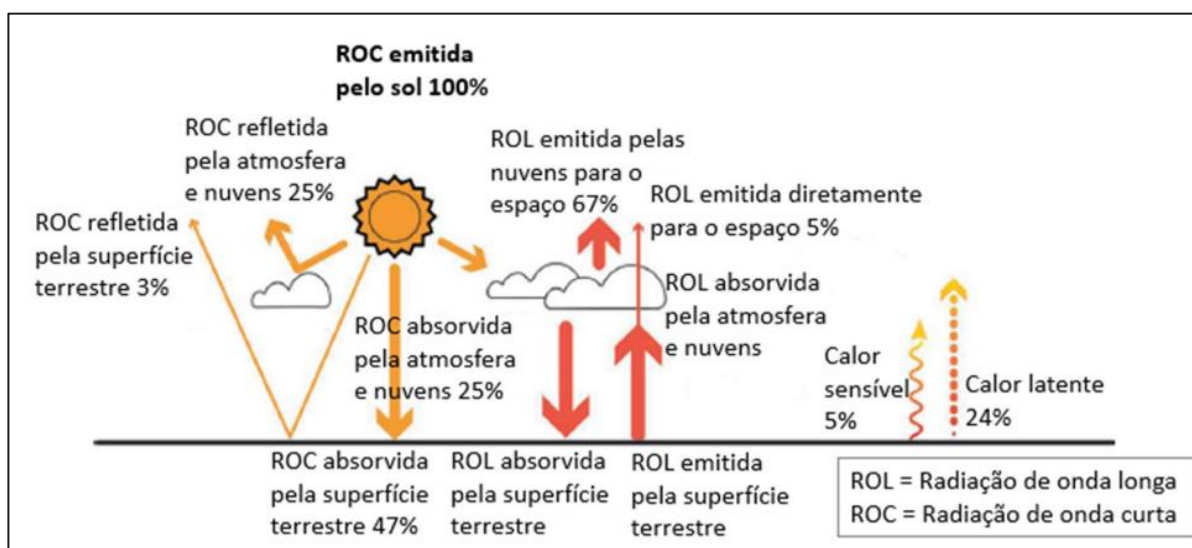
Vale salientar que a incidência da radiação solar na superfície terrestre é influenciada pela latitude, ou seja, as diversas áreas do planeta recebem diferentes quantidades de radiação, em virtude da aproximação ou distanciamento da zona equatorial (quanto mais próximas dessa zona, mais quentes; quanto mais distantes, mais frias), uma vez que os raios solares nessa zona incidem de modo perpendicular e, quando se afasta em direção aos polos aumenta a espessura da atmosfera que eles precisam vencer até chegar à superfície.

Segundo Werneck (2018) a radiação é uma das variáveis fundamentais no estudo do ambiente térmico das cidades e das edificações. De acordo com ela

A radiação se propaga como radiação eletromagnética na forma de ondas. Corpos com temperaturas mais elevadas como o Sol emitem radiação térmica em ondas curtas. A radiação restante é transmitida diretamente para as superfícies terrestres. A superfície terrestre, por sua vez, reflete parte dessa radiação direta (3%) e absorve o restante. Esta radiação absorvida é emitida para a atmosfera como radiação de onda longa. A radiação solar de onda curta absorvida pelas nuvens e pela atmosfera também é emitida como radiação de onda longa, em parte para a terra e em parte para o espaço (WERNECK, 2018, p. 18).

Na Figura 23 fica representado como a radiação se propaga nos ambientes.

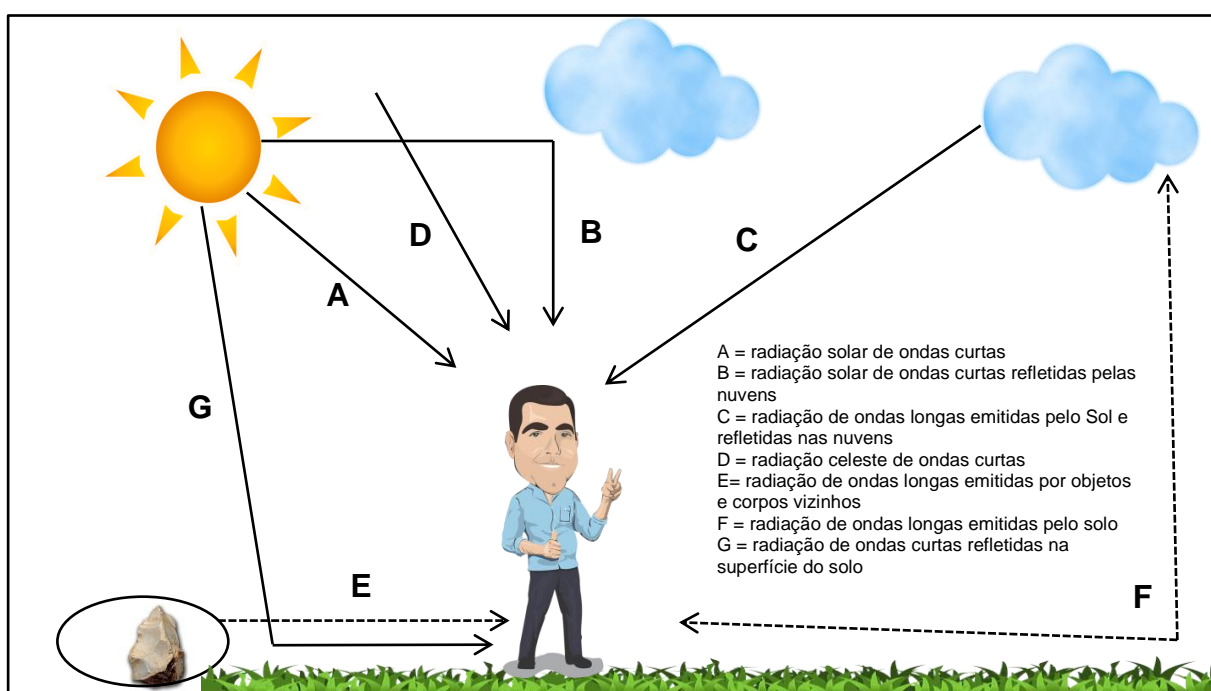
Figura 23 – Interação da radiação solar



Fonte: Esch (2015)

Nesse ínterim, é preciso compreender que os organismos de diferentes lugares são influenciados por essa radiação e realizam trocas térmicas com o ambiente, podendo levar a um balanço térmico de equilíbrio ou não, tolerável ou insuportável. Da mesma forma que a radiação emitida atinge a superfície terrestre, também atinge os indivíduos. Por isso, a Figura 24 representa as trocas térmicas do ambiente com um indivíduo (humano). Nela, podem-se observar várias fontes de radiação térmica sobre o indivíduo.

Figura 24 – Fontes de radiação



Fonte: Adaptado de Silva (2000)

Nesse sentido, Werneck (2018) aponta que

a forma como as trocas de calor por radiação é percebida pelo corpo humano é indicada pela temperatura média radiante (TMR), que pode ser definida como temperatura uniforme de um ambiente imaginário no qual a troca de calor por radiação com o corpo humano é igual ao ambiente real não uniforme que inclui o entorno e o céu. Dessa forma sua influência é muito importante no sistema termorregulador do corpo, que consiste em mecanismos que regulam a temperatura corporal para manutenção das funções metabólicas (WERNECK, 2018, p. 20).

A maioria dos autores tem posicionamento semelhante a respeito dos mecanismos de transferência de calor. Entre eles, Donn (1978) e Grimm (1999) nos fazem entender o calor como energia que, transferida a um objeto, determina seu aumento de temperatura. O calor pode ser considerado como o trabalho realizado, ou energia consumida, para aumentar a temperatura de um corpo. Nesse sentido, calor e temperatura são propriedades intimamente relacionadas que nunca devem ser confundidas, pois apesar de parecerem sinônimas, são muito distintas. Grosseiramente, pode-se dizer que o calor está contido na temperatura. Como exemplo, podem-se expor diferentes materiais a uma mesma temperatura (metal e madeira) e notar que o calor em ambos é diferente. A temperatura pode ser definida como uma medida da energia do movimento de agitação molecular, sem considerar aquela correspondente às vibrações.

O calor pode ser de dois tipos: **sensível** e **latente**. O calor sensível é transferido entre porções de matéria com temperaturas diferentes. Schmid (2005) enumera três formas de transmissão de calor sensível: condução, convecção e radiação. O calor latente é a energia usada para mudar o estado físico da matéria, por exemplo, o gelo derrete e vira água (SCHMID, 2005).

Considerando que o corpo humano também realiza trocas térmicas internas e com o ambiente, vê-se necessário discutir um pouco essa relação.

Na **condução**, o calor é transferido dos corpos sólidos com diferentes temperaturas. Materiais bons condutores, quando inseridos entre corpos de diferentes temperaturas promovem aproximação entre eles. Grimm (1999) salienta que

O calor flui das temperaturas mais altas (moléculas com maior energia cinética) para as temperaturas mais baixas (moléculas com menor energia cinética). A capacidade das substâncias para conduzir calor (condutividade) varia consideravelmente. A condução só é importante entre a superfície da Terra e o ar diretamente em contato com a superfície. Como meio de transferência de calor para a atmosfera como um todo, a condução é o menos significativo e pode ser omitido na maioria dos fenômenos meteorológicos (GRIMM, 1999, n.p.).

Na **convecção** o calor vai de uma superfície a outra, em virtude do deslocamento do material aquecido. A troca baseia-se na diferença de densidade. Já que o ar quente é menos denso que o ar frio, ele sobe; o ar frio e denso desce e força o ar mais quente e menos denso a subir. O processo é repetido cada vez que o ar mais é aquecido (GRIMM, 2009).

Já na **radiação**, a transferência de calor ocorre por meio de ondas magnéticas que circulam através do espaço sem necessidade de nenhum meio transmissor e são absorvidas pela matéria convertendo-se em calor. A energia pela Terra procede do Sol, em forma de radiação ondulatória no vácuo (DONN, 1978).

Os seres humanos, assim como outros animais, também produzem calor e dependem da temperatura corpórea para a realização das reações químicas que ocorrem no organismo. Laganá, Faro e Araújo (1992), sintetizando o conceito de temperatura corporal de Atkins (1975), Ganong (1983), Guyton (1984) o define como o balanço entre o calor gerado e o perdido pelo corpo humano. Normalmente, a temperatura elevada acelera as reações e diminui as atividades. Assim, Takahashi (2009) diz que para que não haja a ocorrência de flutuações nas funções fisiológicas pela variação da temperatura, alguns animais desenvolveram mecanismos para manter a temperatura do corpo constante (animais homeotérmicos), enquanto outros conseguem variar sua temperatura conforme o ambiente (animais pecilotérmicos).

Nos seres humanos, a temperatura corporal deve manter-se próxima a 37°C. Freitas (2005, p. 48) informa que para manter “o equilíbrio homeotérmico, o organismo interage com o meio, provocando, por exemplo, o suor, quando ele está submetido a altas temperaturas e necessita liberar calor. Quando ele está sob baixas temperaturas, a pessoa se encolhe para evitar o dispêndio de calor”, controlando, assim, as perdas e ganhos. Takahashi (2009, p. 14) ainda salienta que “a facilidade ou não de dissipação de calor para o ambiente depende de fatores ambientais e, particularmente, da temperatura do ambiente, que é diretamente proporcional à intensidade da radiação solar”, o que configura as transferências de calor.

Ainda que o corpo precise manter a temperatura constante, Laganá, Faro e Araújo (1992, p.177) indicam que “uma pessoa sadia e nua, suporta bem variações do meio ambiente entre 13° e 60°C”. O organismo se utiliza de vários mecanismos de termorregulação, com a atuação de “intrincados mecanismos de vários sistemas do organismo” relacionados às transferências químicas e físicas de calor, que têm a ver com o controle fisiológico (neurológico) e o comportamental dos indivíduos. Ou seja, há uma grande luta orgânica entre os sistemas no controle de produção e perda de calor: sistema isolador do corpo; regulação térmica da pele; secreção das glândulas sudoríparas; aclimação; receptores termossensíveis e sensibilidade térmica; sistema vasomotor. Além disso, todos esses mecanismos são influenciados

por outros fatores que têm relação ao tipo de vida que a pessoa leva suas condições de vida, comportamentos, idade, sexo e uma série de outros, assim como os de ordem ambiental (temperatura, iluminação, energia solar, umidade relativa do ar).

Diante de tantas fontes de radiação atuando no ambiente e no indivíduo, vale considerar se este último encontra-se numa condição de conforto.

O termo conforto, tendo por base o seu sentido gramatical (verbo e substantivo), como sinônimo de bem-estar, é abordado em diversas áreas do conhecimento.

Faganello e Iaroziski Neto (2017, p. 741) dizem que “a palavra conforto está intrinsecamente ligada ao estado físico de uma pessoa dentro de um ambiente que o envolva”, mesmo que em sua evolução tenha ficado mais abrangente. Para os autores, de modo geral, o estudo do termo é feito considerando a interação do indivíduo com o ambiente. Eles justificam que o termo é trabalhado dentro de um contexto transdisciplinar (considera-se a intersecção dos conhecimentos das disciplinas envolvidas), dificultando a identificação correntes de estudos que promovam uma definição clara do conceito.

Já Freitas (2005, p. 727), nos diz que o

conforto nos dicionários, assim como no senso comum, é visto enquanto suficiência, comodidade, apoio, consolo, alívio, bem-estar. Um conceito um tanto amplo, dando margens a diferentes interpretações e percepções, subjetivas, como nos romances e nas pinturas; objetivas, como nos livros de arquitetura e engenharia, podendo ser percebido, sentido, vivenciado e medido, classificado e normatizado.

A despeito do percurso teórico e evolutivo do termo, Faganello e Iaroziski Neto (2017, p. 742) salientam que “as definições de conforto tendem a ser relacionadas à formação profissional do pesquisador e ao interesse daqueles que formulam seu conceito”. Assim, a abordagem será sempre direcionada às necessidades e interesses das pesquisas em questão.

No que concerne à construção de conceitos a partir das linhas de conhecimento, Faganello e Iaroziski Neto (2017) citam o uso da expressão conforto ambiental nos cursos de Arquitetura e de Engenharia Civil. Por isso, Freitas (2005, p. 728) reconhece que mesmo existindo uma infinidade de aspectos estudados e

possibilidades de classificação do conforto ambiental, “há uma estreita relação de dependência e reciprocidade entre as suas áreas”.

O conforto ambiental é definido por Freitas (2008, p. 251) como um “estado de bem-estar sentido no tempo e no espaço, em que condicionantes ambientais, morfológicos e econômicos proporcionam satisfação física e psicológica”.

O conforto ambiental engloba elementos como o térmico, o lumínico e o acústico. O conforto térmico, considerando os usuários, “depende de quatro grandezas físicas principais: temperatura do ar, as temperaturas de superfícies, a umidade do ar e a velocidade do vento” (FREITAS, 2005, p. 728). O conforto lumínico “depende de dois quesitos básicos: a intensidade e a qualidade da luz”. Já o conforto acústico, “depende da qualidade do som nos ambientes e do isolamento dos ruídos, que, por definição, seriam os sons não desejados”. Por fins de praticidade e de adequação às necessidades do presente trabalho, o foco será voltado para o conforto térmico.

Ao considerarmos as cidades e seu processo histórico de formação, é possível verificar a tendência de se procurar por áreas mais adequadas para a sua construção. Ou seja, espaços que além de oferecer recursos abundantes e facilidades diversas, favoreçam o conforto ambiental em todos os seus aspectos. Viver numa cidade confortável é desejo de muitos, pois isto também representa fator de valorização econômica, de melhoria na qualidade de vida e proporciona as relações sociais nos espaços livres.

Nesse sentido, Freitas (2005, p. 732) salienta:

Componentes objetivos, como o estado do ar, da água e do solo, assim como componentes subjetivos, como beleza e valor, diferenciam os espaços. Os usuários usufruem essas qualidades materiais, através da utilização de serviços eficientes, de transporte público e saneamento, por exemplo, assim como eles percebem essas características, de forma tal que as assimilam para sua própria vivência. Morar em determinados bairros é símbolo de status, pela qualidade ambiental e construída que eles oferecem, mas, também, pelo simples fato de estar entre aqueles que podem adquirir e usufruir benéficas por eles oferecidas – também uma representação social, portanto.

Logo, ao verificar a condição do Recife, concorda-se com Freitas (2005), visto que é nos fragmentos da zona norte, representados pelos bairros de maior renda da cidade (Casa Forte, Jaqueira, Santana, Monteiro, Poço da Panela), onde se

encontram as melhores amenidades urbanas, nas quais se incluem qualidade ambiental e serviços de qualidade para atender às necessidades de uma população mais abastada que vive nessas áreas. Assim, na Figura 25, em primeiro plano, pode-se visualizar um cinturão, às margens do Rio Capibaribe, que representa a área mencionada. Em segundo plano, encontram-se áreas mais desvalorizadas em seu caráter imobiliário, por serem compostas por morros e zonas de interesse social.

Figura 25 – Expressão da fragmentação socioespacial e valorização de áreas



Fonte: Google Earth (2019)

Nesse recorte, sobretudo, encontram-se as áreas mais valorizadas imobiliariamente dentro do contexto da ARU, com qualidade ambiental mais elevada. Nas proximidades, no entanto, o padrão de qualidade decai à medida que há afastamento dessa área. Concernente ao conforto térmico, ressalta-se que na ARU é menos quente que nas localidades fora dela, conforme discutido posteriormente.

Como nem todas as partes/fragmentos das cidades apresentam a mesma qualidade ambiental nem o mesmo conforto, o conforto ambiental torna-se, também, uma mercadoria. Sobre isso Freitas (2005) comenta que

Quem não pode adquirir uma passagem para esse mundo de benéfices, fica mais perto da cidade real, sendo obrigado a conviver com o risco, a lama, a sujeira, o calor, a inundação, a poluição e com as doenças decorrentes, confirmando-se a acessibilidade ao conforto condicionada ao poder aquisitivo. O cidadão excluído,

contraditoriamente, participa do desmatamento dos morros, do envenenamento das águas, como algoz e como vítima, sofrendo ainda as consequências de viver em espaços inóspitos (FREITAS, 2005, p. 732).

Nesse sentido, para ter conforto, é preciso pagar por ele e desfrutá-lo como de qualquer outro bem adquirido ou fazer uso de áreas livres públicas onde esse conforto pode ser acessado por todos os que desejarem.

3 CARACTERIZAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO EM ESPAÇOS PÚBLICOS NA ZONA NORTE DO RECIFE

Tendo em vista as discussões realizadas a respeito do conforto térmico, uma vez que este se caracteriza pela sensação de bem-estar e a satisfação das pessoas, é tendência de diversos estudos realizarem investigações que visem ao entendimento do assunto a fim de promover ações para melhorar a qualidade de vida. Nesse sentido, o conforto térmico tem a ver com as condições microclimáticas das localidades e dos elementos morfotipológicas que o caracterizam. Assim, estuda-se o clima e suas variáveis como temperatura, umidade, direção e velocidade do vento. Nesse sentido, é preciso entender como são feitos esses estudos em escala microclimática, como são usados os índices de calor e o que eles revelam a partir das suas aplicações. Os índices de calor são metodologias criadas para a medição da sensação térmica (entendida como a sensação de calor que a pele percebe a partir do ambiente em função de variáveis de umidade, temperatura e vento), uma vez que têm grande importância para a saúde das pessoas, bem como para o planejamento das cidades.

3.1 O conforto térmico em espaços livres públicos

A partir de Ascher (1995), entendem-se os espaços livres públicos como as ruas de pedestres, as praças, a valorização da paisagem urbana, o mobiliário urbano. No contexto, pode-se considerar o espaço público como aquele espaço que é de uso comum e de posse coletiva, que não pertence ao setor privado.

Dada a importância do clima e seus efeitos na saúde, o conforto térmico tem sido objeto de estudo de vários pesquisadores, os quais têm feito observações e coletas em várias cidades a fim de verificar e demonstrar as condições de conforto em vários tipos de clima. Exemplo é o trabalho de Freitas et al (2013) que fez uma avaliação microclimática em fragmentos urbanos do campus da Universidade Federal da Paraíba. Nesse trabalho foram realizadas coletas em vários pontos do campus a fim de comprovar a diferença de intensidade de conforto encontrada em cada ponto de monitoramento. Nesse sentido, os pesquisadores utilizaram o índice de Desconforto Térmico (IDT), de Thom (1959), já testado por Giles; Balafoutis; Matheros (1990).

O índice de desconforto térmico proposto por Thom (1959) utiliza dados de temperatura média e umidade relativa do ar para definir o conforto ou estresse térmico das localidades onde for aplicado. Ele apresenta apenas seis níveis de desconforto (Quadro 4), sendo mais restritivo no que concerne às sensações térmicas encontradas.

Quadro 4 – Faixas de Desconforto de Thom – IDT

| Faixas | IDT (°C) | Níveis de Desconforto Térmico |
|--------|-------------------------|---|
| 1 | $IDT < 21,0$ | Sem desconforto |
| 2 | $21 \leq IDT \leq 24,0$ | Menos de 50% da população sente desconforto |
| 3 | $24,0 \leq IDT < 27,0$ | Mais de 50% da população sente desconforto |
| 4 | $27,0 \leq IDT < 29,0$ | A maioria da população sente desconforto |
| 5 | $29,0 \leq IDT < 32,0$ | O desconforto é muito forte e perigoso |
| 6 | $IDT \geq 32,0$ | Estado de emergência médica |

Fonte: Giles et al. (1990).

Assim, para regiões tropicais onde existem áreas cuja temperatura média está sempre acima de 25°C e umidade relativa acima de 70%, como a cidade do Recife, por exemplo, estaria sempre apresentando sensações de desconforto, uma vez que sensações acima de 21°C já adentram nas faixas de desconforto. Para ele, a partir da faixa 2, menos de 50% da população já sente desconforto, conforme visto no Quadro 4. Vale salientar que o trabalho realizado por Thom (1959) levou em consideração realidades europeias, sendo testado por Giles (1990) na Grécia, região que apresenta temperatura média abaixo de 20°C.

Pode-se dizer que o índice apresentado pode ser usado como uma referência para o estudo, no entanto, nesses termos, não se adequa bem à realidade de clima quente onde as médias de temperatura estão acima dos 25°C, como as cidades do Nordeste, por exemplo (INMET, 2018). Ademais, não determina os valores mínimos em sua faixa “sem desconforto”, deixando margem para interpretações errôneas e vazias.

Santos (2012) propôs um ajuste nas faixas de classificação a fim de aproximar melhor o IDT dos tipos climáticos brasileiros, sobretudo dos lugares onde

os estudos foram realizados, como o realizado em João Pessoa, Paraíba, que apresenta características climáticas semelhantes às do Recife.

O quadro adaptado para condições tropicais contém apenas quatro faixas, aumentando o valor da primeira e da última faixa, considerando confortáveis sensações até 26°C, expressas no Quadro 5.

Quadro 5 – Faixas de Sensação Térmica (Adaptada)

| Faixas | IDT (°C) | Níveis de Sensações |
|--------|-------------------|--------------------------|
| 1 | IDT <24,0 | Confortável |
| 2 | 24 ≤ IDT ≤ 26,0 | Parcialmente confortável |
| 3 | 26,0 < IDT < 28,0 | Desconfortável |
| 4 | IDT ≥ 28,0 | Muito desconfortável |

Fonte: Santos et al. (2012)

Vê-se, portanto, que a adaptação de Santos (2012) incluiu em suas faixas o limite do “confortável”. Assim, além das variáveis medidas para aplicar nas fórmulas e equações, é preciso analisar outras condições que influenciam na sensação de conforto térmico.

Ainda segundo Santos et al. (2012), o cálculo do Índice de Desconforto Térmico (IDT) é feito da seguinte forma:

$$IDT = T_a - (0,0055 - 0,0055 \cdot UR) \cdot (T_a - 14,5)$$

Na fórmula, T_a é a temperatura do ar em °C e UR é a umidade relativa do ar, em %.

Considerando uma medição de temperatura média de 31°C e umidade relativa de 60,8% (valores obtidos em um dos pontos de medição no primeiro dia de coleta), o resultado igual a 27,4°C, corresponde à sensação de desconforto em Giles et al. (1990) na faixa 4 (a maioria da população sente desconforto) e na de Santos et al. (2012), na faixa 3 (desconfortável).

No cálculo do IDT, considera-se a relação entre a temperatura média e a umidade relativa do ar. Nesse índice, existem apenas quatro faixas de sensação térmica. São consideradas confortáveis sensações abaixo de 24°C; parcialmente confortáveis sensações entre 24°C e 26°C; desconfortáveis as sensações entre 26°C e

28°C. Já a faixa muito desconfortável fica para as sensações iguais ou superiores a 28°C, conforme apresentado. Vale salientar que neste índice não são consideradas sensações de desconforto causadas pelo frio, em virtude de não haver um limite mínimo definido na faixa de “sem desconforto” (GILES et al.,1990).

Já o índice de Temperatura Efetiva em Função do Vento (TEv), segundo Leal et al. (2016), além de agregar temperatura e umidade, inclui a velocidade do vento para calcular a sensação térmica encontrada nas áreas estudadas, fazendo a relação entre as variáveis medidas. Neste índice, encontramos onze faixas (Quadro 6) que representam os níveis de conforto. As faixas de 1 a 6 estabelecem sensações térmicas que vão de muito frio (valores menores que 5°C a ligeiramente fresco, entre 19°C e 22°C).

Quadro 6 – Faixas de sensação térmica – TEv

| Faixas | TEv (°C) | Sensação Térmica | Grau de Estresse Fisiológico |
|--------|----------|---------------------|-------------------------------|
| 1 | <5 | Muito Frio | Extremo estresse ao frio |
| 2 | 05 - 10 | Frio | Extremo estresse ao frio |
| 3 | 10 - 13 | Moderadamente Frio | Tiritar |
| 4 | 13 - 16 | Ligeiramente Frio | Resfriamento do corpo |
| 5 | 16 - 19 | Pouco Frio | Ligeiro resfriamento do corpo |
| 6 | 19 - 22 | Ligeiramente Fresco | Vasoconstricção |
| 7 | 22 - 25 | Confortável | Neutralidade térmica |
| 8 | 25 - 28 | Ligeiramente Quente | Ligeiro suor - vasodilatação |
| 9 | 28 - 31 | Quente Moderado | Suando |
| 10 | 31 - 34 | Quente | Suor em profusão |
| 11 | >34 | Muito Quente | Falha na termorregulação |

Fonte: Leal et al. (2016)

A faixa que inclui o conforto térmico está entre 22°C e 25°C, que corresponde à sétima posição de sensação. Como continuação, nesse índice, as sensações vão se modificando à medida que as temperaturas passam da faixa de conforto, com sensações de ligeiramente quente (entre 25°C e 28°C); quente moderado (28°C e 31°C); quente (31°C e 34°C) e muito quente quando os valores superam os 34°C.

Segundo Leal et al. (2016), o cálculo do TEv é feito a partir da seguinte equação:

$$TEv: 37 - \{ (37 - Ta) / [0,68 - (0,0014 * UR) + (1 / (1,76 + 1,4 * v^{0,75}))] \} - \{ 0,29 * Ta [1 - (UR/100)] \}$$

Na equação, T_a é a temperatura do ar (em °C); UR é a umidade relativa (em %) e v é a velocidade do vento (em m/s).

Souza e Nery (2012) consideram que a maior presença de variáveis nos cálculos dos índices de conforto térmico favorece melhor representação dos resultados.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é o índice mais utilizado nesses trabalhos, uma vez que utiliza apenas duas variáveis (temperatura e umidade), mostrando-se altamente prático (apesar de não agregar variáveis de ventilação) e é usado para regiões localizadas nos trópicos, conforme Leal et al (2016). Além disso, não considera sensações com valores inferiores a 21°C. O cálculo é simples, feito por meio da seguinte equação:

$$ITU = 0,8 \cdot T_a + [(UR) \cdot T_a] / 500$$

Deve observar-se que T_a é a temperatura do ar em °C e UR é a umidade relativa do ar, em %.

A praticidade dele está, exatamente, na facilidade de aplicação da fórmula e na classificação dos níveis de conforto em virtude do aspecto reducionista de suas faixas, com apenas três níveis. A sensação entre 21°C e 24°C é considerada confortável; levemente desconfortável a sensação entre 24°C e 26°C. É considerada extremamente desconfortável a sensação acima de 26°C, apresentadas no Quadro 7.

Quadro 7 – Faixas de Sensação Térmica – ITU

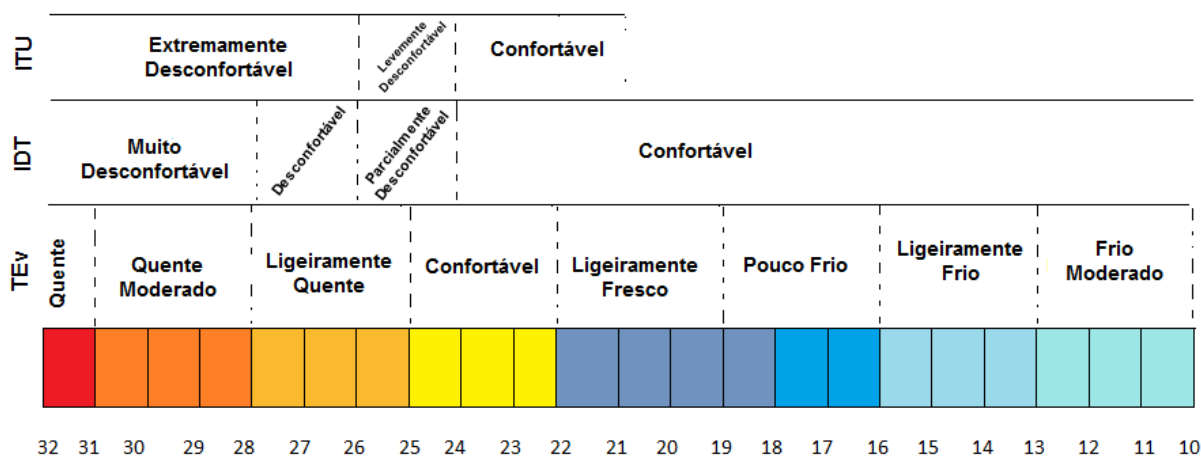
| Faixas | ITU (°C) | Níveis de Conforto |
|--------|-------------------|-----------------------------|
| 1 | 21,0 < ITU < 24,0 | Confortável |
| 2 | 24,0 < ITU < 26,0 | Levemente desconfortável |
| 3 | ITU > 26 | Extremamente desconfortável |

Fonte: Leal et al (2016).

Leal et al (2016) realizaram trabalho semelhante ao de Freitas et al (2013) em Vitória, Espírito Santo. Os autores fizeram uso dos três índices de conforto térmico: o

índice de Conforto Térmico (IDT), o Índice de Temperatura em função do Vento (TEv) e o índice de Temperatura e Umidade (ITU). Esses dois últimos, segundo França et al (2016) e Barbirato et al (2007) são os mais indicados para estudos em regiões tropicais. Para simplificar, a Figura 26 mostra a comparação entre os índices referidos, considerando as faixas de sensações térmicas, em contexto de climas tropicais.

Figura 26 – Faixas de classificação da sensação térmica segundo TEv, IDT e ITU



Fonte: Adaptado de Leal et al, 2016.

Considerando que o conforto térmico é resultante da interação de variáveis ambientais e pessoais, utilizam-se vários cálculos para a sua caracterização. Por isso, Leal et al (2016, p. 60) salientam que “um dos meios para se expressar essa sensação é através de cálculos que agreguem essas variáveis e se converta em indicadores de conforto térmico”, conforme os já apresentados e discutidos. Assim, para a validação do presente trabalho, foram utilizados os três índices de conforto térmico mais usados nos trabalhos referentes ao conforto térmico urbano.

Tendo em vista o fato de o Índice de Temperatura em Função do Vento agregar as variáveis de temperatura, umidade e ventilação, ele apresenta-se mais completo para os estudos de conforto térmico. Além disso, as faixas de sensações nele contidas são bem abrangentes, considerando sensações de calor e de frio, em vários limites, podendo ser aplicado em qualquer região, ainda que sejam feitas as devidas adaptações.

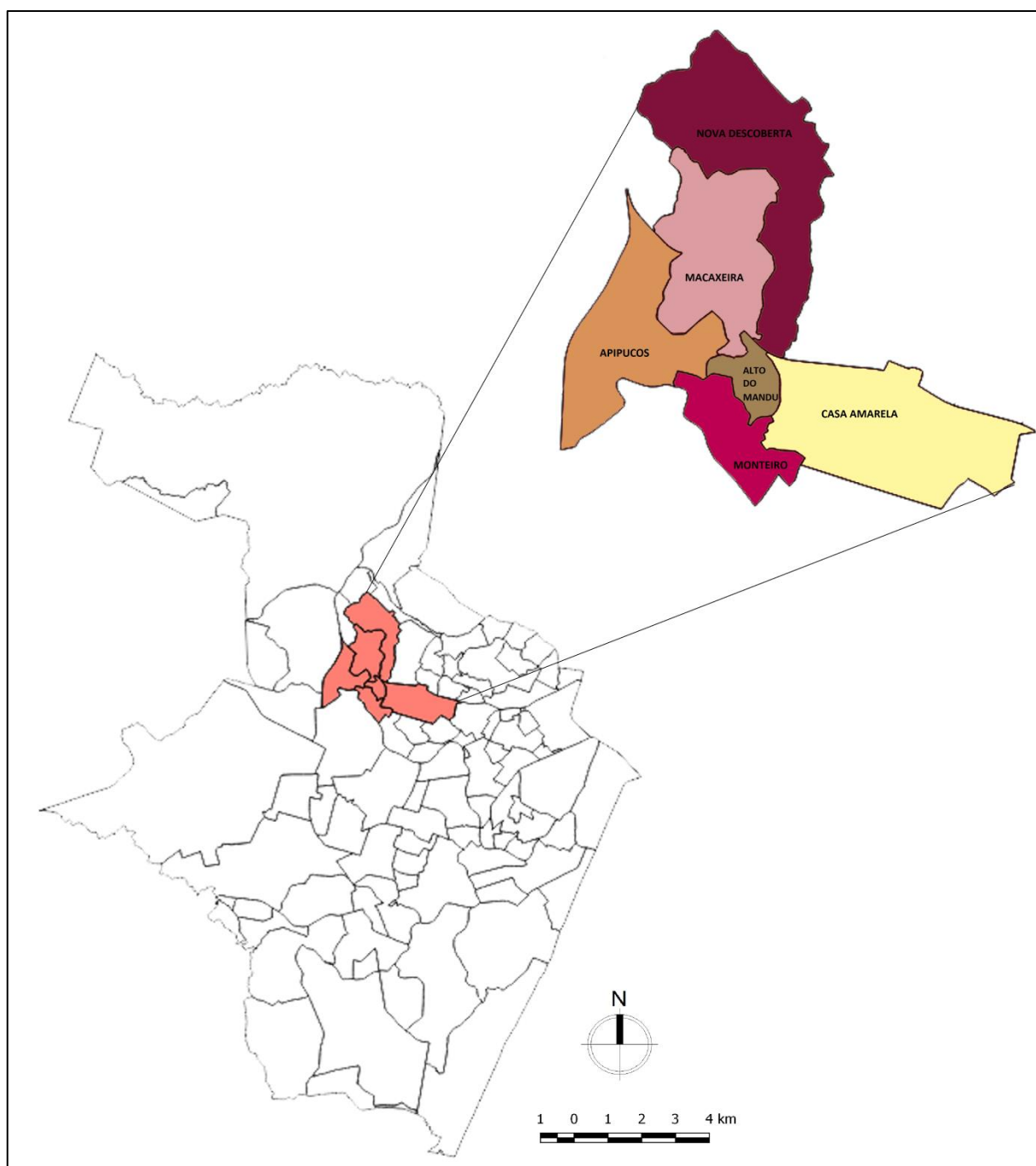
3.2 Seleção da Área de Estudo

A área de estudo foi selecionada por apresentar características onde se pode verificar com muita facilidade a fragmentação socioespacial existente na região da zona norte da cidade do Recife. Para isso, foi selecionada uma área composta pelos bairros de Casa Amarela, Alto do Mandu, Apipucos, Macaxeira, Nova Descoberta e Monteiro, ambos localizados na RPA 3, onde encontram-se bairros com diferentes padrões de uso e ocupação solo, ideais para testar a hipótese definida na pesquisa.

Verificou-se que, em alguns bairros dessa área, como Monteiro e Apipucos, existe uma lei específica para controlar o uso e ocupação do solo, conhecida como a Lei dos Doze Bairros, a qual regula essas localidades; os demais bairros (Alto do Mandu, Macaxeira, Casa Amarela e Nova Descoberta) não foram contemplados nos limites da legislação mencionada, apresentando um padrão de uso e ocupação do solo destoando de seus vizinhos. Inclusive, entre esses bairros existem as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), como a Zeis Altos do Mandu/Santa Izabel. Por isso, resolveu-se investigar o conforto térmico através de medições que pudessem confirmar ou não a hipótese.

A partir da base de dados do ESIG, base de dados espaciais da cidade do Recife, fornecida pela Prefeitura da Cidade do Recife, através de um Sistema de Informações Geográficas disponível na Internet, do Google Earth e do Google Maps, bem como mapa da cidade, foi possível delimitar a área de estudo e a localização para a marcação dos pontos de medição. Além disso, foi realizada uma visita à área para fins de reconhecimento. A área de estudo está destacada na Figura 27.

Figura 27 – Área de Estudo



Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/LACAM-UFPE, 2019.

Os pontos de medição foram escolhidos tendo em vista a necessidade de contemplar cada um dos bairros que está dentro da área de estudo (conforme a Figura 21), a fim de permitir uma visão mais ampliada das condições térmicas desses locais, tendo em vista as diferentes configurações morfotipológicas dos fragmentos. Foram escolhidos nove pontos dentro da área, em um circuito de aproximadamente 4,5 km. Nove pontos foram suficientes para fechar o circuito fornecendo o distanciamento necessário de um ponto a outro, contemplando toda a área.

Os pontos foram marcados em locais estratégicos e tidos como referência nas localidades, uma vez que isso facilitaria a locomoção e permitiria a segurança dos pesquisadores durante as coletas, além de ser uma área representativa das condições térmicas locais. A localização e características dos pontos de medição presentes no Quadro 8 estão espacializadas na Figura 28 e ampliada na Figura 29, para melhor visualização dos detalhes das localidades que o circuito engloba.

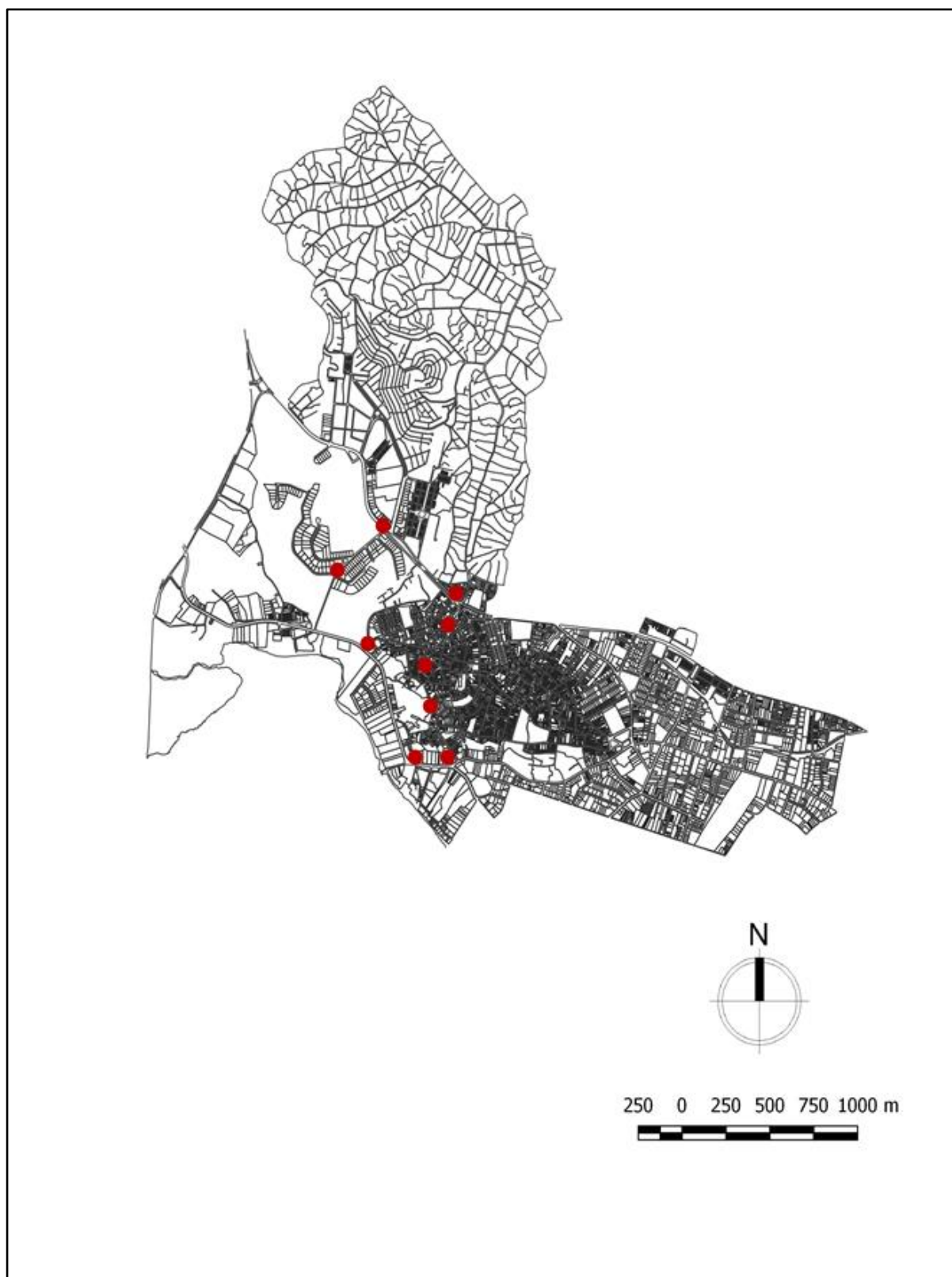
Mais adiante, encontra-se uma ficha descritiva de cada ponto marcado na área de estudo, apresentando suas características, bem como um comparativo das condições microclimáticas das variáveis medidas em cada ponto com a estação meteorológica automática, de referência, do INMET.

Quadro 8 – Localização e características dos pontos de monitoramento

| PM | LOCAL DE REFERÊNCIA | ENDEREÇO | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE (m) | CARACTERÍSTICAS |
|----|--------------------------|---|--------------|---------------|--------------|--|
| 1 | BAR PONTO VERDE | Rua Mandacaru, 640, Apipucos | 8° 1'18.66"S | 34°55'53.73"O | 09 | Área toda pavimentada. Edifícios altos e baixos. Na esquina de avenida de grande fluxo de veículos. Presença de corpo d'água e vegetação nas proximidades. |
| 2 | PRAÇA SR. BARTHOLOMEU | Rua Cel. Batista do Rego Barros, S/N, Macaxeira | 8° 1'4.25"S | 34°55'58.81"O | 13 | Área arborizada, com solo natural e vegetação rasteira. Sem verticalização. Presença de vegetação nas proximidades. |
| 3 | NORTE GRILL | Av. José Américo de Almeida, 31, Macaxeira | 8° 0'57.97"S | 34°55'48.99"O | 19 | Área toda pavimentada. Próximo eixo viário. Densamente construída. Área verde e solo natural nas proximidades. |
| 4 | PANIFICADORA COMPRE MAIS | R. Nova Descoberta, 6868, Nova Descoberta | 8° 1'10.96"S | 34°55'35.33"O | 21 | Localizado em área de grande fluxo de pessoas e automóveis. Densamente construída. Ausência de solo natural e vegetação. |
| 5 | FARMÁCIA MANDACARU | R. Mandacaru, 680, Casa Amarela | 8° 1'15.96"S | 34°55'35.77"O | 22 | Localizado em área de grande fluxo de pessoas e automóveis. Área de centralidade comercial. Densamente construída. Ausência de solo natural e vegetação. |
| 6 | TERMINAL DE ÔNIBUS | Rua Quatro de março, 581, Alto do Mandu | 8° 1'22.58"S | 34°55'39.84"O | 37 | Área densamente construída, mas sem verticalização. Localizada no centro do morro. Recebe fluxos de várias direções. Ponto mais alto do bairro. Ausência de solo natural e vegetação. |
| 7 | A KITANDA | Rua Tramandaí, 266, Alto do Mandu | 8° 1'32.12"S | 34°55'40.91"O | 28 | Área densamente construída e muito movimentada. Está no centro da ZEIS e permite fluxo para várias partes da localidade. Ausência de solo natural e vegetação. |
| 8 | EEAT ARRAIAL | Avenida Dr. Eurico Chaves, 10, Casa Amarela | 8° 1'40.04"S | 34°55'37.79"O | 09 | Área faz fronteira com três bairros. Próxima a ZEIS e a ARU. Apresenta pouca densidade construtiva, mas com verticalização. Ruas largas, edifícios e condomínios nas proximidades. Presença de vegetação e solo natural. |
| 9 | EDIFÍCIO PORTA D'ÁGUA | Rua Dezenove de abril, 30, Monteiro | 8° 1'38.91"S | 34°55'45.26"O | 08 | Na esquina da Rua de Apipucos. Pavimentada. Presença de edifícios e condomínios de luxo. Praças, jardins e solo natural nas proximidades. Às margens do rio Capibaribe. Ruas largas. Densidade construtiva leve. |

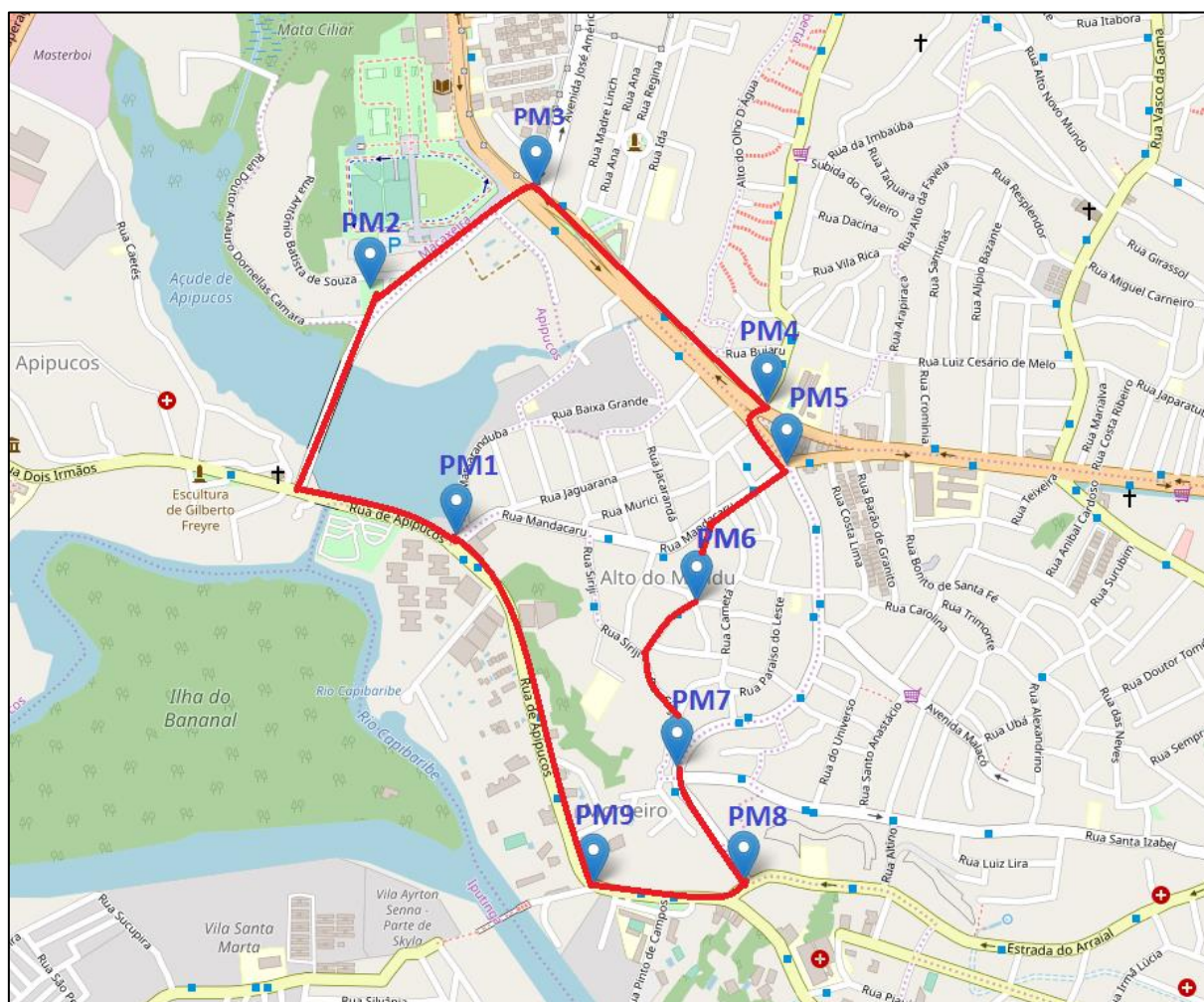
Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Figura 28 – Delimitação do circuito de medição na área de estudo



Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/Lacam-UFPE, 2019.

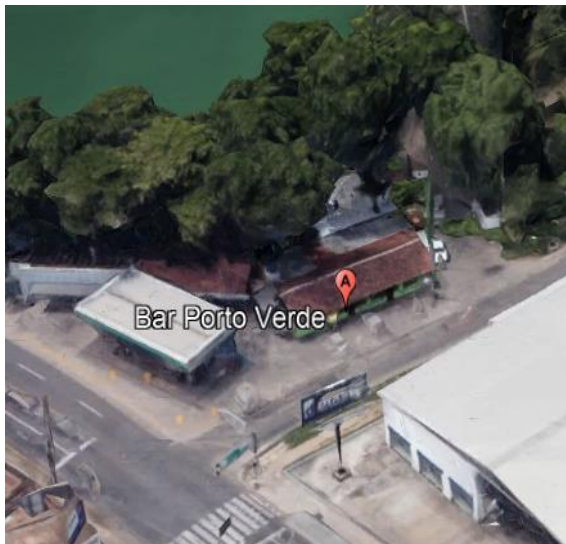
Figura 29 – Delimitação dos pontos de medição



Fonte: Adaptado de Google Earth, 2019. Acesso em 20/10/2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 1 (PM1)

LOCALIZAÇÃO: RUA MANDACARU, 540, APIPUCOS – RECIFE – PE
BAR PONTO VERDE



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
 Acesso em 15/07/2019.



Foto: Thiago do Vale, 2018.

O PM1 está localizado no bairro de **Apipucos**, na Rua Mandacaru, em frente ao Bar Ponto Verde, ao lado do Posto BR, área pavimentada, margeada por avenida de grande fluxo, em proximidade a uma grande lagoa que se une a um grande açude (Lagoa/Açude de Apipucos), curso d'água que abriga em suas margens árvores e arbustos diversos. Está localizado na Área de Reestruturação Urbana (ARU), regulada pela Lei dos Doze Bairros. O PM1 é influenciado pelos fatores climáticos e elementos locais, como a vegetação e a forma urbana, que atuam para o conforto ou desconforto térmico na localidade. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 1 | 31,3 | 62,5 | 1,25 | NE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +2,1°C | +1,9% | -1,3 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 2 (PM2)

LOCALIZAÇÃO: PRAÇA SR. BARTHOLOMEU, S/N, MACAXEIRA – RECIFE – PE
PRAÇA SR. BARTHOLOMEU



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
 Acesso em 15/07/2019.



Foto: Thiago do Vale, 2018.

O PM2 está localizado na Praça Sr. Bartholomeu, no bairro da **Macaxeira**, em meio a algumas árvores, solo natural e casas, dispostas a noroeste e a sul, sem verticalização. É uma área frequentada por moradores da rua principal, transversais e dos bairros vizinhos. Fica próximo à Lagoa/Açude de Apipucos, curso d'água que abriga em suas margens árvores e arbustos diversos. Nas proximidades, como se fosse uma continuidade, o Parque Urbano da Macaxeira se estende por uma área de maior dimensão, influenciando, juntamente com o Lagoa/Açude de Apipucos, na amenização das temperaturas. Não faz parte da ARU, mas é influenciado positivamente pelo efeito de vizinhança no que concerne aos elementos naturais que seus vizinhos contêm. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 2 | 30,8 | 65,4 | 2,00 | NE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +1,6°C | +4,8% | -0,55 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 3 (PM3)

LOCALIZAÇÃO: AVENIDA JOSÉ AMÉRICO, 75, MACAXEIRA – RECIFE – PE
NORTE GRILL



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
Acesso em 15/07/2019.

Foto: Thiago do Vale, 2018.

O PM3 está localizado em frente ao Restaurante Norte Grill, na Avenida José Américo, no bairro da **Macaxeira**, esquina com a Avenida Norte, principal eixo viário do setor centro-norte, marcado por grande adensamento de construções. Nas ruas localizadas a nordeste há vários acessos para os morros que ficam bem próximos. Recebe influências do verde presente no Parque Urbano da Macaxeira, o qual contém ainda muito solo natural. Está fora da ARU e muito próximo da ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel, expressando em sua paisagem um contexto de ocupação mais semelhante ao das ZEIS. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 3 | 30,6 | 65,5 | 2,33 | NE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +1,4°C | +4,9% | -0,22 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 4 (PM4)

LOCALIZAÇÃO: NOVA DESCOBERTA, 6868, N. DESCOBERTA – RECIFE – PE
PANIFICADORA COMPRE MAIS



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
 Acesso em 15/07/2019.

Foto: Thiago do Vale, 2018.

O PM4 está localizado na Avenida Nova Descoberta, em frente à Panificadora Compre Mais, em **Nova Descoberta**. É um ponto de intenso fluxo de pessoas e automóveis, por estar no meio de uma área notadamente comercial, densamente ocupada, e que dá acesso aos morros da zona norte, aumentando os fluxos no local. Por estar nas proximidades de Casa Amarela, é influenciado pelos aspectos da centralidade que é estabelecida na área, que nos dias úteis recebe fluxos de automóveis e de pessoas que vêm de vários lugares, o que colabora para o aumento das temperaturas. É um ponto da área de estudo em contexto de ZEIS, caracterizando-se pelo uso misto e sem regulação rígida de uso e ocupação do solo. Existem algumas árvores nas proximidades, mas não há presença de solo natural. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 4 | 33,0 | 60,7 | 1,27 | NE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +3,8°C | +0,1% | -1,28 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 5 (PM5)

LOCALIZAÇÃO: RUA MANDACARU, 680, CASA AMARELA – RECIFE – PE
FARMÁCIA MANDACARU



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
Acesso em 15/07/2019.

Foto: Josafá Gomes, 2018.

O PM5 está localizado em frente à Farmácia Mandacaru, na rua de mesmo nome, numa esquina muito movimentada, no bairro de **Casa Amarela**, de frente para uma das faixas da Avenida Norte e da Avenida Doutor Eurico Chaves, entre os bairros de Casa Amarela e Alto do Mandu, adentrando a ZEIS. É uma região densamente povoada e marcada pela movimentação de vários fluxos de pessoas e veículos, provocada pela centralidade que o bairro proporciona. Assim, o ponto está numa área de uso misto onde o comércio se destaca. Não há presença de solo natural e a presença de árvores é muito rara. O fluxo de pessoas e carros e de ônibus vem de todas as direções, o que colabora para o aumento da temperatura no local. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 5 | 32,2 | 62,0 | 1,66 | SE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +3°C | +1,4% | -0,89 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 6 (PM6)

LOCALIZAÇÃO: RUA 4 DE MARÇO, 581, ALTO DO MANDU – RECIFE – PE
TERMINAL DE ÔNIBUS ALTO DO MANDU



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
Acesso em 15/07/2019.

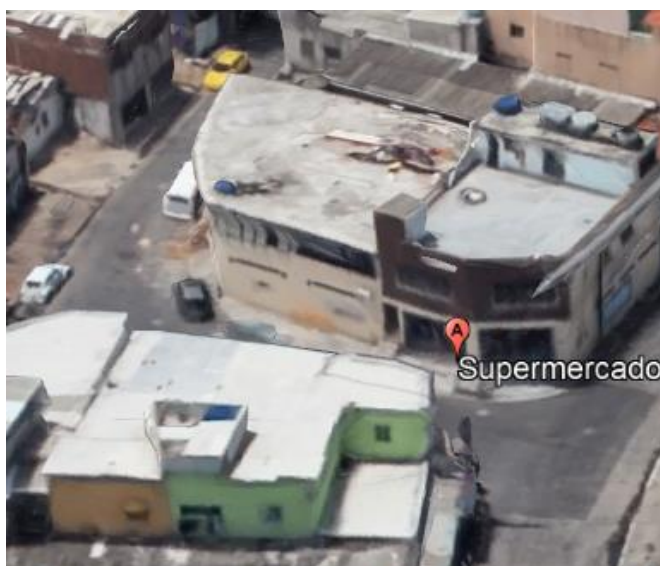
Foto: Josafá Gomes, 2018.

O PM6 está localizado em frente ao Terminal de Ônibus do Alto do Mandu, na esquina das ruas Cianorte e Quatro de Outubro, no bairro **Alto do Mandu**. É uma área de grande fluxo de pessoas e veículos, uma vez que se trata de uma das ruas principais da localidade. É um ponto dentro da ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel. Altamente povoada, as ruas são mais estreitas, pavimentadas e com ausência de vegetação. É o ponto de maior altitude do circuito, apresentando 37 metros sobre o nível médio do mar. Outra característica é a ausência de verticalidades construídas: as casas apresentam, no máximo, dois pavimentos. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 6 | 31,5 | 63,6 | 1,45 | SE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +2,3°C | +3% | -1,1 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 7 (PM7)
LOCALIZAÇÃO: RUA TRAMANDAÍ, ALTO DO MANDU – RECIFE – PE
SUPERMERCADO A KITANDA



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
 Acesso em 15/07/2019.



Foto: Josafá Gomes, 2018.

O PM7 está localizado em frente ao Supermercado A Kitanda, esquina com a Avenida Doutor Eurico Chaves, no bairro **Alto do Mandu**, em uma área de grande fluxo de pessoas e veículos, no centro das ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel. Área altamente povoada, pavimentadas e sem vegetação. O ponto apresenta a segunda maior altitude do circuito, apresentando 28 metros sobre o nível médio do mar. A partir desse ponto, a ARU e a ZEIS apresentam limites tênues, não fossem as diferenças sociais que se destacam entre eles. Inclusive, isso fica bem destacado nas construções. Se de um lado a ARU apresenta edifícios e espaços livres de melhor qualidade ambiental; no lado da ZEIS o concreto predomina, ocupando todos os espaços. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 7 | 30,8 | 65,8 | 1,35 | SE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +1,6°C | +5,2% | -1,2 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 8 (PM8)

**LOCALIZAÇÃO: AV. DR. EURICO CHAVES, 10, CASA AMARELA – RECIFE – PE
COMPESA EEAT – ARRAIAL**



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
Acesso em 15/07/2019.

Foto: Josafá Gomes, 2018.

O PM8 está localizado numa área de confluência dos bairros de Casa Amarela, Monteiro e Tamarineira. Neste ponto, é possível perceber uma diferença no uso e ocupação do solo, haja vista a presença de ruas largas, de edifícios altos, condomínios de luxo e áreas verdes. De um lado, existe a Lei dos Doze Bairros regulando a ARU e, do outro, a ZEIS muito presente, ocupando os morros e mostrando suas características peculiares de uso e ocupação do solo, representando as moradias de pessoas de baixa renda. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 8 | 31,0 | 66,0 | 1,56 | NE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +1,8°C | +5,4% | -0,99 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

PONTO DE MEDIÇÃO 9 (PM9)

LOCALIZAÇÃO: RUA DE APIPUCOS, 64, MONTEIRO – RECIFE – PE
EDIFÍCIO PORTA D'ÁGUA



Fonte: Google Earth Pro, 2018.
 Acesso em 15/07/2019.

Foto: Josafá Gomes, 2018.

O PM9 está localizado em frente ao Edifício Porta D'água, na esquina da rua Nove de Abril com a rua de Apipucos, no Monteiro. Marcado por residências de luxo, nas quais vivem pessoas de maior poder aquisitivo. Ademais, encontra-se na ARU, que agrega, ao seu contexto, ordenamento territorial estabelecido por legislação específica. No seu contexto microclimático, recebe influências dos elementos naturais como o rio e a vegetação das proximidades, que atuam para a melhor qualidade ambiental que a localidade oferece. Além disso, a forma urbana na localidade permite aberturas entre prédios e ruas largas para circulação do vento, jardins e solo natural que retém menos calor etc. As medições, em síntese, apresentaram os seguintes dados:

| PM | Temperatura (°C) | Umidade (%) | Velocidade (m/s) | Direção |
|------------|------------------|-------------|------------------|---------|
| 9 | 30,4 | 67,0 | 2,29 | L/SE |
| INMET | 29,2 | 60,6 | 2,55 | L/SE |
| Diferenças | +1,2°C | +6,4% | -0,26 m/s | **** |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

3.3 Pesquisa de Campo

As coletas foram realizadas nos pontos de medição (PM) no mês de outubro de 2018, na tentativa de se aproximar ao máximo do Equinócio (de primavera), período considerado de equilíbrio, ideal para as pesquisas de conforto ambiental.

Assim, foram escolhidos os dias 25, 26, 29 e 30 de outubro de 2018 (dias úteis, onde se encontram os maiores movimentos e fluxo de automóveis e pessoas uma vez que isso influencia para aumentar a sensação de calor) realizando as coletas em duas etapas: uma no período da manhã, com o primeiro registro às 9h em ponto; a outra realizada no período da tarde, com o primeiro registro feito às 15h.

As etapas foram seguidas rigorosamente nos quatro dias de coleta (coleta 1, coleta 2, coleta 3 e coleta 4. Nesses momentos, foram coletadas valores das **variáveis climáticas**: temperatura do ar; umidade relativa do ar; velocidade do vento; direção do vento. Para as coletas foram utilizados: um **Termo-Anemômetro Instrutherm, modelo TAD-500**; um **Termo-Higrômetro Digital Modelo HT-300**; uma **Bússola Azteq Orient**; uma **sombrinha** especial, com dupla camada de proteção (parte interna preta e parte externa branca); oito formulários de registro das medições; uma prancheta (fornecidos pelo Laboratório de Conforto Ambiental - Lacam/UFPE; um **GPS Garmin Map 78s**; uma câmera fotográfica digital **Nikon Coolpix W300** (fornecidos pela Gerência de Meteorologia da Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC). Tais instrumentos estão apresentados na Figura 30.

O termo-higrômetro era segurado pela mão do pesquisador a uma altura de 1,5 m do chão, afastado do corpo do pesquisador e de obstáculos, além de ser protegido pela sombrinha especial, a fim de impedir o contato direto com a radiação solar. A coleta em cada PM tinha duração de cinco minutos: anotavam-se os valores da temperatura (C°) e da umidade relativa do ar (%). Em cada ponto de medição, houve a necessidade de um período de cinco minutos para a estabilização do equipamento utilizado para a medição de temperatura e umidade relativa do ar. Para as medições de direção e velocidade dos ventos, não houve a necessidade de estabilização dos instrumentos.

O registro dos dados de velocidade e direção do vento foi feito a cada trinta segundos, anotando-se, inclusive, o pico de vento no final do minuto. Para o registro

da direção predominante do vento, posicionava-se o Termo-Anemômetro ao seu encontro e anotavam-se os valores.

O resultado utilizado consistiu na média aritmética dos dez registros em m/s. Cada fase do percurso durou em média 1h e 45 minutos, respeitando a orientação de duas horas no máximo para a conclusão do percurso. As informações coletadas foram registradas nos oito formulários feitos para o registro das medições e depois repassadas para planilhas do programa Excel, da Microsoft, para fins de tabulação e análises.

Figura 30 – Instrumentos usados nas coletas



Foto: Josafá Gomes, 2018.

Para fins de comparação, foram realizadas coletas de dados das variáveis climáticas da estação meteorológica automática fixa (Recife-A301), operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), localizada no Recife (Curado). Também foram baixadas as imagens de satélite GOES - 12, Canal Visível, que representaram a condição do tempo nesses dias.

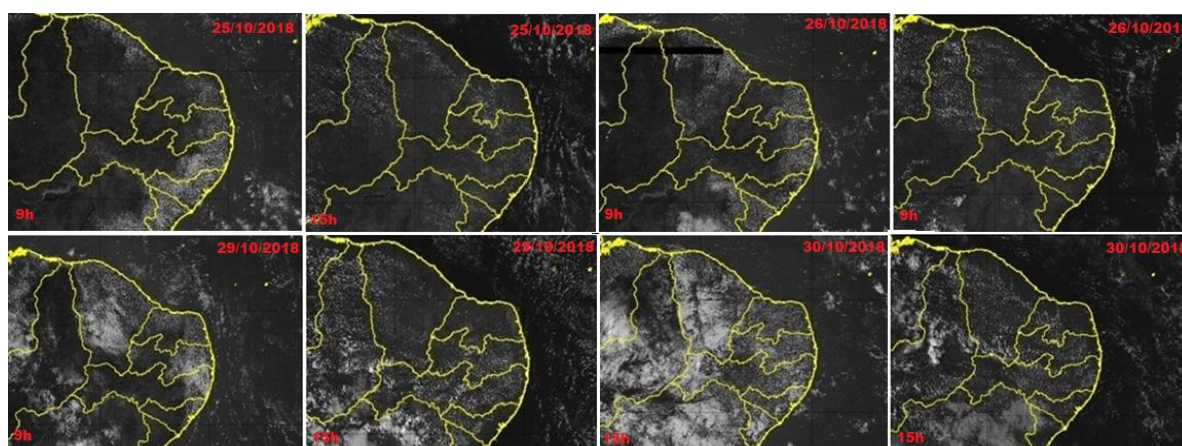
3.4 Caracterização do conforto térmico na área de estudo

O mês de outubro faz parte do período seco de Recife, onde ocorrem as menores precipitações e as maiores temperaturas na cidade, de acordo com as normais climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018). Ademais, foi escolhido por ser um mês próximo do Equinócio (de primavera), dentro do período ideal para pesquisas de conforto térmico, uma vez que as temperaturas tendem a aumentar devido a maior incidência de raios solares em regiões equatoriais e próximas delas, como o Recife, por exemplo. A climatologia do mês se caracteriza por médias de precipitação de 55,2 mm, de temperatura máxima de 29,4°C e temperatura mínima de 22,2°C, conforme informações fornecidas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2018).

Para o Recife, são utilizados dados coletados a partir da estação meteorológica automática, operada pelo Inmet, instalada no bairro do Curado. Ressalta-se que a estação meteorológica do Inmet é a estação oficial do Recife, a qual também é usada como referência local para a Organização Meteorológica Mundial (OMM) e segue padrões de instalação e localização exigidos por esta instituição. Ou seja, está instalada em local afastado do centro urbano, numa área aberta e coberta com vegetação rasteira tipo grama.

Entre os dias 25 e 30 de outubro de 2018 não foram registradas precipitações no Recife. No período, as imagens de satélite mostraram pouca ou nenhuma nebulosidade, conforme pode ser verificado na Figura 31.

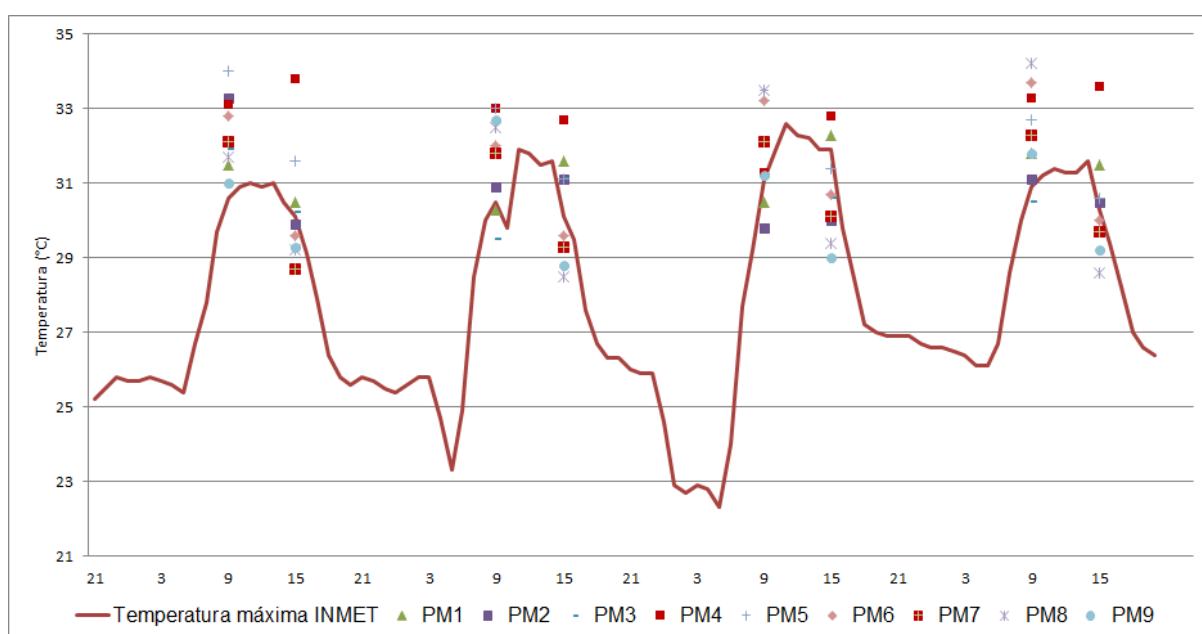
Figura 31 – Imagens do Satélite Goes 16 – Canal Visível (25-26, 29-30 de out/2018).



Fonte: CPTEC, 2018.

Notou-se, nesses quatro dias de coleta, a tendência no aumento da temperatura entre a primeira e a última coleta no período da manhã; já no período da tarde, a tendência mostrou decréscimo nos valores entre a primeira e a última coleta. No Gráfico 1 é possível verificar o comportamento das temperaturas máximas na estação meteorológica e as registradas nos pontos de medição, nos dias de realização das coletas.

Gráfico 1 – Evolução da Temperatura entre 25 e 30/10/2018



Fonte: Josafá Gomes, 2019

Os menores valores de temperaturas mínimas são influenciados pela ausência de nuvens e ocorrem no período da madrugada devido a uma maior perda de radiação e, conseqüentemente, um maior resfriamento da superfície (APAC, 2018). Da mesma forma, as maiores temperaturas mínimas ocorrem em noites com bastante nebulosidade, pois as nuvens funcionam como um cobertor e impedem a perda de radiação e o resfriamento da superfície.

As coletas realizadas nos pontos de monitoramento da área de estudo forneceram os dados de temperatura presentes no Quadro 9.

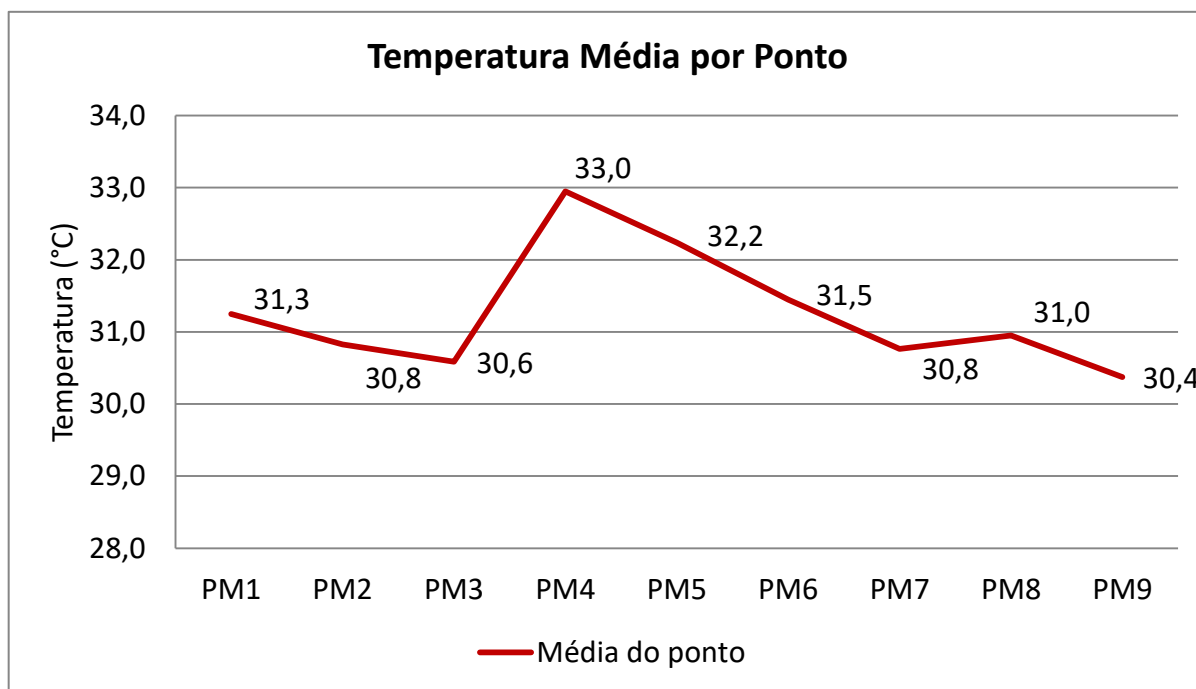
Quadro 9 – Temperatura coletada por ponto de medição

| PM | Coleta 1 25/10/2018 Manhã (°C) | Coleta 1 25/10/2018 Tarde (°C) | Coleta 2 26/10/2018 Manhã (°C) | Coleta 2 26/10/2018 Tarde (°C) | Coleta 3 29/10/2018 Manhã (°C) | Coleta 3 29/10/2018 Tarde (°C) | Coleta 4 30/10/2018 Manhã (°C) | Coleta 4 30/10/2018 Tarde (°C) | Média Manhãs (°C) | Médias Tardes (°C) | Média Geral (°C) |
|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1 | 31,5 | 30,5 | 30,3 | 31,6 | 30,5 | 32,3 | 31,8 | 31,5 | 31,0 | 31,5 | 31,3 |
| 2 | 33,3 | 29,9 | 30,9 | 31,1 | 29,8 | 30,0 | 31,1 | 30,5 | 31,3 | 30,4 | 30,8 |
| 3 | 31,9 | 30,2 | 29,5 | 31,1 | 31,2 | 30,6 | 30,5 | 29,7 | 30,8 | 30,4 | 30,6 |
| 4 | 33,1 | 33,8 | 33,0 | 32,7 | 31,3 | 32,8 | 33,3 | 33,6 | 32,7 | 33,2 | 33,0 |
| 5 | 34,0 | 31,6 | 33,0 | 31,1 | 33,5 | 31,4 | 32,7 | 30,6 | 33,3 | 31,2 | 32,2 |
| 6 | 32,8 | 29,6 | 32,0 | 29,6 | 33,2 | 30,7 | 33,7 | 30,0 | 32,9 | 30,0 | 31,5 |
| 7 | 32,1 | 28,7 | 31,8 | 29,3 | 32,1 | 30,1 | 32,3 | 29,7 | 32,1 | 29,5 | 30,8 |
| 8 | 31,7 | 29,2 | 32,5 | 28,5 | 33,5 | 29,4 | 34,2 | 28,6 | 33,0 | 28,9 | 31,0 |
| 9 | 31,0 | 29,3 | 32,7 | 28,8 | 31,2 | 29,0 | 31,8 | 29,2 | 31,7 | 29,1 | 30,4 |
| Estação INMET | 30,0 | 27,4 | 30,4 | 27,9 | 31,1 | 28,4 | 30,3 | 28,1 | 30,5 | 28,0 | 29,2 |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

No que se refere às temperaturas coletadas, verifica-se que os pontos de medição mais quentes foram o 4 e o 5; as menores temperaturas foram registradas nos pontos 3 e 9, conforme as médias apresentadas no Quadro 9 e as médias por ponto constam no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Média de temperatura nos pontos de medição



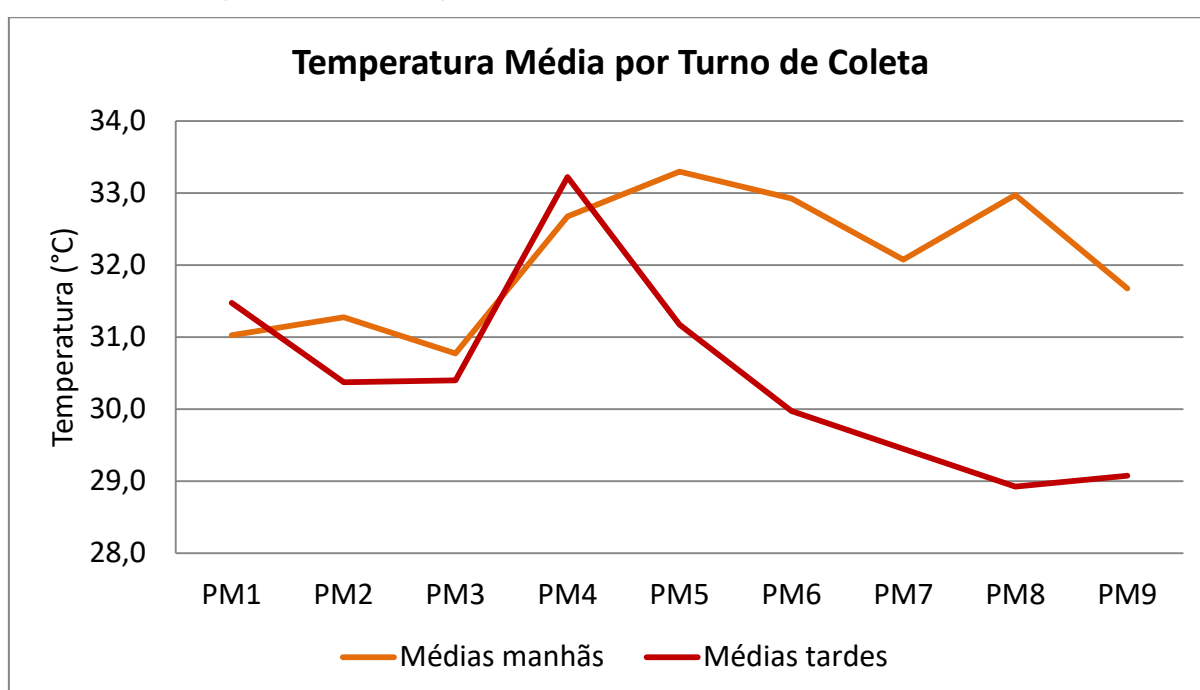
Fonte: Josafá Gomes, 2019.

As diferenças de temperaturas nesses dias e nesses pontos estão relacionadas com a localização (os PM4 e PM5 estão numa área pavimentada, densamente construída e de intenso fluxo) e com o comportamento do tempo nos dias de coleta (com maior incidência de radiação devido ao predomínio de sol, em dias de céu claro). O decréscimo das temperaturas nos pontos mencionados segue a mesma tendência de localização (o PM9 está em área com mais solo natural, menor adensamento construtivo, presença de vegetação rasteira, arbustiva e ciliar) e de condição do tempo. Vale salientar que na estação meteorológica, de referência para este estudo, a temperatura média foi de 29,2°C. Assim, comparados com a estação, os PM4 e PM5 apresentaram uma diferença de +3°C e +3,8°C, respectivamente.

A fim de promover maior compreensão dos dados obtidos, as temperaturas médias foram sintetizadas por ponto de medição e representados em gráficos por

turno de coleta. O Gráfico 3 mostra o comportamento das temperaturas registradas nos períodos da coleta da manhã e da tarde. A partir deles, constata-se que os menores valores de temperatura foram registrados no período da tarde, enquanto as maiores foram registradas no período da manhã, confirmando que os picos de radiação ocorreram no período da manhã, aumentando as temperaturas, enquanto no período da tarde a carga de radiação vai ser suavizando após os horários de pico da radiação.

Gráfico 3 – Comparativo das temperaturas médias

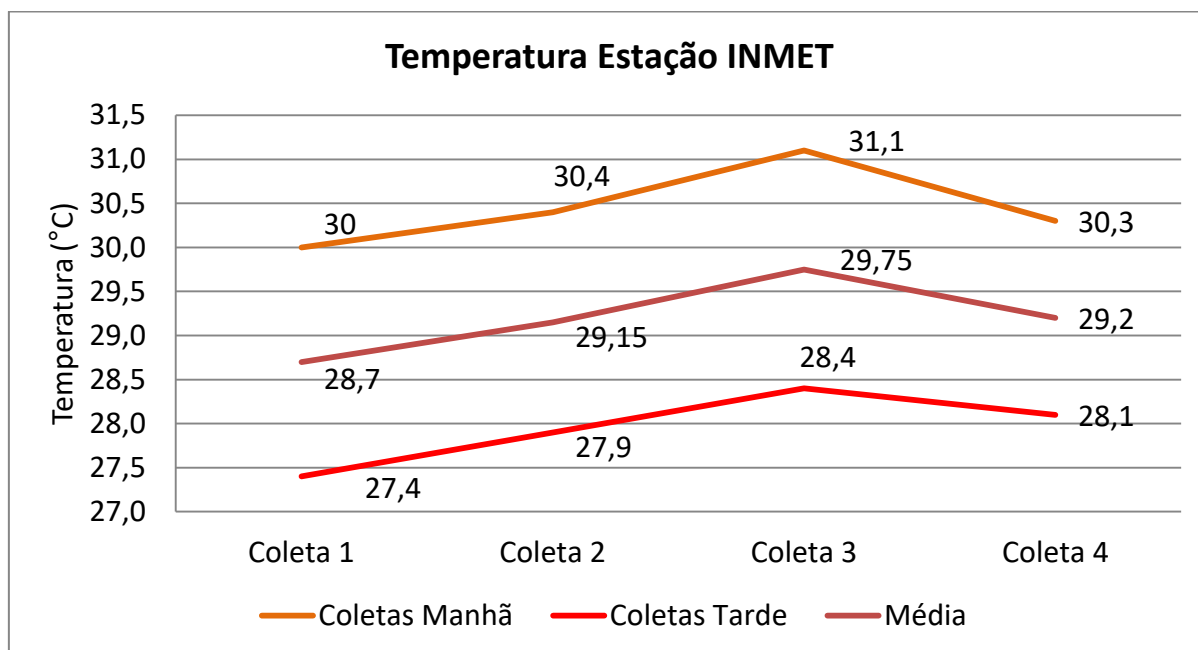


Fonte: Josafá Gomes, 2019.

No período da manhã, as temperaturas ficaram entre 29,5°C e 34,2°C, ou seja, uma variação de 4,7°C. No período da tarde, as temperaturas oscilaram entre 28,5°C e 33,8°C, apresentando uma variação de 5,3°C.

No Gráfico 4, pode-se verificar o comportamento da temperatura registrada pela estação meteorológica do Recife (Curado). Nela, os registros feitos nos dias de coleta confirmam o comportamento das temperaturas, com as manhãs mais quentes e as tardes menos quentes.

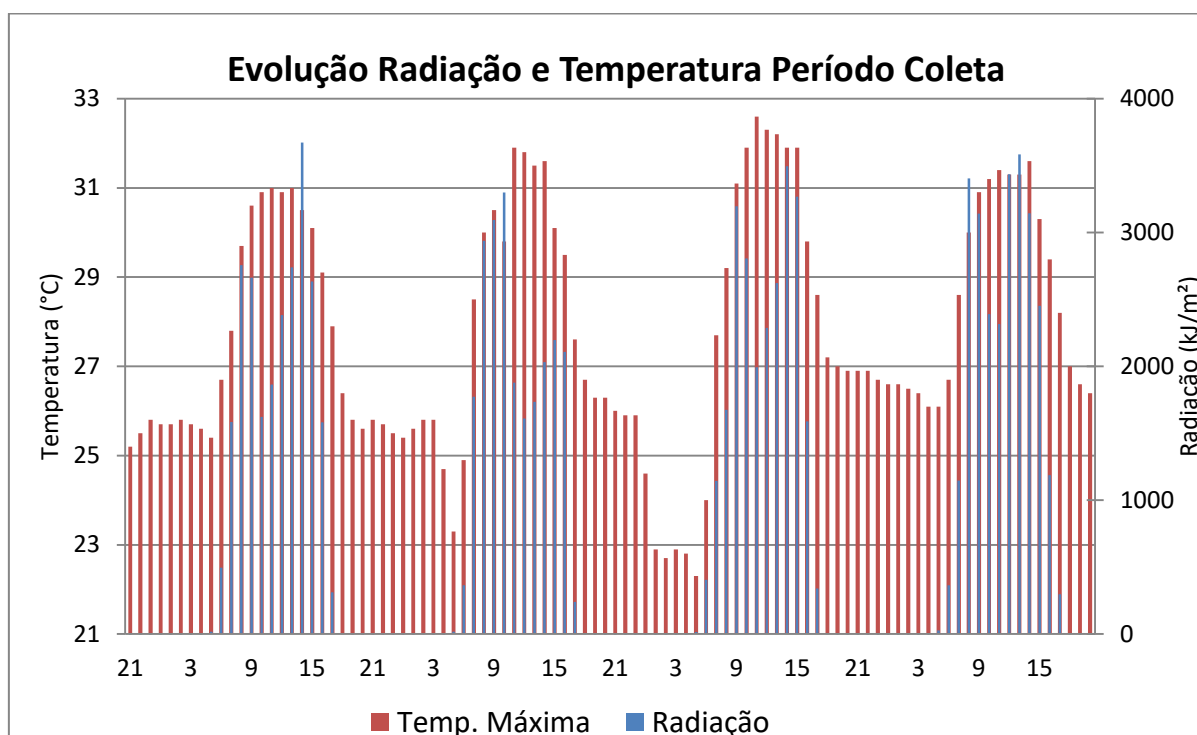
Gráfico 4 – Comportamento da temperatura na estação meteorológica



Fonte: Josafá Gomes, 2019 (A partir de dados do INMET/2018).

A radiação solar incidente aquece a superfície e esta, por convecção, aquece a atmosfera gradativamente. Assim, o pico da radiação ocorre entre 9h e 14h. A temperatura máxima responde com relativo atraso de 1h a 3h, uma vez que as trocas radiativas ocorrem lentamente. No Gráfico 5, pode-se visualizar a relação entre radiação e temperatura, uma vez que elas são diretamente proporcionais.

Gráfico 5 – Comportamento horário da radiação por dia de coleta



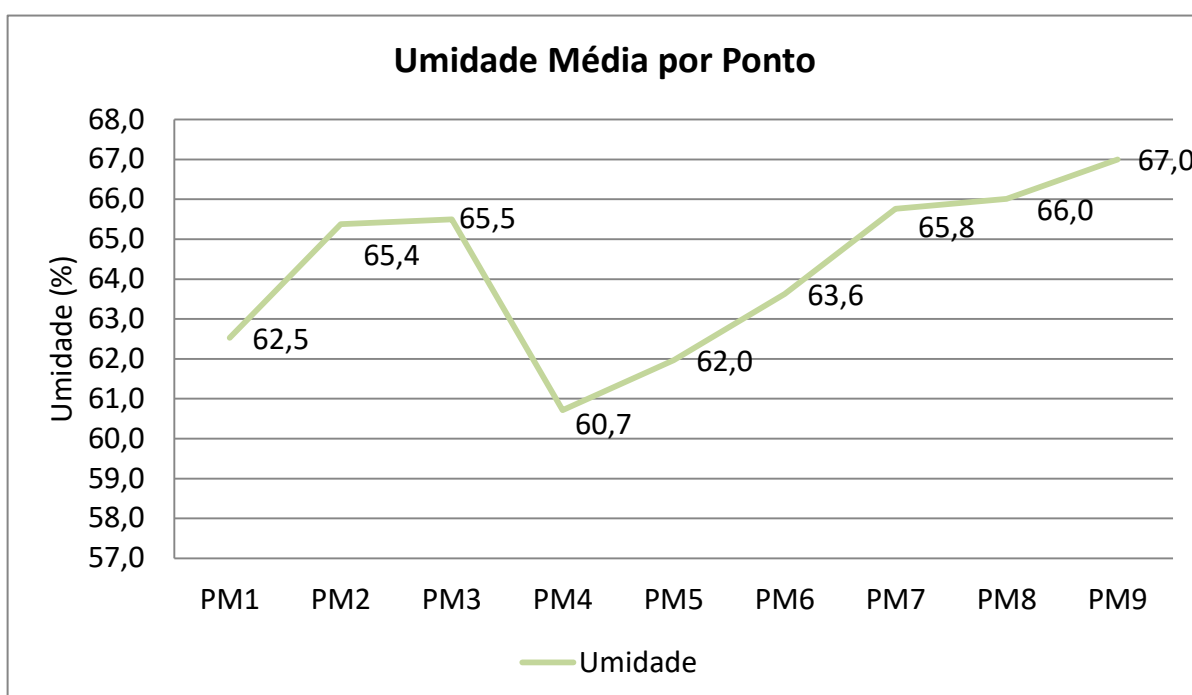
Fonte: Adaptado de INMET, 2018.

Logo, considerando os horários das coletas que ocorreram entre 9h – 10h45, no período da manhã, e entre 15h – 16h45, pode-se afirmar que as temperaturas foram registradas nos momentos de crescimento e de queda da radiação. Portanto o PM1, pela manhã, e o PM9, pela tarde, deveriam apresentar os menores valores de temperatura. Registram-se, então, valores que correspondem ao crescimento e à redução de radiação e temperatura. Os picos de temperatura que ocorrem em pontos específicos têm relação com as características de localização, como adensamento, ausência de solo natural, vegetação e circulação do vento, terminando por favorecer essas diferenciações, caracterizando fatores microclimáticos. Nesse sentido, temos que o ponto mais quente está representado pelo PM4, com temperatura média máxima de 33°C; o mais frio é o PM9, que apresentou temperatura média mínima de 30,4°C, conforme já foi exposto no Quadro 10, salientando a importância de considerar fatores condicionantes relativos à localização e ao tempo atmosférico.

A coleta de dados de Umidade Relativa do Ar (UR) forneceu as informações, conforme consta no Quadro 10.

Os pontos que apresentaram os maiores valores médios de umidade relativa foram o PM2, PM3, PM7, PM8 e PM9, com valores de 65,4%, 65,5%, 65,8%, 66,0% e 67,0%, respectivamente, conforme pode ser observado no Gráfico 6. Os PM4 e PM5 registraram os menores valores médios de umidade relativa, com 60,7% e 62,0%, respectivamente.

Gráfico 6 – Média da umidade relativa do ar nos pontos de medição



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Quadro 10 – Umidade coletada por ponto de medição

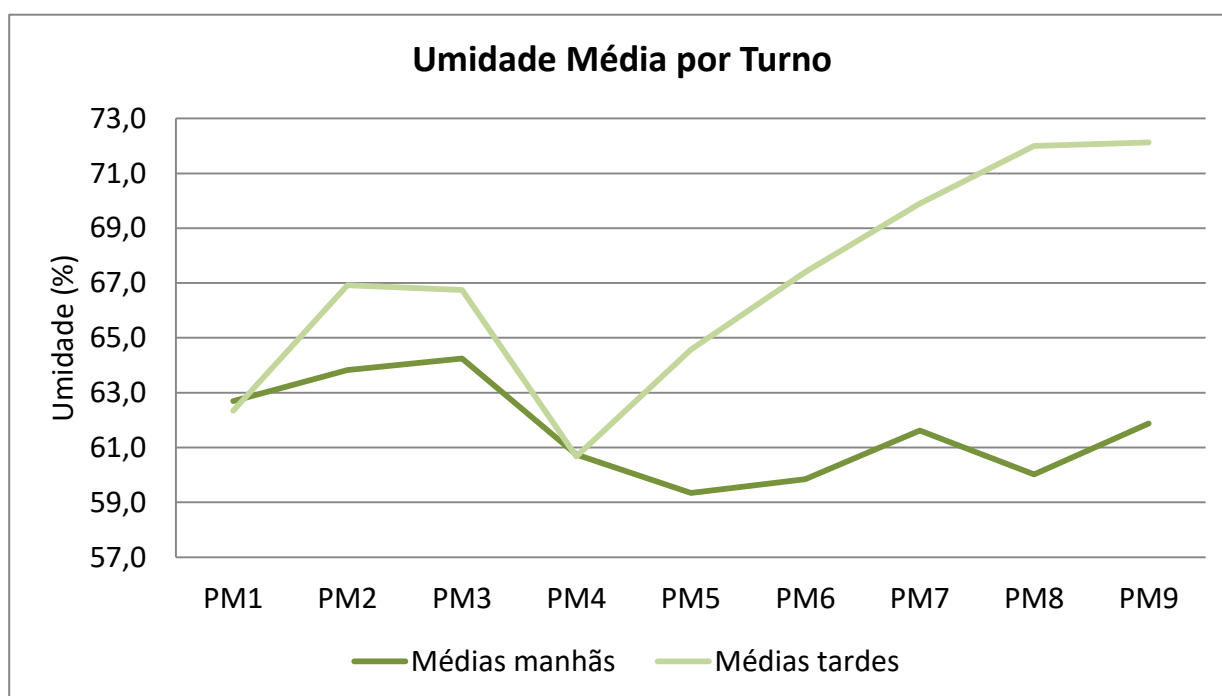
| PM | Coleta 1 25/10/2018 Manhã (%) | Coleta 1 25/10/2018 Tarde (%) | Coleta 2 26/10/2018 Manhã (%) | Coleta 2 26/10/2018 Tarde (%) | Coleta 3 29/10/2018 Manhã (%) | Coleta 3 29/10/2018 Tarde (%) | Coleta 4 30/10/2018 Manhã (%) | Coleta 4 30/10/2018 Tarde (%) | Média Manhãs (%) | Médias Tardes (%) | Média Geral (%) |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 1 | 59,5 | 62,0 | 63,0 | 59,7 | 63,9 | 63,5 | 64,4 | 64,2 | 62,7 | 62,4 | 62,5 |
| 2 | 54,0 | 66,0 | 66,7 | 63,9 | 68,6 | 71,0 | 66,0 | 66,8 | 63,8 | 66,9 | 65,4 |
| 3 | 57,0 | 66,0 | 69,0 | 63,2 | 65,0 | 68,0 | 66,0 | 69,8 | 64,3 | 66,8 | 65,5 |
| 4 | 53,5 | 56,0 | 62,0 | 59,5 | 66,0 | 63,3 | 61,5 | 63,9 | 60,8 | 60,7 | 60,7 |
| 5 | 55,0 | 61,7 | 60,8 | 63,5 | 58,6 | 66,3 | 63,0 | 66,8 | 59,4 | 64,6 | 62,0 |
| 6 | 56,8 | 66,0 | 63,5 | 65,8 | 60,4 | 69,3 | 58,7 | 68,5 | 59,9 | 67,4 | 63,6 |
| 7 | 58,3 | 69,0 | 63,4 | 68,0 | 62,0 | 71,7 | 62,8 | 70,9 | 61,6 | 69,9 | 65,8 |
| 8 | 60,0 | 66,3 | 62,2 | 72,4 | 58,7 | 74,0 | 59,2 | 75,3 | 60,0 | 72,0 | 66,0 |
| 9 | 59,1 | 67,4 | 59,9 | 72,2 | 64,8 | 75,3 | 63,7 | 73,6 | 61,9 | 72,1 | 67,0 |
| Estação INMET | 55,7 | 66,0 | 57,3 | 64,7 | 54,0 | 66,0 | 57,7 | 63,3 | 56,2 | 65,0 | 60,6 |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Nos pontos de medição, os menores valores de umidade relativa foram registrados nos PM4, PM5 e PM1.

No Gráfico 7, que apresenta a variação da umidade nos turnos da manhã e da tarde, essas condições ficam mais visíveis. Nota-se que os valores mais baixos de umidade foram registrados no período da manhã, enquanto os valores mais altos de umidade foram registrados no período da tarde. Vale salientar que a diferença entre a umidade registrada nos períodos da manhã e da tarde variaram 8,8%, correspondendo com o aumento e decréscimo da temperatura.

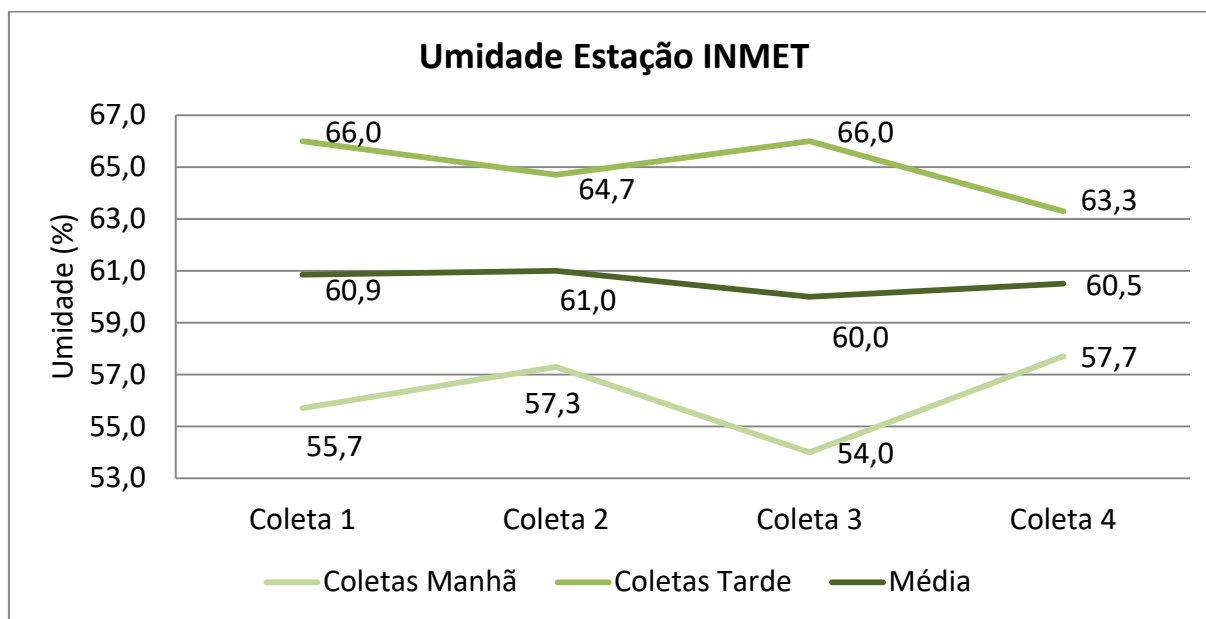
Gráfico 7 – Comparativo das umidades médias



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Quando comparados ao gráfico correspondente aos registros feitos pela estação meteorológica, verifica-se que os valores não diferem muito. Ou seja, apesar das condições distintas de localidade, são semelhantes os resultados: as umidades mais altas sendo representadas no turno da manhã e as mais baixas no turno da tarde, conforme pode ser observado no Gráfico 8.

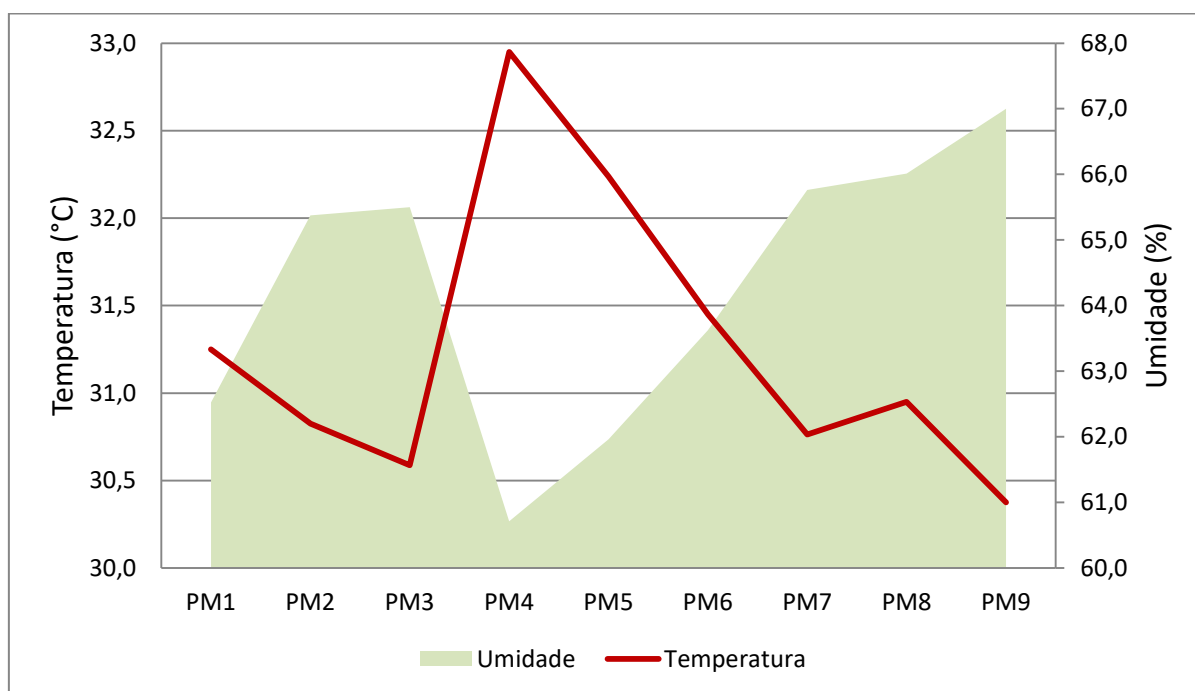
Gráfico 8 – Comportamento da umidade na estação meteorológica



Fonte: Adaptado de INMET, 2018.

Quando se compara os valores de temperatura e os valores de umidade, verifica-se que nos pontos monitorados e na estação meteorológica, existe correlação entre as altas temperaturas e as baixas umidades nos dois turnos das coletas. Comprovou-se, assim, o princípio da inversabilidade entre umidade relativa do ar e temperatura do ar, pois se observa que a redução da umidade está relacionada ao aumento da temperatura. Ou seja, quando as temperaturas aumentam nos PM4, PM5 e PM6, diminuem-se os valores de umidade dos mesmos pontos, como pode-se constatar no Gráfico 9.

Gráfico 9 – Comparação entre temperatura e umidade



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

A medição das variáveis climáticas na área de estudo forneceram informações para a caracterização do tempo nos dias de coleta bem como para a investigação das condições de conforto térmico. Os elementos/variáveis estabelecem relações de modo a influenciar a qualidade do ambiente no que concerne ao conforto ambiental, proporcionando conforto ou desconforto térmico em virtude do tempo meteorológico e dos fatores climáticos que atuam na área. A qual, nesse contexto, apresenta facetas diferenciadas em virtude da fragmentação espacial que a circunda. Se ora existe uma aproximação do conforto térmico devido aos fatores que influenciam o abrandamento da temperatura, ora essa sensação se altera à medida que existe afastamento dos fragmentos nos quais os elementos são mais favoráveis ao conforto.

A coleta de dados de Velocidade e Direção do Vento permitiu inferir que os maiores valores de velocidade do vento encontrados nas coletas foram registrados nos PM3 com 2,08 m/s, na primeira coleta e 2,20 m/s, na segunda coleta; PM9 com 3,04 m/s na terceira coleta e 3,0 m/s na última coleta. Os menores valores de velocidade média do vento foram registrados nos PM8 (1,28 m/s na primeira coleta); PM4 (0,9 m/s na segunda coleta); PM1 (1,03 m/s na terceira coleta) e PM7 (1,04 m/s na quarta coleta), conforme pode ser confirmado no Quadro 11.

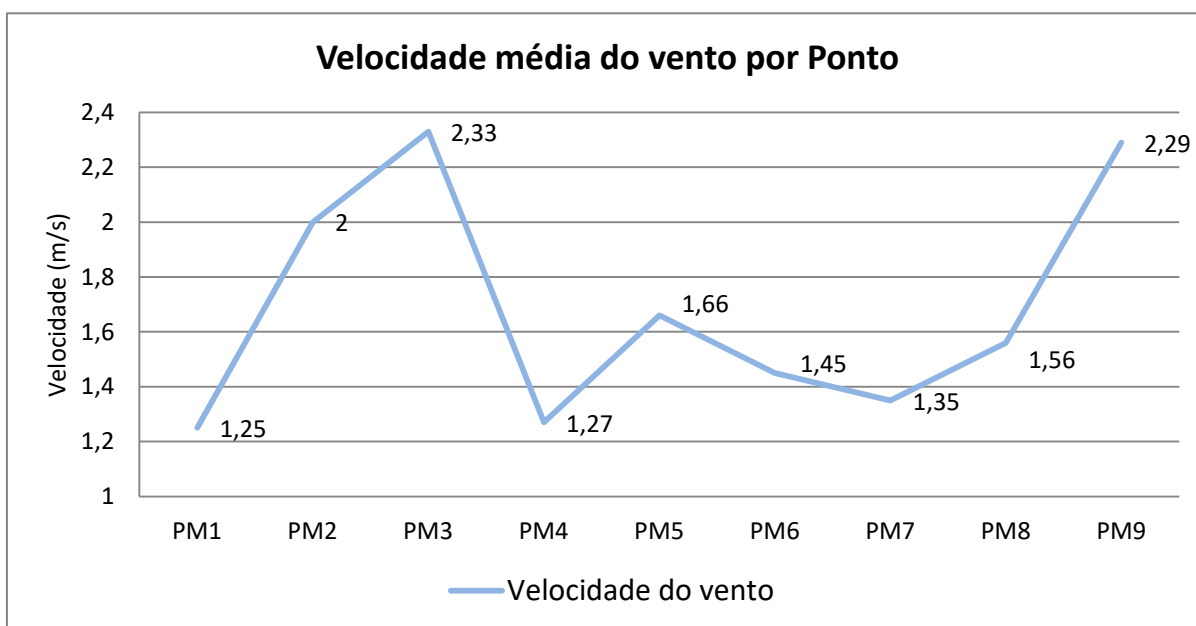
Quadro 11: Comportamento do vento nos pontos de medição (nos dias 25, 26, 29 e 30 de outubro de 2018).

| PM | Coleta 1 25/10/2018 Manhã (m/s) | Coleta 1 25/10/2018 Tarde (m/s) | Coleta 2 26/10/2018 Manhã (m/s) | Coleta 2 26/10/2018 Tarde (m/s) | Coleta 3 29/10/2018 Manhã (m/s) | Coleta 3 29/10/2018 Tarde (m/s) | Coleta 4 30/10/2018 Manhã (m/s) | Coleta 4 30/10/2018 Tarde (m/s) | Média Manhãs (m/s) | Médias Tardes (m/s) | Média Geral (m/s) | Direção Predomi- nante |
|------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|-----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| 1 | 0,84 | 1,75 | 0,95 | 1,20 | 0,87 | 1,19 | 1,72 | 1,46 | 1,1 | 1,4 | 1,25 | NE |
| 2 | 2,09 | 1,53 | 2,07 | 1,15 | 3,03 | 2,25 | 1,68 | 2,19 | 2,2 | 1,8 | 2,00 | NE |
| 3 | 1,91 | 2,25 | 2,61 | 1,80 | 2,25 | 2,46 | 2,78 | 2,61 | 2,4 | 2,3 | 2,33 | NE |
| 4 | 1,67 | 1,51 | 0,90 | 0,90 | 1,84 | 1,00 | 1,26 | 1,08 | 1,4 | 1,1 | 1,27 | NE |
| 5 | 1,79 | 1,95 | 2,38 | 1,28 | 0,97 | 1,50 | 1,53 | 1,86 | 1,7 | 1,6 | 1,66 | SE |
| 6 | 2,01 | 1,20 | 1,55 | 1,37 | 1,08 | 1,41 | 1,66 | 1,32 | 1,6 | 1,3 | 1,45 | SE |
| 7 | 1,26 | 2,06 | 0,93 | 1,51 | 1,69 | 1,28 | 1,29 | 0,79 | 1,3 | 1,4 | 1,35 | SE |
| 8 | 1,66 | 0,89 | 2,35 | 2,03 | 1,19 | 1,07 | 1,51 | 1,75 | 1,7 | 1,4 | 1,56 | NE |
| 9 | 1,70 | 1,74 | 1,09 | 1,68 | 3,47 | 2,61 | 4,13 | 1,87 | 2,6 | 2,0 | 2,29 | L/SE |
| Estação INMET | 3,0 | 2,5 | 2,6 | 2,7 | 2,3 | 2,3 | 2,6 | 2,5 | 2,6 | 2,5 | 2,55 | L/SE |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

As médias de velocidade do vento (representadas no Gráfico 10) demonstraram que os valores mínimos e máximos ficaram entre 1,25 m/s (PM1) e 2,33 m/s (PM3), respectivamente. No quesito direção do vento, os sentidos Nordeste (PM 1,2,3,4 e 8) e Sudeste (PM5, PM 6 e PM7) predominam.

Gráfico 10 – Médias da velocidade do vento nos pontos de medição

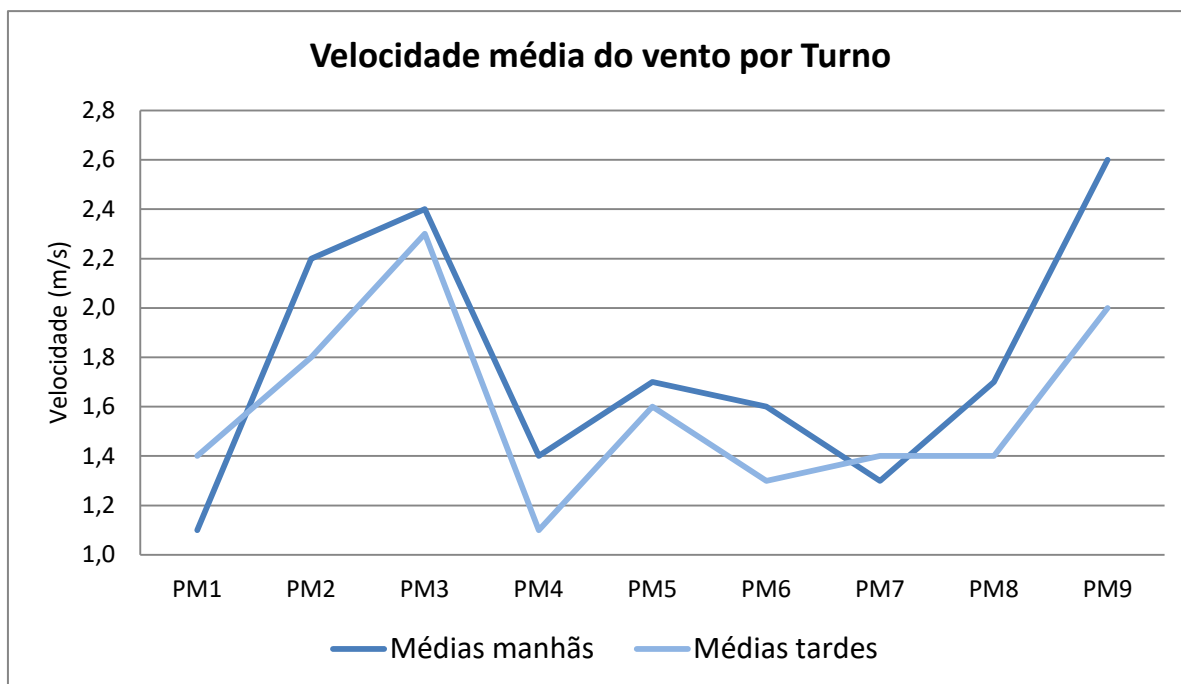


Fonte: Josafá Gomes, 2019.

No Gráfico 10, observa-se que os PM1, PM4, PM6 e PM7 apresentaram os valores mais baixos, podendo ser considerados **menos ventilados**. Os PM 2, 3, 5, 8 e 9 (com destaque para os PM3 e PM9) são, nesse contexto, considerados os **mais ventilados**. Quando comparadas, vê-se que as variáveis estão relacionadas. Nesse sentido, as elas são inversamente proporcionais nos pontos monitorados. Assim, os pontos que apresentam menores valores de umidade e de velocidade do vento, apresentam os maiores valores de temperatura.

O Gráfico 11 mostra a variação da velocidade do vento nos períodos das coletas. Isto é, as maiores velocidades foram registradas no período da manhã e as menores no período da tarde.

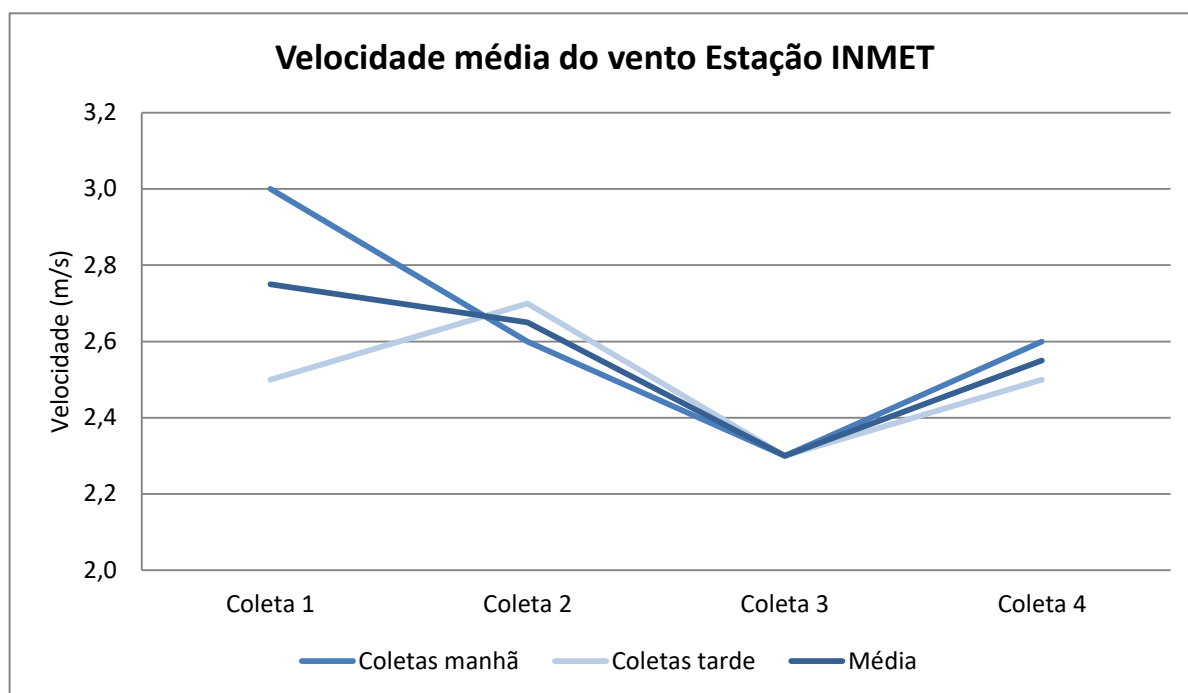
Gráfico 11 – Comparativo das velocidades médias



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Na estação meteorológica, o vento manteve-se em baixas velocidades nas primeiras horas durante o período. Por volta das 6h da manhã é que passaram a ser registrados valores mais elevados, tendo seus picos nos dias 25/10 e 26/10 nas primeiras horas da tarde. Nesses dias, a média ficou em 2,1 m/s, 1,8 m/s, 1,7 m/s e 2,0 m/s, nos dias de coleta, respectivamente. No Gráfico 12, pode-se verificar que na coleta 1 o vento se apresentou mais intenso, decaindo a partir da coleta 2 e voltando a aumentar de intensidade na coleta 4.

Gráfico 12 – Velocidade do vento na Estação Meteorológica



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Apesar dos leves desvios, não houve diferenças extremas nas medições da estação meteorológica e nas medições feitas nos pontos de medição. Assim, pode-se afirmar que as diferenças percebidas nas coletas se relacionam com o modo de ocupação e uso do solo urbano, refletidos na forma urbana, uma vez que a localização das diversas construções acaba por redirecionar a circulação do vento nas áreas, mudando sua direção ou diminuindo sua intensidade, vindo a influenciar no conforto ou desconforto térmico. Apesar de a área apresentar condições que favoreçam o redirecionamento do vento, a predominância foi de nordeste, sudeste e leste, direções comuns para o Recife, que recebe ventos predominantes de sudeste.

Na presente pesquisa foram testados, a partir dos dados obtidos em campo, os três principais índices utilizados para o estudo de conforto térmico: Índice de Temperatura em Função do Vento (TEv), Índices de Desconforto (IDT) e o Índice de Temperatura e Umidade (ITU). O TEv se diferencia dos demais por incluir em seus cálculos dados de velocidade do vento. O Índice de Desconforto (IDT) já testado por alguns autores e adaptados para regiões tropicais é bem útil para identificar o grau de conforto ou desconforto nas áreas estudadas. Utilizando-se apenas dados de temperatura e umidade, ele demonstra a sensação de calor encontrada nos ambientes internos e externos. O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) é um índice fácil aplicação e com resultados práticos, uma vez que sua fórmula exige apenas dados de temperatura e umidade.

Os dados obtidos nas coletas foram aplicados nas três equações para a obtenção da sensação térmica, do índice de desconforto e do índice de. A sensação térmica é obtida a partir da relação entre a temperatura do ar e a velocidade do vento. O índice de desconforto, usado nesse trabalho, é a relação entre a temperatura do ar e a umidade. Nesse caso, o índice de desconforto é totalmente relacionado ao índice de calor que também considera em sua equação as variáveis temperatura e umidade.

Assim, nos resultados das equações de sensações de calor acima de 25°C no IDT, de Thom (1959) e Giles (1999), são sensações consideradas desconfortáveis; os valores obtidos através do Índice de Temperatura em Função do Vento (TEv) também apontam desconforto em sensações a partir de 25°C. Já as sensações de calor do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), considera desconfortáveis valores acima de 24°C. Isto é, todos os índices atentam para a existência de desconforto em valores na mesma gradação, os quais aplicados na equação revelaram os seguintes resultados (Tabela 1):

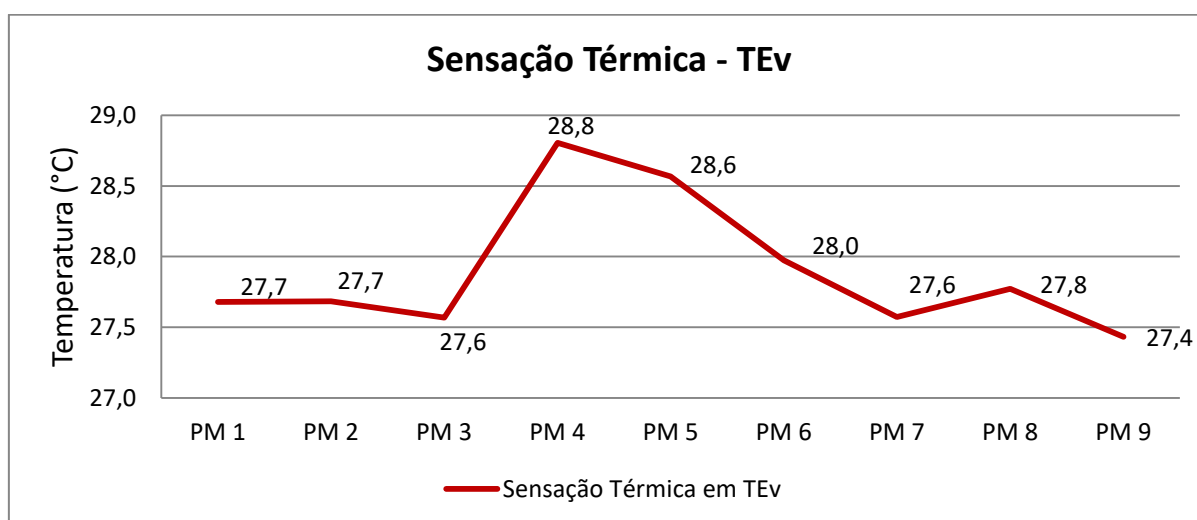
Tabela 1: Sensação Térmica considerando a Temperatura em Função do Vento (TEv)

| PONTO DE MONITORAMENTO | COLETA 1 | COLETA 2 | COLETA 3 | COLETA 4 | MÉDIA |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| PM 1 | 27,4 | 27,5 | 28,0 | 27,8 | 27,7 |
| PM 2 | 27,8 | 27,9 | 27,3 | 27,7 | 27,7 |
| PM 3 | 27,5 | 27,4 | 27,9 | 27,5 | 27,6 |
| PM 4 | 28,7 | 28,9 | 28,6 | 29,0 | 28,8 |
| PM 5 | 28,6 | 28,4 | 28,7 | 28,5 | 28,6 |
| PM 6 | 27,7 | 27,6 | 28,6 | 28,0 | 28,0 |
| PM 7 | 27,2 | 27,5 | 27,9 | 27,7 | 27,6 |
| PM 8 | 27,2 | 27,6 | 28,4 | 27,9 | 27,8 |
| PM 9 | 27,0 | 27,7 | 27,5 | 27,5 | 27,4 |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Considerando os critérios e os valores constantes nas faixas de sensação térmica da escala do TEv, os pontos de medição, no circuito definido na área de estudo, encontram-se nas faixas 8 (**LIGEIRAMENTE QUENTE**) e 9 (**QUENTE MODERADO**), uma vez que as sensações variaram entre 27°C e 29°C, conforme consta no Gráfico 13.

Gráfico 13 – Sensação Térmica por Coleta – TEv



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Segundo os critérios do Índice de Temperatura em Função do Vento (TEv), nessas faixas de calor, existe estresse fisiológico que se manifesta por meio de

ligeiro suor – vasodilatação (faixa 8) e suando (faixa 9). Salienta-se, portanto, que os PM4, PM5 e PM6 apresentaram sensações elevadas em todos os dias de coleta, caracterizando-se como os pontos mais quentes. Neles, as sensações variaram entre 28,8°C (PM4), 28,6°C (PM5) e 28,0°C (PM6). Os PM1, PM2, PM3, PM7, PM8 e PM9, tiveram os menores registros, destacando-se os PM7 e PM9, com valores iguais a 27,6°C e 27,4°C, respectivamente. A diferença entre os valores da máxima e mínima sensação foi de 1,4°C, ou seja, variação do nível de desconforto em função da localidade. Esses pontos apresentaram os mesmos comportamentos quando submetidos aos cálculos dos demais índices utilizados neste trabalho, conforme mostrado nas discussões realizadas posteriormente.

Creditam-se às variações da sensação térmica as condições de tempo com diferenciação de temperatura, umidade e vento nos pontos mencionados, onde as temperaturas elevadas associadas à baixa umidade e velocidade do vento favoreceram as menores sensações. O inverso ocorreu (mantendo-se a média de velocidade do vento) para o registro das sensações térmicas elevadas nos pontos destacados. Vale salientar que os resultados obtidos nesse índice revelam, também, as idiossincrasias dos pontos. Logicamente, os pontos mais quentes (PM4, PM5 e PM6) estão localizados em contextos que desfavorecem o conforto térmico, onde o uso e a ocupação do solo são intensos.

Após o cálculo do Índice de Desconforto Térmico (IDT), obteve-se o seguinte resultado (Tabela 2).

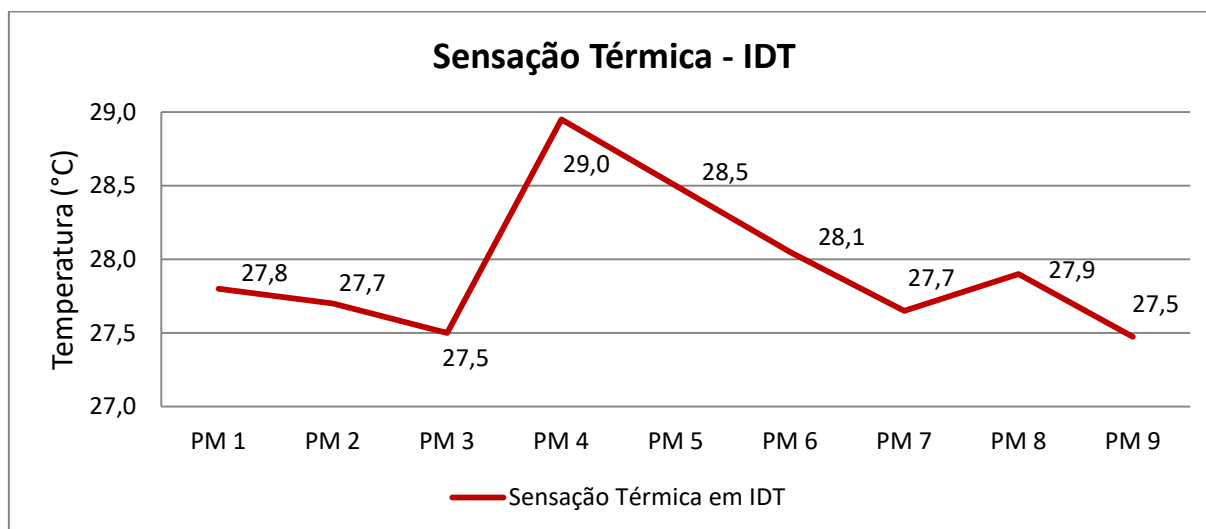
Tabela 2: Sensação Térmica considerando o IDT

| PONTO DE MONITORAMENTO | COLETA 1 | COLETA 2 | COLETA 3 | COLETA 4 | MÉDIA |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| PM 1 | 27,4 | 27,5 | 28,0 | 28,3 | 27,8 |
| PM 2 | 27,8 | 27,9 | 27,3 | 27,8 | 27,7 |
| PM 3 | 27,5 | 27,4 | 27,9 | 27,2 | 27,5 |
| PM 4 | 28,7 | 28,9 | 28,6 | 29,6 | 29,0 |
| PM 5 | 28,6 | 28,4 | 28,7 | 28,3 | 28,5 |
| PM 6 | 27,7 | 27,6 | 28,6 | 28,3 | 28,1 |
| PM 7 | 27,2 | 27,5 | 27,9 | 28,0 | 27,7 |
| PM 8 | 27,2 | 27,6 | 28,4 | 28,4 | 27,9 |
| PM 9 | 27,0 | 27,7 | 27,5 | 27,7 | 27,5 |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

De acordo com as faixas de desconforto, foi possível verificar que os pontos monitorados apresentaram valores na faixa de **DESCONFORTÁVEL** (maior que 26°C e menor que 28°C) e de **MUITO DESCONFORTÁVEL** (sensações acima de 28°C). No Gráfico 14, onde constam as sensações conforme o IDT, é possível verificar que o PM4 apresentou maior índice de desconforto, já dentro da faixa considerada MUITO DESCONFORTÁVEL, se destacando dos PM5 e PM6, dentro da mesma faixa.

Gráfico 14 – Sensação Térmica por Coleta – IDT



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Nesse mesmo contexto, foi aplicada a equação para avaliar a sensação de calor considerando os cálculos do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), conforme a fórmula apresentada. Assim, obtiveram-se os seguintes resultados (Tabela 3):

Tabela 3: Sensação Térmica considerando o ITU

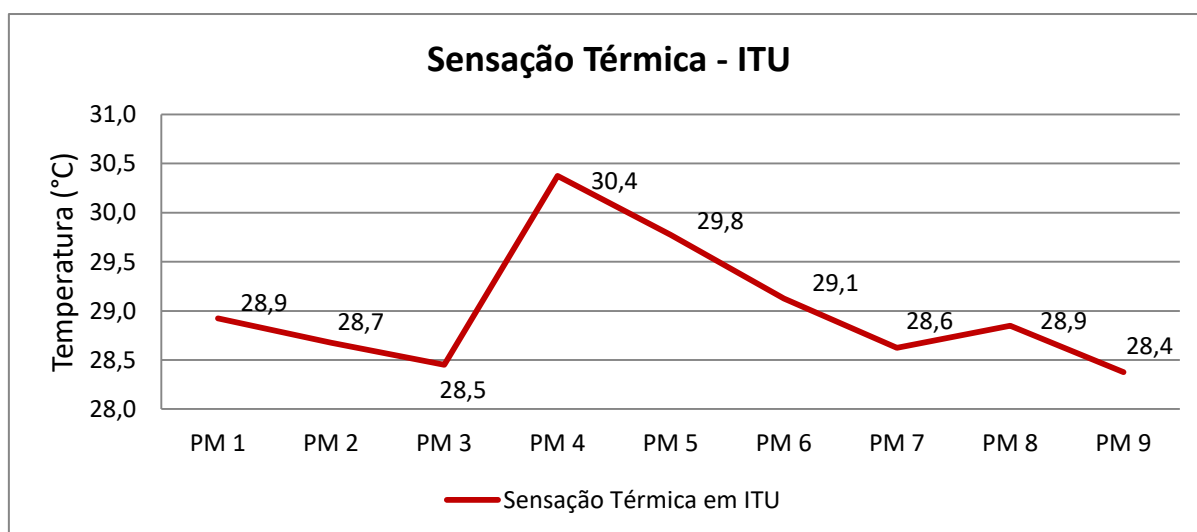
| PONTO DE MONITORAMENTO | COLETA 1 | COLETA 2 | COLETA 3 | COLETA 4 | MÉDIA |
|------------------------|----------|----------|----------|----------|-------|
| PM 1 | 28,6 | 28,6 | 29,1 | 29,4 | 28,9 |
| PM 2 | 29,1 | 28,8 | 28,1 | 28,7 | 28,7 |
| PM 3 | 28,7 | 28,2 | 28,8 | 28,1 | 28,5 |
| PM 4 | 30,4 | 30,3 | 29,8 | 31,0 | 30,4 |
| PM 5 | 30,1 | 29,6 | 30,0 | 29,4 | 29,8 |
| PM 6 | 28,8 | 28,6 | 29,7 | 29,4 | 29,1 |
| PM 7 | 28,2 | 28,5 | 28,9 | 28,9 | 28,6 |
| PM 8 | 28,2 | 28,5 | 29,4 | 29,3 | 28,9 |
| PM 9 | 27,9 | 28,7 | 28,3 | 28,6 | 28,4 |

Fonte: Josafá Gomes, 2019.

Considerando que todos os pontos apresentaram valores acima de 26°C, conclui-se que todos os pontos monitorados apresentam sensações tidas como **EXTREMAMENTE DESCONFORTÁVEIS**.

Salienta-se, entretanto, que para os dois cálculos (Índice de Desconforto Térmico e Índice de Temperatura e Umidade) utilizam-se as mesmas variáveis (temperatura e umidade). Logo, apesar de os valores diferirem um pouco, os gráficos apresentam o mesmo comportamento, revelando as mesmas impressões do Índice de Desconforto, conforme apresentado no Gráfico 14 (Sensação Térmica IDT) e confirmado no Gráfico 15 (Sensação Térmica ITU).

Gráfico 15 – Sensação Térmica por Coleta – ITU



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

O PM4 está inserido em contexto de zona especial de interesse social (ZEIS), com vias estreitas, pavimentadas, com enorme fluxo de veículos de duas direções principais (entrada - sentido morro; saída - sentido Av. Norte). A localidade apresenta fluxo de pessoas e veículos por se tratar de um dos pontos da centralidade do bairro de Casa Amarela, onde se encontram vários estabelecimentos comerciais. Nesse sentido, o valor alto de sensação de calor se justifica pelas características locais. Já o PM5 apresenta características similares, mas com um agravante: está localizado numa encruzilhada que recebe fluxos de várias direções.

O PM6 encontra-se encravado no centro da ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel, no ponto mais alto, com altitude de 37 metros em relação ao nível médio do mar. Apesar de estar localizado numa área de ruas estreitas e movimentadas, com grande adensamento construtivo, recebe ventos de leste e nordeste sem muitas barreiras, haja vista que na localidade não há edifícios altos muito próximos. Ainda

assim, a temperatura média do ponto é de 31,5°C e umidade média de 63,3%, colaborando para uma sensação de calor acentuada.

Verifica-se que o PM1 está numa área de transição, apesar de localizado em bairro inserido na Área de Reestruturação Urbana (ARU). No entanto, sua condição é compreendida devido à localização: um ponto de acesso a posto de gasolina, em via movimentada com intenso fluxo de veículos que descem a ZEIS e/ou chegam/saem do bairro de Apipucos. Tem o calor amenizado pela presença de vegetação de médio e grande porte nas proximidades do Lago/Açude de Apipucos.

Os PM7 e PM8 estão situados na descida do morro que corresponde à ZEIS, guardando em si características semelhantes ao PM6. No entanto, o PM8 está numa área de grande proximidade territorial da ZEIS e da ARU, entre Casa Amarela (ZEIS) e Tamarineira (ARU), área de padrão de uso e ocupação do solo ordenado devido à aplicação da Lei dos Doze Bairros.

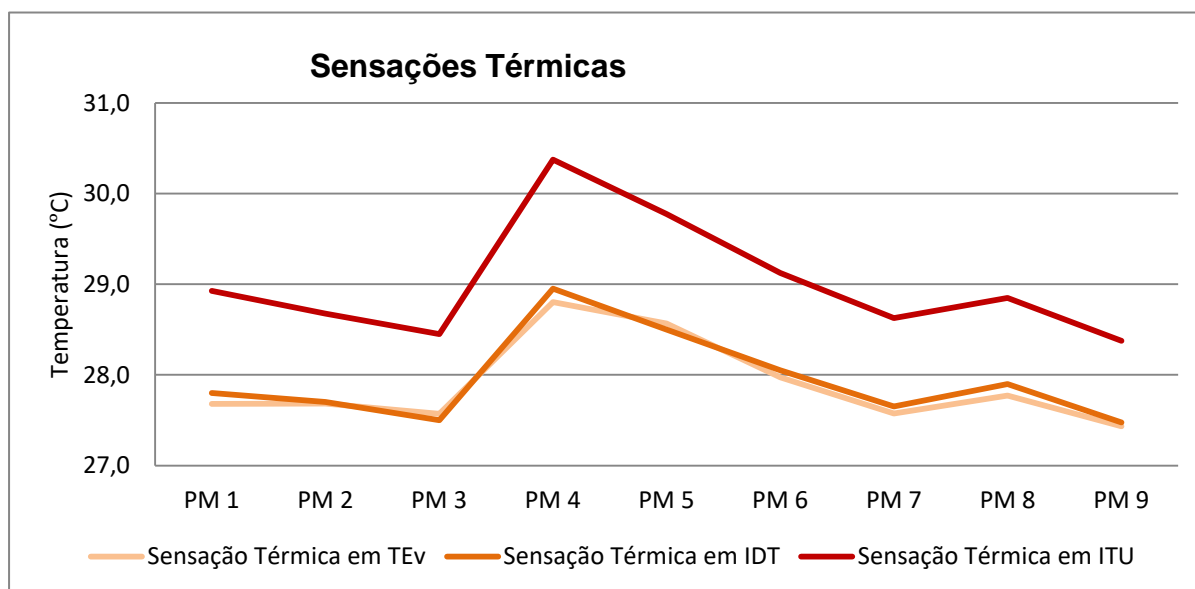
Destacando os pontos com menor desconforto térmico, temos que o PM2 está localizado numa praça onde existe presença de vegetação de grande porte e solo natural coberto com vegetação rasteira. Na sua proximidade existe um parque urbano. Ademais, a área apresenta aberturas suficientes para a circulação do vento que vem de diferentes direções. Vale acrescentar que esse ponto não está dentro dos limites da ZEIS nem da ARU. Ou seja, é uma área totalmente neutra desses aspectos.

No entanto, pode-se considerar que é beneficiada pelos efeitos de vizinhança advindos da ARU que está localizada muito próxima. O PM3 está sob uma área pavimentada, de frente para a Avenida Norte, onde existe grande fluxo de veículos e com alguma proximidade dos morros, ao norte. No entanto, a área apresenta aberturas grandes que permitem a circulação do vento, onde já se registrou picos de ventos de até 5,6 m/s.

O PM9 está em localidade muito privilegiada, pois se encontra totalmente inserido na ARU, próximo a ruas largas, às margens do Rio Capibaribe, local com presença de vegetação e espaço para circulação do vento. Inclusive, neste ponto foram registrados picos de vento de até 7,5 m/s. Ou seja, tanto esse ponto quanto outros dentro da ARU apresentam condições de localização imprescindíveis para a caracterização de conforto térmico. Assim, está mais que justificável que o ponto apresente condições mais amenas de desconforto térmico.

Para fins de comparação, o Gráfico 16 mostra a semelhança obtida nos resultados.

Gráfico 16 – Equivalência entre índices de sensações térmicas



Fonte: Josafá Gomes, 2019.

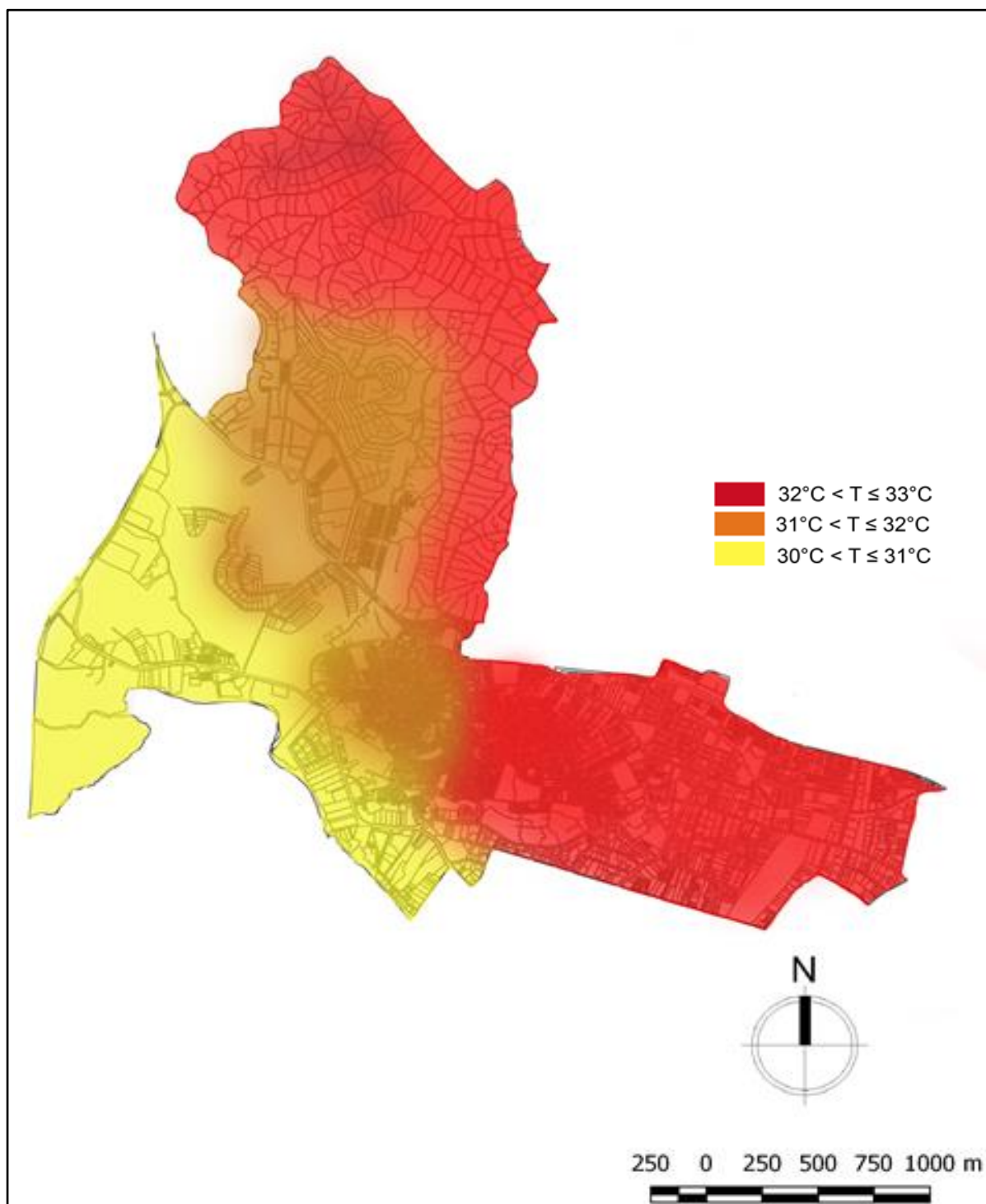
No Gráfico 16, verifica-se que os resultados obtidos a partir do ITU se aproximam muito dos resultados obtidos do IDT, podendo-se optar entre eles, visto que não foge da realidade trabalhada. O TEv, apesar de ter uma variável a mais em seus cálculos (velocidade do vento), não trouxe resultados diferentes dos demais índices. No entanto, por incluir em seus cálculos maior quantidade de variáveis, torna-se mais completo e recomendado para os estudos de conforto térmico. Assim, afirma-se que os três índices testados a partir dos dados obtidos na área de estudo e no período escolhido, apresentaram resultados equivalentes e sem prejuízos.

No contexto da fragmentação socioespacial que se verifica na área estudada, constata-se que apesar do grau de desconforto que se estabelece em todos os pontos monitorados, há, ainda, alguma diferenciação nos valores em virtude de uma série de fatores que terminam por diferenciar as áreas.

A partir da espacialização da temperatura na área, feito por interpolação a partir de analogia morfológica, com base nos dados das coletas realizadas, é possível verificar as áreas que apresentam maior conforto ou desconforto térmico em relação à sua localização espacial. A Figura 32, confirma tudo o que já foi

discutido a respeito da localização, visto que nas áreas de maior adensamento construtivo, a qual está em contexto de ZEIS, apresenta maiores temperaturas.

Figura 32 – Distribuição da temperatura na área de estudo



Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/LACAM-UFPE, 2019.

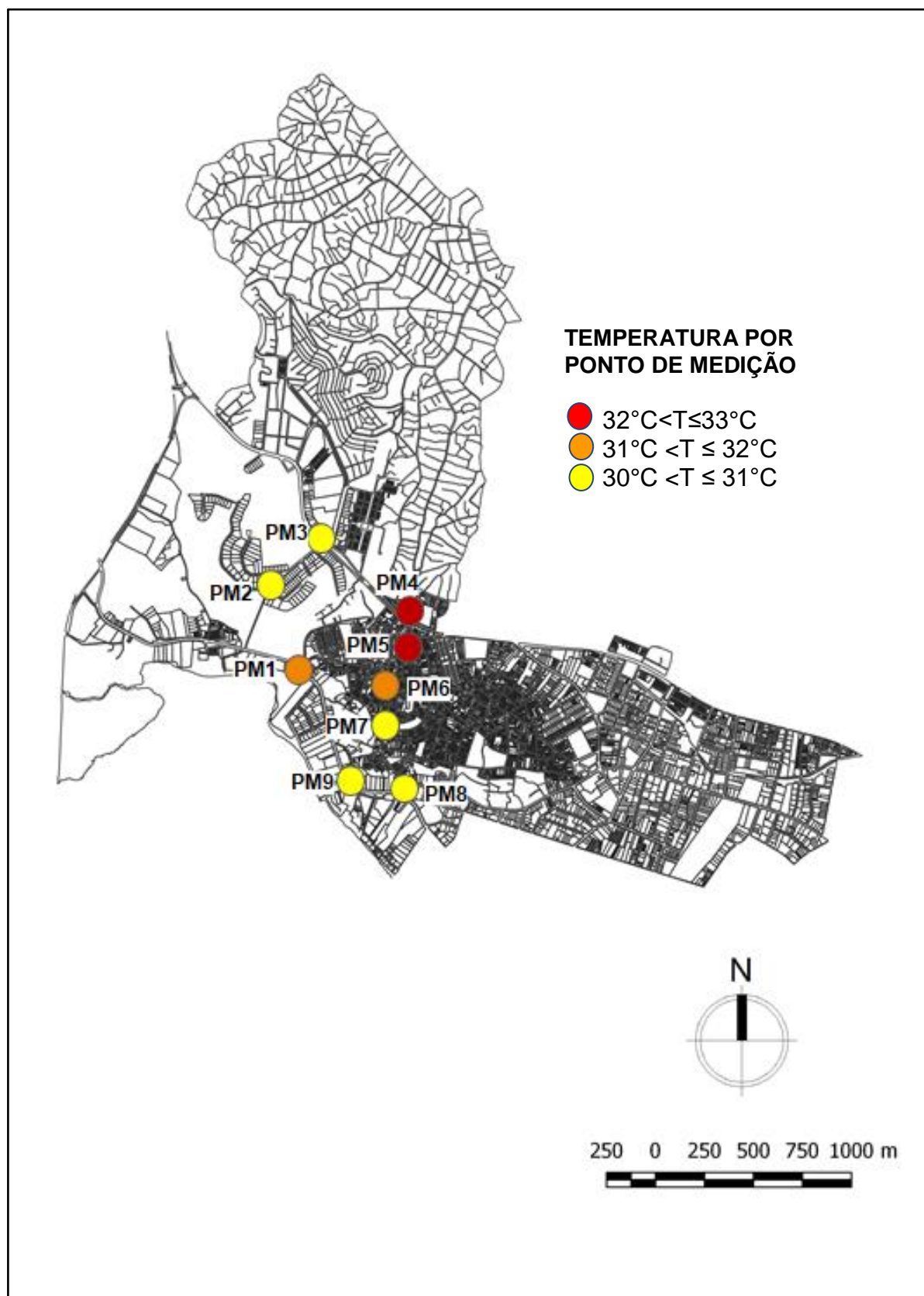
Vale salientar que foram criados mapas de sensações térmicas baseadas nos três índices estudados. No entanto, devido à semelhança dos resultados, optou-se por usar apenas os mapas referentes às sensações do Índice de Temperatura e Umidade em Função do Vento (TEv), apresentados em mapas temáticos.

A partir do Mapa 1, verifica-se que a área de estudo apresentou três grupos de temperaturas: um grupo contendo cinco pontos com valores entre 30°C e 31°C; um com dois pontos com valores entre 31°C e 32°C, e o outro com valores entre 32°C e 33°C, ou seja, considerados **desconfortáveis** nos três índices estudados.

Apesar de todos os pontos apresentarem desconforto térmico, as sensações variam de um ponto a outro, em virtude da atuação das variáveis medidas, que influenciam na diferenciação do calor.

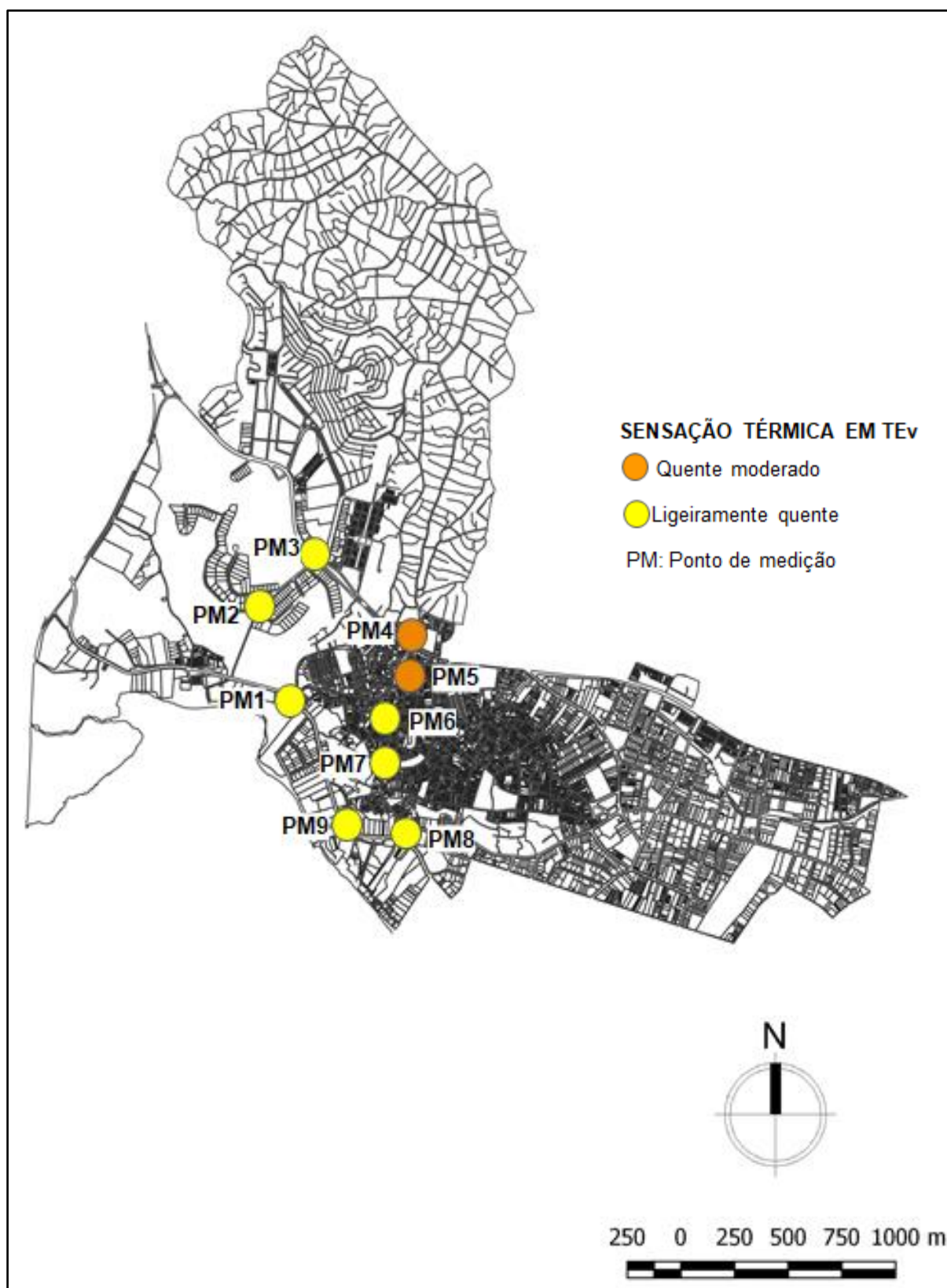
Assim, a partir do Mapa 2, verifica-se que área de estudo apresentou dois grupos de sensações térmicas: um grupo contendo sete pontos com sensações consideradas **ligeiramente quente** (faixa 8), conforme a escala utilizada pelo índice TEv, e outro grupo considerado **quente moderado** (faixa 9), sendo representado por dois pontos. As sensações registradas variaram aproximadamente 1°C entre os pontos ligeiramente quentes (PM1, PM2, PM3, PM6, PM7, PM8 e PM9) e os pontos considerados quente moderado (PM4 e PM5).

Mapa 1 – Distribuição da temperatura nos pontos de medição



Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/LACAM-UFPE, 2019

Mapa 2 – Sensações térmicas nos pontos de medição segundo o TEv



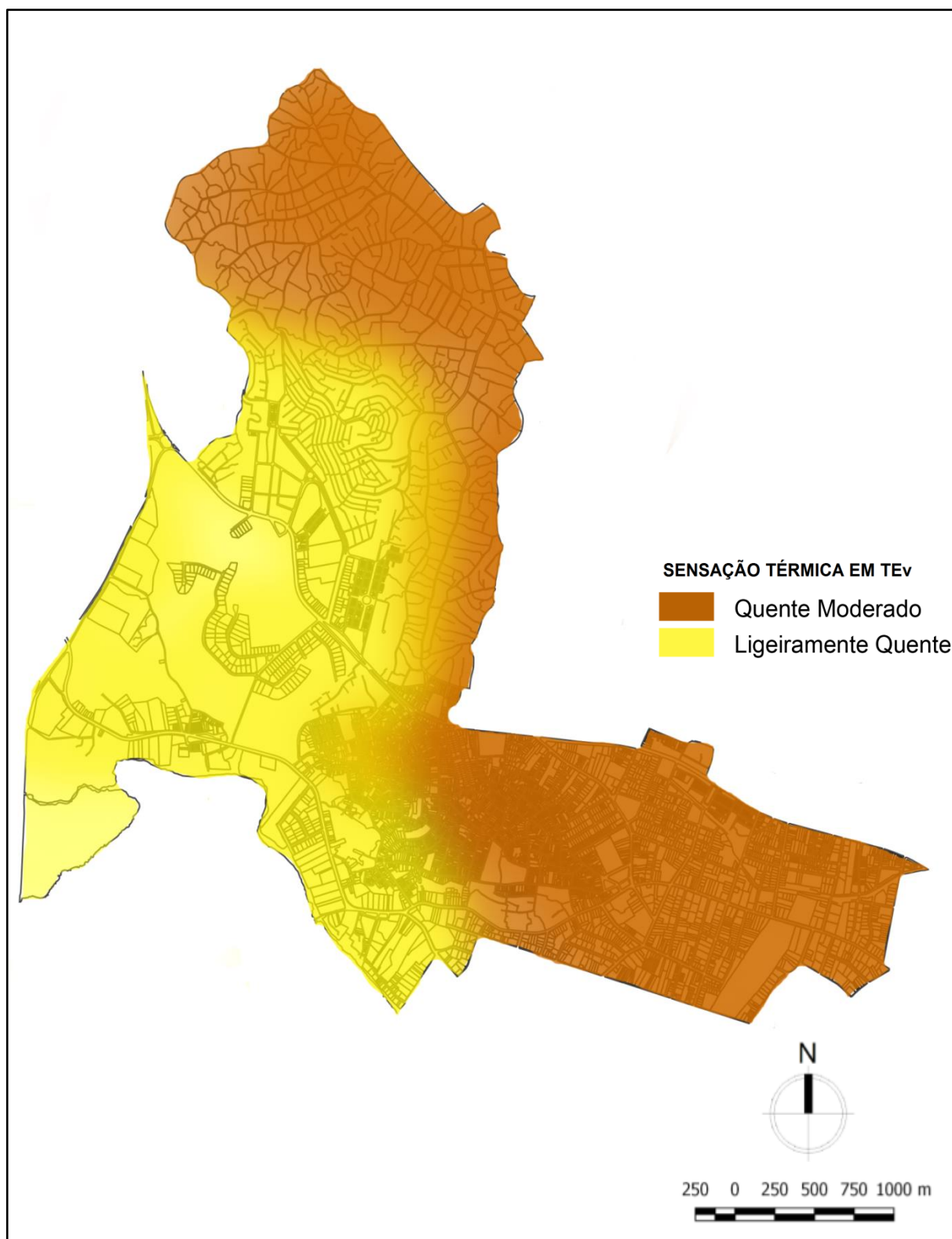
Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/Lacam-UFPE, 2019.

Sobre a fragmentação socioespacial, fica evidenciado que o maior desconforto encontra-se nas áreas de maior adensamento construtivo, dentro das localidades em contexto de ZEIS. O ponto 4 apresentou desconforto em todos os índices aplicados e as maiores temperaturas em todos os dias de coleta, em virtude das condições de localização e das condições microclimáticas. As exceções, os PM6 e PM7, são respingos do efeito de vizinhança nas localidades devido à aproximação territorial. Os PM2 e PM3 também são beneficiados pelo efeito de vizinhança em virtude da melhor qualidade ambiental dos bairros e dos pontos vizinhos, dentro do contexto da ARU, com características de uso e ocupação semelhantes.

No Mapa 3, por meio da espacialização das sensações térmicas baseadas no TEv, é possível verificar que a área está dividida em duas partes, apresentando dois níveis de desconforto: de um lado, as localidades nas quais predominam os parâmetros urbanísticos da Lei dos Doze Bairros, dentro da ARU; e aqueles localizados em sua vizinhança, recebendo externalidades positivas – com desconforto suavizado – apresentando condição mais favorável ao conforto térmico.

Assim, credita-se aos parâmetros urbanísticos contidos na Lei dos Doze Bairros (com o objetivo de regular o uso e a ocupação do solo na área) a presença de pontos menos quentes.

Mapa 3 – Espacialização das sensações térmicas em TEv na área de estudo



Fonte: Elaborado por Júlia Medeiros/LACAM-UFPE, 2019.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, verificou-se que é muito importante a medição das variáveis climáticas que configuram a condição de conforto e/ou desconforto térmico das áreas, a fim de mapear a cidade de modo a orientar políticas públicas que melhorem a condição e a qualidade de vida das pessoas.

A partir dos resultados obtidos, concluiu-se que no período de tempo observado, todos os índices apontaram a existência de **desconforto térmico** na área de estudo, tanto nos pontos localizados dentro da Área de Reestruturação Urbana (regulada pela Lei dos Doze Bairros) quanto nos pontos fora dessa área (onde predominam pontos dentro da ZEIS Altos do Mandu/Santa Isabel ou em condições semelhantes). O que diferencia, entretanto, é a gradação das sensações encontradas em cada ponto, mostrando que os pontos localizados dentro da ARU ou muito próximos dela apresentaram gradação de sensações menores que a da ZEIS, ou seja, são menos quentes e um pouco mais ventilados.

Pelo TEv, as sensações em sua maioria (sete pontos) ficaram na faixa 8, de **ligeiramente quente**, na qual as sensações são consideradas entre 25°C e 28°C; os outros dois pontos, ficaram na faixa 9, considerado **quente moderado**, entre sensações de 28°C e 31°C. Nesse índice, o conforto está dentro da faixa 7, entre sensações de 22°C e 25°C. Os pontos que mostraram maiores sensações foram os PM4 e PM5, totalmente justificadas pela localização onde se encontra forte adensamento construtivo, ausência de solo natural, ausência de vegetação, e circulação do ar comprometida pela aglomeração de casas. Além disso, afetado pelo grande fluxo de veículos e pessoas.

Os PM3 e PM9 apresentaram as menores sensações: 27,5°C. O PM3 favorecido pelas condições de localidade, a qual facilita a circulação do vento devido as aberturas existentes nas ruas próximas, e, também, pela proximidade com o Parque Urbano da Macaxeira onde se encontra área de solo natural e presença de vegetação que ajuda a amenizar o calor. O PM9 por estar dentro da ARU em condições de localidade que privilegia a circulação do ar, a existência de solo natural, amenidades naturais como a vegetação das margens do Rio Capibaribe e dos jardins e praças do bairro, como a praça do Monteiro, por exemplo.

Do IDT, inferiu-se que os pontos mostraram sensações dentro das faixas 3 e 4 (**desconfortável e muito desconfortável**), com sensações entre 26°C e 28°C, na faixa 3, e sensações iguais ou maiores a 28°C, na faixa 4. Nesse índice, a faixa de conforto é a 1, com sensações menores que 24°C. Por ele, os pontos mais quentes são os PM4, PM5, PM6 e PM8. Os três primeiros em localização dentro da ZEIS em condições pouco favoráveis ao conforto térmico. Já o último, numa área de transição entre a ZEIS e a ARU, sendo influenciada pelos dois lados. Os PM4 e PM5 apresentaram os maiores valores de sensações: 29,0°C e 28,5 °C, respectivamente. Já os PM3 e PM9, apresentaram os menores valores de sensações, ambos com média de 27,5°C.

O ITU revelou que todos os pontos estão dentro da faixa considerada **extremamente desconfortável**, ou seja, na faixa 3, onde são consideradas sensações maiores que 26°C. A faixa de conforto desse índice é a 1, com sensações entre 21°C e 24°C. Mais uma vez, os PM4 e PM5 apresentaram as maiores sensações, com valores de 30,4°C e 29,8°C, respectivamente. Os PM3 e PM9 seguiram apresentando os menores valores de sensações: 28, 5°C e 28,4°C.

Assim, confirmou-se que os índices estudados são aplicáveis ao estudo de conforto térmico realizado e que os resultados foram validados a partir da comparação dos cálculos dos índices estudados considerando as variáveis medidas. Além disso, confirmou a existência do desconforto térmico na área de estudo, mostrando o decréscimo da sensação de calor ao aproximar-se da ARU, onde figuram os parâmetros urbanísticos da Lei dos Doze Bairros.

Verificou-se na área de estudo que a legislação influencia na forma urbana, na qualidade ambiental, bem como no conforto térmico das localidades, mas não determina a caracterização do conforto térmico, uma vez que todos os pontos apresentaram desconforto térmico em menor ou maior grau. Ainda assim, as áreas da ZEIS e em contexto de ZEIS são mais quentes que as presentes na ARU.

Na área estudada, o efeito de vizinhança extrapola o quesito conforto térmico, uma vez que as áreas mais ricas do entorno terminam por influenciar a qualidade de infraestrutura (serviços de pavimentação, drenagem, saneamento, transporte público etc) das ZEIS devido sua proximidade territorial. Assim, a fragmentação socioespacial se mantém exposta, sobretudo, por ser possível a identificação do grau de desenvolvimento e de integração que os fragmentos das localidades expressam diante de seus contrastes.

A pesquisa apontou caminhos para o desenvolvimento de trabalhos mais aprofundados e que possibilite melhor conhecimento das variáveis que atuam na localidade, a fim de que seja feita uma caracterização mais substancial do conforto térmico da área.

Para tanto, sugere-se que nos próximos trabalhos sejam utilizados equipamentos mais modernos (como as estações meteorológicas portáteis) os quais registrem os dados e os armazenem de modo a permitir melhor tabulação e análises de forma mais ampla. É importante que as medições sejam realizadas simultaneamente em todos os pontos a fim de registrar as condições do tempo de modo igualitário, permitindo análises mais detalhadas. As medições devem ser horárias e compreendam todo o dia. É necessário, também, um período de coleta mais longo, contemplando medições em todas as quatro estações do ano para que se tenham elementos mais completos e consistentes para análises e favoreçam melhor caracterização das condições e comportamento das variáveis climáticas locais bem como do conforto térmico. Desse modo, será possível confirmar se a condição de conforto ou desconforto é temporal ou característica das localidades.

Conclui-se, portanto, que o presente trabalho forneceu informações importantes para apresentar a fragmentação socioespacial das áreas em virtude de seus usos, ocupações e das leis que regem os espaços urbanos. E que estas têm grande importância para o desenvolvimento da qualidade ambiental e do conforto térmico das localidades.

REFERÊNCIAS

- ADEBAYO, Y. R. The effect of urbanization on some characteristics of relative humidity in Ibadan. **Journal of Climatology**, 7, p. 599-607, 1987b.
- ALCOFORADO, M. J. et al. **Orientações climáticas para o ordenamento em Lisboa**. Lisboa: Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa, 2006.
- ALMEIDA, C. A. P. de et al. Vulnerabilidade socioambiental à dengue no Recife. In: FERREIRA, Gustavo Henrique Cepolini. (org.). **Conflitos e convergências da geografia 2**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019, p. 75-82. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/wp-content/uploads/2019/05/e-book-Conflitos-e-Convergencias-da-Geografia-Vol-2.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- AMORIM, M. C. C. T. Características noturnas da temperatura em Presidente Prudente/SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 5., 2002, Curitiba. **Anais** [...]. Curitiba: UFPR, 2002. p. 752-760. 1 CD-ROM.
- ALVES, ROGÉRIO R. **Métodos de avaliação do Conforto Térmico Humano**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/274698601_Metodos_de_avaliacao_do_Conforto_Termico_Humano. Acesso em: 15 nov. 2018.
- ALVES, Cleide. Lei dos 12 Bairros é analisada 17 anos após aprovação. **Jornal do Commercio**. Recife, 18 nov. 2018. Disponível em: <https://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cidades/noticia/2018/09/18/lei-dos-12-bairros-e-analisada-17-anos-apos-aprovacao-355049.php>. Acesso em: 30 set. 2018.
- ANDRADE, Henrique. O clima urbano: natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra**, Lisboa, v. 40, n. 80, 2005. p. 67-91. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/finisterra/article/view/1479>. Acesso em: 20 jan. 2019.
- ARAÚJO, A. P. et al. Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente-SP. **Revista Formação**, n. 17, v. 1, 1995. p. 77-95.
- AYOADE, J.O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.
- ATKINS, E. Febre. In: McBRYDE, C.M; BLCKLOW, R.S. **Sinais e sintomas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1975. Cap. 25, p. 431-449.
- AZERÊDO, Jaucele de Fátima Ferreira Alves de. **Verde que te quero confortável: a contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre**. 2017. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. 444 f.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L.C.L.; TORRES, S.C. **Clima e cidade: uma abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: EDUFAL, 2007. 164 p.

BACCARI Jr., F. Ecologia, bioclimatologia e adaptação dos bovinos. **Gado Holandês**, n.92, p.18-19, 1980.

BENKO, G. **Economia, espaço e globalização: na aurora do século XXI**. São Paulo: Hucitec, 1996.

BORGES MARTINS, Patricia A. **Urbanismo bioclimático: de la ciudad antigua a la ecociudad**. Rio de Janeiro: UFRJ/ Escola Politécnica, 2014.

BORSODORF, A. Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latino-americana. **Revista Eure**, Santiago, v. 26, n. 86, p. 37-49, maio 2003. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:i7G0Qd-ZV-AJ:https://www.eure.cl/index.php/eure/article/view/1265/362+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988, 292 p.

BRITO, T. LAETA. **Características da ilha de calor urbana de verão e primavera na baixada de Jacarepaguá**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

BURIOL, Galileo Adeli *et al.* Conforto térmico para os seres humanos nas condições de ambiente natural em Santa Maria, RS, Brasil. **Cienc. Rural**, Santa Maria (RS), v.45, n. 2., p. 223-230, 2015.

CAVALCANTI, Helenilda; BRITTO LYRA, Maria Rejane; AVELINO, Emília (Orgs). **Mosaico urbano do Recife: Exclusão/Inclusão Socioambiental**. Recife: Editora Massangana, 2008. 324 p.

CARDOSO, I. R; PEREIRA, L. L; PINTO, M. M.S; Identificação dos processos espaciais na organização do espaço urbano de Cruz das Almas: município do Recôncavo Baiano. *In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA*, 10., 2005, São Paulo. **Anais [...]** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2005. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Geografiasocioeconomica/Geografiaespacial/05.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2018.

CARVALHO, Clara. **O mapa verde do Recife**. Disponível em: <http://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cidades/cienciamambiente/noticia/2012/03/18/o-mapa-verde-do-recife-36165.php>. Acesso em: 26 jun. 2018.

CENSO Demográfico 2010. **Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 1 CD-ROM. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>. Acesso em: 20 mar.2018.

CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS – CPTEC. **Banco de dados de imagens**, 2018. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes16.formulario.logic>. Acesso em: 30 out. 2018.

CHANDLER, T. J. London's urban climate. **The Geographical Journal**, v.128, n. 3, 1962, p. 279-302.

_____, T. J. Absolute and relative humidities in towns. **Bulletin of the american meteorological society**, v. 48, n. 6, 1967. p. 394-399.

COELHO, Fábio Alexandre. **Processo legislativo**. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2007.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. Rio de Janeiro: Ática, 1997.

CORREIA, C. Gestão democrática da cidade: construindo um nova política. In: RIBEIRO, L. C. Q.; CARDOSO, A. L. (org). **Reforma urbana e gestão democrática: promessas e desafios do Estatuto da Cidade**. Rio de Janeiro: Revan/FASE, 2003.

DONN, Willian L. **Meteorologia**. Madri: Reverté, 1978.

EAGLEMAN, J. R.; HUCKABAY, J. L.; LJU, W. C. **Inadverted modifications of urban environments**. Preprints Conference of Urban Environment, Philadelphia, p. 165-172, 1972.

ESCH, Marjolein Pijpers-van. Designing the urban microclimate. 2015. Tese (Doutorado em Arquitetura e Ambiente Construído) – Universidade Tecnológica de Delft - Faculdade de Arquitetura e Ambiente Construído, Departamento de Urbanismo, Delft, 2015.

FAGANELLO, Adriana M.P; NETO, Alfredo I. As várias abordagens do conforto no ambiente construído. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, 14.; Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído - ELACAC, 10., 2017, Balneário Camburiú, Santa Catarina. **Anais [...]**. Balneário Camburiú: ENCAC, 2017. p. 740-748. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/2017/topico3artigo39.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2018.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill Book Company, 1970.

FRANÇA, Mauro Sergio de *et al.* Estimativa do conforto térmico na cidade de Cuiabá/MT. **Revista de Ciências Ambientais – RCA**. Canoas, v. 10, n.1, 2016. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Rbca/article/view/1981-8858.16.22/pdf>. Acesso em: 20 set. 2018.

FREITAS, Ruskin. **Entre mitos e limites: as possibilidades do adensamento construtivo, face à qualidade de vida no ambiente urbano**. Recife: Editora Universitária UFPE, 2008.

FREITAS, R; AZERÊDO, J; FREITAS, J. Conforto térmico em Recife (PE). In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, 14. Balneário Camburiú, Santa Catarina. **Anais** [...]. Balneário Camburiú: ENCAC, 2017. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/2017/topico1artigo21.pdf>. Acesso em 20/01/2019.

FREITAS, Ruskin. O que é conforto. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído - ENCAC, 8.; Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído - ELACAC, 4., 2015, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: ENCAC, 2005. p. 727-735. Disponível em: http://www.infohab.org.br/encac/files/2005/ENCAC05_0726_735.pdf. Acesso em: 22 jun. 2018.

FREITAS, Anne F. de *et al.* Avaliação microclimática em dois fragmentos urbanos situados no Campus I e IV da Universidade Federal da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 6, n. 4, 2013. p. 777-792. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233068>. Acesso em: 20 maio 2018.

FREITAS, R. M; AZERÊDO, J. F. F. A; BARBOZA, W. Espacialização desigual da vegetação arbórea em áreas urbanizadas. In: CONGRESSO LUSO BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL: CONTRASTES, CONTRADIÇÕES E COMPLEXIDADES, 7., 2016, Maceió. **Anais** [...]. Maceió: Pluris, 2016. Disponível em: http://www.fau.ufal.br/evento/pluris2016/congresso_anais_planejamento_regional_urbano. Acesso em: 10 jan. 2018.

GALVÃO, Mariana Dantas. Movimentos de fragmentação/integração socioespacial: uma breve análise da orla marítima da cidade de Olinda. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL - ENANPUR, 15. 2013, Recife. **Anais** [...]. Recife: ENANPUR, 2013.

GANONG, W.F. **Fisiologia médica**. São Paulo: Atheneu, 1983.

GILES, B. D. BALAFOUTIS, C; MATHEROS, P. Too hot for comfort: the heawaves in Greece in 1987 and 1988. **Int. J. Biometeorol.**, v. 34, 1990, p. 98-104.

GOMES, P. S; LAMBERTS, Roberto. O estudo do clima urbano e a legislação urbanística: considerações a partir do caso Montes Claros, MG. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 73-91, jan./mar. 2009. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/6916/5041>. Acesso em: 02 jan. 2019.

GUYTON, A. **Tratado de Fisiologia Médica**. 6 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984.

GRIMM, A. M. **Meteorologia Básica**: notas de aula. [s.l.: s.n.], 2009. Disponível em: <http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap4/cap4-3.html>. Acesso em: 15 ago. 2018.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptation of domestic animals**. Philadelphia: LEA & FEBIGER, 1968. 415p.

HAGE, K. D. Urban-rural humidity differences. **Journal of Applied Meteorology**, n.14, p. 1277-1283, 1975.

HÄNEL, G.; WEIDERT, D.; BUSEN, R. Absortion of solar radiation in an urban atmosphere. **Atmospheric Environment**, 24-B, 2, 1990, p. 283-292.

HOWARD, L. **The climate of London**. Londres: Longman, 1918.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. **Normais climatológicas 1981-2010**, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas> Acesso em: 02 jan. 2019.

JANOSCHKA, M. El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. **Revista Eure**, Santiago de Chile, v. 28, n. 85, p. 11-29, 2002. Disponível em: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0250-71612002008500002&script=sci_arttext. Acesso em: 15 nov. 2018.

KERSCHGENS, M. J; KRAUS, H. On the energetics of the urban canopy layer. **Atmospheric Environment**, 24-B, 2, 1990, p. 321-328.

KREBS, C.J. **Ecological methodology**. New York: Haper & Row Publishers, 1989.

LABAKI, Lucila Chebel; SANTOS, Rozely Ferreira dos; BUENO-BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo; ABREU, Loyde Vieira de. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Revista Fórum Patrimônio**. Mudanças climáticas e o impacto das cidades, v.4, n.1, 2011, p. 23-42. Disponível em: http://www.forumpatrimonio.com.br/seer/index.php/forum_patrimonio/article/viewFile/12/11. Acesso em: 10 jan. 2018.

LACERDA, Norma. Fragmentação e integração: movimentos de reestruturação espacial das metrópoles brasileiras. In: RIBEIRO, Ana Clara Torres; LIMONAD, Ester; GUSMÃO, Paulo Pereira de. (Org.). **Desafios ao planejamento**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2012. p. 21-42.

LACERDA, Norma; MENDES, Sílvio; DINIZ, Fernando. Planejamento metropolitano: uma proposta de conservação urbana e territorial. **EURE**, Santiago, v. 26, n.79, p.77-94, 2000. Disponível em: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/8123/000383687.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 maio 2018.

LACERDA, Norma *et al.* **Lei dos doze bairros**: contribuição para o debate sobre a produção do espaço urbano do Recife. Recife: CEPE, 2018.

LAGNÁ, M.T.C; FARO, A.CM; ARAÚJO, T.L. A problemática da temperatura corporal enquanto um procedimento de enfermagem: conceitos e mecanismos reguladores. **Rev. Esc. Enf. USP**, v. 26, n. 2, p. 1733-186, ago. 1992.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003

LAMBERTS, Roberto. **Conforto e estresse térmico**. Florianópolis: LabEEE, 2011. Disponível em: http://www.labee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV4200_apostila%202011.pdf. Acesso em: 20 mar. 2018.

LANDSBERG, H. E. The Urban Climate. **International Geophysics Series**. v. 28, Academic Press, 1981. 277 p.

LEAL, Laiz Reis et al. Análise de índices de conforto térmico urbano associado às condições sinóticas de Vitória (ES), Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**. v. 10, n. 1, 2016, p. 59-73.

LOPES, A. **Modificações no clima urbano de Lisboa como consequência do crescimento urbano**: vento, ilha de calor de superfície e balanço energético. 2003. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa, Lisboa, 2003.

MARCUSE, P. Enclaves sim, guetos não: a segregação e o Estado. **Espaço e Debates**, São Paulo, NERU, v. 24, n. 45, jun./jul., 2007.

MARCUSE, P; VANKEMPEN R. (ed). **Of States and cities**: the partitioning of urban space. Oxford: Oxford University Press, 2006.

MARICATO, Ermínia. **Brasil, cidades**: alternativas para a crise urbana. Petrópolis: Vozes, 2001. 204 p.

MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Editora +4, 2010.

MENDES, L. Cidade pós-moderna, gentrificação e a produção social do espaço fragmentado. **Caderno Metrop**, São Paulo, v. 13, n. 26, p. 473-495, jul/dez 2011.

MIRANDA, Livia. **Organização socioespacial e mobilidade residencial na Região Metropolitana do Recife**. Cadernos Metrópole, N. 12, pp. 123-144, 2º sem. 2004. Disponível em <https://revistas.pucsp.br/index.php/metropole/article/view/8812/6533> Acesso em 05/01/2018.

MITCHELL, J. M. On the cause of instrumentally observed secular temperature trends. **J. Meteorol.** n. 9, 244-261, 1953.

_____. The Temperature of Cities. **Weatherwise** n. 14, 224–229, 1961.

MONTEIRO, A. **O Clima Urbano do Porto**: contribuição para a definição das estratégias de planeamento e ordenamento do território. 1993. Tese (Doutoramento em Geografia Física) - Faculdade de Letras da Universidade do Porto, Porto, 1993a. 436 p.

MONTEIRO, A. Est-ce qu'il y a des raisons suffisantes pour parler d'un îlot d'humidité urbain dans la ville de Porto? **Publications de l'Association Internationale de Climatologie**, n. 6, p. 585-593, 1993b.

MOTTA, Eduardo Marchetti Pereira Leão da. **Desigualdade socioespacial e o efeito-vizinhança em favelas de Belo Horizonte**. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Minas Gerais, 2017.

NAVEZ-BOUCHANINE, F. (Ed.) **La fragmentation en question: des ville entre fragmentation spatiale et fragmentation sociale?** Paris: L'Harmattan, 2002.

NUNES, Aliomar F. **O impacto da lei dos doze bairros sobre a construção Civil na cidade do Recife**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2008.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.108, n. 455, p. 1-24, 1982.

_____. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **WMO**, Instruments and Observing Methods, Report n. 81, 2004.

OLGYAY, V.; OLGAY, A. **Design with Climate: bioclimatic approach to architectural regionalism**. New Jersey: Princeton University Press, 1963.

OLIVEIRA, T.H., DANTAS, J. G; GALVÍNCIO, J. D.; PIMENTEL, R. M.; BOTLER, M. Análise da Variação Espaço-Temporal das Áreas Verdes e da Qualidade Ambiental em Áreas Urbanas, Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 07, n. 06, p. 1196-1214. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233564/27178>. Acesso em: 27 jun. 2018.

PAQUOT, Thierry. Ville fragmentée ou urban éparpillé. In: NAVEZ-BOUCHANINE, F. (Ed.) **La fragmentation en question: des ville entre fragmentation spatiale et fragmentation sociale?** Paris: L'Harmattan, 2002. p. 113-8.

PEQUENO, Renato. Políticas Habitacionais, Favelização e Desigualdades Socioespaciais nas Cidades Brasileiras. In: **COLÓQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA**, 10., 2018, Barcelona. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2008. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/-xcol/275.htm>. Acesso em: 18 jan. 2018.

PINTEREST Imagens. Contrastes entre Boa Viagem e Entra Apulso (Recife), 2012. Disponível em: <https://www.pinterest.pt/pin/855754366664935884/?lp=true>. Acesso em: 08 maio 2018.

PITTON, S.E.C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1997. 272 p.

PRÉVOT SCHAPIRA, Marie-France. América latina: la ville fragmentée. **Esprit**, n. 11 (1999), p. 128-144.

PRODANOV, Cleber C; FREITAS, Ernani de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013. Disponível em: <http://www.feevale.br/Comum/midias/8807f05a-14d0-4d5b-b1ad-1538f3aef538/E-book%20Metodologia%20do%20Trabalho%20Cientifico.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

RECIFE. **Lei nº 14.511/1983**. Define diretrizes para o uso e ocupação do Solo, e dá outras providências. Recife: Leis Municipais, 1985. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/1983/1451/14511/lei-ordinaria-n-14511-1983-define-diretrizes-para-o-uso-e-ocupacao-do-solo-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 15 fev. 2019.

_____. **Lei nº 16.719/2001**. Cria a área de reestruturação urbana - aru, composta pelos bairros Derby, Espinheiro, Graças, Aflitos, Jaqueira, Parnamirim, Santana, Casa Forte, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos e parte do bairro Tamarineira, estabelece as condições de uso e ocupação do solo nessa área. Recife: Leis Municipais, 2008. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/2001/1672/16719/lei-ordinaria-n-16719-2001-cria-a-area-de-reestruturacao-urbana-ar-composta-pelos-bairros-derby-espinheiro-gracas-aflitos-jaqueira-parnamirim-santana-casa-forte-poco-da-panela-monteiro-apipucos-e-parte-do-bairro-tamarineira-estabelece-as-condicoes-de-uso-e-ocupacao-do-solo-nessa-area?q=16719>. Acesso em: 15 fev. 2019.

_____. **Lei nº 14.947/1987**. CRIA O PLANO DE REGULARIZAÇÃO DAS ZONAS ESPECIAIS DE INTERESSE SOCIAL - PREZEIS. Recife: Leis Municipais, 1995. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/1987/1494/14947/lei-ordinaria-n-14947-1987-cria-o-plano-de-regularizacao-das-zonas-especiais-de-interesse-social-prezeis>. Acesso em: 15 fev. 2019.

RENOU, E. Instructions météorologiques. **Annuaire Soc. Météorol. de France**, v. 3, 1855.

_____. Differences de temperature entre Paris et Choisle-Roi. **Soc. Meteor. de France**, n. 10, p. 105, 1862.

_____. Differences de température entre la ville et la campagne. **Annuaire Soc. Met. France**, p 83-97, 1868.

RIBEIRO, L. C. Q.; CARDOSO, A. L. (org). **Reforma urbana e gestão democrática: promessas e desafios do Estatuto da Cidade**. Rio de Janeiro: Revan/FASE, 2003.

SALGUEIRO, T. Cidade pós-moderna: espaço fragmentado. In: CONGRESSO DE GEOGRAFIA PORTUGUESA, 3. Porto. **Anais** [...] Lisboa: Edições Colibri e Associação Portuguesa de Geógrafos, 1999, p.225-236.

_____. Ainda em torno da fragmentação urbana. **Revista Inforgeo**, Lisboa. Edições Colibri, n.14, p.65-75, 1999.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996.

_____. **Técnica, Espaço, Tempo**: Globalização e meio técnico-científico informacional. São Paulo: Hucitec, 1993.

_____. **Metrópole corporativa fragmentada**: o caso de São Paulo. São Paulo: Nobel, 1990.

SANTOS, J. S. *et al.* Campo Térmico Urbano e a sua Relação com o Uso e Cobertura do Solo em Cidade Tropical Úmida. **Revista Brasileira de Geografia Física**. n. 03, p. 540-557, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232851/26843>. Acesso em: 15 ago. 2018.

SANTOS, M; SOUZA, M. A de; SILVEIRA, M. L. **Território, globalização e fragmentação**. São Paulo: Hucitec, 1994.

SCHMIDT, W. Zum Einfluss grosser Stlidte auf das Klima. **Die Naturwissenschaften**, v. 5, p. 494-495, 1917.

_____. Distribution of minimum temperature during the frost night of 12 May 1927 within Vienna. **Forschritte Landwirtschaft**, v. 2, 681-686, 1929.

SCHIMID, Alísio Leoni. **A ideia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005.

SHAFIR, H.; ALPERT, P. On the urban orographic rainfall anomaly in Jerusalem: a numerical study. **Atmospheric Environment**, v. 3, p. 365-375, 1990.

REYNALDO, A; ALVES, Paulo Reynaldo Maia. Origem da expansão do Recife: divisão do solo e configuração da trama urbana. *In*: SEMINARIO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN EN URBANISMO, 5., Barcelona-Buenos Aires, Barcelona: UPC, 2013. Disponível em: <http://upcommons.upc.edu/handle/2099/14495> Acesso em: 20 dez. 2018.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo: Editora Nobel, 2000.

SOUZA, Marcelo L. **A prisão e a ágora**: reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão das cidades. Rio de Janeiro: Bertrand, 2006.

SOUZA, D. M; NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. **Geografia**, Londrina, v. 21, p. 65-83, maio/agosto 2012.

SPOSITO, Maria E. **Capitalismo e urbanização**. São Paulo: Contexto, 2000.

TAKAHASHI, L; BILLER, J; TAKAHASHI, K. **Bioclimatologia zootécnica**. Jaboticabal: UNESP, 2009.

THOM, E.C. The discomfort index. **Weatherwise**, Boston, v.12, n.1, p.57-60, 1959.

VASCONCELOS, Pedro de A. Contribuição para o debate sobre processos e formas socioespaciais nas cidades. In: VASCONCELOS, P. de A; CORRÊA, Roberto L; PINTAUDI, Silvana Maria. (Orgs). **A cidade contemporânea: segregação espacial**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2016.

VIANELLO, R. L; VIANELLO, A. R. A. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: UFV, 2000.

VILLAÇA, Flávio. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998.

WERNECK, Daniela Rocha. **Estratégias de mitigação das ilhas de calor urbanas: estudo de caso em áreas comerciais em Brasília – DF**. 2018. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília. Distrito Federal, 2018. Disponível em: http://repositorio.unb.br/bitstream/10482/31816/3/2018_DanielaRochaWerneck.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

WILSON, William Julius. **The truly disadvantaged: the inner city, the underclass, and public policy**. Chicago: University of Chicago Press, 1987.