



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

Jaucele de Fátima Ferreira Alves de Azerêdo

VERDE QUE TE QUERO CONFORTÁVEL

**A contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental,
ao nível do usuário pedestre**

Recife
2017



JAUCELE DE FÁTIMA FERREIRA ALVES DE AZERÊDO

VERDE QUE TE QUERO CONFORTÁVEL

**A contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental,
ao nível do usuário pedestre**

Tese apresentada à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, da Universidade Federal da Pernambuco, para a obtenção do grau de Doutora em Desenvolvimento Urbano, sob orientação do Prof. Dr. Ruskin Marinho de Freitas.

Recife
2017



Catálogo na fonte
Bibliotecário Jonas Lucas Vieira, CRB4-1204

A993v	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 / Jaucele de Fátima Ferreira Alves de Azerêdo. – Recife, 2017. 444 f.: il., fig. Orientador: Ruskin Marinho de Freitas. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação. Desenvolvimento Urbano, 2018. Inclui referências. 1. Vegetação arbórea. 2. Sistema de vegetação. 3. Conforto térmico. 4. Usuário pedestre. 5. Recife. I. Freitas, Ruskin Marinho de (Orientador). II. Título. 711.4 CDD (22.ed.) UFPE (CAC 2018-23)
-------	---





Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano
Universidade Federal de Pernambuco

Jaucele de Fátima Ferreira Alves de Azerêdo

Verde que te quero confortável: a contribuição da
arborização urbana para o conforto termoambiental, ao
nível do usuário pedestre.

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

Aprovada em: 15/09/2017.

Banca Examinadora

Prof. Ruskin Marinho de Freitas (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Edvânia Torres Aguiar Gomes (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Cristina Pereira de Araujo (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Ronald Fernando Albuquerque Vasconcelos (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Lucia Elvira Alicia Raffo de Mascaró (Examinador Externo)
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profa. Virgínia Maria Dantas de Araújo (Examinadora Externa)
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Caixa Postal 7809, Cidade Universitária – CEP: 50732-970 Recife/PE/Brasil
Tel: +(81) 2126311 Fax: +(81) 2126 8772
e-mail: mdu@ufpe.br www.ufpe.br/mdu



AGRADECIMENTOS

Indubitavelmente, muitos foram os que contribuíram com a realização da pesquisa. Houve muitas discussões formais e informais, onde soluções foram sugeridas. Em diversos momentos, o silêncio, a paciência, a proteção, o apoio e a fé de que as coisas dariam certo foram buscados. A Deus, a Jesus, à Nossa Senhora, ao meu Anjo da Guarda e às pessoas que foram importantes nessa caminhada, em especial, ao meu esposo Fábio André, pela paciência e apoio incondicional: “É na soma do seu olhar / que eu vou me conhecer inteiro”, meus sinceros agradecimentos.

Ao meu professor orientador doutor Ruskin Freitas, por todas as ideias, exigências, correções, viagens e discussões, que ajudaram a delimitar e a compreender a tese. Por seu tempo, precioso tempo. Sem a orientação de Ruskin Freitas teria sido impossível a realização da pesquisa. Todo o respeito e o agradecimento são sinceros e sublimes.

Às professoras que participaram das bancas de avaliação, durante o processo da tese: Ana Rita Sá Carneiro, Edvânia Torres, Fátima Furtado, Virgínia Dantas e Lúcia Mascaró, pelas valiosas contribuições.

Ao Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano – MDU, em nome dos professores e funcionários. Em especial, a Renata, Carla e Jonas e a estagiária Vanessa, pelo apoio de sempre.

Ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo, em nome da Coordenadora do Curso Cristina Araújo e do Chefe do Departamento, Ronald Vasconcelos, pelo apoio dispensado durante a realização da tese.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de doutorado.

A Wilson Barbosa, um amigo e parceiro da pesquisa, pelas medições, pelos almoços, pelas conversas, pelas risadas, por partilhar o desejo de que desse certo, pela amizade.

À equipe de pesquisa do Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/DAU/UFPE, e alunos do curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPE, sem os quais teria sido inviabilizada a pesquisa de campo: Arthur Schimbergui, Caroline Cavalcanti, Déborah Coriolano, Erilane Marinho, Igor Barbosa Olímpio, Isabela Brito, Jade Toledo Shaw, Janyne Figueiredo,



Karoline Lima, Laís Carvalho, Laysa Monteiro, Luíza Nunes, Marcondes Ricarte, Maria Carolina Arruda, Maria Eduarda Monteiro, Maria Helena Vasco, Marcus Artur Santos, Patrícia Palmeira, Rayanne Lima, Renata Neves, Sofia Cavalcanti e Thatianne Ferreira e Yara Mara. Um agradecimento especial a Caio Oliveira, Laís Carvalho e Danilo Bacóvis.

À equipe responsável pelas medições das variáveis microclimáticas: Rafael, Deninho, Wesley Mozart e Isabela.

A Sofia Mahmood, pela ajuda com os desenhos e com as medições das variáveis microclimáticas.

A Vaneide, Marina e Airury, pelo apoio com a bibliografia especializada.

A Simone Carnaúba Torres, pelo encorajamento.

A Larissa Maria Falcão, pelo apoio técnico.

Ao professor doutor Francisco Jaime Bezerra Mendonça, do Departamento de Engenharia Cartográfica, pelo empréstimo dos tripés, para a realização da pesquisa de campo.

Aos pesquisadores do Centro Científico Tecnológico – Conicet/Mendoza/Argentina, em especial a Jorge Mitchell e a Cláudia Martinez, pela receptividade, por todo o material apresentado e cedido.

Aos técnicos da Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade de Porto Alegre/SMAMS, pelos materiais disponibilizados e pelas visitas de campo, em nome de: Lísia Lizete Ely, arquiteta, responsável pela Relação das Árvores Tombadas por Decretos e do Mapeamento, Aldenise Ceratti Lopes, engenheira agrônoma, Diretora de Praças e Jardins-DAPJ; Gabriela de Azevedo Moura, engenheira agrônoma, Diretora de Parques e Supervisora dos Parques, Praças e Jardins-DAP e SUPPJ; Carlos Henrique de Oliveira Aigner, geógrafo, Coordenador do Centro de Educação Ambiental-CEIA e Coordenador das Unidades de Conservação-UC.

A Geíza, Genilda, Maria, dona Márcia e Aline, pela sempre acolhida. A Gerlane, pela inestimável ajuda. Tem como escolher quem amar? Eu amo!



Velhas Árvores

Olha estas velhas árvores, mais belas
Do que as árvores novas, mais amigas:
Tanto mais belas quanto mais antigas,
Vencedoras da idade e das procelas...

O homem, a fera, e o inseto, à sombra delas
Vivem, livres de fomes e fadigas;
E em seus galhos abrigam-se as cantigas
E os amores das aves tagarelas.

Não choremos, amigo, a mocidade!
Envelheçamos rindo! envelheçamos
Como as árvores fortes envelhecem:

Na glória da alegria e da bondade,
Agasalhando os pássaros nos ramos,
Dando sombra e consolo aos que padecem!

(Olavo Bilac - Poesias - 1996, p. 215)



RESUMO

A vegetação urbana aporta benefícios que ultrapassam os ambientais-ecológicos, sendo eles físicos, psicológicos, sociais e econômicos. A sua distribuição deve ocorrer de forma equitativa, em tamanhos, formas e agrupamentos diversos. Em clima tropical litorâneo quente e úmido, um dos requisitos para o conforto térmico é a sombra; em ambiente urbano, pode ser conseguida pela arborização. Apresenta-se a tese de que existe um desconforto termoambiental em Recife, ao nível do usuário pedestre, causado pela ausência de um sistema de vegetação arbórea. Como hipótese geral: a ausência de um sistema de vegetação arbórea contribui com a vulnerabilidade ambiental, consequentemente, com a promoção do desconforto térmico, em recintos urbanos. O objetivo geral visou caracterizar o desconforto termoambiental em recortes da cidade de Recife, ao nível do usuário pedestre, comprovando a necessidade da inserção de arborização urbana. Utilizou-se o método hipotético-dedutivo, com abordagem quali-quantitativa, através de: visitas técnicas, observações, tomadas de fotografias, medições microclimáticas, aplicação de questionários e de formulários. As pesquisas em quatro cidades, com diferentes climas, comprovaram que a vegetação é imprescindível para o conforto termoambiental, independentemente do clima. Aplicaram-se 1.000 formulários, traçando-se um perfil sobre a sensação de conforto e sua relação com a vegetação, em Recife, junto a usuários pedestres. Obteve-se que a maioria sente-se confortável em diferentes temperaturas, considerando-se diversos condicionantes, sobretudo a aclimação. Os resultados das medições microclimáticas (temperatura do ar, umidade do ar e direção e velocidade dos ventos), realizadas em março, setembro/outubro e dezembro de 2015, no Espinheiro, próximas a agrupamentos lineares e a indivíduos isolados, dispostos em vias, registraram que em cerca de 70% das medições, os maiores valores médios de temperatura estiveram próximos a árvores isoladas – sibipiruna e oiti. Comparando-se os valores das médias de temperatura do ar, entre os 27 pontos (março/2015), obteve-se um acúmulo de calor de 3,87°C, entre os pontos extremos. O maior acúmulo de calor registrado em relação às Estações Meteorológicas de Referência – Inmet ocorreu em setembro/outubro de 2015, igual a 3,45°C, em relação à Estação Convencional. Em meio próximo ao natural, a 10m do centro da copa da acácia-mimosa, em 06-10-15, registrou-se o maior valor da temperatura, igual a 34,70°C, com acúmulo de calor, em relação à Estação Convencional, de 5,40°C. As isotermas indicaram que as maiores influências relativas à zona de conforto térmico ocorreram próximas aos indivíduos arbóreos sete-copas e sombreiro, com copa uniforme – a 35m. Quanto à acácia-rosada, com volume de copa irregular, a isoterma indicou a distância de 90m. Tais valores se relacionam à densidade foliar, ao volume da copa e à velocidade e direção dos ventos. Confirmou-se o papel da vegetação na diminuição da temperatura. A elaboração de mapas de vegetação, em quatro bairros de Recife, confirmou a ausência de um sistema arbóreo capaz de suprir as necessidades de conforto térmico. Ressalta-se a importância em se introduzir árvores, distribuídas equitativamente, visando ao conforto térmico, em pelo menos 2/3 de vias, constituindo um sistema de arborização. Nesse contexto, a gestão pública deve assumir papel de destaque, criando e cumprindo legislações urbanísticas que valorizem o ambiente urbano.

Palavras-chave: Vegetação Arbórea. Sistema de vegetação. Conforto térmico. Usuário pedestre. Recife.



ABSTRACT

The urban vegetation presents environmental-ecological, physical, psychological, social and economic benefits, which must be distributed equally, in sizes, forms and diverse groupings. In a wet, hot, coastal and tropical weather, the shadow is very important to the comfort. In an urban environment, it can be achieved with afforestation. It is presented a thesis that there is a thermal-environmental discomfort in Recife, considering pedestrians, caused by the absence of an arboreal vegetation system. The general hypothesis is: the absence of an arboreal vegetation system contributes to the environmental vulnerability, consequently, to the promotion of the thermal discomfort, in urban area. The general objective aimed to characterize the thermal-environmental discomfort in some areas of Recife, considering the pedestrian, proving the need to insert urban afforestation. It was used the hypothetic-deductive method, with a quali-quantitative approach, through: technical visits, observations, photography, microclimatic measurements, application of questionnaires and forms. The researches in four cities, with different weathers, proved that the vegetation is indispensable to the thermal-environmental comfort, independently of the weather. 1.000 forms were applied, tracing a profile about the comfort sensation and its relation with the vegetation in Recife, considering pedestrians. The most part of pedestrians feel comfortable in different temperatures, considering diverse determinants, mainly acclimatization. The results of the microclimatic measures (air temperature, air humidity and direction and velocity of winds), realized in march, september/october and december 2015, in Espinheiro, next to linear groupings and isolated individuals, disposed in roads, registered that at about 70% of measurements indicated the highest medium values of temperature next to isolated trees – sibipiruna and oiti. By comparing the values of the air temperature media, between the 27 points (march/2015), it indicated an accumulation of hot of 3,87°C, between extreme points. The higher hot accumulation registered in relation to the Weather Seasons of Reference – Inmet occurred in september/october 2015, equal to 3,45°C, in relation to the Conventional Season. Next to the natural environment, 10m from the center of the acácia-mimosa treetop, in 10-06-15, it was registered the higher value of temperature, equal to 34,70°C, with hot accumulation, in relation to the Conventional Station, of 5,40°C. The isotherms indicated that the main influences related to the zone of thermal comfort occurred next to the arboreal individuals sete-copas and sombreiro, with uniform treetop – 30m high. Considering the acácia-rosada, with irregular treetop volume, the isotherm indicated the distance of 90m. Such values are related to the foliar density, treetop volume and winds direction. It was confirmed the role of vegetation in temperature decrease. The elaboration of vegetation maps, in four neighborhoods of Recife, confirmed the absence of an arboreal system able to supply the needs of thermal comfort. It reinforces the importance of introducing trees, equally distributed, aiming at thermal comfort, in at least 2/3 of roads, by constituting a system of afforestation. In this context, the public management must assume an important role, creating and accomplishing urban legislations that value the urban environment.

Keywords: Arboreal vegetation. System of vegetation. Thermal comfort. Pedestrian user. Recife.



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desenho do problema de pesquisa.	33
Figura 2 – Cidade regenerativa – ciclos fechados.	56
Figura 3 – Evolução do reino vegetal.	59
Figura 4 – Esquema comparativo entre árvores, quanto ao porte.	61
Figura 5 – Imagens termográficas, bairro da Boa Vista, em Recife/PE.	63
Figura 6 – Capacidade da vegetação em fixar os poluentes.	65
Figura 7 – Balanço hídrico em uma bacia urbana.	67
Figura 8 – Variabilidade do escoamento com o aumento das superfícies impermeáveis.	68
Figura 9 – Benefícios da vegetação arbórea no ambiente urbano.	74
Figura 10 – Desafios e oportunidades para as cidades, a partir da inserção de árvores em meio urbano.	75
Figura 11 – Esquemas dos quatro eixos de construção.	77
Figura 12 – Exemplo de uma rua verde, em Santiago, Chile.	79
Figura 13 – Estrutura de uma via de múltiplos usos, em Porto Alegre/RS.	80
Figura 14 – Corredor verde, Projeto Darlington, Canadá.	81
Figura 15 – Distâncias mínimas de orientação à implantação do vegetal arbóreo.	89
Figura 16 – Localização da Cidade de Mendoza na Província de Mendoza/AR.	95
Figura 17– Vista panorâmica da Cidade de Mendoza/AR.	96
Figura 18 – Elementos de proteção. (a) indivíduos arbóreos; (b) tela e árvores.	100
Figura 19 – Cidade de Mendoza. Em destaque, as principais praças, Mendoza/AR.	103
Figura 20 – Localização da vegetação arbórea viária, em Mendoza/AR. Em destaque, a Praça Espanha.	105
Figura 21 – Sistema de canais de distribuição de água. (a); (b) vias; (c) passeio pedestrianizado Sarmiento; (d) interior da Praça da Independência; (e) lateral da Praça Chile; (f) interior do Parque San Martin.	106
Figura 22– Vegetação homogênea – amoreira-branca, em Mendoza/AR.	108
Figura 23– Vegetação homogênea – plátano, em Mendoza/AR.	108
Figura 24 – Vegetação diversificada em Mendoza/AR. (a) Área histórica; (b) Praça Independência; (c) Praça Itália; (d) Praça Chile; (e) Praça San Martin; (f) Praça Espanha.	109
Figura 25 – Localização da Praça Espanha, na Cidade de Mendoza/AR.	110
Figura 26 – Praça Espanha, Mendoza/AR.	111
Figura 27 – Permeabilidade do solo, Praça Espanha, Mendoza/AR.	112
Figura 28 – Vista da fonte, Praça Espanha, Mendoza/AR.	112
Figura 29 – Vistas de áreas de lazer, descanso e contemplação, Praça Espanha, Mendoza/AR. (a) recreação infantil; (b) lazer e descanso; (c) contemplação; (d) lazer e contemplação – “Praça Leitora”.	113
Figura 30 – Heterogeneidade da vegetação, Praça Espanha, Mendoza/AR.	114
Figura 31 – Localização de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul.	115
Figura 32 – Sombreamento sobre a calçada de árvores. Situação de verão (a) perenes; (b) caducifólias. Situação de inverno (c) perenes; (d) caducifólias.	120
Figura 33 – Maciço heterogêneo. (a) situação de verão; (b) situação de inverno.	121
Figura 34 – Arborização – jacarandás, em Porto Alegre/RS.	124
Figura 35 – Vegetação diferenciada, em Porto Alegre/RS. (a) heterogênea, composta por árvores; (b) heterogênea, composta por árvores e palmeiras; (c) homogênea, composta por árvores – jacarandás; (d) homogênea, composta por palmeiras.	125



Figura 36 – Vegetação diversificada – perene, caducifólia e semicaducifólia, em Porto Alegre/RS. (a) e (b) – disposta em avenidas; (c) e (d) – disposta em praça e parque.	126
Figura 37 – Localização e delimitação do parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS.	127
Figura 38 – Vistas do eixo monumental do parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS.	128
Figura 39 – Vistas de áreas de lazer e de contemplação, parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS. (a) pedalinho; (b) trenzinho; (c) contemplação; (d) recreação infantil.	129
Figura 40 – Escolha de posicionamento, ao sol, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.	130
Figura 41 – Espaços sombrados sem ocupação, devido ao rigor climático, no período do inverno, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.	131
Figura 42 – Vegetação heterogênea, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.	132
Figura 43 – Localização de Petrolina, em Pernambuco.	133
Figura 44 – Localização da zona urbana, no município de Petrolina, em Pernambuco.	134
Figura 45 – Vista do rio São Francisco. Ao fundo, Petrolina/PE.	137
Figura 46 – Recomendações quanto à morfologia do tecido urbano, para clima tropical quente e seco.	138
Figura 47 – Recomendações quanto à orientação das vias e sua relação com o sombreamento, para clima tropical quente e seco. (a) para vias mais largas; (b) para vias mais estreitas.	139
Figura 48 – Trechos de vias com vegetação arbórea.	141
Figura 49 – Inserção de vegetação em vias, em Petrolina/PE.	142
Figura 50 – Inserção de vegetação em vias – ‘palmeirização’, em Petrolina/PE.	143
Figura 51 – Escassez de vegetação, em vias, em Petrolina/PE.	143
Figura 52 – Vistas da ciclovia – orla do rio São Francisco, em Petrolina/PE.	144
Figura 53 – Localização e delimitação do parque Municipal Josepha Coelho, em Petrolina/PE.	145
Figura 54 – Acesso e estacionamento externo ao Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	146
Figura 55 – Vegetação arbórea – (a) heterogênea; (b) homogênea - Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	147
Figura 56 – Vegetação – pameiras - Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	147
Figura 57 – Vegetação rarefeita – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	148
Figura 58 – (a) Vegetação rarefeita; (b) plantio de mudas de vegetação nativa – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	149
Figura 59 – Pistas de caminhada/corrida – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.	149
Figura 60 – Área de recreação infantil – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.	150
Figura 61 – Equipamentos de ginástica – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.	151
Figura 62 – Pista de skate – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.	151
Figura 63 – Caramanchão – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.	152
Figura 64 – Delimitação da RMR em Pernambuco. Delimitação da zona urbana do núcleo Recife na RMR.	154
Figura 65 – Rio Capibaribe, em Recife/PE.	157
Figura 66 – Recomendações quanto à morfologia do tecido urbano, para clima tropical quente e úmido. (a) lotes diferenciados. (b) diversidade de edificações.	160
Figura 67 – Recomendações quando à vegetação – diversidade. (a) Campus da UFPE, Recife/PE; (b) Parque da Jaqueira, Recife/PE.	161
Figura 68 – Recomendações quando à vegetação – sombreamento de passeios.	161
Figura 69 – Passeio vegetado com palmeiras. (a) não sombreado, em João Pessoa/PB; (b) sombreado, em Vitória/ES.	162



Figura 70 – Esquema de sombreamento de pedestres a partir de maquises, toldos e vegetação arbórea.	164
Figura 71 – Sombreamento de estacionamento, no Campus da UFPE, em Recife/PE.	165
Figura 72 – Espaços sombreados externos, diante de edificações. (a) edificação institucional. (b) edificações residenciais. (c), (d) espaços sombreados internos aos blocos de edificações.	166
Figura 73 – Marcação dos recintos de aplicação dos formulários e medição das variáveis climáticas.	177
Figura 74 – Vista aérea do parque Treze de Maio, Recife/PE.	180
Figura 75 – Vistas do Parque Treze de Maio, Recife/PE.	181
Figura 76 – Vista aérea do parque Dona Lindu, Recife/PE.	182
Figura 77 – Vistas do Parque Dona Lindu, Recife/PE.	183
Figura 78 – Vista aérea do Parque da Jaqueira, Recife/PE.	184
Figura 79 – Vistas do Parque da Jaqueira, Recife/PE.	185
Figura 80 – Vista aérea da praça de Boa Viagem e da avenida Boa Viagem Recife/PE.	186
Figura 81 – Vistas do recinto da Praça de Boa Viagem, Recife/PE.	187
Figura 82 – Vista aérea do recinto do ‘laguinho’, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.	188
Figura 83 – Vistas do recinto do ‘laguinho’, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.	189
Figura 84 – Vista aérea do recinto do Restaurante Universitário, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.	190
Figura 85 – Vista do recinto do Restaurante Universitário, na Cidade Universitária - UFPE, Recife/PE.	191
Figura 86 – Vista aérea de trecho da avenida Conde da Boa Vista.	192
Figura 87 – Vista da avenida Conde da Boa Vista – trecho de aplicação de formulários e medições.	193
Figura 88 – Vista aérea do recinto do Marco Zero.	194
Figura 89 – Vistas do recinto do Marco Zero.	195
Figura 90 – Vista aérea do bairro do Espinheiro.	196
Figura 91 – Vistas do bairro do Espinheiro, Recife/PE.	197
Figura 92 – Vista aérea do Pátio Nossa Senhora do Carmo.	198
Figura 93 – Vistas do Pátio do Carmo.	199
Figura 94 – Relação entre local mais confortável no recinto urbano e tempo de permanência.	203
Figura 95 – Presença efetiva de arborização linear no bairro do Espinheiro.	209
Figura 96 – Marco Zero, livre à permeabilidade aos ventos.	212
Figura 97 – Relação entre conforto térmico e qualidade de vida dos usuários, Parque da Jaqueira, Recife/PE.	214
Figura 98 – Relação existente entre o tipo de vegetação e o conforto térmico, Laguinho/UFPE, Recife/PE.	216
Figura 99 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo - harmonia. (a) Parque Dona Lindu; (b) Parque Treze de Maio, Recife/PE	218
Figura 100 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo – conflitos, Espinheiro, Recife/PE.	219
Figura 101 – Vantagem da vegetação arbórea, em relação ao conforto ambiental, Parque da Jaqueira, Recife/PE.	223
Figura 102 – Sombreamento, em virtude da arborização.	225
Figura 103 – Conflito entre a arborização urbana e a rede de fiação elétrica aérea, Espinheiro, Recife/PE.	228



Figura 104 – Conflito entre a arborização urbana e o sistema de transporte público coletivo e as redes aéreas.	229
Figura 105 – Indivíduo arbóreo com pintura a cal, no Espinheiro.	230
Figura 106 – Parque de Friburgo, implantado por Maurício de Nassau.	236
Figura 107 – Delimitação da cidade de Recife, com a indicação dos ventos predominantes.	239
Figura 108 – Mapa de densidade vegetal – Recife/PE.	242
Figura 109 – Localização e delimitação do bairro Zumbi, em Recife/PE.	246
Figura 110 – Densidade da massa vegetal do bairro Zumbi, em Recife/PE.	247
Figura 111 – Recortes urbanos do bairro Zumbi, em Recife/PE. (a) Cruzamento da av. Caxangá; (b) novo indivíduo arbóreo.	248
Figura 112 – Localização e delimitação do bairro Mustardinha, em Recife/PE.	249
Figura 113 – Densidade da massa vegetal do bairro Mustardinha, em Recife/PE.	250
Figura 114 – Recortes urbanos do bairro Mustardinha, em Recife/PE.	251
Figura 115 – Localização e delimitação do bairro Jaqueira, em Recife/PE.	253
Figura 116 – Densidade da massa vegetal do bairro Jaqueira, em Recife/PE.	254
Figura 117 – Vista do Parque da Jaqueira, Recife/PE.	255
Figura 118 – Localização e delimitação do bairro Espinheiro, em Recife/PE.	257
Figura 119 – Densidade da massa vegetal do bairro Espinheiro, em Recife/PE.	258
Figura 120 – Vistas superiores do bairro do Espinheiro. (a) Av. João de Barros; (b) Rua São Salvador.	259
Figura 121 – Vistas de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Relação desproporcional entre o porte dos indivíduos e as calçadas.	261
Figura 122 – Vistas de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Conflitos existentes entre a arborização e a rede de energia elétrica, à pavimentação e à acessibilidade.	262
Figura 123 – Vista de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Implantação de vegetação arbórea, visando à recuperação do conjunto.	263
Figura 124 – Delimitação dos bairros da Jaqueira e do Espinheiro na Área de Reestruturação Urbana.	264
Figura 125 – Vista da arborização em uma via local, Jaqueira, Recife/PE.	266
Figura 126 - Esquema do espaçamento dos pontos de medições, próximos aos indivíduos arbóreos isolados.	270
Figura 127 – Tripé com os instrumentos de medição, protegidos com o guarda-sol.	271
Figura 128 – Agrupamentos arbóreos no bairro do Espinheiro. (a) Agrupamento homogêneo – sibipiruna; (b) Agrupamento heterogêneo.	272
Figura 129 – Indivíduos isolados. (a) Oiti; (b) Sibipiruna.	273
Figura 130 – Localização dos 27 pontos de medição no bairro do Espinheiro, Recife/PE.	275
Figura 131 – Cortes esquemáticos em vias do Espinheiro, Recife/PE	326
Figura 132 – Localização da Cidade Universitária em Recife; localização pontos de medições na Cidade Universitária.	327
Figura 133 – Representação esquemática das árvores.	328
Figura 134 – Vistas do agrupamento heterogêneo. (a) a partir da orientação noroeste (b) a partir da orientação nordeste, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	329
Figura 135 – Vista - acácia-mimosa, a partir da orientação nordeste, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	330
Figura 136 – Vista do indivíduo isolado sete-copas, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	331
Figura 137 - Vistas do tamarindeiro e da sete-copas. (a) a partir da orientação nordeste; (b) a partir da orientação sudeste, agrupamento heterogêneo, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	332



Figura 138 – Vista do indivíduo mangueira, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	333
Figura 139 – Vistas de indivíduos arbóreos. (a) oliveira isolada; (b) oliveira (à esquerda) e mangueira (à direita), agrupamento heterogêneo, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.	334
Figura 140 – Representação esquemática dos pontos de medição. (a) agrupamento linear heterogêneo; (b) indivíduo isolado.	337
Figura 141 – Localização dos tripés à distância de 5m do centro do indivíduo arbóreo acácia-mimosa.	338
Figura 142 – Localização dos tripés à proximidade do agrupamento linear. (a) à distância de 5m do centro do agrupamento, direção sudeste; (b) à distância de 1,5m do centro do agrupamento, direção noroeste.	338
Figura 143 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo sete-copas.	369
Figura 144 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo acácia-rosada.	383
Figura 145 – Vistas do indivíduo arbóreo isolado - acácia-rosada. (a) a partir da orientação sudeste; (b) a partir da orientação noroeste.	384
Figura 146 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo sombreiro.	398
Figura 147 – Vista do indivíduo arbóreo isolado - sombreiro, a partir da orientação sudoeste, em ambiente próximo ao natural, Cidade Universitária, Recife/PE	399
Figura 148 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo mangueira.	404
Figura 149 – Distância relativa às isotermas de maior temperatura.	418



LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores médios de temperatura e precipitação. (a); (b) período 1981-2010; (c); (d); (e) março 2016 a fevereiro 2017; (f) março 2016 a fevereiro 2017 e período 1981-2010.	98
Gráfico 2 – Variáveis climáticas – Porto Alegre. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.	117
Gráfico 3 – Variáveis climáticas – Petrolina. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.	136
Gráfico 4 – Variáveis climáticas – Recife. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.	156
Gráfico 5 – O que é conforto?	200
Gráfico 6 – Elementos que contribuem com o conforto térmico, em meio urbano.	201
Gráfico 7 – Elementos que contribuem com o desconforto térmico, em meio urbano.	201
Gráfico 8 – Percepção de conforto térmico no espaço público.	202
Gráfico 9 – Relação entre local mais confortável no recinto urbano e tempo de permanência.	203
Gráfico 10 – Sensação de conforto térmico.	204
Gráfico 11 – Preferência de sensação de conforto térmico.	205
Gráfico 12 – Relação entre percepção e preferência de sensação de conforto térmico.	206
Gráfico 13 – Relação entre a temperatura e a sensação térmica, em Recife – PE.	210
Gráfico 14 – Relação entre temperatura e percepção térmica confortável, em Recife/PE.	211
Gráfico 15 – Médias das variáveis climáticas, por recinto urbano, em Recife/PE.	211
Gráfico 16 – Percepção de conforto no ambiente a partir das variáveis climáticas.	213
Gráfico 17 – Relação entre a percepção de conforto no ambiente e a percepção a partir das variáveis climáticas.	213
Gráfico 18 – Relação entre a contribuição do conforto térmico para a qualidade de vida dos usuários.	214
Gráfico 19 – Relação entre a sua contribuição da vegetação de porte arbóreo com o conforto térmico.	215
Gráfico 20 – Relação existente entre o tipo de vegetação e o conforto térmico.	216
Gráfico 21 – Relação existente entre o afastamento do usuário do ambiente com vegetação e a sensação de calor.	217
Gráfico 22 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo - harmonia.	218
Gráfico 23 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo – conflitos.	219
Gráfico 24 – Viabilidade de supressão de vegetação, em caso de conflitos, por recinto.	220
Gráfico 25 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – março 2015 – Espinheiro.	279
Gráfico 26 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhã – março 2015 – Espinheiro.	279
Gráfico 27 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – março 2015 – Espinheiro.	279
Gráfico 28 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – março 2015 – Espinheiro.	284
Gráfico 29 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – março 2015 – Espinheiro.	284
Gráfico 30 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – março 2015 – Espinheiro.	284



Gráfico 31– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	287
Gráfico 32 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	288
Gráfico 33 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	289
Gráfico 34 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	290
Gráfico 35 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	291
Gráfico 36 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar	292
Gráfico 37 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Quarenta e Oito, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	294
Gráfico 38 – Médias dos valores das variáveis climática temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.	297
Gráfico 39 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento - período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro	297
Gráfico 40 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.	297
Gráfico 41 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – setembro / outubro 2015 - Espinheiro.	301
Gráfico 42 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – setembro / outubro 2015 - Espinheiro.	301
Gráfico 43 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde - setembro / outubro 2015 - Espinheiro.	301
Gráfico 44– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	305
Gráfico 45 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	306
Gráfico 46 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	307
Gráfico 47 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	308
Gráfico 48 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	309
Gráfico 49 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	310
Gráfico 50 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar –período manhã – dezembro 2015 -Espinheiro.	312
Gráfico 51 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento– período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.	312
Gráfico 52 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.	312



Gráfico 53 – Médias dos valores da variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.	316
Gráfico 54 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.	316
Gráfico 55 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos– período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.	316
Gráfico 56 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	319
Gráfico 57 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	320
Gráfico 58– Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	321
Gráfico 59 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	322
Gráfico 60 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	323
Gráfico 61– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.	324
Gráfico 62 – médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – outubro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.	341
Gráfico 63 – Médias dos valores da temperatura do ar – período tarde – outubro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.	345
Gráfico 64 – Média dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.	349
Gráfico 65 - Média dos valores da temperatura do ar – período tarde – dezembro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.	352
Gráfico 66 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	355
Gráfico 67 – Valores da variável climática temperatura do ar e média dos valores da velocidade dos ventos – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	355
Gráfico 68 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	355
Gráfico 69 – Valores da temperatura do ar – 06-10-15, manhã – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	357
Gráfico 70 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	361
Gráfico 71 – Valores da variável climática temperatura e média dos valores da velocidade do vento – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	361
Gráfico 72 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	361
Gráfico 73 – Valores da temperatura do ar – 06-10-15, tarde – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	362
Gráfico 74 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã - dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	365
Gráfico 75 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã - dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	365



Gráfico 76 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.	365
Gráfico 77 - Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	366
Gráfico 78 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.	371
Gráfico 79 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.	371
Gráfico 80 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.	371
Gráfico 81 - Médias dos valores da temperatura do ar – 27-10- 2015, manhã – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	372
Gráfico 82 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	376
Gráfico 83 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	376
Gráfico 84 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhãs– outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	376
Gráfico 85 – Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	377
Gráfico 86 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	380
Gráfico 87 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	380
Gráfico 88 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	380
Gráfico 89 – Médias dos valores da temperatura do ar – períodos manhãs e tardes – outubro 2015– indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	381
Gráfico 90 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.	386
Gráfico 91 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.	386
Gráfico 92 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.	386
Gráfico 93 – Valores da temperatura do ar – 07-10- 2015, tarde – indivíduo isolado acácia-rosada– Cidade Universitária.	387
Gráfico 94 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	391
Gráfico 95 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	391



Gráfico 96 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	391
Gráfico 97 – Médias dos valores da temperatura do ar – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	392
Gráfico 98 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	395
Gráfico 99 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	395
Gráfico 100 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	395
Gráfico 101 – Valores da temperatura do ar – 11-12- 2015, manhã – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	396
Gráfico 102 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.	401
Gráfico 103 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.	401
Gráfico 104 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.	401
Gráfico 105 – Valores da temperatura do ar — 10-12- 2015, manhã – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.	402
Gráfico 106 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	406
Gráfico 107 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	406
Gráfico 108 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	406
Gráfico 109 – Valores da temperatura do ar –10-12-2015, manhã – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	407
Gráfico 110 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	411
Gráfico 111 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	411
Gráfico 112– Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	411
Gráfico 113 – Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	412



Gráfico 114 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	415
Gráfico 115 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	415
Gráfico 116 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	415
Gráfico 117 – Médias dos valores da temperatura do ar – períodos manhãs e tardes –dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	416



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Relação entre percepção e preferência de sensação de conforto térmico.	207
Tabela 2 – Relação entre percepção, preferência térmica e sexo.	208
Tabela 3 – Relação entre percepção, preferência térmica e <i>clo</i> .	208
Tabela 4 – Relação entre as áreas arborizadas e as áreas construídas de bairros, em Recife/PE.	267
Tabela 5 – Relação entre as áreas arborizadas e o número de habitantes, por bairros, em Recife/PE.	268
Tabela 6 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – março 2015 - Espinheiro.	278
Tabela 7 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – março 2015 - Espinheiro.	283
Tabela 8 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – setembro/outubro 2015 - Espinheiro.	296
Tabela 9 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.	300
Tabela 10 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.	311
Tabela 11 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – dezembro 2015 - Espinheiro.	315
Tabela 12 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – outubro 2015 – agrupamento linear heterogêneo – Cidade Universitária.	339
Tabela 13 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – outubro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.	344
Tabela 14 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.	348
Tabela 15 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – dezembro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.	351
Tabela 16 – Valores das variáveis climáticas – 06-10-15, manhã – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	354
Tabela 17 – Valores das variáveis climáticas – 06-10-15, tarde – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	360
Tabela 18 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.	364
Tabela 19 – Valores das variáveis climáticas – 27-10-15, manhã – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	370
Tabela 20 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	375
Tabela 21 – Médias dos valores das variáveis climáticas – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.	379
Tabela 22 – Valores das variáveis climáticas – 07-10-2015, tarde – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	385
Tabela 23 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	390
Tabela 24 – Valores das variáveis climáticas – 11-12-15, manhã – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.	394



Tabela 25 – Valores das variáveis climáticas – 10-12-15, manhã – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.	400
Tabela 26 – Valores das variáveis climáticas – 10-12-15, manhã – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	405
Tabela 27 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	410
Tabela 28 – Médias dos valores das variáveis climáticas – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.	414



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese norteadora da elaboração da tese.	39
Quadro 2 – Princípios e objetivos orientadores à inserção de vegetação arbórea, em meio urbano.	73
Quadro 3– Formulário aplicado junto a usuários em recortes de espaços livres públicos, Recife/PE.	176
Quadro 4 – Questionário aplicado junto a agentes públicos relacionados à arborização urbana, Recife/PE.	222



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	25
1.1	Tese	34
1.2	Hipóteses	34
1.3	Objetivos	35
1.4	Metodologia	36
2	SISTEMAS SUSTENTÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO TERMOAMBIENTAL	40
2.1	Conforto ambiental	45
2.1.1	Mecanismos termorreguladores de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente	46
2.1.2	Variáveis climáticas do conforto térmico	47
2.2	Sistema, uma abordagem conceitual	52
2.3	Vegetação	58
2.3.1	Benefícios da arborização urbana	61
2.3.2	(Re)vegetação dos espaços urbanos – infraestrutura verde	70
2.3.3	Condicionantes da implantação da arborização urbana	83
2.4	Vulnerabilidade e resiliência dos conjuntos verdes arbóreos urbanos	86
3	QUATRO CIDADES EM QUATRO DISTINTOS TIPOS CLIMÁTICOS	91
3.1	Mendoza	95
3.1.1	Recomendações para o clima subtropical seco – ambiente urbano	99
3.1.2	Gestão da arborização nos espaços livres públicos	100
3.1.3	Praça Espanha	110
3.2	Porto Alegre	115
3.2.1	Recomendações para o clima temperado – subtropical úmido – ambiente urbano	119
3.2.2	Gestão da arborização nos espaços livres públicos	122
3.2.3	Parque Farroupilha	127
3.3	Petrolina	133
3.3.1	Recomendações para o clima tropical quente e seco - ambiente urbano	138
3.3.2	Gestão da arborização nos espaços livres públicos	140
3.3.3	Parque Municipal Josepha Coelho	145
3.4	Recife	153
3.4.1	Recomendações para o clima quente e úmido	159
3.4.2	Gestão da arborização nos espaços livres públicos	167



4	RECIFE – UMA CIDADE VERDE. Para quem?	172
4.1	Percepção do conforto termoambiental em recintos urbanos, a partir da inserção de vegetação arbórea – visão dos usuários pedestres	174
4.1.1	Caracterização dos dez recintos urbanos	180
4.1.2	Discussão acerca da relação existente entre a influência da vegetação arbórea e a sensação de conforto termoambiental	200
4.2	Arborização urbana – visão de agentes públicos	221
4.3	Espacialização desigual da vegetação em áreas urbanizadas: ausência de um sistema verde arbóreo, na cidade de Recife	236
4.3.1	Breve histórico da vegetação urbana, em Recife	236
4.3.2	Vegetação urbana, em Recife – cenário atual	239
4.3.3	Zumbi	246
4.3.4	Mustardinha	249
4.3.5	Jaqueira	253
4.3.6	Espinheiro	256
4.4	Praticando a teoria – pesquisa empírica	269
4.4.1	Espinheiro – medições das variáveis climáticas	272
4.4.2	Cidade Universitária	327
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	419
	REFERÊNCIAS	432



1

INTRODUÇÃO

A vegetação assume diversas funções em espaços urbanos, devendo ser considerada como uma ferramenta para o planejamento, em climas onde ela seja fundamental para auxiliar nas condições de conforto térmico ambiental. Mascaró e Mascaró (2010, p.40) citam que a vegetação atua nos microclimas urbanos de modo a contribuir com a ambiência urbana, através da amenização da radiação solar na estação quente e da modificação da temperatura e da umidade relativa do ar, devido ao sombreamento, que contribui com a redução da carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres; a vegetação serve ainda como barreira aos ventos, modificando a sua velocidade e direção, e como filtro acústico e da poluição do ar; em grandes quantidades, ela interfere na frequência das chuvas.

Ressalta-se que tais formas de uso variam com o tipo de clima, local de implantação, época do ano, especificidades da vegetação (tipo, porte, idade, cor, textura), formas de associação (grupamentos homogêneos ou heterogêneos) e relação com o meio urbano. Assim sendo, a vegetação funciona como termorregulador microclimático.

Falcón (2007, p.32) enfatiza os benefícios psicológicos, considerados relevantes para a população, já que os espaços verdes “favorecem a relação de vizinhança e dignificam o entorno”. Especificamente, em relação à vegetação arbórea, este autor afirma que as árvores são as grandes portadoras de biomassa, aspecto importantíssimo do ponto de vista ambiental. Quanto à configuração da paisagem, a árvore é colocada como o elemento fundamental e norteador para a concepção de um espaço, no futuro (FALCÓN, 2007, p.73).

O verde, distribuído pela cidade, contribui com a percepção da passagem do tempo, através das mudanças da natureza, ao longo das estações do ano – coloração e perda da folhagem, floração e frutificação –, podendo ser utilizado no auxílio da educação ambiental. Falcón ainda lembra que, quanto maior a densidade de arborização, tanto viária, como aquela distribuída em zonas verdes, como jardins, praças e parques, maior é a influência na sensação de relaxamento nas pessoas, o que contribui com a sensação de bem-estar do usuário.



Outro grande aporte da vegetação, principalmente a de porte arbóreo e localizada em zonas permeáveis, é quanto à absorção e infiltração das águas pluviais e, consequente favorecimento ao abastecimento dos lençóis freáticos. Para tanto, a observância do tipo, dimensão e localização das áreas vegetadas deve ser realizada de modo criterioso, porque a zona livre permeável necessária ao desenvolvimento do vegetal isolado ou em agrupamento irá influenciar positiva ou negativamente na absorção das águas pluviais. Quanto maior a área superficial permeável e maior a porosidade do solo, maior a sua capacidade de infiltração. Deve-se atentar, no entanto, que a porosidade do solo deve ser a suficiente para garantir a estabilidade do vegetal, mantendo-o em segurança, sem riscos de tombamento, como também, de favorecer o processo de percolação da água.

Pillar (1995, p.1) evidencia a relação existente entre clima e vegetação, através da coincidência entre zonas climáticas e biomas. Ele menciona a importância da intensidade da radiação solar na variação do clima no espaço geográfico e no tempo, ao afirmar que esta radiação solar afeta o balanço de radiação das superfícies, influenciando “as condições de temperatura, movimentação do ar e disponibilidade hídrica para as plantas”. E ainda comenta que “além de ser fator determinante do clima, a luz do sol, usada diretamente pelas plantas verdes na síntese de compostos orgânicos, é praticamente a única fonte de toda a energia que circula através dos organismos em ecossistemas”. A radiação solar também estimula processos de diferenciação de tecidos e órgãos, o que pode caracterizar biomas com características específicas.

A definição de clima, de acordo com Herzog (2013, p. 155), “é a compilação estatística de informações sobre o tempo, descrevendo a sua variação em um determinado local e em um intervalo temporal”, que pode ser de anos, de décadas, de centenas ou de milhares de anos. Romero (2000, p. 18-21) afirma que o estudo do clima, caracterizado por seus diversos fatores e elementos torna-se importante para a compreensão do que deve ser controlado no ambiente de forma a atender às necessidades do projeto. A autora considera como fatores climáticos globais os que condicionam, determinam e originam o clima: a radiação solar, a latitude, a longitude, a altitude, os ventos, as massas de água e de terra. Como fatores climáticos locais, destacam-se os que condicionam, determinam e originam o microclima: a topografia, a vegetação e a superfície do solo. Em relação aos elementos climáticos, que representam os valores relativos a cada tipo de clima, tem-se a temperatura, a umidade do ar, as precipitações e o movimento do ar. Falcón (2007, p.57) chama a atenção à relação existente entre a orientação do relevo e a incidência dos raios solares e à direção dos ventos predominantes.



Herzog (2013, p. 155-156) ainda cita a pressão atmosférica e os fenômenos meteorológicos monitorados e medidos por longos períodos, como elementos que influenciam o clima de um lugar, região ou do planeta como um todo. As condições climáticas sofrem, assim, influência da forma urbana local, que é reflexo dos sistemas geológico, hidrológico e biológico, e do uso e ocupação do solo, no decorrer do tempo. Em relação ao clima urbano, a autora ainda aponta que este “interfere sobremaneira nos sistemas sociais e circulatórios”, ou seja, o clima urbano interfere na maneira como os espaços livres públicos são usados, seja por usuários pedestres ou de bicicletas, o que tem uma relação direta com a mobilidade limpa, ambientalmente sustentável. No caso específico de cidades situadas em clima tropical quente e úmido, com acentuados valores médios anuais de temperatura e de pluviosidade, a necessidade da observância ao clima é extremamente importante, tanto em meio arquitetônico quanto urbano, visando ao conforto ambiental do usuário.

O estudo de conforto ambiental sob o viés da física divide-se em três grandes eixos: térmico, lumínico e acústico, que interferem positiva ou negativamente na sensação de conforto sob o viés psicológico. Como foco, a tese visou ao conforto ambiental sob o ponto de vista térmico, a partir da relação direta com a arborização urbana.

De acordo com Corbella e Corner (2011, p.25-26), “uma pessoa está confortável com relação a um ambiente quando pode percebê-lo sem incômodo, com uma sensação neutra em relação a ele”. A sensação de bem-estar está relacionada às sensações do corpo humano, a partir da variação dos seguintes parâmetros: radiação solar, temperatura do ar, temperatura resultante média, umidade relativa, movimento do ar, nível geral de iluminação, brilho e ruído. Como também, relaciona-se a aspectos pessoais, a saber: tipo de atividade, vestuário, massa corporal e superfície da pele e adaptação climática. As principais variáveis climáticas que influenciam especificamente no conforto térmico e que podem ser medidas diretamente são: temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do ar e radiação solar incidente. Para estabelecer os parâmetros relativos às condições de conforto térmico, além das variáveis climáticas, faz-se necessário incorporar as temperaturas das superfícies e a atividade física desenvolvida pelas pessoas (FROTA; SCHIFFER, 2001, p.15-16). Também interage na sensação de conforto do homem, a variável vestimenta¹, segundo Lamberts et al. (2014, p. 46). Além disso, ressalta-se

¹ A resistência térmica da roupa influencia bastante na sensação de conforto. Em climas quentes tropicais, recomenda-se o uso de poucas roupas, que sejam leves e de cores claras. Além de necessitar de roupas com menor resistência térmica, talvez seja preciso que a pessoa diminua o seu metabolismo através de atividades de baixo impacto ou permanecendo relaxado ou ainda ingerindo bebida gelada visando à sensação de conforto térmico. Em climas muito frios, recomenda-se o uso de maior quantidade de roupas e que essas sejam pesadas.



que, o conhecimento das exigências humanas de conforto térmico e do clima, bem como das características térmicas dos materiais, proporciona condições de projetar espaços arquitetônicos e urbanos que atendam às exigências de conforto térmico dos usuários (FROTA; SCHIFFER, 2001, p.16). É imprescindível, portanto, ter o conhecimento do microclima de um dado lugar, cujo estudo deve ser minucioso, pois, em relativamente pouca distância entre pontos de estudo, podem ser encontradas mudanças nos valores de temperatura do ar, de umidade relativa do ar e de velocidade dos ventos.

Duarte (2000, p.89) afirma que o sombreamento para os pedestres é a maior contribuição da vegetação em meio urbano, mas outras vantagens também são significativas. A autora chama à atenção o que ocorre em muitas cidades brasileiras, quando o traçado urbano prioriza a edificação, e relega, às áreas verdes, as sobras dos espaços construídos, que, muitas vezes, têm dimensões reduzidas e formas irregulares. Assim, a distribuição das áreas verdes nem sempre está de acordo com as necessidades da população. A autora considera área verde como “qualquer área, urbana ou rural, de propriedade pública ou privada, que apresente algum tipo de vegetação com dimensões vertical e horizontal significativas e que seja utilizada com objetivos sociais, científicos ou culturais”. Além da disponibilidade, é de grande importância a distribuição dessas áreas verdes, além da qualidade dos espaços produzidos. Segundo Cavalheiro et al. (1999), em sua Proposição de Terminologia para o Verde Urbano, áreas verdes são um tipo especial de espaços livres cujo principal elemento é a vegetação e que devem atender a três objetivos principais: ecológico ambiental, estético e lazer. O conjunto vegetação e solo permeável devem ocupar, pelo menos, 70% da área verde; devem servir à população, propiciando um uso e condições para recreação. Dessa maneira, canteiros, pequenos jardins de ornamentação, rotatórias e arborização de vias não podem ser classificados como áreas verdes, e sim, como ‘verde de acompanhamento viário’, compondo os espaços de integração urbana (CAVALHEIRO et al., 1999).

Os espaços livres, de acordo com Falcón (2007, p.21), “são espaços urbanos de caráter aberto que, com independência de seu uso concreto, estão destinados ao pedestre”. Desse modo, compreendem tanto as áreas cultivadas, as praças, as ruas de pedestres, as calçadas, quanto os recintos esportivos, os parques zoológicos, os jardins e os cemitérios. Quanto ao seu uso, classificam-se em dois grandes grupos: públicos e privados. Tais espaços devem fazer parte da delimitação da estruturação do planejamento das cidades. Para Sá Carneiro e Mesquita



(2000, p.24), os espaços livres são definidos “como áreas parcialmente edificadas com nula ou mínima proporção de elementos construídos e/ou de vegetação”, a exemplo de ruas e passeios, “ou com presença efetiva de vegetação”, como praças e parques. Tais autoras acrescentam que os espaços livres têm “funções primordiais de circulação, recreação, composição paisagística e de equilíbrio ambiental, além de tornarem viável a distribuição e execução dos serviços públicos em geral”. Ainda são denominados espaços livres, as “áreas incluídas na malha urbana ocupadas por maciços arbóreos cultivados” (quintais residenciais e condomínio fechado); “áreas remanescentes de ecossistemas primitivos”, como matas, manguezais, lagoas e restingas, além de praias fluviais e marítimo/oceânicas.

Romero (2011, p. 84) afirma que “existe consenso entre os pesquisadores sobre a necessidade de buscar diretrizes quantitativas que ofereçam percentuais recomendáveis para a área edificada e para a cobertura vegetal” e ressalta que a maior eficiência para a amenização climática dá-se a partir de uma “distribuição de cobertura vegetal em pequenas parcelas, de maneira uniforme por toda a cidade”, do que a concentração dessa vegetação em poucos lugares, apesar de serem muito grandes.

Atenta-se acerca da diferença entre os conceitos de ‘cobertura vegetal’ e de ‘área verde’, este último já citado anteriormente, por Cavalheiro et al. (1999). Tais autores também apresentam o conceito de cobertura vegetal, como sendo “a projeção do verde em cartas planimétricas e que pode ser identificada por meio de fotografias aéreas”. A totalidade da cobertura vegetal considerada é a que se encontra no entorno dos espaços construídos, nos espaços livres, nos espaços de integração e nas Unidades de Conservação. Assim sendo, a arborização viária, que se encontra nos espaços de integração e que não é considerada como área verde, é considerada como cobertura vegetal.

Visando à compreensão dos elementos que compõem o conjunto urbano vegetal, necessário ao conforto térmico ambiental dos cidadãos, e sua relação com os demais elementos que compõem o meio urbano, buscou-se a visão teórica de um sistema. Bertalanffy (1976, p.1) aporta a teoria geral dos sistemas como sendo interdisciplinar e não se limitando aos sistemas materiais, mas se aplicando “a qualquer todo constituído por componentes em interação”. Essa teoria tem como finalidade “identificar as propriedades, princípios e leis característicos dos sistemas em geral, independentemente do tipo de cada um, da natureza de seus elementos componentes e das relações ou forças entre eles”. Para este autor, “um sistema se define como um complexo de elementos em interação, interação essa de natureza ordenada”. Bertalanffy (1976, p. 4-5) ainda afirma que “qualquer organismo é um sistema, isto é, uma ordem



dinâmica de peças e processos que subsistem em interação mútua”. Estes sistemas podem ser abertos ou fechados. Em se tratando de vegetação arbórea, um organismo vivo, é considerado um “sistema aberto”, ou seja, “um sistema mantido em importação e exportação, em construção e destruição de componentes materiais”. Rapoport (1976, p.25), ao tratar acerca da teoria geral dos sistemas, aborda o conceito matemático sobre uma complexidade organizada, que “pode ser considerada como um conjunto de objetos ou eventos cuja descrição inclui muitas variáveis, entre as quais existem fortes interdependências mútuas, de modo que o sistema de equações resultante não pode ser resolvido parceladamente”. Como exemplo mais evidente de uma complexidade organizada, este autor cita o organismo vivo.

Um sistema não é meramente uma totalidade de unidades (partículas, indivíduos), cada uma governada por leis de causalidade que operam sobre ela, mas antes, uma totalidade de relações entre tais unidades. A ênfase é na complexidade organizada, isto é, na circunstância de que a adição de uma nova entidade introduz não apenas a relação dessa entidade para com as outras, mas, também, modifica as relações entre todas as entidades. Quanto mais estreitamente entrelaçada é a rede de relações, mais organizado é o sistema abrangido por essas relações. O grau de organização torna-se, então, o conceito central do ponto de vista da teoria dos sistemas (RAPOPORT, 1976, p.27).

A teoria geral dos sistemas se preocupa, portanto, com as relações que as partes de um sistema têm entre si, como o modo como essas relações determinam o seu comportamento dinâmico, além de sua história, ou seja, seu próprio desenvolvimento é entendido como resultado de suas interações com o meio (RAPOPORT, 1976, p. 41).

Se área verde é um tipo especial de espaço livre, de acordo com Cavalheiro et al. (1999), um sistema de áreas verdes deve ser entendido como “integrante do sistema de espaços livres” (CAPORUSSO; MATIAS, 2008, p.76). Pensando no sistema de espaços livres com vistas à qualificação ambiental e ao conforto dos seus usuários, há que se apontar a ausência de recomendações para o sistema de áreas verdes, no que concerne “ao mínimo de m²/hab, tamanho mínimo, raio de influência, posição no território, faixas etárias, o tipo de uso etc.”, de acordo com Nucci (2008, p.31). Devem também ser consideradas as especificidades da vegetação e sua adequação ao meio.

Sugere-se, assim, pensar neste trabalho de tese, além de um sistema de áreas verdes, em um sistema de vegetação arbórea urbana, já que este sistema incluiria a arborização viária. Este sendo entendido como o conjunto interrelacionado de unidades verdes, dispostas em meio urbano, funcionando, não como uma única estrutura, mas como distintas estruturas que interagem entre si e com o meio. Se o sistema vegetal se encontra em equilíbrio, diminui-se a



suscetibilidade à vulnerabilidade do conjunto e, conseqüentemente, vislumbra-se a qualidade ambiental, o que diretamente se relaciona ao aumento da possibilidade da promoção da sensação de conforto térmico dos usuários a sua proximidade.

A eficiência da cobertura vegetal pode ser melhor apreendida pela população a partir da projeção superficial de sua sombra, a exemplo de uma larga zona de sombra produzida pelas copas de um agrupamento linear arbóreo viário. O que tem uma relação direta com a espécie arbórea – porte, copa, densidade de folhagem, bem como pela proximidade entre os indivíduos arbóreos. A escolha pelo recorte espacial em áreas livres públicas justifica-se pelo possível e imediato controle do poder público sobre essas áreas. Nesta pesquisa, debruçou-se na análise sobre a arborização, em agrupamentos lineares, bem como em indivíduos isolados, em vias urbanas e em meio próximo ao natural. Porém, antes do controle da gestão pública sobre essa arborização – plantio, manutenção, controle de pragas, mal uso, dentre outros–, este controle pode partir da população cidadina, e pode ser diário. Quem mais se utiliza dos benefícios ambientais diretos da vegetação arbórea viária são os usuários a sua proximidade, direta e indiretamente.

Atentando-se ao quantitativo de ‘verde’ que já se foi e aquele que está condenado a desaparecer, aliado à distribuição e à dimensão do ‘verde’ remanescente, percebe-se a vulnerabilidade ambiental urbana, neste processo. A vulnerabilidade ou fragilidade ambiental relaciona-se à “susceptibilidade de uma área em sofrer danos quando submetida a uma determinada ação” (FIGUEIRÊDO et al., 2007, p. 400). De acordo com Santos e Caldeyro (2007, p. 18), ao se provocar uma perturbação ao meio, a sua resposta ocorre em função das características locais, sejam elas naturais ou antrópicas. Visando entender a vulnerabilidade, devem ser consideradas duas questões: a persistência, que corresponde à “medida do quanto um sistema, quando perturbado, se afasta do seu equilíbrio ou estabilidade sem mudar essencialmente seu estado”; e a resiliência, que corresponde à “capacidade de um sistema retornar a seu estado de equilíbrio, após sofrer distúrbio”. Tem-se que, quanto menores foram a persistência e a resiliência de um ambiente, há maior probabilidade da vulnerabilidade ser alta, podendo alcançar dados que sejam irreparáveis.

Considerando-se que há indicadores de risco que confirmam a vulnerabilidade do ambiente urbano devido à ausência do ‘verde’, tais como, o aumento da temperatura (podendo constituir-se em ilhas de calor), aliado à densidade construtiva e populacional e à impermeabilização do solo, julga-se necessário entender os fatores que influenciam na capacidade de resiliência deste conjunto vegetal, de modo a contribuírem a formar ambientes



que se encontrem em zonas de conforto, sob o viés termoambiental. Entende-se que a capacidade de resiliência relaciona-se ao dano sofrido e, quanto maior for essa capacidade, menor será a vulnerabilidade ambiental, sob esse aspecto. De acordo com Herzog (2010, p.79), “a resiliência é a capacidade de um sistema absorver impactos e manter suas funções ou propósitos”, ou seja, a capacidade de sobreviver ou persistir em um ambiente com determinadas variações e incertezas. Esta autora relaciona o conceito de resiliência à noção de sistemas, ao enfatizar que pensar de forma sistêmica permite ter um “pensamento resiliente”.

Constata-se, portanto, que quanto melhor for a distribuição do verde arbóreo, sob os aspectos dimensão e localização, menor a vulnerabilidade dos ambientes urbanos, no que se refere às questões do conforto ambiental, ou seja, menor a possibilidade da sensação de desconforto térmico por parte dos usuários pedestres.

Observando a configuração urbana de Recife, reflete-se que sua história foi pautada sobre a conquista de áreas, aterros, ocupação de encostas e desmatamentos, e que este processo continua presente. Sá Carneiro e Mesquita (2000, p. 14) afirmam que “apenas algumas relíquias da vegetação nativa do Recife restam hoje, correspondendo às atuais unidades de conservação, as quais representam menos de 1% da sua cobertura nativa original” e que “representam 30,7% dos aproximadamente 220 km² da área do Município e possuem grande importância paisagística e ambiental”. Os grandes maciços vegetais que compreendem as unidades de conservação na cidade de Recife estão concentrados a oeste e a noroeste do município. Ao considerar, além dos grandes maciços vegetais, que representam resquícios da massa contínua de outrora, a localização do verde das praças e dos parques, observa-se que não há uma distribuição equilibrada em toda a cidade, pois se encontram distantes e com pouca relação de comunicação entre si.

Aliando-se o crescente contingente populacional, que necessita de moradia, à escassez de superfícies livres de urbanização, constata-se que a continuidade do processo de ocupação e uso do solo vigente tende à saturação ambiental. Atenta-se, assim, ao crescente adensamento construtivo, contribuinte da formação de climas urbanos, a partir da alteração dos valores das variáveis climáticas, já registrados em pesquisas (FREITAS, 2008). O processo de alterações dos valores climáticos associa-se, também, à diminuição da densidade de vegetação, de solo natural permeável e de massas de água, tão importantes para a drenagem da rica bacia hidrográfica recifense.

É impossível desvincular a questão ambiental dos agentes responsáveis pela produção urbana, principalmente o Estado. Nesse contexto, o poder público é um dos principais agentes, em

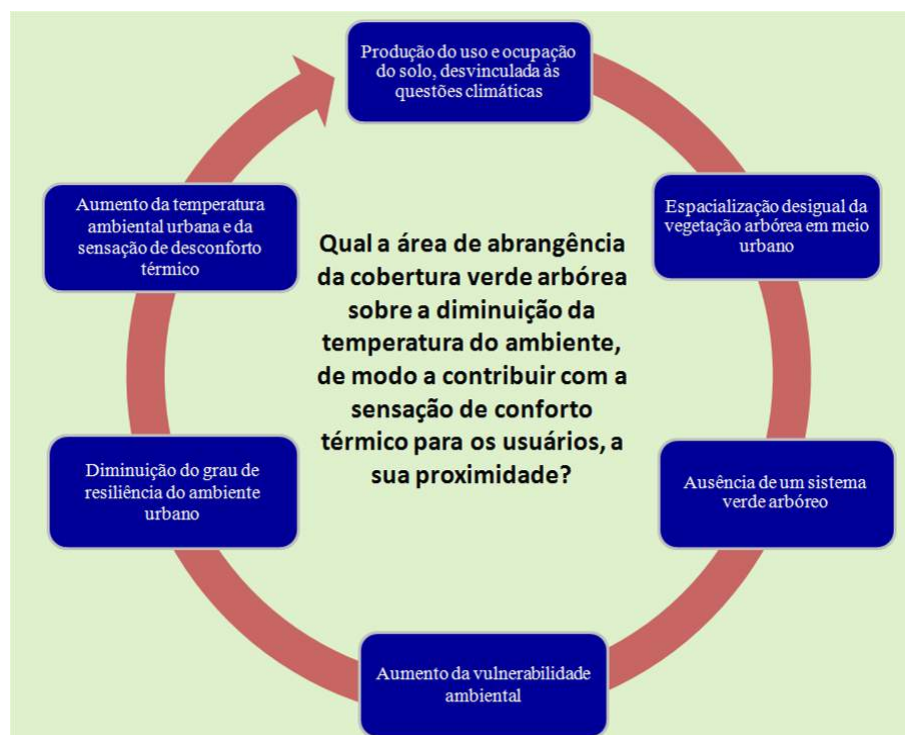


virtude da elaboração de leis urbanísticas. Especificamente, em relação à vegetação urbana de porte arbóreo, essa legislação deve ser responsável pela promoção de condições favoráveis ao plantio, ao manejo e à manutenção, em espaços públicos.

Considerando-se que a influência da vegetação arbórea, disposta tanto em maciços quanto isoladamente, em relação à promoção da sensação de conforto térmico, diminui à medida que se toma distância dos mesmos e a depender do uso e da ocupação do solo, dos materiais construtivos, da forma urbana e da sua localização em relação às massas de ar, apresenta-se a questão norteadora do problema de pesquisa: **Qual a área de abrangência da cobertura verde arbórea sobre a diminuição da temperatura do ambiente, de modo a contribuir com a sensação de conforto térmico para os usuários, a sua proximidade?**

Esta pesquisa de tese considerou como **objeto teórico** de estudo a vegetação urbana visando ao conforto ambiental. Como **objeto empírico**, considerou a zona de conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre, à proximidade de vegetação de porte arbóreo, disposta isolada e em agrupamentos lineares, em meio urbano e em meio próximo ao natural, na cidade de Recife/PE. A seguir, é apresentado o desenho do problema da tese (figura 1).

Figura 1 – Desenho do problema de pesquisa.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



1.1 Tese

Há a promoção do desconforto térmico, ao nível do usuário pedestre, em Recife, em virtude da ausência de um sistema de vegetação arbórea urbana.



1.2 Hipóteses

Como **hipótese geral de pesquisa**, tem-se: A ausência de um sistema de vegetação arbórea contribui com a vulnerabilidade ambiental, consequentemente, com a promoção do desconforto térmico, em recintos urbanos.

Como **hipóteses específicas**, apresentam-se:

1. recintos urbanos sem arborização são mais vulneráveis ambientalmente;
2. a vegetação exerce influência direta sobre o conforto urbano (em diferentes níveis), independente do tipo climático;
3. A população usuária não tece relação direta entre a sensação térmica e a arborização urbana;
4. a espacialização da influência da vegetação arbórea não é uniforme, em todas as direções, ou seja, a eficiência de indivíduos, estejam eles isolados ou agrupados, depende de suas próprias características, tais como, tipo arbóreo, dimensão e localização, bem como, do padrão de uso e ocupação do solo.



1.3 Objetivos

Como **objetivo geral** pretendeu-se caracterizar o desconforto termoambiental (em recortes) da cidade de Recife, ao nível do usuário pedestre, visando comprovar a necessidade da inserção de arborização urbana.

Como **objetivos específicos**:

1. conceituar e exemplificar o que significam:
 - a) 'conforto ambiental', destacando o conforto térmico;
 - b) 'sistema', destacando o sistema arbóreo urbano;
 - c) 'vulnerabilidade' e 'resiliência', relacionando à vegetação arbórea em ambiente urbano;
2. caracterizar quatro tipos climáticos, prioritariamente, destacando a relação de influências recíprocas entre seus elementos e a vegetação, visando relacionar com o planejamento e gestão da áreas urbanas;
3. caracterizar a percepção dos usuários de espaços livres públicos de Recife, quanto à relação existente entre a influência da vegetação arbórea e a sensação de conforto termoambiental;
4. registrar a visão de agentes quanto à relação entre a vegetação arbórea urbana viária e o conforto termoambiental do usuário;
5. caracterizar a eficiência de indivíduos e de grupamentos arbóreos, visando relacioná-los às premissas do conforto termoambiental, a depender de:
 - a) seu tipo: forma, dimensão e localização; isolado, agrupado
 - b) seu entorno: padrão de uso e de ocupação do solo, visando relacioná-lo às premissas do conforto termoambiental.
6. delimitar a área de influência térmica à proximidade de indivíduos arbóreos, dispostos isoladamente, em Recife.



1.4 Metodologia

Tem-se que é a natureza do problema ou o nível de aprofundamento que determina o método, ou seja, a escolha do método se faz em função do tipo de problema estudado (STUBBS; DELAMONT, 1976 apud LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 15; RICHARDSON, 1999, p.70).

Método em pesquisa significa a escolha de procedimentos sistemáticos para a descrição e explicação de fenômenos. Esses procedimentos se aproximam dos seguidos pelo método científico que consiste em delimitar um problema, realizar observações e interpretá-las com base nas relações encontradas, fundamentando-se, se possível, nas teorias existentes (RICHARDSON, 1999, p.70).

Utilizou-se o método hipotético-dedutivo, que, de acordo com Sposito (2003, p.30-32), tem base em René Descartes (1596–1650) e é fundamentado no rigor matemático e na razão. A partir deste método, é possível se construir uma teoria, se formular hipóteses e se fazer deduções e previsões. Através do pensamento lógico e de comprovações científicas, pode-se confirmar ou refutar as hipóteses estabelecidas. Em 1975, Karl Popper (1902-1994), refinando a linguagem matemática cartesiana e aprimorando a doutrina positivista, partiu de uma visão materialista da realidade e discutiu o empirismo. Sposito afirma que, para Popper, só se reconhece “um sistema como empírico ou científico, se ele for passível de comprovação pela experiência”. Todo conhecimento produzido teria que passar pelo que chamou de “teste de falseabilidade”, no qual as hipóteses seriam testadas, a fim de serem aceitas ou invalidadas para o conhecimento científico.

Entende-se que, apenas uma abordagem quantitativa, a partir da coleta de dados, é insuficiente para descrever as condições de conforto térmico. Assim, resolveu-se, para este trabalho, utilizar as abordagens quantitativa e qualitativa, em etapas distintas do trabalho, porém, muitas vezes simultâneas. As abordagens são diferentes, porém, não são excludentes. Ao contrário, nesta pesquisa, foram complementares na busca e na análise dos dados. A pesquisa quantitativa representa a garantia da precisão dos resultados, evitando distorções no momento da análise e da interpretação, permitindo, conseqüentemente, uma margem de segurança quanto às inferências. Além do que,

caracteriza-se pelo emprego da quantificação tanto nas modalidades de coleta de informações, quanto no tratamento delas por meio de técnicas estatísticas, desde as mais simples como percentual, média, desvio-padrão, às mais complexas, como coeficiente de correlação, análise de regressão etc. (RICHARDSON, 1970, p.70).



Para Santos Filho e Gamboa (2002, p. 42-44), a pesquisa quantitativa busca explicar as causas das mudanças de forma objetiva e baseia-se na análise quantitativa. Tem como objetivo básico, a predição, o teste de hipóteses e a generalização. As pesquisas quantitativas são utilizadas quando se sabe exatamente o que deve ser perguntado para atingir os objetivos da pesquisa; devem ser representativas de um determinado universo de modo que seus dados possam ser generalizados e projetados para aquele universo. Deve alcançar a mensuração dos dados e permitir o teste de hipóteses. Em muitos casos, geram índices que podem ser comparados ao longo do tempo, permitindo traçar um histórico da informação.

Günther (2006, p.202), ao organizar as diferenças e similaridades entre as pesquisas qualitativa e quantitativa, considera os seguintes pontos: as características da pesquisa qualitativa; a postura do pesquisador; as estratégias de coleta de dados; o estudo de caso; o papel do sujeito e a aplicabilidade e uso dos resultados da pesquisa.

Independentemente do método escolhido, este deve cumprir os critérios de confiabilidade e de validade. Segundo Richardson (1999, p. 87), confiabilidade “indica a capacidade que devem ter os instrumentos utilizados de produzir medições constantes quando aplicados a um mesmo fenômeno”. No que se refere à validade, “indica a capacidade de um instrumento produzir medições adequadas e precisas para chegar a conclusões corretas, assim como a possibilidade de aplicar as descobertas a grupos semelhantes não incluídos em determinada pesquisa”. Assim, foram quantificadas as informações, também considerando a relação de complexidade e particularidade presente na abordagem qualitativa.

A abordagem qualitativa foi utilizada, prioritariamente, a partir da aplicação de 1.000 formulários junto a usuários de espaços livres públicos, em dez recortes na cidade de Recife (parques Treze de Maio, Dona Lindu e Jaqueira, praça de Boa Viagem, Cidade Universitária da UFPE – laguinho e restaurante universitário, av. Conde da Boa Vista, Marco Zero, bairro do Espinheiro e Pátio do Carmo) e de questionários com os agentes e ex-agentes do poder público.

Procedimentos metodológicos

1. Revisão de literatura, como subsídio ao objeto teórico;
2. Coleta de dados, para a materialização do objeto empírico. Couberam a essa fase:



- a. realização de pesquisa documental, concernente especificamente à legislação urbanística e aos dados climatológicos;
- b. observação direta / visitas a campo, em Mendoza, Porto Alegre, Petrolina e Recife, a fim de compreender como ocorre a ocupação de espaços com vegetação arbórea, pelo público usuário, visando relacionar aos distintos tipos climáticos. Especificamente, em Recife, tais visitas e observações visaram também caracterizar os recintos escolhidos onde foram definidos os pontos para a realização das medições das variáveis climático-ambientais e para a aplicação dos formulários;
- c. medições das variáveis climático-ambientais: umidade relativa do ar, temperatura do ar; direção e velocidade dos ventos. Recortes: dez recintos urbanos, com ênfase nos bairros do Espinheiro e da Cidade Universitária;
- d. aplicação de formulários, junto à população usuária de recortes de espaços livres públicos, além da realização de medições das variáveis climáticas;
- e. aplicação de questionários, junto a agentes públicos;

3. Sistematização e análise dos dados – A sistematização das medições e dos formulários ocorreu a partir do programa computacional Excel Office Home and Student 2007. Visando à interpretação e à análise do conjunto de resultados – medições, questionários e formulários– houve o retorno ao objeto teórico, aos principais conceitos que delinearam a pesquisa, aos objetivos e à própria tese, servindo de base às possíveis inferências.

A seguir, é apresentada, no quadro 1, a síntese norteadora da elaboração da pesquisa de tese.



Quadro 1 – Síntese norteadora da elaboração da tese.

Tese. Há a promoção do desconforto térmico, ao nível do usuário pedestre, em Recife, em virtude da ausência de um sistema de vegetação arbórea urbana.						
Hipótese geral. A ausência de um sistema de vegetação arbórea contribui com a vulnerabilidade termoambiental em recintos urbanos.						
Objetivo geral. Caracterizar o desconforto termoambiental (em recortes) da cidade de Recife, ao nível do usuário pedestre, visando comprovar a necessidade da inserção de arborização urbana						
	Questões	Hipóteses	Objetivos	Procedimentos	Produtos	Capítulos Introdução
1ª. parte	Conforto termoambiental, sistema de vegetação, vulnerabilidade e resiliência ambiental	Recintos urbanos sem arborização são mais vulneráveis ambientalmente	Conceituar e exemplificar o que significam: ‘conforto termoambiental’, 'sistema', ‘vulnerabilidade’ e 'resiliência' relacionando à vegetação arbórea em ambiente urbano	Pesquisa bibliográfica sobre conforto ambiental, sistemas, vulnerabilidade e resiliência ambiental	Conceituação e exemplificação de vulnerabilidade e resiliência	Sistemas sustentáveis e sua relação com o conforto termoambiental
2ª. parte	Estudos de caso em quatro tipos climáticos 1. Mendoza (Subtropical Seco) 2. Porto Alegre (Subtropical Úmido) 3. Petrolina (Tropical Quente e Seco) 4. Recife (Tropical Quente e Úmido)	A vegetação exerce influência direta sobre o conforto urbano, independente do tipo climático	Caracterizar quatro tipos climáticos, destacando a relação de influências recíprocas entre seus elementos e a vegetação, visando relacionar com o planejamento e a gestão de áreas urbanas	Pesquisas bibliográfica, empírica e documental sobre as cidades: Mendoza, Petrolina, Porto Alegre e Recife Visitas de campo e a instituições Tomada de fotografias	Exemplificação através de gráficos, mapas e imagens diferentes tipos climáticos e sua relação com a vegetação e o uso do espaço urbano	Quatro cidades em quatro distintos tipos climáticos
3ª. parte	Recife	A população usuária não tece relação direta entre a sensação térmica e a arborização urbana	Caracterizar a percepção dos usuários de espaços livres públicos de Recife, quanto à relação existente entre a influência da vegetação arbórea e a sensação de conforto termoambiental	Observações diretas Levantamentos quanti-qualitativos sobre espécies arbóreas	Exemplificação através de gráficos, tabelas e imagens a percepção e a apropriação de recintos urbanos sob o viés do conforto ambiental	Recife – uUma cidade verde. Para quem?
			Registrar a visão de agentes quanto à relação entre a vegetação arbórea urbana viária e o conforto termoambiental do usuário			
		A espacialização da influência da vegetação arbórea não é uniforme, em todas as direções, ou seja, a eficiência de indivíduos, isolados ou agrupados, depende de suas próprias características - tipo arbóreo, dimensão e localização, e do padrão de uso e ocupação do solo	Caracterizar a eficiência de indivíduos e de grupamentos arbóreos, visando relacionar às premissas do conforto termoambiental, a depender do tipo e entorno	Medições das variáveis climático-ambientais	Espacialização, através de imagens, do comportamento da temperatura, a partir de indivíduos arbóreos	
			Delimitar a área de influência térmica à proximidade de indivíduos arbóreos	Tomada de fotografias		

Fonte: Jaucele Azerêdo.



2

SISTEMAS SUSTENTÁVEIS E SUA RELAÇÃO COM O CONFORTO TERMOAMBIENTAL

Visando ao subsídio teórico, que serviu para embasar o estudo empírico, e atendendo ao objetivo de conceituar e exemplificar: 'conforto ambiental', 'sistema', 'vulnerabilidade' e 'resiliência', relacionando tais conceitos à implantação da vegetação arbórea em ambiente urbano, como também, de responder às hipóteses específicas: 1. Indivíduos arbóreos isolados são mais frágeis que reunidos em um sistema; a união os fortalece, ou seja, os torna resilientes, diminuindo a vulnerabilidade e 2. recintos urbanos sem arborização são mais vulneráveis ao desconforto térmico, houve a necessidade de realizar a pesquisa bibliográfica.

Em resumo, citam-se aqui alguns teóricos que embasaram a pesquisa:

O estudo acerca de clima se apoiou em Ayoade (2011), Aragão (2009), Mascaró (2004), Mascaró e Mascaró (2010) e Monteiro (2009);

Em relação a conforto ambiental e suas variáveis, houve o embasamento de Ayoade (2011), Corbella e Corner (2011), Corbella e Yannas (2010), Frota e Shiffer (2001), Aragão (2009) e Lamberts et al. (2014);

Em relação aos conceitos sobre vulnerabilidade e resiliência ambiental, fundamentou-se em Hogan (2006; 2011), Acserald (2006), Tagliani (2003) e Herzog (2013);

Quanto à discussão acerca de sistema, referenciou-se em Bertalanffy (1976; 2010) e Herzog (2013);

Sobre arborização urbana, foi trazido o aporte de Falcón (2007) e Mascaró e Mascaró (2010);

Sobre a relação entre vegetação e clima, apoiou-se em Olgyay (2008), Mascaró e Mascaró (2010), Romero (2000; 2011) e Schutzer (2012);

Quanto aos critérios das medições das variáveis climático-ambientais, houve a referência em Freitas (2008).



Akbari et al. (1992) lembram que a modificação da paisagem natural, através da urbanização, com a construção de estradas, de pontes, de barragens e de edificações, alterou significativamente as águas, os solos e a vegetação. Com a crescente substituição da vegetação e do solo natural por materiais impermeáveis, como o concreto e o asfalto, reduziu-se a capacidade da diminuição de temperaturas diurnas por meio da evapotranspiração, e a consequente perda dos benefícios da sombra, em se tratando, obviamente, de vegetação arbórea. Além disso, o uso de materiais de cor escura em estradas, edifícios e outras superfícies, gerou cidades que acumulam calor, ao absorverem mais e refletirem menos a radiação solar. A combinação de reduzida reflexividade (albedo) e da baixa quantidade de vegetação resultou em uma diferença de temperatura entre as áreas urbanas e rurais que é mais evidente no final da tarde e início da noite, quando as superfícies impermeáveis (estradas, calçadas, edificações) começam o processo de liberação do calor acumulado durante o dia. Há muitos exemplos de cidades, cujos registros de temperaturas máximas aumentaram, ao longo do século XX, a exemplo de Los Angeles e outras cidades do norte da Califórnia e Texas/EUA, bem como Xangai/China e Cidade do México/México. Ressalta-se que, em climas quentes, o crescente aumento de temperatura resulta em maiores demandas de energia para a climatização artificial. Estudos apontam que a cada aumento de temperatura igual a 1°F, no período de verão, tem-se um aumento de 1,5 a 2% nas cargas de resfriamento máximas. Como, nos EUA, as temperaturas urbanas no período do verão aumentaram de 2 a 4°F, período compreendido entre 1950-1990, pode-se assumir que de 3 a 8% da demanda elétrica urbana, era usada apenas para compensar os efeitos de ilha de calor.

A ocupação do solo em uma cidade é fundamentalmente caracterizada por uma elevada densidade edificada e de pavimentação asfaltada. Esses elementos, por si só, podem dar origem a uma elevação na temperatura de alguns graus centígrados. Esse efeito, associado à poluição, à redução dos espaços verdes e ao calor antropogênico liberado pela indústria, por veículos equipamentos e atividades humanas, contribui para o estabelecimento de um campo mais elevado de temperaturas, denominado 'ilha de calor urbana' (ROMERO, 2011, p. 73).

Em virtude disso, a produção da cidade deve ser adequada às particularidades do clima, pois a construção dos espaços urbanos promove alterações nos balanços energético, térmico e hídrico, o que aporta importantes modificações nas propriedades físicas e químicas da atmosfera, propiciando a criação de condições climáticas distintas, se comparadas às áreas não urbanizadas (GONÇALVES, 2009, p. 76). As cidades são mais aquecidas do que as áreas rurais ao seu redor. A principal razão disto é a maneira como a superfície do solo é modificada pelo desenvolvimento urbano (PNUMA, 2008, p. 50). Questionar-se a respeito do



tipo de uso e ocupação do solo induz a, no mínimo, uma discussão sobre o tipo de espaço que se está construindo no que se refere à qualidade de vida, ao controle ambiental, ao consumo espacial e energético e aos impactos ambientais. Cabe aos planejadores urbanos, aos profissionais em arquitetura, urbanismo e engenharias o enfrentamento de elaborar métodos capazes de minimizar o impacto da urbanização sobre o microclima e sobre a sensação térmica dos usuários. Lembra-se aqui de discussões em torno de ‘empreendimentos de impacto’ aprovados, nos últimos anos, em Recife, através do Conselho de Desenvolvimento Urbano/CDU. O Conselho de Arquitetura e Urbanismo/CAU, o Instituto de Arquitetos do Brasil/IAB e o Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano/MDU criticaram esses empreendimentos segundo diversas vertentes, tais como: paisagem, história, segregação social, mobilidade e mercado. Porém, pouco se ouviu e se ouve falar de conforto ambiental e de equilíbrio térmico.

Romero (2011, p. 73-74) cita que para subsidiar os projetos de urbanização, é necessário compreender e interpretar o clima urbano em geral e, em particular, as condições ambientais do urbano, ou seja, a insolação, a iluminação natural, os ventos e a vegetação. Como também, devem fazer parte do planejamento, a configuração urbana e os condicionantes ambientais (áreas verdes, relevo, massas de ar e de água). Gomes e Soares (2004, p. 27-28) afirmam que, em busca da qualidade ambiental de um determinado espaço urbano, de modo a apresentar satisfação ao usuário, é necessária uma composição paisagística que privilegie, sobretudo, a vegetação; em seus diversos portes, desde um simples gramado, às mais frondosas espécies arbóreas. Dentre os elementos que devem ser considerados, como fatores degradantes de um ambiente, podem ser citados: “sujeira; trânsito; concentração populacional demasiada; construções desordenadas e ausência de elementos naturais”. Além disso, também devem ser consideradas “as mais diferentes formas de problemas (mazelas) sociais presentes nesse meio”. Deve-se pensar a salubridade de cada lugar a partir das exigências humanas.

De acordo com Ayoade (2011, p.2), “o clima é a síntese do tempo num dado lugar durante um período de aproximadamente 30-35 anos”. Refere-se, portanto, “às características da atmosfera, inferidas de observações contínuas durante um longo período”. E “inclui considerações dos desvios em relação às médias (isto é, variabilidade), condições extremas, e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo”. Monteiro (2009, p.15-46) “ousa tentar para o estudo do clima da cidade uma conduta de investigação que veja nela não um antagonismo entre o homem e a natureza, mas uma co-participação”. Para tanto, indica dez enunciados considerados básicos para o Sistema Clima



Urbano (SCU), onde expõe as relações estabelecidas entre os diversos elementos que o compõem. Além dos enunciados, propõe a subdivisão do SCU em três subsistemas (ou canais perceptivos): I-Termodinâmico, II-Físico-químico e, III-Hidrometeorológico, pois entende que “o clima da cidade admite uma visão sistêmica, com vários graus de hierarquia funcional”. Apesar dessa subdivisão, ressalta-se que os três subsistemas têm relação direta entre si. Monteiro enfatiza que as componentes termodinâmicas do clima, explicitadas no canal I, constituem o “nível fundamental de resolução climática para onde convergem e se associam todas as outras componentes”, e acrescenta: “esse canal atravessa toda a sua estrutura, [...] e pressupõe uma produção fundamental no balanço de energia [...]. O uso do solo, a morfologia urbana, bem como suas funções, estão intimamente implicados no processo de transformação e produção”. O canal II trata da ‘qualidade do ar’, cuja fonte diretamente relaciona-se à atividade humana, ao uso e ocupação do espaço urbano e o produto se reflete na poluição do ar. Quanto ao canal III, que trata especificamente de características meteorológicas que provocam ‘impactos meteorológicos’, citam-se como produto, os ataques à integridade urbana, e como efeitos diretos, os problemas de circulação e comunicação urbana.

Mascaró (2004, p. 15-38) define clima “como a feição característica e permanente do tempo num lugar, em meio a suas infinitas variações” e relata que a informação climática deve ser considerada em três níveis: macroclima, mesoclima e microclima. Nesta pesquisa, pretende-se abranger o tipo climático que vai da escala local à escala de região, o mesoclima. Mascaró relata que os “dados mesoclimáticos [...] informam as modificações do macroclima provocadas pela topografia local como vales, montanhas, grandes massas de água, vegetação ou tipo de coberturas de terreno”. Em relação ao microclima “são levados em consideração os efeitos das ações humanas sobre o entorno”. Ressalta-se que arquitetos e geógrafos têm delimitações distintas para essa hierarquia espacial climática. Com o intuito de ser mais específico em relação aos termos usados no estudo dos espaços climáticos, sustenta-se em Monteiro (2009, p.29), que ao tratar do clima alusivo à cidade, se refere ao clima local.

Em se tratando da materialização das cidades, toda intervenção tende a causar alterações no clima de uma região, pois os materiais das superfícies urbanas possuem capacidade térmica mais alta e são melhores condutores do que os materiais encontrados em superfícies não construídas, o que origina um clima local específico (ROMERO, 2011, p.74). Essa “elevada capacidade térmica dos materiais de construção promove o armazenamento de calor que, posteriormente, é emitido por radiação de elevado comprimento de onda para o céu, solo e elementos circundantes”. As trocas térmicas dependem, portanto, da configuração urbana.



Sabendo-se que o urbano apresenta variados desempenhos térmicos, que se baseiam na absorvência e na emitância efetiva do edificado, devem-se buscar formas urbanas que visem à otimização ambiental e à própria sustentabilidade da malha urbana (VINET, 2000, p.96). Essa sustentabilidade também pode ser buscada através da inserção de vegetação arbórea, pois a sombra projetada pelas copas das árvores evita que os materiais impermeáveis, a exemplo da pedra, do concreto e do asfalto absorvam a radiação solar direta, consequentemente, diminuem a radiação que é emitida de volta ao ambiente. Para tanto, é necessário o estudo e análise de um conjunto variado de geometrias urbanas com diversas dimensões de quadras, lotes, blocos, disposições das edificações nos lotes, formas e tipologias das edificações, bem como o espaçamento entre os mesmos. Além da configuração dos espaços urbanos aliada às propriedades térmicas e impermeabilizantes dos materiais de construção, a diminuição e/ou perda dos espaços verdes contribuem com a elevação das temperaturas e consequentemente com a modificação do microclima (TSOKA, 2011, p.2).

Segundo o Relatório do Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas sobre Sustentabilidade Global (ONU, 2012, p.28):

aproximadamente 13 milhões de hectares de florestas foram convertidos para outros usos ou perdidos a cada ano de 2000 a 2010, em comparação com os 16 milhões de hectares por ano na década de 90 (de uma área global total de florestas de 4 bilhões de hectares em 2010). Entretanto, o mundo ainda está perdendo cobertura florestal em uma taxa alarmante, mesmo com a taxa de desmatamento apresentando agora sinais de redução. Apesar de termos perdido 53% da cobertura de vegetação primária original da superfície terrestre do planeta, a maior parte em nações desenvolvidas, alguns países em desenvolvimento, como Brasil e Indonésia, que apresentaram a maior perda líquida de florestas na década de 90, reduziram substancialmente a taxa de perda de vegetação.

Cerca de 20% do carbono na atmosfera vem das mudanças no uso do solo. Em contraponto, as árvores e outros portes vegetais extraem o carbono da atmosfera durante o seu processo de crescimento (PNUMA, 2008, p.42). Dentre as principais tecnologias e práticas de mitigação projetadas para serem comercializadas antes de 2030, relativas ao setor ‘Florestamento/florestas’ (IPCC, 2007, p.17), sugerem-se a “melhoria das espécies de árvore para aumentar a produtividade da biomassa e o sequestro de carbono” e a “melhoria das tecnologias de sensoriamento remoto para análise do potencial de sequestro de carbono da vegetação/solo e mapeamento da mudança no uso da terra”. Para Betts et al. (2011, p.33-34), “as emissões não se equiparam de maneira simples às concentrações presentes na atmosfera. O CO₂ não sofre reações químicas na atmosfera, o que significa que tem vida relativamente longa e é eliminado apenas pelos “sumidouros” de carbono – os oceanos e a vegetação”.



2.1 Conforto ambiental

O conforto térmico pode ser definido como um estado em que o indivíduo não tem vontade de mudar sua interação térmica com o meio. Não é uma definição holística; é restrita, afeita à comodidade. Corresponde a dizer que não sofre qualquer tipo de tensão que o motive a procurar mudança (SCHMID, 2005, p.227).

Para Frota e Schiffer (2001, p.15-19), as exigências humanas de conforto térmico relacionam-se ao funcionamento de seu organismo, cujo complexo mecanismo pode ser “comparado a uma máquina térmica que produz calor segundo sua atividade”. O indivíduo precisa realizar trocas de energia com o ambiente, em quantidade suficiente para que sua temperatura interna se mantenha na ordem de 37°C, ou seja, alcance o estado de homeotermia. Os limites de variação de temperatura, nesse estado, são muito estreitos, entre 36,1 e 37,2°C, sendo 32°C o limite inferior e 42°C, o limite superior para a sobrevivência. Quando as trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente ocorrem sem maior esforço, é produzida a sensação de conforto térmico e a capacidade de trabalho do indivíduo, desse ponto de vista, é máxima. No entanto, quando as condições térmicas do ambiente acarretam a sensação de frio ou de calor, em função do organismo perder mais ou menos calor que o necessário para a manutenção da homeotermia, há a exigência de um esforço adicional que compromete o rendimento no trabalho, e, sob condições excepcionais, ocorre a perda total da capacidade de realização de trabalho e/ou problemas de saúde.

O ser humano produz calor, através do metabolismo de funcionamento do corpo, e, através das trocas térmicas pode ganhar ou perder calor para o ambiente em que está inserido. Ao ganhar mais calor do que a sua capacidade de perda, a temperatura da pele do indivíduo aumenta e ele se afasta da sensação de conforto, por desconforto ao calor. Quando o indivíduo perde mais calor do que ganha, a temperatura da pele diminui e o indivíduo sente desconforto para o frio. Para uma pessoa se sentir confortável termicamente, ou seja, se encontra em neutralidade térmica, a temperatura da pele deve estar em torno de 35°C (CORBELA; CORNER, 2011, p. 27; CORBELA; YANNAS, 2010, p. 32).



2.1.1 Mecanismos termorreguladores de trocas térmicas entre o corpo e o ambiente

O controle da temperatura interna do corpo ocorre em função do aparelho termorregulador, que é responsável pela redução dos ganhos ou o aumento das perdas de calor através de alguns mecanismos de controle. Quando as condições ambientais são desfavoráveis, ou seja, quando ocorrem perdas de calor do corpo além das necessárias para a manutenção de sua temperatura interna, o organismo reage por meio de seus mecanismos automáticos, visando à redução das perdas e o aumento das combustões internas. Ressalta-se que a redução de trocas térmicas se faz através do aumento da resistência térmica da pele, quando ocorre a diminuição do fluxo sanguíneo através do processo da vasoconstrição (os vasos capilares mais próximos à pele se contraem e os mais próximos aos órgãos se dilatam), favorecendo a diminuição das perdas de calor por radiação e por convecção; em seguida, poderá haver a geração de calafrios, de arrepios e de tiritar que produzem calor através de processos metabólicos. Ao contrário, quando as perdas de calor são inferiores às necessárias para a manutenção de sua temperatura interna constante, em virtude do ambiente estar muito quente ou quando o corpo produz muito calor devido à atividade física, a temperatura da pele aumenta. Nesse momento, o organismo humano reage por meio de seus mecanismos, proporcionando condições de troca de calor mais intensa entre o indivíduo e o meio que o circunda. O aumento das perdas de calor para o ambiente ocorre por meio da vasodilatação e da exsudação – ocorre a dilatação dos vasos sanguíneos que transportam o calor para a superfície da pele, aumentando a sua temperatura, visando à perda de calor por radiação, condução, convecção ou por evaporação, através da transpiração ou da produção do suor. A ventilação tem como função substituir o ar que se encontra saturado de umidade na camada superficial da pele, por um ar menos saturado, ajudando na troca de calor por convecção e evaporação. No que se refere à radiação, ocorre a troca de energia entre as pessoas e as superfícies próximas. Ressalta-se que, quanto menor a quantidade de vezes que o organismo humano necessitar por em ação seu sistema termorregulador para manter sob controle a temperatura, menor será o seu esforço para alcançar e manter o equilíbrio térmico, o que indica que o ambiente se aproxima do limiar do conforto (CORBELA; CORNER, 2011, p. 27-28; LAMBERTS et al., 2014, p.44-45; FROTA; SCHIFFER, 2001, p.20). Tudo isso corrobora com a definição de conforto, segundo a ASHRAE (2005), citada por Lamberts et al. (2013, p. 46): “é um estado de espírito que reflete a satisfação com o ambiente térmico que envolve a pessoa”, alcançado quando o balanço de todas as trocas de calor entre o corpo e o ambiente for nulo e a temperatura da pele e suor



estiverem dentro de limites satisfatórios, ou seja, quando o indivíduo se encontra em equilíbrio térmico.

Ressalta-se que, além dos mecanismos termorreguladores, há a possibilidade de utilização de mecanismos instintivos, a exemplo de cruzar o corpo, para diminuir a área de exposição ou ainda, esfregar as mãos, para se aquecer; e culturais, ao fazer alguma atividade física ou ingerir bebida quente. Como também, o indivíduo pode fazer uso de roupas e construir abrigos que melhor se adaptem às condições climáticas. Os mecanismos instintivos também se adequam à necessidade de perda de calor, sempre visando à sensação de conforto térmico, a exemplo de se banhar, ficar à sombra de uma árvore e fazer uso da ventilação mecânica. (LAMBERTS et al., 2014, p. 45-46).

2.1.2 Variáveis climáticas do conforto térmico

Resumidamente, explanam-se os conceitos relativos às variáveis climáticas diretamente relacionadas ao conforto térmico.

- a. Radiação solar – “é uma energia eletromagnética, de onda curta, que atinge a Terra após ser parcialmente absorvida pela atmosfera. A maior influência da radiação solar é na distribuição da temperatura do globo” (FROTA; SCHIFFER, 2001, p. 53-54). Ayoade (2011, p. 25) cita que “a quantidades de radiação solar sobre o topo da atmosfera da Terra depende de três fatores, principalmente do período do ano, do período do dia e da latitude”. À medida que a radiação penetra na atmosfera, sua intensidade é reduzida e sua distribuição é alterada em função da absorção, da reflexão e da difusão dos raios solares pelos diversos componentes do ar (ROMERO, 2000, p.21-22). A radiação solar, aliada aos demais fatores antrópicos relacionados à construção do ambiente urbano, dentre os quais, a impermeabilização do solo, o alto consumo energético das edificações e as atividades antrópicas, contribui com o aumento da temperatura.
- b. Temperatura do ar – define-se a temperatura “em termos de movimento de moléculas, de modo que quanto mais rápido o deslocamento, mais elevada (sic) será a temperatura”. Geralmente, a temperatura é definida em termos relativos, considerando-se o grau de calor que um corpo possui. A temperatura, portanto, “é a condição que determina o fluxo de calor que passa de uma substância para outra”. A



transferência de calor ocorre a partir de um corpo com temperatura mais elevada para outro corpo com temperatura mais baixa. A temperatura do ar varia de lugar e no decorrer do tempo. Existem vários fatores que influenciam a distribuição da temperatura sobre a superfície da Terra ou em parte dela, dentre os quais, a quantidade de insolação recebida, a natureza da superfície (materiais constituintes), a distância dos corpos hídricos, o relevo, os ventos predominantes e as correntes oceânicas. As variações sazonais de temperatura resultam das variações do volume de insolação e são maiores nas zonas extratropicais, sendo mais percebida no interior do continente, e menores em torno da faixa equatorial, particularmente, à proximidade de grandes massas de água. Assim sendo, há uma relação diretamente proporcional entre as variações sazonais da temperatura com a latitude e com a continentalidade. Os valores de temperatura são mais elevados no verão porque a quantidade de insolação é maior, e menos elevados no período do inverno, quando a quantidade recebida de insolação é mais baixa, o que diretamente se relaciona aos ângulos de incidência dos raios solares em relação à Terra, a depender da época do ano (AYOADE, 2011, p.50-57). Quanto às variações diurnas de temperatura do ar, além dos fatores que influenciam as variações sazonais, citam-se a velocidade do vento e a capacidade condutiva da superfície. A variação da temperatura do ar na superfície é menor nos dias ventilados do que nos dias de calmaria, devido ao fato de que, em dias com ventos, a troca de calor afeta uma camada mais profunda de ar do que em dias com pouca ventilação. “Além disso, será maior a quantidade de calor obtida pela capacidade condutiva de uma superfície e será pequena a amplitude diurna da temperatura”. Na região tropical úmida, em geral, as variações diárias de temperatura são pequenas (AYOADE, 2011, p.62-63). Nas regiões tropicais secas, a variação é grande.

- c. Umidade do ar – “é consequência da evaporação das águas e da transpiração das plantas” (FROTA; SCHIFFER, 2001, p. 62). A quantidade e a proporção de vapor d’água na atmosfera podem ser expressas de várias maneiras, dentre as quais, a umidade absoluta, a umidade específica, a pressão de vapor e a umidade relativa (ROMERO, 2000, p.38). A umidade absoluta define-se como sendo o peso do vapor de água contido em uma unidade de volume de ar (g/m^3). Considera-se a umidade relativa como a relação existente entre a umidade absoluta e a capacidade máxima do ar de reter vapor d’água, a uma dada temperatura, ou seja, a umidade relativa constitui



uma parte percentual da umidade absoluta de saturação (FROTA; SCHIFFER, 2001, p. 62).

Ayoade (2011, p. 144) afirma que a umidade relativa pode ser facilmente obtida a partir do uso de termômetros (mercúrio, bulbo seco e bulbo úmido), como também de higrômetros, assim, é a medida de umidade do ar mais usada; ela indica o nível de saturação do ar. A umidade relativa é fortemente influenciada pela temperatura do ar. São variáveis inversamente proporcionais, sendo mais baixa no começo da tarde, quando os valores de temperatura são mais altos, e mais elevada à noite, quando os valores de temperatura começam a diminuir. O valor da umidade relativa do ar pode variar em caso de mudança na temperatura do ar, mesmo que não tenha havido nenhum aumento ou diminuição no conteúdo de umidade. Ressalta-se que a umidade relativa não fornece informação acerca da quantidade de umidade na atmosfera, e sim informa quão próximo o ar está da saturação. Nas regiões tropicais e úmidas, especialmente, nas adjacências da zona costeira, a umidade relativa facilmente pode se aproximar do grau de saturação, igual a 100%, à noite, durante a estação chuvosa. Ela atinge o seu valor mínimo no período da tarde, durante a estação seca, nas zonas interiores continentais dos trópicos.

- d. Vento – define-se como o ar em movimento na superfície da Terra (ARAGÃO, 2009, p.38).

A causa primordial do movimento do ar é o desenvolvimento e a manutenção de um gradiente de pressão horizontal, que funciona como a força motivadora para o ar se movimentar de áreas de alta pressão para áreas de menor pressão. [...] A força do gradiente de pressão é também inversamente proporcional à densidade do ar. (AYOADE, 2011, p.73-74).

Além da Força do Gradiente (em virtude da diferença de pressão), há a chamada Força de Coriolis (em função do movimento de rotação da Terra), que também intervém na formação dos ventos.

Mais voltado para a escala do clima urbano, o ‘movimento do ar’ é considerado o “resultado das diferenças de pressão atmosférica verificadas pela influência direta da temperatura do ar”. O ar movimenta-se tanto horizontal quanto verticalmente: o movimento horizontal relaciona-se às diferenças térmicas da superfície terrestre e o movimento vertical, em função do perfil de temperatura (ROMERO, 2000, p. 42). Dentre os fatores em escala local que intervêm diretamente na formação do



movimento do ar, o relevo assume papel importante, pois “desvia, altera ou canaliza esse movimento”. O deslocamento do ar, segundo Mascaró (2004, p. 80), “regula a sensação térmica, pois estimula a evaporação e as perdas de calor por convecção”. Ressalta-se ainda a possibilidade de controlar a ventilação, a partir do redirecionamento de seus fluxos. Em escala urbana, dependendo da disposição das massas construídas, pode haver o favorecimento da canalização dos ventos dominantes, proporcionando a aceleração, ou barrando e/ou desviando o fluxo, evitando a dispersão do calor e dos poluentes.

Nas regiões de baixa latitude, há o predomínio, geralmente, de ventos oriundos de leste, denominados de alíseos (AYOADE, 2011, p.80). São os ventos predominantes da zona costeira, em clima tropical quente e úmido. No litoral, têm-se as brisas que resultam de diferenças de temperatura entre o oceano e a costa – o oceano “atua como estabilizador da temperatura do ar” –, considerando-se que a terra, ao se aquecer muito mais rápido que água, gera um fluxo de ar do oceano para terra. À noite, ocorre o fenômeno inverso, o fluxo de vento muda de direção, em virtude de a terra ter uma temperatura mais baixa que a temperatura da água (ARAGÃO, 2009, p.41).

Além das variáveis climáticas que diretamente influenciam o conforto térmico, citam-se as variáveis relacionadas particularmente ao indivíduo, que são a vestimenta e o nível de atividade física.

- e. Vestimenta – ela se constitui em uma barreira para as trocas de calor, considerando-se que ela mantém uma camada, mínima que seja, de ar parado, o que dificulta as trocas com o meio por convecção e por radiação. A vestimenta funciona como isolante térmico, mantendo, junto ao corpo, uma camada de ar mais aquecido ou menos aquecido, conforme a sua capacidade de isolamento, o seu ajuste ao corpo e a porção de corpo que reveste. A vestimenta adequada será em função da temperatura do ar, da velocidade do vento e do calor produzido pelo corpo. Em alguns casos, será em função da umidade do ar e da atividade desenvolvida. Como a pele troca calor com a roupa por condução, convecção e radiação, e a roupa, por sua vez, troca calor com o ar por convecção e com outras superfícies por radiação, ela contribui com a redução do ganho de calor relativo à radiação solar direta e indireta, bem como com as perdas em condições de baixo teor de umidade e ainda colabora com o efeito refrigerador do suor, em certos tipos climáticos (quente e seco). A resistência térmica da roupa depende do tipo de tecido, da fibra e do ajuste ao corpo. A sua unidade de medida é



em “*clo*” (vem do inglês *clothing*): 1 *clo* equivale a uma resistência térmica de 0,155 m² °C/W e corresponde à resistência térmica de um terno completo. Quanto maior for a resistência térmica da roupa, menor serão as suas trocas de calor com o meio circundante, assim, é reduzida a percepção do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar (FROTA; SCHIFFER, 2001, p. 23; LAMBERTS et al., 2014, p. 47).

- f. Atividade física – quanto mais intenso for o nível da atividade física, maior será o calor gerado pelo metabolismo, o que significa que existe uma relação diretamente proporcional entre essas variáveis. O metabolismo mais baixo é alcançado com a pessoa dormindo; o valor mais alto é atingido quando são realizados esforços extremos, a exemplo da prática de esportes. Visando à sensação de conforto térmico, quando o nível de atividade física é intenso, é recomendável considerar o uso abundante de ventilação, de modo a retirar o calor da pele, refrescando-a (LAMBERTS et al., 2014, p. 47).

Freitas (2008, p.54) ressalta que “enquanto que na arquitetura são privilegiadas as necessidades do indivíduo, sejam elas fisiológicas, psicológicas, sociais ou econômicas, em outras áreas, que tomam o urbano como referência, pensa-se o conforto de forma mais ampla, tendo como sujeito o indivíduo coletivo, a sociedade”. Assim sendo, as respostas a serem pensadas para suprir as necessidades de conforto, desse indivíduo coletivo, alcançam um grau de complexidade superior, por atingirem uma escala maior; por isso, as exigências a serem cumpridas também são maiores devido à diversidade de agentes e fatores envolvidos. Se antes a preocupação buscava atender as necessidades de um indivíduo ou uma família específica, agora são inúmeros indivíduos e famílias, com suas características e necessidades próprias. Freitas (2008, p. 48-49) considera que os patamares de conforto abrangem temperaturas que variam entre 22 e 28°C e 20 e 70% de umidade relativa do ar. E ressalta que tais valores ainda podem ser avaliados de acordo com a ventilação e a aclimação. Tais faixas foram revistas por Azerêdo e Freitas (2015), que consideram 24 a 28°C e 50 e 70%.

Trabalhar o conforto ambiental na escala do meio urbano, de forma a atingir a máxima quantidade de pessoas na considerada zona de conforto, é indiscutivelmente mais complexo. Gehl (2013, p.170) chama a atenção que as zonas de conforto variam geograficamente, em função da fisiologia do corpo humano, com capacidades distintas de manter ou irradiar calor.



2.2 Sistema, uma abordagem conceitual

[...] a abordagem dos sistemas é um modo de pensar acerca dos elementos que compõem um organismo ou fenômeno, movendo-se além das partes componentes para a totalidade, para a consideração de como funcionam as subdivisões, e para um exame das finalidades para as quais o organismo funciona (WOODWORTH, 1976).

Bertalanffy (2010, p.62), considera a Teoria Geral dos Sistemas como uma ciência geral da “totalidade”. E apresenta que o significado da expressão “o todo é mais que a soma de suas partes” ocorre em função de que “as características constitutivas não são explicáveis a partir das características das partes isoladas”. Ao se conhecer “o total das partes contidas em um sistema e as relações entre elas, o comportamento do sistema pode ser derivado do comportamento das partes”, assim sendo, “um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação” (BERTALANFFY, 2010, p.83-84).

Em relação aos organismos vivos, estes são considerados essencialmente sistemas abertos, ou seja, “sistemas que trocam matéria com o ambiente”, onde ocorre a manutenção de um contínuo fluxo de entrada e de saída de matéria, conservando-se “mediante a construção e decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário” (BERTALANFFY, 2010, p.56- 65).

O organismo não é um sistema fechado, mas aberto. Dizemos que um sistema é “fechado” se nenhum material entre nele ou sai dele. É chamado “aberto” se há importação e exportação de matéria. [...] O organismo não é um sistema estático fechado ao exterior e contendo sempre componentes idênticos. É um sistema aberto em estado (quase) estável, mantido constante em suas relações de massa dentro de uma contínua transformação de componentes materiais e energias, no qual a matéria entre continuamente vinda do meio exterior e sai para o meio exterior. (BERTALANFFY, 2010, p. 162).

Ressalta-se que não apenas a célula ou o organismo podem ser considerados como sistemas abertos, mas também as integrações superiores, tais como as biocenoses, que compreendem todos os seres vivos em um determinado ecossistema (BEIER, 1962, 1965 apud BERTALANFFY, 2010, p.194). As características fundamentais da vida a exemplo de: metabolismo, crescimento, desenvolvimento, autorregulação, resposta a estímulos, atividade espontânea podem ser consideradas consequências do fato de o organismo ser um sistema aberto. Esse reconhecimento do organismo como um “sistema aberto”, que troca matéria com o meio, “é um dos mais fundamentais critérios dos sistemas vivos”. O estudo do organismo



vivo como um sistema aberto abrange as questões relativas à *estática*, que considera “a conservação do sistema em um estado independente do tempo”, e à *dinâmica*, que considera “as variações do sistema no tempo” (BERTALANFFY, 2010, p.195-205).

Os sistemas vivos conservam-se em uma troca mais ou menos rápida de seus componentes, em meio à degeneração e regeneração, catabolismo e anabolismo. O organismo vivo é uma ordem hierárquica de sistemas abertos. Aquilo que se impõe como estrutura duradoura em um certo nível é de fato mantido pela troca contínua dos componentes do nível imediatamente inferior. Assim, o organismo multicelular mantém-se mediante a troca das células, a célula conserva-se pela troca das estruturas celulares, estas por sua vez pela troca dos compostos químicos que as constituem etc. (BERTALANFFY, 2010, p. 206).

Herzog (2013, p.111) apresenta os sistemas naturais e os sistemas antrópicos que fundamentam a infraestrutura verde. Os sistemas naturais, também chamados de ecológicos, se subdividem em: sistema geológico, sistema hidrológico e sistema biológico. Os sistemas antrópicos se subdividem em: sistema social, circulatório e metabólico. Segundo a autora, “os seis sistemas se superpõem e são intrinsicamente relacionados”.

- a. O sistema geológico compreende a litosfera, que é o nosso suporte geológico, que evoluiu “sob a ação de movimentos tectônicos, dos vulcões, de impactos de asteróides, dos ventos e das águas das chuvas”. Tais processos determinaram as formas do relevo e as características do solo. O sistema geológico influencia os padrões e os processos que ocorrem nas paisagens urbanas no decorrer do tempo. “As estruturas e as formas geológicas desempenham diversas funções como base da ocupação urbana”, desse modo, a partir de levantamento, análise e diagnóstico dos fatores geológicos, através de mapeamentos, é possível “identificar as áreas mais vulneráveis que devem ser protegidas, os locais mais adequados à ocupação humana e os mais recomendados para o plantio de alimentos, além dos espaços que devem ser reflorestados”. Além disso, a formação geológica pode também definir a identidade da cidade (HERZOG, 2013, p. 112- 113).
- b. O sistema hidrológico é constituído pela hidrosfera, ou seja, toda a água existente no planeta Terra. O ciclo hidrológico é contínuo e abrange três estados físicos da água, que se encontram sempre em movimento e em transformação: líquido, sólido e gasoso. Em nível global, o sistema hidrológico é considerado um sistema fechado, pois contém toda a água existente no planeta, em seus diferentes estados físicos. No entanto, em nível local, é considerado um sistema aberto, em virtude das chuvas que se precipitam em um determinado lugar serem originárias de outras regiões. O sistema



hidrológico de muitas cidades foi drasticamente alterado, ao longo dos séculos, em virtude do uso e ocupação do solo, no processo de urbanização. O crescimento urbano, a partir da alta densidade de ocupação e da falta de planejamento, ocasionou o aumento excessivo da impermeabilidade do solo, que altera o sistema hidrológico natural, com inúmeras consequências para a qualidade de vida das pessoas. Visando à infraestrutura verde, pretende-se que a água proveniente das precipitações seja infiltrada no local, de modo a evitar e/ou minimizar o escoamento superficial, retardando, ao máximo, a sua entrada no sistema de drenagem, visando não sobrecarregá-lo, e, assim, evitar enchentes e seus inúmeros transtornos (HERZOG, 2013 p. 114-118).

- c. O sistema biológico abrange a vegetação – terrestre e aquática – base da vida no planeta, responsável pelo suporte aos habitats de grande parte dos seres vivos. Na rede de biodiversidade, que é “definida pelo número de espécies animais e vegetais que compõe os ecossistemas”, todos os elementos que compõem o sistema têm funções essenciais para seu funcionamento. As árvores são extremamente relevantes no sistema biológico urbano. O conjunto de árvores da cidade constitui a floresta urbana, responsável por oferecer serviços ecossistêmicos insubstituíveis, que ultrapassam os benefícios ambientais, pois cada árvore representa um ecossistema, que fornece abrigo a uma infinidade de espécies que delas dependem para viver. Assim sendo, recomenda-se que, nas cidades, os fragmentos de vegetação sejam interconectados através de corredores verdes urbanos, visando à funcionalidade do sistema biológico (HERZOG, 2013 p. 119-122).
- d. O sistema social constitui os espaços urbanos, onde se desenvolvem as atividades sociais humanas, em virtude disso, recomenda-se que tais espaços respeitem a escala das pessoas, ou seja, uma escala compatível com a quantidade de gente que se ocupa e que transita nos espaços públicos. “O sistema social deve refletir o senso de lugar da cidade e do bairro. [...] fazer parte da cultura, da história e das tradições locais”, de modo que as pessoas possam se identificar e ter a sensação de pertencimento ao lugar. É recomendado que os espaços que compõem o sistema social devam ser abertos e conectados entre si, e localizados de preferência distantes do trânsito de veículos motorizados, favorecendo a circulação de pedestres e ciclistas de forma segura e livre da poluição sonora e do ar (HERZOG, p. 124-126).



- e. O sistema circulatório envolve os modos de circulação das pessoas e dos produtos. A qualidade do sistema é em função do grau de mobilidade urbana e da quantidade de gases efeito estufa que é emitida. Assim, recomenda-se que cidades que visem à sustentabilidade e à resiliência devam “ter um sistema circulatório que priorize o pedestre e o ciclista como meio de mobilidade cotidiana, e o transporte de massa sobre trilhos para distâncias maiores”. Tal sistema, além de ser ambientalmente compatível, é melhor socialmente, em virtude de favorecer o convívio de pessoas de distintas origens sociais e culturais enquanto circulam pela cidade. Herzog ressalta que o ideal é o sistema multimodal, que combina e articula diferentes meios de transportes não poluentes e de baixo impacto na paisagem, e com capacidade de movimentar grande volume de pessoas (HERZOG, p. 126).

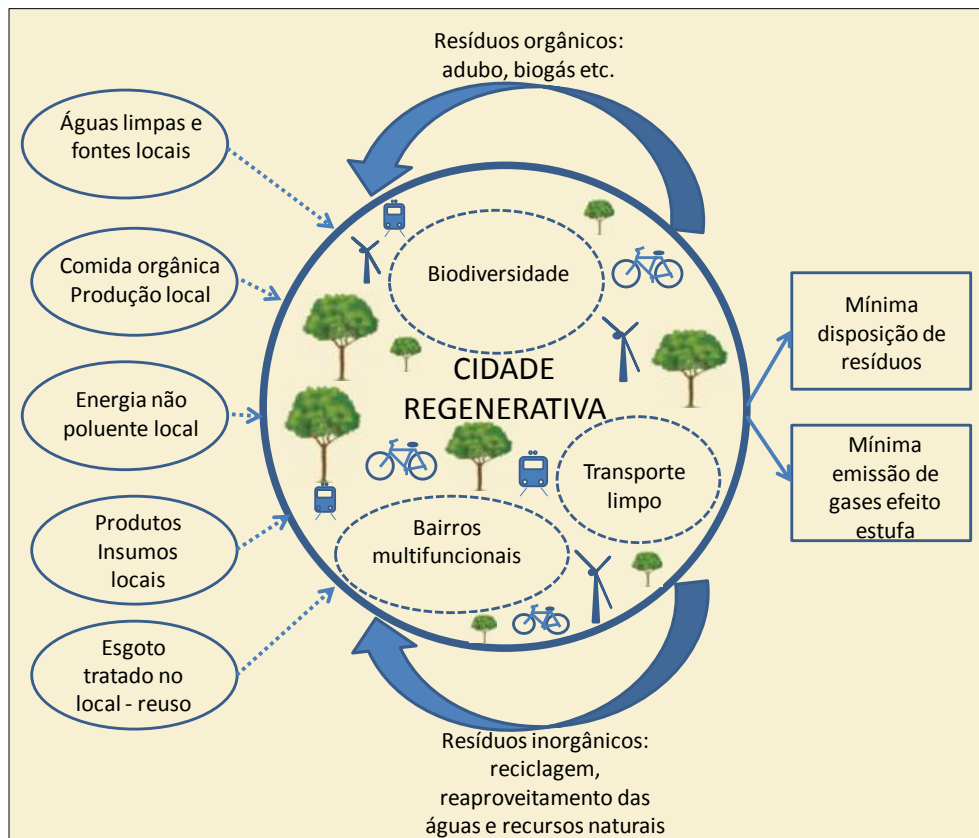
A chave para promover a mobilidade limpa e saudável é oferecer condições favoráveis de conforto e segurança, para que possamos caminhar e andar de bicicleta como meio de transporte em áreas urbanas densas – com residências, comércios e serviços em espaços vivos e atraentes, sombreados por densa arborização. As calçadas devem ser amplas, arborizadas, confortáveis e seguras. As ciclovias devem ser searadas fisicamente do trânsito e veículos e de pedestres, além de sombreadas, contínuas e em rede, de forma a estimular o seu uso, como bicicletários em pontos estratégicos (HERZOG, p. 127-128).

- f. O sistema metabólico se refere à energia necessária para suprir as necessidades de funcionamento das cidades. Nesse contexto, busca-se uma imensa quantidade de energia, de água e de alimentos, que muitas vezes, vêm de fontes produtoras distantes. “O ecossistema urbano é aberto, isto é, depende da entrada de enorme quantidade de energia e de matéria para manter o seu funcionamento”, configurando-se em um sistema linear. Denominam-se lineares os fluxos de energia e de matéria “quando se extraem recursos naturais para a produção de bens, que são usados e descartados, acabando em lixões ou nos corpos d’água”. Esse fluxo de energia segue um processo que vai do “berço ao túmulo”, causando muitos danos ambientais, a exemplo da poluição do ar, das águas e das terras, considerando-se a necessidade de espaços para acomodar a imensa quantidade de produtos descartados. Visando dar uma resposta a esse a esse problema, a “infraestrutura verde busca o fechamento dos ciclos metabólicos de forma circular, com a produção local de energia, de alimentos e do aproveitamento e transformação dos resíduos, sempre que possível”. Nesse âmbito, os materiais descartados servem como recursos naturais a serem utilizados no ciclo de produção, visando à redução de efluentes e de resíduos sólidos. Isso vai ao encontro da



proposta denominada “do berço ao berço” (Cradle-to-Cradle, de McDonough e Braungart, 2002), que, quando adaptada às cidades, se revela na cidade regenerativa (figura 2), ao fechar os ciclos de entradas e saídas, localmente (HERZOG, p. 135).

Figura 2 – Cidade regenerativa – ciclos fechados.



Fonte: Adaptado de Herzog (2013, p.95).

Ressalta-se que os seis sistemas apresentados por Herzog devem funcionar interconectados. Com isso, pode-se planejar e projetar melhores lugares para se viver, com maior qualidade ambiental, onde o ar e as águas se tornam mais limpos e ocorre a diminuição dos níveis de ruído. Na visão sistêmica, pode-se “diminuir a pegada hídrica com a conservação das águas urbanas, a melhoria de seus corpos d’água [...], tornando-se menos vulneráveis a eventos extremos”; pode-se proteger, melhorar e conectar os “fragmentos florestados e vegetados, de modo a que haja troca gênica entre as espécies dos diversos fragmentos florestais, especialmente as nativas”. Além disso, visa-se “reconectar as pessoas com outros seres vivos que fazem parte do ecossistema que sustenta a vida de todos” (HERZOG, p. 147-155).



A discussão feita por Herzog corrobora com as premissas levantadas por Gehl (2013), em seu livro *Cidades para Pessoas*, quando é salientada a necessidade da visão de cidades mais focalizadas na dimensão humana, direcionadas a pedestres e ciclistas, e que sejam vivas, seguras, sustentáveis e saudáveis. Trazendo essa discussão para o tipo climático foco da pesquisa de tese, obviamente, devido ao rigor climático, tem-se que o estudo da transformação de espaços livres públicos visando a sua apropriação, a partir da dimensão humana, durante grande parte do ano, demanda a inserção imprescindível do elemento vegetal arbóreo, de modo a contribuir com a satisfação de conforto térmico. Lembra-se aqui que trabalhar com a escala humana, segundo Gehl (2013, p.33), significa “criar bons espaços urbanos para pedestres, levando em consideração as possibilidades e limitações ditadas pelo corpo humano”.

Nesse ínterim, tem-se o sistema de arborização urbana, que apesar de estar contido no sistema biológico, citado anteriormente, se relaciona diretamente com todos os demais sistemas apresentados e deve ser parte integrante da rede de infraestrutura verde de uma cidade, tornando-a mais convidativa ao passeio e à permanência em seus espaços livres públicos.

O sistema de arborização urbana se constituirá como um sistema aberto e compreenderá todos os indivíduos arbóreos, que, isoladamente, também se constituem como um sistema, considerando-se todas as trocas de matéria realizadas com o meio.

Uma das premissas do sistema de arborização de uma cidade deve ser a contribuição com a promoção da sensação de conforto ambiental aos usuários. Ressalta-se que, o conforto ambiental, sob o viés térmico, apenas será alcançado quando o sistema de vegetação arbórea estiver distribuído de maneira equilibrada por toda a cidade, de modo a espalhar os seus benefícios para toda a população. Salienta-se, entretanto, que a sombra de um conjunto de árvores já fornece alívio térmico para quem a desfruta. Para tanto, o sistema de arborização deve se encontrar em um estado estacionário.



2.3 Vegetação

Vegetação é a designação dada ao conjunto das espécies vegetais de uma região. [...] a vegetação constitui a fase de uma longa evolução muito lenta que vem se operando na Natureza ao longo dos tempos geológicos. Não obstante a diversidade do gênero e de espécies que incluía flora de regiões de clima semelhante, todas apresentam semelhanças gerais, porque a sua estrutura e hábitos de vida estão adaptados ao seu próprio ambiente. Concretamente, a formação da vegetação, quer seja de floresta, de gramíneas ou de deserto, está dependente das condições naturais do clima, principalmente da umidade e da chuva. Mas a flora não é única e há muitos tipos de florestas, de gramíneas e de desertos, ocorrendo em regiões com temperatura diferentes (ARAGÃO, 2009, p.69).

De acordo com o Manual de Arborização da Companhia Energética de Minas Gerais - Cemig (2011, p11), o reino vegetal, também denominado de *Plantae*, “reúne mais de 350 mil espécies conhecidas, incluindo grande variedade de organismos microscópicos, ervas, arbustos e árvores”. São, em geral, organismos autotróficos, pois produzem seu próprio alimento. Com o passar de milênios, ao longo das eras geológicas, parte das espécies de vegetais se adaptou às mudanças das condições climáticas, outra parte foi extinta. Desse modo, tem-se que a maioria das plantas existentes nos dias atuais, incluindo as árvores, não é igual às que habitaram o planeta, em outros tempos.

As espermatófitas são tradicionalmente divididas em dois grandes grupos: as gimnospermas (do grego, “sementes nuas”), e as angiospermas (do grego, “sementes em recipiente”), que são plantas com sementes e flores (MOTTA; FURLAN, 2008, p.7; TAIZ; ZEIGER, 2013, p.2).

Mais de 90% das espécies atuais são plantas com flores conhecidas como angiospermas, e que apresentam grande variedade (NABORS, 2012, p.503). As angiospermas tornaram-se abundantes há, aproximadamente, 100 milhões de anos. Atualmente, quantificam-se 250.000 espécies conhecidas de angiospermas, que facilmente ultrapassam o grupo das gimnospermas, constituído por cerca de 700 espécies conhecidas. Desse modo, as angiospermas formam o principal e mais importante grupo de plantas. A principal inovação das angiospermas, em relação às gimnospermas, é a flor, razão pela qual são conhecidas como plantas floríferas (TAIZ; ZEIGER, 2013, p.2). No Brasil², estima-se existir aproximadamente 50.000 espécies, ou seja, 20% do total.

A figura 3 apresenta a evolução do reino vegetal, no passar das eras. No topo da evolução, se encontra o grupo mais recente a se desenvolver sobre a Terra – as angiospermas.

² <http://teen.ibge.gov.br/biblioteca/274-teen/mao-na-roda/2911-especies-de-plantas.html>



Figura 3 – Evolução do reino vegetal.

Durante a evolução das plantas, surgiu a linhagem que produz sementes, ou seja, as espermatófitas (MOTTA; FURLAN, 2008, p.7).

Apesar da diversidade aparente, o corpo das espermatófitas apresenta o mesmo plano básico, ou seja, um corpo vegetativo composto por três órgãos: folha, cuja função principal é a fotossíntese; caule, cuja função é a da sustentação; e raiz, responsável pela fixação e absorção de água e nutrientes (TAIZ; ZEIGER, 2013, p.2).



Fonte: Cemig (2011, p.11).

O reconhecimento das plantas é tratado pela Taxonomia ou Sistemática Vegetal, que é o “ramo da botânica que estuda e classifica os vegetais, o desenvolvimento de princípios de classificação das plantas, padronizados pelo Código Internacional de Botânica” (NIEMEYER, 2005, p.31). A Taxonomia trata sobre a identificação, a nomenclatura e a classificação das plantas.

A identificação é realizada através da comparação de semelhanças entre indivíduos, com auxílio de literatura ou plantas de coleção. A nomenclatura é utilizada para empregar o nome correto das plantas, em conformidade com um conjunto de princípios, regras e recomendações internacionalmente aceitas. E, por fim, a classificação procura ordenar as plantas em conformidade com o sistema de nomenclatura (CEMIG, 2011, p.13).

Visando à diminuição da possibilidade de erros, recomenda-se que a coleta de informações sobre a espécie ocorra em várias épocas do ano e de indivíduos que estejam inseridos em



diferentes locais, considerando-se que as características vegetativas das plantas podem sofrer alterações significativas, devido às condições internas da própria planta e a fatores externos ambientais (CEMIG, 2011, p.13).

A árvore é um organismo extremamente complexo. É um vegetal cuja estrutura é autoportante e lenhosa, ou seja, produz madeira; e possui ciclo de vida prolongado (NIEMEYER, 2005, p.36; CEMIG, 2011, p.14). A sua estrutura é formada por um tronco principal, que se ramifica bem acima da base, em uma série de ramos principais e secundários, além de uma copa aérea bem definida (CEMIG, 2011, p.14; FALCÓN, 2007, p.75), além disso, possui, no mínimo, cinco metros de altura, com diâmetro de tronco a partir de cinco centímetros à altura do peito, aproximadamente a 1,30m acima do solo (CEMIG, 2011, p.14).

A classificação da árvore, quanto ao porte, apresenta pequenas divergências entre os autores. De acordo com Niemeyer (2005, p. 37), as árvores são de pequeno porte, quando atingem altura até oito metros; de médio porte, com altura entre oito e 15m; e, de grande porte, quando atingem alturas superiores a 15m. Niemeyer ainda afirma que a dimensão da copa mantém a mesma proporção da altura, sendo ligeiramente menor. Ainda pode ser encontrado o termo arvoreta, que designa espécies intermediárias, entre a árvore e o arbusto, entre 5 e 6m de altura. Mascaró e Mascaró (2010, p.160) consideram que a árvore de pequeno porte varia de quatro a seis metros; a de médio porte, entre seis e dez metros; e a de grande porte, acima de dez metros. Para esses autores, o porte também é caracterizado pelo diâmetro das copas. Se a copa for inferior a quatro metros, a árvore é considerada de pequeno porte; de médio porte, entre quatro e seis metros; e de grande porte, superior a seis metros. Acerca do porte, o Manual de Arborização Urbana da Prefeitura da Cidade de Recife (2013, p.43), em seu anexo 1, considera como de porte pequeno, o vegetal que alcançar até seis metros de altura e três metros de diâmetro de copa; entre seis e 12m de altura e cinco metros de diâmetro de copa, de médio porte; acima de 12m de altura e sete metros de diâmetro de copa, o indivíduo é considerado de grande porte. Este manual apresenta, além da altura e diâmetro da copa, para cada um dos três portes, a área da copa correspondente a cada porte, sendo igual a 7m², a árvore de pequeno porte; 20m², a de médio porte e 38m², a de grande porte.

A figura 4 apresenta um esquema comparativo entre árvores, quanto ao porte – pequeno, médio e grande.



Figura 4 – Esquema comparativo entre árvores, quanto ao porte.



Fonte: Arte gráfica: Caio Oliveira (2017).

As árvores são a maior forma de vida existente no planeta, presentes em praticamente todos os continentes. Apresentam alto grau de complexidade e de adaptações às condições do meio, permitindo sua convivência em diversos ambientes, incluindo as cidades. Todavia, essa adaptação ao meio urbano apresenta restrições e deve ser muito bem compreendida, pois é um meio completamente diferente do meio florestal, onde as espécies de árvores evoluíram. Cabe, portanto, ao profissional que lida com as árvores identificar e compreender as características do local onde plantamos nas cidades, a fim de escolher a espécie que melhor se adapta ao local e definir as melhores formas de intervenção para garantir seu desenvolvimento, sua longevidade e sua integridade (CEMIG, 2011, p.11).

2.3.1 Benefícios da arborização urbana

Segundo Rogers (2010, p.50), as cidades são, em média, de 1°C a 2°C mais quentes do que sua zona rural. Um tratamento paisagístico urbano a partir da vegetação visaria à redução de sua onda de calor, aliado ao seu funcionamento como filtro de poluição atmosférica, o que amortizaria concretamente a necessidade de condicionamento de ar, em áreas urbanas. Desse modo, a cidade funciona como uma matriz acumuladora de calor gerado pela atividade humana, em termos de eletricidade, de aquecimentos, de refrigerações e de motores de combustão. A tudo isso é somado o calor que recebe do sol. Assim, a atmosfera que rodeia a cidade concentra uma maior quantidade de CO₂, de partículas de poeira em suspensão, de gases e de aerossóis. A depender da configuração urbana (características da forma e disposição dos lotes, quadras, ruas e avenidas; forma e disposição das edificações, densidade de construção, materiais empregados), pode-se ter uma menor permeabilidade aos ventos, em certas zonas da cidade, o que dificultaria a dispersão da contaminação e do calor da atmosfera. Ressalta-se que toda essa produção de calor gerado pela cidade irá interferir no desempenho



da vegetação, pois a temperatura do ar e a intensidade luminosa exercem um efeito direto sobre o seu crescimento, mais concretamente, sobre a velocidade da realização da fotossíntese, de acordo com Falcón (2007, p.59). De acordo com Landgraf et al. (2008, p.6), há estudos que apresentam “uma diferença de temperatura de até 10°C entre o centro da cidade de São Paulo e sua periferia mais arborizada”.

Em se tratando de clima tropical quente e úmido, pode-se tomar como exemplo a relação existente entre a cobertura vegetal e os padrões climáticos, em escala regional e local, visando à amenização climática sob o viés térmico, do ambiente urbano, bem como, a consequente sensação de bem-estar dos usuários. Abbud (2006, p.72) lembra que, por meio dos vazios urbanos formados por ruas, calçadas, largos, rotatórias, praças, parques etc., pode-se vislumbrar a qualidade de uma cidade.

Dentre os benefícios da vegetação arbórea, em termos psicológicos e físicos, encontram-se a diminuição de valores da temperatura ambiente e da temperatura corpórea do indivíduo, aliado a outras variáveis climáticas. Em grupamentos arbóreos (dispostos, por exemplo, em praças e parques urbanos), a temperatura do ar pode ser de 3°C a 4°C menor que em áreas expostas à radiação solar³. Essa diferença de temperatura relaciona-se também à distância entre áreas ensolaradas e sombreadas, bem como, à especificação das espécies (porte e formato das copas). 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. Grupamentos heterogêneos contribuem mais com a redução da temperatura, pois há maior absorção da radiação solar, como também, ocorre uma estratificação da temperatura sob a vegetação, consequentemente, resulta em menores temperaturas à altura do usuário. Além do que, a orientação da malha urbana, bem como a sua geometria (ruas, quadras e lotes) e das edificações, aliada à densidade e ao uso do solo podem determinar o bloqueio ou canalização dos ventos, além de outros efeitos, alterando os padrões de ventilação (velocidade e filtro de partículas), no meio urbano e consequentes transporte de calor e de vapor d'água, podendo ocasionar o aumento da temperatura ambiente, em certas zonas urbanas. Desse modo, a vegetação (porte arbustivo ou arbóreo) quando utilizada à proximidade de edificações pode (re)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. A diferença dos valores da temperatura do ar entre uma rua sem vegetação arbórea e outra rua, com árvores,

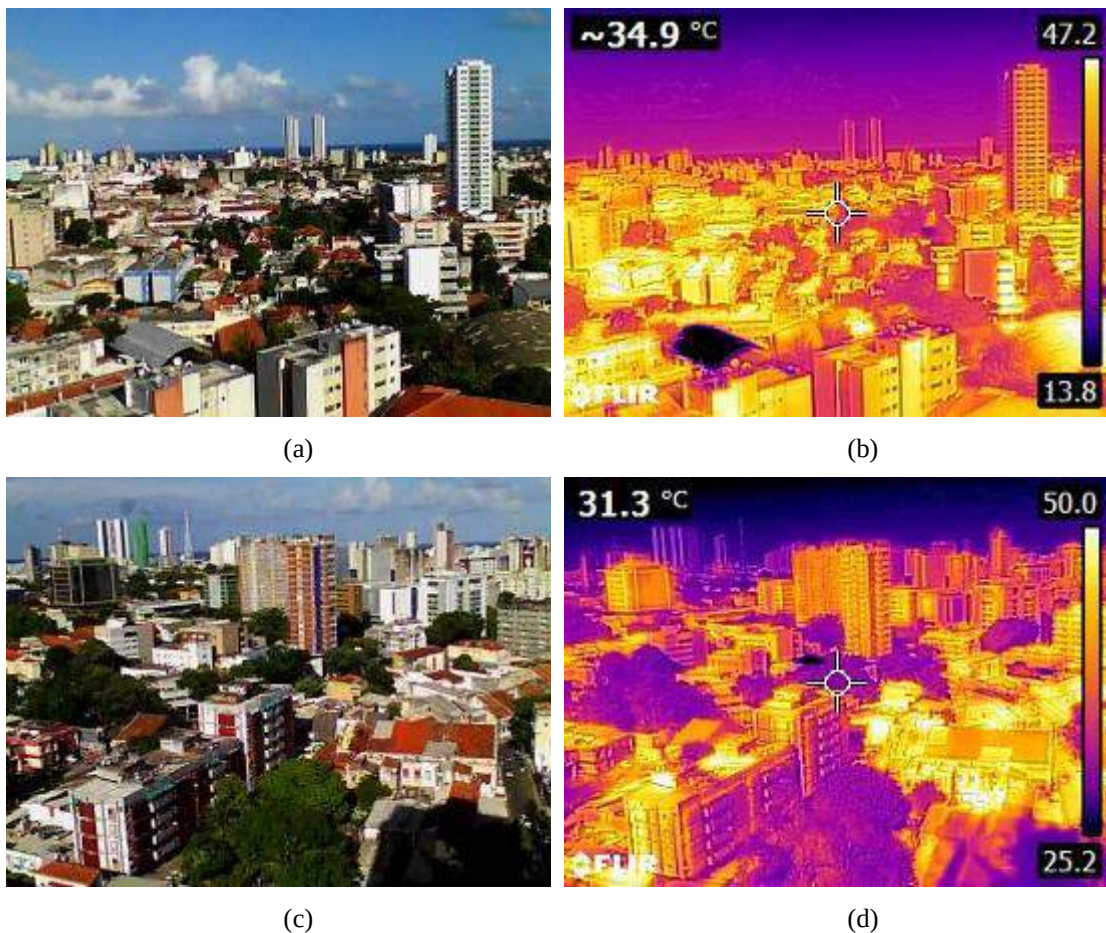
³ Robinette (1972) apud Mascaró e Mascaró (2004, p.75).



pode variar de 2 a 4°C (FALCÓN, 2007, p.26). Não se deve esquecer, no entanto, de considerar o tipo climático onde se está inserido e da época do ano, já que, em regiões que possuem as quatro estações do ano bem definidas, no período do inverno, as temperaturas caem. Visando ao conforto térmico, há a necessidade, nesse caso, de se buscar o calor do sol.

A figura 6 apresenta exemplos de imagens fotográficas e térmicas realizadas através de uma câmera termográfica Marca FLIR, Modelo E6 Ex series, em dois recintos urbanos, no bairro da Boa Vista, em Recife. O registro da temperatura na imagem 6-b variou de 13,8 a 47,2°C. Na figura 5-d, houve a variação de 25,2 a 50°C. Pode-se facilmente observar, através da escala térmica, que os valores registrados da temperatura, onde há vegetação de porte arbóreo, foram menores, em comparação com a massa construída. Há apenas que se fazer uma ressalva: materiais com tratamento termoacústico (cobertura na figura 5-b) tendem a apresentar baixas temperaturas.

Figura 5 – Imagens termográficas, bairro da Boa Vista, em Recife/PE.



Fotos: Ruskin Freitas (2017).



A vegetação também contribui com o aumento da umidade relativa do ar. Em ambientes com vegetação, a umidade está relacionada à evapotranspiração. O efeito evaporativo depende do albedo, da morfologia, da rugosidade e da resistência da superfície foliar. Sob a vegetação, a umidade relativa do ar é maior entre 3% e 10 % do que nos espaços sem ela (BARRY; CHORLEY, 1985 apud MASCARÓ; MASCARÓ, 2009, p.63). A umidade pode alcançar valores superiores a 10%, em ruas arborizadas. Estima-se que uma árvore adulta, disposta isoladamente, transpire 450 litros/dia, o que equivale a um aparelho de ar condicionado, em funcionamento durante 20 horas/dia, em cinco habitações de médio porte (Falcón, 2007, p.26). Rogers (2010, p. 91) cita que uma árvore de porte médio transpira 380 litros de água por dia. Há que se considerar, no entanto, as características específicas desse indivíduo, bem como o sítio de implantação. Seria insensato pensar que todas as árvores de porte médio teriam as mesmas exigências de desenvolvimento e se comportariam da mesma maneira, independente do sítio geográfico. Obviamente, para melhor qualificar todo e qualquer ambiente urbano a partir da vegetação, devem ser consideradas as suas diversas características: tipo, porte, densidade de massa foliar, bem como a sua relação com o clima e com o sítio de implantação.

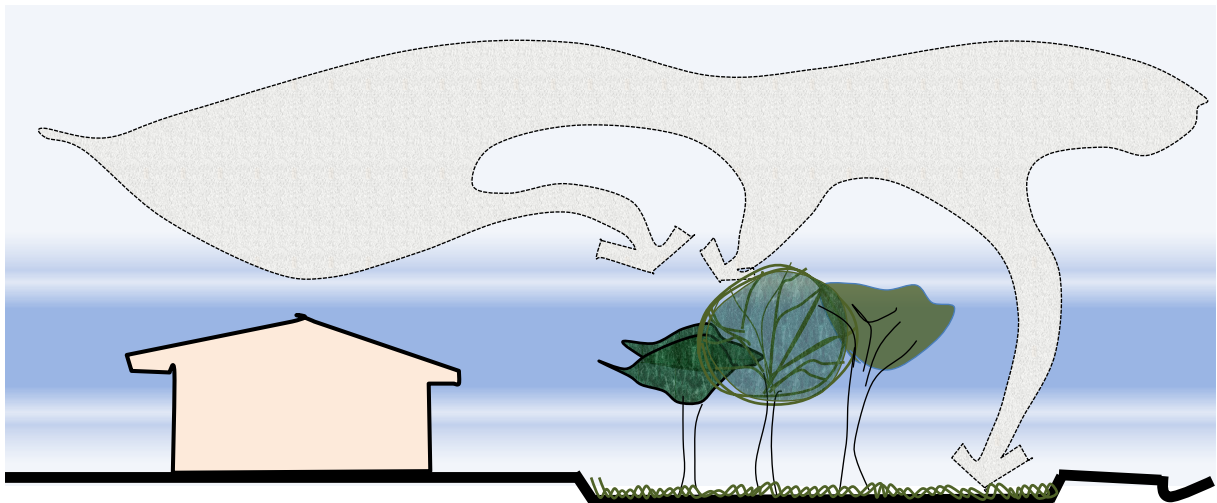
De acordo com o documento intitulado “La Charte de l’Arbre” da Comunidade Urbana da Grande Lyon (2011, p. 20), isso gera 11,4kWh de energia economizada por dia, totalizando 500 euros de economia de energia por ano (considerando um consumo anual de energia de 1000 kWh/ano). Em climas quentes e secos, há a necessidade do incremento da umidade relativa do ar, e conseqüentemente, ocorre a possibilidade da diminuição da temperatura do ar, considerando-se que essas variáveis são inversamente proporcionais. Desse modo, a utilização de massas de vegetação, principalmente a de porte arbóreo, deve ser pensada, visando ao conforto ambiental da população. Em climas quentes e úmidos, não se busca a diminuição da temperatura pelo aumento da umidade relativa do ar, em busca do conforto térmico, porém, essa busca ocorre pelo sombreamento, que pode ser conseguido através das extensas e densas copas das árvores.

A vegetação também contribui com a redução da contaminação atmosférica, considerada um dos principais problemas ambientais das cidades, devido às emissões de gases que causam o efeito estufa, a exemplo do dióxido de carbono – CO₂. Uma cidade de porte médio produz entre três e oito toneladas de CO₂ por pessoa/ano. Desse valor, o tráfego de veículos motorizados representa cerca de 40% do total. Além disso, em um área edificada e ocupada, como pode ser o entorno de um grande centro comercial, “a concentração de elementos



patógenos pode chegar aos quatro milhões de unidades/m³ de ar; enquanto que, em uma área arborizada, a capacidade da folhagem para fixar a poeira pode reduzir esta concentração a 30.000 unidades/m³; em um parque que conta com árvores adultas e com uma menor presença humana, a redução pode chegar a 1.000 unidades/m³. As árvores consomem boa parte deste dióxido de carbono e fixam as partículas de poeira suspensas na atmosfera – um bosque pode filtrar mais de 86% das partículas suspensas no ar (figura 6). Além disso, a vegetação produz grande quantidade de oxigênio, em seu processo de fotossíntese (FALCÓN, 2007, p.25-31). Há que se considerar, obviamente, o tipo de árvore – espécie, porte, copa, densidade e rugosidade de folhagem – bem como o volume da cobertura vegetal.

Figura 6 – Capacidade da vegetação em fixar os poluentes.



Fonte: Adaptado de Romero (2000, p.97).

Mascaró e Mascaró (2010, p.60) afirmam que a vegetação pode ajudar a reduzir a contaminação do ruído de cinco maneiras diferentes: absorção do som, desviação, reflexão, refração e ocultamento. Estes autores citam Szokolay (1980), ao afirmarem que, medições realizadas indicaram “a necessidade de barreiras densas de coníferas, com 100 metros de espessura, para a obtenção de índices de atenuação de ruídos, na ordem de 8-20db(A)”. A atenuação, segundo Falcón (2007, p.29), pode variar de 1,5 a 30dB, a cada 100m e é relativa ao tipo, densidade e características dos elementos vegetais que compõem o agrupamento.



A ação dos vegetais na amenização da poluição sonora depende tanto de fatores relacionados às propriedades do som, incluindo o tipo, a origem, a intensidade e o volume, quanto às características do vegetal, que incluem a espécie, o arranjo espacial em relação às fontes emissora e receptora, a altura e a densidade da barreira (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010, p. 61).

A vegetação também contribui com o controle de erosão. Contra aquela que é provocada pela ação da chuva e do vento, recomenda-se o plantio de vegetação de pequeno e médio portes – rasteiras e arbustos, pois evitam a incidência direta da água contra o solo, e contribuem com a fixação da terra, graças ao sistema radicular. Em se tratando da vegetação arbórea, estas minimizam a força da chuva, sobre o solo, já que filtram parte dessa água, através da folhagem (FALCÓN, 2007, p.29).

Outro grande aporte, principalmente relativo a superfícies permeáveis, diz respeito à absorção das águas pluviais, seguindo-se o favorecimento ao abastecimento dos lençóis freáticos. Obviamente, que devem ser observadas as condições de infiltração e de armazenamento que dependem do tipo de solo e do índice de pluviosidade. Com a urbanização, houve a modificação do uso e ocupação do solo e a crescente troca da cobertura vegetal por materiais impermeabilizantes, produzindo alterações do ciclo de água da chuva, nos processos de infiltração e de armazenamento da água no solo e subsolo, no escoamento superficial, bem como no que se refere ao processo de evapotranspiração dos vegetais e de armazenamento de umidade no sistema natural da cidade, o que se reflete diretamente na quantidade de absorção e de emissividade de calor.

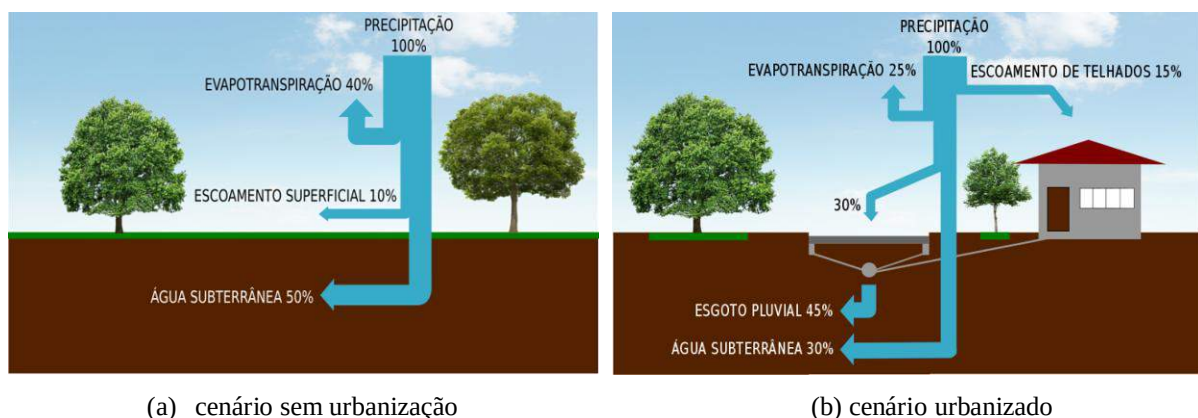
As chuvas são responsáveis por aportar água ao solo e ao subsolo e alimentar, portanto, os lençóis freáticos, mas para que isso ocorra, o revestimento do solo deve ser permeável, de modo a favorecer a sua infiltração. O entorno urbano impermeabilizado produz desequilíbrios neste sentido. Falcón (2007, p.59) lembra que a grande quantidade de superfícies lisas e asfaltadas presentes na cidade modificam o escoamento superficial, pois impedem a penetração da água no solo e no subsolo em zonas que antes serviam para as recargas de aquíferos; além disso, aumentam o albedo do solo, e, como consequência, a radiação difusa.

A crescente urbanização, que modifica a cobertura do solo, através da substituição do solo natural, coberto ou não pela vegetação, provoca alterações nos componentes do ciclo hidrológico natural. Tucci (2005, p. 65-66) relata que, com a impermeabilização do solo, ocorre a diminuição da infiltração e o consequente aumento do escoamento superficial da água da chuva. Com a urbanização, o volume que antes escoava lentamente pela superfície do



solo e ficava retido pelas plantas, passa a escoar através de superfícies impermeáveis, condutos e canais, o que aumenta a sua velocidade de escoamento superficial e reduz o seu tempo de deslocamento. Ocorre, assim, a diminuição do nível do lençol freático e a redução do escoamento subterrâneo, como também da evapotranspiração, já que a superfície urbana não retém água como a cobertura vegetal e não permite a evapotranspiração, como ocorre pela massa foliar. O autor apresenta o balanço hídrico numa bacia urbana, de acordo com a OECD (1986), a partir de dois cenários: sem urbanização (figura 7-a) e com urbanização (figura 7-b), onde pode ser observada a grande diminuição do percentual de água que se infiltra no solo, passando de 50%, no caso de áreas não urbanizadas, a 30%, em áreas urbanizadas. Como também, em relação à evapotranspiração, que diminui de 40% para 25%, respectivamente. Tudo isso contribui com a forte possibilidade de formação de enchentes.

Figura 7 – Balanço hídrico em uma bacia urbana.



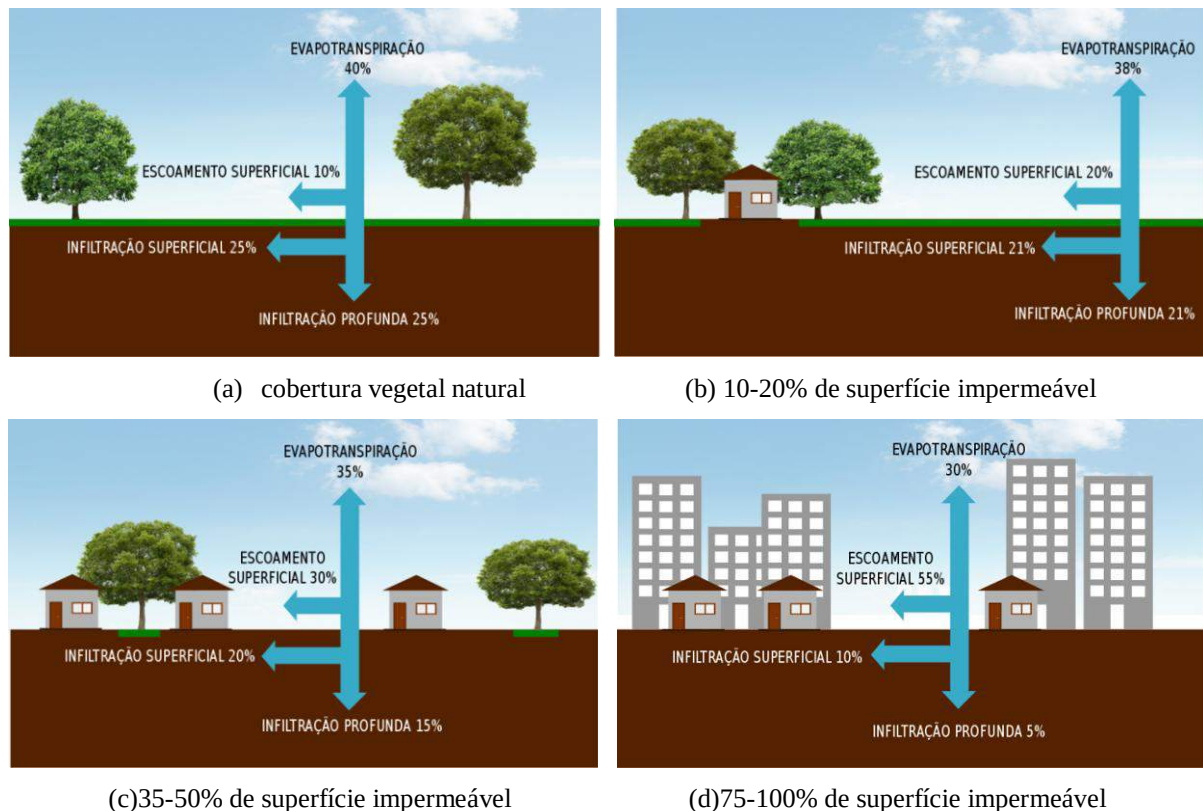
Fonte: Adaptado de OECD (1986) apud Tucci (2005, p. 66). Arte Gráfica: Caio Oliveira (2016).

De acordo com a União Europeia (2012, p. 49-50), a capacidade de um solo de estocar a água depende de diversos fatores: textura, estrutura, profundidade e teor em matéria orgânica. “Um solo funcional pode armazenar até 3.750 toneladas de água/ha ou próximo de 400mm de precipitação (um metro cúbico de solo poroso pode conter entre 100 e 300 litros de água)”. Como a impermeabilização limita, consideravelmente, a quantidade de água de chuva que pode ser absorvida pelo solo, chegando, em casos extremos, a impedir a sua absorção, pode resultar em efeitos diretos sobre o ciclo hidrológico, e indiretos sobre o microclima local, alterando os valores das variáveis climáticas temperatura e umidade do ar, bem como sobre a estabilidade do solo, acerca de riscos de deslizamentos de terra etc. A quantidade de água pluvial absorvida pelo solo diminui, consideravelmente, quando o percentual de



impermeabilização aumenta, demonstrando a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis. A capacidade de absorção passa de 50%, com a cobertura vegetal natural para 15%, quando se trata de um solo com 75 a 100% de sua superfície impermeável (figura 8).

Figura 8 – Variabilidade do escoamento com o aumento das superfícies impermeáveis.



Fonte: Adaptado de FISRWG (1998) apud Prince George's County - Department of Environmental Resources, Maryland – EUA (1999). Arte Gráfica: Caio Oliveira (2016).

Quanto aos valores apresentados na figura 8, ressalta-se que, além de se considerar as especificidades do tipo de solo – arenoso, argiloso, orgânico, dentre outros – e sua capacidade de absorção e de retenção da água da chuva, deve-se relacionar o tipo de solo com o índice pluviométrico da localidade em questão, pois um solo saturado perde a capacidade de absorver mais água da chuva. No caso de Recife, que possui solo argiloso e alto índice pluviométrico concentrado em alguns meses no ano, e, em eventos extremos, em alguns dias, a saturação do solo ocorre com maior rapidez.

Herzog (2010, p.80) chama à atenção a importância de um planejamento sistêmico visando a uma drenagem urbana resiliente, de modo a mudar o “paradigma de tentativa de controle para o do convívio com os fluxos naturais”. Assim, deve haver um planejamento integrado da



drenagem para toda a bacia hidrográfica com uma infraestrutura verde do tipo multifuncional. Nesse sentido, a autora ressalta que deve haver a infiltração das águas pluviais no local onde as chuvas caem, para tanto, que haja maiores áreas permeáveis e arborizadas e a desconexão e a redução das áreas impermeáveis, além disso, esta autora sugere a retenção das águas ao longo da bacia hidrográfica, na forma de “lagos naturalizados e alagados construídos”, a fim de evitar o escoamento superficial e a consequente sobrecarga nas áreas mais baixas, dentre outras ações.

Nessa linha de pensamento, Mascaró (2005, p.96; 2016, p.103) cita que, de acordo com o “Manuel d'urbanisme pour les pays en développement” (1983), no volume intitulado “Les Infrastructures”, a acumulação de água como bacias de estocagem possui duas variantes: “bacias de acumulação seca” que perde toda a água, nos períodos de estiagem e “bacias de acumulação em água”, que mantêm um nível de água, podem funcionar como lagos permanentes de recreação urbana comporem a paisagem. Exemplos desses tipos de infraestrutura serão apresentados mais adiante.

Além de todos esses benefícios, pode-se ainda citar Gehl (2013, p. 180), ao destacar o aporte da vegetação urbana como elemento definidor do espaço urbano: “Uma grande árvore numa praça sinaliza: “aqui é o lugar”. Árvores ao longo de alamedas ressaltam a sequência linear, e árvores que espicham seus ramos sobre a rua sugerem a presença de um espaço verde na cidade”. Além de todas as qualidades estéticas e imediatas, têm-se ainda, o valor simbólico: o verde lembra a respeito de “recreação, introspecção, beleza, sustentabilidade e diversidade da natureza”.

Duarte (2000, p. 94) afirma que “além dos benefícios físicos, uma cidade arborizada torna-se mais atraente e influencia no estado de espírito das pessoas, além de valorizar comercialmente as áreas arborizadas”. Dentre os benefícios das árvores urbanas, Zhu e Zhang (2007, p.2) citam Schroeder (1989), ao afirmar que estas tornam os bairros esteticamente mais atraentes e adicionam valor à propriedade; e Crompton (2001), ao relatarem que os espaços verdes de qualidade têm um efeito econômico positivo em propriedades vizinhas, ou seja, os valores avaliados das propriedades adjacentes a parques e a espaços abertos foram em torno de 8 a 20% superiores aos valores de propriedades sem tais características. O verde urbano distribuído na malha urbana favorece a formação de ambientes com alta taxa de riqueza e equilíbrio da biodiversidade. Através dele, é possível perceber as mudanças da natureza, ao longo do ano, pois ele reflete os ciclos vitais e o passar do tempo. Há que se destacar, também, a influência da vegetação sobre o equilíbrio psicossomático da cidadania e sedativa



nas pessoas. Esses efeitos se multiplicam quando sua presença é mais densa, o que contribui com a sensação de bem-estar do usuário. No que se refere aos benefícios sociais do verde urbano, ressalta-se que os cidadãos valorizam as zonas verdes. Devido a isso, os bairros residenciais mais desejados são aqueles que contam com árvores em suas ruas e avenidas e que possuem muitos espaços verdes (FALCÓN, 2007, p.25-32).

É unânime o sentimento popular de que a beleza natural introduz um valor adicionado real na plusvalia, o que se tem comprovado pelo preço das propriedades em áreas arborizadas. [...] Uma pesquisa realizada em Manchester (Connecticut, EE UU) dava como resultado que o valor das propriedades nas áreas com uma boa cobertura de árvores aumentava em 6% em relação a outras zonas similares que careciam de arborização viária. Um estudo da US Forest cifrava o aumento do valor das propriedades próximas às zonas verdes de certas dimensões em 7 a 15%.

2.3.2 (Re)vegetação dos espaços urbanos – infraestrutura verde

A urbanização tradicional é baseada na infraestrutura monofuncional, onde a circulação de veículos é prioritária; os sistemas de esgotamento sanitário e drenagem das águas pluviais destinam-se a se livrar da água e do esgoto o mais rápido possível; as coberturas das edificações servem apenas para protegê-las e os estacionamentos pavimentados destinam-se a ter carros parados. A chamada infraestrutura cinza, composta pelo sistema viário e ferroviário, pontes, redes de drenagem, esgotamento sanitário, abastecimento de água e eletricidade, entre outros, e tradicionalmente concebida para substituir os sistemas naturais, favorece a ocorrência de inundações e de deslizamentos, e, em muitos casos, suprime áreas naturais alagadas/alagáveis e florestadas, o que resulta em consequências nocivas para o ambiente (HERZOG; ROSA, 2010, p.94; HERZOG, 2010, p.4; HERZOG, 2009, p.102).

Em seu contínuo processo de urbanização, o homem tem provocado uma diminuição continuada e massiva da biodiversidade do planeta. Schutzer (2012, p.103) lembra que, nesse processo, o conjunto que mais tem sofrido com esse impacto é formado pelas espécies arbóreas agrupadas em formações florestais. O contrassenso existe porque é precisamente este elemento da flora, que, quando agrupado, o que mais colabora com o equilíbrio das condições climáticas e hidrológicas de uma paisagem. É insensato pensar que, em uma cultura “pós-moderna e ecológica”, o elemento arbóreo ainda incomode tantas pessoas. Para os que habitam na cidade, há aqueles que consideram que a árvore faça sujeira, danifique a calçada, a fiação elétrica, as redes de infraestrutura subterrâneas, as cercas elétricas, como também, impeça o sol do quintal e da área de recreação infantil, além de dificultar a visibilidade viária;



para muitos que habitam no campo, “o sítio e a fazenda só parecem estar cuidados e produtivos quando rigorosamente limpos de todas as espécies arbóreas e arbustivas”. Tudo isso reflete que a presença de árvores à proximidade não se tornou um consenso, não se transformou em uma necessidade. Assim sendo, lembra Schutzer, do desafio ao qual nos deparamos:

Se a árvore é o elemento mais elaborado da flora, o mais complexo e evoluído, é justamente com ela que a sociedade tem que estabelecer sua relação dialética, mas não contraditória. A saúde psíquica do homem deve ser buscada no contato com a natureza, e não estabelecida apenas com vasos de violeta e outras plantas na varanda ou dentro de casas, ou ainda com o arbustinho podado na entrada de casa com canteirinho de flores no jardim. A relação do homem com a natureza, deve, antes de mais nada, ser estabelecida com esse elemento supremo da flora, que é a árvore (SCHUTZER, 2012, p.103).

Ao se tratar da introdução ou do retorno da massa vegetal arbórea em meio urbano se faz referência direta à permeabilidade ao solo, ao sombreamento, à manutenção da umidade do solo e do ar, à proteção das nascentes, à absorção de calor e de poluição etc. Desse modo, a inserção de manchas verdes esparsas ou formando sistemas de áreas verdes, a partir da utilização da arborização, está sendo considerada como a solução quanto à requalificação ambiental dentro do espaço urbano (SCHUTZER, 2012, p.181-182).

Nesse contexto, Herzog (2013, p. 110-171) propõe a infraestrutura verde que atende ao “novo paradigma da incerteza”, a partir da transformação de áreas impermeabilizadas, quase sempre monofuncionais em áreas multifuncionais, de modo a manter o “equilíbrio dinâmico, sustentável e resiliente do ecossistema urbano”, através da “renaturalização” ou “desimpermeabilização” de superfícies tais como: concreto, asfalto, cimento, pedras, telhas etc. Entende-se, nesse processo, a importância da inserção da massa vegetal de diversos tipos, portes e espécies, com ênfase na vegetação arbórea. Tudo isso visa reintroduzir ou incrementar a biodiversidade onde as pessoas vivem, circulam, trabalham e se divertem, ou seja, nas cidades. Benedict e McMahon (2006, p.1) afirmam que o termo infraestrutura verde significa coisas diferentes para pessoas diferentes, dependendo do contexto em que é usado. Para alguns, refere-se a indivíduos arbóreos que proporcionam benefícios ecológicos em áreas urbanas; para outras pessoas, refere-se a estruturas de engenharia, concebidas para serem ambientalmente corretas, a exemplo de instalações de tratamento de água. Os autores definem infraestrutura verde como sendo:



uma rede interconectada de áreas naturais e outros espaços abertos que conserva os valores e funções do ecossistema natural, mantém o ar e a água limpos, e fornece uma ampla gama de benefícios para o homem e a vida silvestre. Usado neste contexto, a infraestrutura verde é a estrutura ecológica para a saúde ambiental, social e econômica.

Desse modo, a infraestrutura verde enfatiza a importância do espaço livre e verde como partes de um sistema integrado. Enquanto o espaço verde é visto como algo que é bom ter, a infraestrutura verde representa algo que se deve ter. A rede de infraestrutura verde pode ser abordada como um conceito e como um processo. Como conceito, pode orientar, através do planejamento e da gestão, a criação de um sistema de relações de espaços livres que apoiem a conservação e as atividades recreativas, ao ar livre, conectem espaços verdes existentes e os que surgirão, no futuro. Entendida como um processo, a abordagem fornece um mecanismo de identificação de espaços para proteção, diversos interesses, em comum. Podem ser criados mecanismos de orientação de crescimento, ao mesmo tempo que a infraestrutura verde protege e preserva os recursos naturais existentes, considerando-se que a abordagem utilizada facilita as atividades de conservação, agrega valor aos resultados do projeto, além de fornecer previsibilidade e certeza, tanto para os atores conservacionistas quanto para os que se debruçam sobre o desenvolvimento de uma determinada área. As abordagens utilizadas pela infraestrutura verde, no que se refere ao planejamento, projeto e implementação, são semelhantes às que são usadas pela infraestrutura cinza (estradas, redes de distribuição de água e esgoto, hospitais, dentre outras instalações de apoio à comunidade) e podem ser aplicadas em múltiplas escalas, por exemplo, através de bacias hidrográficas (BENEDICT; McMAHON, 2006, p.2-4).

De acordo com Herzog (2013, p. 11), a infraestrutura verde fundamenta-se nos conceitos da ecologia da paisagem e da ecologia urbana, onde a cidade é compreendida como um sistema socioecológico, sob uma “visão holística”. No processo de concepção da infraestrutura verde, deve-se “planejar, projetar e manejar construções e infraestruturas novas e existentes, de modo a transformá-las em espaços multifuncionais”, interligados a uma rede de fragmentos vegetados ou permeáveis, conectados por corredores verdes e azuis – interconexões necessárias à sustentabilidade da paisagem, que mantêm ou restabelecem a biodiversidade (vegetal e animal) e o fluxo das águas. Nesse sentido, “a infraestrutura verde é uma rede ecológica urbana que reestrutura a paisagem, de modo a manter ou restaurar as funções do ecossistema urbano, oferecendo serviços ecossistêmicos no local”, a exemplos da redução das emissões de gases efeito estufa; da prevenção de enchentes e de deslizamentos; da



amenização das ilhas de calor; e do aumento e melhoria da biodiversidade nativa. A infraestrutura verde visa tornar os ambientes urbanos mais sustentáveis e mais resilientes em função da interação cotidiana das pessoas com o ambiente natural.

O guia “*Trees in the Townscape: a guide for decision makers*”, elaborado pelo Trees and Design Action Group – TDAG, em 2012, estabelece doze princípios orientadores à inserção de vegetação arbórea em meio urbano, voltados para a cidade do século XXI. Tais princípios podem ser adaptados aos contextos específicos locais e são direcionados aos agentes urbanos, tomadores de decisão. Todos os doze princípios apresentam objetivos e benefícios específicos, bem como, estudos de caso. Eles são divididos em quatro eixos: plano, projeto, plantio/proteção e gerenciamento/monitoramento. O quadro 2 apresenta os princípios e os objetivos respectivos, apresentados no guia.

Quadro 2 – Princípios e objetivos orientadores à inserção de vegetação arbórea, em meio urbano.

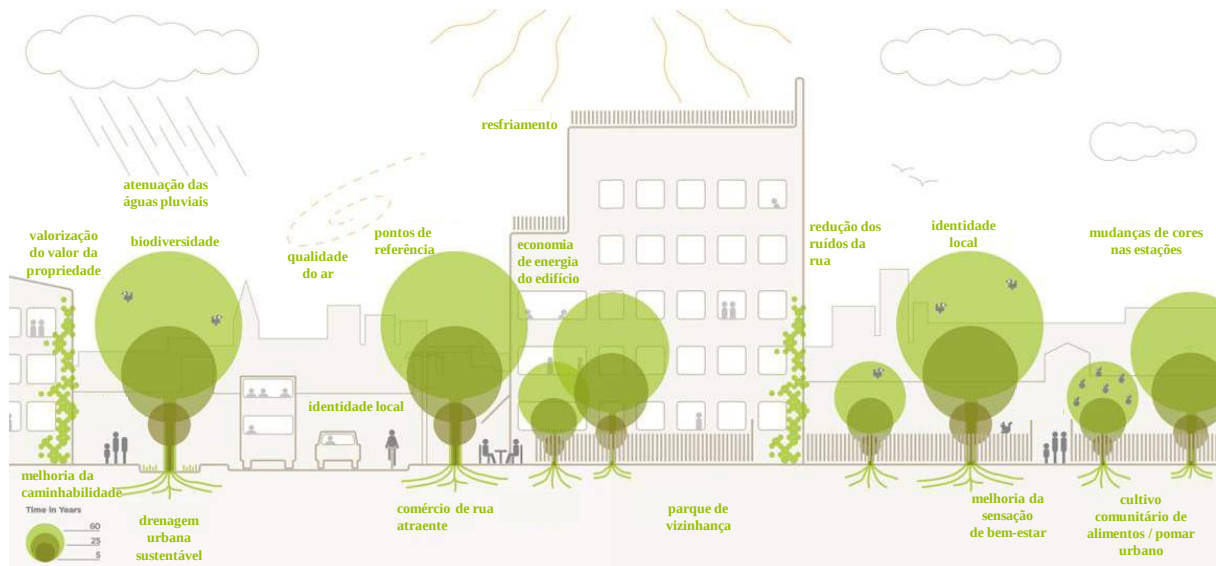
		Princípios	Objetivos
Plano	1	Conheça a árvore (seus recursos)	Criar e manter registros de fácil uso, relativos à cobertura vegetal existente e à natureza e à condição da população de árvores.
	2	Tenha uma estratégia abrangente da árvore	Produzir, adotar e implementar uma estratégia colaborativa para proteção, desenvolvimento e gerenciamento de uma floresta urbana, em sintonia com as necessidades e aspirações locais.
	3	Incorpore árvores em planos de políticas e em outros planos urbanos	Adotar normas para a proteção, cuidado e plantio de árvores, no plano local e em principais documentos de política e de investimento corporativo.
Projeto	4	Crie locais adequados para as árvores	Criar lugares onde as árvores possam se desenvolver e promover benefícios, sem causar danos.
	5	Escolha as árvores certas	Selecionar e usar as árvores adequadas ao contexto específico.
	6	Busque múltiplos benefícios	Dispor de todos os benefícios que as árvores possam oferecer, como parte de um sistema de infraestrutura verde local, de acordo com as principais aspirações locais.
Plantio/ proteção	7	Busque indivíduos saudáveis	Plantar indivíduos saudáveis e vigorosos, aptos a se desenvolverem no ambiente em que serão inseridos.
	8	Forneça solo, ar e água	Assegurar às árvores, acesso aos nutrientes, ao oxigênio e à água de que necessitam para o seu crescimento e longevidade.
	9	Busque os agentes interessados	Trabalhar com os agentes políticos, profissionais e comunitários para defender o valor das árvores, na paisagem urbana.
Gerenciamento/ monitoramento	10	Adote uma abordagem de gerenciamento de bens	Informar, aos agentes interessados, todas as decisões de planejamento, gestão e investimento acerca dos custos e do valor gerado pelas árvores.
	11	Esteja consciente do risco (em vez de avesso ao risco)	Adotar uma abordagem equilibrada e proporcional, em relação à gestão de segurança das árvores.
	12	Adapte a gestão às necessidades	Realizar uma manutenção proativa e adaptada à árvore, para garantir melhores benefícios, em resposta às necessidades locais.

Fonte: Adaptado de TDAG (2012, p.6-73).



A figura 9 apresenta benefícios produzidos pela inserção de vegetação de porte arbóreo em meio urbano. Há que se ressaltar que, além dos benefícios ambientais, são ressaltados benefícios econômicos, sociais e psicológicos, tais como, a valorização econômica da propriedade, a relação de identidade com o entorno próximo e o cultivo comunitário.

Figura 9 – Benefícios da vegetação arbórea no ambiente urbano.



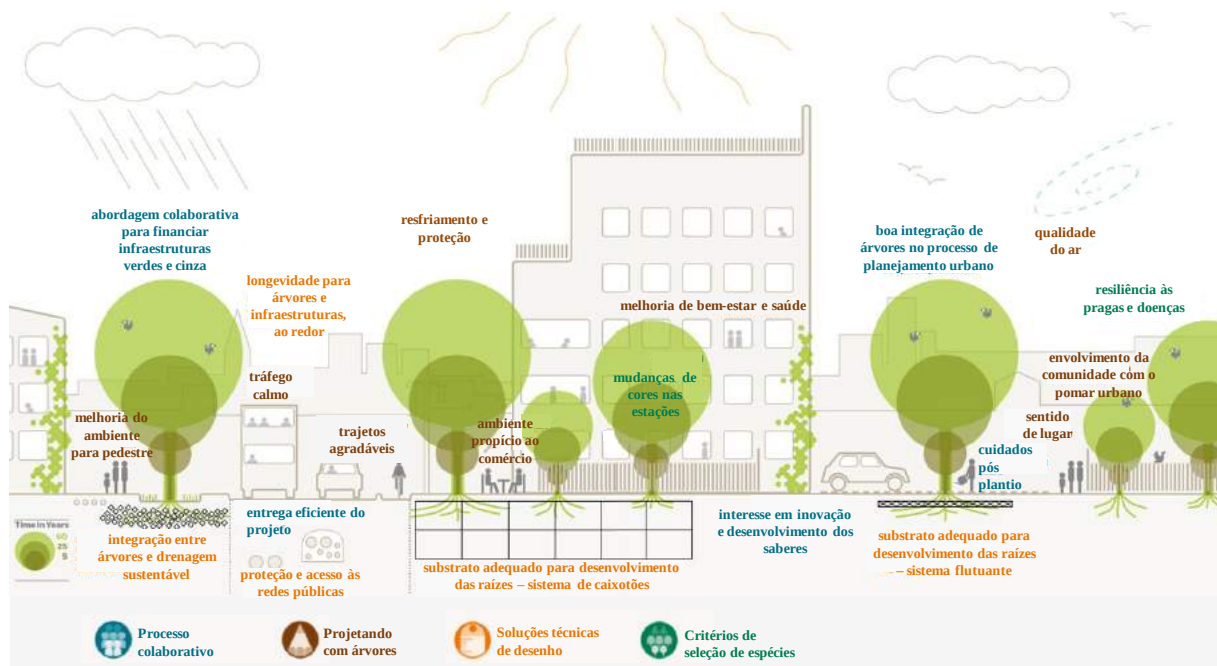
Fonte: Adaptado de TDAG – Trees and Design Action Group (2012, p.2; 83).

O guia “*Trees in Hard Landscapes: a guide for delivery*”, também elaborado pelo Trees and Design Action Group – TDAG, apresenta-se como um documento complementar ao guia “*Trees in the Townscape: a guide for decision makers*”. Neste guia, são explorados desafios práticos e apresentadas soluções técnicas para a integração de árvores e sistemas de infraestrutura em ambiente urbano, a exemplo de ruas e avenidas, áreas de estacionamento e demais superfícies pavimentadas. Este tipo de paisagem, predominante, na cidade do século XXI, constitui-se, indiscutivelmente, em espaços desafiadores para o cultivo de árvores, por configurarem-se, em muitos casos, inóspitos a sua inserção. No entanto, são estes espaços que podem obter grandes benefícios de sua inclusão, a ponto de funcionarem como elementos-chave à integração de diversas zonas verdes (TDAG, 2014, p.6).

A figura 10 apresenta um esquema de desafios e oportunidades para a cidade do século XXI, a partir da inserção de vegetação de porte arbóreo e sua integração com a infraestrutura, segundo quatro eixos de construção: ‘processo colaborativo’, ‘projetando com árvores’, ‘soluções técnicas de desenho’ e ‘critérios de seleção de espécies’.



Figura 10 – Desafios e oportunidades para as cidades, a partir da inserção de árvores em meio urbano.



Fonte: Adaptação de TDAG – Trees and Design Action Group (2014, p.4-5).

O ‘processo colaborativo’ requer uma abordagem de colaboração interdisciplinar e acompanha todas as fases do projeto, desde o seu início, no momento de sua concepção, passando pela implementação, manutenção, alcançando, finalmente, o monitoramento. Deve-se analisar ‘quando’, ‘como’ e ‘com quem’ o trabalho precisa acontecer. Nesse processo, essa colaboração contribui com o acesso ao financiamento, com soluções resilientes de projeto, acima e abaixo do solo, dentre outros. Os benefícios mais amplos a serem obtidos são: melhor relação custo x benefício dos investimentos em infraestrutura e capacidade aprimorada da equipe em aprender e se adaptar a contextos locais complexos e em processos de mudanças, de modo a anteciparem possíveis problemas e oportunidades (TDAG, 2014, p.10).

O eixo ‘projetando com árvores’ explora os fatores que permitem que o elemento arbóreo agregue valor às paisagens inóspitas onde cresce, em meio urbano. Além disso, apresenta estratégias que visam à garantia de que as árvores contribuam com os objetivos do projeto, em meio urbano, proporcionando benefícios a sua proximidade, tais como: qualidade do lugar, conservação da natureza, gerenciamento de águas superficiais, controle da poluição do ar, dentre muitos outros, a longo prazo. Para tanto, há a necessidade de uma abordagem integrada que elabore soluções capazes de resolver potenciais conflitos. Dentre os benefícios busca-se a floresta urbana resiliente (TDAG, 2014, p.2; 46).

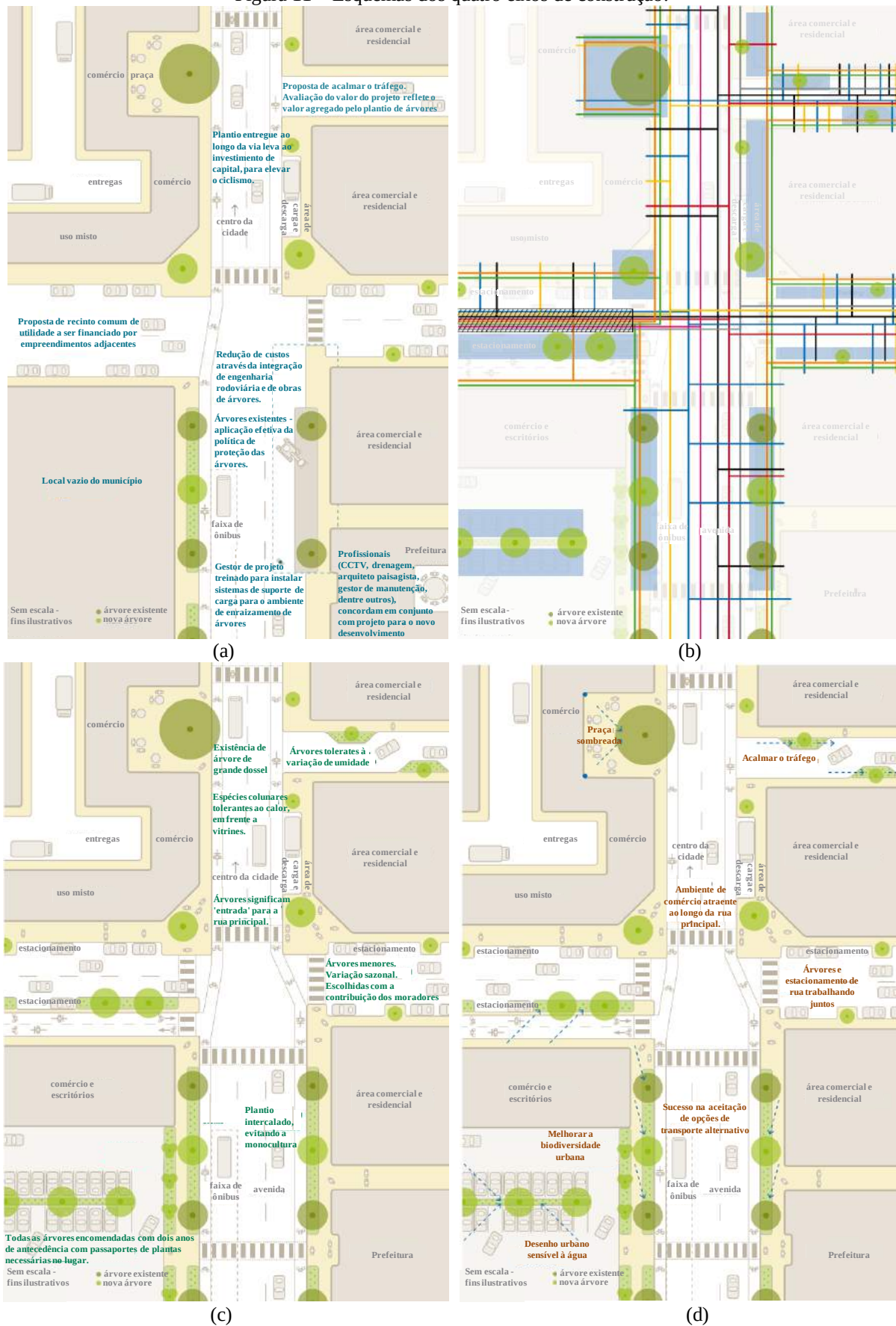
O eixo ‘soluções técnicas de desenho’ debruça-se sobre o comportamento e as necessidades de desenvolvimento das árvores urbanas, a exemplo de suas raízes, e sobre o funcionamento das redes de infraestrutura, de modo que trabalhem em conjunto, visando à sustentabilidade do entorno próximo. Nesse contexto, as escolhas acertadas na concepção do ambiente subterrâneo ditarão o sucesso desta integração. Como benefícios, têm-se a infraestrutura com melhor desempenho, combinando os componentes "verdes" (naturais) e "cinzas" (projetados), custos mais baixos de manutenção da infraestrutura, maior resiliência às tempestades e longevidade da floresta urbana (TDAG, 2014, p.84).

A seção relativa aos ‘critérios de seleção de espécies’, ressalta que, apesar da seleção de espécies arbóreas não compensar a má concepção ou as condições de cultivo inadequadas, escolher a árvore certa para o lugar certo é um princípio primordial para o sucesso da implantação do projeto. Deve-se ter cuidado com a produção de simples listas de árvores consideradas adequadas aos ambientes urbanos, o que pode resultar em escolhas excessivamente limitadas, de modo a (re)produzirem a monocultura. Atualmente, todos os envolvidos com a inserção de floresta urbana buscam alcançar a diversidade de espécies. Em virtude da quantidade de variáveis a serem analisadas, que influenciam direta e indiretamente essas escolhas de espécies de árvores, é imprescindível que ocorra, nessa etapa, uma avaliação detalhada do local de implantação, com o apoio de especialistas. Como benefícios, busca-se conseguir: ‘lugar certo, árvore certa’, bem como, aumentar a resiliência da população de árvores a pragas, a doenças e a ameaças climáticas (TDAG, 2014, p.138).

Os esquemas, a seguir, apresentam uma paisagem imaginária, na qual se desenharam as proposições dos quatro eixos de construção (figura 11). Dentre elas, tem-se, no esquema ‘a’, o compromisso de uma política de proteção de árvores existentes, a introdução de ciclovias e de um desenho urbano que torna o tráfego mais lento; no esquema ‘b’, no local vazio, houve a inserção de um estacionamento com pavimentação favorável à drenagem de água pluvial e a colocação de mais exemplares de árvores, aumentando a biodiversidade do ambiente urbano; no esquema ‘c’, houve a racionalização do espaço e a melhoria do acesso às redes de serviços públicos, bem como, a compatibilidade duradoura entre árvores e a rede de infraestrutura, a partir do estudo do sistema de enraizamento das árvores; no diagrama ‘d’, a seleção de espécies foi guiada por restrições do local, intenções de projeto e de benefícios previstos. Além disso, o uso de diversas espécies visa à resiliência do ambiente urbano (TDAG, 2014, p.10-138).



Figura 11 – Esquemas dos quatro eixos de construção.



Fonte: Adaptado de TDAG (2014, p.11; 47; 85; 139).



O Landscape Institute (2013, p. 1-14) afirma que não se deve subestimar o papel da infraestrutura verde na abordagem dos desafios do século XXI. Ela possui características naturais e seminaturais e é composta por espaços verdes, rios e lagos que se intercalam e ligam vilarejos e cidades. Dentre os espaços verdes, podem ser encontrados desde praças, parques, até arborização viária e tetos verdes. Quando adequadamente planejado, o conjunto da infraestrutura verde tem o potencial de proporcionar diversos e amplos benefícios, que vão desde a qualidade estética, filtro de poluentes e fornecimento de sombra de uma rua arborizada, em um determinado recorte urbano, até a contribuição com a mitigação e com a adaptação aos efeitos das alterações climáticas, em uma escala mais abrangente, da cidade ou da região. Busca-se, assim, a multifuncionalidade da rede verde de infraestrutura, sob os aspectos sociais, econômicos e ambientais, simultaneamente. Deve-se adotar uma abordagem estratégica para a rede integrada de infraestrutura verde, de modo que se tenha o rebatimento em várias escalas, ou seja, a implementação de projetos em nível local pode contribuir, consideravelmente, para o cenário em uma escala maior, alcançando o nível regional.

Para Minke (2013, p.8), “as pessoas que vivem e trabalham nas cidades sentem uma grande nostalgia pelo verde natural” e há um desejo de colocar um pouco de natureza no seu campo visual. Falcón (2007, p. 50-51) apresenta novas formas de “revegetar”. As últimas tendências em planificação e gestão do verde urbano visam aumentar o percentual do verde a partir de novos suportes urbanos: é o caso das fachadas cegas ou das cobertas de edifícios. Assim, a cidade passa a ser analisada a partir dessa nova perspectiva ecológica.

Herzog (2010) apresenta diversos tipos de infraestrutura verde que podem ser aplicadas em áreas urbanizadas, de acordo com as especificidades de cada local e que, “em sua maioria, dão visibilidade aos processos naturais das águas”. São elas: alagados construídos, bioengenharia, biovaleta, jardins de chuva, canteiros pluviais, interseções viárias, lagoas pluviais (ou bacias de retenção ou bioretenção), lagoas secas (ou bacias de detenção), tetos e paredes verdes, pavimentos porosos, rua de pedestres, ruas verdes, vias de uso múltiplo (ruas completas) e corredores verdes. Alguns destes exemplos serão apresentados, mais adiante.

As ‘**ruas verdes**’ são parte integrante de um plano que deve abranger a bacia de drenagem e diz que estas devem “ter um projeto sistêmico, multifuncional e estético adequado à paisagem local”. As ruas verdes são as ruas arborizadas, que integram o manejo de águas pluviais, portanto, reduzem o escoamento superficial, durante o período das intensas chuvas; pelas características da vegetação, contribuem com a amenização climática – diminuição da temperatura e dão visibilidade aos processos hidrológicos e ao funcionamento da



infraestrutura verde (HERZOG, 2013, p.167-168). A figura 12, a seguir, exemplifica uma rua verde, em Santiago/Chile.

Figura 12 – Exemplo de uma rua verde, em Santiago, Chile.



Foto: Jaucele Azerêdo (2015).

Nas ruas verdes, a circulação viária é mais restrita, não sendo permitido o trânsito de veículos pesados, e o limite de velocidade é reduzido; as travessias são demarcadas com piso diferenciado e as lombadas são estendidas para diminuir a velocidade dos veículos, dá-se, portanto, a preferência de travessia a pedestres e a ciclistas. Assim, é estimulada a circulação de baixo impacto. Além disso, as ruas verdes conectam a avifauna e os insetos entre os fragmentos/recintos com vegetação (jardins, praças e parques); valorizam a área; facilitam a educação ambiental, entre outros.

As ‘**vias de uso múltiplo**’, também consideradas ruas completas, são aquelas que conciliam além do trânsito de veículos e de pedestres, a existência de ciclovias seguras e independentes do tráfego viário e das calçadas. Desse modo, as ruas completas são destinadas a todos os indivíduos, e tendem a melhorar a “equidade, a segurança e a saúde pública, ao mesmo tempo em que reduzem os custos de transporte e os problemas de tráfego”⁴. Nessas vias, os cruzamentos para pedestres e ciclistas devem ser prioritários e bem marcados com lombadas estendidas. Os pontos de parada de ônibus devem ter recuos seguros, serem abrigados e possuírem mobiliário urbano compatível, podendo acomodar bancos. As vias de múltiplo uso devem ser compatibilizadas com os diversos tipos de infraestrutura verde, a exemplo de: canteiros pluviais, biovaletas e interseções viárias e devem contar com arborização intensa.

⁴ <https://smartgrowthamerica.org/program/national-complete-streets-coalition/what-are-complete-streets/>



Desse modo, contribuem com a drenagem das águas pluviais, com a biodiversidade e com a amenização do desconforto térmico, ao nível do usuário pedestre, devido, principalmente, ao sombreamento, além de minimizar a possível criação de ilhas de calor (HERZOG, 2013, p. 169). A figura 13 apresenta um trecho de uma via em Porto Alegre/RS, que tangencia o lago Guaíba e que apresenta muitas das características citadas por Herzog, porém, o que ainda falta, e que é imprescindível, é o adensamento da vegetação.

Figura 13 – Estrutura de uma via de múltiplos usos, em Porto Alegre/RS.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).

Existem diversos tipos de pavimentos porosos ou drenantes, tais como: asfalto poroso; concreto permeável; materiais de demolição granulados, como brita; blocos intertravados; brita e pedriscos; entre outros. Tais pavimentos permitem a infiltração das águas da chuva, além de reduzir o escoamento superficial (HERZOG, 2013, p. 165). Para uma cidade como Recife, com alta pluviosidade, é extremamente importante a recomendação de solo permeável em jardins, praças e em parques, bem como em certas calçadas, quando a sua largura permite, deixando livre a zona de passeio. A permeabilidade do solo, nesses casos, deve ser pensada em conjunto com a vegetação e seus variados portes e tipos. No caso de estacionamentos, jardins, quintais, praças, parques e calçadas, podem ser usados pavimentos drenantes, na área de passeio, de modo que não entrem em conflito com outras questões, a exemplo de acessibilidade. Há sempre a recomendação de que, antes de se especificar todo e qualquer material, deve-se avaliar o uso e a ocupação do espaço. Quanto às vias de circulação, deve-se ter em conta o tipo de via, o fluxo e o porte de veículos, para escolher qual o melhor tipo de revestimento.



O conceito de **corredor verde** surgiu no final do século XX. Tem como principal função a conexão de diferentes elementos que configuram a paisagem, dentre os quais, bosques, superfícies agrícolas, rios, caminhos, “que permitem o fluxo de água, de materiais, fauna ou seres humanos, além de permitir a existência de uma trama interrelacionada”. Aplicando-se esse conceito em zonas urbanas deve-se considerar uma trama verde formada tanto pela arborização viária, quanto pelos parques lineares e pelas pequenas praças ajardinadas, que juntos realizam as funções de corredor verde, interligando os grandes parques e jardins, e estes e o meio natural que rodeia a cidade (FALCÓN, 2007, p.45). Podem ser citados projetos de corredores verdes, em nível mundial: Corredor Verde de Monsanto, em Lisboa e as propostas para Montreal/Canadá – dentre as quais, o ‘Projeto Darlington’, ainda em execução (figura 14).

Figura 14 – Corredor verde, Projeto Darlington, Canadá.



Fonte: Disponível em: <<https://www.corridorsvertsmtl.org/projet/le-projet-darlington-corridor-ecologique-et-vivrier-de-montreal/>>. Acesso em: 01-08-2017.

Há a recomendação de que os corredores verdes sejam multifuncionais e devam ser planejados e projetados à margem de corpos d'água. Devem ter vegetação adequada às condições climáticas (temperatura e umidade), e de preferência, ser autóctones. Além de protegerem e manterem a conectividade da biodiversidade, os corredores verdes podem desempenhar funções ambientais essenciais para a sustentabilidade das cidades, a exemplo de: infiltrar as águas das chuvas, e, conseqüentemente, evitar enchentes e seus danos, evitar o assoreamento dos corpos d'água; abrigar vias para pedestres e ciclistas, oferecer áreas de lazer e contemplação, além de melhorar o clima urbano. Os corredores ecológicos urbanos podem



conectar fragmentos de ecossistemas isolados, em áreas urbanizadas (HERZOG, 2013, p. 169-170).

A biodiversidade foi constituída como o melhor indicador de sustentabilidade de um sistema urbano, a partir do fórum da Comissão de Biodiversidade do Conselho do Meio Ambiente da cidade de Barcelona. Obviamente, esta biodiversidade guarda uma relação direta com a naturalização do sistema. Este, por sua vez, está relacionado com a quantidade e com a qualidade do verde urbano (BOADA, 2007, p.9). O programa da Unesco denominado ‘O Homem e a Biosfera’, através do campo de ação 11, dedica-se aos aspectos ecológicos dos sistemas urbanos, dentre os quais, “os espaços verdes como elemento fundamental do equilíbrio das cidades, com um aporte de biomassa que se traduz em uma melhora tangível do ambiente urbano”. Deve-se ter em mente que o verde urbano constitui, em si mesmo, um pequeno ecossistema, “integrado pelo solo, a água, a vegetação e a fauna, que poderão satisfazer as expectativas com relação às necessidades fisiológicas, psicológicas, ambientais, sociais e estéticas quando todos estes elementos estiverem em equilíbrio” (FALCÓN, 2007, p.24-25).

Oke (1973), citado por Schutzer (2012, p.92), estimou que fosse recomendável um índice de cobertura vegetal na faixa de 30%, visando a um adequado balanço térmico em áreas urbanas, e que, em áreas com índice de arborização inferior a 5%, estas teriam características semelhantes às de um deserto. Quanto maior a massa foliar das árvores, maior a sua capacidade de retenção de calor, o que aumenta a sua inércia e proporciona a diminuição de temperatura. Como os benefícios microclimáticos e de filtragem de poluentes são muito localizados e se estendem por apenas algumas dezenas de metros, é necessário, portanto, quanto à proporção e à distribuição da vegetação em áreas urbanas, que a sua distribuição pelo espaço construído ocorra em um número maior de diversos espaços verdes, grandes e pequenos, espalhados por toda a cidade, de modo a estender os seus benefícios a uma área maior e a um maior número de pessoas. Há que se considerar que “esses valores carecem, ainda, de um modelo que relacione a quantidade necessária de cobertura vegetal com as características das áreas urbanas nas diferentes latitudes”, como cita Nucci (1999, p.30) apud Schutzer (2012, p.147).

Ressalta-se que as novas formas de revegetar o espaço urbano, a partir da inserção de vegetação em fachadas cegas e em cobertas de edificações, tendem a valorizar não apenas a edificação, mas também, o ambiente urbano a sua proximidade. Essa valorização vai além das questões relativas às recomendações ambientais. Segundo Schutzer (2012, p. 268), ao



denominar um empreendimento, como ambiental e ecológico, se está conferindo “um *status* bastante explorado pela mídia, sobretudo na sensibilização para os negócios imobiliários”. Tem-se visto o consumo cada vez mais do verde, do ecológico e do ambiental, “embora ainda não se tenha uma noção exata do que isto significa e como se reflete na escala do lote, da rua, do bairro, da cidade”.

2.3.3 Condicionantes da implantação da arborização urbana

Há diversos condicionantes da arborização nos centros urbanos, principalmente, nos que já se encontram consolidados. Abbud (2006, p.58-65) chama à atenção as formas de planejamento e de ocupação dos bairros, pois estas condicionam a arborização, ou seja, há certas regiões da cidade com parcelamento do solo e diretrizes de ocupação que incentivam a presença de árvores, a exemplo dos bairros-jardim. E há outros setores urbanos como os loteamentos de habitação de interesse social, que possuem lotes cuja dimensão dificilmente ultrapassa 125m² e calçadas muito estreitas, onde é extremamente complicado plantar árvores, aliado à dificuldade de caminhar sobre elas. Assim, é essencial que se conheça o espaço necessário para o crescimento das raízes das árvores, evitando problemas com elementos construídos próximos, como muros e a própria edificação. Conhecendo-se o comportamento das raízes, podem-se orientar os agentes na escolha de espécies, também no que diz respeito ao cuidado com as demais redes de infraestrutura urbana, a fim de evitar conflitos. Outros condicionantes a serem citados se relacionam à proximidade com o lençol freático e ao tipo de solo. Acerca desse assunto, Panachuki (2003, p.12) relata que “a magnitude da infiltração é severamente reduzida pela formação ou presença do selamento superficial, fenômeno motivado pela pequena porosidade desta camada e à dominância de poros de pequeno diâmetro”.

No processo de revegetação dos espaços urbanos, considerando o verde urbano como parte integrante da cidade e, mais profundamente, ele próprio como um sistema, não se deve esquecer de dois elementos que são de extrema importância ao desenvolvimento do vegetal, principalmente o de porte arbóreo, que são a água e o solo. A água, porque constitui uma parte importante de seu corpo, é o suporte onde se dissolvem os minerais que os nutrem, assim como, é o meio onde se realizam as reações metabólicas. O solo, porque sustenta os vegetais. Nele, os vegetais encontram alimento, fixação e aporte da energia para o seu desenvolvimento, a partir de cinco componentes: minerais, matéria orgânica, ar, água e seres vivos. No solo são encontrados os elementos minerais necessários ao desenvolvimento dos



vegetais, dentre os quais citam-se: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (FALCÓN, 2007, p.60-61).

Quanto mais arenosos são os solos, menor a sua capacidade de reter água, pois possuem muitos espaços entre os grãos, o que auxilia na drenagem. Porém, como retém menos água, o solo arenoso seca mais rapidamente, o que demanda regas menores e mais frequentes, para suprir as necessidades do vegetal. Quanto aos solos argilosos, estes têm grande quantidade de poros de tamanhos muito pequenos, o que auxilia na retenção de grande quantidade de água. A situação ideal, portanto, é que a composição do solo equilibrada entre areia, limo e argila e água, que permita as raízes retirar os nutrientes, e, simultaneamente, se manter oxigenada, a partir da circulação de ar. A diferença entre o conteúdo de saturação e o conteúdo não aproveitado é igual ao conteúdo útil de água que cada solo pode reter.

Assim sendo, um solo com menor valor percentual de conteúdo útil, a exemplo de solo arenoso, precisa de regas mais frequentes; em solo argiloso, ao contrário, a frequência de irrigação deve ser menor, já que o conteúdo útil alcança maiores valores percentuais. A capacidade máxima de absorção de água que um solo pode conter é limitada. Quando a quantidade de água absorvida pelas raízes é maior que a quantidade da reposição pela irrigação, quando essa ocorre, a água contida no solo irá diminuir, com o passar do tempo, até atingir o nível mínimo, produzindo-se o estresse hídrico. Ao contrário, o equilíbrio hídrico da vegetação ocorre com a regulação do balanço hídrico, através da diminuição do escoamento superficial, que se relaciona diretamente com a capacidade de absorção do solo. Para as áreas com quantidade de água insuficiente, para suprir as necessidades do vegetal, em certos períodos no ano, devem ser indicadas espécies com baixa necessidade de água (MASCARÓ, 2016, p. 130-131).

Aliando-se as características do solo às necessidades do vegetal, visando ao equilíbrio hídrico da vegetação, tem que se pensar na complexidade da manutenção de grandes zonas ajardinadas existentes, bem como do crescimento de zonas urbanizadas com uma elevada proporção de áreas ajardinadas, no que diz respeito ao consumo de água procedente das redes de distribuição da concessionária. Assim, tanto para a manutenção de espaços verdes já existentes, como na construção de espaços novos, a busca pela incorporação de sistemas de utilização de água da chuva deve ser considerada. A preocupação com a manutenção da água no solo quando de uma intervenção na cidade, a partir da urbanização de novas áreas e/ou crescimento de zonas já existentes, constitui um dos componentes de ordenamento prioritários e deve ser planejada em conjunto com as bacias hidrográficas existentes na região. No que se



refere à distribuição de água para irrigação de espaços vegetados, deve-se pensar na eficiência do sistema como um todo, visando à minimização de custos diretos e indiretos, escolhendo o mais adequado para cada caso. Apesar de, genericamente, os sistemas de irrigação mais simples e baratos, serem os que distribuem a água por gravidade, estes apresentam as maiores perdas. Há, atualmente, sistemas mais modernos que, apesar de terem elevados custos de implantação, aproveitam melhor a disponibilidade de água (MASCARÓ, 2016, p. 129-130).



2.4 Vulnerabilidade e resiliência dos conjuntos verdes arbóreos urbanos

A vulnerabilidade, para Acserald (2006, p. 2), é uma noção relativa, “normalmente associada à exposição aos riscos e designa a maior ou menor susceptibilidade de pessoas, lugares, infraestruturas ou ecossistemas sofrerem algum tipo particular de agravo”. Para Turner et al. (2003, p. 8.074), refere-se ao “grau em que um sistema, subsistema ou componente do sistema é susceptível de sofrer danos devido à exposição a um perigo, seja uma perturbação ou estresse”.

Hogan et al. (2010, p. 92-94) afirmam que a vulnerabilidade e a sustentabilidade parecem manter uma relação diametralmente oposta, ou seja, inversamente proporcionais: quanto maior a vulnerabilidade, maior a diminuição da sustentabilidade; ao contrário, para que ocorra a sustentabilidade, deve haver a diminuição da vulnerabilidade. Nessa perspectiva, a vulnerabilidade envolve “desde as estruturas materiais (sociais, econômicas, urbanas, ambientais), passando pelas instituições, composição da população, cultura, memória, envolvimento e identidade territorial, práticas sociais e políticas, economia e sistema produtivo etc.” Os autores citam ainda que a vulnerabilidade faz parte de um conjunto que abrange também “adaptação, mitigação, riscos, perigos e resiliência”.

Em se tratando, especificamente, de vulnerabilidade ambiental, Tagliani (2003, p.1.659) a conceitua como sendo a “maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer”. Ele a avalia segundo três critérios: a) “fragilidade estrutural intrínseca”, cujos fatores de análise são a declividade e a capacidade de uso dos solos; b) “sensibilidade”, em relação à proximidade de recursos hídricos e de comunidades vegetais sob proteção legal; e, c) “grau de maturidade dos ecossistemas”, que é condicionado ao tempo de evolução, característica determinante da fragilidade relativa dos ecossistemas frente a perturbações antrópicas.

No caso específico da arborização viária urbana, tem-se que ela, constantemente, é exposta a riscos e a danos diretamente relacionados aos conflitos existentes com as redes de infraestrutura, em consequência da falta de planejamento integrado. Facilmente, se encontram indivíduos arbóreos dispostos em calçadas de ruas e avenidas, que sobrevivem em pequenos espaços que lhes são destinados, onde há o comprometimento do desenvolvimento de suas raízes, em virtude de dividirem espaço com as diversas redes subterrâneas de serviços urbanos. Como também, a proximidade às edificações e às redes aéreas comprometem o



desenvolvimento do volume de suas copas. Citam-se ainda, os danos sofridos em decorrência do choque com veículos de grande porte, que destroem seus galhos, comprometendo a forma e o volume da copa, de modo a desconfigurar o indivíduo arbóreo.

Hogan et al. (2010, p. 94-95) citam Folke (2006), ao apresentarem três tipos de resiliência: 1. resiliência estrutural – “retorna a um estado anterior, recuperando o sistema de impactos”; 2. resiliência ecológica/ecossistêmica – “envolve a capacidade de amortecimento e a manutenção das funções”; e 3. resiliência sociológica – “incorpora a interação distúrbio-reorganização, orientada à capacidade adaptativa e à sustentação”. Os autores ainda afirmam que promover a resiliência “é uma das maneiras mais eficientes [...] de promover a sustentabilidade, pois provoca alterações na própria estrutura interna dos sistemas, reforçando sua própria capacidade de suportar impactos e de se regenerar”.

De acordo com Herzog (2010, p.79), “a resiliência é a capacidade de um sistema absorver impactos e manter suas funções ou propósitos”, ou seja, a capacidade de sobreviver ou persistir em um ambiente com determinadas variações e incertezas. Esta autora relaciona o conceito de resiliência à noção de sistemas, ao enfatizar que pensar de forma sistêmica permite ter um “pensamento resiliente”. Herzog trata as cidades como “sistemas socioecológicos, com complexos ciclos adaptativos”, que interagem em diversas escalas e diz que a forma como o sistema responde a determinada alteração é que vai determinar o grau de sua resiliência. Herzog ressalta que é difícil de aferir a resiliência antes que os limites já tenham sido ultrapassados, ou seja, “quando a mudança de patamar se torna inevitável, levando à ruptura do sistema, que passa para outra dinâmica de funcionamento”.

Herzog (2010, p. 80-81) apresenta cinco estratégias para construir a resiliência urbana. São elas: 1. diversidade (biossociocultural); 2. redes multiescalares, conectividade; 3. multifuncionalidade; 4. flexibilidade; e 5. capacidade adaptativa. Em acordo com a “Declaração do Rio”, de 14 de junho de 1992, a autora recomenda a adoção do “Princípio da Precaução”, ao citar que, “em caso de dúvida quanto aos impactos ambientais, devemos agir de forma preventiva, sem arriscar causar danos que possam ser sérios ou irreversíveis”, e ainda complementa:

No caso de cidades, é vital pensar de forma sistêmica e resiliente, para que sejam sustentáveis ao longo do tempo, adotando o “Princípio da Precaução” em planos adaptativos de longo prazo. Os projetos devem ser multifuncionais, oferecer redundâncias – sempre que falhar uma alternativa, deve haver outra, para manter o sistema urbano funcionando com a manutenção de suas interconexões socioecológicas em diversas escalas (HERZOG, 2010, p.81).



Visando à diminuição da vulnerabilidade e o consequente aumento da resiliência dos conjuntos arbóreos urbanos localizados em vias, de modo que efetivamente contribuam com as questões ambientais, em especial, com a promoção da sensação de conforto térmico dos usuários, deve-se considerar:

- a. a escolha das espécies a serem utilizadas – as espécies devem possuir o troco o mais retilíneo possível, sem ramificações laterais até a altura de, no mínimo, dois metros; os troncos e os ramos não devem conter espinhos; os ramos não devem se quebrar com facilidade; priorizar espécies com sistema radicular profundo, com a ausência de raízes superficiais muito espessas; não utilizar espécies que possuam princípios tóxicos que provocam alergias (DEMATTE, 2006, p.40); em clima tropical quente e úmido, em virtude da necessidade de sombreamento, há que se especificar espécies cuja folhagem seja perene e com copa densa.
- b. a dimensão das calçadas – estas devem ter, obviamente, condições de receber a vegetação arbórea – compatibilidade entre a largura da calçada e o porte da vegetação.
- c. a compatibilidade com as redes de infraestrutura existente – a existência de serviços de infraestrutura no subsolo (tubulações de água, esgoto, eletricidade) pode dificultar o desenvolvimento das raízes; a infraestruturas aéreas (eletricidade, internet, telefone), podem comprometer o crescimento do volume e do formato da copa;
- d. a quantidade e qualidade de solo e de água – relativos aos nutrientes necessários ao desenvolvimento do vegetal;
- e. a manutenção – relativa à necessidade de podas que compatibilizem a arborização com as edificações próximas, com a iluminação pública e com os veículos, nas faixas de rolamento, visando à minimização de conflitos. Podem ser utilizadas duas categorias de poda: poda de formação (ou educação) e poda de manutenção (limpeza, desbaste, levantamento, redução e direcionada para desobstrução de redes elétricas). Não se recomenda a poda de destopo⁵ (CEMIG, 2001, p. 63-65);
- f. o controle – relativo à fitossanidade do vegetal, visando à diminuição de perdas de indivíduos em virtude da ocorrência de pragas.

⁵ Considera-se a poda de destopo “inapropriada e não recomendada, realizada para reduzir o tamanho de uma árvore. Os galhos são reduzidos a brotos, tocos, entrenós ou laterais, não suficientemente grandes para assumir dominância apical” (CEMIG, 2001, p. 65).



Quanto à implantação das mudas, há que se observar as distâncias mínimas das covas em relação aos bueiros, às entradas de garagem, ao posteamento e às esquinas (figura 15).

Figura 15 – Distâncias mínimas de orientação à implantação do vegetal arbóreo.



Fonte: Cemig (2001, p.54).

A Cemig (2001, p.54) recomenda, no mínimo, quatro metros de distância das covas em relação aos postes; um metro de distância da entrada de garagens; dois metros de bueiros e de esquinas; 0,60m de tubulações subterrâneas; quando do plantio diante de lotes vagos, devem ser deixados quatro metros de distância dos limites, a fim de evitar problemas futuros com o acesso à edificação. Niemeyer (2005, p.81) recomenda distâncias mínimas maiores: cinco metros de postes e de esquinas, quatro metros de paradas de ônibus e um metro de distância de redes subterrâneas.

Há que se recomendar ainda a preferência de implantação de espécies nativas e diversificadas, (diversidade de 15 a 20%, por espécie) (NIEMEYER, 2005, p. 81). Como também, espaços destinados aos alegretes compatíveis com o porte do indivíduo arbóreo.

Como as áreas urbanas são sistemas bastante complexos, com uma multiplicidade de interações no espaço e no tempo, projetar e planejar cidades resilientes e sustentáveis demanda uma série de critérios a serem considerados pelo poder público. Cabe à gestão pública promover condições reais, a partir de parâmetros específicos contidos na legislação urbanística, que favorecem a inserção de vegetação arbórea, e através da compatibilização entre legislações, permitir o diálogo entre as diversas redes de infraestrutura, visando à diminuição de conflitos correlacionados. Assim, uma das ferramentas básicas para a gestão das zonas verdes públicas é o Plano Diretor de um Sistema Verde (FALCÓN, 2007, p.156-



158), que deve nortear os objetivos acerca do planejamento e do crescimento do verde urbano, conter as diretrizes de manutenção das zonas verdes, assim como as suas medidas de proteção. A partir de um plano diretor, a gestão pública pode uniformizar critérios em todas as áreas municipais e dispor de uma ferramenta de comunicação e de difusão com os cidadãos.

É aconselhável a redação de um plano diretor para aqueles municípios com mais de 30.000 habitantes e que disponham de mais de 20 hectares de zona verde de uso público. Como também, no caso daquelas cidades que possuem mais de 5.000 exemplares de árvores em vias é recomendado dispor de um plano diretor de arborização viária. Finalmente, a existência de determinadas zonas verdes excepcionais, como é o caso de parques de grande valor histórico ou social para uma cidade, também pode ser objeto da elaboração de um plano diretor específico.

Landgraf et al. (2008, p.7) chama à atenção específica um Plano Diretor de Arborização Urbana que deve conter “um conjunto de métodos e medidas adotadas para preservação, manejo e expansão das árvores nas cidades, de acordo com as demandas técnicas e as manifestações de interesse das comunidades locais”. Tais autores ainda ressaltam que isso deve ser feito a partir de um inventário das árvores da cidade, a partir do qual podem ser traçadas as diretrizes relativas a planejamento, produção, implantação, conservação e administração das árvores públicas.



3

QUATRO CIDADES EM QUATRO DISTINTOS TIPOS CLIMÁTICOS

Considerando-se a hipótese de que a vegetação exerce influência direta sobre o conforto urbano, principalmente, através da diminuição da temperatura, independente do tipo climático, teve-se como objetivo caracterizar quatro tipos climáticos, destacando a relação de influências recíprocas entre seus elementos e a vegetação, visando relacionar com o planejamento e a gestão de áreas urbanas.

Houve a escolha pelos quatro tipos climáticos: subtropical seco, subtropical úmido, tropical quente e seco e tropical quente e úmido. Como exemplos, foram escolhidas as cidades de Mendoza/Argentina, Porto Alegre/RS, Petrolina/PE e Recife/PE, respectivamente, a cada tipo climático.

A cidade de Mendoza foi escolhida como exemplo de clima subtropical seco em virtude de ser a primeira cidade a ter sido criada como um oásis urbano a partir da utilização de vegetação arbórea e, portanto, ser considerada referência, em escala mundial, quando se trata de planejamento urbano.

Porto Alegre localiza-se no extremo sul do Brasil, foi escolhida como exemplo de clima subtropical úmido em virtude de ser a primeira cidade brasileira a ter um plano diretor de áreas verdes.

Petrolina, que se localiza, praticamente, na mesma latitude de Recife, foi escolhida como exemplo de clima tropical quente e seco em virtude de sua importância político-econômica, é a maior cidade do sertão pernambucano, compõe uma Rede Integrada de Desenvolvimento e se localiza no extremo sudoeste do Estado, às margens do rio São Francisco, o mais importante do sertão pernambucano.

Recife, tomada como estudo de caso aprofundado, é exemplo em clima tropical quente e úmido. A cidade foi escolhida em função de ser a maior metrópole da Região Nordeste. Nos



últimos anos, a cidade foi contemplada com legislações específicas acerca de arborização urbana.

Visando responder ao objetivo específico, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: estudo bibliográfico e documental, visitas de campo e a instituições, observação direta e tomada de fotografias.

Dentre as referências bibliográficas, citam-se: Correa et al. (2006); Martinez et al. (2009; 2013); Bormida (1984); Lorenzi (2003); Christopherson (2012); Olgyay (2008); Mascaró e Mascaró (2010); Sanchontene (2000); Romero (2000); Frota e Schiffer (2001); Zhu e Zhang (2007) e Falcón (2007).

No que se refere à realização de pesquisa documental, esta foi concernente, especificamente, à legislação urbanística e aos dados climatológicos, dispostos a seguir:

- ❖ Lei nº 16.176/1996 – Lei de Uso e Ocupação do Solo/LUOS – Recife;
- ❖ Lei nº 16.719 /2001 – Área de Reestruturação Urbana/ARU. Recife;
- ❖ Lei nº 17.666/2010 – Arborização Urbana no Recife;
- ❖ Plano de Arborização da Cidade do Recife (2010);
- ❖ Manual de Arborização Urbana – orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife (2013);
- ❖ Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (2000);
- ❖ Resolução COMAM nº 05, de 28 de setembro de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre;
- ❖ Lei Complementar Nº 757, de 14 de janeiro de 2015, que estabelece regras para a supressão, o transplante ou a poda de espécimes vegetais no Município de Porto Alegre;
- ❖ Lei nº 1.875, de 14 de novembro de 2006, que dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina;
- ❖ Lei Nº 2.354, de 30 de março de 2011, que cria a Agência Municipal do Meio Ambiente/AMMA – Petrolina;
- ❖ Normais Climatológicas 1961-1990 – Instituto Nacional de Meteorologia/Inmet.



- ❖ Portaria N° 2.805 - 12540/86, que estabelece medidas em defesa da arborização pública, para a Cidade de Mendoza/Argentina.
- ❖ Portaria N° 2.947, publicada em 1989, que modifica os Art. 9° e 27° da Portaria N° 2.805/86, Cidade de Mendoza/Argentina.
- ❖ Normais Climatológicas 1981-2010 – Servicio Meteorológico Nacional – República Argentina.



Quanto aos procedimentos relativos à observação direta e às visitas a campo, realizados em Mendoza/Argentina, Porto Alegre/RS, Petrolina/PE e Recife/PE, estes visaram compreender como ocorre a ocupação de espaços com vegetação arbórea, pelo público usuário, buscando relacioná-la aos distintos tipos climáticos.

Especificamente, em Recife, tais visitas e observações diretas visaram também caracterizar os recintos escolhidos onde foram definidos os pontos para a realização das medições das variáveis climático-ambientais e para a aplicação dos formulários.

Segundo Lüdke e André (1986, p.25), a observação, para ser considerada um instrumento válido e fidedigno de investigação científica, deve antes de tudo ser controlada e sistemática. Para tanto, deve haver a determinação precisa do que observar. Dentre os princípios básicos a ser seguidos para a obtenção de observações satisfatórias, citados por Rummel (1974, p. 79-82), encontram-se, obter conhecimento prévio sobre o que observar; examinar os objetivos e observar cuidadosa e criticamente. Tudo em busca da fidedignidade e validade das observações.

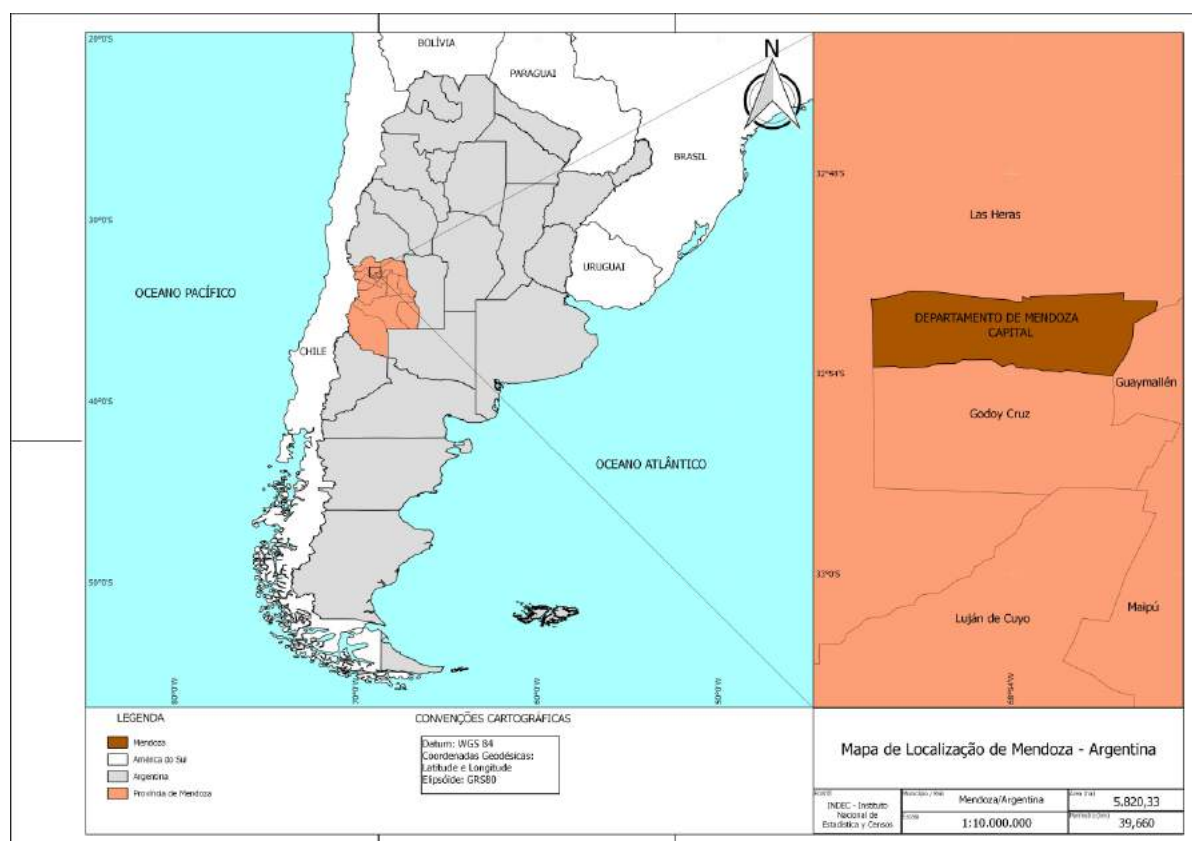
A caracterização dos espaços nos recortes escolhidos ocorreu sob os seguintes aspectos: uso e ocupação do solo, atividades, materiais construtivos, fluxos de pedestres e de veículos, tipo e porte da vegetação arbórea e forma urbana. A tomada de fotografias ocorreu nessas visitas.



3.1 Mendoza

A província de Mendoza/Argentina se localiza no centro-oeste da Argentina. Possui área⁶ igual a 148.827 km² e população de 1.738.929 habitantes, de acordo com o Censo 2010 do Instituto Nacional de Estatística e Censos – Indec⁷. Fazem parte, desta Província, dezoito Departamentos, dentre os quais, encontra-se o Departamento de Mendoza, que é a Capital da Província (figura 16). A Capital faz divisa com Las Heras, ao norte e a oeste, com Godoy Cruz, ao sul e com Guaymallén, a leste. Em 2010, o Censo registrou a população da Capital igual a 115.041 habitantes⁸. A cidade de Mendoza é a metrópole mais importante do centro-oeste da Argentina, concentra 65% da população total da província ocupando apenas 3% do seu território (CORREA et al., 2006).

Figura 16 – Localização da Cidade de Mendoza na Província de Mendoza/AR.



Fonte: INDEC⁹. Elaboração: Engenheiro Cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos (2016).

⁶ <http://www.mendoza.gov.ar/la-provincia/#guiaEnlace0>

⁷ http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P1-P_Mendoza.pdf

⁸ http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_50_7.pdf

⁹ www.indec.gov.ar/codgeo.asp

Para Bormida (1984, p. 122-127), Mendoza representa um caso único no urbanismo de áreas áridas. O seu sistema de cidade oásis é original, pois a abordagem de ‘oásis’ ocorre na própria cidade, a partir de sistemas de canais de irrigação e de arborização urbana, estudados e admirados tanto do ponto de vista funcional quanto paisagístico. Esta autora relata que a definição de cidade oásis se produziu em 1863, com o traçado da ‘cidade nova’, cujo plano contemplou desde princípios de funcionalidade e higiene, dentre outros, como os aspectos locais: a possibilidade da ocorrência de terremotos e a presença do deserto. Os vazios urbanos (ruas, avenidas, praças), uniformemente distribuídos pela cidade funcionam como um sistema eficaz de fuga e refúgio da população diante do desastre. A partir do deserto, concebeu-se uma cidade sombreada pela arborização, coordenando a estrutura vegetal com o elemento edificado. O oásis tem uma relação direta com o sistema de irrigação urbana, também original, constituído por uma rede de canais distribuídos por toda a cidade, que utiliza a água do degelo das montanhas, para prover o abastecimento de água às árvores. Ressalta-se que esse oásis atingiu o seu estado ideal de maturidade quando as copas das árvores atingiram altura suficiente de gerar uma camada espacial protetora, onde as edificações se articulavam com os vazios sombreados (figura 17).

Figura 17– Vista panorâmica da Cidade de Mendoza/AR.



Fonte : La Ciudad. Ano 1, nº6 (2009)¹⁰.

De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, a cidade de Mendoza está inserida em clima BW (KOTTEK et al., 2006, p.261), que corresponde a clima árido desértico, com baixo nível de precipitação. Mendoza localiza-se abaixo da linha do Trópico de Capricórnio, na Zona Climática Temperada Sul, assim, para a tese, adotou-se a denominação de clima subtropical seco, que, em Mendoza, apresenta as seguintes características: invernos frios, com temperatura média, no mês de julho, igual a 7,3°C, verões quentes, com temperatura média,

¹⁰ http://www.ciudademendoza.gov.ar/files/86/revista_laciudad_06.pdf



em janeiro, de 24,9°C, altas amplitudes térmicas, tanto diárias quanto sazonais, e baixos índices pluviométricos, de média igual a 250mm anuais, segundo Capitanelli (1967) apud Martinez et al. (2009, p.113). Além disso, tem-se que a quantidade e a intensidade de radiação solar são elevadas, a quantidade de sol é de 2.762 horas/ano (MARTINEZ et al., 2009, p.113; 2013a, p.152).

Os gráficos resultantes da variável climática temperatura do ar, correspondentes às Normais Climatológicas, período compreendido entre 1981-2010, e os gráficos correspondentes à temperatura e à precipitação, referentes ao período de março 2016 a fevereiro 2017, ajudam a compreender as condições climáticas de Mendoza¹¹ (gráfico 01 – a;b;c;d). Tais dados foram registrados pela Estação Meteorológica localizada no aeroporto de Mendoza. Ao observar os gráficos, é possível constatar a alta amplitude térmica diária e sazonal, registrada pelas Normais Climatológicas (gráficos 1-a e 1-b), bem como pelos gráficos 1-c e 1-d, relativos ao último ano (março 2016-fevereiro 2017).

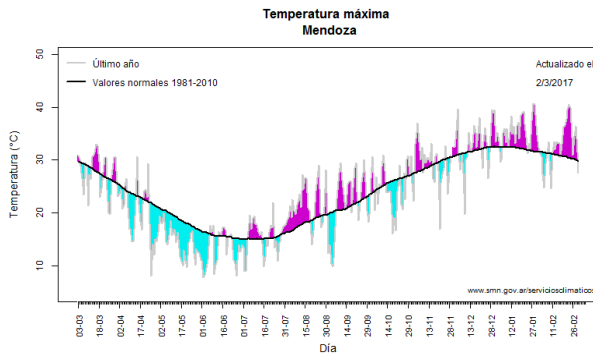
É importante ressaltar que, além das médias, os valores extremos e a amplitude térmica sempre devem ser considerados pelos planejadores do espaço urbano e arquitetônico, em seus projetos, visando satisfazer as necessidades de conforto térmico dos usuários, durante a maior parte do ano. Os maiores valores de temperatura do ar foram registrados nos meses do verão, tendo a média das máximas alcançado um valor em torno de 35°C, em janeiro de 2017.

O período de chuvas, em Mendoza, é concentrado nos meses de verão, havendo a maior precipitação no mês de março, seguido pelo mês de fevereiro (gráfico 1-e). Observando-se o gráfico 1-f, percebe-se que os valores relativos aos últimos doze meses foram superiores aos da média histórica das Normais.

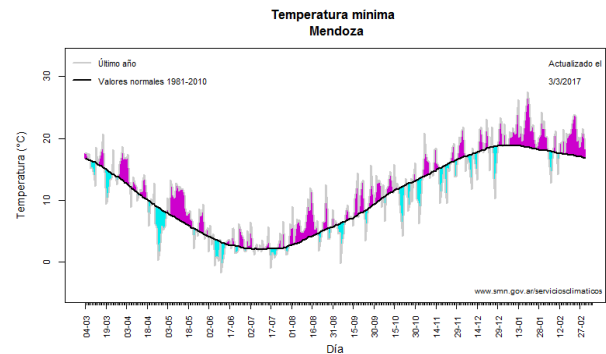
¹¹ <http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=13&var=mendoza#javascript:>



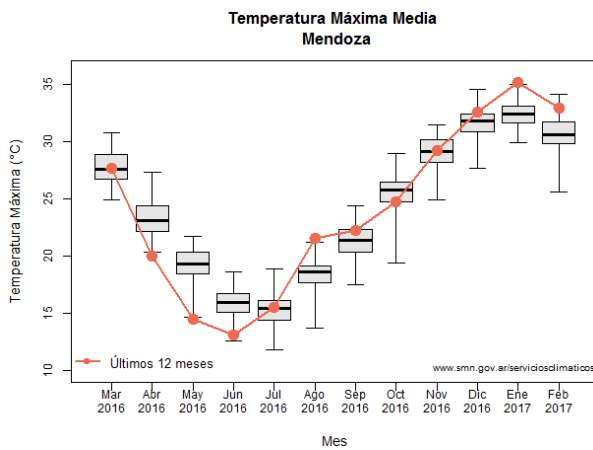
Gráfico 1 – Valores médios de temperatura e precipitação. (a); (b) período 1981-2010; (c); (d); (e) março 2016 a fevereiro 2017; (f) março 2016 a fevereiro 2017 e período 1981-2010.



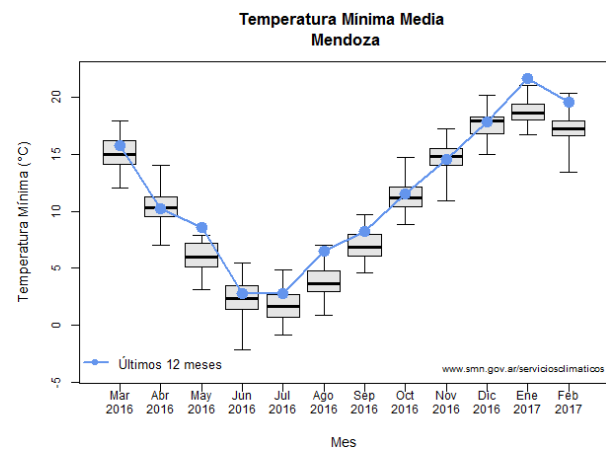
(a)



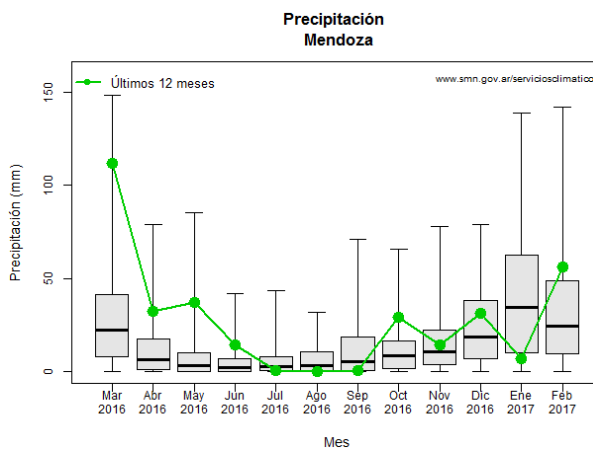
(b)



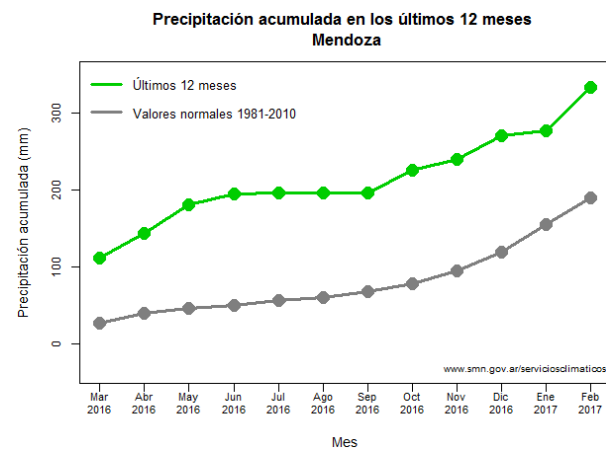
(c)



(d)



(e)



(f)

Fonte: Servicio Meteorológico Nacional – República Argentina.



3.1.1 Recomendações para o clima subtropical seco – ambiente urbano

Quanto à forma do ambiente urbano, devido ao tipo climático, haveria a recomendação de ruas estreitas, com edifícios próximos, sem recuos, de modo a ocorrer o sombreamento de uns sobre os outros. Porém, há que se lembrar de que Mendoza está situada em uma zona sísmica ativa e que, em 20 de março de 1861, houve um terremoto de alta magnitude que destruiu totalmente a cidade; com um saldo de mortos de um terço da população, é considerado um dos mais desastrosos terremotos do mundo, no século XIX, de acordo com o Instituto Nacional de Prevención Sísmica – Inpres¹². Desse modo, para Mendoza, é recomendável que as ruas sejam largas, com largos passeios, de cada lado. A ‘cidade nova’, construída após o terremoto de 1861, possui ruas com largura de 16, 20 e 30m (MARTINEZ et al., 2009, p.113), com largas calçadas.

Segundo Correa et al. (2006), a cidade de Mendoza apresenta uma estrutura de malha urbana consolidada, com edifícios construídos em concreto e em tijolo, principalmente, devido à alta sismicidade da zona em que está inserida. A zona central da cidade se caracteriza pela maior densidade construtiva, com edifícios próximos uns aos outros e de até 19 pavimentos. Há uma grande inserção de espaços livres verdes na cidade de Mendoza, dipostos em ruas e avenidas, praças e parques, que modificam significativamente o padrão climático do ambiente construído.

Devido às características climáticas – árido desértico, com alta temperatura e baixa precipitação, que acarreta em uma baixa umidade do ar, há a necessidade de inserção de vegetação arbórea, bem distribuída em manchas por toda a cidade e com relação entre si, de modo a criar uma zona toda sombreada. No entanto, essa vegetação, disposta em ruas e avenidas, deve ser prioritariamente do tipo caducifólia ou semi-caducifólia, de modo a auxiliar na promoção do conforto térmico, em períodos de inverno. Quando da reconstrução da cidade, com o plano datado de 1863, houve a preocupação de criar oásis urbano, a partir de um sistema de vegetação capaz de favorecer a permanência da população em uma região inóspita, suprimindo as suas necessidades de conforto térmico ambiental. Os ambientes urbano e arquitetônico devem ser projetados visando à promoção do conforto do usuário durante a maior parte do ano. Desse modo, um importante elemento de proteção à radiação solar recomendado para Mendoza é o elemento arbóreo (figura 18-a), que serve tanto para proteger as fachadas das edificações como para promover o sombreamento de espaços livres (passeios

¹² <http://web.archive.org/web/20130712020948/http://www.inpres.gov.ar/seismology/sismicidad.php>



de ruas e avenidas, jardins, praças e parques). Em áreas de estacionamento, recomenda-se, também, a utilização de telas (figura 18-b). Ressalta-se que, devem ser especificadas espécies arbóreas com características específicas quanto à folhagem, visando à passagem da radiação solar no período do inverno.

Figura 18 – Elementos de proteção. (a) indivíduos arbóreos; (b) tela e árvores.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

3.1.2 Gestão da arborização nos espaços livres públicos

Desde meados do Século XX, que há uma preocupação com a questão ambiental sob aspectos de legislações específicas, em nível nacional e provincial, acerca de florestas/bosques e arborização pública, na República da Argentina. A Lei Nacional nº 13.273, de 1948¹³, que tratava a respeito da promoção florestal, declara em seu Art. 1º, o interesse público sobre a defesa, a melhoria e a ampliação dos bosques.

Quanto à Província de Mendoza, em 1954, foi publicada a Lei nº 2.376¹⁴ – Regulamentação para a arborização pública. Esta Lei encontra-se revogada. Foi alterada pela Lei 7.874, de 2008.

Em 1981, foi sancionada a Lei nº 4.609¹⁵, que trata a respeito da proteção da flora da Província de Mendoza.

¹³ <http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/forestales/ley13273.htm>

¹⁴ <http://www.saij.gob.ar/>

¹⁵ <http://www.saij.gob.ar/>



Em 2008, houve três leis publicadas pela Província de Mendoza¹⁶, acerca da arborização pública: Leis 7.873, 7.874 e 7.875. A Lei 7.873 trata a respeito da recuperação e melhoria da arborização pública, em curto prazo. A Lei 7.874 altera a Lei nº 2.376 e trata a respeito da implementação de uma política ambiental, permanente, racional e sustentável para o controle, a conservação e a preservação da arborização pública. Declara, em seu Art. 3º, “o Sistema de Arborização Pública como patrimônio natural e cultural da Província de Mendoza”. E em seu Art. 5º, apresenta que os municípios serão responsáveis pela manutenção da arborização pública em sua jurisdição, à exceção daquela que estiver situada em zonas provinciais ou nacionais.

O Decreto 1.099¹⁷ foi publicado em 2009, em cumprimento à Lei nº 7.874, no âmbito do Plano Provincial de Gestão Ambiental 2008-2012, do Ministério do Meio Ambiente, que estabeleceu, entre outros, o Programa Provincial de Recuperação da Arborização Pública. Além disso, trata a respeito da descentralização e da gestão associadas aos municípios e aos organismos públicos competentes através dos respectivos contratos de gestão, dentre outros.

A Lei 7.875, publicada em 2008¹⁸, declara em estado de emergência o sistema de arborização pública da Província de Mendoza. Esta Lei sofreu alterações pela Lei 7.916, de 2008.

Especificamente, em relação à Cidade de Mendoza, tem-se a Portaria Nº 2.805 - 12540/86¹⁹ que estabelece diversas medidas em defesa da arborização pública. Em seu Art. 1º, consta que tem por objetivo proteger a arborização pública, regulamentando os requisitos técnicos e processos de plantio, conservação, erradicação e reintrodução na Cidade de Mendoza. Em seu Art 2º, considera a arborização pública, como objeto exclusivo desta Portaria, das Leis provinciais nº 2.376 e 4.609 e da Lei Nacional nº 13.273, existente em ruas públicas, em parques, em espaços verdes e em lugares ou sítios públicos dentro da jurisdição municipal, independentemente de quem a implantou. Em seu Art. 3º, apresenta que a Prefeitura da Cidade de Mendoza, através da Direção de Passeios Públicos, é a única autorizada e responsável pelo plantio, conservação, erradicação e replantio de árvores públicas. Em relação ao plantio ou substituição da arborização pública, consta, no Art 4º, que deve haver prévio estudo técnico correspondente, considerando como norma a uniformidade de espécies por quadra e ruas.

¹⁶ <http://www.saij.gob.ar/>

¹⁷ <http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Mendoza/Decretos/Dec01099-09.asp>

¹⁸ <http://www.saij.gob.ar/>

¹⁹ <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/arboloado-normativa#titulo>



A Portaria N° 2.947²⁰, publicada em 1989, modifica os Art. 9° e 27° da Portaria N° 2.805/86. No Art. 9°, foi aberta a possibilidade da Prefeitura autorizar a terceiros, a execução de tarefas referentes à arborização pública, a exemplo de cortes e de podas, sempre de acordo com as normas vigentes especificadas pela Prefeitura. No Art. 27°, que estabelece o regime de penalidades aos infratores, foi acrescido, à multa, um valor adicional e graduado, de acordo com os anos de vida do indivíduo arbóreo.

A Direção de Passeios Públicos²¹ é vinculada à Secretaria de Planejamento, Infraestrutura e Meio Ambiente. Tem como objetivos: recuperar a arborização e o espaço verde da Cidade de Mendoza, bem como, elaborar o Plano Diretor Florestal – este se encontra em fase de elaboração –, do qual faz parte o Censo Digital de Arborização Urbana. Cabe-lhe o desenvolvimento das atividades técnicas e administrativas relacionadas ao plantio, à conservação, à manutenção e ao controle de todos os parques, passeios, praças, espaços verdes e arborização existentes na Cidade, com exceção do ‘Parque General San Martín’, ‘Cerro de la Gloria’ e o ‘Centro Cívico’.

Em Mendoza, há setenta e seis espaços verdes, que correspondem a 58 ha (figura 19). O Departamento de Espaços Verdes está vinculado à Direção de Passeios e é o responsável pelos trabalhos de manutenção do gramado, de irrigação, dentre outros, bem como, de todas as reformas que possam acontecer em todos os passeios, jardins, praças e parques pertencentes à cidade de Mendoza²². O Departamento de Arborização e de Irrigação²³ da Direção de Passeios é responsável pela arborização pública sob jurisdição municipal implantada na cidade de Mendoza, como também, tudo o que se refere à distribuição da água de irrigação nos canais.

²⁰ <http://www.ciudademendoza.gov.ar/arbolar-normativa#titulo>

²¹ <http://www.ciudademendoza.gov.ar/paseos#titulo>

²² <http://www.ciudademendoza.gov.ar/espacios-verdes#titulo>

²³ <http://www.ciudademendoza.gov.ar/nuestros-arboles#titulo>



Figura 19 – Cidade de Mendoza. Em destaque, as principais praças, Mendoza/AR.



1. Praça Independência; 2. Praça Itália; 3. Praça Espanha; 4. Praça San Martín; 5. Praça Chile

Fonte: Adaptado de Ciudad Virtual²⁴.

Com 307 ha, o parque General San Martín²⁵ se localiza a oeste na Cidade de Mendoza, possui espécies cultivadas trazidas de todo o mundo e um lago artificial. É um símbolo do avanço do homem sobre o deserto. O parque é considerado um dos espaços verdes urbanos mais importantes da Argentina e está sob responsabilidade do Governo da Província de Mendoza, através da Secretaria do Meio Ambiente e Ordenamento Territorial²⁶.

Martinez et al. (2013b, p.48) informam que a arborização urbana disposta em ruas e avenidas superam 1.000.000 de indivíduos em toda a Província de Mendoza, dos quais, a Área Metropolitana de Mendoza concentra em torno de 700.000. De acordo com o 1º Censo digital

²⁴ <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/la-ciudad/ciudad-virtual#titulo>

²⁵ <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/turismo/parques>

²⁶ <http://ambiente.mendoza.gov.ar/>



e georreferenciado da arborização pública da Cidade de Mendoza²⁷, compreendendo as ruas e avenidas, se encontram 49.297 exemplares de árvores, na Cidade de Mendoza. Deste quantitativo, Martinez et al. (2013b, p.48) citam que 89% correspondem a espécies introduzidas, ou seja, exóticas, compostas por amoreiras-branca – *Morus alba* L., com 39%, plátanos – *Platanus x hispanica* Mill. ex Münchh. cv. *Acerifolia*, com 9% e fresnos – *Fraxinus excelsior* L., igual a 16%, dentre outras; os 11% restantes correspondem a espécies nativas, dentre as quais, têm-se as acácias – *Acacia visco* Lorentz ex Griseb., com 3%.

O 1º Censo digital e georreferenciado da arborização pública da Cidade de Mendoza²⁸ consistiu em localizar em um plano cadastral eletrônico as espécimes arbóreas, onde cada indivíduo arbóreo possui uma ficha-registro do censo, em formato digital com descrições detalhadas. Durante o ano de 2010, foi realizado o levantamento das informações de cada indivíduo – espécie, aspecto vegetativo, dados sobre o entorno da árvore etc. Após a localização georreferenciada e a coleta dos dados, nos anos seguintes, trabalhou-se com o programa computacional ArcGIS, que permite o acesso e processamento da informação em forma de mapas e de tabelas, além de permitir a atualização dos dados coletados no Censo. Com a sistematização dos dados, tem-se uma importante ferramenta para a análise de situações e de tomada de decisões, quando do planejamento de ações futuras.

Em 2016, foi publicado o Mapa da arborização pública²⁹, dados foram oriundos do 1º Censo digital e georreferenciado da arborização pública da Cidade de Mendoza, onde houve a espacialização da vegetação viária da cidade de Mendoza, com a identificação por espécie, de cada indivíduo (figura 20). A título de exemplo, foi ampliada a área que compreende a Praça Espanha, onde se pode fazer a leitura do quantitativo de indivíduos, por espécies, que a compõem, bem como, das espécies que compõem o seu entorno. No caso específico da Praça, ela é circundada pelas seguintes espécies: olmo comum, ligustro, amoreira-branca – *Morus Alba* L.; freixo – *Fraxinus Excelsior*, além de dois exemplares não identificados.

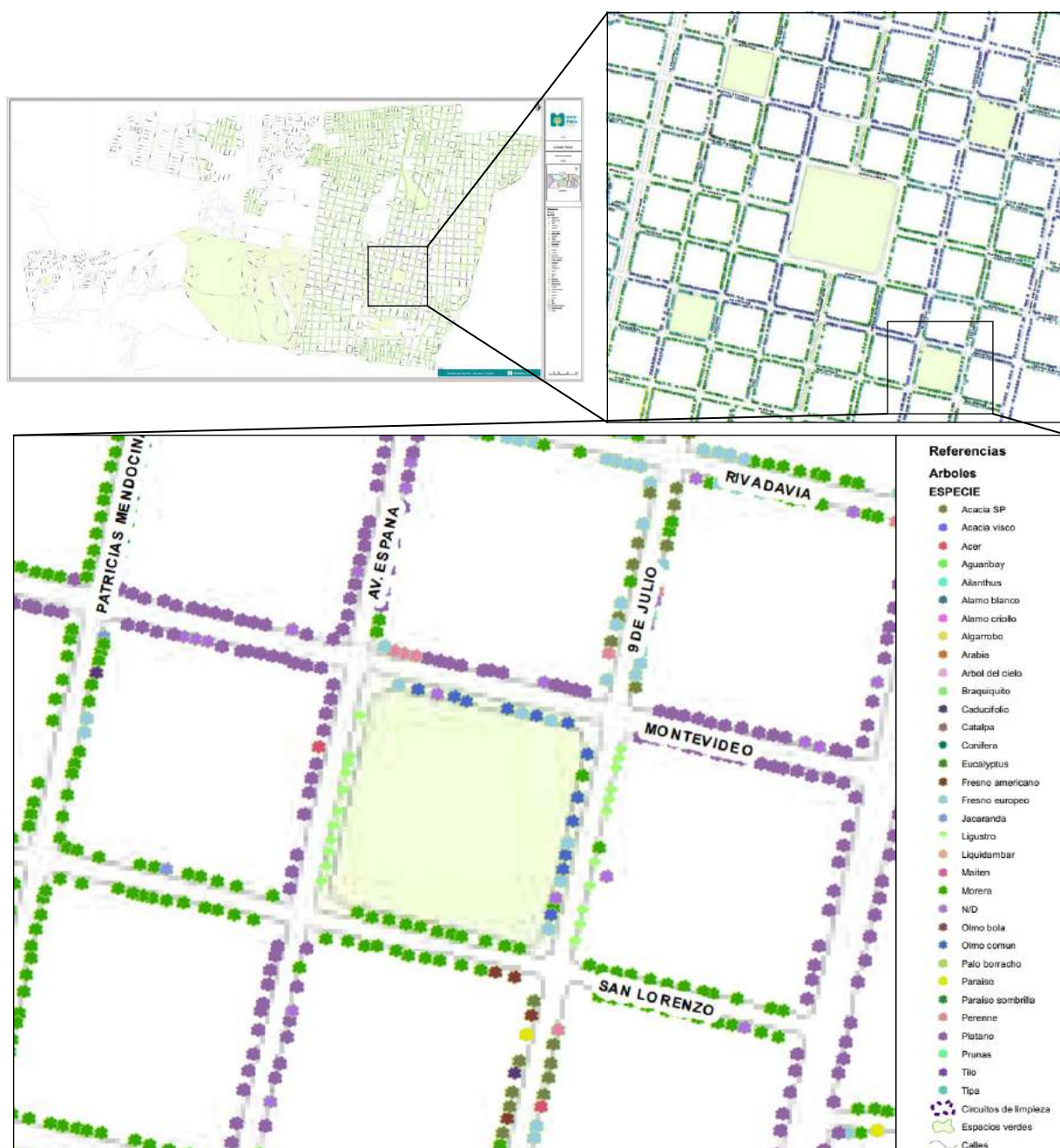
²⁷ http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/files/443/presentacion_censo1.pdf

²⁸ <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/gu-paseos#titulo>

²⁹ http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/files/47/Arbolado_p%C3%BAblico.pdf



Figura 20 – Localização da vegetação arbórea viária, em Mendoza/AR. Em destaque, a Praça Espanha.



Fonte: Adaptado de Mendoza Ciudad – Arbolado público (2016)³⁰.

O sistema de arborização disposto em espaços públicos de Mendoza depende diretamente do sistema de irrigação, que ocorre através de canais distribuídos por toda a cidade, sem o qual, seria impossível a sobrevivência do conjunto de indivíduos arbóreos (figura 21).

³⁰ http://www.ciudademendoza.gov.ar/files/47/Arbolado_p%C3%BAblico.pdf



Figura 21 – Sistema de canais de distribuição de água. (a); (b) vias; (c) passeio pedestrianizado Sarmiento; (d) interior da Praça da Independência; (e) lateral da Praça Chile; (f) interior do Parque San Martin.



(a)



(b)



(b)



(d)



(e)



(f)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Martinez et al. (2013b, p.48-49) citam que a quantidade de água por precipitação, em Mendoza, em comparação com as demandas por água de diferentes culturas causa um desequilíbrio que deve ser compensado por irrigação. Esta situação se complexifica quando de



consideram as previsões de declínio dos recursos hídricos no rio Mendoza, que abastece a Cidade. De acordo com o Departamento de Irrigação de Mendoza (2016, p.3-4), a média histórica anual de caudal no rio Mendoza é de 1.446 hm³ e a previsão para o período 2016-2017 é de 1.285 hm³, portanto, inferior à média histórica, o que classifica o ano hidrológico como ‘medianamente pobre’, que corresponde a um volume compreendido entre -5 e -15 abaixo da média histórica.

Avaliando esse contexto hídrico e considerando que a arborização urbana de Mendoza assegura a sustentabilidade ambiental da cidade e a qualidade de todo o seu ecossistema, Martinez et al. (2013b, p.48-62), em um pesquisa acerca da resposta de indivíduos jovens de quatro espécies vegetais – *Platanus x hispanica* cv. *Acerifolia* (plátano), *Morus alba* (amoreira-branca), *Fraxinus americana* (freixo-americano) e *Acacia visco* (acácia-visco), que constituem 67% da arborização urbana da Cidade de Mendoza –, a diferentes níveis de déficit hídrico, concluíram que a espécie acácia-visco apresentou a menor demanda de água e maior tolerância ao déficit de irrigação, além de registrar crescimentos adequados, mesmo sob condições de estresse hídrico moderado. Isso significa economia dos recursos hídricos para a irrigação sem comprometer o desenvolvimento vegetativo dos indivíduos arbóreos, devendo, assim, ser reconsiderada na arborização da Cidade.

Encontra-se, nos espaços públicos de Mendoza, uma vegetação diversificada. Em relação aos agrupamentos lineares, dispostos em ruas e avenidas, a homogeneidade assume uma forte característica, em conformidade com as características das vias. Os passeios possuem grande quantidade de vegetação composta por árvores de copa horizontal, que contribuem com o aumento da umidade do ar e do sombreamento, favorecendo a sensação de conforto térmico do usuário pedestre.

Ressalta-se que, em períodos quentes, de verão, a arborização disposta em espaços livres públicos tem a função de promover o sombreamento, e em épocas frias, com a perda parcial ou total da folhagem, são criados espaços vazios em conjuntos de vegetação que permitem a passagem dos raios solares, de modo a favorecer o aquecimento e a iluminação das edificações próximas e dos espaços livres públicos – passeios, praças e parques.

A amora-branca, também conhecida popularmente como amoreira-branca – *Morus Alba* L., é a árvore mais encontrada na cidade. É uma árvore caducifólia, originária da China e alcança altura entre 6 e 12m. A árvore é bastante ornamental, principalmente pelo efeito que sua folhagem produz no outono, em regiões frias (LORENZI, 2003, p.255) (figura 22).



Figura 22– Vegetação homogênea – amoreira-branca, em Mendoza/AR.



Foto: Jaucele Azerêdo (2015).

O freixo europeu – *Fraxinus Excelsior* é a segunda espécie mais encontrada na cidade. É uma árvore caducifólia, oriunda da Europa e da Ásia e alcança altura entre 8 e 12m. É excelente para a arborização de ruas, praças e passeios pedestrianizados, devido à abundante sombra produzida por sua copa, durante grande parte do ano.

O plátano ou sicônoro – *Platanus acerifolia* (Ailton) Willd. é uma árvore caducifólia, de grande porte, que atinge entre 20 e 30m de altura. Possui ampla copa globosa ou ovalada. Recomenda-se o seu uso para grandes espaços. É frequente nos parques e na arborização urbana, em regiões de clima temperado (LORENZI, 2003, p.212). Apresenta excelente qualidade paisagística como árvore urbana, sendo bastante utilizada na área central da cidade de Mendoza (figura 23).

Figura 23– Vegetação homogênea – plátano, em Mendoza/AR.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).



Em grandes espaços públicos, como praças e parques, a diversidade de vegetação é acentuada, havendo a heterogeneidade de árvores e de palmeiras, em tipo e em porte (figura 24).

Figura 24 – Vegetação diversificada em Mendoza/AR. (a) Área histórica; (b) Praça Independência; (c) Praça Itália; (d) Praça Chile; (e) Praça San Martin; (f) Praça Espanha.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).



3.1.3 Praça Espanha

Dentre os diversos espaços livres públicos de Mendoza, foi escolhida a praça Espanha, para o estudo da vegetação e sua relação com o conforto ambiental do usuário, em clima temperado subtropical seco. A figura 25 apresenta a sua delimitação e localização, em Mendoza.

Figura 25 – Localização da Praça Espanha, na Cidade de Mendoza/AR.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 22-06-2017.



A Praça Espanha é delimitada pelas ruas Montevideo, 9 de Julio, San Lorenzo e pela avenida España. Ela é umas das quatro praças equidistantes da Praça Independência, do desenho da “Cidade Nova”, datado de 1863 (ver figuras 19 e 20). Em 1946, ela passou por alterações, dentre as quais, recebeu o monumento em nome da Confraternidade Espanhola – Argentina. No ano de 1993, devido à deterioração das placas cerâmicas, foi integralmente renovada, respeitando os desenhos originais ^{31,32}. Nesta Praça, funciona a “Praça Leitora” (figura 26).

Figura 26 – Praça Espanha, Mendoza/AR.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Grande parcela da praça é composta por solo natural gramado. As áreas que estão recobertas por placas cerâmicas são destinadas ao caminho e passeio de pedestres. Estas também podem funcionar como espaços de transição, de passagem, considerando-se que é bastante agradável cruzar a praça. Sabe-se que quanto maior for a área permeável do solo, maior a possibilidade de penetração da água da chuva e de absorção da radiação solar, que contribuem diretamente com o conforto ambiental dos usuários (figura 27). É importante ressaltar que, com um grande percentual de áreas permeáveis, há maior possibilidade de correto desenvolvimento das raízes da vegetação, beneficiando o seu crescimento.

³¹ <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/turismo/plazas>

³² <http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/la-ciudad/ciudad-virtual#titulo>



Figura 27 – Permeabilidade do solo, Praça Espanha, Mendoza/AR.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Devido à forte característica de baixa umidade do ar, uma das premissas para obter o conforto térmico urbano em clima subtropical seco, além da vegetação arbórea, é a colocação de lagos, espelhos de água e fontes de água, distribuídos, em grandes espaços abertos, por toda a cidade. Na Praça Espanha, foi inserida, uma grande fonte de água, em seu centro, que visa aumentar o percentual de umidade da praça e, conseqüentemente, proporcionar o conforto higrotermoambiental, favorecendo a permanência das pessoas, no local (figura 28).

Figura 28 – Vista da fonte, Praça Espanha, Mendoza/AR.



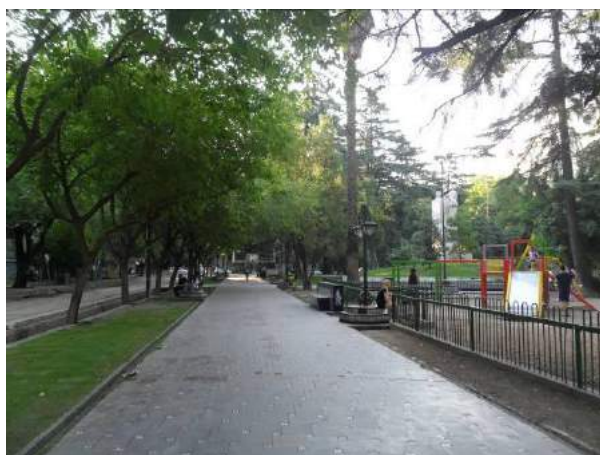
Foto: Jaucele Azerêdo (2015).

Além das questões ambientais, a Praça Espanha é destinada ao lazer, ao descanso e à contemplação. Tais funções são evidenciadas ao se caminhar pela praça, considerando-se praticamente todo o seu interior (figura 29). A praça é bastante visitada e utilizada, durante



todo o ano, por diversos grupos de usuários, nativos da região ou turistas, em vários horários. Em virtude das condições climáticas, obviamente, os usuários, no período do verão, em Mendoza, posicionam-se à sombra, em busca do conforto térmico. Percebe-se que há muitos espaços sombreados, tanto nos caminhos, quanto dentro dos canteiros gramados, ambos são muito utilizados pela população visitante. Quanto mais denso for o agrupamento, em termos de copa, mais ele gerará a umidade, tornando o ambiente próximo favorável à permanência, principalmente, em épocas de altas temperaturas.

Figura 29 – Vistas de áreas de lazer, descanso e contemplação, Praça Espanha, Mendoza/AR. (a) recreação infantil; (b) lazer e descanso; (c) contemplação; (d) lazer e contemplação – “Praça Leitora”.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

A vegetação inserida na Praça Espanha é heterogênea, em tipo, em porte e em agrupamentos, e é composta por gramíneas, herbáceas, arbustivas e árvores, o que gera uma grande diversidade de recantos e de paisagens, em todas as estações do ano (figura 30).



Especificamente, quanto à vegetação arbórea, é perceptível, na Praça Espanha, uma grande diversidade de árvores com copa vertical, tipo coníferas. A diversidade de vegetação determina a diferenciação de cores, de folhagem e de flores; bem como, diminuem, consideravelmente, a perda de espécimes, quando da incidência de pragas. A diversidade também é bem-vinda sob o ponto de vista da folhagem – perene, caducifólia e semicaducifólia, de modo a criar ambientes ensolarados, durante a estação fria, favorecendo a ocupação de espaços, diretamente ao sol. Ressalta-se, ainda, que, a heterogeneidade de espécies vegetais em espaços públicos como praças é recomendada, sob o ponto de vista de conforto ambiental, sob os aspectos físicos e psicológicos, pois há a percepção de passagem do tempo, durante o ano. É possível, dessa forma, acompanhar as épocas de floração e de frutificação, que modificam as características do conjunto, além de proporcionar maior dinamicidade aos espaços.

Figura 30 – Heterogeneidade da vegetação, Praça Espanha, Mendoza/AR.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

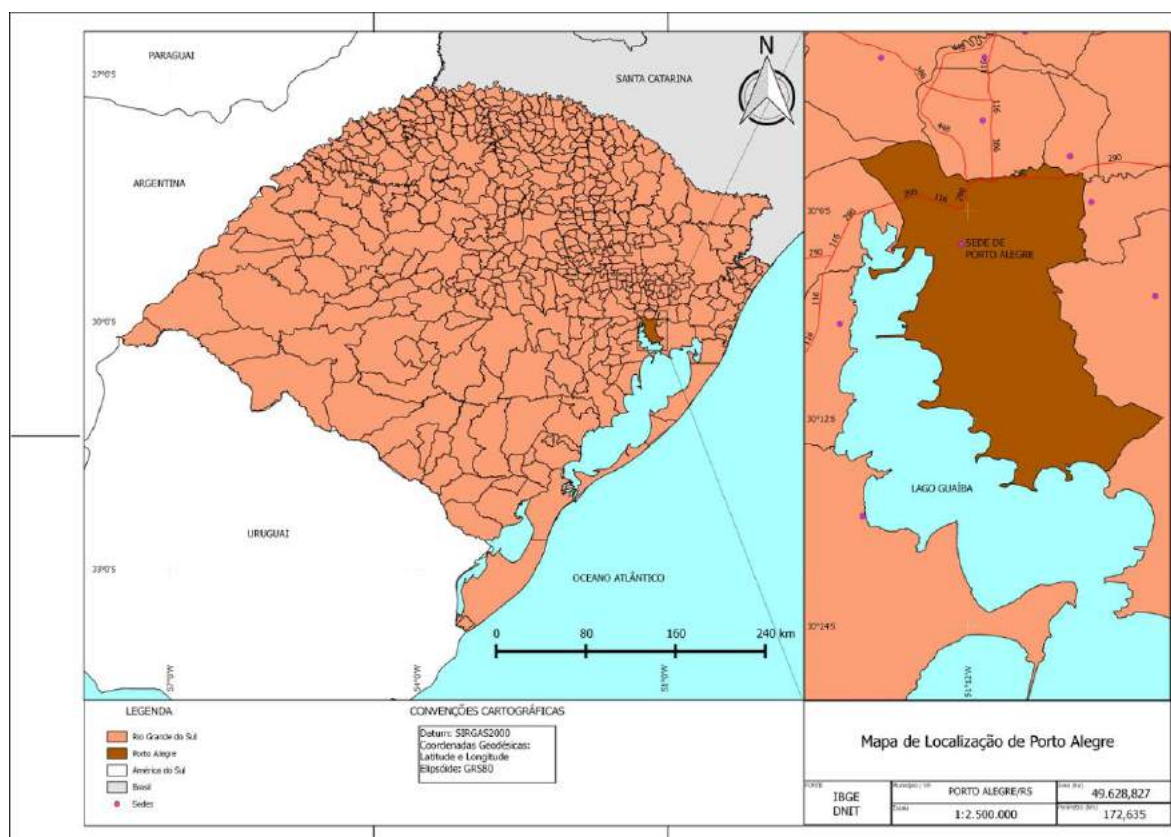


3.2 Porto Alegre

O município de Porto Alegre situa-se à margem do lago Guaíba, no Estado do Rio Grande do Sul (figura 31). De acordo com o Censo 2010, a população era de 1.409.351 habitantes, distribuída em 496,682 km² de área territorial (dado lançado em 2015), o que lhe confere uma densidade demográfica de 2.837,53 hab./km². A população estimada, em 2016, foi de 1.481.019 habitantes³³.

De acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil³⁴, o valor do Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Porto Alegre é superior aos valores do IDHM do Estado do Rio Grande do Sul e do Brasil, é considerado “muito alto”, igual a 0,805, o que confere a Porto Alegre a 28ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros segundo o IDHM.

Figura 31 – Localização de Porto Alegre, no Estado do Rio Grande do Sul.



Fonte: IBGE³⁵; DNIT³⁶. Elaboração: Engenheiro Cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos (2016).

³³ <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431490>

³⁴ http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/porto-alegre_rs

³⁵ http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8

³⁶ <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>

O PIB de Porto Alegre é o maior do Estado do Rio Grande do Sul. Em 2014, correspondeu a aproximadamente 64 bilhões de reais³⁷, o que correspondeu à participação no Estado de 17,9%. O principal setor foi o de serviços, com 87%³⁸.

Porto Alegre faz divisa com os seguintes municípios: a leste, Viamão; a nordeste, Alvorada; ao norte, Cachoeirinha, Canoas e Nova Santa Rita e a noroeste, Triunfo e Eldorado do Sul.

De acordo com as denominações adotadas na classificação de Köppen (CHRISTOPHERSON, 2012, p. 693-694), o município se insere no grupo climático C – Mesotérmico ou Temperado – subtropical úmido, com denominação ‘Cfa’³⁹, apresentando verão quente, com temperaturas acima de 22°C e precipitação bem distribuída, durante todo o ano. De acordo com o Mapa de Clima do Brasil⁴⁰, Porto Alegre se insere em clima temperado mesotérmico brando, super úmido, com temperatura média variando entre 10 e 15°C. Dentre as principais características desse tipo climático têm-se: as quatro estações do ano bem definidas, alta amplitude térmica diária e sazonal, além de alta pluviosidade. De acordo com Lamberts et al. (2014, p.82), “neste tipo climático, as temperaturas médias se situam, normalmente, abaixo dos 20°C e a amplitude anual varia de 9°C a 13°C. As chuvas são fartas e bem distribuídas (entre 1.500mm/ano e 2.000mm/ano)”.

De acordo com as Normais Climatológicas, período compreendido entre 1961 e 1990 – Inmet⁴¹, Porto Alegre apresenta temperatura média anual de 19,5°C e de 1.320,2mm de precipitação acumulada anual. Os gráficos resultantes das variáveis climáticas precipitação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade dos ventos, correspondentes às Normais Climatológicas, período compreendido entre 1961-1990, ajudam a compreender as condições climáticas de Porto Alegre⁴² (gráficos 2-a; 2-b). Tais dados foram registrados na Estação Meteorológica de Referência Inmet, com características do entorno próximas às naturais (solo natural permeável à água da chuva e à radiação solar e livre de obstáculos aos ventos).

Como pode ser observado no gráfico 2-a, os maiores valores de temperatura do ar foram registrados nos meses do verão, sendo janeiro o mês que apresentou a maior média de temperatura máxima, igual a 30,2°C, e a segunda maior média de temperatura mínima, de 20,5°C. O mês que apresentou a menor média de temperatura máxima foi junho, igual a

³⁷ <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431490&idtema=162&search=rio-grande-do-sul|porto-alegre|produto-interno-bruto-dos-municipios-2014>.

³⁸ <http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/>.

³⁹ A letra ‘C’ representa o grupo climático; a letra ‘f’ refere-se à umidade e a letra ‘a’, à temperatura.

⁴⁰ ftp://geofp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf.

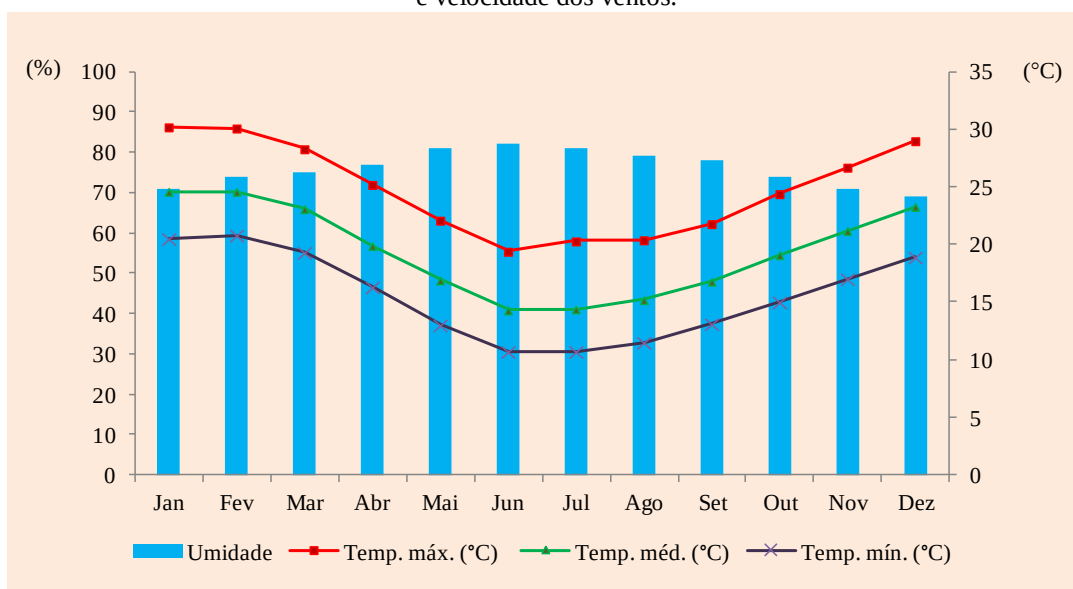
⁴¹ <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.

⁴² <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.

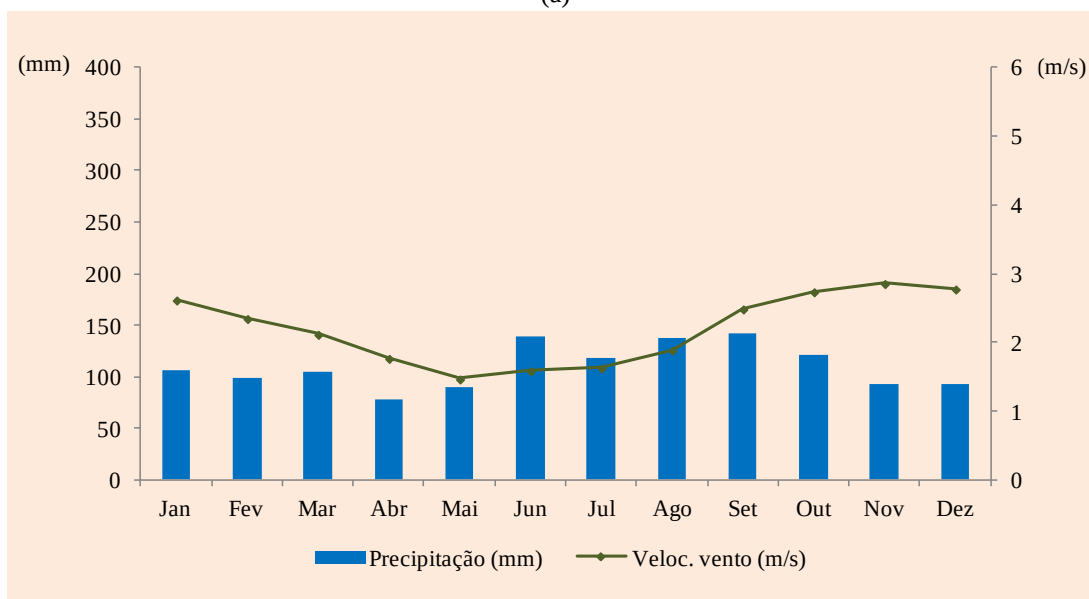


19,40°C, e juntamente com julho, registrou a menor média de temperatura mínima, igual a 10,7°C. Considerando-se as temperaturas médias, têm-se: maior temperatura igual a 24,6°C e menor temperatura, 14,3°C. É importante avaliar as temperaturas máximas e mínimas, além das temperaturas médias, em virtude da amplitude térmica. Em Porto Alegre, a diferença entre o valor médio das máximas e o valor médio das mínimas alcançou 9,4°C, de acordo com as Bormais Climatológicas. Ressalta-se que, os valores absolutos máximos chegam a 40°C e os valores absolutos mínimos alcançam 0°C. Portanto, a amplitude térmica absoluta anual chega a 40°C, podendo ser de até 20°C a amplitude térmica diária.

Gráfico 2 – Variáveis climáticas – Porto Alegre. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.



(a)



(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo



Considerando-se o maior valor da média das máximas e o menor valor da média das mínimas, tem-se uma diferença de temperatura muito grande, igual a 19,5°C. Assim, devem ser propostas soluções para o projeto de arquitetura e urbanismo, que visem se adequar a essa amplitude térmica, satisfazendo as necessidades dos usuários, durante a maior parte do ano. Ressalta-se que, os meses que registraram os menores valores de temperatura (máxima e mínima) correspondem aos meses de maior precipitação. A relação de inversabilidade entre os valores das variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar é claramente evidenciada em todo o ano (gráfico 2-a).

O período do inverno em clima subtropical úmido, exemplo Porto Alegre, é chuvoso. No gráfico 2-b, observa-se que o período de chuvas é concentrado nos meses de junho a setembro, sendo a maior precipitação registrada no mês de setembro, alcançando a média de 142,2mm, seguido pelo mês de junho com 138,4mm. Durante todo o ano, chove em Porto Alegre, não havendo uma grande diferenciação dos valores pluviométricos, entre o mês mais chuvoso e o menos chuvoso. O mês que apresentou o menor índice pluviométrico foi abril, com 77,3mm, seguido por fevereiro, com 99,2mm. A relação entre os valores de pluviosidade e de umidade relativa do ar é facilmente percebida em todos os meses do ano, quando se comparam os gráficos 2a-2b. Não há grande variação entre os percentuais de umidade do ar, no decorrer do ano, variando de 69%, em dezembro, a 82%, em junho. Porto Alegre se encontra a 100 km do Oceano Atlântico e ao lado de uma grande massa d'água, o lago Guaíba, o que certamente contribui com os valores das variáveis climáticas.

A velocidade do vento atingiu maiores valores nos meses de menor precipitação, o que comprova a relação de inversabilidade entre as variáveis umidade do ar e velocidade dos ventos. A relação de inversabilidade entre a velocidade dos ventos e a temperatura não foi comprovada, considerando-se que as maiores velocidades ocorreram nos meses de maior temperatura. Lembra-se que, o ar leve, sem estar carregado de umidade, tende a alcançar maiores valores de velocidade. O mês que registrou o pico da média de velocidade do vento foi novembro, com 2,86m/s e o que registrou a menor média de velocidade foi maio, com 1,41m/s. Ressalta-se que é marcante a alternância entre rajadas e calmarias, ou seja, a média pode ser menor, mas os extremos possuem valores maiores, atingindo-se o desconforto em ambos. A direção predominante dos ventos anotada pelas Normais Climatológicas, no período compreendido entre 1961 e 1990, em Porto Alegre, foi de sudeste, em oito meses do ano. Nos outros quatro meses, houve o registro de “calmo”, sem a indicação da orientação.



3.2.1 Recomendações para o clima temperado – subtropical úmido – ambiente urbano

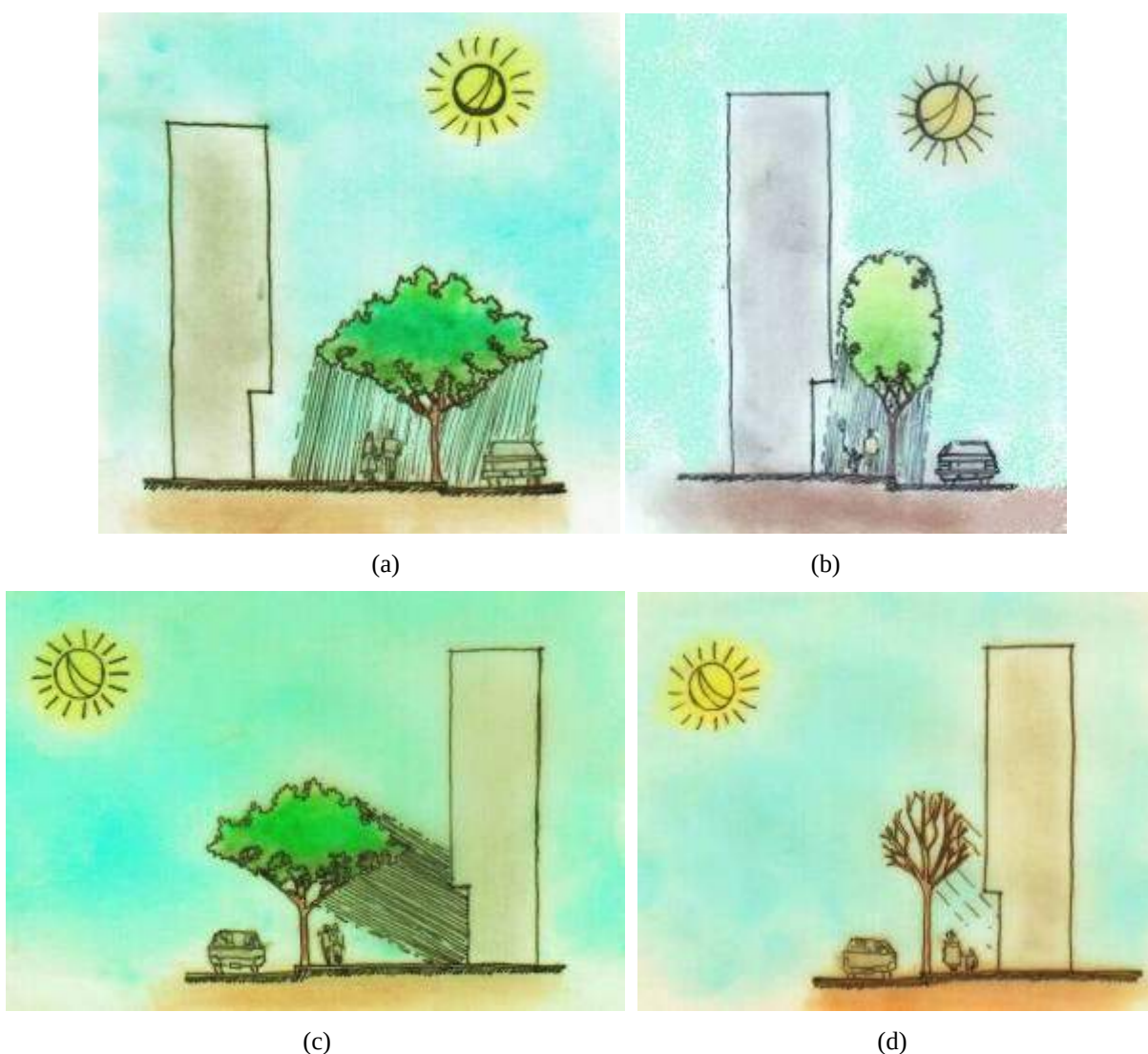
De uma maneira geral, em zona temperada, a escolha de localização para a inserção do conjunto urbano deve basear-se, principalmente, nas demandas de conforto ambiental do período frio, sem esquecer de considerar, também, as demandas do período quente, observando-se os efeitos da radiação e da ventilação, em ambos os períodos (OLGYAY, 2008, p.160). No entanto, para Porto Alegre/RS, a demanda do conforto ambiental principal é da condição de verão, não de inverno, considerando-se que o inverno tem se apresentado, nos últimos anos, cada vez mais curto e com temperaturas maiores do que as médias históricas (menos de três meses ao ano), enquanto o período do verão tem sido mais longo e quente. É necessário, portanto, estabelecer um equilíbrio, diante de escolhas que permitam reduzir ou permitir a produção de calor, de radiação e de convecção, de acordo com a estação específica. Dentre as recomendações, para a ordenação do conjunto, em região temperada, têm-se, quanto à estrutura urbana, que a ordenação residencial deve ser livre e aberta, onde os edifícios possam misturar-se com a natureza; quanto aos espaços públicos, estes devem conter áreas amplas gramadas com grupos de vegetação abórea de modo a promover o sombreamento; deve-se observar a melhor disposição de ruas e avenidas, de modo a evitar os ventos frios do inverno e possam canalizar os ventos frescos do verão; quanto à vegetação, devem ser observados o tipo e a localização das barreiras vegetais, e sua relação com a orientação dos ventos predominantes nos períodos de inverno e de verão; lembra-se ainda que áreas gramadas situadas à proximidade de edificações favorecem a absorção da radiação solar (OLGYAY, 2008, p.160-161).

Visando a um melhor controle da iluminação natural no recinto urbano, Mascaró e Mascaró (2010, p.41-44) recomendam observar alguns critérios na seleção das espécies arbóreas: porte, tipo de copa, tipo de folhagem e transmitância luminosa. Tais autores afirmam que “a organização da vegetação em diversos níveis horizontais e verticais que funcionam como filtros solares sucessivos é uma solução adequada para sombrear os espaços públicos na estação quente”, e que, “a forma da copa das árvores e seu tamanho determinam a área sombreada que muda de acordo com a espécie e com a época do ano”. Assim sendo, a escolha das espécies para a geração de microclimas urbanos na região subtropical úmida deve considerar “as mudanças de forma e tamanho que se processarão ao longo do tempo, devendo ser feita baseada nas condições de insolação do recinto urbano, através do ano, e das necessidades de sombreamento em cada estação”. Valores de transmitância luminosa dentre



60 e 80% ou mais, no período do inverno, são considerados satisfatórios. Em relação ao período do verão, recomendam-se espécies cujo valor de transmitância luminosa atinja, no máximo, 20%. A figura 32 (a, b, c, d) apresenta exemplos de inserção de vegetação arbórea em vias públicas e sua relação com as edificações a sua proximidade, em períodos de verão e de inverno.

Figura 32 – Sombreamento sobre a calçada de árvores. Situação de verão (a) perenes; (b) caducifólias. Situação de inverno (c) perenes; (d) caducifólias.



Fonte: Adaptado de Mascaró e Mascaró (2010, p.43). Arte gráfica: Renata Neves (2016).

Recomenda-se que a vegetação com folhagem caducifólia seja disposta mais próxima à edificação, de modo a promover o sombreamento do passeio e da edificação, no período do verão e deixar passar a radiação solar, no período do inverno; quanto à vegetação de folhagem



perene, esta deve ser posicionada mais distante da edificação, de modo a criar sombreamento em parte do passeio, em todo o ano, porém evitar o sombreamento das fachadas e de seu interior, além de gerar um corredor ensolarado no passeio. Evidentemente, deve-se fazer referência às diferentes alturas solares, tanto durante o dia, quanto durante o ano. Deve-se ocupar de maneira que haja espaços destinados a jardins, praças e parques, com diversidade de tamanhos e que estejam bem distribuídos na malha urbana, como nos climas tropicais quente e úmido e quente e seco, de modo a gerar ilhas de amenidades climáticas, contribuindo com o conforto térmico dos usuários. Em clima temperado subtropical úmido, recomenda-se o uso de vegetação heterogênea em espaços livres públicos e dentro dos lotes, de modo a atender às necessidades de conforto dos usuários, no decorrer do ano. Parte dessa vegetação deve ser caducifólia ou semi-caducifólia, de modo a promover o sombreamento no período do verão e o aquecimento no período do inverno, em ambientes externos e internos (figura 33).

Figura 33 – Maciço heterogêneo. (a) situação de verão; (b) situação de inverno.



(a)



(b)

Fonte: Adaptado de Mascaró e Mascaró (2010, p.37). Arte gráfica: Renata Neves (2016).



3.2.2 Gestão da arborização nos espaços livres públicos

A Secretaria Municipal do Meio Ambiente (Smam) de Porto Alegre foi criada em 1976, a partir da Lei nº 4.235, de 21 de dezembro de 1976⁴³, sendo, portanto, a primeira Secretaria de Meio Ambiente a ser criada no Brasil. A Smam é o órgão gerenciador do verde urbano e é “responsável pela proteção do sistema natural e pelo controle da qualidade ambiental” de Porto Alegre⁴⁴. Dentre suas atribuições, encontra-se o controle da qualidade do ar do município, que teve início em 2009⁴⁵, a partir do uso de 12 estações de biomonitoramento distribuídas pelo município⁴⁶.

Atualmente, a partir da nova gestão da Prefeitura Municipal de Porto Alegre, a Smam se tornou Smans – Secretaria do Meio Ambiente e Sustentabilidade, cuja estrutura está recebendo técnicos da Secretaria Especial dos Direitos Animais (SEDA) e vai receber técnicos da Secretaria Municipal de Urbanismo de Porto Alegre (SMURB) e da Secretaria Municipal de Obras e Viação (SMOV)⁴⁷.

O Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre data de 2000. Este plano apresenta dados históricos e de pesquisa de campo sobre a arborização viária de Porto Alegre e se configura como um importante manual orientador do manejo da arborização pública. Nele consta o seguinte conceito para Plano Diretor de Arborização: “o conjunto de métodos e medidas adotadas para a preservação, manejo e expansão das árvores nas cidades, de acordo com as demandas técnicas pertinentes e as manifestações de interesse das comunidades locais” (SANCHONTENE, 2000, p.76).

Em 2002, foi publicada a Cartilha da Arborização Urbana, que aporta informações acerca das principais características da arborização em Porto Alegre, dos benefícios diretos proporcionados pela arborização ao meio urbano e sobre as espécies mais frequentes, além de orientações técnicas a respeito de mudas, plantios, podas, supressão de vegetação e controle de pragas. Além disso, a Cartilha aborda o Programa de Destinação Ecológica dos Resíduos de Poda em Porto Alegre. Em 2007, a Smam lançou a edição revisada e ampliada do Plano Diretor de Arborização Urbana, a partir da Resolução COMAM nº 05, de 28 de Setembro de 2006, republicada, que dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre.

⁴³ http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/indicecronologico102016.pdf

⁴⁴ http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=122

⁴⁵ http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=130

⁴⁶ http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/livro.pdf

⁴⁷ De acordo com a técnica da SMANS, Lísia Ely, em agosto 2017



Em seu Capítulo I, Art. 1º cita: “Fica instituído o Plano Diretor de Arborização Urbana (PDAU), um instrumento de planejamento municipal para a implantação da Política de plantio, preservação, manejo e expansão da arborização na cidade”.

Os objetivos do Plano Diretor de Arborização Urbana constam no Capítulo II, Art. 2º:

Constituem objetivos do Plano Diretor de Arborização Urbana: I - definir as diretrizes de planejamento, implantação e manejo da Arborização Urbana; II - promover a arborização como instrumento de desenvolvimento urbano e qualidade de vida; III - implementar e manter a arborização urbana visando a melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio ambiental; IV - estabelecer critérios de monitoramento dos órgãos públicos e privados cujas atividades que exerçam tenham reflexos na arborização urbana; V - integrar e envolver a população, com vistas a manutenção e a preservação da arborização urbana. Art. 3º- A implementação do Plano Diretor de Arborização Urbana, ficará a cargo da Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMAM), nas questões relativas a elaboração, análise e implantação de projetos e manejo da arborização urbana. Parágrafo único- Caberá à Secretaria Municipal do Meio Ambiente estabelecer planos sistemáticos de rearborização, realizando a revisão e monitoramento periódicos, visando a reposição de mudas não pegadas.

A Lei Complementar Nº 757, de 14 de janeiro de 2015 estabelece regras para a supressão, o transplante e a poda de espécimes vegetais no Município de Porto Alegre. Esta Lei revoga os Decretos nº 10.237, de 11 de março de 1992, nº10.258, de 3 de abril de 1992, nº 15.418, de 20 de dezembro de 2006, nº 17.232, de 26 de agosto de 2011, nº 18.083, de 21 de novembro de 2012, e nº 18.305, de 28 de maio de 2013, e dá outras providências.

A cidade de Porto Alegre, conhecida como a ‘Cidade das Árvores’, possui diversos espaços livres arborizados, que englobam ruas e avenidas, praças e parques. De acordo com a Prefeitura de Porto Alegre⁴⁸, estima-se que nas vias públicas haja 1,3 milhão de árvores. Há mais de 600 praças distribuídas pela cidade, 12 parques, sendo nove destinados ao lazer e três destinados a unidades de conservação, e uma reserva biológica, totalizando uma área de 21.298.118,00 m²⁴⁹. Oito parques urbanos são administrados pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente de Porto Alegre – Sman: Marinha do Brasil, Chico Mendes, Maurício Sirotsky Sobrinho (Harmonia), Redenção (Farroupilha), Gabriel Knijnik, Marechal Mascarenhas de Moraes, Moinhos de Vento (Parcão) e Alemanha (Germânia)⁵⁰.

De acordo com o Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas de Porto Alegre (SANCHOTENE, 2000, p. 25-26), houve uma intensificação do plantio de árvores, nas vias públicas de Porto Alegre a partir da década de 1930. Bairros mais antigos da cidade são

⁴⁸ http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=297

⁴⁹ http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/01totais.pdf

⁵⁰ http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=290



identificados pelo predomínio de uma espécie arbórea, a exemplo do *Ligustrum japonicum* (conhecido popularmente como ligustro), nos bairros do Centro e na Cidade Baixa; *Jacaranda mimosifolia* (jacarandá), nos bairros Bom Fim, Floresta e Rio Branco; *Melia azedarach* (cinamomo), nos bairros de Petrópolis, Mont Serrat e Higienópolis; *Brachychyton populneum* (perna-de-moça), em Moinho de Ventos; *Platanus acrifolia* (plátano), no bairro da Boa Vista e *Tipuana tipu* (tipuana), na Vila IAPI, juntamente com o cinamomo e o jacarandá. A figura 34 apresenta exemplos de vias arborizadas com jacarandás.

Figura 34 – Arborização – jacarandás, em Porto Alegre/RS.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

De acordo com o inventário florestal urbano total (IFUT) e o inventário florestal urbano amostral (IFUA), realizados na área central de Porto Alegre e em Unidades Territoriais de Ocupação Intensiva, respectivamente, foram encontradas 173 espécies. Em relação ao IFUA, a proporção entre as espécies exóticas e nativas foi de 54,72% para 45,73%, entretanto, a quantidade de árvores exóticas correspondeu a 71,73% e de espécimes nativos, 28,27%, o que claramente apresenta o predomínio de exóticas. A composição arbórea viária apontou 165 espécies, dentre as quais, 18 apareceram com quantidade superior a 100 indivíduos. As espécies mais frequentes foram a extremosa, o ligustro e o jacarandá, com 19,5%, 18,64% e 10,75%, respectivamente. Em relação ao IFUT, a proporção entre espécies exóticas e nativas foi de 55,15% para 44,85%, portanto, não se afastando dos valores percentuais registrados no inventário amostral. A quantidade de árvores exóticas correspondeu a 61% e de espécimes nativos, a 39%. Neste inventário, a composição viária foi constituída por 136 espécies, dentre as quais, 13 apareceram com quantidades a partir de 100 indivíduos. As espécies mais

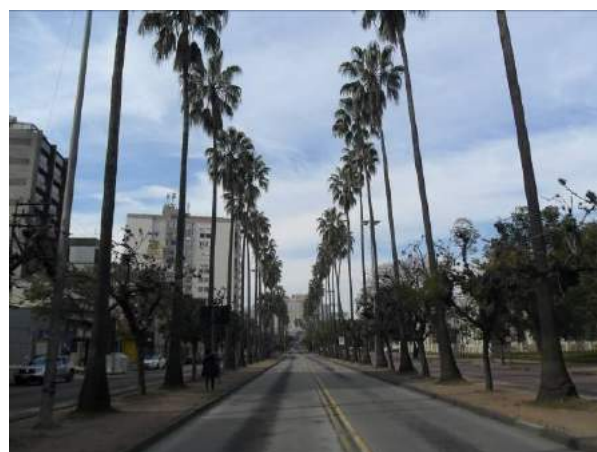


frequentes encontrada foram o ligustro, com 21,71%, o jacarandá, com 18,53% e a extremosa, com 9,69% (SANCHOTENE, 2000, p.80-120). Encontra-se, nos espaços públicos de Porto Alegre, uma vegetação diversificada, tanto árvores quanto palmeiras, dispostas em agrupamentos homogêneos e heterogêneos, em conformidade com as características das vias e do entorno circundante. Em vias localizadas em zonas residenciais, há a predominância de vegetação arbórea de copa horizontal, bem como em praças (figura 35-a; c) que promove o sombreamento e contribui com a sensação de conforto térmico do usuário.

Figura 35 – Vegetação diferenciada, em Porto Alegre/RS. (a) heterogênea, composta por árvores; (b) heterogênea, composta por árvores e palmeiras; (c) homogênea, composta por árvores – jacarandás; (d) homogênea, composta por palmeiras.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Enquanto que em corredores viários de alto tráfego de veículos automotores são encontrados agrupamentos lineares compostos por palmeiras. Tais agrupamentos também são encontrados



diante de edificações monumentais históricas, que promovem um belo efeito estético (figura 36-b; d). Essa diversidade de vegetação também se refere ao tipo de folhagem da copa – perene, caducifólia e semicaducifólia (figura 36). Tem uma relação direta com o tipo climático e com as necessidades de conforto dos usuários, tanto em ambientes externos, quanto internos às edificações.

Figura 36 – Vegetação diversificada – perene, caducifólia e semicaducifólia, em Porto Alegre/RS. (a) e (b) – disposta em avenidas; (c) e (d) – disposta em praça e parque.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Em períodos quentes, a arborização disposta próxima à edificação e em espaços livres públicos promove o sombreamento, e em épocas frias, com a perda parcial ou total da folhagem, são criados espaços vazios, em ruas e avenidas, praças e parques, que permitem a passagem dos raios solares, que favorecem o aquecimento e a iluminação das edificações próximas e dos espaços livres públicos.



3.2.3 Parque Farroupilha

Dentre os espaços livres públicos de Porto Alegre, foi escolhido o parque Farroupilha, também conhecido como parque da Redenção, para o estudo da vegetação e sua relação com o conforto térmico do usuário, em clima temperado subtropical úmido. O parque corresponde à área de lazer mais antiga da cidade (LUZ; OLIVEIRA, 2004). A figura 37 apresenta a sua delimitação e localização em Porto Alegre.

Figura 37 – Localização e delimitação do parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 23-12-2016.



O Parque Farroupilha (Redenção) localiza-se na zona central de Porto Alegre, no bairro do Bom Fim e possui 37,51 ha. Recebeu o nome de Campos da Redenção, em 1884, “em homenagem à libertação dos escravos do terceiro distrito da Capital, registrando a significativa vitória da luta abolicionista local, que resultou na redenção de centenas de escravos, quatro anos antes da libertação geral do país”. Através de Decreto Municipal 307/35, recebeu a denominação de Parque Farroupilha⁵¹. No local, há diversas opções de lazer, a exemplo dos passeios de trenzinho e de pedalinhos, o Mercado do Bom Fim, a Feira Ecológica, o Brique, o Orquidário, o Auditório Araújo Vianna, além de espetáculos que acontecem ao ar livre. Há cerca de 10.000 árvores, como “ipê-roxo, paineira, tipuana, cocão, cipreste, grinalda de noiva, jacarandá, pitangueira, palmeira-da-califórnia e chal-chal” (MACIEL, 2014, p. 30-33). Segundo a Prefeitura de Porto Alegre⁵², este parque é “patrimônio histórico, cultural, natural e paisagístico de Porto Alegre”, cujo tombamento ocorreu em 1997. É uma referência tanto para os porto-alegrenses quanto para os turistas.

A grande parcela do parque é composta por piso permeável, desnudo ou gramado. Pouquíssimas áreas estão recobertas por placas de concreto, a exemplo do eixo principal, destinadas, prioritamente, ao caminho de pedestres e ciclistas. Quanto maior a permeabilidade do solo, maior a possibilidade de penetração da água da chuva e à absorção da radiação solar, o que contribui diretamente com o conforto ambiental dos usuários (figura 38).

Figura 38 – Vistas do eixo monumental do parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

⁵¹ Com a Exposição Comemorativa do Centenário da Revolução Farroupilha, que ocorreu em 1935

⁵² http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=201



O parque Farroupilha possui muitos espaços para lazer, descanso e contemplação. Tais funções se mostram evidentes quando se caminha pelo parque, considerando-se praticamente toda a sua extensão. A utilização do parque ocorre durante todo o ano, por diversos grupos de usuários, nativos da região ou turistas, em vários horários (figura 39).

Figura 39 – Vistas de áreas de lazer e de contemplação, parque Farroupilha, em Porto Alegre/RS. (a) pedalinho; (b) trenzinho; (c) contemplação; (d) recreação infantil.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Em virtude das condições climáticas, obviamente, a relação dos usuários com o parque, na escolha dos espaços para o descanso e para a contemplação, em determinados períodos do ano, é distinta, quando comparada à escolha, em clima tropical, por exemplo. Os usuários, no período do inverno, em Porto Alegre, posicionam-se ao sol, em busca do conforto térmico, e permanecem agasalhados para se protegerem dos ventos frios e das baixas temperaturas. Nesse sentido, ressalta-se que as áreas abertas do parque, próximas ao eixo monumental,



contribuem consideravelmente com a permeabilidade à radiação solar e com o conforto de usuários (figura 40).

Figura 40 – Escolha de posicionamento, ao sol, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Percebe-se, ao visitar o parque, no período do inverno, que há muitos espaços sombreados que permanecem ociosos, sem o uso e a ocupação de usuários, devido à baixa temperatura. Em alguns casos, funcionam apenas como espaços de transição, de passagem (figura 41). É interessante refletir a respeito disso, em futuros projetos, de modo a criar ambientes que ofereçam a possibilidade de usos diferenciados em distintas épocas no ano, acomodando os usuários confortavelmente, sob o ponto de vista térmico. Quanto mais denso for o agrupamento, tanto homogêneo, quanto heterogêneo, com vegetação perene, será gerada mais área sombreada, que guardará sob as suas copas o alto teor de umidade, tornando o ambiente



desfavorável à permanência, em épocas de baixa temperatura. Para reverter isso ou, no mínimo, minimizar esse desconforto, seria interessante inserir agrupamentos com vegetação diversificada quanto ao porte, tipo e folhagem – perene, caducifólia e semicaducifólia, de modo a criar ambientes ensolarados, durante a estação fria, com a perda parcial ou total da folhagem de determinadas espécies, o que poderia facilitar o uso e a ocupação dos usuários que buscam se aquecer, diretamente ao sol.

Figura 41 – Espaços sombrados sem ocupação, devido ao rigor climático, no período do inverno, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

A vegetação inserida no parque Farroupilha é heterogênea, em tipo, em porte e em agrupamentos. Encontram-se áreas com vegetação gramínea rasteira, herbácea, arbustiva, árvores e palmeiras, o que gera uma grande diversidade de recantos e de paisagens, em todas as estações do ano (figura 42). A diversidade de vegetação quanto ao porte, tipo e espécies determinam a diferenciação de cores, de folhagem e de flores, dentre outros; bem como, diminuem, consideravelmente, a perda de espécies, quando da incidência de pragas.

A heterogeneidade de espécies vegetais é recomendada, sob o ponto de vista de conforto ambiental, tanto físico quanto psicológico, além de proporcionar maior dinamicidade aos espaços, no decorrer do ano, devido a distintas épocas de floração e de frutificação, que modificam as características do conjunto.



Figura 42 – Vegetação heterogênea, Parque Farroupilha, Porto Alegre/RS.



(a)



(b)



(c)



(d)

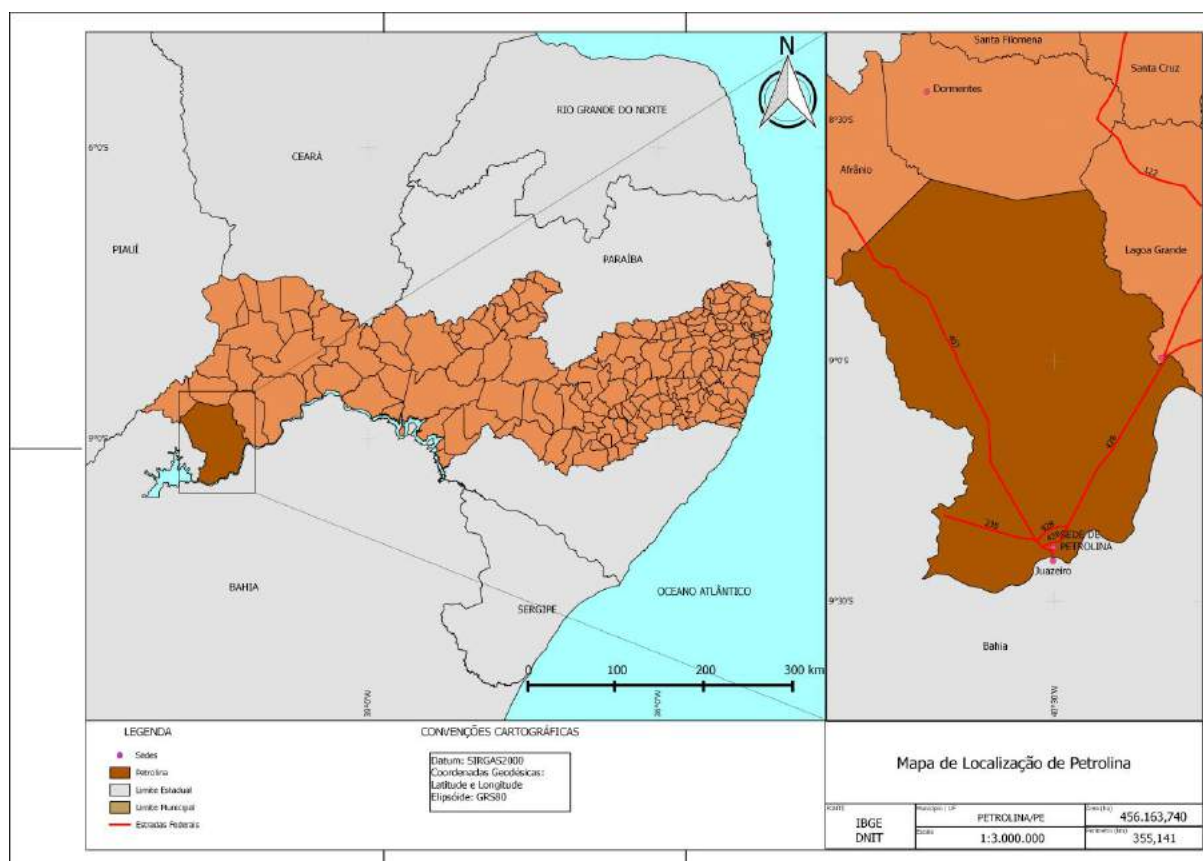
Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).



3.3 Petrolina

O município de Petrolina situa-se no extremo sudoeste do Estado de Pernambuco (figura 43). De acordo com o Censo 2010, possuía população de 293.962 habitantes, distribuída em 4.561,872 km² de área territorial (dados de 2015; é o município mais extenso do Estado), o que lhe confere uma densidade demográfica de 64,44 hab./km². A população estimada, em 2016, era de 337.683 habitantes⁵³.

Figura 43 – Localização de Petrolina, em Pernambuco.



Fonte: IBGE⁵⁴; DNIT⁵⁵. Elaboração: Engenheiro Cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos (2016).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Petrolina é igual a 0,697, situa-se na faixa de desenvolvimento humano ‘médio’, ou seja, IDHM entre 0,600 e 0,699. O índice de Petrolina se encontra acima do valor do IDHM de Pernambuco e abaixo do valor do IDHM do

⁵³ <http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261110>

⁵⁴ http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8

⁵⁵ <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>

Brasil e ocupa a 1995^a posição, entre os 5.565 municípios brasileiros, de acordo com o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil ⁵⁶.

O PIB de Petrolina ocupa a sétima colocação no Estado de Pernambuco. Em 2014, alcançou o valor de 5,2 bilhões de reais, o que confere a participação no Estado de 3,4%. O principal setor foi o de serviços, com 73,5%. As principais atividades registradas foram: administração pública, comércio, atividades imobiliárias, construção civil e lavoura permanente (CONDEPE/FIDEM, 2016).

Petrolina faz limites com os municípios de Afrânio, Dormentes e Lagoa Grande, em Pernambuco, e com Sobradinho, Casa Nova e Juazeiro, na Bahia. A Região Administrativa Integrada de Desenvolvimento/Ride Petrolina-Juazeiro foi criada pela Lei Complementar nº 113, de 19 de setembro de 2001, e regulamentada pelo Decreto nº 4.366, de 9 de setembro de 2002 e é composta pelos municípios de Lagoa Grande, Orocó, Petrolina e Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco, e pelos municípios de Casa Nova, Curaçá, Juazeiro e Sobradinho, no Estado da Bahia⁵⁷. É importante ressaltar que a zona urbana de Petrolina ocupa aproximadamente 1% do território do município, de acordo com dados do IBGE⁵⁸. Na figura 44, pode-se ver a sua localização, ao sul do município.

Figura 44 – Localização da zona urbana, no município de Petrolina, em Pernambuco.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 23-12-2016.

⁵⁶ http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/petrolina_pe

⁵⁷ <http://www.mi.gov.br/regiao-integrada-de-desenvolvimento-do-polo-petrolina-e-juazeiro>

⁵⁸ http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8

O município se insere em região de clima tropical quente e seco (semi-árido). Dentre as principais características desse tipo climático têm-se: altos valores de temperatura do ar, devido à intensa radiação solar, baixos valores de umidade relativa do ar, grandes variações climáticas (alta amplitude térmica) e massas de ar quente que conduzem partículas de pó, em suspensão. Há duas estações bem definidas, no ano: uma seca e outra chuvosa. Em Petrolina, o inverno se apresenta com temperaturas não muito baixas. Visando ao controle do ambiente, deve-se buscar a diminuição da temperatura e da absorção de radiação solar, além de promover a sua perda, através do aumento da umidade. Nas regiões quentes e secas,

o equilíbrio ecológico é frágil, solicitando especial atenção a ordem subjacente, quer dizer, a particular associação entre animais e plantas, a forma da topografia, a existência ou ausência de água, a qualidade da luz e da propagação do som e, em especial, os dados climáticos específicos, cuidando sobretudo da direção predominante dos ventos no verão e no inverno (ROMERO, 2000, p.100).

Os gráficos resultantes das variáveis climáticas precipitação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade dos ventos, correspondentes às Normais Climatológicas, período compreendido entre 1961-1990, ajudam a compreender as condições climáticas de Petrolina⁵⁹ (gráficos 3-a; 3b). Ressalta-se que esses dados foram registrados na Estação Meteorológica de Referência Inmet, localizada no bairro Jarcino Coelho. A Estação possui características do entorno próximas às naturais, ou seja, solo natural permeável à água da chuva e à radiação solar e é livre de obstáculos aos ventos. Como pode ser observado através do gráfico 3-a, os maiores valores de temperatura do ar foram registrados nos meses do verão e outono, sendo novembro o mês que apresentou a maior média de temperatura máxima, igual a 34°C, e a maior média de temperatura mínima, de 22,7°C. O mês que apresentou a menor média de temperatura máxima foi junho, igual a 30,4°C, e julho apresentou a menor média de temperatura mínima, igual a 19,5°C. Observando-se as temperaturas médias mensais, têm-se: maior temperatura igual a 28,2°C, no mês de novembro e menor temperatura, 24,1°C, em julho, ou seja, valores bastante diferentes dos extremos (temperaturas máximas e mínimas).

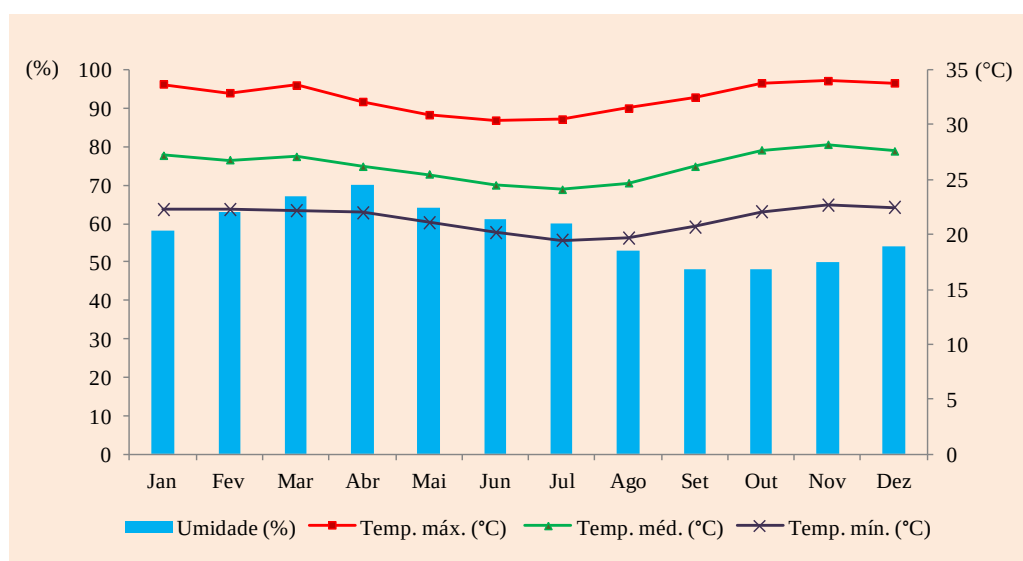
A importância em se avaliar as temperaturas máximas e mínimas, além das temperaturas médias, ocorre em função da variação da temperatura, ou seja, da amplitude térmica, que em Petrolina, alcançou, em novembro, o valor de 11,3°C, em relação à diferença entre os maiores valores da máxima e da mínima. Ao se considerar o maior valor da média das máximas e o menor valor da média das mínimas, tem-se uma diferença de 14,5°C, considerada uma

⁵⁹ <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>

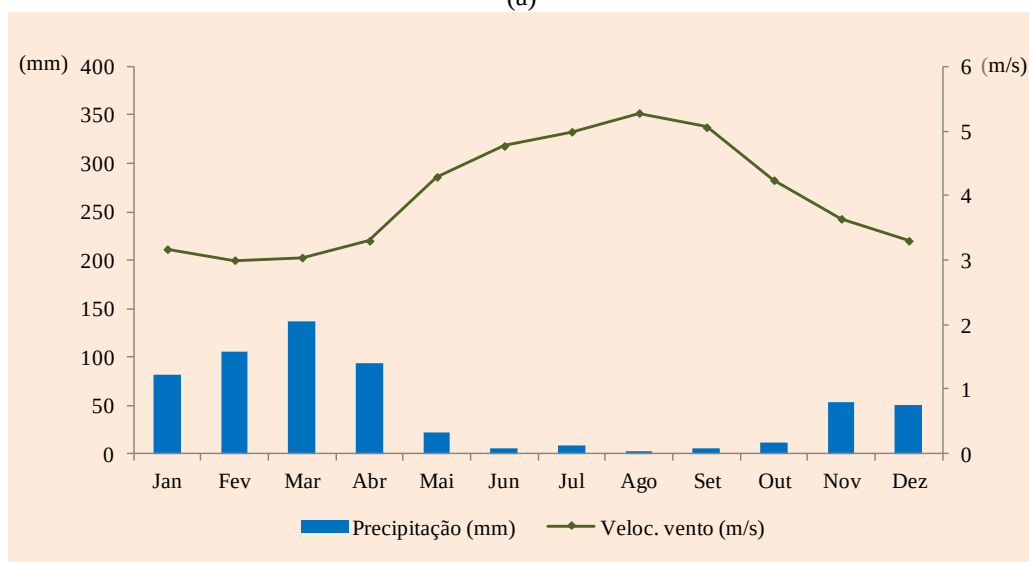


amplitude média, comparando a outras localidades. Devem ser elaborados projetos de arquitetura e urbanismo, que busquem soluções diferenciadas que se adequem a essa amplitude térmica, de modo a satisfazer as necessidades dos usuários, durante a maior parte do ano.

Gráfico 3 – Variáveis climáticas – Petrolina. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.



(a)



(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo

Os meses que registraram os menores valores de temperatura máxima e mínima correspondem aos meses de menor precipitação. O período do inverno em clima quente e seco, exemplo Petrolina, não é chuvoso. De acordo com o gráfico 3-b, o período de chuvas,



em Petrolina, é concentrado nos meses de verão e de outono, havendo a maior precipitação no mês de março, alcançando a média de 136,3mm, seguido pelo mês de fevereiro com 105,9mm. No período seco, o mês que apresenta o menor índice pluviométrico é agosto, com apenas 2,4mm, seguido por junho, com 5,1mm, de acordo com o Inmet. A relação entre os valores de pluviosidade e de umidade relativa do ar é claramente percebida em todos os meses do ano. Apesar de no mês de abril, a umidade ter alcançado o pico, a pluviosidade alcançou o maior valor, no mês de março, como também, os meses que registraram a menor média de umidade relativa do ar foram setembro e outubro, apesar de, em agosto, ter sido registrado o menor valor de precipitação. Isso significa que a umidade permanece no ar, por mais tempo, depois do período de precipitação, ou seja, a curva da umidade, no decorrer do ano, se desloca para a direita, em relação à precipitação. Apesar de Petrolina estar localizada em região de clima quente e seco, ela está às margens do rio São Francisco, que diretamente influencia os valores das variáveis climáticas (figura 45).

Figura 45 – Vista do rio São Francisco. Ao fundo, Petrolina/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).

A velocidade do vento atingiu maiores valores nos meses de menor precipitação e de maior temperatura, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis velocidade dos ventos e umidade relativa do ar e velocidade dos ventos e temperatura do ar. O ar quente e leve (sem estar carregado de umidade) tende a alcançar maiores valores de velocidade. O mês que registrou o pico da média de velocidade do vento foi agosto, com 5,28m/s. A relação de inversabilidade entre os valores das variáveis temperatura do ar e velocidade do vento pode ser percebida durante quase todo o ano. Quanto à direção predominante dos ventos, as Normais climatológicas do período compreendido entre 1961 e 1990 registraram, em todos os meses do ano, ela oriunda de sudeste.

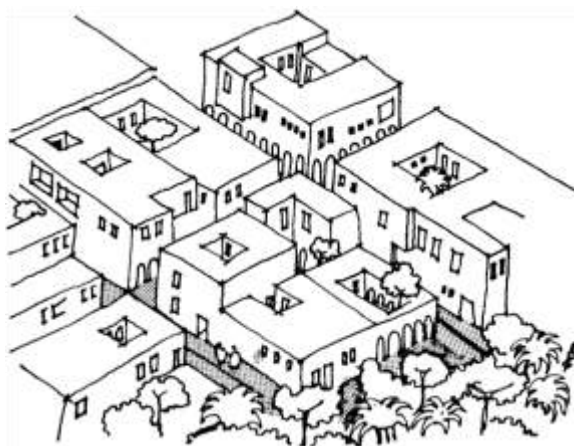


3.3.1 Recomendações para o clima tropical quente e seco - ambiente urbano

Independentemente do tipo de clima nas regiões tropicais, existem alguns princípios gerais que devem ser considerados quando se incorpora a preocupação bioclimática ao desenho urbano. Estes princípios estão organizados para controlar os elementos climáticos que exercem grande influência no equilíbrio térmico entre o homem e o ambiente, quer dizer, a radiação e a ventilação, e para auxiliar este controle estão também informações e princípios para um fator climático local: a vegetação (ROMERO, 2000, p.88).

Nas regiões quentes e secas e sem inverno rigoroso, caso de Petrolina, quanto à morfologia do tecido urbano, deve-se ocupar de maneira densa e sombreada o espaço. A forma urbana deve ser compacta, além de oferecer a menor área superficial possível à exposição da radiação solar (figura 46). Quanto às ruas, há a recomendação de que sejam estreitas, curtas e com mudanças de direção, de modo a diminuir a velocidade e/ou impedir o vento quente e carregado de pó em suspensão (ROMERO, 2000, p.103). Em relação aos espaços públicos, Araújo (2015, p.4) recomenda ainda que estes “tenham pequenas proporções e que incluam áreas de transição entre as edificações com vegetação frondosa e que atue como elemento de transição e de limite entre o espaço externo e interno, oferecendo continuidade e permeabilidade da área”.

Figura 46– Recomendações quanto à morfologia do tecido urbano, para clima tropical quente e seco.



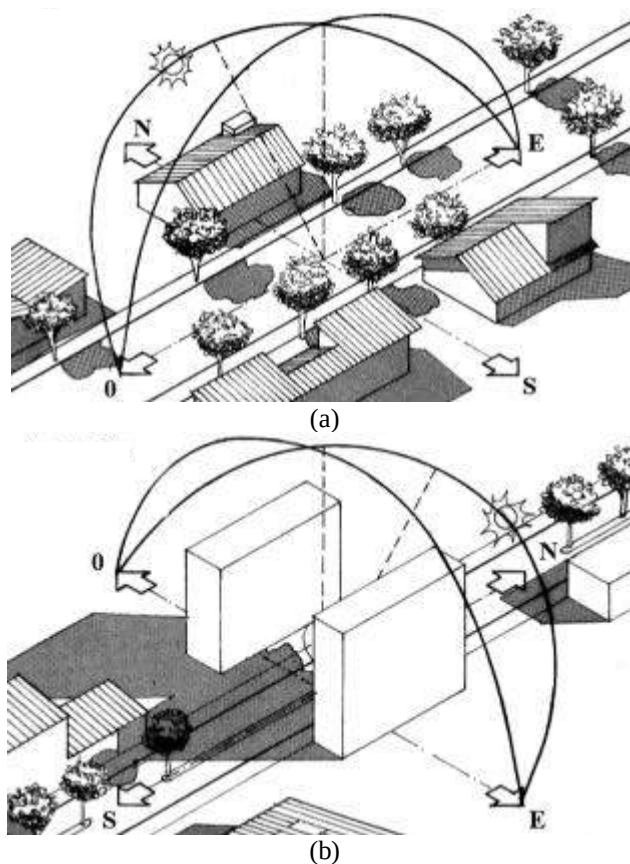
Fonte: Romero (2000, p.102).

Frota e Schiffer (2001, p.69) lembram que, além da observância à topografia do sítio, a malha urbana pode ser direcionada, de modo que as ruas de maior largura estejam dispostas na direção leste-oeste, pois a inclinação dos raios solares, ao longo do ano, não atingiria com muito rigor as fachadas voltadas para essas ruas; e as ruas mais estreitas teriam a direção norte-sul. Nesse último caso, se a largura da rua for suficientemente estreita, com relação à



altura das edificações, haverá a possibilidade da proteção à radiação solar direta através do sombreamento mútuo das fachadas opostas, das ruas e das calçadas. Recomenda-se, ainda, que tais ruas com direção norte-sul não tenham um traçado extenso e reto; é interessante que nelas sejam previstas praças com vegetação e desvios, de modo a não canalizarem os indesejados ventos (figura 47).

Figura 47 – Recomendações quanto à orientação das vias e sua relação com o sombreamento, para clima tropical quente e seco. (a) para vias mais largas; (b) para vias mais estreitas.



Fonte: Frota e Schiffer (2001, p.70).

A utilização de elementos arquitetônicos de proteção solar, a exemplos de marquises, amplos beirais e galerias é bem-vinda. Especificamente, quanto aos espaços livres públicos, estes devem ter pequenas proporções e serem distribuídos por toda a cidade e devem contar com a presença de água, em forma de fontes e de espelhos d'água e de vegetação em abundância, como também, devem ser sombreados (ROMERO, 2000, p.103-104). Frota e Schifer (2001, p.69) lembram que a umidificação do ar proporcionará a sensação de conforto às pessoas usuárias à proximidade. Recomenda-se, também, o uso da vegetação gramínea rasteira substituindo outros tipos de pavimentação impermeável, o que contribui com a absorção da radiação solar e das águas da chuva.



3.3.2 Gestão da arborização nos espaços livres públicos

A Lei Nº 1.875, de 14 de novembro de 2006, dispõe sobre o Plano Diretor de Petrolina. No Art. 69, que trata sobre a arborização do município, apresenta a necessidade de conclusão do “Plano Diretor de Arborização e Áreas Verdes do Município de Petrolina, conforme determina a Lei Municipal nº 1.199/2002 - Código Municipal de Meio Ambiente”. E cita que, devem ser adotadas medidas que contemplem as áreas urbana e rural, esta última composta pela área irrigada, de sequeiro e ribeirinha.

- I - Elaboração de diagnóstico do acervo arbóreo atualmente existente;
- II - Levantamento e mapeamento das áreas disponíveis para criação de áreas verdes;
- III - Levantamento de bairros e ruas, da cidade e dos povoados, cuja cobertura arbórea é deficitária;
- IV - Implementação da Lei Municipal nº 1.838/2006, que dispõe sobre proteção às árvores urbanas;
- V - Tornar obrigatório a inserção de 50% de espécies nativas do bioma caatinga e de Pau-Brasil na arborização da cidade e dos povoados do município, em atendimento ao que determina a Lei Estadual nº 12.857, de 05 de julho de 2005 (PETROLINA, 2006).

Ressalta-se que, até o presente momento, tal “Plano Diretor de Arborização e Áreas Verdes do Município de Petrolina” não existe.

A Agência Municipal do Meio Ambiente – AMMA foi criada através da Lei Nº 2.354, de 30 de março de 2011 e é vinculada à Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade Urbana – Seinfra. A AMMA é considerada o Órgão Municipal de Meio Ambiente, pertencente ao Sistema Nacional do Meio Ambiente – Sisnama, de acordo com a Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente e foi alterada pela Lei nº 7.804, de 18 de julho de 1989. As competências da AMMA estão registradas no Art. 1º da Lei Nº 2.354, dentre as quais, “*a implantação, administração, manutenção, preservação, recuperação, supervisão e fiscalização da arborização urbana, unidades de conservação, áreas verdes e demais recursos naturais*”. A AMMA possui dois programas, atualmente, em vigência: ‘Uma árvore, uma vida’ e ‘Unidades de Conservação da Caatinga’. Visando a uma cidade mais arborizada como indicativo à qualidade de vida da população, foi lançado, em 2013, o programa ‘Uma árvore, uma vida’, que visa intensificar o processo de arborização da cidade, distribuindo mudas de espécies nativas da caatinga. Além disso, busca-se contribuir com a conservação de espécies típicas desse bioma. As mudas são produzidas pelo Viveiro Municipal e distribuídas para a população e para as instituições públicas. São disponibilizadas



mudas de espécies de aroeira, caraibeira, ipê, mulungu, tamboril, angico, típicas do bioma da Caatinga⁶⁰. À AMMA, cabe a responsabilidade de “explicar como deve ser feito o plantio, o manejo, como conservar a planta e fazer com que ela chegue à idade adulta”⁶¹. Tal vegetação arbórea, plantada e manejada corretamente, será resistente a períodos de estiagem, produzirá sombra e contribuirá com melhoria da paisagem urbana. Quanto ao programa denominado ‘Unidades de Conservação da Caatinga – Proteção da Caatinga’, este foi criado a partir da Lei 2.575 de setembro de 2013 e lançado em 2014. Uma das principais propostas do programa se refere ao “desenvolvimento sustentável do ecossistema, através de práticas cotidianas da população sertaneja, que possam garantir emprego e renda sem, contudo, destruir a fauna e flora típicas da caatinga”⁶². Este programa destina-se a proprietários rurais que possuam propriedades devidamente registradas e com áreas destinadas às Unidades de Conservação a partir de cinco hectares e que não sejam usadas para a criação de animais, que possam degradar a vegetação natural ou reflorestada do Bioma Caatinga (apenas contar com animais silvestres, em liberdade), dentre outras exigências.

Petrolina possui poucas áreas verdes, em sua zona urbana. E poucas vias são arborizadas de modo proeminente. O que se encontram são trechos de ruas e avenidas com vegetação de pequeno e de médio porte (figura 48).

Figura 48 – Trechos de vias com vegetação arbórea.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).

⁶⁰ <http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/noticias.php?id=195>

⁶¹ http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/prog_uma_arvore.php

⁶² http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/prog_caatinga.php



Mesmo em canteiros centrais, a exemplo do que existe em parte da avenida da Integração, um dos eixos estruturadores da cidade, a vegetação arbórea é escassa (figura 49). Além do que, há exemplos do plantio de ipês, árvore caducifólia, quando se deveria priorizar a inserção de vegetação com copa densa e folhagem perene, visando ao incremento da umidade relativa do ar, necessária ao clima quente e seco, de modo a suprir as necessidades de conforto dos usuários.

Figura 49 – Inserção de vegetação em vias, em Petrolina/PE.



(a)

(b)

Fotos: Fábio André Ferreira dos Santos (2017).

Obviamente, muitas calçadas não possuem dimensão suficiente para atender às necessidades de implantação da vegetação arbórea, sem comprometer a acessibilidade de usuários pedestres. Há casos em que sequer atendem aos princípios de acessibilidade. Assim sendo, faz-se urgente a necessidade em se pensar a arborização urbana linear, disposta em ruas e avenidas em conjunto com o desenho urbano da cidade.

Em alguns casos, como exemplificado na figura 50, houve a inserção de palmeiras (50-a – Av. Monsenhor Angelo Sampaio; 50-b – Av. Cardoso de Sá, orla do rio São Francisco), o que demonstra a inadequação da vegetação ao tipo climático. Ressalta-se que palmeiras não são árvores.

Herzog (2013, p. 122-123) chama à atenção a atual “palmeirização” das cidades, em substituição ao plantio de árvores: perde-se a “oportunidade de oferecer serviços ecossistêmicos insubstituíveis que somente as árvores proporcionam às pessoas e ao aumento da biodiversidade”.



Figura 50 – Inserção de vegetação em vias – ‘palmeirização’, em Petrolina/PE.



(b)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).

À proximidade do centro da cidade, é possível ver espaços sem nenhum indivíduo arbóreo disposto em suas vias públicas (figura 51). Na figura 51-a, a vegetação existente se encontra em lotes privados. A figura 51-b apresenta um recorte da área do antigo aeroporto, próximo ao Sesi (Serviço Social da Indústria). Devido a sua dimensão, é uma área que poderia receber vegetação de porte arbóreo, tanto nas calçadas laterais quanto no canteiro central. Na implantação dessa vegetação, poder-se-ia pensar em uma rede de infraestrutura urbana, compatibilizada em uma faixa de serviço. Além dos benefícios relativos à facilidade de manutenção dos serviços de infraestrutura, haveria a promoção da segurança do usuário pedestre, nos passeios, bem como, a diminuição da sensação de desconforto térmico.

Figura 51 – Escassez de vegetação, em vias, em Petrolina/PE.



(a)



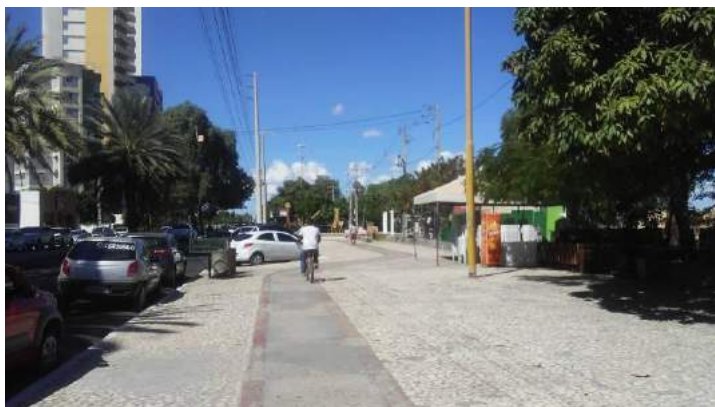
(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).



Cita-se, ainda, a ciclovia, disposta na orla do rio São Francisco (avenida Cardoso de Sá), determinada pela paginação do piso, que possui poucas áreas sombreadas, o que inibe a sua utilização e apropriação, durante o dia, em virtude das altas temperaturas (figura 52).

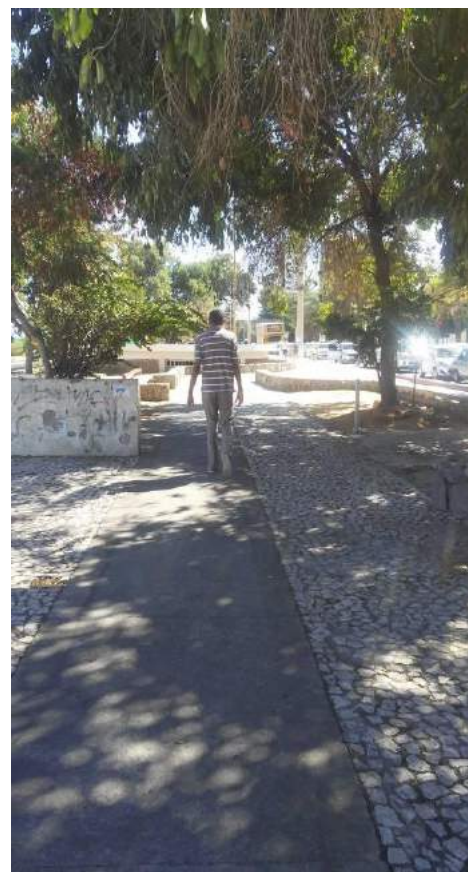
Figura 52 – Vistas da ciclovia – orla do rio São Francisco, em Petrolina/PE.



(a)



(b)



(c)

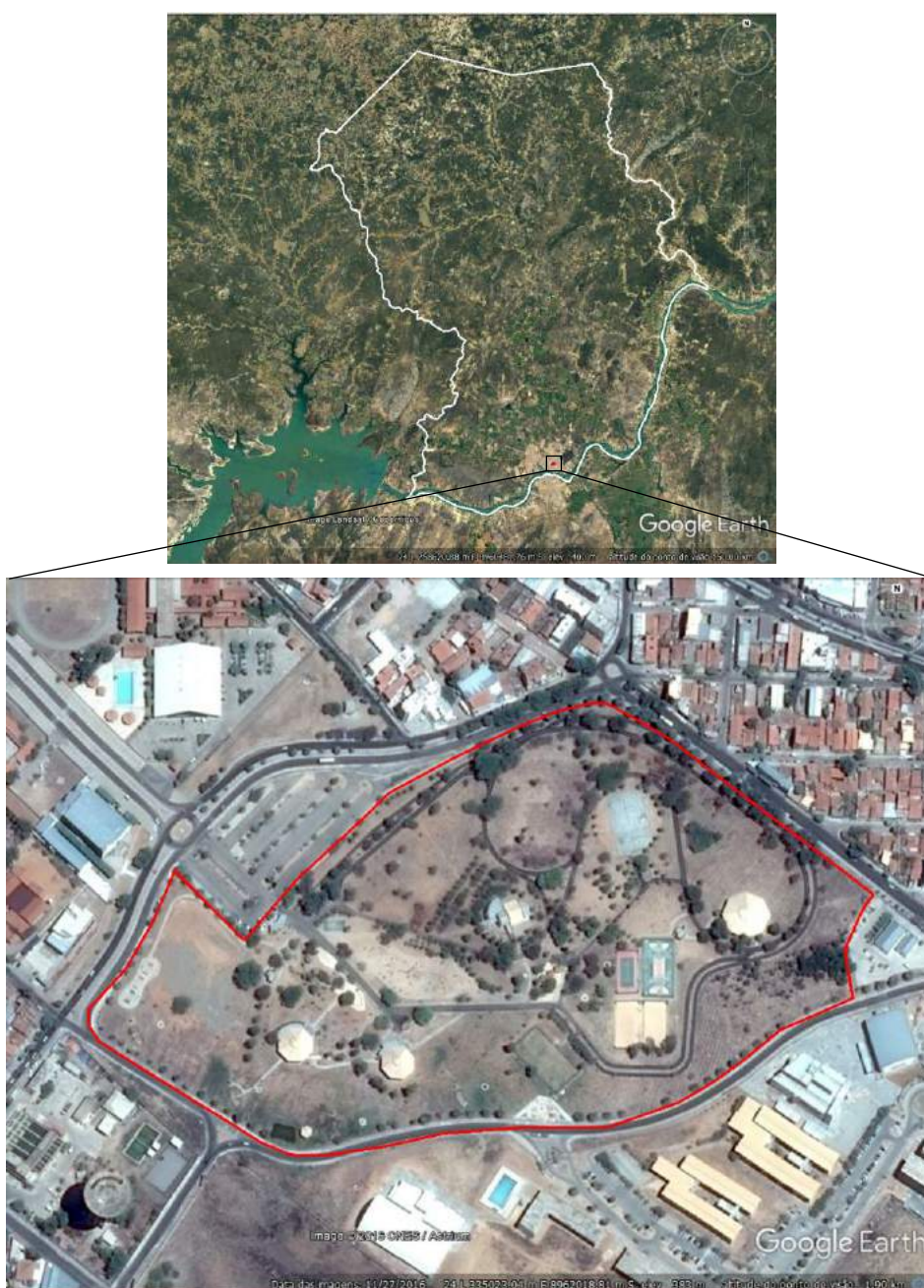
Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).



3.3.3 Parque Municipal Josepha Coelho

Dentre os espaços livres públicos, foi escolhido, para a análise da vegetação arbórea, inserida em meio urbano, e sua influência ao conforto térmico do usuário pedestre, o Parque Municipal Josepha Coelho, localizado no bairro Maria Auxiliadora, zona central da cidade de Petrolina (figura 53).

Figura 53 – Localização e delimitação do parque Municipal Josepha Coelho, em Petrolina/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 23-12-2016.



O Parque Municipal Josepha Coelho é o único parque da cidade, foi inaugurado em 2007, e passou por uma reforma em 2015, sendo reaberto ao público, em 2016. De acordo com a Prefeitura de Petrolina, após a reforma, o parque passou a ter 14 ha de área⁶³. O horário de funcionamento é entre 04h00 e 22h00, porém, devido ao intenso rigor climático, na maior parte do ano, o parque é utilizado, principalmente, no início da manhã e no final da tarde. A figura 66 apresenta a localização do parque, em Petrolina.

O revestimento do solo, em sua grande maioria, é natural sem recobrimento de vegetação rasteira; a quantidade de vegetação arbórea é demasiadamente pequena, quando comparada com a área superficial do parque. Caso fosse densamente arborizado, este espaço público funcionaria como uma grande zona de amenidade climática, contribuindo com a sensação de conforto térmico para os habitantes e usuários da cidade, podendo ser mais utilizado, durante o dia, pois teria mais zonas sombreadas.

O parque possui pistas exclusivas para caminhada e para bicicleta, quadras de futebol e de vôlei (em solo natural), equipamentos de ginástica, pista de skate/patins, áreas de recreação infantil e de adultos, pavilhões para a realização de espetáculos, além de uma zona reservada para churrasqueira, dentre outros equipamentos. Tais equipamentos auxiliam na setorização do público, por idade e por área de interesse. Há um único acesso ao parque e este é restrito a pedestres e a usuários de bicicleta (figura 54). Veículos automotores são autorizados a entrar no parque apenas em casos de manutenção ou atendimento de saúde. O estacionamento de veículos automotores é disposto externamente.

Figura 54 – Acesso e estacionamento externo ao Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (a - 2016; b - 2017).

⁶³ <http://www.petrolina.pe.gov.br/petrolina2015/noticias.php?id=10972>



A vegetação encontrada no parque é diversa, em tipo (palmeiras; árvores), em espécies (pau-ferro, flamboyant, leucena, algaroba, tento, dentre outras) e em porte (arbustivo e arbóreo). Basicamente, a disposição da vegetação foi proposta da seguinte forma: a delimitação do parque é feita por palmeiras e, internamente, foram dispostos os agrupamentos homogêneos e heterogêneos de vegetação arbórea (figura 55) bem como os indivíduos arbóreos isolados.

Figura 55 – Vegetação arbórea – (a) heterogênea; (b) homogênea - Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Contudo, são encontrados agrupamentos lineares de palmeiras à proximidade da pista de skate e da pista de caminhada (figura 56).

Figura 56 – Vegetação – palmeiras - Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).



Esse tipo de vegetação e nessa forma de agrupamento não favorece o sombreamento necessário à obtenção de conforto térmico. Além disso, a quantidade de radiação solar absorvida pela vegetação é muito menor quando comparada com os indivíduos arbóreos de grande copa.

Recomenda-se que a inserção de vegetação urbana seja heterogênea (tipo, porte, espécies), no entanto, deve-se priorizar a inserção de vegetação arbórea em locais de passagem de pedestre e que esta tenha copa horizontal, espalhada, com folhagem densa e perene, visando a uma maior área sobreada. São facilmente encontrados indivíduos arbóreos com folhagem caducifólia, à proximidade das pistas de caminhada/corrida e de equipamentos de ginástica (figura 57).

Figura 57 – Vegetação rarefeita – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).

Há muito espaço sem vegetação (figura 58-a), em alguns deles, foram plantadas mudas de espécies arbóreas nativas da região, visando incrementar a cobertura vegetal do parque, o que beneficiará toda a população da cidade, nos próximos anos. Na figura 58-b, pode ser observado um dos três pavilhões do parque. Todos possuem a mesma forma, estrutura em concreto e são vazados nas laterais. A coberta é em telha de material cerâmico. Ressalta-se um lanternim, cuja finalidade de exaustão do ar quente é questionada, considerando-se que as laterais são abertas, o que não bloqueia a circulação do ar.



Figura 58 – (a) Vegetação rarefeita; (b) plantio de mudas de vegetação nativa – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

As pistas de caminhada possuem o recobrimento em manta asfáltica (figura 59). Este material tem uma alta capacidade de absorver a radiação solar, aumentando a sensação de desconforto térmico para os usuários. Desse modo, há a necessidade de aumentar a quantidade de indivíduos arbóreos, à proximidade das pistas de caminhada e da ciclovia, de modo a proporcionar o sombreamento em todo o percurso, visando ao conforto térmico.

Figura 59 – Pistas de caminhada/corrida – Parque Municipal Josepha Coelho, Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (a – 2016; b – 2017).



A área de recreação infantil é composta por mobiliário em concreto e em material metálico, que se encontra distribuído em solo natural sem vegetação, permeável à radiação solar e à água da chuva. Na maior parte do tempo, todos os brinquedos permanecem desprotegidos da radiação solar direta, em virtude da vegetação arbórea que delimita uma parte da área de recreação, não ser capaz de promover o sombreamento necessário, contribuindo com o conforto térmico (figura 60). Observa-se através da figura 60-d que há uma mureta de tijolos, utilizada pelos usuários como bancos para sentar e observar as crianças na área infantil.

Figura 60 – Área de recreação infantil – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

Os equipamentos de ginástica para adultos estão dispostos em dois pontos do parque, não muito distantes entre si. Um deles é protegido da radiação solar, por vegetação arbórea e possui revestimento do solo em brita, também permeável à água da chuva (figura 61-a).



Figura 61 – Equipamentos de ginástica – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

A figura 62 apresenta a pista de skate, em concreto. Como não é protegido por vegetação de porte arbóreo, este equipamento é utilizado apenas quando a altura solar está baixa. Durante a maior parte do dia, recebe a radiação solar direta, que o aquece, diretamente, favorecendo a não ocupação desse espaço.

Figura 62 – Pista de skate – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).

O parque Josepha Coelho não possui muitos espaços para descanso e contemplação. Citam-se apenas os bancos de tjos, próximos aos brinquedos infantis, citados anteriormente, à entrada do parque e alguns caramanchões, distribuídos dentro do parque (figura 63). Assim sendo, a



utilização do parque se limita bastante à prática de exercícios. A função de contemplação é praticamente inexistente, considerando-se toda a área do parque.

Figura 63 – Caramanchão – Parque Municipal Josepha Coelho/Petrolina/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).



3.4 Recife

A questão ambiental, tema de inegável relevância, adquire importância fundamental para o estudo do planejamento urbano e regional visto que a maioria da população brasileira é urbana. As metrópoles, enquanto concentrações urbanas, apresentam-se como preocupação dos governos e da sociedade, em todo o mundo, dada suas necessidades crescentes de recursos ambientais (ROMÉRO; BRUNA, 2010). Recife encontra-se diante desse panorama.

Recife possui população de 1.537.704 habitantes⁶⁴, o que corresponde a aproximadamente 42% da Região Metropolitana de Recife e 17,5% da população do estado de Pernambuco, que é de 8.796.448 habitantes. Com taxa de urbanização de 100% e densidade demográfica de 7.039,64 habitantes/km², representa um aumento, em relação ao Censo 2000, de 8,06% de sua população. Quando comparado ao Censo 1991, o aumento populacional chega a quase 18,5% (IBGE, 2010).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Recife é igual a 0,772, o que situa o município na faixa de desenvolvimento humano ‘alto’ (IDHM entre 0,700 e 0,799). O valor do IDHM de Recife está acima dos valores de Pernambuco e do Brasil e ocupa a 210ª posição entre os 5.565 municípios brasileiros, segundo o Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil⁶⁵.

O PIB de Recife é o maior do Estado de Pernambuco. Em 2014, alcançou o valor de 50,7 bilhões de reais. A participação em Pernambuco foi de 32,7% e teve, como principal setor, o de serviços, com 82,8%. As principais atividades foram: comércio, administração pública, construção civil, serviços imobiliários e atividades profissionais (CONDEPE/FIDEM, 2016).

Considerando-se que Recife não possui mais zona rural, não há mais área a ser urbanizada, assim, Recife não tem mais para onde crescer, através de uma ocupação horizontal, massivamente utilizada por seus planejadores, facilmente percebida pela mancha urbana compreendida em 2.18,435 km² e sob o ponto de vista legal. A não ser que, pela ausência e ineficiência do Estado, sejam ocupadas áreas de preservação ambiental, potenciais e/ou legais. Nos dias atuais, estão em voga os condomínios exclusivos, formais e ainda dispersos. A

⁶⁴ A estimativa da população de Recife para 2015 era de 1.617.183, com data de referência em 1º de julho de 2015. (IBGE, 2015). Disponível em:

<ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_2015_TCU_20160211.pdf>

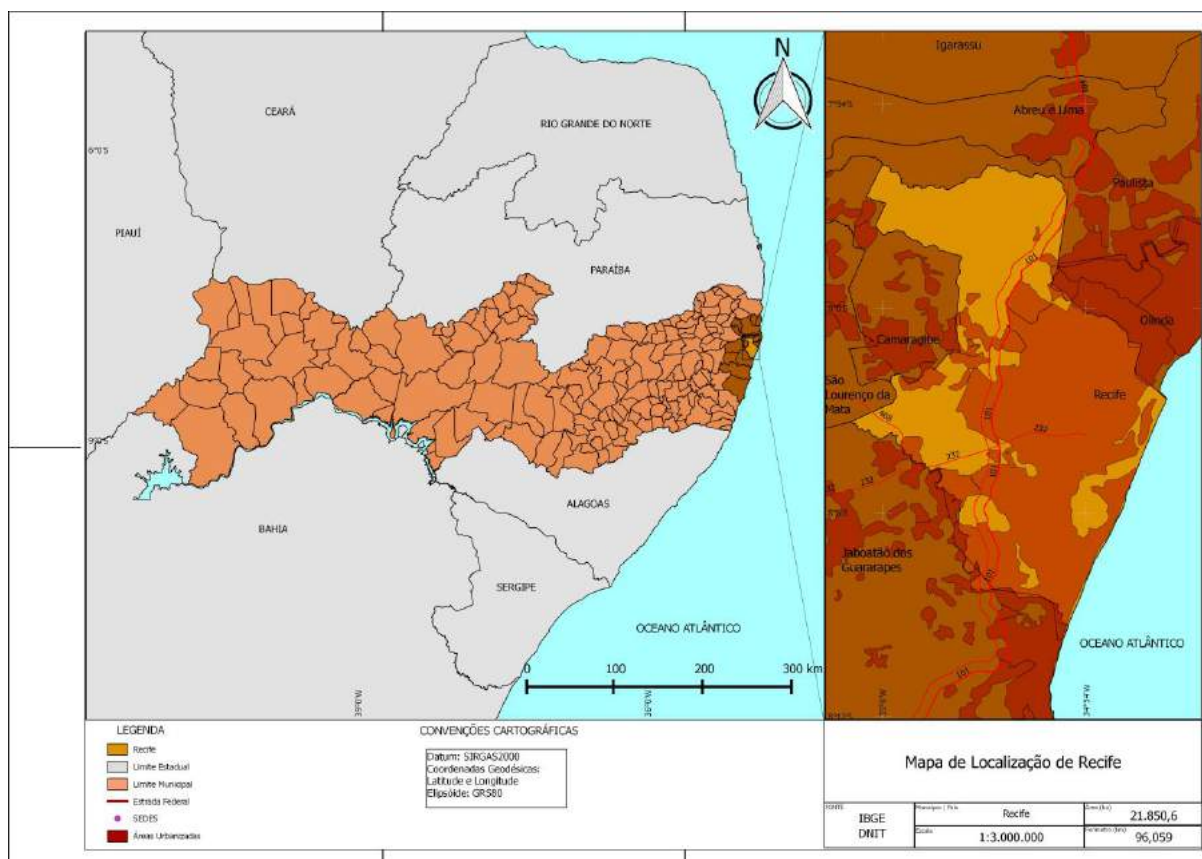
⁶⁵ http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/recife_pe



possibilidade formal de crescimento de Recife, sob o viés construtivo, é aliada ao adensamento, a partir de edificações verticalizadas, que já despontam, em alguns bairros, como modificadoras da paisagem urbana, à exceção de Boa Viagem, que há algumas décadas passou por esse processo e já o consolidou. Essa ocupação adensada, sob o ponto de vista construtivo, em Recife, é encontrada em menor proporção, quando comparada à ocupação dispersa, tanto por meios formais, quanto informais (os assentamentos populares são, geralmente, densos e compactos, mesmo que não verticalizados).

As maiores densidades concentram-se em zonas litorâneas (bairros de Brasília Teimosa, Boa Viagem e Pina), bairros centrais (a exemplo de Boa Vista) e em zonas de morros (Morro da Conceição, Alto José do Pinho) e alguns remanescentes de alagados (Mangueira); com diferentes tipos construtivos.

Figura 64 – Delimitação da RMR em Pernambuco. Delimitação da zona urbana do núcleo Recife na RMR.



Fonte: IBGE⁶⁶; DNIT⁶⁷. Elaboração: Engenheiro Cartógrafo Fábio André Ferreira dos Santos (2016).

⁶⁶ http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8

⁶⁷ <http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>

Assim, com o contínuo acréscimo populacional, buscam-se áreas passíveis de ocupação em sua região metropolitana, colaborando com a degradação do meio, com desmatamentos, com a emissão de gases poluentes atmosféricos e com a impermeabilização de superfícies. Percebe-se, através da figura 64, a conurbação com os municípios de Jaboatão dos Guararapes, ao sul e a oeste, de Olinda, a nordeste e de Camaragibe, a oeste.

Segundo o Mapa de clima do Brasil (IBGE, 2002), a cidade de Recife se insere na Zona Tropical quente e úmida. As características desse tipo climático são: temperatura do ar e umidade relativa do ar altas, acima de 25° e 70%, respectivamente; pequenas variações de temperatura durante o dia; dias quentes e úmidos; duas estações bem definidas: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; ventos dominantes com predominância do sudeste (FROTA; SCHIFFER, 2001, p.45).

De acordo com as Normais Climatológicas, período 1961-1990, disponíveis pelo Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, Recife possui 2.417,6mm de média anual de pluviosidade, cuja concentração ocorre nos meses de maio a julho.

Os gráficos resultantes das variáveis climáticas precipitação, temperatura do ar, umidade do ar e velocidade dos ventos, correspondentes às Normais Climatológicas, período compreendido entre 1961-1990, ajudam a compreender as condições climáticas de Recife⁶⁸ (gráficos 4-a;4-b). Tais dados foram registrados na Estação Meteorológica de Referência Inmet, localizada no bairro Curado.

Pode-se comprovar pelo gráfico 4-a que, em Recife, não há grande variação de temperatura do ar durante o ano. Os maiores valores foram registrados nos meses do verão: dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram a maior média de temperatura máxima, igual a 30,2°C. A maior média de temperatura mínima mensal foi registrada em março, de 22,7°C. O mês que apresentou a menor média de temperatura máxima foi julho, igual a 27,3°C, e agosto apresentou a menor média de temperatura mínima, igual a 20,6°C.

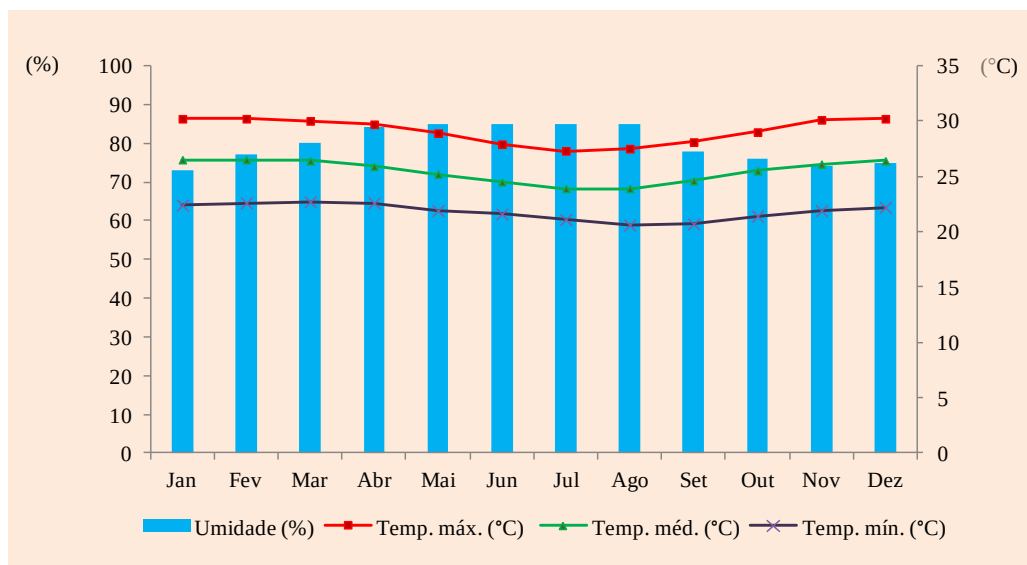
Observando-se as temperaturas médias, têm-se: maior temperatura igual a 26,5°C, registrada em janeiro e fevereiro, e menor temperatura, 23,9°C, registrada em julho e agosto, no período chuvoso, ou seja, valores não muito distantes dos extremos. Em Recife, a amplitude térmica alcançou o valor de 7,5°C, em relação à diferença entre os maiores valores da máxima e da mínima. Ao se considerar o maior valor da máxima e o menor valor da mínima, tem-se uma diferença de 9,6°C. Tais dados, em Recife, confirmam a existência de uma baixa amplitude

⁶⁸ <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>.

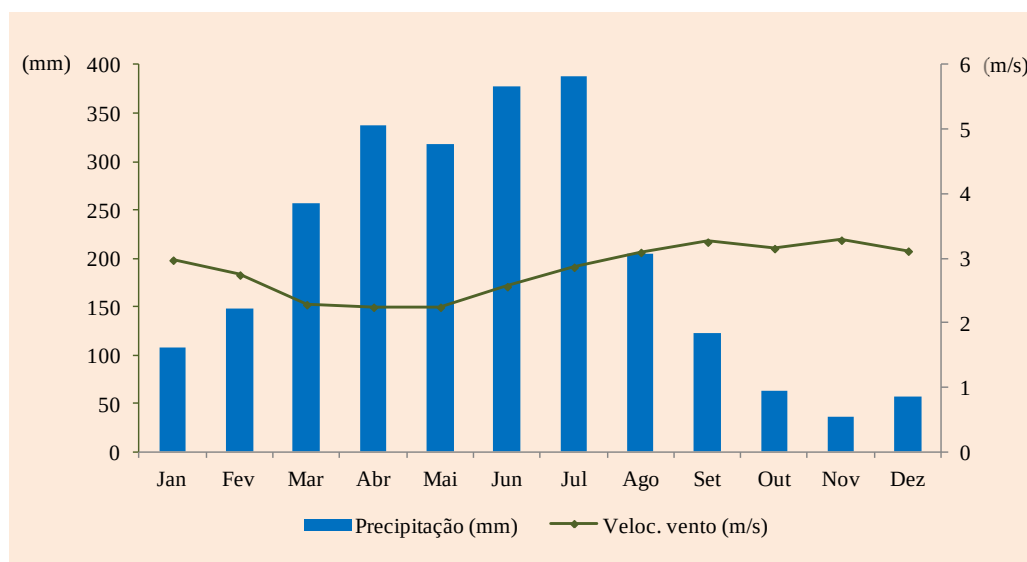


térmica, com altas temperaturas, durante todo o ano. Assim, devem ser propostas soluções para o projeto de arquitetura e urbanismo, que se adequem a essa baixa amplitude térmica, de modo a satisfazer as necessidades dos usuários, durante a maior parte do ano.

Gráfico 4 – Variáveis climáticas – Recife. (a) umidade relativa do ar e temperatura do ar. (b) precipitação e velocidade dos ventos.



(a)



(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Os meses que registraram os menores valores de temperatura máxima e mínima correspondem aos meses de maior precipitação, o que comprova a relação de inversabilidade



entre as variáveis climáticas temperatura e umidade do ar. A relação de inversabilidade entre essas variáveis pode ser comprovada durante todo o ano.

Em Recife, chove durante todo o ano, porém, há uma concentração no inverno, período de intensas chuvas (gráfico 4-b); a maior precipitação mensal registrada pelas Normais Climatológicas aconteceu no mês de julho, com média de 388,1mm, seguido pelo mês de junho com 377,9mm. Na estação seca, que ocorre no verão, o mês que apresentou o menor índice pluviométrico foi novembro, com apenas 35,7mm, valor considerado baixo, para os padrões de Recife, seguido por dezembro, com 56,8mm.

De acordo com o gráfico 4-a, percebe-se que a umidade do ar, em Recife, sofre pouca variação durante o ano, e que é evidente a relação entre os valores de pluviosidade e de umidade relativa do ar, nos meses mais chuvosos. Houve o registro da menor diferença entre os percentuais de umidade do ar, no decorrer do ano, tecendo uma comparação com Petrolina e Porto Alegre, variando de 73%, em janeiro, a 85%, em maio, junho, julho e agosto. Apesar de a pluviosidade ter alcançado o pico, em julho, desde maio, se registrou o pico da umidade do ar. Ressalta-se que, mesmo nos meses com baixos valores de precipitação, os valores da umidade do ar são altos, em decorrência da localização de Recife, à margem do Oceano Atlântico, contando com rica rede hidrográfica, que fortemente influencia os valores da umidade do ar, bem como os valores das demais variáveis climáticas (figura 65).

Figura 65 – Rio Capibaribe, em Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2012).



A velocidade do vento atingiu maiores valores nos meses de menor precipitação (gráfico 4-b) e nos meses de menor registro dos valores da umidade do ar, o que comprova a relação de inversabilidade entre as variáveis umidade do ar e velocidade dos ventos. Quanto à relação de inversabilidade com a variável temperatura do ar, esta pode ser observada no primeiro semestre do ano. O ar quente e leve, sem estar carregado de umidade, tende a alcançar maiores valores de velocidade. O mês que registrou o pico da média de velocidade do vento foi novembro, com 3,29m/s; a menor média foi registrada em abril e maio, igual a 2,25m/s. Quanto à direção predominante dos ventos, em Recife, as Normais climatológicas (1961 a 1990) registraram, em todos os meses do ano, à exceção de novembro (proveniente de leste), ela oriunda de sudeste.

Com essas características climáticas – baixa amplitude térmica, diária e sazonal e alta média anual da umidade relativa do ar, alcançando, facilmente, 100%, em dias chuvosos –, ao considerar os projetos urbanos e arquitetônicos para a cidade, deve-se pensar em soluções que visem contribuir com a diminuição desses altos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar e a diminuição dos seus efeitos, a fim de inseri-la em zonas de conforto. Para tanto, um dos requisitos é a sombra, que pode ser conseguida através da arborização, contribuindo com a diminuição da temperatura e, quando inserida em espaços permeáveis, com a drenagem de águas pluviais. Como a massa de vegetação arbórea contribui com o aumento dos valores da umidade do ar, que já é alta em Recife, deve-se pensar, para estar na zona de conforto, na promoção da ventilação, outro requisito importante, criando uma forma urbana permeável ao vento, com afastamentos generosos entre as edificações, bem como, com a diferenciação de formas, tanto em planta, a partir de reentrâncias e saliências (varandas, por exemplo), como em corte (alturas diferenciadas; pavimentos vazados).



3.4.1 Recomendações para o clima quente e úmido

O estudo da forma urbana em relação à caracterização e à análise do conforto térmico deve auxiliar na tomada de decisão quanto à organização e ao planejamento urbano, portanto, a compreensão do conforto térmico em espaços exteriores deve ser considerada um dos parâmetros de base para a concepção de projetos urbanos. Romero (2000, p.107) cita princípios, para as regiões tropicais (figura 66), que norteiam quanto à morfologia do tecido urbano, dentre os quais,

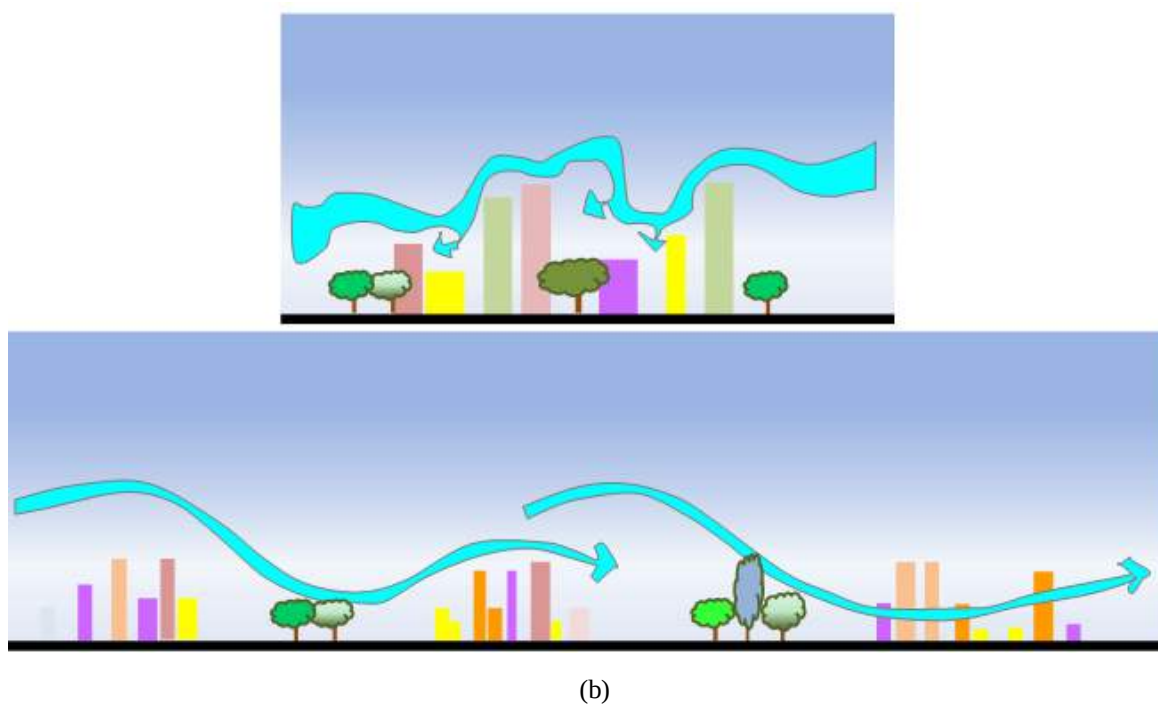
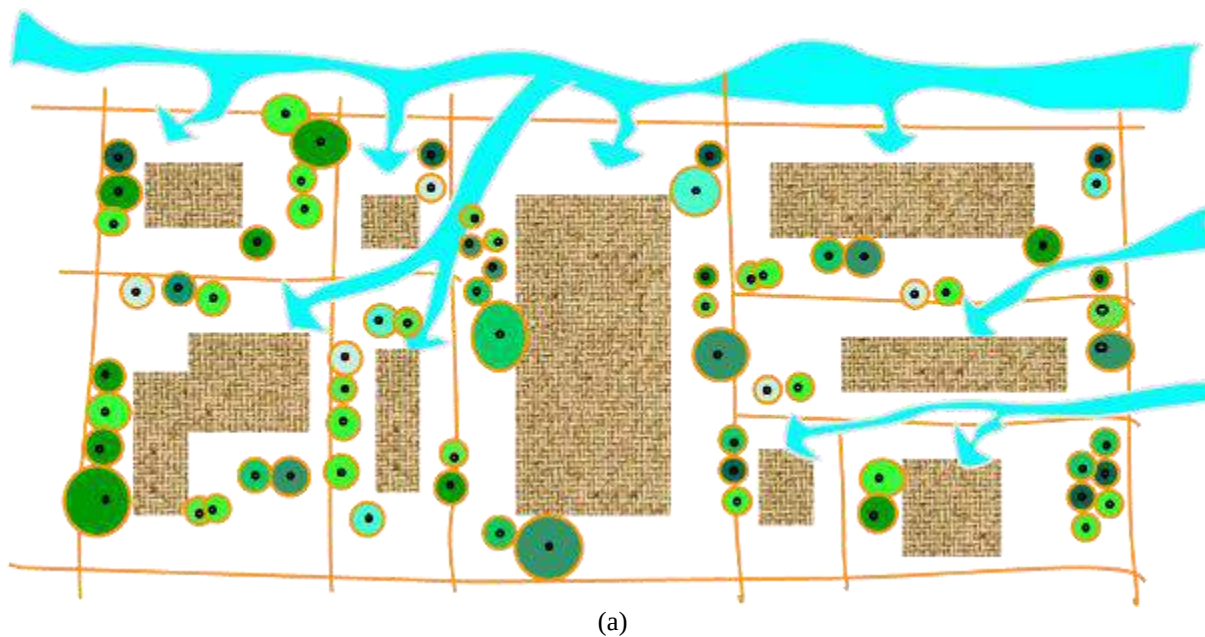
[...] o tecido urbano deve ser disperso, solto, aberto e extenso, para permitir a ventilação das formas construídas; as construções devem estar separadas entre si e rodeadas de árvores que proporcionem o sombreamento necessário e absorvam a radiação solar. Esta seria uma situação ideal para áreas pouco densas. Nas áreas densamente construídas, a construção de edifícios altos entre edifícios baixos favorece a ventilação [...]. Devem ser deixados espaços entre os edifícios, ao mesmo tempo que entre porções do tecido urbano, para que a ventilação seja conduzida através deste. [...] as dimensões dos lotes devem ser mais largas que compridas. As vedações escassas e de preferência naturais (vegetais), e a ventilação deve advir da rua. O alinhamento das edificações não deve ser rígido, permitindo a circulação do ar abundantemente.

Quanto maior a diversidade, em planta baixa, dos lotes, quanto à forma e à dimensão, e ao posicionamento do lote, na quadra, maior a possibilidade de se ter edificações diferenciadas, em forma e volume, considerando-se que o empreendedor buscará o máximo potencial construtivo. Além disso, a partir do percentual de solo natural previsto à zona, se terão espaços livres de construção de tamanhos diversos, o que promoverá novas possibilidades de arranjos de ajardinamento com vegetação, de diferentes portes e tipos, principalmente de porte arbóreo, quanto se trata de lotes de dimensão maior. Obviamente, que tudo isso está diretamente relacionado à legislação urbanística específica da zona de estudo, ou seja, a inserção de vegetação dependerá dos valores dos parâmetros construtivos, a exemplo do percentual de solo natural e dos valores dos afastamentos frontais, laterais e de fundos.

É importante observar que a vegetação, principalmente a de porte arbóreo, inserida intralote, além de contribuir com a sensação de conforto térmico dos usuários internos da edificação, através do sombreamento, também contribui com a amenização da sensação de desconforto térmico, do usuário pedestre, em meio urbano, sobretudo se ela estiver inserida no recuo frontal do lote.



Figura 66 – Recomendações quanto à morfologia do tecido urbano, para clima tropical quente e úmido. (a) lotes diferenciados. (b) diversidade de edificações.



Fonte: Adaptado de Romero (2000, p.108-109).

Acerca, especificamente, dos espaços públicos, Romero (2000, p.109) afirma que estes

não devem ser de grandes dimensões, já que a sombra é um elemento fundamental nestes climas [...]. Os espaços abertos devem prevalecer, e ser arborizados, procurando-se a perda de calor pela evaporação e pelo diferencial térmico produzido [...]. Para os caminhos só de pedestres, a sombra deve ser densa; para os caminhos de pessoas e veículos, a sombra pode ser mais leve, tomando-se o cuidado para evitar o acúmulo de poluentes logo abaixo das copas das árvores.



Quanto à vegetação, recomenda-se que ela seja diversa, em tipo e em porte (figura 67), porém, em virtude das características climáticas, há a necessidade de inserção de grande quantidade de vegetação arbórea, com copa perene ou semi-decídua, de modo a amenizar o desconforto pela alta temperatura durante todo o ano.

Figura 67 – Recomendações quando à vegetação – diversidade. (a) Campus da UFPE, Recife/PE; (b) Parque da Jaqueira, Recife/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (a - 2009; b - 2017).

Frota e Schiffer (2001, p. 73) recomendam que os pedestres possam caminhar em espaços protegidos da radiação solar direta, em qualquer dos climas quentes (figura 68).

Figura 68 – Recomendações quando à vegetação – sombreamento de passeios.



Fonte: Adaptado de ABBUD (2006, p.57). Arte gráfica: Renata Neves (2016).



Desse modo, é indiscutível que a vegetação de porte arbóreo exerce grande importância, pois ela pode ser pensada de modo a criar espaços sombreados e contínuos, visando ao conforto termoambiental, a depender do porte, do formato de copa, da densidade de folhagem e da proximidade entre os indivíduos.

Embora a vegetação arbórea seja a recomendada para promover o sombreamento de passeios, seguindo as premissas para a obtenção do conforto térmico, em clima tropical quente e úmido, o que se tem visto nos últimos anos, em meio urbano, é a crescente utilização de palmeiras, em passeios.

A figura 69-a apresenta a utilização de palmeiras em um passeio público, à proximidade da orla oceânica de João Pessoa. Nesse espaço livre, havia a possibilidade de inserção de vegetação arbórea, em relação à dimensão da calçada, contanto que fosse de pequeno porte, para que não entrasse em conflito com a rede aérea de infraestrutura elétrica. Ressalta-se que, apesar de não ser o tipo de vegetação adequada à amenização térmica, em ruas e avenidas, a localização das palmeiras, mais próximas à rua, condiz com a premissa da concentração da faixa de serviço das redes de infraestrutura, como também, promove a segurança do usuário pedestre, no passeio, em virtude do seu afastamento, e relação à rua. Entretanto, percebe-se que, nesse recorte urbano, ainda não houve a integração das redes de infraestrutura, na faixa de serviço, considerando-se a localização do posteamento.

Figura 69 – Passeio vegetado com palmeiras. (a) não sombreado, em João Pessoa/PB; (b) sombreado, em Vitória/ES.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (a - 2106; b - 2011).



Essa discussão reflete-se diretamente em questões de gerenciamento da cidade e sublinha a necessidade de que todos os agentes envolvidos com as redes de infraestrutura urbana conversem entre si, visando alcançar um ambiente urbano compatível com as necessidades de todos os usuários, em seus diversos aspectos.

A depender da zona de implantação, podem ser encontrados espaços sombreados através de palmeiras, como o exemplo apresentado na figura 69-b, na orla oceânica de Vitória/ES. Há que se considerar que o grande percentual de solo natural permitiu a alta concentração de indivíduos, que, em virtude de sua proximidade, gerou uma massa de cobertura vegetal, o que proporcionou o sombreamento, em trechos do largo passeio. Dificilmente, haveria esse resultado em ruas e avenidas, cuja dimensão do passeio é reduzida. Deve-se ressaltar a necessidade constante de manutenção da vegetação, em virtude da queda de frutos e de folhagem, visando à minimização de possíveis danos aos usuários pedestres.

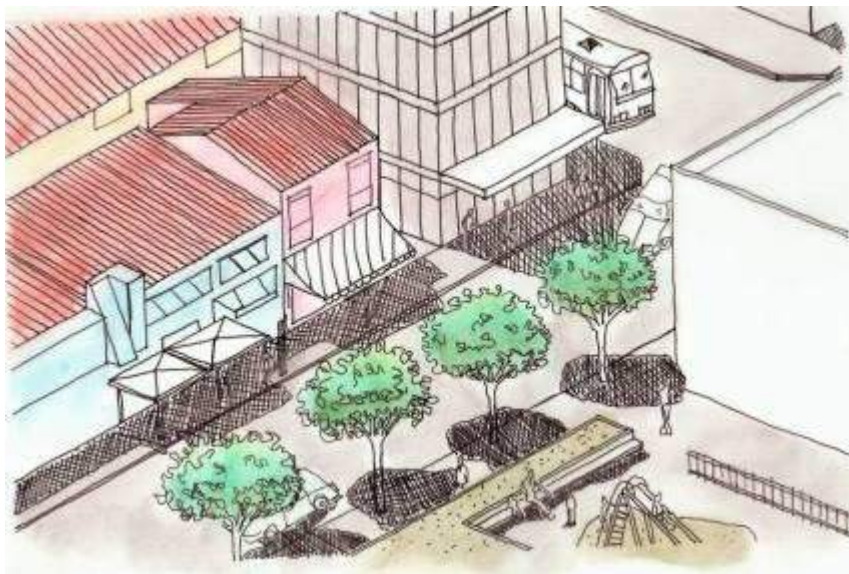
Como há a recomendação, em meio urbano, pela diversidade de vegetais, visando ao conforto ambiental, seja em termos de tipo, de espécies e de porte, nada impede o uso de palmeiras, e estas em sua também diversidade, contanto que sejam especificadas em espaços livres de grandes dimensões, com grande percentual de solo natural, a exemplo de zonas costeiras, de praças e de parques e que estejam em conjunto com diversos outros tipos de vegetação, principalmente arbórea, de grande copa e cuja folhagem seja densa e perene.

Aliado à vegetação arbórea, lembra-se, também, que se podem sombrear caminhos de pedestres, em calçadas, através de marquises, toldos, projeções dos andares acima do térreo etc. No entanto, deve-se tomar cuidado quanto ao revestimento do solo à proximidade das construções e ao longo dos percursos de pedestres, considerando-se que materiais que possuam uma grande capacidade de refletir a radiação solar ou que tenham grande poder de armazenar calor devem ser evitados, nas fachadas, principalmente, em climas quentes e úmidos.

Dentre as recomendações de Johan Van Lengen (2014, p.90) voltadas para os projetos urbanos no clima tropical úmido, citam-se as praças arborizadas e a presença de ruas largas com árvores de grande dossel para a produção de sombra. Além disso, podem ser citadas as marquises e toldos que podem proteger as fachadas de áreas comerciais (figura 70).



Figura 70 – Esquema de sombreamento de pedestres a partir de maquises, toldos e vegetação arbórea.



Fonte: Adaptado de Frota e Schiffer (2001, p. 73). Arte gráfica: Renata Neves (2016).

Faz-se interessante pensar na configuração de uma rua ou avenida de maneira integrada, a partir do estudo de um conjunto de quadras e de lotes sequenciais e não apenas em uma única calçada, diante de um único lote. Esse pensamento integrado tende a gerar uma paisagem urbana com unidade estética e vislumbrar a adequação da escala do usuário pedestre, a partir da humanização do espaço.

Mascaró e Mascaró (2010, p.41) afirmam que,

a cidade deve ser sombreada durante o período quente, limitando-se a incidência dos raios solares em, pelo menos, dois terços da área dos caminhos de pedestres, praças e estacionamentos. Devido ao baixo valor de albedo, à energia que gasta nos processos fisiológicos e à quantidade de vapor d'água que produz, a vegetação constitui o material ideal para ser utilizado como sombreamento de verão.

Baseando-se nesta afirmação de Mascaró e Mascaró (2010), visando-se à existência de um sistema de arborização urbana capaz de suprir as necessidades de conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre, em Recife, com clima tropical litorâneo quente e úmido, estimou-se o valor mínimo de 2/3 de arborização distribuída de modo equilibrado, em vias, por toda a cidade, de modo a promover o sombreamento.

Condizente ainda com o que afirmam Mascaró e Mascaró (2010), a figura 71 apresenta uma visão de um estacionamento, cuja disposição linear dos indivíduos arbóreos, próximos uns aos outros, de grande e denso dossel, de folhagem perene, proporciona proteção da radiação solar



direta, graças ao sombreamento, em grande parte dos veículos, durante o dia (figura 71-a). Ressalta-se, ainda, a diversidade de espécies, recomendada para o clima tropical quente e úmido. Enquanto que, na figura 71-b, tem-se uma ausência de agrupamento arbóreo (primeiro plano da imagem), além disso, o indivíduo arbóreo possui copa rala e folhagem caducifólia, não contribuindo, efetivamente com o sombreamento e, conseqüentemente, não favorecendo a ocupação da zona de estacionamento, em virtude da radiação solar direta sobre os veículos. É notório que as zonas não sombreadas de um estacionamento disposto diante de praças, parques, ruas ou avenidas e conjuntos de edificações são as últimas a serem ocupadas, em clima tropical quente e úmido.

Figura 71 – Sombreamento de estacionamento, no Campus da UFPE, em Recife/PE.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).

É importante, ao planejar um espaço urbano, se debruçar sobre as áreas de transição externas e internas. Geralmente, estes espaços se localizam diante de um conjunto de edificações, públicas ou privadas, com livre acesso de passagem ao público ou internamente a um conjunto de blocos de uma edificação.

A depender do uso correto da vegetação, podem funcionar como áreas de amenidade climática. Em climas quentes e úmidos, há a necessidade, visando ao conforto térmico, de se buscar a sombra, que pode ser facilmente conseguida pelo uso de espécies vegetais arbóreas (figura 72). Com a mesma importância, os ambientes de estar que possibilitam a permanência prolongada, compostos por bancos, em jardins (externos e internos), praças e parques devem ser sombreados.



Figura 72 – Espaços sombreados externos, diante de edificações. (a) edificação institucional. (b) edificações residenciais. (c), (d) espaços sombreados internos aos blocos de edificações.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

A depender do tipo de agenciamento, esses espaços podem ser convidativos à permanência e à consequente realização de atividades de descanso, conversas, leituras e brincadeiras. Assim, tais espaços criados podem funcionar como ambientes de estar para a população do entorno próximo. Ressalta-se que a escolha da vegetação e sua correta localização são primordiais na criação dessas áreas de estar, como também podem ser determinantes na forma de sua apropriação.



3.4.2 Gestão da arborização nos espaços livres públicos

As áreas urbanas constituem sistemas altamente complexos, com uma multiplicidade de interações, no espaço e no tempo. Assim, não se deve esquecer que, aliado à legislação, o poder público deve exercer o controle urbano, para monitorar o seu cumprimento, considerando também o acelerado ritmo com que as mudanças têm ocorrido na cidade.

Há vinte e nove anos, a Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana (FIDEM) publicou um trabalho acerca de Sistema de Parques cujo fundamento se apoiava nas proposições do Plano Diretor do Sistema de Parques Metropolitanos da RMR. Surgiu da “necessidade de amenização paisagístico-cultural dos municípios da Região Metropolitana do Recife, preenchendo uma lacuna secular no tocante ao lazer público de massa” (MESQUITA, 1987, p.3), ou seja, assumia a “importância dos grandes espaços verdes, não só pela preservação ambiental, como pelo fato de poderem atender às atividades de lazer e turismo”. Com estes parques oferecidos à população metropolitana, as áreas públicas de lazer foram praticamente duplicadas. Prioritariamente, foram considerados os parques de Salgadinho, Janga, Timbó, Lagoa Olho d’Água, Encanta Moça e Jiquiá. O Plano Diretor do Sistema de Parques Metropolitanos ainda contemplou os parques: Itamaracá, Tapacurá, Armando Holanda, Histórico Nacional dos Guararapes, Capibaribe e Horto de Olinda (FIDEM, 1987, p.9-11).

No que concerne à legislação urbanística de Recife, visando à melhoria ambiental, especificamente à gestão da arborização urbana, pode ser citada a Lei nº 17.666/2010 que “disciplina a arborização urbana e as áreas verdes do perímetro urbano do Município do Recife, impondo ao munícipe a corresponsabilidade com o poder público municipal na proteção da flora e ainda estabelece os critérios e padrões relativos à arborização urbana”. Em seu Art. 2º, considera como bens de uso e interesse comum de todos os cidadãos e do Município:

- I - a vegetação de porte arbóreo, em logradouro público do perímetro urbano do Município;
- II - as mudas de espécie arbóreas e as demais formas de vegetação natural, plantadas em áreas urbanas de domínio público;
- III - a vegetação de porte arbóreo de preservação permanente.



Em seu Artigo 6º, a tal Lei define ‘arborização urbana’ como “aquela adequada ao meio urbano visando à melhoria da qualidade paisagística e ambiental, com o objetivo de recuperar aspectos da paisagem natural e urbana além de atenuar os impactos decorrentes da urbanização”. Visando a esses benefícios, é necessário que haja o controle do Estado no que diz respeito a essa ‘adequação’, seja no tocante à especificação das espécies que melhor se adaptam ao sítio geográfico, em observância ao tipo climático, ao tipo de solo, à demanda por água etc.; quanto à manutenção (poda, controle de pragas); além da busca pela minimização de conflitos com outras redes de infraestrutura (subterrânea, superficial e aérea). Igualmente, é extremamente importante que haja uma distribuição dos indivíduos arbóreos de maneira mais equitativa, por toda a cidade; obviamente, onde houver condições necessárias de implantação, aliada a campanhas de conscientização e de educação ambiental, de modo que sejam melhor apropriados pela população como “bens de uso e de interesse comum”.

Também em 2010, foi lançada a primeira versão do Plano de Arborização da Cidade do Recife, que foi instituído pela Lei Municipal nº16.680, de 06 de agosto de 2001. Até os dias atuais, este plano não sofreu alteração. A finalidade deste plano é de “orientar a ação pública no desempenho das atividades de planejamento, plantio, monitoramento, avaliação e conservação da arborização urbana, contribuindo para a biodiversidade, equilíbrio ambiental e climático, bem-estar da população e a constituição da paisagem urbana”. O Plano considera como benefícios básicos da Arborização Urbana de Recife:

I. a elevação da qualidade ambiental na Cidade; II. a produção de alimento e oferta de abrigo para a fauna residente; III. a oferta de sombra e amenização da temperatura, atuando como regulador das trocas gasosas e de vapores d’água e como consequência favorece o sequestro de carbono e promove a ação refrigerante para o solo e para as camadas da atmosfera sobrejacentes; IV. a minimização da poluição atmosférica; V. o suporte à indicação biológica dos tipos de poluição do ar; VI. a atenuação dos ruídos, contribuindo para a redução da poluição sonora; VII. o embelezamento das paisagens urbanas, com a sua valorização como elemento cultural; VIII. a manutenção do equilíbrio ambiental e o favorecimento das relações humanas e do bem-estar social; IX. a produção de biomassa com potencial para aproveitamento energético; X. a valorização econômica dos imóveis.

O benefício da arborização urbana listado no item ‘X’ do Plano de Arborização, que se refere à “valorização econômica dos imóveis”, é citado por autores como Duarte (2000, p. 94), Zhu e Zhang (2007, p.2) e por Falcón (2007, p. 87). Residências próximas a espaços verdes ou a ruas e avenidas com arborização contínua e eficiente têm o aumento do seu valor econômico.

Em sintonia com o item ‘X’, do Plano de Arborização, observa-se uma tendência na valorização de imóveis que se localizam próximos a espaços públicos arborizados. Em



novembro/2015, em Recife, o preço médio anunciado para venda (R\$/m²) era de R\$ 6.000⁶⁹. Em novembro/2016, o preço médio anunciado para venda era de R\$ 6.109⁷⁰. Dados de 2015 apresentaram o valor do metro quadrado de construção na Jaqueira entre os mais altos de Recife, igual a R\$ 6.703,00⁷¹, o que se seguiu em 2016, igual a R\$ 7.258,00⁷² (nov./2016). Por outro lado, o bairro de Mustardinha apresentava o valor de R\$ 1.882,00⁷³ para o m² de construção (dados de 2015). De acordo com dados mais recentes, relativos aos índices de preços de imóveis anunciados, em outubro/2017, em Recife, o preço médio anunciado para venda (R\$/m²) era de R\$ 5.882,00, sendo a Jaqueira o segundo bairro com metro quadrado mais caro, igual a R\$ 7.014,00, ficando atrás do bairro do Pina, com R\$ 7.544, 00⁷⁴.

No que tange às ‘Estratégias de implementação do plano de arborização’, especificamente quanto às ‘Unidades Territoriais’, este plano de arborização alega que “as áreas verdes protegidas da cidade em conjunto com as vias públicas comporão prioridade no manejo e plantio arbóreo, visando sua conservação e a ampliação do número dos indivíduos arbóreos.” (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2010, p.9).

A vegetação urbana, principalmente de porte arbóreo, disposta em lotes privados residenciais, tem grande importância na amenização climática, sob o viés térmico, como também a vegetação disposta em grandes lotes de domínio público ou privado, denominadas de Imóveis de Proteção de Área Verde-IPAV. Nesse contexto, em 2011, com o intuito de melhorar o ambiente urbano da cidade, a Prefeitura de Recife instituiu novos Imóveis de Proteção de Área Verde/IPAV (Lei nº 17.692/2011), em diversas áreas do Município. Segundo o Plano Diretor da Cidade do Recife (Lei nº 17.511/2008), o IPAV “é uma unidade de domínio público ou privado, que possui área verde formada, predominantemente, por vegetação arbórea ou arbustiva, cuja manutenção atende ao bem-estar da coletividade”. Para o uso e ocupação do solo do IPAV, deverão ser mantidos 70% da área verde indicada no cadastro municipal. Ressalta-se que o IPAV não é passível de desmembramento e é enquadrado como Área de Equilíbrio Ambiental, a exemplo de praças e parques urbanos, cuja função é “manter ou elevar a qualidade ambiental e visual da cidade, de forma a melhorar as condições de saúde pública e promover a acessibilidade e o lazer”. Ressalta-se que, nos IPAV de domínio privado, o acesso é restrito, a exemplo de clubes; os de domínio público, usados para a função

⁶⁹ <http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/releases/fipezap-201511.pdf>

⁷⁰ <http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/fipezap-201611-residencial-venda-01.pdf>

⁷¹ <http://www.zap.com.br/imoveis/fipe-zap-b/>

⁷² <https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/jaqueira,recife,pe/>

⁷³ <http://www.zap.com.br/imoveis/fipe-zap-b/>

⁷⁴ <http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/fipezap-201710-residencial-venda.pdf>



governamental, nem sempre se encontram disponíveis para o livre acesso da população (SOUTO, 2011).

Cita-se, aqui, também, o Projeto de Revitalização e/ou Implantação de Área Verde/PRAV. Segundo a Prefeitura de Recife⁷⁵, são projetos “exigidos ao empreendedor para construções inseridas em Setor de Sustentabilidade Ambiental (SSA), conforme artigos 79 e 80 do Código de Meio Ambiente e Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife (Lei Nº 16.243/96), alterados pelas Lei Nº 16.930/2003 e Lei Nº 17.978/2014”. Tem como finalidade “recuperar ou plantar vegetação em local a ser definido em conjunto pelo particular e pelo poder público”. São prioridades de revitalização as margens de corpos e cursos d’água; a área verde pública em zona de ambiente natural, unidades de conservação ou parques; e a arborização urbana nos passeios públicos, praças ou refúgios. Tanto o IPAV quanto o PRAV tratam sobre ‘áreas verdes’, sem a devida preocupação de aprofundamento acerca da delimitação do conceito, o que gera dúvidas, se se trata realmente de áreas verdes ou de cobertura vegetal. Indiscutivelmente, a cobertura vegetal, principalmente, a arbórea, é necessária como amenizadora climática para Recife, mas em se tratando de áreas verdes, outras funções são requeridas.

O ‘Manual de Arborização Urbana: orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife’, proposto pela Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SMAS, e publicado em 2013, apresenta como objetivo geral, “informar e definir parâmetros para a elaboração de projetos e serviços de implantação e conservação da arborização da Cidade do Recife” (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2013). O anexo I apresenta o “quadro síntese de parâmetros para arborização em vias públicas em relação a equipamentos e mobiliário urbano, em função da tipologia arbórea”. Em seu anexo II, encontra-se a “lista de espécies indicadas em relação ao porte arbóreo, vias e áreas livres”. Ao todo, são indicadas 18 espécies de pequeno porte, 18, de médio porte e 36, de grande porte. Foram registrados, além dos nomes científicos das espécies, nomes populares, de modo a serem mais bem reconhecidos pela comunidade, em geral, além disso, foram apresentadas as características principais das espécies, o que ajuda na escolha. Ressalta-se que não foram especificadas apenas espécies nativas, mas também exóticas, entende-se que por já se encontrarem adaptadas à cidade de Recife (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE, 2013).

⁷⁵ <http://meioambiente.recife.pe.gov.br/projeto-de-revitalizacao-de-areas-verdes-prav>



A água da chuva que incide em solo permeável é absorvida e tem a possibilidade de renovar os lençóis freáticos. Em seguida, pode ser utilizada pela vegetação que cobre o solo, principalmente a de porte arbóreo, através da absorção através das raízes e volta à atmosfera, através da transpiração, dando continuidade ao ciclo hidrológico. Quanto maior a massa foliar, maior a capacidade de transferência da água, pela transpiração. Enquanto que, em superfícies impermeáveis, a água da chuva não é absorvida, escorre pelos pavimentos e segue pelo sistema de drenagem, até desaguar em canais, rios e oceanos.

Mesmo em solo permeável, parte da água da chuva pode escoar sobre a superfície, isso acontece nos casos em que o volume de precipitação é maior do que a capacidade de absorção do solo. Tanto a capacidade de absorção quanto a capacidade de retenção da água da chuva estão diretamente relacionadas com o tipo de solo. Acerca desse assunto, Panachuki (2003, p.12) relata que “a magnitude da infiltração é severamente reduzida pela formação ou presença do selamento superficial, fenômeno motivado pela pequena porosidade desta camada e à dominância de poros de pequeno diâmetro”.



4

RECIFE – UMA CIDADE VERDE. Para quem?

A partir da hipótese de que a população não tece relação direta entre a sensação térmica e a arborização urbana e visando aos objetivos: 1. caracterizar a percepção dos usuários de espaços livres públicos urbanos da cidade de Recife/PE, quanto à relação existente entre a influência da vegetação arbórea e a sua contribuição com a sensação de conforto termoambiental urbano; e, 2. registrar a visão de agentes públicos quanto à relação direta entre a vegetação arbórea urbana viária (prioritariamente) e o conforto termoambiental do usuário, foram utilizadas as técnicas de pesquisa: formulário, questionário e medições das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.

Questionário, de acordo com Marconi e Lakatos (2012, p.86), “é um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. O questionário é enviado, geralmente, pelo correio ou por um portador, ao respondente, que, após ter preenchido, deve devolvê-lo do mesmo modo. É importante ressaltar que,

Junto com o questionário, deve-se enviar uma nota ou carta explicando a natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de obter respostas, tentando despertar o interesse do receptor para que ele preencha e devolva o questionário dentro de um prazo razoável. Em média, os questionários expedidos pelo pesquisador alcançam 25% de devolução.

Em relação ao formulário, Marconi e Lakatos (2012, p.100) citam que é um dos instrumentos de coleta de dados que “consiste em obter informações diretamente do entrevistado”. As autoras afirmam que o formulário se caracteriza em virtude do “contato face a face entre pesquisador e informante”, como também, pelo fato do roteiro de perguntas ser preenchido pelo pesquisador, no momento da entrevista.

Os formulários que foram aplicados junto à população usuária (quadro 3), nos dez recintos urbanos, tiveram caráter quali-quantitativo. Os questionários que foram aplicados juntos a



agentes e ex-agentes públicos (quadro 4), vinculados à gestão da arborização urbana da cidade, tiveram foco qualitativo.

As medições das variáveis climáticas, realizadas nos momentos imediatamente anteriores à aplicação dos formulários em meio urbano, visaram à comparação entre os valores registrados e a percepção térmica dos usuários.



4.1 Percepção do conforto termoambiental em recintos urbanos, a partir da inserção de vegetação arbórea – visão dos usuários pedestres

Para determinar a amostra da população que iria responder os formulários, foi escolhida a amostragem probalista do tipo aleatória simples e por área, pois a escolha de cada indivíduo aconteceu ao acaso, sem repetição, ou seja, cada indivíduo participou apenas uma vez, e em recintos pré-determinados (MARCONI; LAKATOS, 2012, p.29-31).

Houve a escolha em aplicar o formulário em dez recintos urbanos, junto à população que ocupa e se utiliza das calçadas em ruas e avenidas, bem como, as suas adjacências. Delimitou-se o total de 1.000 formulários válidos, como amostra, pois se percebeu que esta quantidade era significativa, ou seja, passível de representar a percepção do público que se utiliza desses espaços. O registro dessas informações buscou retratar a opinião do respondente acerca da realidade do fenômeno estudado (relação entre a vegetação arbórea e a sensação do conforto térmico).

A necessidade em se aplicar o formulário apresentou-se em função do conforto do indivíduo resultar, em parte, do ambiente térmico, que é significativamente determinado pelos elementos microclimáticos. Não obstante, além das condições microclimáticas, considera-se que há fatores fisiológicos e psicológicos que desempenham um papel igualmente importante sobre a sensação de conforto ambiental dos indivíduos (TSOKA, 2011, p.20).

O formulário foi dividido em quatro partes:

- ❖ A primeira parte se referiu à caracterização do local, onde foram anotados os dados referentes às variáveis climáticas, ao uso e ocupação do solo e à morfologia urbana. O registro das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos foi obtido a cada período de uma hora. A ‘nebulosidade’ foi registrada a partir da observação da abóbada celeste, como um percentual de nuvens.
- ❖ A segunda parte aportou dados acerca do usuário, a exemplo de: gênero, idade, peso, atividade realizada (imediatamente anterior ao formulário) e vestimenta do respondente, não apenas como caracterização do usuário, mas também como construção de fatores influenciadores para a sensação de conforto.
- ❖ A terceira parte fez referência ao conforto, mais especificamente, ao conforto térmico. As questões foram relativas à definição de conforto, partindo do âmbito geral ao específico



(térmico), houve questões relativas à forma urbana do entorno próximo aos pontos de aplicação dos formulários, bem como à sensação de conforto no momento de aplicação. A intenção foi de estudar a compreensão dos usuários acerca do que é conforto, de uma maneira geral, pois se compreende essa definição como variável distinta a cada indivíduo, de acordo com suas necessidades, em um dado momento (tempo e espaço). As demais questões referiram-se mais especificamente ao conforto térmico no entorno circundante. Pretendeu-se fazer com que o respondente observasse o seu entorno e pudesse falar sobre o que mais lhe chama à atenção e que se relaciona ao ‘conforto’ e ao ‘desconforto’ urbano. Por fim, a última questão dessa parte abordou o conceito de ‘qualidade de vida’, sendo aqui estudado como a resultante de diversos fatores, buscada por indivíduos que desejam ter conforto (físico e psicológico) aliado à segurança, à infraestrutura, à saúde etc.

- ❖ A quarta parte do formulário foi específica à vegetação arbórea e sua contribuição com o conforto térmico ambiental, principalmente em seu entorno próximo, além de apresentar questões acerca da percepção dos usuários sobre os conflitos existentes entre a vegetação arbórea e a rede de infraestrutura. Ressalta-se que a elaboração das questões acerca de conflitos entre a vegetação e a rede de infraestrutura surgiu em virtude de muitos moradores e usuários do bairro do Espinheiro, durante as medições em março de 2015, ao abordar a equipe de pesquisadores para saber sobre a pesquisa, reclamarem bastante da arborização no bairro, da falta de manutenção, da sujeira das ruas e calçadas em virtude da queda de frutos e folhas, além das calçadas quebradas, em virtude das raízes das árvores.

Ao todo, foram elaboradas 15 questões, além de dados característicos do local e do indivíduo respondente. O formulário é apresentado no quadro 3.



Quadro 3– Formulário aplicado junto a usuários em recortes de espaços livres públicos, Recife/PE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL



1) Caracterização quanto ao Local:			Data	Hora	
Temperatura	Umidade	Velocidade do ar	Nebulosidade	Atividades	
Solo	Afastamento	Pavimentos	Sistema viário	Arborização	
2) Caracterização quanto ao Indivíduo:			Mora há mais de seis meses na cidade		
Ativ. no bairro	Sexo	Idade	Peso	Altura	
Qual o seu nível de atividade no momento exatamente anterior a esta entrevista?					
Relaxado (sentado)	Ativ. leve (sentado)	Ativ. leve (de pé)	Moderada (andando)	Pesada (correndo)	
Assinale cada item de roupa que você está usando agora. Pode marcar mais de uma alternativa.					
Camisa manga curta	Jaqueta/Paletó fino	Saia longa (canela)	Blusa moletom	Meias esportivas	
Camisa manga longa	Jaqueta/Paletó grosso	Shorts/Bermuda	Macacão	Botas	
Camiseta/camisa polo	Colete	Calça jeans	Calcinha + sutiã	Tênis/Sapato	
Suéter manga longa	Vestido social	Calça social	Cueca	Sandálias	
Suéter manga curta	Saia curta (joelho)	Calça moletom	Meias de nylon	Outro	
3) Caracterização quanto ao Conforto					
Para você, o que é conforto?					
Sensação	Espaço	Tempo	Bem ou Produto	Pessoa	
Que elementos podem contribuir para o conforto térmico do espaço urbano?					
Densidade construtiva	Altura dos edifícios	Largura das vias	Arborização	Outro	
Que elementos podem contribuir para o desconforto térmico do espaço urbano?					
Densidade construtiva	Altura dos edifícios	Largura das vias	Arborização	Outro	
Você considera que este espaço livre público é confortável, termicamente?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Neste espaço, em que outro local você permaneceria por mais tempo?					
Praça	Calçada	Banco	Sombra	Outro	
Qual é a sua sensação térmica neste momento?					
Muito calor	Calor	Confortável	Frio	Muito frio	
Como você preferiria que estivesse?					
Mais quente		Como está		Mais frio	
Considerando a temperatura, a umidade e a velocidade dos ventos, como você acha que é este ambiente?					
Confortável		Aceitável		Desconfortável	
Você acha que conforto térmico contribui para a qualidade de vida?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
4) Caracterização quanto à Vegetação					
Você considera que a presença de vegetação de porte arbóreo contribui com o conforto térmico no espaço urbano?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Você considera que o tipo da vegetação (porte, copa, espécie) nas proximidades contribui para o conforto térmico?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Você considera que ao se afastar deste ambiente com vegetação, você sentiria mais calor?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Você considera que a vegetação está localizada em harmonia com o entorno circundante?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Você observa se há conflito entre a vegetação e a infraestrutura urbana (rede aérea, calçadas, esgotos etc.)					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito
Caso haja conflito, retirar a vegetação seria uma solução viável?					
Não	Sim	Se 'Sim' -----	Pouco	Médio	Muito

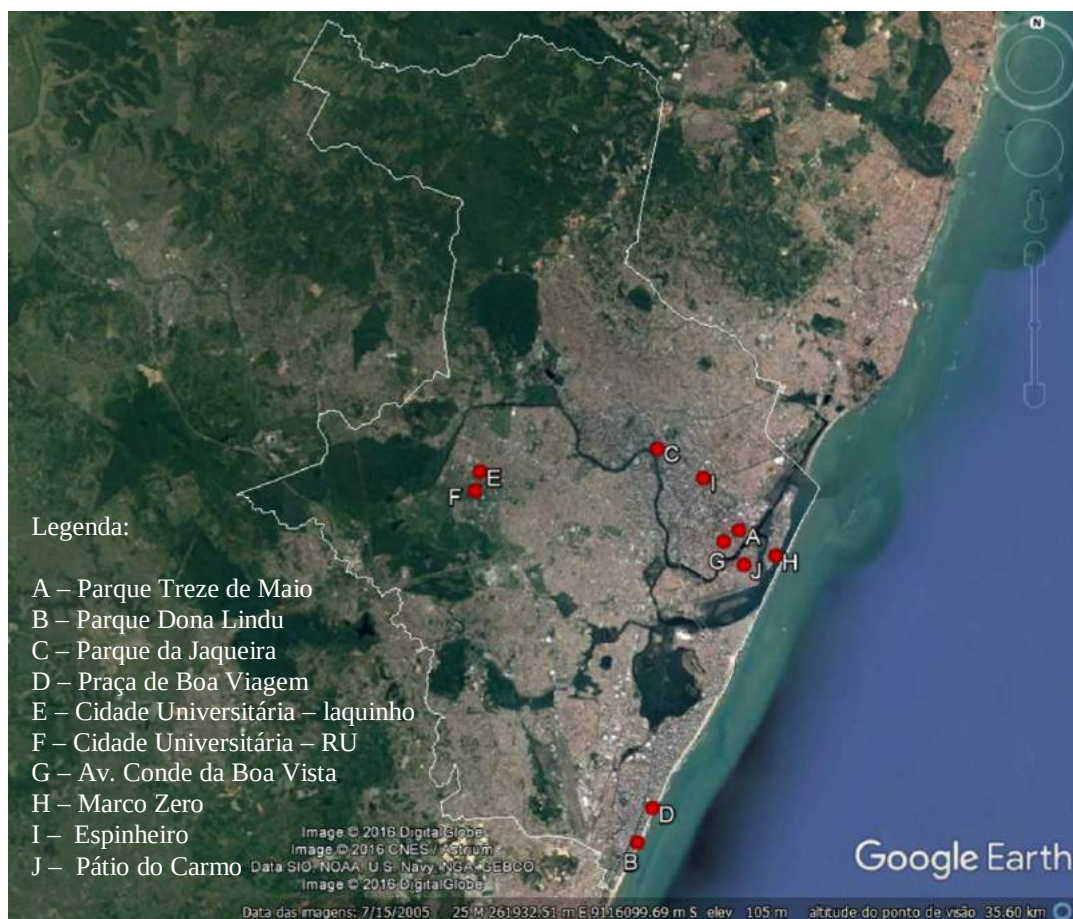
Fonte: Jaucele Azerêdo.



Os formulários foram aplicados no período de dezembro de 2015 a dezembro de 2016, junto à outra pesquisa, vinculada ao Laboratório de Conforto Ambiental - Lacam/UFPE, e contou com o auxílio de pesquisadores desse laboratório.

O critério de escolha dos recintos para a aplicação dos formulários ocorreu em função da diversidade, seja pela forma urbana, pelo uso e ocupação do solo urbano e pela presença / ausência da vegetação. Pretendeu-se mensurar o grau de importância da vegetação arbórea e sua relação com a sensação de conforto térmico, para o usuário desses espaços. A marcação dos dez recintos urbanos encontra-se na figura 73.

Figura 73 – Marcação dos recintos de aplicação dos formulários e medição das variáveis climáticas.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 02-01-2017.

Buscou-se a diversidade de respostas quanto à percepção do conforto, seja em relação aos horários de aplicação, manhã e tarde, à idade dos respondentes, entre 15 e 85 anos, quanto aos locais e situações: em calçadas, em praças, sentadas em bancos, em pé; quanto à realização de atividades imediatamente anteriores ao formulário – correndo, caminhando, parado; ainda se

estavam ao sol ou à sombra de árvores e de marquises. Salienta-se que, entre outros fatores, o metabolismo humano, a vestimenta e a exposição à radiação solar influenciam diretamente sobre a sensação de conforto.

Houve a necessidade da realização de um pré-teste do formulário, visando aos possíveis ajustes e adequações, cujo objetivo foi o de “identificar e eliminar problemas potenciais”. Foram testados alguns aspectos do formulário, dentre os quais: conteúdo, enunciado, sequência e dificuldade da pergunta. Tal procedimento serviu para confirmar, refutar ou aperfeiçoar as questões levantadas. Em geral, o tamanho da amostra do pré-teste é pequeno, variando de 15 a 30 pessoas. Como se recomenda, a aplicação do pré-teste ocorreu em um ambiente e contexto semelhantes aos da pesquisa (MALHOTRA, 2004, p. 308). Desse modo, houve a aplicação com 45 pessoas, em uma manhã, em dezembro de 2015, nas proximidades do Marco Zero e da Praça do Arsenal.

A aplicação dos formulários como pré-teste serviu para, além dos ajustes e adequações do próprio formulário, redefinir a pesquisa de campo, buscando a sua maior eficiência. Houve a readequação da pesquisa, relativa a procedimentos das medições das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, durante a aplicação dos formulários. Estas deviam ocorrer no início de aplicação e a cada hora de permanência em um determinado ponto escolhido, ou seja, se a permanência fosse de duas horas, haveria dois momentos de medição, uma no início e outra, após o período de uma hora.

Utilizaram-se dois tipos de aparelhos digitais, para coletar dados referentes à temperatura e à umidade relativa do ar, e à velocidade do vento, respectivamente, Termohigrômetro, Marca Instrutherm Modelo HT-300, para as medições da temperatura do ar e da umidade relativa do ar; e Termoanemômetro, Marca Instrutherm, Modelo TAD-500, para o registro da velocidade do vento. Durante esse período, a equipe deveria abordar os usuários do espaço, para a aplicação do formulário, respeitando o raio de aproximadamente 30m do ponto de medição. Esse processo, então, possibilitou uma maior agilidade na pesquisa de campo, aumentando, assim, o número de formulários aplicados durante um período. Ressalta-se que a integração entre as pesquisas do Lacam facilitou a viabilização, em campo, desta pesquisa de doutorado.

Tanto no pré-teste como nas demais aplicações do formulário, a equipe se apresentou aos usuários dos espaços públicos e explicou a finalidade do formulário. A intenção foi a que o usuário tivesse a melhor compreensão do que estava sendo perguntado sem, no entanto, ter as respostas induzidas. Isso exigiu treinamento da equipe.



É importante ressaltar que o foco da pesquisa, quando da aplicação dos formulários, não foi a caracterização térmica de cada um dos dez recintos, considerando-se que isso implicaria em medir e aplicar um determinado número de formulários, nos mesmos horários, em cada recinto. O objetivo foi coletar a sensação térmica sob diferentes temperaturas e sob diferentes contextos urbanos. Além disso, houve o aprofundamento da pesquisa acerca da percepção do usuário quanto à relação existente entre a arborização e a sensação de conforto térmico, em meio urbano.

Como houve questões abertas e fechadas, ressalta-se, que, todos os gráficos, visando a uma melhor compreensão, foram apresentados em valores percentuais. Para a sistematização dos formulários, teve-se como base a Escala de Likert (MALHOTRA, 2004, p.266), que é considerada uma escala de mensuração com cinco categorias de respostas, com pesos que variam de -2 a +2. Tal escala demanda que os participantes indiquem um grau de concordância ou de discordância com cada uma das questões relacionadas ao objeto de estudo. Porém, durante a aplicação do pré-teste dos formulários, observou-se a dificuldade de boa parte dos respondentes em classificar a diferença entre o “pouco” e o “muito pouco”, bem como entre o “muito” e o “bastante”, termos pensados, previamente, como respostas. Assim, decidiu-se adotar apenas a escala com três níveis de resposta, correspondente a “pouco”, “médio” e “muito”. Na tabulação dos dados dos formulários, utilizou-se também o programa Excel, com filtros de respostas. Houve o agrupamento dos respondentes considerando-se as características dos indivíduos, já que, ao influenciar o metabolismo humano, demandam diferentes necessidades e proporcionam distintas percepções de conforto. A análise dos formulários foi feita por item/questão e por somatório total, somando-se todos os itens, atendendo o que recomenda Malhotra (2004, p.266). Houve o cruzamento de diversas variáveis a fim de melhor entendimento do objeto de estudo.

A seguir, apresenta-se a caracterização dos dez recintos urbanos, onde foram aplicados os formulários e realizadas as medições das variáveis climáticas. Ressalta-se que as vistas aéreas, exibidas nas figuras 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85 e 89 adaptadas do Google Earth, que apresentam a localização dos pontos de medição e de aplicação dos formulários, separadamente, por recinto, se encontram na altitude de ponto de visão igual a 700m do solo, para indicar a escala, de modo a facilitar a comparação entre as dimensões dos dez recintos urbanos. A imagem aérea do bairro do Espinheiro (figura 90) foi feita com altitude de ponto de visão igual a 1,8km do solo.



4.1.1 Caracterização dos dez recintos urbanos

Parque Treze de Maio

O Parque 13 de Maio possui 6,9 ha, foi o primeiro parque urbano da cidade de Recife e possui a maior concentração de área verde arbórea da região central da cidade⁷⁶. Encontra-se localizado no Bairro de Santo Amaro, área central de Recife, na Região Político Administrativa/RPA 1 Centro (figura 74).

Figura 74 – Vista aérea do parque Treze de Maio, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 02-01-2017.

⁷⁶ <http://www.turismonorecife.com.br/pt-br/o-que-fazer/atracoes/parques-e-pracas/parque-13-de-maio>

Segundo Sá Carneiro e Mesquita (2000, p. 56), constitui um expressivo componente de valorização do sítio urbano, onde se encontram edifícios de grande relevância para a vida cívica e cultural da Cidade. De fácil acesso, é servido por uma rede de transportes públicos coletivos. Proposto, inicialmente, como parque de contemplação, com as reformas sofridas nas décadas de 1970 e 1980 passou a ter equipamentos destinados à recreação, como brinquedos infantis, lago, minizoológico, pista de corrida e equipamentos de ginástica. Há uma grande diversidade de vegetação arbórea, com espécies nativas e exóticas. Souza (2011, p.39) cita que o levantamento arbóreo, neste parque, assinalou 525 exemplares, distribuídos em 51 espécies, sendo que as seis mais frequentes: mangueira – *Mangífera indica* L., jasmim-manga – *Plumeria rubra* L., Felício – *Filicium decipiens*, castanhola – *Terminalia catappa* L., pau-brasil – *Caesalpinia echinata* Lam., e ficus – *Ficus bejamina* L. O solo é, em sua ampla maioria, permeável, e a rugosidade e a porosidade são consideradas altas (figura 75).

Figura 75 – Vistas do Parque Treze de Maio, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).



Parque Dona Lindu

O parque Dona Lindu possui área de aproximadamente 2,7 hectares, segundo a Prefeitura da Cidade do Recife. Localiza-se na orla oceânica, ao sul do bairro de Boa Viagem, na RPA 6, exposto aos ventos dominantes (figura 76).

Figura 76 – Vista aérea do parque Dona Lindu, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

No projeto, destacam-se o Teatro Luiz Mendonça e a galeria Janete Costa; conta ainda com ciclovia, pistas para corrida e de skate, quadra poliesportiva, áreas de recreação infantil, descanso e ginástica, dentre outros. Quando comparado a outros parques da cidade, como o parque Treze de Maio e o parque da Jaqueira, é facilmente perceptível que no projeto deste parque houve a prioridade aos elementos arquitetônicos, pois ele possui uma quantidade muito baixa de vegetação arbórea. De acordo com Souza (2011, p.55), neste parque foram

registrados seis exemplares pertencentes a duas espécies, sendo cinco indivíduos de castanhola – *Terminalia catappa* L. e um de oiti – *Licania tomentosa*⁷⁷. Com relação às palmeiras, foram identificados 21 indivíduos pertencentes a três espécies, sendo a palmeira-triângulo – *Dypsis decaryi*, a espécie mais encontrada. Além disso, possui um percentual mediano de vegetação rasteira e de solo natural sem vegetação, o que lhe confere média permeabilidade do solo; a rugosidade e porosidade são consideradas altas (figura 77).

Figura 77 – Vistas do Parque Dona Lindu, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).

⁷⁷ Este autor ressalta que as outras espécies arbóreas plantadas, no período da pesquisa, ainda não tinham atingido o limite mínimo de 2,0 m, necessário à avaliação.



Parque da Jaqueira

O parque da Jaqueira possui 7 ha. Encontra-se situado no Bairro da Jaqueira, área de alto poder aquisitivo, com uso, predominantemente, residencial, às margens do rio Capibaribe – Região Política Administrativa/RPA 3 Noroeste. O parque faz limite com a avenida Rui Barbosa, com a rua Dep. Pedro Pires Ferreira e com a rua do Futuro (figura 78).

Figura 78 – Vista aérea do Parque da Jaqueira, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

Segundo Cavalcanti (2007, p. 205), a área do parque “corresponde ao antigo Sítio da Capela de N. S. da Conceição de Ponte d’Uchoa”. O terreno que comporta o parque “foi doado aos Governos Estadual e Municipal, pelo Ministério da Previdência Social, nos idos de 1985”. Este parque reúne dois espaços distintos: o do sítio histórico, cujo ponto focal é a capela, e os

destinados à prática de esportes, às atividades culturais e à contemplação (SÁ CARNEIRO; MESQUITA, 2000, p.60). O parque foi “a primeira Unidade de Conservação da Paisagem da Cidade, instituída pela Lei Municipal nº 17.610/2010”⁷⁸. É de fácil acesso, servido por uma rede de transportes públicos coletivos. Há uma grande densidade e diversidade de vegetação arbórea, de acordo com Souza (2011, p.44), quantificaram-se 587 exemplares arbóreos, distribuídos em 63 espécies, sendo, as mais frequentes: sombreiro – *Clitoria fairchildiana*, com 14,31%; ipê-rosa – *Tabebuia* sp., com 9,71%, flamboyant – *Delonix regia*, com 9,03%; e casuarina – *Casuarina equisetifolia* L., com 8,01%. O solo é, em sua grande maioria, permeável e a rugosidade e a porosidade são consideradas altas (figura 79).

Figura 79 – Vistas do Parque da Jaqueira, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).

⁷⁸ <http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/UNIDADES-DE-CONSERVA%C3%87%C3%83O-MUNICIPAIS.pdf>



Praça de Boa Viagem

A praça de Boa Viagem encontra-se inserida entre as ruas Barão de Souza Leão, ao sul, Dr. Nilo Dornelas Câmara, ao norte, a avenida Conselheiro Aguiar, a oeste e a avenida Boa Viagem e o Oceano Atlântico, a leste, na porção sul da cidade de Recife, no bairro de Boa Viagem. Utilizou-se o recinto compreendido entre a praça de Boa Viagem e a avenida Boa Viagem, para a aplicação dos formulários (figura 80).

Figura 80 – Vista aérea da praça de Boa Viagem e da avenida Boa Viagem Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

O entorno à praça, em suas quadras próximas, possui como uso, predominante, o residencial. Na praça, encontram-se dispostas barracas de comércio. A praça apresenta valores medianos referentes à permeabilidade do solo e à porosidade, alta rugosidade e baixa densidade de

vegetação. Diante da Igreja de Nossa Senhora da Boa Viagem, o pátio é completamente aberto e são encontrados apenas alguns indivíduos de palmeiras. O setor da praça voltado à orla oceânica possui exemplares de vegetação arbórea (figura 81).

Diariamente, principalmente em fins de tarde e fins de semana, por este espaço, circulam muitas pessoas, dentre as quais, muitas se utilizam do espaço para descansar e contemplar a paisagem. Através da avenida Boa Viagem, o fluxo de veículos é intenso.

Figura 81 – Vistas do recinto da Praça de Boa Viagem, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)



(d)

Fotos: (a), (b) Jaucele Azerêdo (2017); (c), (d) Ruskin Freitas (2010).



Cidade Universitária – laguinho

O ‘laguinho’, na Cidade Universitária da UFPE, é uma área de convivência que possui como principais atividades a contemplação da paisagem e o descanso. Ele está localizado às margens do riacho do Cavouco (figura 82). O acesso ao recinto do laguinho ocorre por dentro da Cidade Universitária. Em período letivo, diariamente, é frequentado por variados grupos de pessoas – jovens e adultos, principalmente, no fim da tarde, tanto da própria UFPE, quanto do entorno da Cidade Universitária, que se agrupam em sua porção sul.

Figura 82 – Vista aérea do recinto do ‘laguinho’, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 02-01-2017.

O recinto do laguinho possui uma quantidade mediana de vegetação de porte arbóreo e alta quantidade de vegetação rasteira, o que lhe confere uma alta permeabilidade do solo. Além disso, possui alta porosidade e baixa rugosidade (figura 83).

Figura 83 – Vistas do recinto do ‘laguinho’, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2016; 2017).



Cidade Universitária – RU

O Restaurante Universitário está localizado à proximidade do Centro de Artes e Comunicação - CAC e do Centro de Filosofia e Ciências Humanas – CFCH, na Cidade Universitária da UFPE, por onde passam milhares de pedestres e de veículos, durante o dia e a noite, no decorrer do ano, em períodos letivos (figura 84).

Figura 84 – Vista aérea do recinto do Restaurante Universitário, na Cidade Universitária – UFPE, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 02-01-2017.

No entorno próximo ao RU concentram-se, em alguns períodos do dia e da noite, um grande número de estudantes e de funcionários da Universidade, que se posicionam em diversas filas de espera, do lado externo. O RU é composto por concreto e vidro e disposto em uma única planta baixa, térrea.

O recinto do RU possui uma quantidade baixa de vegetação de porte arbóreo e alta quantidade de vegetação rasteira, o que lhe confere uma alta permeabilidade do solo. Além disso, possui alta porosidade e baixa rugosidade. Em virtude do grande número de usuários em horários de

pico, foram instaladas tendas visando à proteção solar e das intensas precipitações, concentradas na estação chuvosa (figura 85). Ressalta-se que toda a centena de formulários foi aplicada externamente à edificação.

Figura 85 – Vista do recinto do Restaurante Universitário, na Cidade Universitária - UFPE, Recife/PE.



(a)



(b)

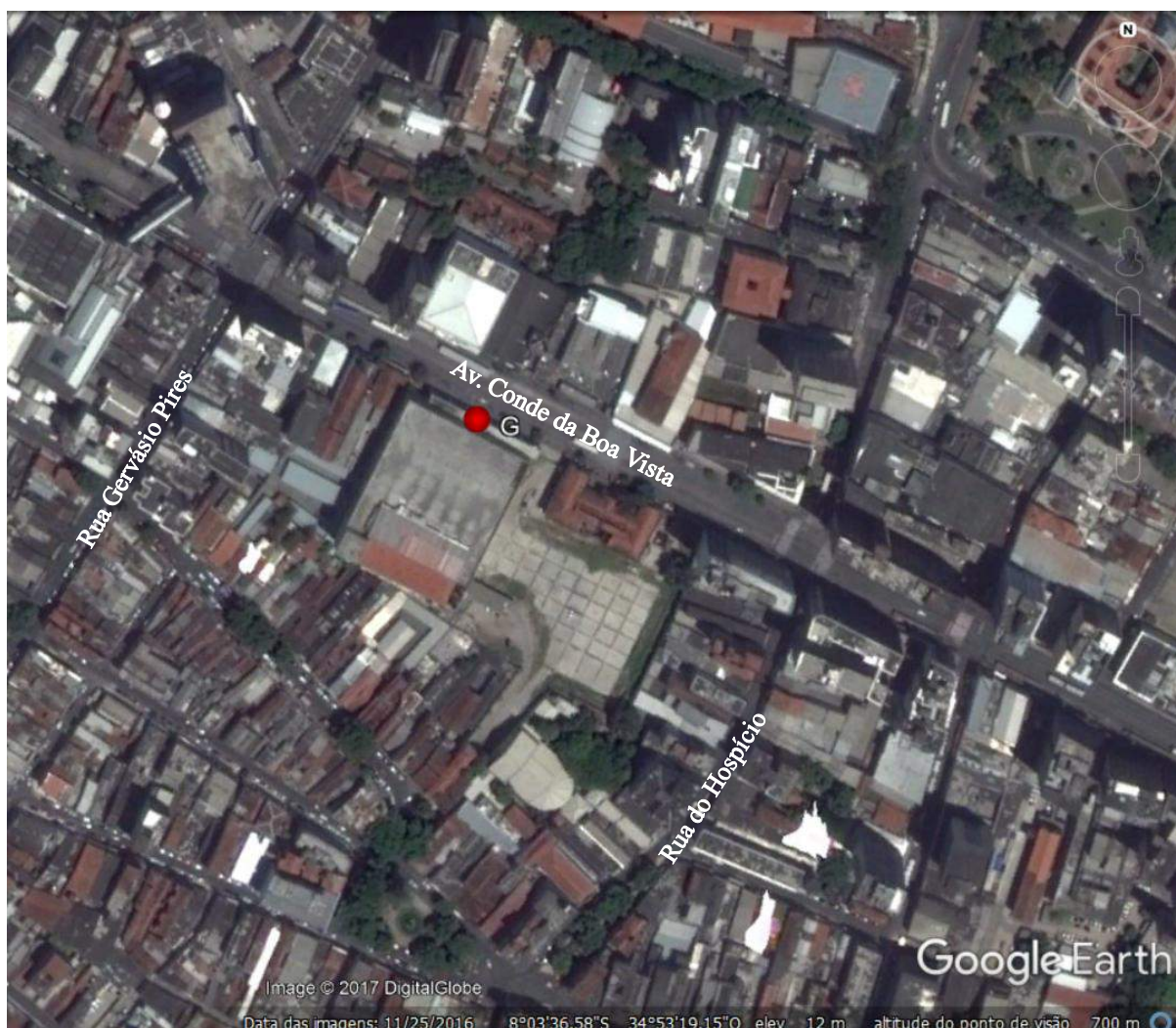
Fotos: Jaucele Azerêdo (2016).



Avenida Conde da Boa Vista

A avenida Conde da Boa Vista se localiza no bairro da Boa Vista, um dos bairros centrais da cidade. O trecho da av. Conde da Boa Vista delimitado para a aplicação do formulário foi entre as ruas Gervásio Pires e do Hospício (figura 86).

Figura 86 – Vista aérea de trecho da avenida Conde da Boa Vista.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 12-08-2017.

Apesar de possuir, prioritariamente, o uso comercial e de serviços, na avenida Conde da Boa Vista é encontrado o uso residencial. Esta via é um de seus principais eixos estruturadores da cidade de Recife, e comporta, diariamente, um alto fluxo de veículos e de pedestres, pois funciona como um importante corredor viário que alcança o seu centro comercial. Esta via e seu entorno imediato apresentam uma grande diversidade de materiais de revestimento de

vias, de passeios públicos e de edificações, pouquíssimos pontos de vegetação e verticalização em certos trechos. A av. Conde da Boa Vista possui grande densidade construtiva, afastamentos pequenos, assim sendo, baixa porosidade, média rugosidade e, ainda, um valor muito baixo da taxa de solo natural, devido à alta impermeabilização de suas calçadas; a quantidade de vegetação de porte rasteiro e arbóreo é bastante escassa (figura 87).

Figura 87 – Vista da avenida Conde da Boa Vista – trecho de aplicação de formulários e medições.



(a)



(b)



(c)

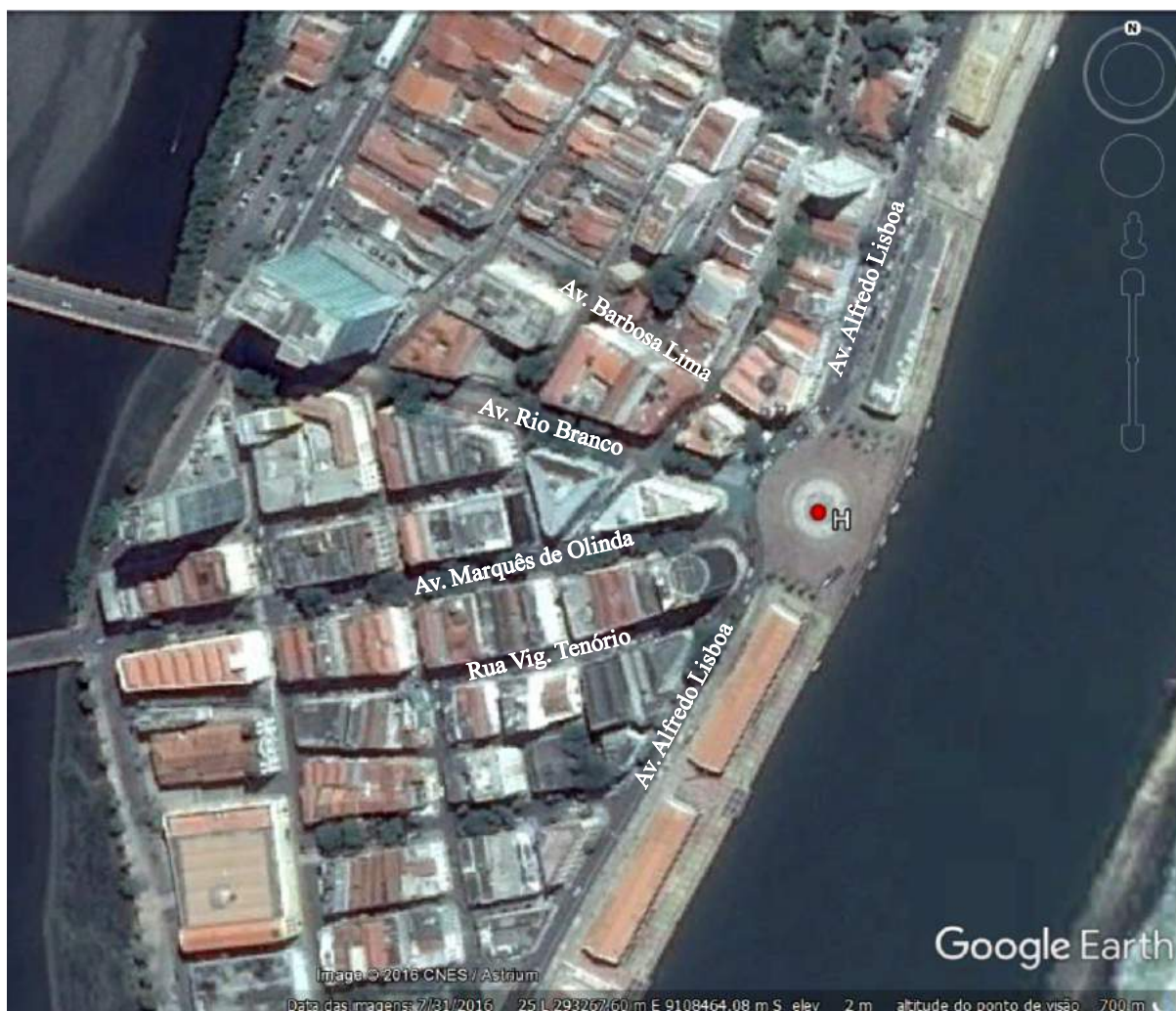
Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).



Marco Zero

O Marco Zero (praça Rio Branco), delimitado pela avenida Alfredo Lisboa, conecta-se ao bairro do Recife, diretamente, por três avenidas: Marquês de Olinda, Rio Branco e Barbosa Lima (figura 88).

Figura 88 – Vista aérea do recinto do Marco Zero.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

A sua proximidade, encontram-se edificações como o Centro de Artesanato de Pernambuco, a Caixa Cultural Recife e a Associação Comercial de Pernambuco (edifícios históricos). Ao norte do Marco Zero, encontra-se o estuário do porto de Recife, protegido por um dique natural, formado pelo rio Capibaribe; a leste, o parque das Esculturas Francisco Brennand. O entorno imediato ao Marco Zero possui, prioritariamente, o uso comercial e de serviços,

porém, nas quadras próximas, pode ser encontrado o uso residencial. Este recinto comporta, diariamente, um médio fluxo de veículos e de pedestres. Em fins de semana e em datas comemorativas, o fluxo aumenta, consideravelmente, com a ocorrência de espetáculos. Em seu entorno, há uma alta impermeabilização de vias e de calçadas, o que se reflete em um valor muito baixo da taxa de solo natural; possui média densidade construtiva, em função do controle do gabarito, e afastamentos entre as edificações nulos ou pequenos. Especificamente, no espaço compreendido pelo Marco Zero, não há construções, há poucos indivíduos arbóreos e algumas palmeiras; a pavimentação é em concreto intertravado, permeável à água da chuva, o que lhe confere alta porosidade e baixa rugosidade (figura 89).

Figura 89 – Vistas do recinto do Marco Zero.



(a)



(b)



(c)

Fotos: (a); (b) Jaucele Azerêdo (2017); (c) Ruskin Freitas (2017).



Espinheiro

O bairro do Espinheiro faz limite com o bairro Encruzilhada, pela rua Conselheiro Portela e pela av. Norte; com o bairro Torreão, através da av. Norte; com os bairros Santo Amaro e Boa Vista, através da av. Governador Agamenon Magalhães; com o bairro das Graças, por meio das vias: rua Santo Elias, rua do Espinheiro, av. Conselheiro Rosa e Silva, rua da Hora e rua São Salvador; por fim, faz limite com o bairro dos Aflitos, pela rua Conselheiro Portela (figura 90).

Figura 90 – Vista aérea do bairro do Espinheiro.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

É um bairro homogêneo no que se refere às características de uso e ocupação do solo urbano. É predominantemente residencial, com alguns trechos de ruas destinadas ao comércio e serviços, a exemplo da rua Santo Elias e da rua da Hora. É um dos bairros mais arborizados de Recife, com vegetação predominante de oitis (figura 91). Devido ao limite com as avenidas Norte, Governador Agamenon Magalhães e Conselheiro Rosa e Silva, três eixos estruturadores viários, há um alto fluxo de veículos durante o dia. Citam-se duas vias importantes que cortam o bairro no sentido leste-oeste: ruas do Espinheiro e da Hora. Todas as vias do Espinheiro são asfaltadas e as calçadas são impermeabilizadas, o que se reflete em um valor muito baixo da taxa de solo natural; possui média densidade construtiva (em função do controle do gabarito e de afastamentos entre as edificações), o que lhe confere média porosidade e alta rugosidade.

Figura 91 – Vistas do bairro do Espinheiro, Recife/PE.



(a)



(b)



(c)



(d)

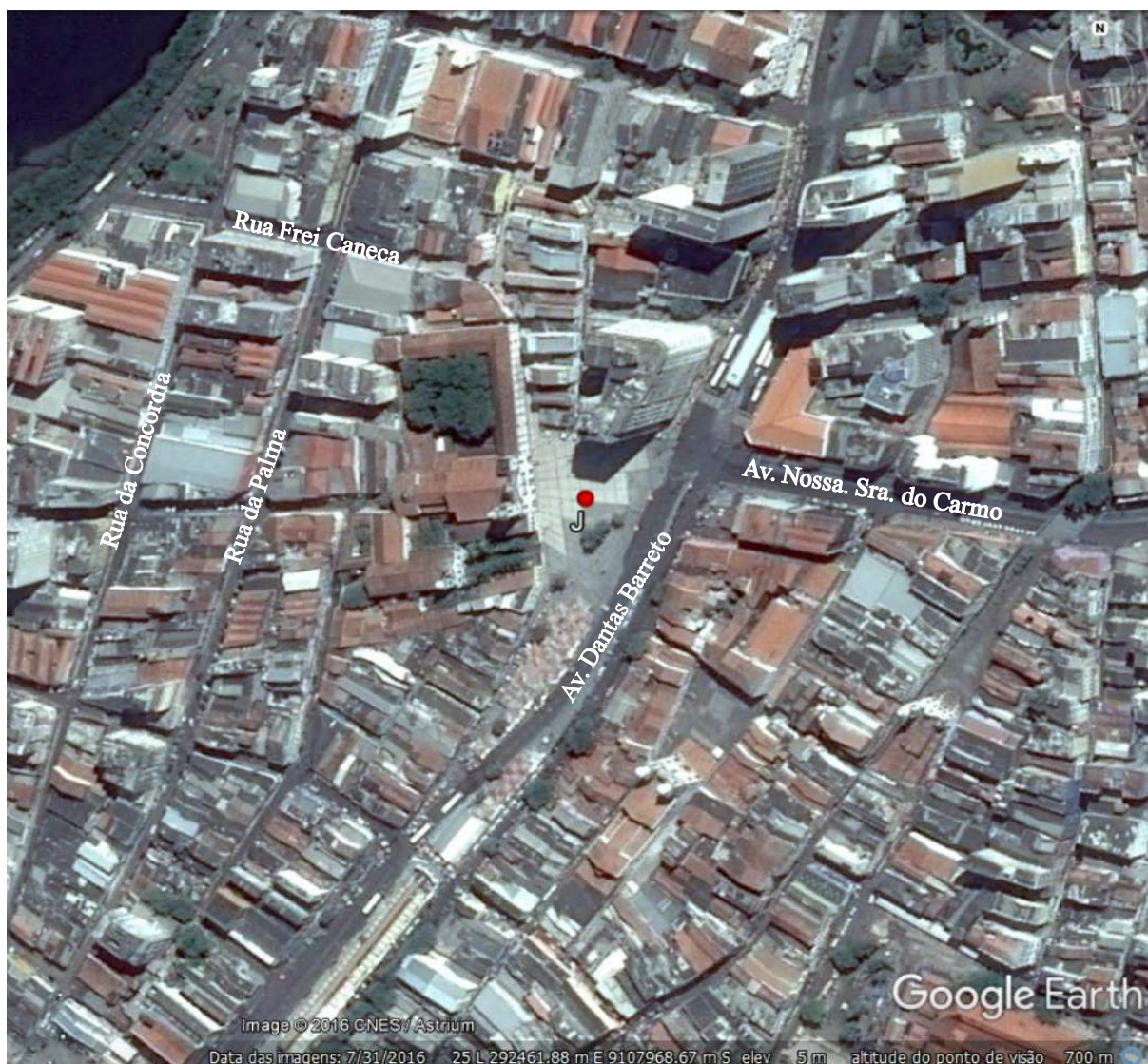
Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).



Pátio Nossa Senhora do Carmo

O pátio do Carmo se localiza diante da Basílica Nossa Senhora do Carmo e da avenida Dantas Barreto, em Santo Antônio, um dos bairros centrais e mais antigos da cidade de Recife (figura 92). O entorno circundante ao pátio do Carmo possui uso, prioritariamente, comercial e de serviços. Em virtude disso, este recinto comporta, diariamente, um alto fluxo de veículos e de pedestres – diversas linhas de transporte público coletivo travegam pela avenida Dantas Barreto. O recinto possui baixa densidade construtiva e afastamentos pequenos, em seu entorno.

Figura 92– Vista aérea do Pátio Nossa Senhora do Carmo.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 29-03-2017.

Especificamente, no Pátio do Carmo, há alta porosidade, média rugosidade e uma taxa extremamente baixa de solo natural. A pavimentação do Pátio é prioritariamente em pedra portuguesa. Nos espaços livres públicos do entorno do Pátio do Carmo, há pouquíssimos exemplos de vegetação de porte arbóreo. A vegetação disposta, especificamente, diante do Pátio do Carmo se restringe a algumas palmeiras (figura 93).

Figura 93 – Vistas do Pátio do Carmo.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).

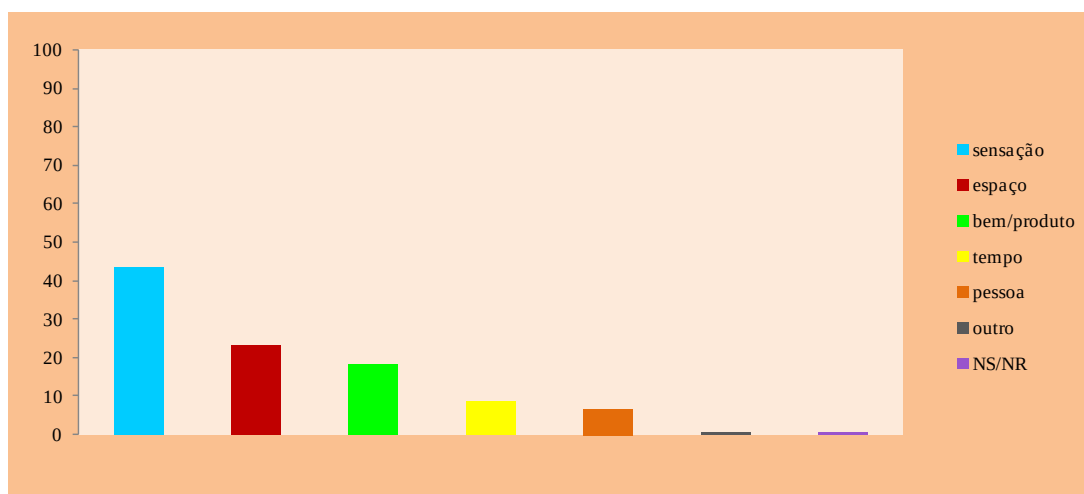


4.1.2 Discussão acerca da relação existente entre a influência da vegetação arbórea e a sensação de conforto termoambiental

Quanto ao perfil do público respondente, registrou-se que houve um equilíbrio, sendo 50,7% do sexo feminino e 49,3% do sexo masculino. A idade do total de respondentes variou entre 16 e 85 anos, com faixa de predominância entre 18 e 40 anos (em torno de 70,0%); a altura variou entre 1,45m e 1,95m, sendo a faixa predominante compreendida entre 1,61m e 1,70m (36,7%); o isolamento térmico, referente à vestimenta, variou de 0,1 a 0,70 clo⁷⁹, sendo a faixa predominante entre 0,50 e 0,59 clo (49,0%), tendo o 0,57 clo alcançado o percentual de 44,6%; o peso variou entre 34 e 139 kg, sendo a faixa predominante entre 61 e 80 kg (50,8%).

Para a pergunta acerca **do que é conforto**, 43,0% das respostas indicaram conforto como uma ‘sensação’ – “bem-estar”, “agradável”, “confortável”. O segundo maior percentual citou conforto como ‘espaço’ – a exemplo de “grandes espaços”, seguindo da resposta ‘bem ou produto’ – a exemplo de ter “dinheiro”. Juntos somaram 84,0% (gráfico 5). Dentre a classe ‘outros’, houve quem respondesse: ‘não se sentir incomodado’. Como essa questão foi aberta, houve a possibilidade de múltiplas respostas, como todas foram consideradas houve o total absoluto de 1.210 respostas. Considerando-se os recintos, isoladamente, tem-se que, no parque Dona Lindu e na praça de Boa Viagem, houve o registro dos maiores percentuais da resposta ‘tempo’ – “para fazer algo”; “para si” – um tempo para o lazer e para a liberdade.

Gráfico 5 – O que é conforto?



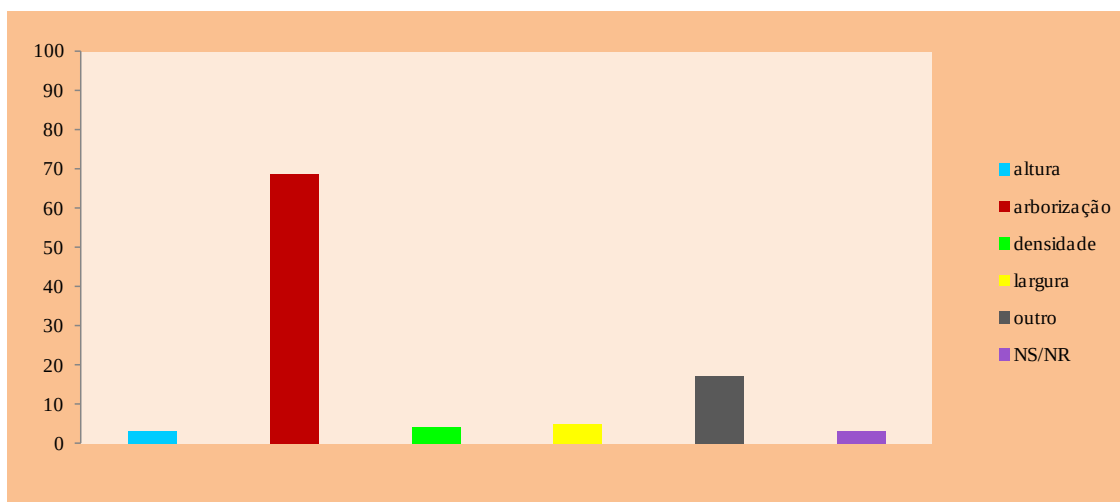
Fonte: Jaucele Azerêdo.

⁷⁹ O isolamento térmico é expresso em *Clo* (1 *Clo* = 0,155 m.²C.W-1), variando de acordo com a eficiência da permeabilidade da roupa à passagem do vapor d'água (LAMBERTS; DUTRA; PEREIRA, 2014, p.48).



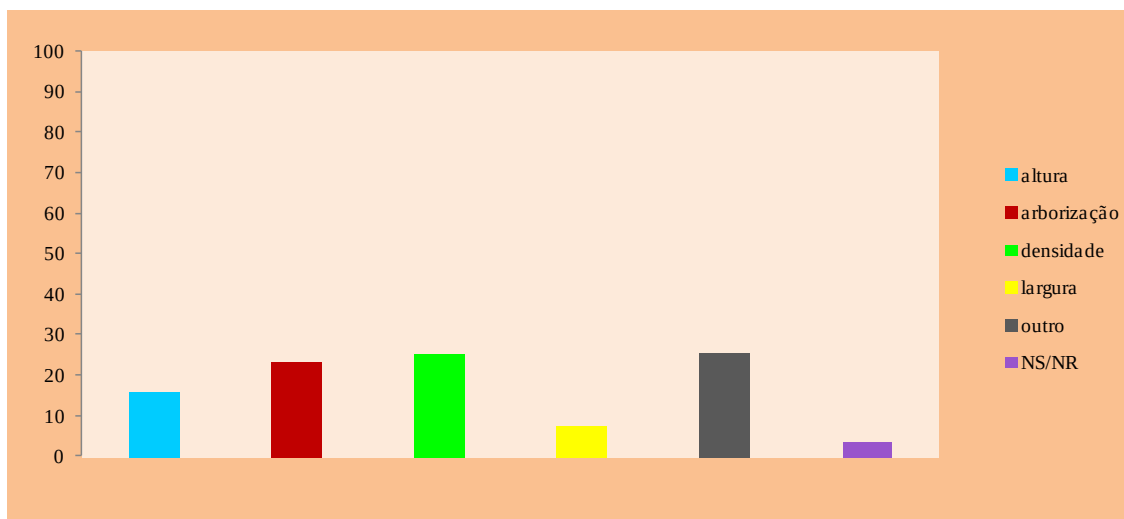
Em referência à pergunta acerca de **que elementos podem contribuir para o conforto térmico do espaço urbano** (gráfico 6), 769 respondentes (69,0% do total de respostas) citaram a ‘arborização’, o que indica que os respondentes entendem a importância de espaços urbanos arborizados, visando ao conforto térmico. Porém, em contraposição a essa pergunta, quanto aos **elementos que podem contribuir com o desconforto térmico do espaço urbano** (gráfico 7), houve 22,0% dos respondentes que também citaram a ‘arborização’. Desse total, 90,3% referiram-se ao aspecto de sua ausência. Especificamente, para esta questão, os mais citados foram a ‘densidade construtiva’ e a ‘altura dos edifícios’, aproximadamente a 25% e 16% de todas as respostas, respectivamente. Na classe ‘outro’ foram registradas respostas relativas à poluição, mobilidade, trânsito etc.

Gráfico 6 – Elementos que contribuem com o conforto térmico, em meio urbano.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 7 – Elementos que contribuem com o desconforto térmico, em meio urbano.



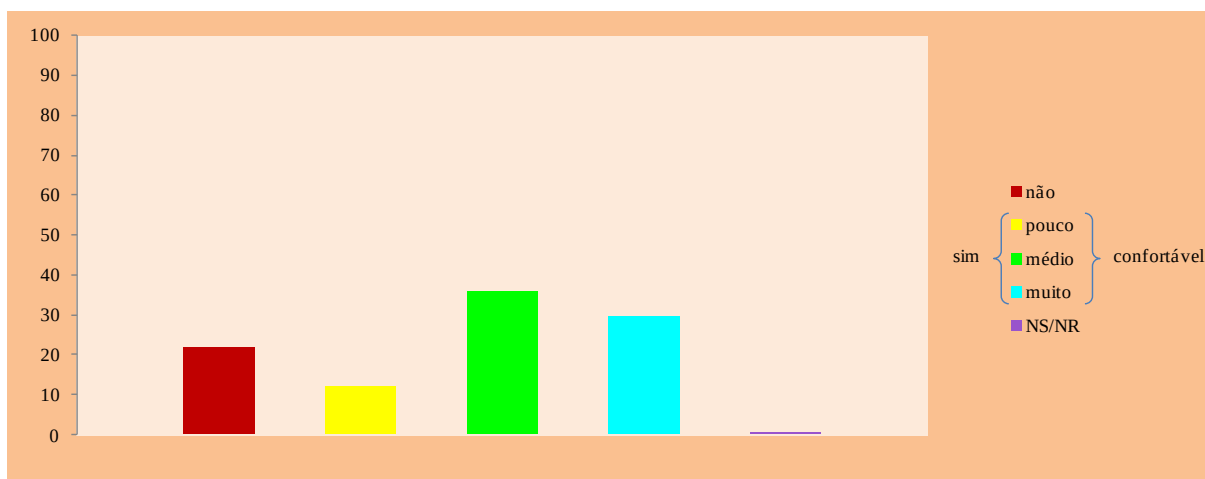
Fonte: Jaucele Azerêdo.



No gráfico 8, foram expostos os resultados para a questão **“Você considera que este espaço livre público é confortável, termicamente?”**, quando o respondente poderia responder ‘sim’ ou ‘não’. Em se tratando da resposta positiva – ‘sim’, para quantificar os resultados, utilizou-se a escala de três graus e dois polos de intensidade: de ‘pouco’ a ‘muito’, sendo o ponto ‘médio’ o ‘satisfatório para o conforto’. 66,0% dos usuários consideraram satisfatório o nível de conforto térmico dos espaços livres públicos em que se encontravam, sendo que 36% dos usuários indicaram o nível ‘médio’ de conforto, seguidos de 30% que afirmaram que o espaço era ‘muito’ confortável’. Para auxiliar a compreensão de tais resultados é necessário analisar os recintos em questão, isoladamente, observando as suas diversas características.

Tomou-se, como exemplo, as respostas obtidas na Cidade Universitária, recinto RU, que indicaram a percepção de um recinto ‘desconfortável’ (72,0%), somados ao item ‘pouco confortável’ (9,0%), totalizam 81,0% dos respondentes insatisfeitos, assim, dentre os dez recintos, foi considerado o mais desconfortável termicamente. Em contraposição, têm-se os recintos urbanos arborizados, cujas respostas foram positivamente equilibradas, entre si, no sentido de serem considerados espaços confortáveis, a exemplo dos três parques e do laguinho, na Cidade Universitária. As respostas alcançaram, na Cidade Universitária – laguinho, o percentual de 95,0%, seguido pelo parque Treze de Maio, com 88%, parque Dona Lindu, com 86,0% e a praça de Boa Viagem, com 79,0%, quando consideradas as respostas ‘médio’ e ‘muito’ confortável. Os recintos do laguinho e do parque Treze de Maio possuem grande percentual de vegetação arbórea e que o parque Dona Lindu e a Praça de Boa Viagem são recintos completamente livres de obstáculos aos ventos oriundos do Oceano Atlântico.

Gráfico 8 – Percepção de conforto térmico no espaço público.

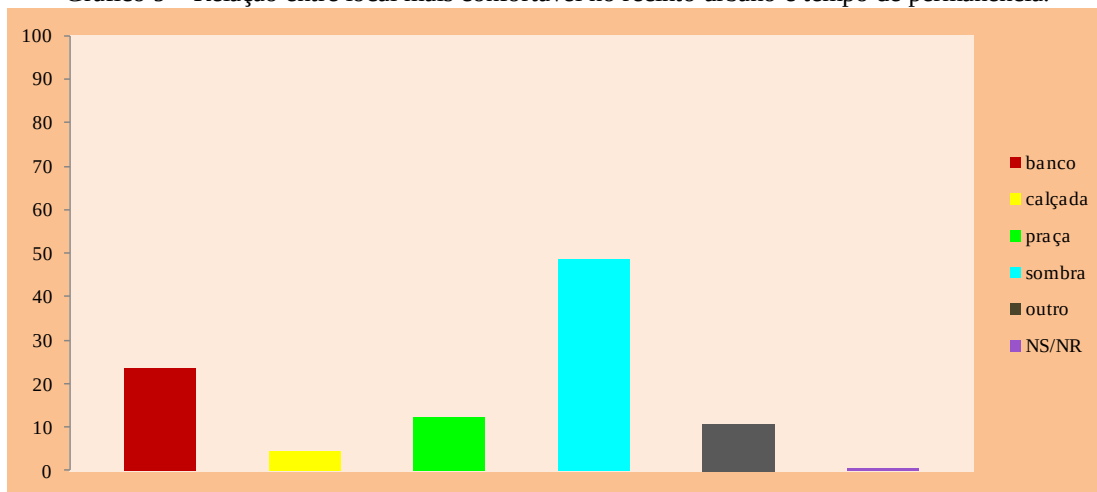


Fonte: Jaucele Azerêdo.



A questão “Neste espaço, em que outro local você permaneceria por mais tempo?” (gráfico 9), foi aberta e permitiu múltiplas respostas – total de 1.139 respostas. A maioria dos usuários citou ‘à sombra’, que alcançou 55,0% do total de respostas, seguido por ‘banco’, com 27,0% (figura 94). A referência à ‘sombra’ não se deveu, exclusivamente, à ‘sombra de uma árvore’, mas à sombra também de uma marquise, de um edifício, como ocorreu nas respostas relativas aos recintos na av. Conde da Boa Vista e no pátio do Carmo, onde há a quase inexistência de vegetação de porte arbóreo. Há que se considerar que, no recinto delimitado, na av. Conde da Boa Vista, não há praças, no entanto, 19,0% citaram este local como possível de permanecer por mais tempo, o que indica a necessidade de usuários por espaços livres públicos de longa permanência. As pessoas que responderam ‘banco’ e ‘calçada’ (calçadão) estavam sentadas ou em pé, à sombra.

Gráfico 9 – Relação entre local mais confortável no recinto urbano e tempo de permanência.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Figura 94 – Relação entre local mais confortável no recinto urbano e tempo de permanência.

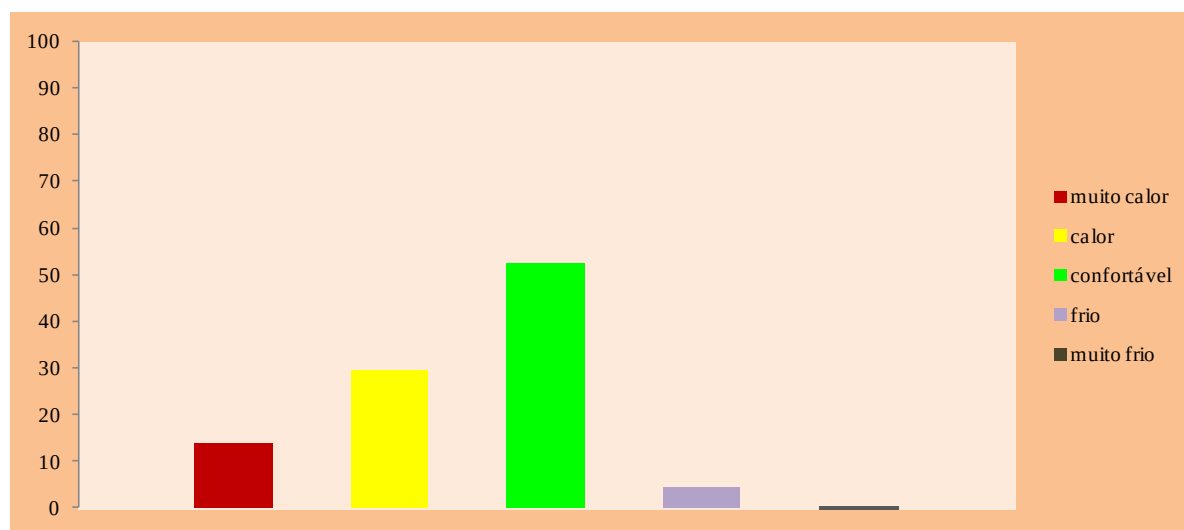


Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



No que se refere à questão relativa à ‘**sensação térmica**’, no momento da aplicação do formulário, utilizou-se a escala de cinco graus e dois polos de intensidade: de ‘muito frio’ a ‘muito calor’, sendo o ponto médio o ‘confortável’ (gráfico 10). A classe ‘confortável’, que corresponde ao equilíbrio térmico, alcançou o maior valor percentual, igual a 52,6%. O desconforto para o calor foi representado pelas classes ‘calor’ e ‘muito calor’, que corresponderam a 29,3% e a 13,5%, respectivamente. Para entender melhor o que contribuiu com as sensações de conforto e de desconforto térmico, é necessário cruzar a questão com os valores das variáveis climáticas, bem como com as características dos recintos e dos indivíduos. Como exemplo, citam-se os recintos do parque Dona Lindu, da praça de Boa Viagem e do parque da Jaqueira, cujos valores relativos à sensação de conforto alcançaram 81,0%, 67,0% e 64,0%, respectivamente. Lembra-se que, tanto o parque Dona Lindu quanto a praça de Boa Viagem localizam-se à margem do Oceano Atlântico, com grande permeabilidade ao vento. Além disso, deve-se considerar o fator psicológico relativo ao lazer, à praia. O recinto do RU apresentou o maior percentual de usuários se sentindo desconfortáveis para o ‘calor’ e ‘muito calor’, 51,0% e 32,0%, respectivamente. Ressalta-se que, 89% dos respondentes estavam em pé, na fila, aguardando a entrada no recinto. Em seguida, tem-se o bairro do Espinheiro, que apresentou insatisfeitos para o ‘calor’ e ‘muito calor’, 41,0% e 26,0%, respectivamente; juntos, igual a 67,0%. A alta umidade relativa do ar e a baixa velocidade do vento contribuíram com os valores percentuais. Houve ainda quem afirmasse sentir ‘muito frio’ (0,1%). Este único usuário portava roupas leves, se encontrava diante do Oceano Atlântico, exposto à velocidade do vento de 3,3m/s, em um fim de tarde.

Gráfico 10 – Sensação de conforto térmico.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

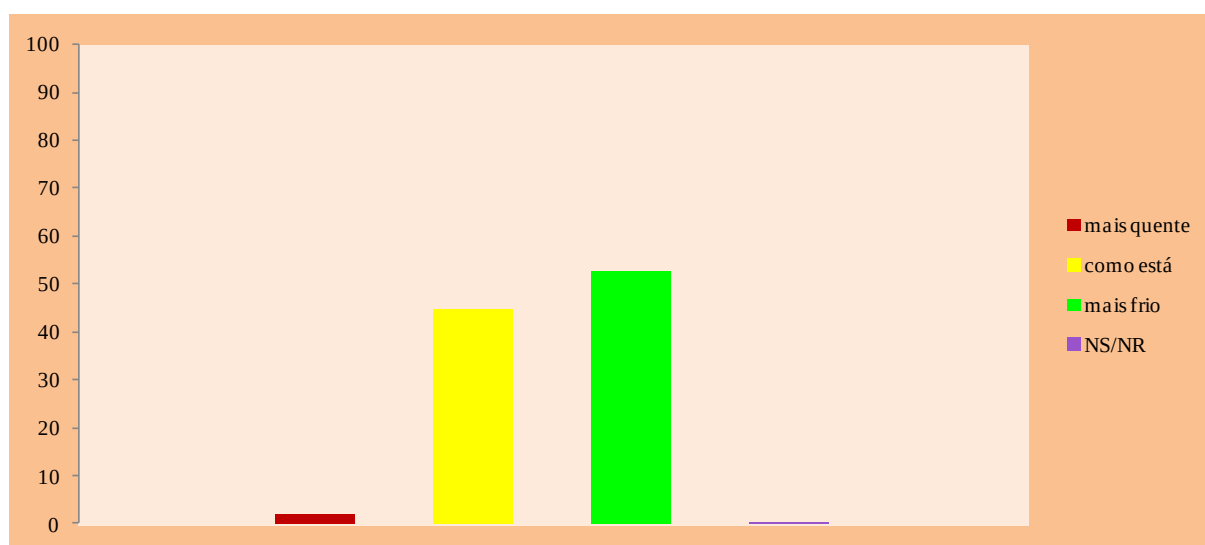


Para a preferência da sensação térmica em meio urbano, fez-se uso da questão **“Como você preferiria que estivesse?”**. Teve-se, como alternativa de resposta, a escala de três graus e dois polos de intensidade: de ‘mais frio’ a ‘mais quente’, sendo a opção “como está” o ponto médio, referente à sensação de conforto (gráfico 11). Mais da metade dos usuários afirmou que preferia que estivesse ‘mais frio’, igual a 52,8%. Lembra-se que o tipo climático no qual a cidade de Recife está situada possui altas temperaturas durante todo o ano, com baixa amplitude térmica diária e sazonal. Em se tratando de microclimas, através das medições das variáveis climáticas, em diversos recintos urbanos, registraram-se temperaturas superiores às das Estações de Referência, comprovando a existência de acúmulo de calor.

O formulário foi aplicado junto a usuários considerados aclimatados, desse modo, o percentual de usuários satisfeitos – 44,9% das respostas que indicou ‘como está’ – se justifica. Apenas 2,2% dos usuários afirmaram preferir que estivesse ‘mais quente’, a exemplo de alguns que se encontravam no parque Dona Lindu e no parque Treze de Maio. Neste último recinto, em dias chuvosos, com valores mais baixos de temperatura e valores mais altos de umidade relativa do ar.

Na Praça de Boa Viagem, foi registrado o maior percentual de usuários satisfeitos com a sensação térmica – 82,0% afirmaram “como está”; o Marco Zero apresentou 52,0% de usuários satisfeitos. Chama-se à atenção o fato de que os formulários foram aplicados onde as pessoas se encontravam, ou seja, em sua ampla maioria, à sombra. No Marco Zero, o que possivelmente contribuiu com grau de satisfação foi a alta porosidade aos ventos.

Gráfico 11 – Preferência de sensação de conforto térmico.



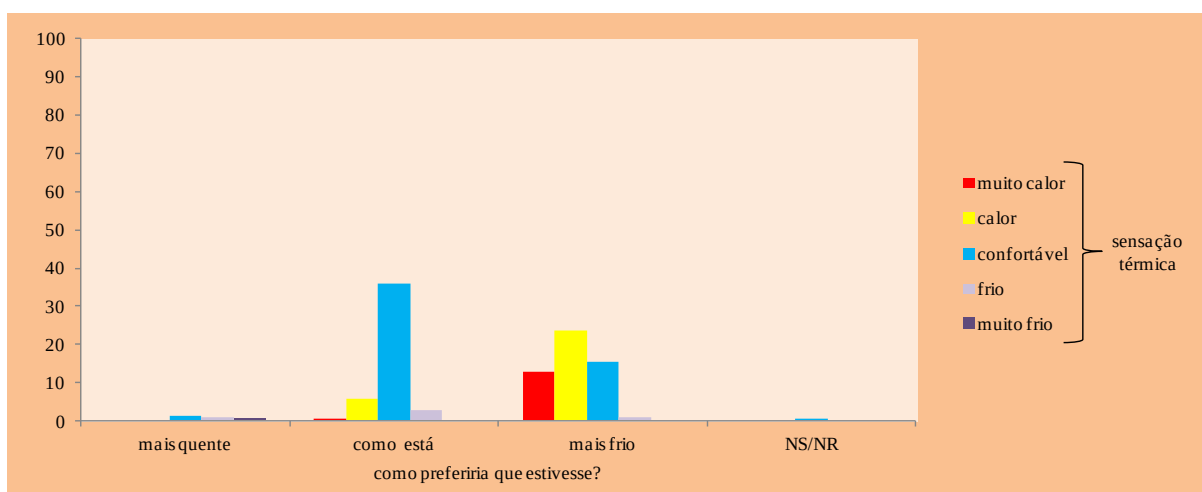
Fonte: Jaucele Azerêdo.



As variáveis, ‘**percepção**’ e ‘**preferência**’ foram analisadas levando-se em consideração o fato de que a avaliação de conforto está associada a fatores fisiológicos e psicológicos, bem como, a outras variáveis, tais como vestimenta e nível de atividade. Dessa maneira, as condições requeridas para o conforto não são iguais para todas as pessoas, ou seja, é possível que um indivíduo declare estar ‘confortável’ em uma determinada temperatura e prefira um ambiente térmico ‘mais frio’ ou ‘mais quente’, enquanto outro indivíduo que declare estar com ‘frio’ ou ‘calor’ prefira o ambiente em questão – ‘como está’. Daí a importância desta pesquisa e do quantitativo de formulários aplicados, no sentido de buscar estabelecer um padrão, onde a maioria das pessoas sente conforto térmico, ou seja, encontra-se em equilíbrio.

O gráfico 12 apresenta os resultados relativos ao cruzamento das variáveis ‘percepção’ e ‘preferência’, onde é possível observar que aproximadamente 36,0% dos usuários que afirmaram se sentir confortáveis, afirmaram ter a preferência térmica ‘como está’, ou seja, não desejaram mudanças de percepção térmica. Dentre o grupo que afirmou que preferia que estivesse ‘mais frio’, 23,6% afirmaram estar sentindo calor e 13,0%, muito calor, ou seja, os usuários estavam se sentindo desconfortáveis termicamente. Dentre os usuários que afirmaram preferir que estivesse ‘mais quente’, nove se encontravam com ‘frio’ e um deles com ‘muito frio’.

Gráfico 12 – Relação entre percepção e preferência de sensação de conforto térmico.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Dando continuidade à pesquisa, na análise da percepção térmica, dividiram-se as respostas em três grupos. O primeiro grupo fez referência às pessoas consideradas com estresse térmico negativo, ou seja, que declararam estar com ‘frio’ ou ‘muito frio’. O segundo grupo

comportou as pessoas em ‘conforto térmico’ e o terceiro grupo representou os indivíduos com estresse térmico positivo – ‘calor’ e ‘muito calor’. Posteriormente, agruparam-se as pessoas de acordo com a ‘preferência térmica’. Para isso, foi feita a seguinte divisão: No grupo A (cor vermelha) ficaram os indivíduos com preferência térmica negativa, ou seja, os que gostariam que o ambiente estivesse ‘mais frio’. O grupo B (cor azul) englobou as pessoas com preferência térmica neutra – ‘como está’ – e o grupo C (cor lilás) fez referência aos indivíduos com preferência térmica positiva, que gostariam que o ambiente estivesse ‘mais quente’ (tabela 1).

Tabela 1 – Relação entre percepção e preferência de sensação de conforto térmico.

Percepção	Preferência				
	mais quente	como está	mais frio	NS/NR	total
muito calor	0	5	130	0	135
calor	0	57	236	0	293
confortável	12	359	154	1	526
frio	9	28	8	0	45
muito frio	1	0	0	0	1
total	22	449	528	1	1000

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Com o cruzamento dos dados de ‘**percepção**’ e de ‘**preferência**’, concluiu-se que 61,6% dos respondentes estavam se sentindo confortáveis termicamente, 36,6% estavam com desconforto para o calor e 1,8% estavam com desconforto para o frio, sendo que 0,8% dos respondentes desta última classe afirmaram desejar mais frio. Avaliando os resultados, por recinto, separadamente, tem-se que, na av. Conde da Boa Vista, os usuários se sentindo desconfortáveis para o ‘calor’ e ‘muito calor’, 39,0% e 18,0%, respectivamente, alcançaram 57,0% do total. As características do recinto, a temperatura do ar, que alcançou valores acima de 32°C e a velocidade dos ventos, que registrou valores absolutos de apenas 0,34m/s, contribuíram com esses percentuais. No parque Treze de Maio, foram registrados os menores valores de temperatura de ar, comparando-se os dez recintos. 29,0% de usuários afirmaram estar se sentindo desconfortáveis, em relação ao ‘frio’, à temperatura em torno de 27°C. Há que se considerar que esse parque possui grande quantidade de vegetação arbórea e de solo natural e que houve chuva em alguns dias e horários próximos às medições, o que fortemente contribuiu com tal percepção. Na Cidade Universitária – recinto do RU, a ampla maioria dos respondentes afirmou que preferia que estivesse ‘mais frio’ (95,0%).



No que diz respeito ao **sexo dos respondentes**, em relação ao cruzamento entre a ‘**sensação térmica**’ e a ‘**preferência térmica**’, observa-se que não houve grande diferença entre os valores apresentados, seja em relação à sensação de conforto, seja em relação à sensação de desconforto ao frio ou ao calor (tabela 2).

Tabela 2 – Relação entre percepção, preferência térmica e sexo.

Percepção	Preferência								total
	mais quente		como está		mais frio		NS/NR		
	F	M	F	M	F	M	F	M	
muito calor	0	0	2	3	68	62	0	0	135
calor	0	0	23	34	115	121	0	0	293
confortável	4	8	184	175	77	77	0	1	526
frio	5	4	21	7	8	0	0	0	45
muito frio	0	1	0	0	0	0	0	0	1
total	9	13	230	219	268	260	0	1	1000

Fonte: Jaucele Azerêdo.

A tabela 3 apresenta o cruzamento das variáveis ‘**percepção**’ e ‘**preferência**’ com o ‘**isolamento por vestimenta – clo**’. A determinação das faixas do *clo* ocorreu em virtude dos tipos de vestimenta mais frequentes em Recife⁸⁰. Como pode ser observado, os usuários dos espaços públicos que mais afirmaram se sentir confortáveis e com preferência térmica ‘como está’ estavam portando roupas leves, ou seja, até 0,59 (ver destaque na tabela 3).

Tabela 3 – Relação entre percepção, preferência térmica e *clo*.

Percepção	Preferência															
	mais quente				como está				mais frio				NR/NS			
	clo				clo				clo				clo			
	01-0,29	0,3-0,49	0,5-0,59	≥0,60	01-0,29	0,3-0,49	0,5-0,59	≥0,60	01-0,29	0,3-0,49	0,5-0,59	≥0,60	01-0,29	0,3-0,49	0,5-0,59	≥0,60
muito calor	0	0	0	0	0	2	2	1	0	44	76	10	0	0	0	0
calor	0	0	0	0	0	30	25	2	8	89	120	19	0	0	0	0
confortável	0	6	5	1	7	178	150	24	1	67	78	8	0	0	1	0
frio	0	3	5	1	0	4	20	4	0	0	8	0	0	0	0	0
muito frio	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
total	0	10	10	2	7	214	197	31	9	200	282	37	0	0	1	0

Fonte: Jaucele Azerêdo.

⁸⁰ Houve a divisão em quatro classes: 0,1 a 0,29, onde se encontram itens como ‘calção de banho’, ‘biquíni’, ‘calção esportivo pequeno’; na classe correspondente a 0,3 a 0,49 podem ser encontrados os seguintes conjuntos: ‘bermuda’ ou ‘calção’ ou ‘short’ ou ‘saia no joelho’ com ‘camisa de manga curta’; na classe de 0,50 a 0,59, podem ser encontrados os conjuntos ‘saia longa’ ou ‘calça’ e ‘camisa de manga curta’; por fim, na classe maior ou igual a 0,60, havia as seguintes possibilidades de conjuntos de vestimenta: ‘calça’ e ‘camisa de manga longa’; ‘calça’, ‘camisa de manga curta’ e ‘camisa de manga longa’; ‘calça de moletom’ e ‘camisa de manga longa’; e ‘paletó’ (LACAM, 2016).



Considerando-se os recintos urbanos, chama-se à atenção ao fato de que o maior valor percentual relativo à classe ‘confortável’ foi registrado no parque Dona Lindu, com 70,0% das respostas, seguido pela praça de Boa Viagem, com 60% e pelo parque Treze de Maio, com 45,0%. E que, na praça de Boa Viagem, 21,0% dos usuários, apesar de responderem estar desconfortáveis, sentindo ‘calor’, afirmaram que a preferência de sensação era a do momento, ou seja, ‘como está’. Lembra-se que os formulários foram aplicados no recinto urbano compreendido pela avenida Boa Viagem e pela praça de Boa Viagem, ou seja, a configuração do recinto urbano, livre de obstáculos ao vento, permite que este alcance maiores velocidades, o que minimiza a sensação de desconforto térmico. A velocidade dos ventos no parque Dona Lindu alcançou valores entre 2,7 e 5,8m/s e na praça de Boa Viagem, valores acima de 2m/s.

Os recintos que mais apresentaram usuários descontentes quanto à relação entre a sensação térmica foram o RU – Cidade Universitária, seguido do Espinheiro e da avenida Conde da Boa Vista. Em ambos os recintos, apesar de alguns respondentes afirmarem preferir ‘como está’, a ampla maioria dos usuários afirmou preferir que estivesse ‘mais frio’. Especificamente, em relação ao RU, supõe-se que as condições de espera, no horário do almoço, na fila do RU, contribuíram com os percentuais. Aliado a isso, tem-se que, o RU foi um dos dois recintos que apresentou temperaturas superiores a 32,4°C, ou seja, houve a contribuição de fatores físicos e psicológicos.

Em relação ao Espinheiro, a alta umidade do ar devido à concentração de vegetação arbórea (figura 95) e os baixos valores da velocidade do vento contribuíram com a sensação de desconforto. Em 67% das medições, os valores registrados da velocidade do vento estiveram abaixo dos valores considerados na zona de conforto (1 a 3m/s).

Figura 95 – Presença efetiva de arborização linear no bairro do Espinheiro.

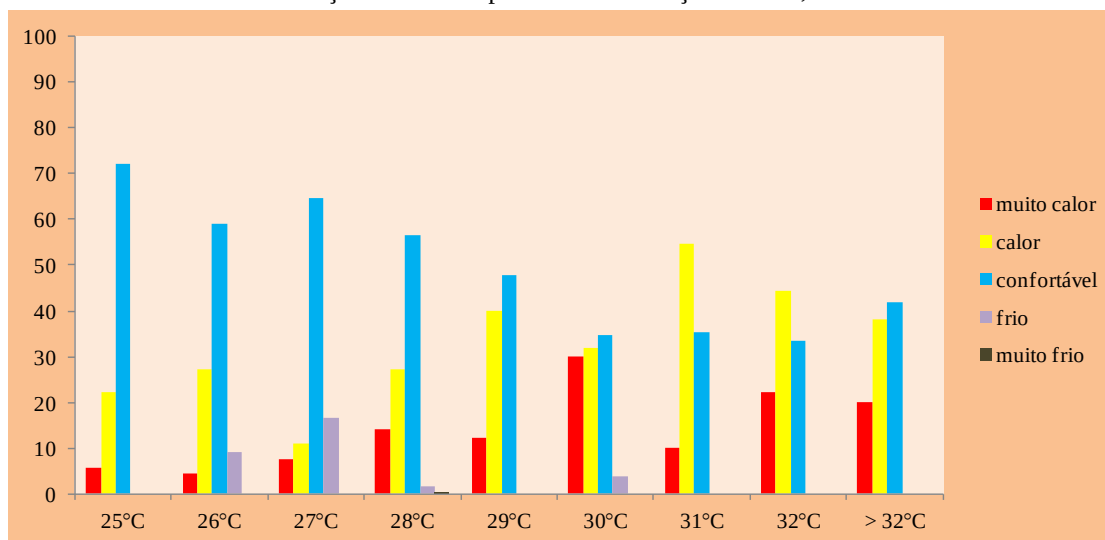


Foto: Jaucele Azerêdo (2015).



Quanto ao cruzamento dos dados entre as variáveis ‘**percepção**’, ‘**preferência**’ e ‘**atividade realizada**’ no momento imediatamente anterior à aplicação do formulário, tem-se que, os usuários que estavam em ‘atividade leve’ e ‘relaxado’ apresentaram os maiores valores percentuais referentes à sensação de conforto. Os gráficos 13 e 14 apresentam o resultado do cruzamento entre a variável ‘**temperatura do ar**’ e a ‘**percepção térmica**’ e a relação entre ‘**temperatura do ar**’ e ‘**percepção térmica confortável**’, respectivamente: pode-se observar que as temperaturas durante as medições em Recife variaram a partir de 25°C, alcançando valores superiores a 32°C. Diante dos menores valores de temperatura, foram registrados os maiores percentuais de satisfação, em relação à sensação térmica e, consequentemente, os menores valores percentuais de insatisfação em relação ao desconforto para o calor.

Gráfico 13 – Relação entre a temperatura e a sensação térmica, em Recife – PE.

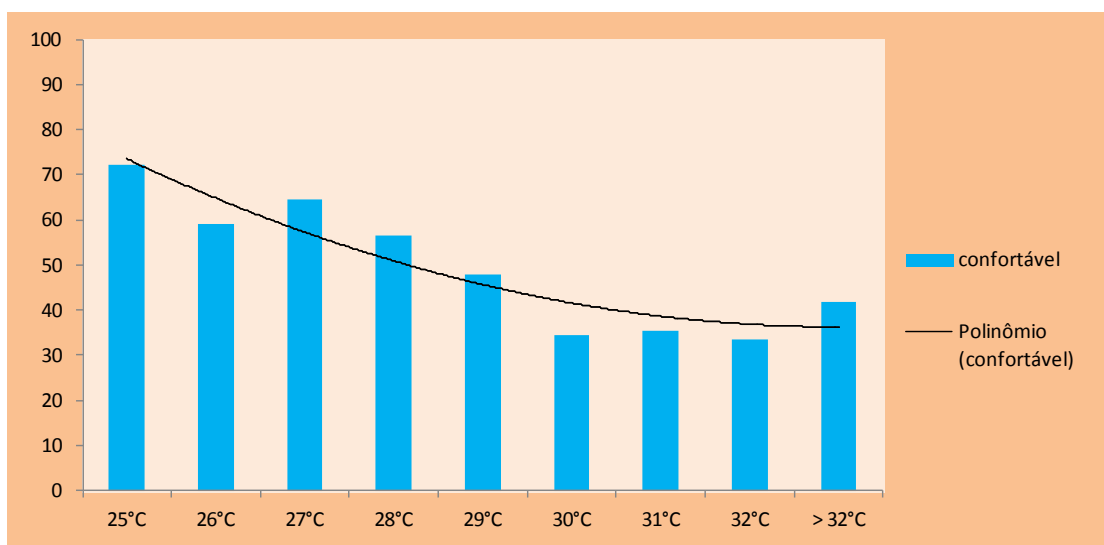


Fonte: Jaucele Azerêdo.

Isso se apresenta mais evidenciado quando se isola apenas o cruzamento entre a variável temperatura do ar e apenas o número de pessoas se sentindo confortáveis (gráfico 14), onde facilmente se percebe que a predominância da sensação de conforto ocorreu nas temperaturas de até de 28°, quando a maioria dos respondentes afirmou se sentir confortáveis (superior a 50%). A partir de 29°C, ocorre o aumento do percentual de insatisfação em relação ao desconforto para o calor, quando se percebe uma tendência de queda do percentual de pessoas se sentindo confortáveis. Em relação ao fato de ainda haver muitas pessoas se sentindo confortáveis, estando expostas a altas temperaturas, significa que os usuários estão aclimatados. Lembra-se que todos os formulários foram aplicados junto à população residente há mais de seis meses em Recife e em sua Região Metropolitana.



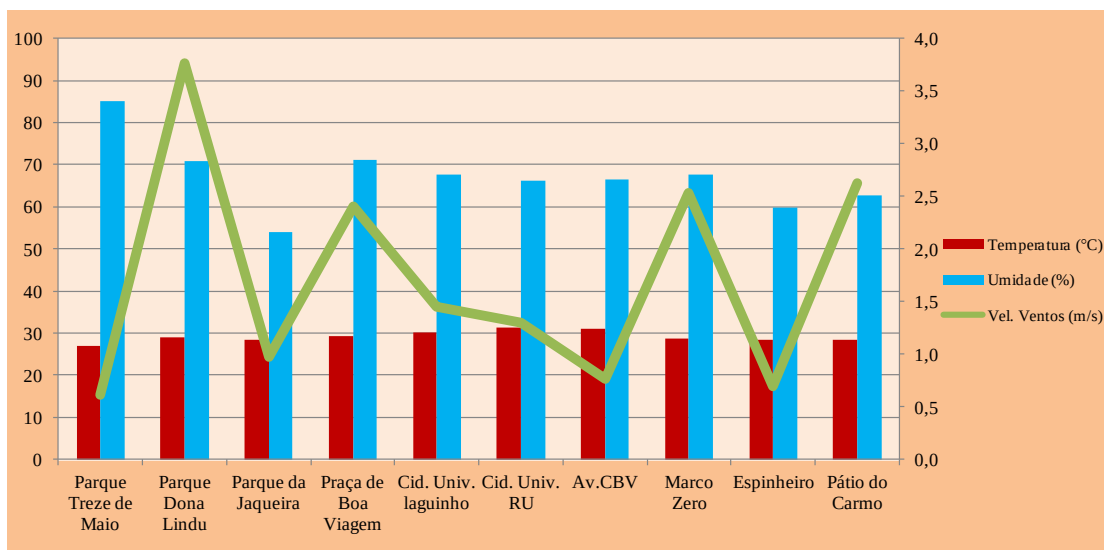
Gráfico 14 – Relação entre temperatura e percepção térmica confortável, em Recife/PE.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

O gráfico 15 apresenta o cruzamento das médias das variáveis ‘**temperatura do ar**’, ‘**umidade relativa do ar**’ e ‘**velocidade do vento**’, por recinto urbano. Observando-se os dados apresentados no gráfico 15, tem-se que: no parque Treze de Maio, foram registrados os menores valores de temperatura de ar, comparando-se os dez recintos pesquisados.

Gráfico 15 – Médias das variáveis climáticas, por recinto urbano, em Recife/PE.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

A média registrada de temperatura do ar no parque Treze de Maio foi igual a 26,82°C (menor média, entre os dez recintos) e de umidade relativa do ar, de 85,06% (maior média, entre todos os recintos). Tecendo-se a relação entre os valores apresentados no gráfico 15 com a sensação térmica, por recinto urbano, tem-se que: 56% dos usuários do parque Treze de Maio



afirmaram se sentir confortáveis termicamente. Houve também usuários que afirmaram sentir ‘frio’ à temperatura em torno de 27°C. Há que se considerar que o parque Treze de Maio é muito arborizado e que houve chuva em alguns dias e horários próximos às medições, o que fortemente contribuiu com tal percepção. A maior média de temperatura do ar foi registrada no recinto do RU, localizado na Cidade Universitária, igual a 31,2°C. Supõe-se que as altas temperaturas aliadas às condições de espera, no horário do almoço, na fila do RU, contribuíram com o alto percentual de pessoas insatisfeitas termicamente (83%). Considerando-se os valores de temperatura do ar, por recinto urbano, anotou-se que, tanto no Marco Zero quanto na praça de Boa Viagem, foram registrados altos valores de temperatura do ar (em torno de 31°C). No entanto, a maioria dos respondentes afirmou se sentir confortável. A configuração desses espaços, abertos e livres à permeabilidade aos ventos provenientes do Oceano Atlântico (figura 96), bem como, os usuários que portavam roupas leves, contribuiu diretamente com a sensação de conforto. Nesses espaços, todos os valores da velocidade dos ventos se inseriram dentro da faixa considerada de conforto, para Recife.

Figura 96 – Marzo Zero, livre à permeabilidade aos ventos.



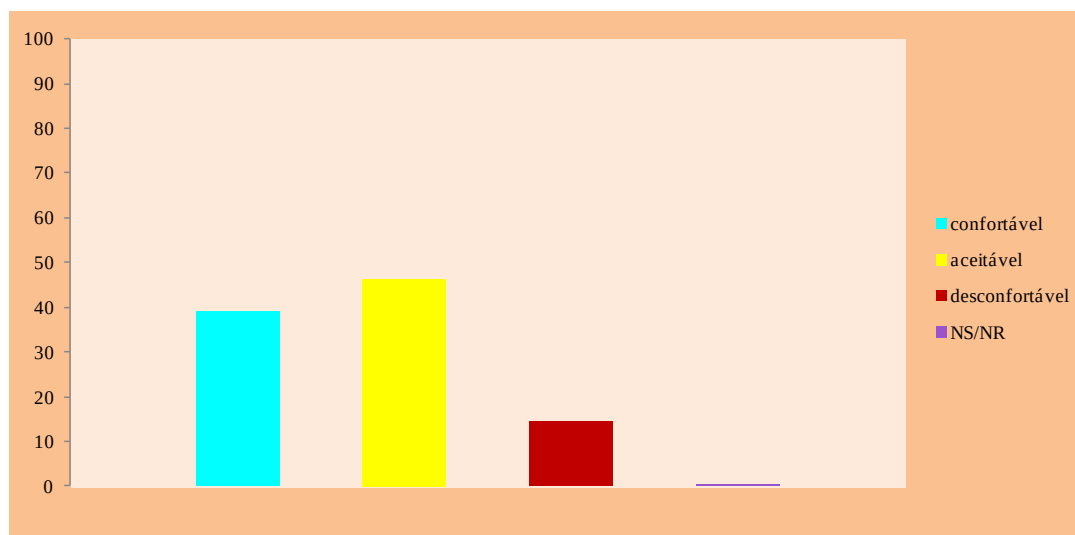
Foto: Jaucele Azerêdo (2017).

No Espinheiro, a configuração urbana aliada ao alto percentual de arborização e à baixa velocidade dos ventos (em 67,0% dos casos, esteve abaixo da faixa considerada de conforto – 1 a 3m/s) contribuiu com a sensação de desconforto no bairro. No recinto da avenida Conde da Boa Vista, foram registrados os mais altos valores de temperatura do ar, superiores a 32°C. A média dos valores da temperatura do ar foi igual a 30,95°C, maior média registrada, entre os recintos pesquisados. A média dos valores da velocidade dos ventos foi de 0,77m/s.



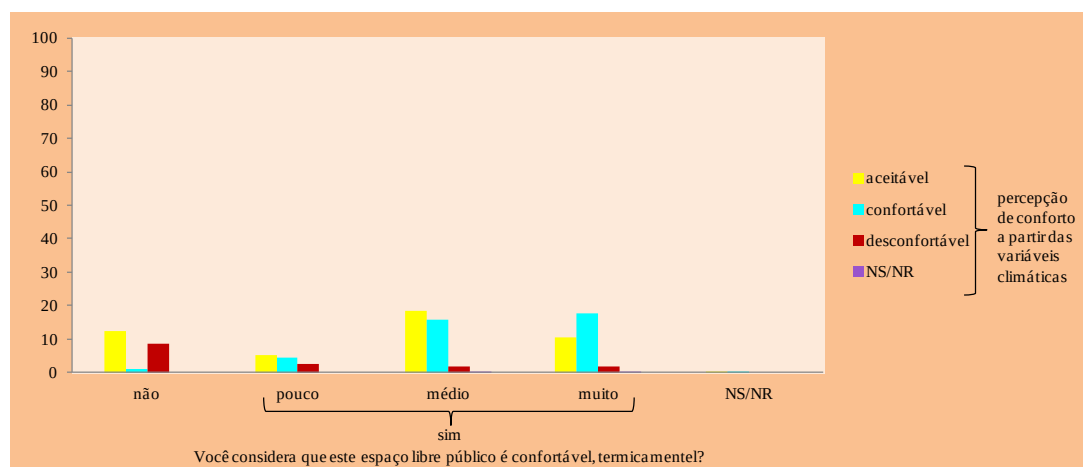
A fim de constatar a percepção térmica no recinto urbano, apresentou-se a questão **“Considerando a temperatura, a umidade e a velocidade dos ventos, como você acha que é este ambiente?”** (gráfico 16). Utilizou-se a escala de três graus: ‘confortável’, ‘aceitável’ e ‘desconfortável’. A classe ‘aceitável’ atingiu 46,0% das respostas e a classe ‘confortável’, 39,0%. Juntas, correspondem a 85,0% de usuários satisfeitos com as condições microclimáticas. Cruzando-se os valores desta questão com os valores da questão **“Você considera que este espaço livre público é confortável, termicamente?”** (gráfico 17), pode-se observar que houve a confirmação acerca da percepção térmica, pois a maioria dos respondentes que considerou o ambiente como ‘aceitável’ e ‘confortável’ também respondeu ‘médio’ e ‘muito’, na consideração de que o espaço público era confortável termicamente.

Gráfico 16 – Percepção de conforto no ambiente a partir das variáveis climáticas.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 17 – Relação entre a percepção de conforto no ambiente e a percepção a partir das variáveis climáticas.

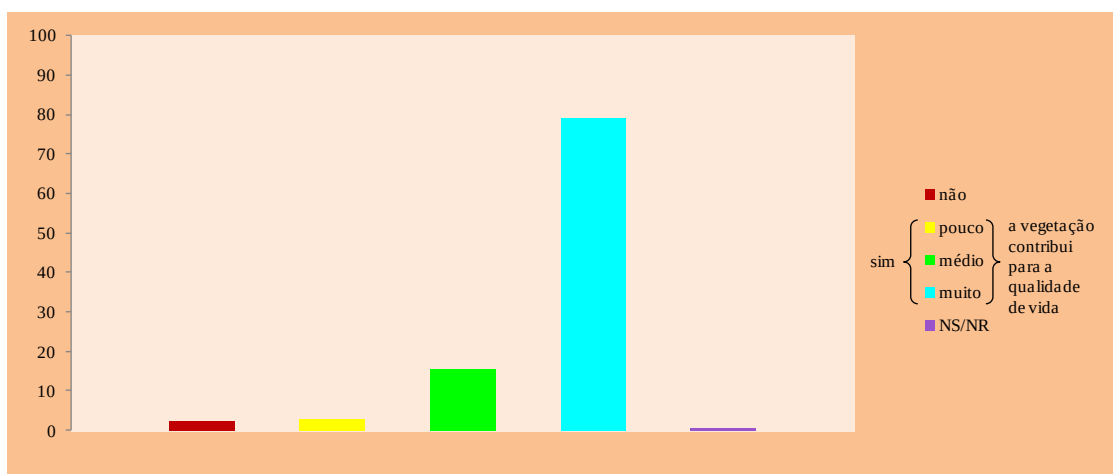


Fonte: Jaucele Azerêdo.



Os resultados da questão “**Você acha que conforto térmico contribui para a qualidade de vida?**” foram apresentados no gráfico 18. Para a quantificação, utilizou-se, para as respostas positivas, a escala de três graus e dois polos de intensidade: de ‘pouco’ a ‘muito’. A classe que se sobressaiu foi ‘muito’, com 79,0% dos respondentes, seguida pela classe ‘médio’, com 15,4%; ou seja, 94,4% do total dos usuários consideram que o conforto térmico contribui para a qualidade de vida, de modo a lhe agregar valor (figura 97). Tais valores se refletiram em todos os recintos, a exemplo do parque da Jaqueira, com 99,0% das respostas, da Cidade Universitária – RU e Iguinho, com 100% e 98%, respectivamente, seguidos pelo parque Treze de Maio, com 97,0%. Ao contrário, os que disseram não haver relação entre ambos, somados aos resultados dos que não souberam não responderam – ‘NS/NR’, alcançaram apenas 27 respostas no total de 1.000 formulários, o que corresponde a apenas 2,7% do total.

Gráfico 18 – Relação entre a contribuição do conforto térmico para a qualidade de vida dos usuários.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Figura 97 – Relação entre conforto térmico e qualidade de vida dos usuários, Parque da Jaqueira, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).

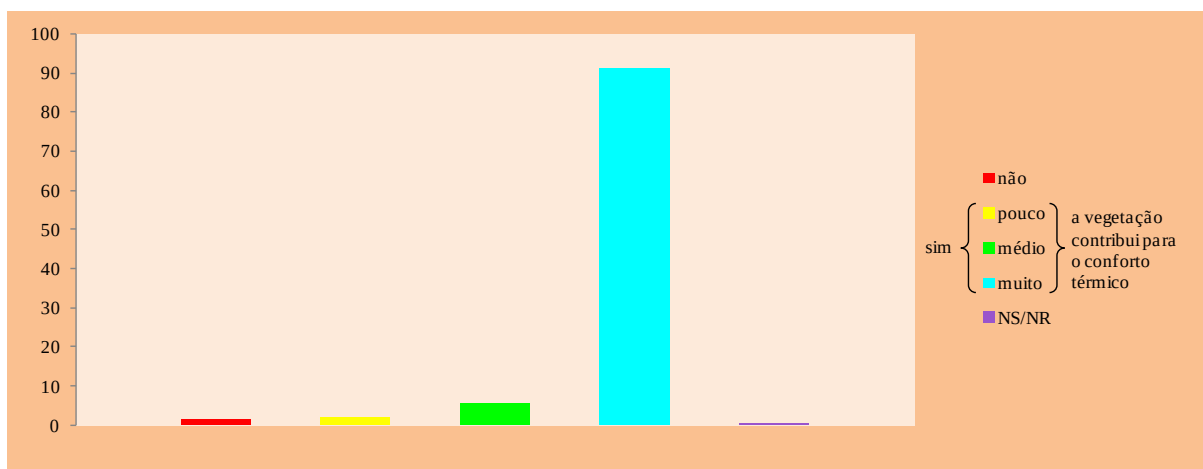


Para a quantificação dos resultados da questão **“Você considera que a presença de vegetação de porte arbóreo contribui para o conforto térmico no espaço urbano?”** utilizou-se também, para as respostas positivas, a escala de três graus e dois polos de intensidade: ‘pouco’ e ‘muito’ (gráfico 19).

Na maioria da cidade, a partir dos recintos estudados, houve a quase totalidade dos usuários que afirmaram haver a contribuição da vegetação arbórea com o conforto térmico. A ampla maioria dos respondentes indicou a opção ‘muito’, alcançando o percentual superior a 90,0%, seguida pela opção ‘médio’, com 5,6%. Apenas 0,3% dos usuários indicou não saber ou não respondeu. Considerando-se as respostas, por recinto, tem-se que, a classe ‘muito’, no parque da Jaqueira, alcançou 99,0%, seguindo pela Cidade Universitária – laguinho, com 97,0% das respostas. Tais recintos possuem grande percentual de vegetação, de diversos tipos e portes (rasteira, herbácea, arbustiva e arbórea). O sombreamento das áreas de estar, nestes recintos, ocorre em função da vegetação arbórea.

1,3% dos respondentes afirmaram não haver contribuição entre a vegetação arbórea para o conforto térmico. Destes treze usuários, seis estavam se sentindo confortáveis termicamente e sete, desconfortáveis. Os que afirmaram sentir desconforto também afirmaram que, em caso da existência de conflito entre a vegetação e a rede de infraestrutura urbana, retirar a vegetação arbórea não seria uma solução viável. Assim, entendem a importância da vegetação arbórea, mas não com relação à minimização do desconforto térmico.

Gráfico 19 – Relação entre a sua contribuição da vegetação de porte arbóreo com o conforto térmico.

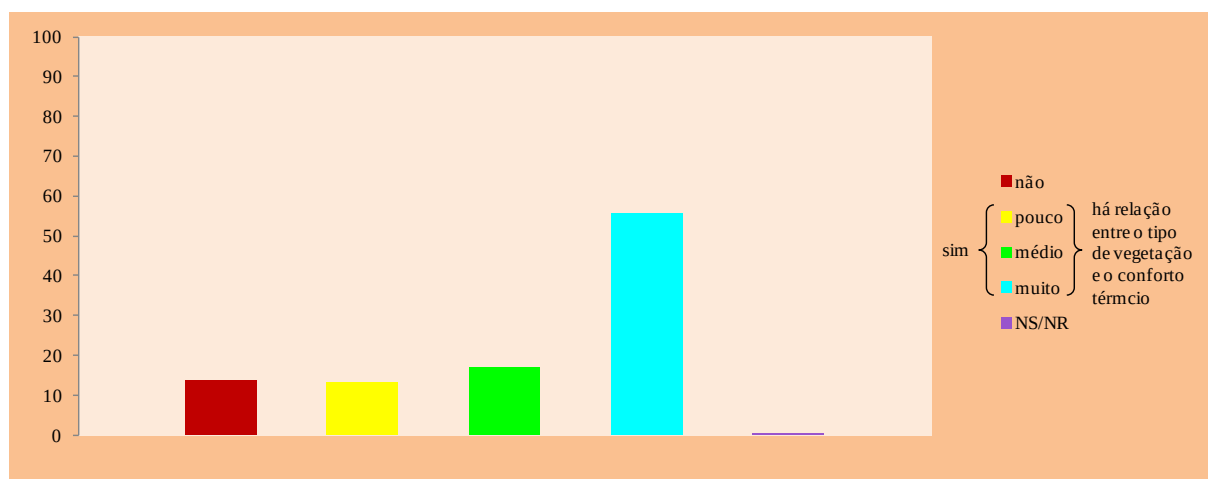


Fonte: Jaucele Azerêdo.



O gráfico 20 apresenta os resultados da questão **“Você considera que o tipo da vegetação (porte, copa, espécie) nas proximidades contribui para o conforto térmico?”**. A maioria dos repondentes indicou a opção ‘muito’ (55,8%), seguindo pela opção ‘médio’ (17,0%); juntos, tem-se 72,8% de usuários que consideram que o tipo de vegetação contribui para o conforto térmico. Considerando-se os valores por recinto, quando somados os percentuais de ‘muito’ aos percentuais de ‘médio’, obtiveram-se 92% no parque da Jaqueira, 90% na Cidade Universitária – laguinho (figura 98), e 88% no parque Treze de Maio, recintos com grande quantidade de solo natural e de árvores. Em relação aos recintos que registraram os maiores percentuais quanto à inexistência de relação entre o tipo de vegetação e o conforto térmico foram o pátio do Carmo (32,0%), o Marco Zero (31,0%) e av. Conde da Boa Vista (18,0%). Lembra-se que a quantidade de vegetação no entorno desses recintos é muito pequena.

Gráfico 20 – Relação existente entre o tipo de vegetação e o conforto térmico.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Figura 98 – Relação existente entre o tipo de vegetação e o conforto térmico, Laguinho/UFPE, Recife/PE.



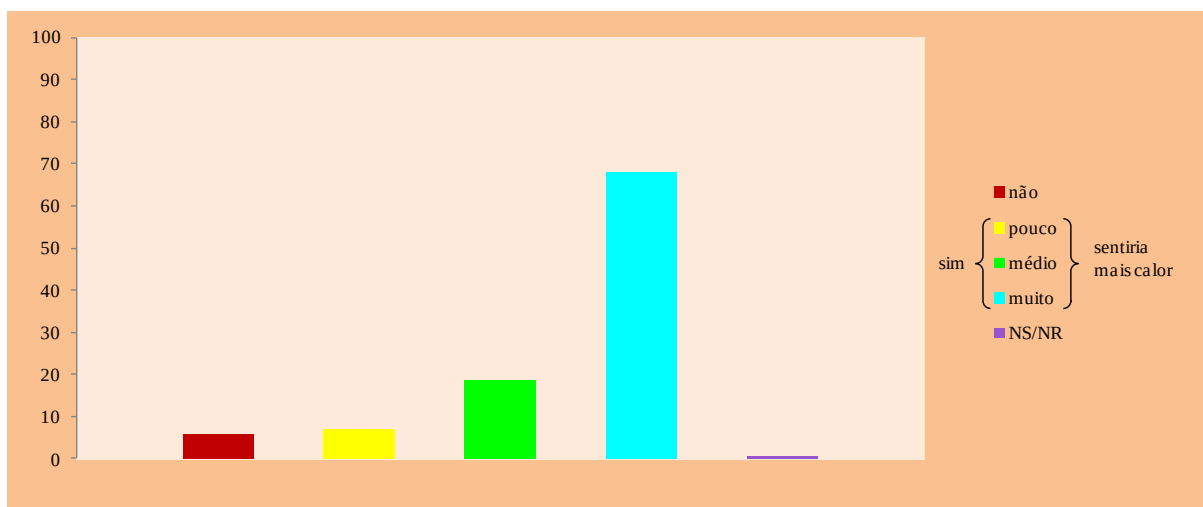
Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



Quanto à questão: **“Você considera que ao se afastar deste ambiente com vegetação, você sentiria mais calor?”** (gráfico 21), tem-se 67,9% dos usuários que afirmaram que ‘sim’, com a opção ‘muito’, seguida pela opção ‘médio’, com 18,6%. Juntos, alcançaram 86,5% do total de respostas, confirmando a percepção da relação existente entre a vegetação e a sensação de conforto térmico.

Analisando os resultados por recintos urbanos, tem-se que os três recintos que mais concentram vegetação apresentaram os maiores valores percentuais relativos à opção ‘muito’: parque Treze de Maio, parque da Jaqueira e Cidade Universitária – laguinho, com 95%, 88% e 86%, respectivamente. No parque Dona Lindu, que possui baixa concentração de vegetação arbórea, onde 8% dos usuários responderam ‘não’ e 19%, ‘pouco’, foi registrada a velocidade do vento com valores considerados satisfatórios, para minimizar a sensação de desconforto térmico, pois variaram de 2,7 a 5,8m/s. Lembra-se que a velocidade do vento acima de 3m/s é considerada fora da faixa de conforto, para Recife (FREITAS, 2008), no entanto, devem ser observadas outras variáveis, tais como, as roupas dos usuários, a idade, o peso, bem como, as características do próprio recinto da pesquisa. No parque Dona Lindu, 81% dos usuários responderam estar se sentindo confortáveis e 12%, com calor. Houve ainda quem afirmasse estar com ‘frio’ ou ‘muito frio’, 6% e 1%, respectivamente. Pode-se refletir sobre isso, também, para a praça de Boa Viagem. Ressalta-se que, esta pergunta, na av. Conde da Boa Vista, no Marco Zero e no Pátio do Carmo, foi também feita como: “caso existisse vegetação...”, assim, o item ‘muito’ obteve 70,0%, 54,0% e 68,0%, respectivamente.

Gráfico 21 – Relação existente entre o afastamento do usuário do ambiente com vegetação e a sensação de calor.

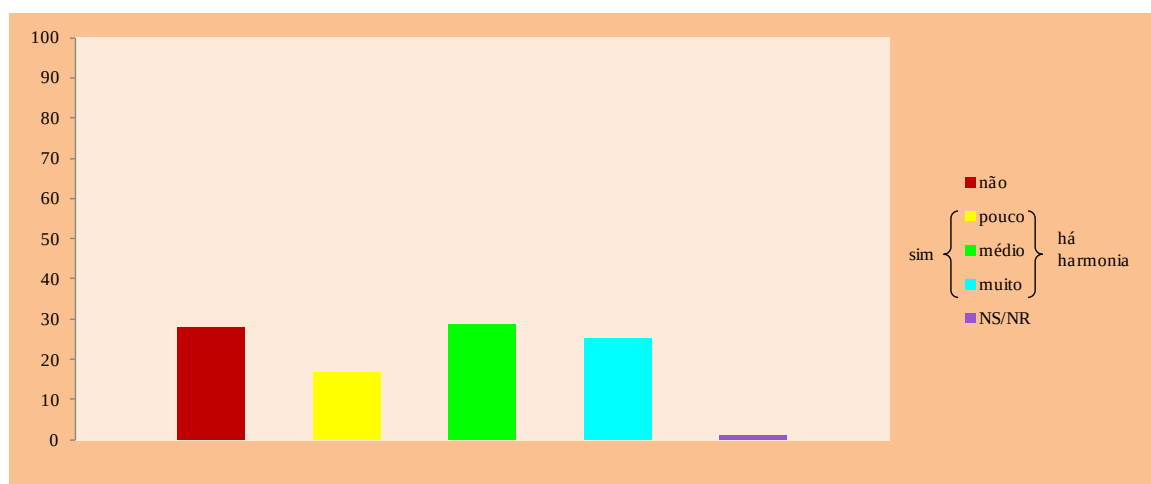


Fonte: Jaucele Azerêdo.



Os resultados da questão **“Você considera que a vegetação está localizada em harmonia com o entorno circundante?”** (gráfico 22) apresentam que a maioria dos respondentes considera que ‘sim’, que a vegetação está em harmonia, tanto que a opção ‘muito’ obteve 25,4% das respostas e a opção ‘médio’, 28,9%, totalizando 54,3%. Considerando os recintos, o parque Treze de Maio apresentou o maior percentual relativo ao maior grau de satisfação, ‘muito’, com 59% das respostas, seguido por ‘médio’, com 21% (figura 99). Assim, 80% dos usuários consideram que a harmonia entre a vegetação e o entorno circundante é satisfatória. Segue-se com o parque da Jaqueira, com 54% e 30%, respectivamente, para ‘muito’ e ‘médio’. Em contraposição, na av. Conde da Boa Vista, 61% das respostas indicaram a inexistência de harmonia. Somando-se, esta última, com a opção ‘pouco’, atingiram-se 86%. Lembra-se que a vegetação, no recinto da av. Conde da Boa Vista, é praticamente inexistente.

Gráfico 22 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo - harmonia.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Figura 99 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo - harmonia. (a) Parque Dona Lindu; (b) Parque Treze de Maio, Recife/PE



(a)



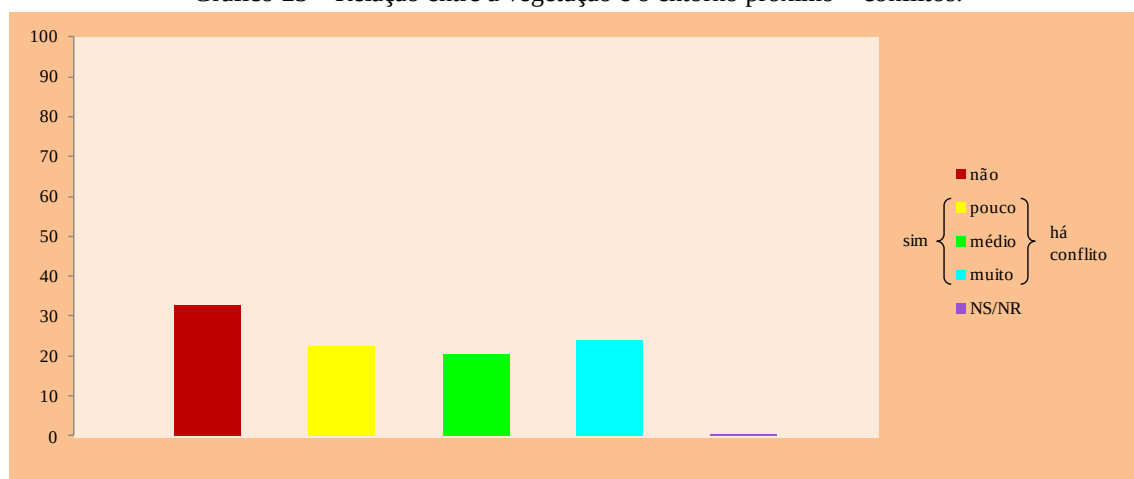
(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).



Os resultados da questão sobre a **percepção da existência de conflito entre a vegetação e a infraestrutura urbana** (rede aérea, calçadas, esgotos etc.), do entorno do recinto urbano, encontram-se no gráfico 23. Do mesmo modo que em questões anteriores, para a quantificação dos resultados, utilizou-se para as respostas positivas a escala de três graus e dois polos de intensidade: ‘pouco’ e ‘muito’. Observa-se, facilmente, que houve um equilíbrio entre as respostas positivas – ‘pouco’, ‘médio’ e ‘muito’ e a resposta ‘não’. A percepção de quase metade dos usuários, no parque Dona Lindu, é de que não há conflitos, entre a vegetação e a rede de infraestrutura. Muitos respondentes pensaram mais no entorno próximo do que no próprio espaço, em si, a exemplo dos que se encontravam no parque Treze de Maio, onde houve relatos que se repetiram: “aqui, não, mas lá fora, sim”. A figura 100 apresenta exemplos de conflitos, no Espinheiro.

Gráfico 23 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo – conflitos.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Figura 100 – Relação entre a vegetação e o entorno próximo – conflitos, Espinheiro, Recife/PE.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

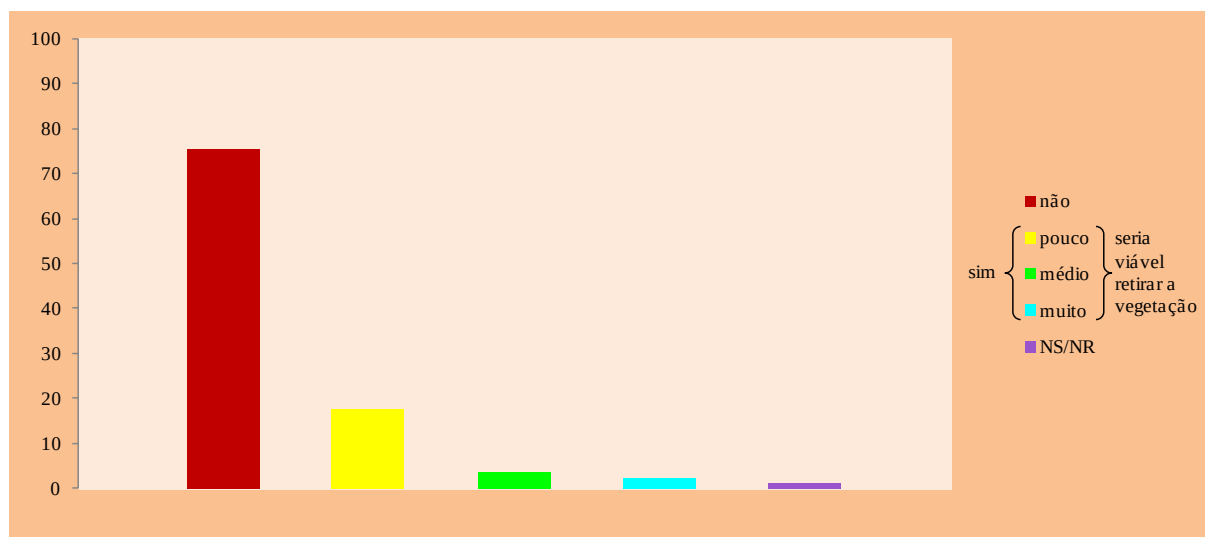


A sistematização dos resultados da pergunta **“Caso haja conflito, retirar a vegetação seria uma solução viável?”** encontra-se no gráfico 24. A quantificação dos resultados positivos também fez uso da escala de três graus e dois polos de intensidade: ‘pouco’ e ‘muito’.

A maioria das respostas foi negativa, alcançando 75,4% do total. Em relação ao total de respostas afirmativas, que englobou as classes ‘pouco’, ‘médio’ e ‘muito’, com 23,4%, a classe ‘pouco’ obteve o maior percentual, igual a 17,7% do total.

Considerando-se os recintos, a resposta ‘não’ foi a que obteve os maiores percentuais, em todos eles, à exceção da praça de Boa Viagem. Aqui, a maioria das pessoas afirmou que a retirada de vegetação era viável, nos três níveis: ‘pouco’, ‘médio’ e ‘muito’, apesar de 96% dos respondentes, neste espaço, declararem que a vegetação era importante para o conforto térmico. Supõe-se que a velocidade dos ventos, acima de 2m/s, e a vestimenta da maioria das pessoas que declararam estar confortáveis (bermuda e camisa de manga curta - $Clo = 0,36^{81}$), que contribuíram com a sensação de conforto, tenham colaborado, também, com o fato desses usuários não tecerem relação entre a supressão da vegetação com o desconforto térmico. Nos recintos da Cidade Universitária – RU e laguninho, Espinheiro e Pátio do Carmo, a maioria dos usuários afirmou que não era viável a supressão de vegetação em caso de conflitos, com 92%, 90%, 88% e 88%, respectivamente.

Gráfico 24 – Viabilidade de supressão de vegetação, em caso de conflitos, por recinto.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

⁸¹ As faixas dos valores de *clo* foram determinadas por pesquisa realizada pelo Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/UFPE, acerca da calibração térmica para a cidade de Recife.



4.2 Arborização urbana – visão de agentes públicos

Houve o envio de 15 questionários, através de correio eletrônico, a um grupo de pessoas relacionadas à gestão em órgãos públicos que possuem relação com a arborização urbana. O resultado apresentado na tese corresponde às respostas de sete questionários enviados de volta. O quantitativo recebido de volta, também por e-mail, foi considerado representativo, de acordo com Marconi e Lakatos (2012, p.86).

O questionário visou registrar a visão de agentes públicos quanto à relação direta entre a vegetação arbórea urbana viária (prioritariamente) e o conforto termoambiental do usuário. Além disso, foram buscados dados acerca da gestão da arborização urbana no que tange a aspectos de compensação ambiental, plantio, manutenção e controle de pragas, diminuição e/ou resolução de conflitos entre a vegetação e as diversas redes de infraestrutura, dentre outros.

Para delimitar a quantidade de questionários enviados, foram observados quais órgãos públicos gerenciam direta ou indiretamente a arborização urbana. Os agentes que responderam os questionários se relacionaram a órgãos, a exemplo de: Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Recife, Autarquia de Urbanização do Recife (URB), Instituto da Cidade Pelópidas Silveira e Secretaria de Planejamento Urbano.

Ressalta-se que, segundo recomendações de Marconi e Lakatos (2012, p.86), junto ao questionário, foi encaminhada uma breve apresentação da tese, onde se explicava a natureza da pesquisa e constavam o objeto e o objetivo geral, como também, solicitava-se o preenchimento. Ao todo, foram elaboradas dez questões abertas, de modo que o respondente pudesse responder livremente e também emitir opiniões, usando linguagem própria.

A sistematização dos dados dos questionários ocorreu de maneira qualitativa, registrando visões de quem teve e/ou tem experiência sobre a gestão, a vegetação urbana e a qualidade do ambiente urbano. Assim, o questionário não foi tabulado de maneira quantitativa percentual.

As perguntas do questionário dirigido encontram-se dispostas no quadro 4, a seguir:



Quadro 4 – Questionário aplicado junto a agentes públicos relacionados à arborização urbana, Recife/PE.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE ARQUITETURA E URBANISMO
LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL



1. Quais as vantagens da vegetação urbana?
2. Quais as desvantagens da vegetação urbana?
3. Você considera que a presença de vegetação de porte arbóreo contribui para o conforto térmico no espaço urbano? Por quê?
4. Quais os critérios para a escolha das espécies e dos locais onde elas serão implantadas?
5. Quais os maiores impasses com a implantação e a manutenção da vegetação arbórea e, mais especificamente, em relação à arborização viária (localizada em ruas e avenidas)?
6. Caso ocorram conflitos entre a vegetação arbórea viária e o entorno circundante, que critérios são utilizados para resolvê-los?
7. Como ocorrem a fiscalização e o controle da vegetação arbórea urbana (exemplos: pragas, podas, pintura a cal, propaganda etc.)?
8. Como ocorre a manutenção da vegetação arbórea urbana (exemplos: pragas, podas, pintura a cal, propaganda etc.)?
9. Há casos de compensação ambiental relativos à vegetação arbórea urbana?
10. Como ocorre o serviço de atendimento/reclamações/sugestões?

Fonte: Jaucele Azerêdo.



Em relação à pergunta que tratou a respeito das **vantagens da vegetação urbana**, houve o destaque à relação com o conforto, sob o ponto de vista físico, no que concerne a sua capacidade de amenização climática – diminuição da temperatura e retenção de poluentes / gases efeito estufa, proporcionando melhoria da qualidade do ar, bem como a absorção das ondas sonoras, reduzindo o desconforto acústico (figura 101). Alguns agentes citaram a contribuição da vegetação com a biodiversidade em meio urbano, e com a questão da drenagem urbana, de extrema importância para uma cidade como Recife, com altos índices pluviométricos anuais. Além disso, citou-se a vantagem da vegetação como elemento estético, portanto, embelezador da paisagem urbana e que proporciona uma identidade com o lugar.

Proporcionam conforto fundamental para os deslocamentos não motorizados (pedestres, ciclistas, etc) pelo sombreamento, contribuem para o aumento da biodiversidade urbana, em especial a avifauna, e diminuem a percepção de aridez e hostilidade da alta densidade construtiva, além de funcionar como elemento de marcação de escala favorável à escala humana, em contraponto à verticalização muitas vezes presente nas centralidades (AGENTE 'A').

Destaco as vantagens ecológicas e estéticas, ou seja, contribuem para a amenização climática, absorção de carbono, abrigo e alimento da fauna, redução de poluentes do ar e sonoro, proteção do solo e absorção e retardo do escoamento da água de chuva, e por fim, o embelezamento dos lugares (AGENTE 'B').

A vegetação urbana apresenta diversas vantagens, dentre elas: paisagístico, conforto térmico e redução de ilhas de calor, acústico, na captura de GEE, e do ponto de vista ambiental (ecossistema – suporte a fauna) (AGENTE 'C').

Aplicada de forma correta, temos o controle da erosão, do microclima do local, das espécies de pássaros, melhoria da qualidade do ar e da qualidade de vida. Contribui com o embelezamento da área (AGENTE 'D').

Vantagens para: i) gestão da drenagem/escoamento das águas de chuvas; ii) estética em ambiente tropical; iii) conforto (sombra) (AGENTE 'E').

Identidade paisagística, como identidade do lugar. Conforto ambiental seja para o pedestre como para os motoristas. Elemento natural acústico para residentes, principalmente de edifícios (AGENTE 'F').

Figura 101 – Vantagem da vegetação arbórea, em relação ao conforto ambiental, Parque da Jaqueira, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



Em se tratando das **desvantagens da vegetação urbana**, houve citações a respeito de conflitos existentes com as redes de infraestrutura aérea. Em virtude da incompatibilidade de implantação e gerenciamento entre os serviços, o Agente ‘A’ afirmou que,

Quando não há um disciplinamento das redes aéreas nas áreas urbanas (eletricidade, lógica, telefonia etc.) as podas muitas vezes são feitas para “livrar” essas redes. A consequência é o desequilíbrio da vegetação de porte, ficando ela sujeita a quedas quando de chuvas de pico, e mais vulneráveis a doenças, contribuindo para seu enfraquecimento e causando risco à população. Ainda, quando a espécie possui frutos de grande porte/ peso, e não há manejo adequado, pode haver risco de danos à população (AGENTE ‘A’).

Ressalta-se que a fala do Agente ‘A’ não indicou desvantagem da arborização, apenas conflitos existentes e suas consequências. Daí a chamada à responsabilidade de agentes públicos pelas escolhas de espécies e de locais de implantação, bem como pelo gerenciamento da manutenção e controle de vegetação. Nessa linha de pensamento, o Agente ‘B’ afirmou que “as desvantagens são provenientes de plantio equivocado ou manutenção e intervenções inadequadas. Dessa forma, podem causar interferência no passeio e edificações e queda de galhos e frutos”. Nessa linha de pensamento, o Agente ‘G’ afirmou que “não se pode falar propriamente em desvantagens, mas em incômodos decorrentes do plantio inadequado, ou falta de manutenção”. E complementa: “é comum vermos galhos e árvores sobre a rede elétrica, bem como a queda sobre veículos ou sobre imóveis”.

O Agente ‘C’ afirmou não enxergar “desvantagens na vegetação urbana, mas consequências”, principalmente, quanto ao “histórico de não ter sido bem planejada, tanto do ponto de vista do desenho urbano quanto da especificação das espécies, assim como da adoção histórica de infraestrutura elétrica e telefônica aérea”. E cita como consequências “a degradação do passeio público por raízes”, bem como a “acessibilidade dos passeios públicos comprometida”.

Para o Agente ‘E’, não há nenhuma desvantagem da arborização urbana. Ele citou que “a mineralização da cidade é concepção ultrapassada, a arborização e o ajardinamento da cidade são então partes essenciais e não adjacentes do agenciamento urbanístico”.

O Agente ‘F’ lembrou que o elemento que sofre desvantagem é a vegetação: “A vegetação leva desvantagem por conta das inúmeras calçadas estreitas, da prevalência da fiação elétrica e de passagens de veículos que limitam a plantação de novas arbóreas”. Daí a necessidade de compatibilização entre as diversas redes de infraestrutura urbana diretamente relacionadas à implantação da vegetação arbórea, visando à minimização de conflitos.



Em relação à pergunta acerca da **contribuição da vegetação de porte arbóreo para o conforto térmico no espaço urbano**, houve a referência à relação direta com o sombreamento (figura 102):

Sim, pelo sombreamento provocado e absorção de calor (AGENTE ‘D’).

Menores superfícies minerais, sombra (AGENTE ‘E’).

Sim, seja porte médio ou alto. Dado nosso clima, a sombra das árvores pode contribuir para essa amenização da incidência solar, mas é importante enfatizar que não só a sombra mas o elemento natural presente no espaço urbano como forma a ofertar melhor qualidade, tranquilidade, algo que a área psi possa explicar (AGENTE ‘F’).

Sim, graças ao sombreamento diminuindo a temperatura para os transeuntes (AGENTE ‘G’).

Houve a referência da contribuição da vegetação arbórea com a mobilidade limpa, especificamente em função de pedestres e de ciclistas:

Sim, sem dúvida. A vegetação de porte arbóreo contribui através da geração de sombra e da absorção de calor, é latente que a uma sensação de caminhar ou pedalar em áreas arborizadas muito mais confortável que em áreas sem sombreamento arbóreo (AGENTE ‘C’).

Também houve quem se referisse à questão de conforto ambiental, além da questão térmica, a exemplo da absorção das águas pluviais: “Diminui a incidência de raios solares, retém água da chuva, minimizando alagamentos” (AGENTE ‘A’). Em Recife, lembra-se, há a necessidade da observância aos altos índices anuais de pluviosidade. O solo permeável e a vegetação de porte arbóreo, distribuídos pela cidade, contribuem com a penetração da água da chuva, que alimenta os lençóis freáticos, reduzindo, consideravelmente, a ocorrência de transtornos provenientes de alagamentos.

Figura 102 – Sombreamento, em virtude da arborização.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



Quanto aos **critérios que são utilizados pelo poder público municipal para a escolha das espécies**, bem como acerca dos locais onde elas serão implantadas, o Agente ‘A’ afirmou que são avaliados:

Porte da copa e do tronco, enraizamento preferencialmente que não danifique os passeios públicos, frutos pequenos, e implantação tanto em áreas verdes para potencializar corredores ecológicos, quanto em locais com circulação intensa de pessoas para aumentar o conforto térmico e sonoro (AGENTE ‘A’).

Ressaltou-se uma preocupação com as redes de infraestrutura, visando à compatibilização dos serviços e à diminuição da possibilidade de conflitos. O Agente ‘G’ recomenda que “as árvores devem ser plantadas nas calçadas, sempre do lado poente. As calçadas que recebem as árvores não devem conter redes de energia, telefonia ou outros serviços urbanos de infraestrutura”. Em relação às espécies, devem ser escolhidas “aquelas mais resistentes e melhor adaptadas à região. No caso de Recife, o oiti, a acácia, o pau-d’arco têm se adaptado bem”. Em se tratando de corredores ecológicos, a introdução da vegetação visa ao aumento da biomassa e da diversidade, contribuindo, diretamente, com o conforto ambiental, em suas distintas vertentes. O Agente ‘B’ citou, de modo detalhado o processo:

Desenvolvemos metodologia que conta com priorização de áreas, padronização dos espaçamentos de plantio, compatibilidade do porte arbóreo em função da largura das calçadas. Quanto à priorização, definimos em razão dos bairros com índices mais baixos de cobertura de vegetação, e, destes, aquelas áreas de maiores índices da temperatura de superfície, e por fim, que possuem vias definidas com pavimentação e meio fio. Quanto aos espaçamentos, definimos as distâncias entre os equipamentos urbanos em que as árvores devem ser plantadas, visando reduzir as interferências. E quanto ao tipo de porte, definindo o diâmetro de copa, classificando em pequeno, médio e grande, plantando a partir de 1,50m de largura da calçada. As espécies são assim classificadas, buscando-se na literatura os aspectos de rusticidades, arquitetura de copa, tipo de raiz, que possam ser mais adequada ao local de plantio (AGENTE ‘B’).

Chama-se à atenção a questão relativa à temperatura de superfície, citada pelo Agente ‘B’. Além da temperatura de superfície dos materiais, devem ser consideradas, também, a temperatura do ar e a temperatura radiante média, durante o processo de avaliação e análise de um determinado ambiente, bem como questões relativas ao uso e à ocupação do solo urbano. O Agente ‘C’ lembrou que os critérios para a escolha das espécies encontram-se definidos no Manual de Arborização do Recife e que a sua implantação está vinculada aos planos de governo: A questão dos locais onde elas serão implantadas está relacionada principalmente aos planos¹: “Mobilidade (em desenvolvimento), Cicloviário, Parque Capibaribe – Vias de infiltração e Plano Centro Cidadão – Rotas cidadãs (AGENTE ‘C’)”.



No que se refere aos maiores **impasses com a implantação e com a manutenção da vegetação arbórea** e, mais especificamente, em relação à arborização viária, foram citados, dentre outros, problemas relacionados aos conflitos existentes entre as diversas redes de infraestrutura, equipes responsáveis pelo manejo, que não são devidamente capacitadas para a realização dos serviços de manutenção e de controle, ausência de uma educação ambiental da população, bem como, problemas relacionados à questão orçamentária.

(i) Existência de redes aéreas que comprometem o crescimento e equilíbrio por conta das podas de afastamento; (ii) Prioridade da importância da calha carroçável em detrimento do passeio, muitas vezes impedindo o alargamento de calçadas para melhor compatibilização do espaço do pedestre com espécimes de grande porte (grandes troncos e raízes de superfície); (iii) Equipes de manejo/ poda muitas vezes com capacitação insuficiente, levando ao comprometimento da fitossanidade das árvores; (iv) Escolha de espécimes inadequados para arborização (arbustivas e não árvores com copas que sombreiam de fato); (v) Quando da queda ou erradicação, ausência de uma cultura de plantio de espécimes já grandes; (vi) Vandalismo; (vii) Conflito com redes subterrâneas de saneamento e gás; (viii) Baixa conscientização da população em relação à importância da arborização urbana de porte para a qualidade ambiental urbana integrada (AGENTE 'A').

O Agente 'B' citou alguns problemas enfrentados pela gestão pública no que tange à oferta de mudas para plantio imediato, bem como no que se refere à questão orçamentária, que compromete o cumprimento da implantação da vegetação de acordo com a legislação específica, como também compromete os trabalhos de manutenção, dentre outros.

Quanto à implantação, temos insuficiência de oferta do mercado quanto ao tamanho exigido para as mudas, de acordo com o Manual da cidade, ou seja, pouca oferta de mudas superiores a 2,20m; dificuldade orçamentária para a execução de alegretes de acordo com o Manual; e alto índice de rejeição para o plantio nos passeios pelos proprietários dos lotes frontais; e o conflito com as redes aéreas de cabeamento. Quanto à manutenção, diria os limites orçamentários para a realização das manutenções de condução e tratamento fitossanitário (AGENTE 'B').

O agente 'C' afirmou que, para a implantação, “as grandes dificuldades são a consolidação e crescimento das mudas, em função da dificuldade de irrigação, de alegretes reduzidos e da proximidade do tráfego intenso”. Quanto à manutenção, o agente 'C' acredita “que o maior impasse está relacionado à interface com a fiação aérea e à questão das podas”. Outro impasse citado é a ausência de conhecimento específico sobre as espécies escolhidas para plantio, e uma vez plantadas, necessita da educação da população para não vandalizá-las (AGENTE 'D'). O Agente 'F' citou: “acessos de veículos em frente aos lotes comerciais - esses não obedecem à lei e rebaixam o meio fio na totalidade da face frontal do lote”. Para o Agente 'G' “o maior impasse é a plantação inadequada quanto à localização ou espécie escolhida”.



No caso da **existência de conflitos entre a vegetação arbórea viária e o entorno circundante**, o agente ‘G’ afirmou que “a vegetação deve sempre ser priorizada e os demais aspectos conflitantes podem ser removidos”. Nessa mesma linha de pensamento, o Agente ‘A’ citou o estabelecimento da “prioridade da permanência das árvores, em especial aquelas adultas ou com copa que proporcione sombreamento” e sugeriu o “alargamento dos passeios públicos, reduzindo faixa viária ou eliminando estacionamento, e também recuando muros e grades para liberar passeio em situações recorrentes de calçada estreita com grandes troncos e raízes”. O Agente ‘D’ considerou que, se deve, em geral, “primar pela priorização da manutenção da vegetação e sendo necessária a erradicação ou poda, devem ser observados os critérios previstos pela lei” (figura 103). E ainda complementou que “os carros ainda são prioridades no Recife, a erradicação da árvore é sempre uma possibilidade”. Desse modo, a discussão deve ser colocada em pauta, continuamente, e em conjunto com os demais planos municipais, a exemplo do Plano de Mobilidade Urbana. De acordo com o Agente ‘F’:

Hoje, estamos esgotando as possibilidades junto à CTTU para alargar passeios e ou utilizar rotas de pessoas suprimindo vagas de estacionamento. Esgotadas essas possibilidades, em ruas com identidade paisagística consolidada (João de Barros/Espinheiro/Amélia), estamos entrando com um processo denominado "desapropriação amigável", no intuito do proprietário permitir através de recuos de muros ou supressão de vagas internas de estacionamento, a livre circulação do pedestre. No caso de supressão, é indicado no projeto o novo plantio conforme determinação da SDSMA.

Seria interessante que se almejasse, além dessas intervenções pontuais, a mudança na legislação urbanística, de modo a abarcar a previsão/promoção de tais ações, visando a projetos de (re)vegetação, em toda a cidade, devolvendo o verde, em espaços livres, à população. Aliado a isso, poderia-se propor um plano diretor de vegetação arbórea, que pudesse orientar a criação de um sistema de arborização urbana.

Figura 103 – Conflito entre a arborização urbana e a rede de fiação elétrica aérea, Espinheiro, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2015).



A fiscalização e o controle da vegetação arbórea urbana encontram-se sob a responsabilidade da Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana/Emlurb, de acordo com o Agente ‘G’, “mas nem sempre acontece com a regularidade desejada”. Além da Emlurb, o ‘Agente ‘A’ ainda citou a Companhia de Trânsito e Transporte Urbano do Recife/CTTU e a Diretoria Executiva de Controle Urbano do Recife/Dircon, que “o fazem de forma insuficiente e casuística, muitas vezes apenas de forma reativa a mobilizações de pessoas na imprensa ou redes sociais”. Lembram-se aqui, diversos conflitos existentes entre o sistema de transporte público coletivo e a arborização viária, em virtude da inadequação do porte e de espécies, cujo volume de copa sofre danos através da passagem de diversas linhas de ônibus (figura 104).

Figura 104 – Conflito entre a arborização urbana e o sistema de transporte público coletivo e as redes aéreas.



Foto: Jaucele Azerêdo (2015).

Geralmente, afirmou o Agente ‘B’, “a fiscalização ocorre a partir de atendimento da denúncia, podendo ocorrer por situações de injúrias, pinturas, podas inadequadas ou sem autorização e erradicações sem autorização”. A Lei nº 17.666, que disciplina a arborização urbana no Município de Recife, apresenta em seu Art. 30, inciso II, a proibição de: “Caiar, pintar, picar, fixar pregos, faixas, cartazes ou similares em árvores, seja qual for o fim”. Especificamente, em relação à colocação de propagandas fixadas em árvores, a Dircon (Diretoria de Controle Urbano) faz autuações em quem faz a propaganda (AGENTE ‘D’).



Acerca da **manutenção da vegetação arbórea urbana** (exemplos: pragas, podas, pintura a cal, propaganda etc.), tem-se que, em relação às podas, a “Emlurb é a responsável e às vezes junto a Celpe” (AGENTE ‘D’). Segundo o Agente ‘G’, “a Emlurb tem equipes (ou contrata) para realização desses serviços, mas nem sempre dispõe de recursos e equipes suficientes para realizá-lo”. A manutenção ocorre quando são identificados riscos de quedas. Além do que, ressalta-se a necessidade de haver uma rotina relacionada à manutenção de condução e de tratamento do vegetal arbóreo (AGENTE ‘B’). O Agente ‘A’ chamou à atenção o seguinte:

O agravante é que em nome da manutenção e segurança, podas excessivas são feitas a ponto de eliminar a condição de sombreamento e comprometer a própria existência da árvore. Ainda, quando do plantio de novas árvores, a condução do crescimento é feita de forma insuficiente, com tutores improvisados que potencializam o desequilíbrio futuro.

Ressalta-se que a Lei nº 17.666/2010 apresenta, em seu Art. 21, que a poda de árvore, em domínio público, somente será permitida a:

I - Servidor da Prefeitura, devidamente treinado, mediante ordem de serviço expedida pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente; II - Empresas responsáveis pela infraestrutura urbana, em ocasiões de risco efetivo ou iminente à população e/ou patrimônio público ou privado, desde que as mesmas possuam pessoas credenciadas e treinadas, através de curso de poda em arborização urbana, realizado ou fiscalizado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente; III - Equipe do Corpo de Bombeiros, nas mesmas ocasiões acima referidas, devendo, posteriormente, emitir comunicado à Secretaria Municipal do Meio Ambiente, com todas as especificações; IV - Pessoas credenciadas pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente, através de curso de poda em arborização urbana realizado periodicamente pela mesma.

Facilmente, são encontrados em ambiente urbano, árvores que sofreram podas que descaracterizaram a estrutura do vegetal. Como bem frisou o Agente ‘A’, tais podas tendem a comprometer a sua sobrevivência, e conseqüentemente a perda dos aportes ambientais e paisagísticos. Como também, são encontrados indivíduos que receberam pintura a cal, que também comprometem o vegetal (figura 105). Daí, a necessidade de cumprimento da legislação, sob o controle do Estado.

Figura 105 – Indivíduo arbóreo com pintura a cal, no Espinheiro.



Foto: Jaucele Azerêdo (2015).



Em se tratando da **compensação ambiental relativa à vegetação arbórea urbana**, a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente/SDSMA indica que a cada indivíduo arbóreo suprimido, “o projeto indique duas novas árvores com dimensão superior a 3m, uma vez que mudas são mais vulneráveis à retirada” (AGENTE ‘F’).

Para o Agente ‘G’, “é um instrumento que se bem utilizado pode contribuir de maneira significativa para a expansão e conservação da vegetação arbórea urbana. A prefeitura já o utilizou com bons resultados”. Um exemplo é “área de mangue ciliar foi expandida utilizando este mecanismo.”.

De acordo com o Agente ‘B’, toda erradicação que é autorizada segundo os critérios da Lei 17.666/2010, são passíveis de compensação. De acordo com a Lei nº 17.666,

A supressão de qualquer árvore, somente será permitida com prévia autorização escrita da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, através de laudo emitido por técnico legalmente habilitado quando:

I - O estado fitossanitário da árvore justificar;

II - A árvore, ou parte significava dela, apresentar risco de queda;

III - A árvore estiver causando danos comprovados ao patrimônio público ou privado, não havendo outra alternativa;

IV - Se tratar de espécies invasoras, tóxicas e/ou com princípios alérgicos, com propagação prejudicial comprovada;

V - Constituir-se em obstáculos fisicamente incontornáveis ao acesso e à circulação de veículos, sendo que para tanto deverá estar acompanhado de croqui;

VI - Constituir-se em obstáculo fisicamente incontornável para a construção de obras e rebaixamento de guias.

Foi ressaltado pelo Agente ‘D’ que a compensação da qual tinha conhecimento “foi feita longe do local afetado”. O Agente ‘A’ levantou a importância em se considerar a área de copa: “ocorre que ainda não inventaram um jeito de se repor área de copa. Trocam árvores com 20, 30, 50 anos por dois (e em alguns lugares mais) gravetos, que muitas vezes morrem por falta de irrigação entre setembro e março”. Entende-se, por ‘gravetos’, mudas com dimensões inadequadas ao plantio em zona urbana, visando à compensação ambiental, em virtude de sua incapacidade de sobrevivência em meio urbano. Há a recomendação de monitoramento de todas as mudas plantadas.

É importante enfatizar que toda a discussão acerca de compensação ambiental deve ser analisada cuidadosamente. Obviamente, que critérios relativos à fitossanidade e à segurança



do vegetal – observância aos riscos de queda e consequente danos humanos e materiais – devem ser considerados quando da tomada de decisão.

A substituição de indivíduos arbóreos deve ser planejada em curto e em longo prazo e em conjunto com as demais variáveis envolvidas no processo, pois os benefícios ambientais de um indivíduo arbóreo são alcançados em sua fase adulta. Para que haja condições que favoreçam o desenvolvimento do vegetal, visando alcançar a fase adulta e consequentemente, os aportes ambientais e ecológicos, devem-se considerar o tipo de solo e a quantidade de água. Para isso, há a recomendação do acompanhamento do verde urbano, que deve ser sistematicamente monitorado.

O Art. 36 da Lei 17.666/2010 cita que em caso de não haver “espaço adequado, no mesmo local para replantio das árvores, comprovado por análise feita por técnico legalmente habilitado, o responsável deverá doar mudas à Secretaria Municipal do Meio Ambiente para plantio em outra área da cidade”. Há que se considerar, nesse contexto, que a supressão de indivíduos arbóreos dispostos isoladamente ou em agrupamentos implicam em imediato prejuízo ambiental, relativo à biodiversidade, ao conforto ambiental (ausência de sombreamento) e à paisagem (identidade cultural). Assim sendo, a escolha do ambiente que deverá receber os novos indivíduos arbóreos deve ser o mais próximo possível do local de retirada, quando não houver a possibilidade do plantio no mesmo espaço. Recomenda-se observar também, que a recuperação dos ambientes deve considerar o tempo de crescimento que levarão os indivíduos arbóreos jovens a alcançarem a sua fase adulta. Lembra-se que o tempo é relativo a cada espécie vegetal.

O Agente ‘C’ chamou à atenção ao PRAV (Projeto de Revitalização e/ou Implantação de Área Verde), com referência aos Setores de Sustentabilidade Ambiental/SSA.

Existe o PRAV para compensação ambiental de empreendimentos localizados em áreas de SSA-1 (próximo aos cursos d’água), que exige o plantio de árvores em função da área a ser edificada (AGENTE ‘C’).

O **serviço de atendimento** ocorre a partir da linha central 156, “que recepciona os pedidos de plantio e erradicação em passeios públicos”. As reclamações e sugestões podem ser realizadas junto à Ouvidoria da Prefeitura da Cidade de Recife/PCR. Podem ainda ser utilizados os e-mails institucionais e as redes sociais (AGENTE ‘B’). O Agente ‘F’ citou que, em caso de obras da URB (Autarquia de Urbanização do Recife), as reclamações podem ser realizadas diretamente ao corpo fiscal da obra, nos escritórios/canteiros de obras ou através da Ouvidoria Municipal ou ainda por meio de ofícios diretos à URB Recife.



O poder público é um dos principais agentes em busca do conforto ambiental dos usuários da cidade, em escalas arquitetônica e urbana, considerando-se a elaboração e o cumprimento de legislações específicas. A legislação urbanística, em observância ao uso e à ocupação do solo, aporta os parâmetros construtivos intralotes, a exemplo do estabelecimento de recuos e das taxas de permeabilidade do solo. Tais parâmetros, a depender de seus valores, têm uma relação direta com a possibilidade de inserção de vegetação, a partir de seu porte (rasteiro, arbustivo e arbóreo). Ressalta-se que a taxa de solo natural deve ser analisada em conjunto com os demais parâmetros construtivos, considerando-se que quanto maiores forem os valores dos recuos entre a edificação e os limites do lote, maiores as possibilidades de inserção de vegetação arbórea, o que diretamente contribui com o alcance de maiores ganhos em relação à amenização climática, se comparado ao solo natural ou com vegetação rasteira ou arbustiva.

Especificamente, no que concerne à arborização urbana, a legislação específica deve determinar as diretrizes e os parâmetros que visem à promoção de condições favoráveis ao plantio e à manutenção da vegetação urbana, em observância às demais redes de infraestrutura urbana, de modo a minimizar os possíveis conflitos existentes. Aliado a isso, cabe ao poder público a indicação de espécies adequadas e o controle à manutenção dos percentuais de solo natural, devido às possíveis alterações na forma e no uso dos espaços públicos.

Nesse caminho, podem ser observadas as iniciativas da gestão municipal, quanto à arborização urbana, com o Plano de Arborização da Cidade do Recife, de 2010, e o Manual de arborização urbana, de 2013. Dessa maneira, tendem a ser multiplicados os benefícios ambientais, além dos paisagísticos, com o intuito de configurar uma trama urbana suficientemente permeável, visando à sensação de conforto, sob diversos vieses.

É óbvio que as orientações constantes no manual de arborização urbana servem muito mais para as vias com pouca ou sem arborização, que têm condições de receber indivíduos arbóreos, pois não é recomendável suprimir a vegetação arbórea existente, em virtude de conflitos existentes, visando a sua substituição por espécies adequadas. A recomendação, nesse caso, deve ser a minimização dos danos em decorrência dos conflitos, ou seja, encontrar caminhos que permitam que as diversas redes de infraestrutura coexistam sem prejuízos a nenhuma delas.

Ressalta-se que todos os impasses citados pelos agentes quanto à implantação da vegetação arbórea urbana merecem a atenção efetiva do poder público, visando a sua implantação, considerando-a um bem comum a todos, portanto, necessária à promoção da sensação de bem-estar da coletividade. Há também a necessidade de trabalhos relativos à educação



ambiental da população, de modo a que ela se aproprie do verde urbano e assim, ajude a preservá-lo.

Em relação aos critérios de implantação, não houve nenhuma indicação, por parte dos agentes, ao tipo de solo, relativo ao suporte do vegetal, em termos de nutrientes, tampouco em relação à quantidade e à qualidade de água necessária ao seu desenvolvimento. Há que se atentar que a vegetação arbórea disposta em calçadas de ruas e avenidas demandam cuidados específicos relativos às zonas aérea e radicular (dimensões quanto ao volume de copa e de raízes) e que diretamente se relacionam ao seu sítio de implantação. Cada espécie exige uma quantidade específica de nutrientes e de água. Nesse sentido, no momento da escolha das espécies, deve-se observar, também, o tipo de solo (argiloso, limoso, arenoso, entre outros), em virtude de sua capacidade de retenção de nutrientes e de água, visando à compatibilização com as espécies que serão implantadas.



Considerando-se a hipótese de que a espacialização da influência da vegetação arbórea não é uniforme, em todas as direções, ou seja, a eficiência de indivíduos arbóreos, estejam eles isolados ou agrupados, depende de suas próprias características (espécie, tipo, dimensão) e do padrão de uso e ocupação do solo (localização no meio urbano) e visando responder aos objetivos: 1. caracterizar a eficiência de indivíduos e de grupamentos arbóreos, visando relacioná-lo às premissas do conforto termoambiental, a depender do tipo e entorno e, 2. delimitar a forma da área de influência térmica à proximidade de indivíduos arbóreos, foram utilizados os seguintes procedimentos metodológicos: estudo bibliográfico e documental, visitas de campo e a instituições, observação direta e tomada de fotografias.

Dentre os referenciais teóricos, citam-se: Cavalcanti (2007); Recife (1998); Lorenzi (2002); Biondi (1985); Niemeyer (2005) e Mascaró e Mascaró (2010).

Quanto à pesquisa documental, citam-se:

- ❖ Área de Reestruturação Urbana – ARU/2001;
- ❖ Lei de Uso e Ocupação do Solo – LUOS/1996.



4.3 Espacialização desigual da vegetação em áreas urbanizadas: ausência de um sistema verde arbóreo, na cidade de Recife

4.3.1 Breve histórico da vegetação urbana, em Recife

De acordo com os Cadernos de Meio Ambiente do Recife (1998, p. 15-20), “Recife foi, provavelmente, o primeiro núcleo urbano a dispor de arborização de rua no continente americano em pleno século XVII, durante a colonização holandesa. Isto graças à iniciativa do Conde João Maurício de Nassau”. A figura 106 apresenta uma reconstituição feita por Liana Mesquita do Parque de Friburgo, que tinha “fins paisagísticos, utilitários e de defesa”. Através de documentos pictóricos, de Frans Post, é confirmada a prática iniciada da implantação de vegetação urbana, a exemplo da rua 1º Março ou da rua da Ponte (atualmente, rua do Imperador). Com o retorno de Nassau à Holanda e as lutas da Insurreição Pernambucana, a vegetação que havia sido introduzida foi, em grande parte, dizimada.

Pode-se facilmente observar o grande quantitativo de coqueiros, inseridos no parque de Friburgo. Considera-se que a estrutura desse tipo de vegetação tem fins predominantemente ornamentais. Ressalta-se que esse tipo de vegetação é completamente inadequado para ser utilizada em meio urbano, considerando-se o tipo climático de Recife, que visa à sombra, em virtude das altas temperaturas.

Figura 106 – Parque de Friburgo, implantado por Maurício de Nassau.



Fonte: Recife (1998, p.16).



O século XIX marcou o retorno da arborização pública, sobretudo a partir de sua segunda metade, sendo influenciado pelas ideias difundidas na Eupopa. Datam dessa época, praças e passeios públicos. Ressalta-se que, apesar de não se dispor de “informações sistematizadas sobre os logradouros arborizados no século XIX, os desenhos e as litogravuras desse fértil período da história recifense assinalam trechos arborizados na Rua da Aurora, a partir da atual Av. Conde da Boa Vista, prolongando-se para o norte” (RECIFE, 1998, p. 23-29).

No início do século XX, não houve grandes iniciativas quanto à arborização e ao tratamento da paisagem urbana do Recife. A partir da década de 1930, houve uma retomada da implantação da arborização: provavelmente, entre as décadas de 1930 e 1950, diversos bairros, a exemplo de Boa Vista, Espinheiro, Derby e Santo Amaro foram arborizados com oitizeiros, árvore que produz “frutos bastante nutritivos e apreciados pela população carente” (RECIFE, 1998, p. 37-48). Pontual (1999, p.90-94) afirma que, entre as décadas de 1920 e 1930, “presenciou-se no Recife um ambiente de efervescência cultural favorável ao modernismo. Os eventos ocorridos na cidade irradiavam-se por todo o Nordeste, dado que ela exercia posição de centro cultural da região”. Nesse contexto, “foram introduzidos e traduzidos os preceitos do modernismo na arquitetura e no urbanismo e, entre os dispositivos técnicos, os planos urbanísticos elaborados por Domingos Ferreira, Nestor de Figueiredo, Atilio Corrêa Lima e Ulhôa Cintra”, que mais deram “visibilidade aos preceitos do urbanismo moderno”. A autora cita que “os parques e jardins ou áreas verdes foram previstos por todos os planos analisados”. Porém, o plano de Ulhôa Cintra foi além, pois propôs:

duas avenidas-parques: uma ligando o Derby a Santo Amaro, ao longo do canal, e outra coincidindo com a quarta radial, ao longo das margens do Rio Capibaribe, além de um grande parque na ilha Joana Bezerra”. Aliás, Figueiredo fez semelhante proposta para a citada ilha, enquanto Corrêa Lima propôs apenas uma praça como ponto de passagem da terceira perimetral.

Pontual (1999, p. 94) ainda afirma que, em relação ao verde existente no centro ou nos subúrbios, a sua preservação “era marcante, pois, na perspectiva dos urbanistas, no final dos anos 30, a cidade não consistia, apenas, uma seqüência de casas e edificações, mas a composição da arquitetura da construção com a arquitetura da paisagem”. Desse modo, a *zona verdejante* foi considerada “um princípio urbanístico de ordem universal, constituindo-se em elemento integrante de qualquer plano de urbanismo”.

Após a fase de renovação urbana datada entre 1940 e 1960, os esforços para a arborização do Recife prosseguiram e se intensificaram, tanto que no final da década de 1960, e, sobretudo, a



partir de 1970, houve a “intensificação e a diversificação do plantio dos logradouros, das praças e jardins”. É importante observar que, a partir da criação da Diretoria de Parques e Jardins, “desencadeou-se um processo intenso de experimentação e introdução de plantas exóticas e nativas – arbóreas, arbustivas e herbáceas”. Especificamente, em relação à vegetação disposta nas vias de Recife, há, no mínimo, 45 espécies, dentre as quais 91% são espécies arbóreas. Quanto à origem, em torno de 61% são espécies exóticas. É interessante observar, ainda, o predomínio de oitizeiros, em certos bairros de Recife, que compõem “áreas estratificadas, caracterizadas pelo maciço verde escuro das copas com seus “túneis de sombra”, como um contínuo dossel” (RECIFE, 1998, p. 48-50).

Cita-se, de acordo com o IBGE, Censo 2010⁸², que a cidade de Recife possui “60,5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização”. Há que se ressaltar que precisam ser explicitados os parâmetros utilizados na pesquisa, a exemplo da distância do elemento vegetal em relação à residência (distribuição da arborização), o quantitativo e o porte da vegetação.

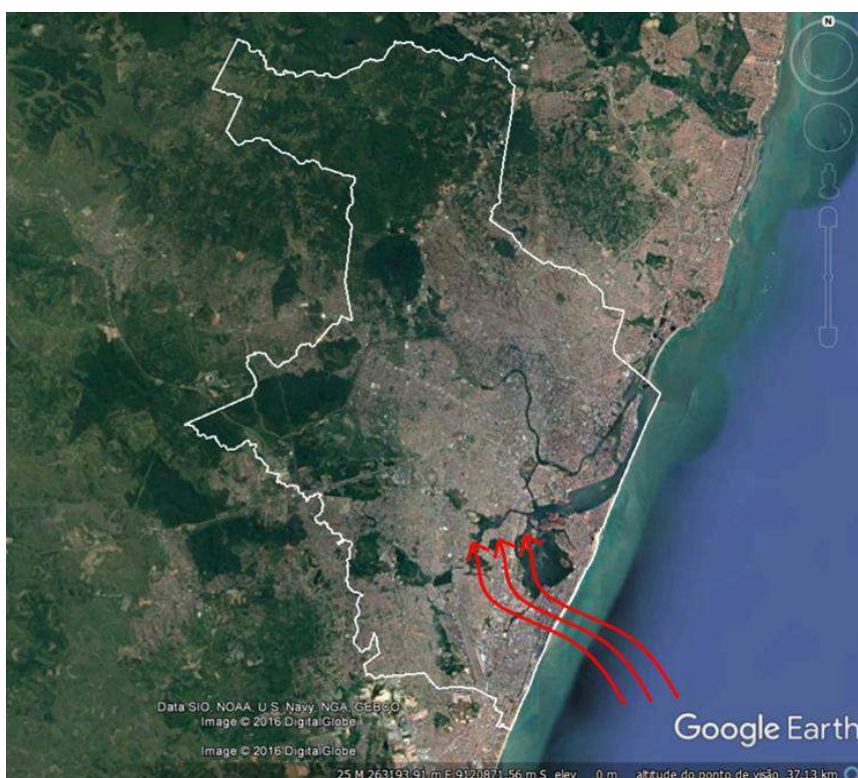
⁸² <https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pe/recife/panorama>



4.3.2 Vegetação urbana, em Recife – cenário atual

A figura 107 apresenta a delimitação da cidade de Recife, onde é possível identificar grandes manchas verdes. A sua localização não contribui, de maneira relevante, com a questão termoambiental da cidade, como um todo, pois ao se concentrarem a oeste e a noroeste, ou seja, em oposição às massas de ar provenientes de sudeste, predominantes em Recife, não beneficiam, através dos ventos, a amenização climática da cidade, a leste e ao sul, sob o viés térmico. Os bairros mais urbanizados não possuem manchas verdes de grandes proporções.

Figura 107 – Delimitação da cidade de Recife, com a indicação dos ventos predominantes.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 12-09-2016.

Essa concentração de verde urbano, ao norte/noroeste de Recife, encontra-se nos seguintes bairros: Dois Irmãos, onde se localiza a Unidade de Conservação da Natureza Dois Irmãos, que abriga o Parque Estadual de Dois Irmãos, com área igual a 467,82 ha; Dois Unidos, onde se situa a UCN Dois Unidos, que abriga a Reserva de Floresta Urbana Mata de Dois Unidos, com 52,14 ha de área superficial; e Guabiraba onde se localiza a UCN Beberibe, com 3.674,2

ha⁸³. A concentração de verde urbano, a oeste de Recife, corresponde à Área de Proteção Ambiental Mata da Várzea, com área superior a 713,17 ha⁸⁴, localizado no bairro da Várzea; à UCN Mata das Nascentes que possui área de 293,19 ha⁸⁵ e está localizada no bairro do Curado; e à UCN Matas do Curado, que abriga o Refúgio da Vida Silvestre Mata São João da Várzea e parte do Refúgio da Vida Silvestre Mata do Curado, situada no bairro do Curado, com área equivalente a 409,88 hectares⁸⁶. As manchas de áreas verdes, dispostas em praças, parques e unidades de conservação, que representam resquícios da massa contínua de outrora, são distantes e com pouca relação de comunicação entre si. Assim sendo, a espacialização da arborização não se encontra bem distribuída, de modo proporcional, em toda a malha urbana, o que leva a crer que há um descompasso entre a gestão da vegetação arbórea em relação às vantagens que ela aporta, que precisa ser discutido. Deve-se considerar que a questão passou a ser trabalhada tardiamente, quando a malha urbana consolidou-se a leste a ao sul. Atualmente, é muito complexo propor novas áreas verdes na malha já consolidada.

Tomando como exemplo os bairros que se inserem na Área de Reestruturação Urbana – ARU, criada pela Lei Nº 16.719/2001, ao norte do rio Capibaribe (Derby, Espinheiro, Graças, Aflitos, Jaqueira, Parnamirim, Santana, Casa Forte, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos e parte da Tamarineira), estes possuem parâmetros de uso e ocupação do solo muito mais restritivos do que em outras partes da cidade: taxa de ocupação menor, maior percentual de solo natural, maior afastamento, além de gabarito. À exceção do gabarito, todos os outros parâmetros têm uma relação direta com a permeabilidade ao sol, a partir da capacidade de absorção da radiação solar direta e indireta, e ao vento e com a maior possibilidade de inserção de vegetação de diversos tipos e portes, principalmente a de porte arbóreo, o que contribui com o sombreamento da edificação e com a diminuição da temperatura ambiente. Há que se lembrar que a taxa de solo natural se relaciona diretamente com a permeabilidade à água da chuva. Já em outros bairros da cidade isso não ocorre, a exemplo de Zumbi, Caxangá e Cordeiro, ao sul do rio Capibaribe, bem próximos ao grupo de bairros anteriormente citado, como também no bairro de Mustardinha, localizado a sudeste/sul desses conjuntos. Eles não têm tanto incentivo pela legislação à preservação ambiental, logo, eles têm menos vegetação, tanto em seus espaços públicos, quanto privados, portanto, são mais desconfortáveis

⁸³ <http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/Lista-das-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-do-Recife.pdf>

⁸⁴ <http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/Lista-das-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-do-Recife.pdf>

⁸⁵ <http://www.legiscidade.recife.pe.gov.br/decreto/23814/>

⁸⁶ <http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/Lista-das-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-do-Recife.pdf>



termicamente. Além de toda essa questão relativa ao conforto ambiental, e especificamente, à vegetação arbórea, esses bairros são menos valorizados, economicamente. É notória a diferença entre esses bairros, também em relação à renda percapita, o que, obviamente, também se alinha à (des)valorização dessas áreas no que concerne à questão mercadológica. Tudo isso reforça a construção histórica de diferenciação do tratamento entre classes, perpetuando a desigualdade social, o que demonstra que a gestão pública tem pouco contribuído com a correção desse desequilíbrio.

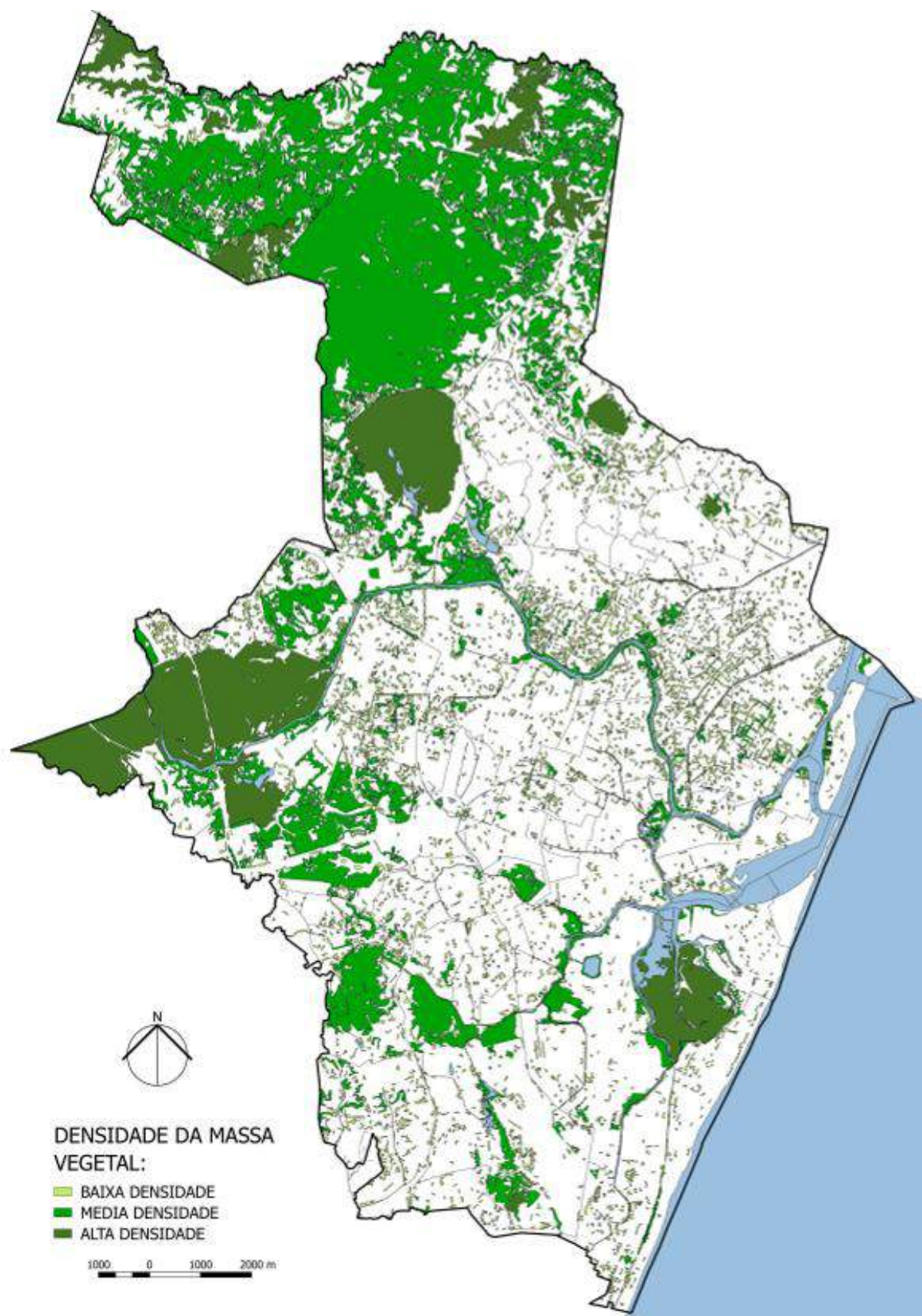
Buscando atingir os objetivos da pesquisa, como recorte a ser analisado, foi escolhido o espaço público com vegetação urbana viária, especificamente, localizada em ruas e avenidas. Como a intenção era a de relacionar a contribuição da vegetação arbórea com a sensação de conforto térmico ao nível do usuário pedestre, verificou-se que a maior possibilidade desse encontro diário ocorria nas calçadas, pois são elas que conectam as quadras de um bairro e os bairros de uma cidade. É através delas que o usuário pedestre caminha. Por meio delas se pode favorecer a permeabilidade da cidade, visando ao conforto termoambiental.

A fim de mostrar essa espacialização desigual da vegetação em áreas urbanizadas, tendendo a comprovar a ausência de uma sistema de vegetação arbórea na cidade de Recife, tomaram-se, como exemplo, dois bairros inseridos na Área de reestruturação Urbana – ARU e outros dois inseridos na Zona de Urbanização Preferencial – ZUP 1. Dentre estes, o Espinheiro foi escolhido para o aprofundamento da pesquisa, por ser considerado um dos bairros mais arborizados e urbanizados da cidade e por sua dimensão superficial, onde foram realizadas as medições das variáveis microclimáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar, direção e velocidade dos ventos. As vias avaliadas foram escolhidas em função do tipo, porte e da densidade de cobertura vegetal, bem como do uso e ocupação do solo, em seu entorno.

Visando encontrar a relação existente entre o percentual de vegetação arbórea e a densidade construída nesses quatro bairros, utilizaram-se, como base, estudos do Laboratório de Conforto Ambiental, vinculado ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo/UFPE, que, no contexto de uma pesquisa sobre mapas climáticos para a cidade de Recife, elaborou o mapa de densidades de vegetação. Na elaboração desse mapa, foram utilizadas imagens de satélite – Google Maps. O mapa final encontra-se na escala de 1:25.000, capaz de apresentar massas vegetais de área superficial a partir de 10.000m². Definiu-se esta escala em função da relação direta existente entre as massas vegetais e o clima da cidade de Recife (figura 108).



Figura 108 – Mapa de densidade vegetal – Recife/PE.



Fonte: Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).



Foram determinadas três classes de densidade de massa vegetal – ‘baixa’, ‘média’ e ‘alta’. A classe ‘baixa’ correspondeu a agrupamentos com área inferior a 10.000m^2 , as classes ‘média’ e ‘alta’ densidade corresponderam à área igual ou maior que 10.000m^2 , sendo que, o que difere uma da outra é o espaçamento entre as árvores, ou seja, classe ‘média’ com poucos vazios e reentrâncias no recorte da massa vegetal dentro do agrupamento, e classe ‘alta’, com praticamente, nenhum vazio, sendo, portanto, uniforme, com copas que se entrelaçam.

Para a pesquisa de tese, fez-se uso, inicialmente, desse mapa de densidade de vegetação para toda a cidade de Recife, porém, visando atender ao foco da pesquisa, a escala de trabalho foi a do bairro, que se aproxima da escala do usuário pedestre. Houve uma aproximação de visualização das massas de vegetação para a escala de 1:5.000, de modo a representar uma área superficial de agrupamento igual a 250m^2 , considerada capaz de suprir de maneira mais proeminente as necessidades de conforto do usuário pedestre, na escala do bairro, a uma maior distância, quando comparada com indivíduos isolados ou em pequenos agrupamentos. Assim, na elaboração dos mapas de densidade de vegetação, para Zumbi, Mustardinha, Jaqueira e Espinheiro, foram desconsiderados indivíduos isolados ou em agrupamentos inferiores a 250m^2 , apesar de também contribuírem com o conforto térmico, mas especificamente, a sua proximidade direta.

Assim sendo, na elaboração desses quatro mapas dos bairros, surgiu uma nova classe de densidade vegetal, “muito baixa”. O critério de estabelecimento das classes se relacionou diretamente com a área superficial do agrupamento. Desse modo, a classe ‘muito baixa’ densidade correspondeu ao agrupamento com área entre 250m^2 e 999m^2 ; a classe ‘baixa’ correspondeu a agrupamentos com área entre 1.000 e 9.999m^2 ; e as classes ‘média’ e ‘alta’ permaneceram com as mesmas faixas de valores já estabelecidas durante a elaboração do mapa de vegetação para a cidade de Recife.

Consideraram-se, na elaboração dos mapas, tanto grupamentos de vegetação públicos quanto privados, em virtude de toda a vegetação da cidade contribuir com a questão climática, mais especificamente com a promoção do conforto térmico. Lembra-se que, para se alcançar o conforto térmico, no clima tropical quente e úmido, busca-se a diminuição da sensação de desconforto proveniente da alta temperatura do ar e da alta umidade do ar. Dentre as recomendações para se encontrar na zona de conforto, em meio urbano, deve-se fazer uso da ventilação natural, que, dentro da zona requerida, transporta vapor de água e retira o calor da



pele, e da vegetação de porte arbóreo, que promove o sombreamento de ruas e passeios para pedestres e veículos.

Para que haja eficácia efetiva na diminuição da temperatura, a partir da aliança entre vento e árvore, deve-se atentar para duas fortes variáveis. A primeira, a velocidade do vento. A segunda, a umidade liberada pela árvore. Esta segunda variável tem ainda duas outras que a complementam: a localização e o tipo do indivíduo e de grupamentos arbóreos.

Em relação à umidade liberada pelo indivíduo arbóreo, esta se relaciona à densidade foliar e à quantidade de indivíduos dispostos em um determinado espaço. Quanto maior a quantidade de vegetação arbórea com alta densidade foliar, maiores os valores de umidade relativa do ar, debaixo de sua copa e em seu entorno próximo. O que é importante, nesse contexto, é a capacidade de sombreamento e de refrigeração do ar, em forma de vento. Pois se houver o aumento da umidade e se esta permanecer estacionada, sem o movimento do ar, haverá a impossibilidade de trocas térmicas, consequentemente, o aumento da sensação de desconforto térmico.

As massas de ar provenientes de sudeste, prioritariamente, em Recife/PE, geralmente, em meio urbano, perdem velocidade, até serem dissipadas, devido ao desenho da malha urbana, à densidade construtiva e ao tipo e ou agrupamento de vegetação. O vento, para auxiliar na busca pelo conforto térmico urbano, precisa estar carregado de umidade e com velocidade suficiente para dissipar o calor em meio urbano (as variáveis climáticas velocidade do vento e umidade relativa do ar são inversamente proporcionais à variável climática temperatura do ar). Dessa maneira, é imprescindível não apenas que o indivíduo ou o grupamento arbóreo seja o adequado (diversidade, porte, copa, folhagem), mas também que sua localização, em relação esteja aliada à direção predominante dos ventos, favorecendo a diminuição da temperatura em áreas adjacentes, após o grupamento arbóreo. Daí, a importância em distribuir a vegetação arbórea em diversas áreas zonas da cidade, de modo mais proporcional, criando uma malha permeável e mais confortável, sob o viés térmico ambiental.

Ressalta-se que as áreas privadas, em sua maioria, corresponderam aos grupamentos de ‘muito baixa’ e ‘baixa’ densidade, mais especificamente a vegetação que se encontra entre as edificações.

A representação das massas de vegetação, em todos os quatro mapas, ocorreu sobre a projeção horizontal das construções nos lotes, de modo a comparar a quantidade de vegetação



e a taxa de ocupação⁸⁷ da massa construída, nos lotes. Desse modo, visuliazam-se, com facilidade, os ‘cheios e vazios’ da zona urbana e percebe-se a proporção existente entre a vegetação e as construções.

Lembra-se que na elaboração dos quatro mapas dos bairros, a escala de estudo foi a do bairro. Desse modo, dando continuidade à pesquisa de tese, estudou-se a influência de indivíduos isolados e de agrupamntos lineares sobre as necessidades de conforto ambiental na escala da rua, ao nível do usuário pedestre.

Houve, ainda, a comparação entre o comportamento das variáveis climáticas em meio urbano, no bairro do Espinheiro, e em meio próximo ao natural, na Cidade Universitária. A escolha da vegetação em meio próximo ao natural, na Cidade Universitária, se deu em virtude de terem sido encontrados, neste local, indivíduos arbóreos isolados, com características próximas aos indivíduos das vias do Espinheiro e um agrupamento heterogêneo, cuja forma é próxima à linear, de modo a possibilitar a comparação com a forma disposta no Espinheiro, em suas vias.

Ressalta-se que, na Cidade Universitária, não foram encontrados agrupamentos lineares e homogêneos, a exemplo de oiti ou de sibipiruna com características do entorno próximas ao ambiente natural. Os agrupamentos lineares compostos por oitis se localizavam em vias e próximos a estacionamentos. Também não foram encontrados indivíduos isolados de oiti, nem de sibipiruna, em ambiente próximo ao natural.

⁸⁷ A taxa de ocupação é um dos parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo, constantes na legislação urbanística, que significa a relação em percentual resultante da projeção da edificação e a área total do lote. A taxa de ocupação indica, portanto, a porcentagem do terreno sobre o qual há edificação. Desconsideram-se, na taxa de ocupação, a altura da edificação e o número de pavimentos.



4.3.3 Zumbi

O Zumbi era um sítio da família Constâncio Maranhão. Na década de 1920, foi arrendado ao major Pessoa, que passou a alugar o chão às pessoas que vinham morar, em geral, da zona rural. “[...] a maioria dos casebres era de taipa, cobertos de capim, com chão de barro batido. Não existia abastecimento d’água, nem energia elétrica e a ocupação do solo se deu de forma livre e desordenada” (CAVALCANTI, 2007, p.194). A figura 109 apresenta a sua delimitação. Insere-se na Região Político Administrativa – RPA 4 e faz limite com Cordeiro, Prado, Madalena e Torre. Possui 6.033 habitantes, distribuídos em 41 ha, o que lhe confere uma densidade demográfica de 148,22 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 2.188,40 (PREFEITURA DE RECIFE)⁸⁸.

Figura 109 – Localização e delimitação do bairro Zumbi, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 05-08-16.

⁸⁸ <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/zumbi>



A figura 110 apresenta o resultado do mapa de densidade de vegetação para o bairro de Zumbi.

Figura 110 – Densidade da massa vegetal do bairro Zumbi, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).



Esse bairro não conta com muitos espaços públicos arborizados capazes de favorecer o agrupamento de massas vegetais de tipos diferenciados, visando à amenização do rigor climático e à consequente obtenção da sensação de conforto térmico ambiental dos usuários. Não há parques em Zumbi e cita-se apenas a praça da Esperança, lindeira à rua Caratinga. Além disso, a grande maioria das vias públicas em Zumbi é desprovida de qualquer tipo de vegetação. Ressalta-se que a maioria da vegetação registrada no bairro encontra-se em lotes privados e corresponde a diversos portes e tipos. Devido à distribuição da vegetação, pode-se visualizar que o bairro apenas apresenta densidade de massa vegetal nas classes ‘baixa’ e ‘muito baixa’, o que representa agrupamentos com área superficial inferiores a 10.000m². Como a localização da vegetação se encontra muito dispersa, constata-se que, em Zumbi, ela está longe de se constituir em um sistema, capaz de suprir as necessidades de conforto térmico dos usuários pedestres.

A figura 111 apresenta trechos do bairro, onde se comprova, facilmente, a escassez da presença de vegetação. Aliado à ausência de vegetação arbórea em grande parte das vias públicas, o bairro de Zumbi apresenta edificações com aproveitamento de, praticamente, todo o lote, desfavorecendo a permeabilidade aos ventos dominantes e à radiação solar, incrementando o acúmulo de calor no interior do bairro. É possível observar, ao caminhar pelo bairro, que há novos indivíduos de vegetação arbórea inseridos nas calçadas do bairro (figura 111-b), o que reflete a preocupação da Prefeitura de Recife com a questão da necessidade de arborização.

Figura 111 – Recortes urbanos do bairro Zumbi, em Recife/PE. (a) Cruzamento da av. Caxangá; (b) novo indivíduo arbóreo.



(a)



(b)

Fotos: Ruskin Freitas (2016).



4.3.4 Mustardinha

Nas terras do Sr. Andrade, em Afogados, plantavam-se muitas verduras e hortaliças, onde se destacava a semente de mostardeira. O bairro de Mustardinha possui habitações modestas e quase nenhuma calçada (CAVALCANTI, 2007, p.250). Mustardinha (figura 112) localiza-se na RPA 5 e faz limite com San Martin, Bongi, Afogados e Mangueira. Possui 12.429 habitantes, distribuída em 63 hectares e uma densidade demográfica de 196,56 habitantes/hectares. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.251,81⁸⁹.

Figura 112 – Localização e delimitação do bairro Mustardinha, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 05-08-16.

⁸⁹ <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/mustardinha>



A representação da densidade de vegetação arbórea de Mustardinha foi apresentada na figura 113.

Figura 113 – Densidade da massa vegetal do bairro Mustardinha, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).



O bairro de Mustardinha conta com poucos espaços públicos arborizados. Citam-se a praça ABC, lindeira à avenida Manuel Gonçalves da Luz e à rua Neto Campelo Junior, e a praça Irmã Douraci Joaquim, diante do largo da Mustardinha. A grande maioria das vias é desprovida de vegetação arbórea. A porção leste é a mais comprometida quanto a essa ausência de cobertura vegetal e conseqüente sensação de desconforto térmico, ao nível do usuário pedestre. A rua Vinte e Um de Abril, ao sul do bairro, é a via mais arborizada.

A partir da distribuição e agrupamento da vegetação, constata-se que Mustardinha apenas apresenta densidade de massa vegetal nas classes ‘baixa’ e ‘muito baixa’, ou seja, não expõe agrupamentos com área superficial igual ou superior a 10.000m².

Do mesmo modo que em Zumbi, constata-se que a vegetação, seja quanto à disposição e à quantidade, inserida no bairro, está longe de se constituir em um sistema capaz de suprir as necessidades de conforto térmico dos usuários pedestres.

A figura 114 apresenta recortes do bairro de Mustardinha, onde é facilmente comprovada a escassez de vegetação.

Figura 114 – Recortes urbanos do bairro Mustardinha, em Recife/PE.



Fotos: Ruskin Freitas (2016).

Em algumas vias não foi encontrado sequer um indivíduo arbóreo, sendo mais evidente essa ausência em sua porção leste. Como em Zumbi, aliado à ausência de vegetação arbórea nas vias públicas, o bairro de Mustardinha apresenta muitas edificações com aproveitamento de praticamente todo o lote, em muitos casos, geminadas na lateral e sem recuos frontais. Tal situação impede a implantação de vegetação de diversos portes, que fortemente contribuiria



com a amenização climática. Pode-se também observar que as calçadas não possuem espaços destinados a uma rede de infraestrutura urbana, de modo a contemplar a vegetação rasteira, arbustiva e arbórea. Tudo isso desfavorece a permeabilidade aos ventos dominantes e à radiação solar incrementando o acúmulo de calor no interior do bairro, bem como, impede a permeabilidade à água da chuva, contribuindo com o aumento do escoamento superficial.

De acordo com a Lei nº 16176/1996 - Lei de Uso e Ocupação do Solo-LUOS, os bairros Zumbi e Mustardinha se encontram na Zona de Urbanização Preferencial - ZUP 1, área que possibilita alto potencial construtivo, compatível com suas condições geomorfológicas, de infraestrutura e paisagísticas. O Art. 66 dessa Lei trata a respeito da taxa de solo natural do terreno. Para a ZUP 1, esta taxa deve corresponder a 25%. Admite-se que parte desta taxa seja tratada com revestimento permeável, desde que as árvores existentes no terreno sejam preservadas, na proporção de 10m² por árvore, não podendo o somatório dos valores correspondentes às árvores exceder a 5% da área total do terreno.

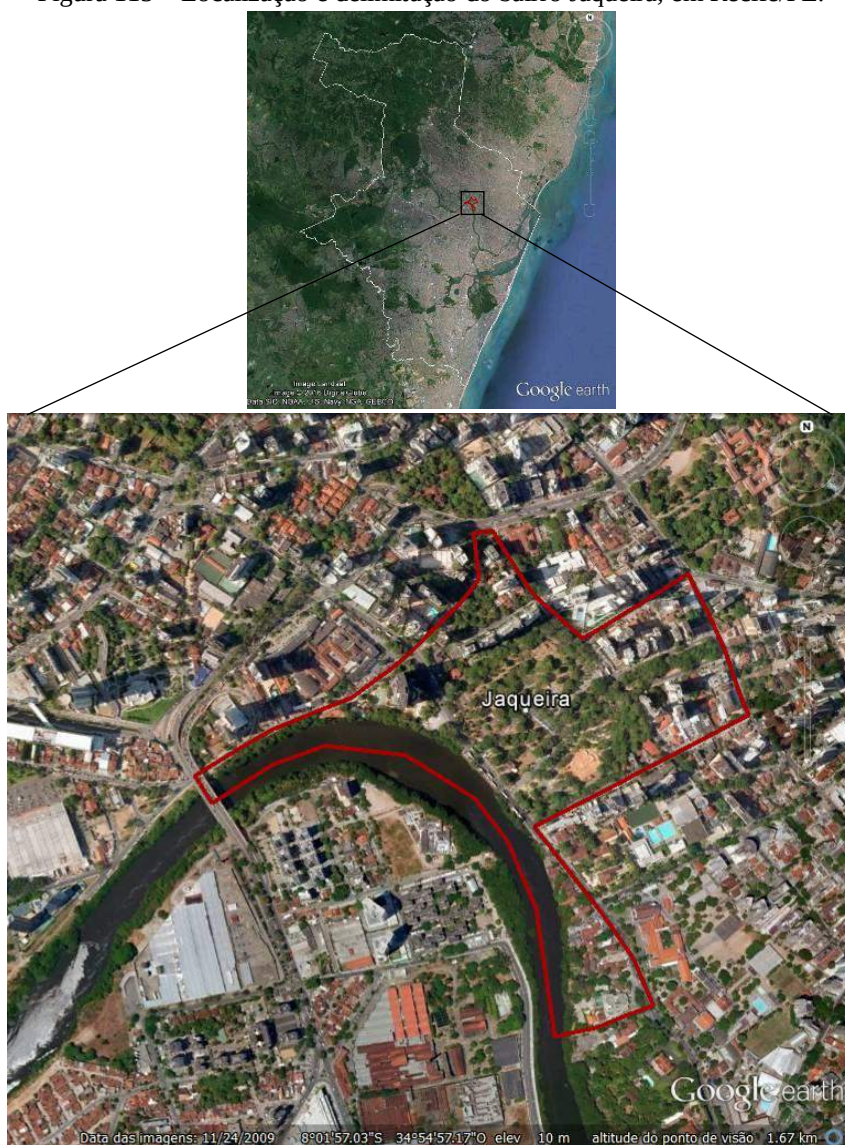
No Anexo 10 dessa Lei, pode-se observar que o coeficiente de utilização para a ZUP 1 é igual a 4. Os afastamentos iniciais mínimos são os seguintes; frontal, igual a 5m, laterais e fundos, para edificações de até dois pavimentos, podem ser nulos ou iguais a 1,50m e para edificações acima de dois pavimentos, os afastamentos laterais e fundos devem ser, no mínimo, três metros. Recomenda-se que sejam observados os requisitos especiais, constantes no Anexo 10.



4.3.5 Jaqueira

Localidade bastante antiga, conhecida como “Sítio das Jaqueiras”, que pertenceu ao comerciante Bento José da Costa e onde funciona o Parque da Jaqueira, inaugurado em março de 1985 (CAVALCANTI; CAVALCANTI, 2010, p.352). O bairro (figura 115) localiza-se na RPA 3, faz limites com os bairros de Parnamirim, Tamarineira, Graças, Torre e Santana e abriga uma população residente de 1.591 habitantes, distribuída em uma área de 24 hectares, o que corresponde a uma densidade demográfica de 66,31 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 11.339,79⁹⁰. A representação da densidade de massa de vegetação arbórea do bairro da Jaqueira foi apresentada na figura 116.

Figura 115 – Localização e delimitação do bairro Jaqueira, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 05-08-16.

⁹⁰ <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/jaqueira>



Figura 116 – Densidade da massa vegetal do bairro Jaqueira, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).



O bairro da Jaqueira apresenta densidade de massa vegetal nas classes ‘média’, ‘baixa’ e ‘muito baixa’, sendo que o maior percentual corresponde à média densidade, com agrupamentos que possuem área superficial igual ou superior a 10.000m². A concentração correspondente à densidade ‘média’ ocorre no parque da Jaqueira. Pode-se observar que ainda existem vazios públicos sem vegetação arbórea. Apesar disso, a sua disposição no tecido urbano faz com que haja uma aproximação com um sistema de vegetação arbórea.

A maior área do bairro da Jaqueira é compreendida pelo parque da Jaqueira (figura 117), que concentra a grande quantidade de vegetação arbórea e de solo natural, do bairro. Além do parque, o bairro conta com a praça Professor Fleming e a praça Souto Filho. Dentre os quatro bairros estudados (Zumbi, Mustardinha, Jaqueira e Espinheiro), este bairro é o que reúne a maior quantidade de cobertura vegetal.

Figura 117 – Vista do Parque da Jaqueira, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



4.3.6 Espinheiro

A área que, atualmente, corresponde ao Espinheiro era conhecida como Matinha, representada por “uma vegetação relativamente densa onde não faltavam os Espinheiros”. Através de um anúncio veiculado no Diário de Pernambuco, datado de 17 de dezembro de 1836, em que se colocava à venda “um sítio pela Estrada de João de Barros, defronte ao beco do Espinheiro [...] se tem notícia da origem do nome”. O Espinheiro teve sua valorização em termos urbanísticos e residenciais, em decorrência “dos loteamentos dos sítios, bastante frequentes, nas áreas periféricas do Recife de outrora”. No início do século XX, o bairro, que possuía características ainda bucólicas, representava um dos mais importantes da cidade de Recife, e onde se via “multiplicar os casarões da classe média alta, daquela época” (CAVALCANTI, 2007, p. 264-265).

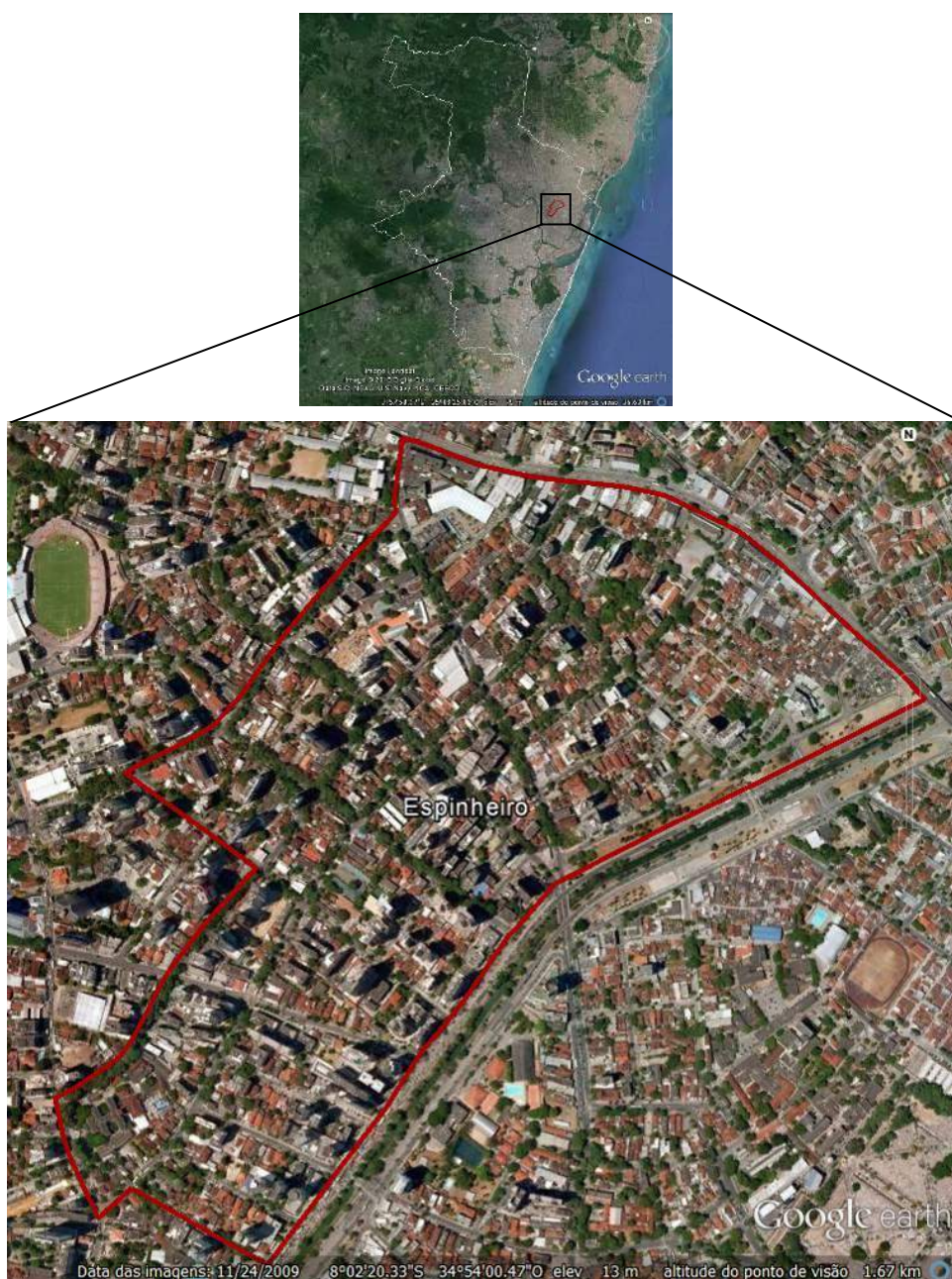
Em entrevista concedida a Thaís Caroline Patriota Santos, o engenheiro agrônomo Pedro Paulo de Araújo, que trabalhou na Secretaria de Planejamento de Recife, em meados do século XX, afirmou que a arborização em Recife, especificamente a que se localizava na rua Conselheiro Portela (foco da pesquisa de Thaís Caroline), no bairro do Espinheiro, ocorreu por volta dos anos 1950. Anteriormente a esse período, “não existiam agrônomos nem muitos técnicos da área responsáveis pela atividade de plantio da arborização urbana”. O engenheiro agrônomo afirmou ainda que havia “turmas de arborização da Prefeitura, o plantio era planejado num dia e as mudas implantadas no outro, sem qualquer planejamento através de documentos ou projetos”. E que eram utilizadas geralmente, apenas uma espécie, no máximo duas. A opção pela espécie *Licania Tomentosa* – oiti ocorreu em função de ser uma árvore típica do Nordeste, “por ter uma vida longa e por ter um crescimento mais lento que não prejudica o calçamento”. O que se percebe, ao caminhar pelas calçadas do bairro é o intenso conflito entre os indivíduos arbóreos e os passeios, devido as suas raízes superficiais inseridas em espaços extremamente reduzidos e impermeabilizados, na maioria das vezes; como também se percebem os conflitos em relação às demais redes de infraestrutura.

A figura 118 apresenta a delimitação e localização do bairro do Espinheiro, na cidade de Recife. Este bairro se localiza na RPA 3 e faz limite com os bairros de Torreão, Santo Amaro, Boa Vista, Graças e Aflitos. Residem nesse bairro 10.438 habitantes, distribuídos em 73 hectares, alcançando uma densidade demográfica de 142,56 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 7.299,96⁹¹.

⁹¹ <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/espinheiro>



Figura 118 – Localização e delimitação do bairro Espinheiro, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 05-08-16.

A representação da densidade de vegetação arbórea do bairro do Espinheiro encontra-se na figura 119. O bairro do Espinheiro não possui praças nem parques, em seu perímetro. Apesar disso, dentre os bairros mais urbanizados, da cidade de Recife, é um dos mais arborizados. Dentre os quatro bairros estudados, após a Jaqueira, o bairro do Espinheiro possui a melhor distribuição da vegetação arbórea, em suas vias públicas, o que diretamente contribui com a amenização climática e a sensação de conforto térmico, ao nível do usuário pedestre.



Figura 119 – Densidade da massa vegetal do bairro Espinheiro, em Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Laboratório de Conforto Ambiental – Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).



As classes de vegetação anotadas no mapa de densidade vegetal são as seguintes: ‘baixa’ e ‘muito baixa’, sendo que o maior percentual corresponde à classe de ‘baixa’ densidade, com agrupamentos que possuem área superficial inferiores a 10.000m². Apesar de concentrar grande quantidade de vegetação arbórea, a sua disposição não ocorre em todas as vias, de maneira uniforme, há ainda vazios, sem vegetação, em algumas vias, a exemplo da avenida Norte, que comprometem a conformação de um sistema de vegetação arbórea.

A espécie arbórea mais encontrada em vias públicas no bairro do Espinheiro é oiti, também chamada, popularmente, de oiti-de-praia, oiti-mirim e oitizeiro, dentre outros, cujo nome científico é *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch (LORENZI, 2002, p. 101). Esta árvore pode ser facilmente reconhecida nas imagens apresentadas a seguir (figura 120), correspondendo a aproximadamente 80% do total de espécies.

Figura 120 – Vistas superiores do bairro do Espinheiro. (a) Av. João de Barros; (b) Rua São Salvador.



(a)



(b)

Fotos: Wilson Barbosa (2015).

De acordo com Lorenzi (2002, p. 101), o **oiti** é uma árvore perenifólia, que alcança uma altura entre 8 e 15m e possui dimensão de tronco variando entre 30 e 50 cm de diâmetro. Floresce durante os meses de junho-agosto. É excelente para a arborização urbana, por possuir copa frondosa e, assim, fornecer grande área de sombra, sendo, portanto, recomendada para plantios em praças, jardins, ruas e avenidas, principalmente nas cidades do norte do país e de regiões litorâneas. Também é recomendada para plantios mistos em áreas degradadas de preservação permanente. Além disso, produz grande quantidade de frutos muito procurados pela fauna em geral.



Biondi (1985, p. 84-89) elaborou uma classificação de espécies mais adequadas para Recife, a partir de uma amostragem, em sua pesquisa de dissertação. Para essa classificação foram utilizadas seis variáveis consideradas de maior relevância para o julgamento do grau de adequação das árvores de rua, que foram: “resistência a pragas, resistência a doenças, necessidade de manutenção, danos devido à poda, danos físicos e condição geral da árvore”. As espécies escolhidas, dentro de sua amostragem, foram classificadas do 1º ao 12º lugar. O oiti – *Licania tomentosa* ocupou o 8º lugar. Ressalta-se que, dentre os critérios elencados pela autora, não houve a referência ao porte da vegetação em relação à zona de implantação, a exemplo de calçadas, nem à origem da espécie, se nativa ou exótica.

Deve-se atentar que, para a correta especificação da vegetação, a ser inserida em meio urbano, principalmente a vegetação arbórea viária, deve-se haver um planejamento, de modo a que ela cumpra com o seu papel, sem prejuízos outros. Dessa forma, muitas variáveis entram em cena, como largura da calçada, redes de infraestrutura, tipo de solo, uso e ocupação do solo, quantidade requerida de água para o seu desenvolvimento, dentre outras, que vão determinar quais espécies são as mais adequadas. O importante é observar as necessidades de cada ambiente urbano.

Muitas calçadas não comportam o oiti, no Espinheiro, devido à relação existente entre a dimensão da largura das calçadas e a dimensão dos indivíduos arbóreos (figura 121). É possível observar também que não existem áreas com solo permeável, na base das árvores, seja na forma de alegretes ou de canteiros que possam garantir a infiltração de água, de nutrientes e a aeração do solo. De acordo com Biondi (1985, p. 49), “esta área se torna ainda mais benéfica à árvore se for revestida por uma forração de plantas rasteiras ou gramado”.

Pivetta e Silva Filho (2012, p. 13) recomendam 1m², como área ideal para o canteiro, visando ao bom desenvolvimento das árvores, situadas em vias públicas. Para Niemeyer (2005, p.81), 1m² é a medida considerada mínima; e a área destinada ao canteiro deve ser coberta por forração rasteira ou grelha de ferro fundido. Já o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre, em seu Art. 14, aponta que “nos passeios públicos, o proprietário do imóvel deverá atender à legislação vigente e construir um canteiro em torno de cada árvore de seu lote”, de modo a “manter dimensões mínimas de 1,20m x 2,50m, sem pavimentação” e “vegetar o canteiro com grama ou forração”. E ainda indica que nos canteiros em que as raízes das árvores estiverem aflorando além de seus limites, o proprietário deverá ampliar a área do terreno, e executar obras para adequar o terreno à forma de exposição das raízes, mediante orientação técnica da Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Contudo, é bom



lembrar a recomendação de Biondi (1985, p. 50-52), ao afirmar que é sempre necessário considerar o porte da árvore para reservar uma área de crescimento adequada. Além disso, conhecer as características do local, o uso e a ocupação do solo, para que sejam desenvolvidos os cuidados necessários no plantio e manutenção da arborização viária.

Figura 121 – Vistas de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Relação desproporcional entre o porte dos indivíduos e as calçadas.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Em muitas ruas e avenidas do bairro do Espinheiro, pode-se facilmente encontrar conflitos entre a arborização feita por oitis e a rede de infraestrutura de energia elétrica, ou relativos à pavimentação das calçadas, em conflito com as raízes das árvores, que dificultam ou até impossibilitam o caminhar. Nesse caso, os usuários pedestres que sofrem com o passeio, muitas vezes se arriscam na faixa de rolamento. Na figura 122, é facilmente perceptível a deformação da copa em função do conflito com a rede aérea de energia elétrica.



Figura 122 – Vistas de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Conflitos existentes entre a arborização e a rede de energia elétrica, à pavimentação e á acessibilidade.



Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Em todo trabalho de arborização viária, há a recomendação de que haja a diversificação das espécies com o objetivo de “evitar a monotonia e criar pontos de interesses diferentes dentro da malha urbana, bem como, evitar problemas de pragas e doenças”. Desse modo, no momento do estudo e do planejamento da composição arbórea das ruas e avenidas de uma cidade, há a recomendação de que “as populações individuais por espécies não ultrapassem 10 ou 15% da população total” (PIVETTA; SILVA FILHO, 2002, p.10). Acerca disso, Niemeyer (2005, p.81) recomenda “diversificar ao máximo as espécies vegetais em um mesmo loteamento ou setor urbano, tomando como referência um percentual de 15 a 20% por espécie”. Como se vê, no Espinheiro, não foi o que ocorreu, nem o que está ocorrendo, nos dias atuais.

Apesar da recomendação feita pela bibliografia especializada, pela variedade de espécies, bem como pelos conflitos já observados, são facilmente encontrados, em algumas ruas e avenidas, novos indivíduos de oiti, que estão sendo plantados sob a orientação da Prefeitura de Recife



(figura 123). Entende-se que visando à recuperação da imagem da paisagem do conjunto arbóreo, tão representativa para a população do bairro quanto da cidade.

Figura 123 – Vista de indivíduos arbóreos no bairro do Espinheiro. Implantação de vegetação arbórea, visando à recuperação do conjunto.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).

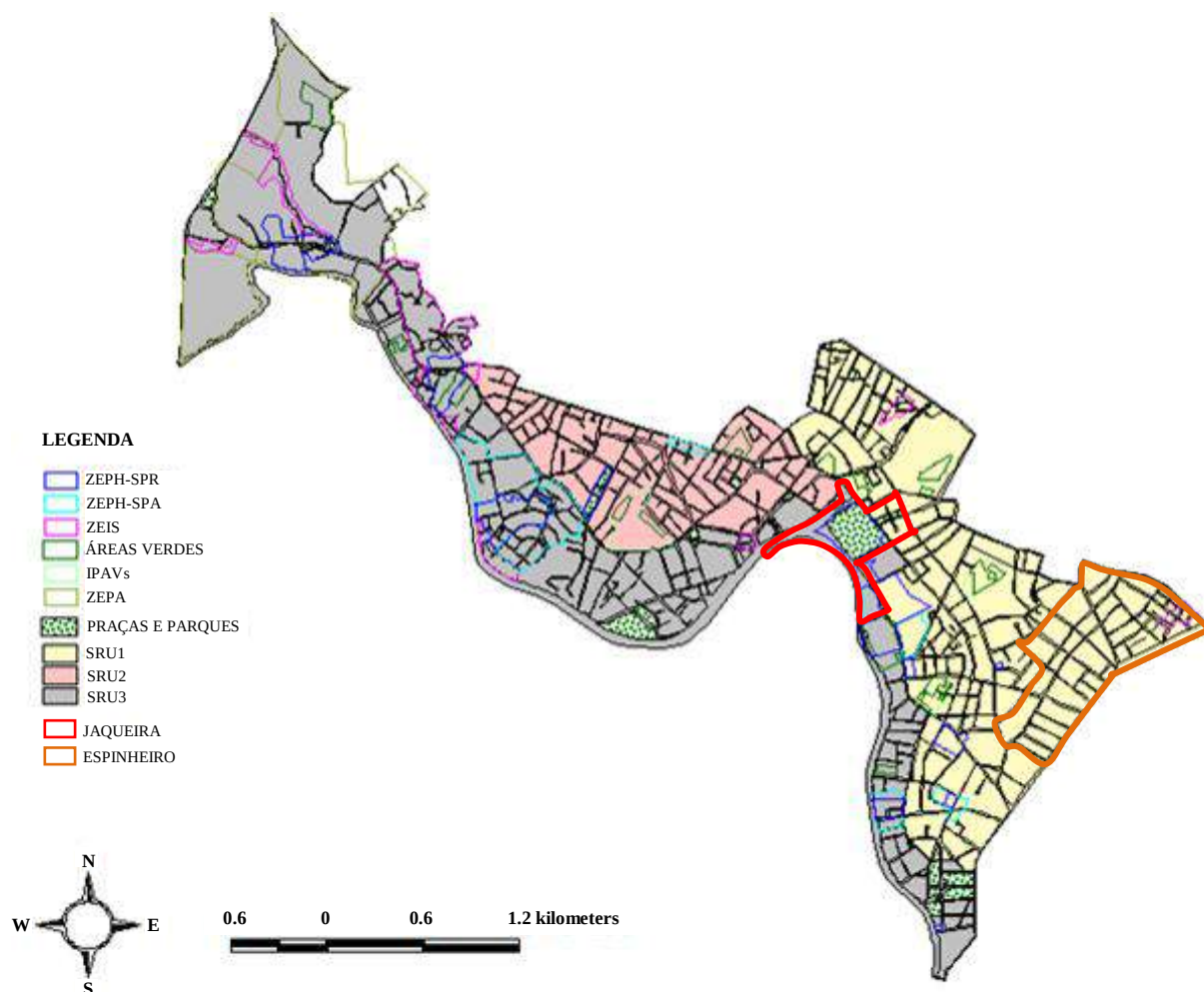
É óbvio que esse descompasso entre a gestão urbana e a necessidade de arborização, especificamente, neste trabalho, tratada sob o viés do conforto térmico, não se restringe às ruas desse bairro, sendo encontrado em outras zonas de Recife, bem como, em outras cidades. Como são árvores muito antigas, que atingiram, há muito tempo, a idade adulta, faz suscitar a questão de quem chegou primeiro, se a árvore ou a calçada. De quem está em conflito e com o quê, e de como resolver ou minimizar, além de conviver com esses impasses. Pois, se de um lado, tem-se um bairro muito arborizado, favorável ao conforto térmico do usuário pedestre e do usuário intralote, nas edificações, por outro lado, têm-se as calçadas com folhas e frutos, que devem ser recolhidos antes que entrem nos bueiros e possam contribuir com o comprometimento ao escoamento das águas das chuvas, o que exige uma constante ação de ‘limpeza’ urbana.

Localizados ao norte do rio Capibaribe, os bairros da Jaqueira e do Espinheiro estão compreendidos entre os Setores de Reestruturação Urbana da Área de Reestruturação Urbana – ARU. A Jaqueira está compreendida entre os Setores 1 e 3. O Espinheiro insere-se no Setor de Reestruturação Urbana 1. A Área de Reestruturação Urbana, criada pela Lei Nº 16.719/2001, possui parâmetros urbanísticos de uso e ocupação do solo muito mais restritivos



do que em outras partes da cidade. De acordo com o anexo 6 desta Lei, a depender dos Setores de Reestruturação Urbana, o coeficiente de utilização do terreno varia de 1,5 a 3,5; o percentual de solo natural varia de 30% a 60%, o afastamento mínimo frontal pode variar de cinco a oito metros e existe controle de altura das edificações. O anexo 1 da ARU apresenta a delimitação das zonas especiais, de áreas verdes, de imóveis de proteção de áreas verdes, de praças e parques, bem como dos três setores de reestruturação urbana – SRU 1, SRU 2 e SRU 3. A localização dos dois bairros, na ARU, encontra-se na figura 124.

Figura 124 – Delimitação dos bairros da Jaqueira e do Espinheiro na Área de Reestruturação Urbana.



Fonte: Adaptado de Anexo 1 – ARU (RECIFE, 2001).

O Setor de Reestruturação Urbana 1 configura-se como área adensada construtivamente, diversificada em usos, com habitações predominantemente multifamiliares e com as principais vias saturadas em termos de fluxo, requerendo parâmetros urbanísticos capazes de contribuir para um melhor equilíbrio entre a área construída e a oferta de infra-estrutura viária. (PREFEITURA DO RECIFE, 2001).



Para o SRU 1, os parâmetros são os seguintes: taxa de solo natural de, no mínimo, 30%; coeficiente de utilização de 2,5 a 3,5 e afastamento mínimo frontal que pode variar entre cinco e sete metros, a depender do número de pavimentos⁹². Em relação aos afastamentos mínimos laterais e de fundos, estes podem variar de nulo a 1,50m, no caso de edificações com até dois pavimentos e, para edificações acima de dois pavimentos, estes afastamentos mínimos devem ser iguais a 3,00 metros. Nesse setor, os parâmetros coeficiente de utilização e gabarito relacionam-se diretamente com a categoria de dimensionamento das vias, ou seja, em função do dimensionamento médio de sua seção transversal. Em relação ao gabarito, este pode variar de 24 a 60m.

O Setor de Reestruturação Urbana 2 configura-se como área que apresenta um acelerado processo de transformação no que se refere ao uso e à ocupação do solo, requerendo parâmetros urbanísticos capazes de evitar um desequilíbrio entre área construída e oferta de infraestrutura e conservar elementos singulares ainda existentes em termos de sua tipologia arquitetônica (PREFEITURA DO RECIFE, 2001).

Para o Setor de Reestruturação Urbana 2, os parâmetros são os seguintes: a taxa de solo natural deve ser de, no mínimo, 50%; o coeficiente de utilização deve variar entre 1,50 a 3,00 e o afastamento mínimo frontal, entre cinco e sete metros⁹³. Em relação aos afastamentos mínimos laterais e de fundos, estes possuem as mesmas especificações constantes nos SRU 1 e SRU 3. Como acontece no SRU 1, aqui também, os parâmetros coeficiente de utilização e gabarito relacionam-se diretamente com a categoria de dimensionamento das vias, ou seja, em função do dimensionamento médio de sua seção transversal.

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 (PREFEITURA DO RECIFE, 2001).

Para o SRU 3, os parâmetros são os seguintes: taxa de solo natural de, no mínimo, 60%; coeficiente de utilização de 2,0 e afastamento mínimo frontal que pode variar entre cinco e sete metros⁹⁴. Em relação aos afastamentos mínimos laterais e de fundos, estes possuem os

⁹² De acordo com a LEI Nº 16.719 /2001, o afastamento frontal para as edificações com até dois pavimentos é igual a cinco metros, independente da categoria de dimensionamento da via. Há que se observar, no entanto, que, no caso das avenidas Beira Rio, 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 oito metros.

⁹³ Ver nota de rodapé 92.

⁹⁴ Ver nota de rodapé 92.



mesmos valores e condições que no SRU 1 e SRU 2. No SRU 3, independentemente da categoria de dimensionamento da via, só serão permitidas edificações com até 24m de altura.

À exceção do gabarito, todos os outros parâmetros têm uma relação direta com o maior favorecimento de implantação de vegetação arbórea, o que contribui com o fato desses bairros se encontrarem entre os bairros mais arborizados da cidade de Recife, em se tratando de bairros mais urbanizados (figura 125).

Figura 125 – Vista da arborização em uma via local, Jaqueira, Recife/PE.

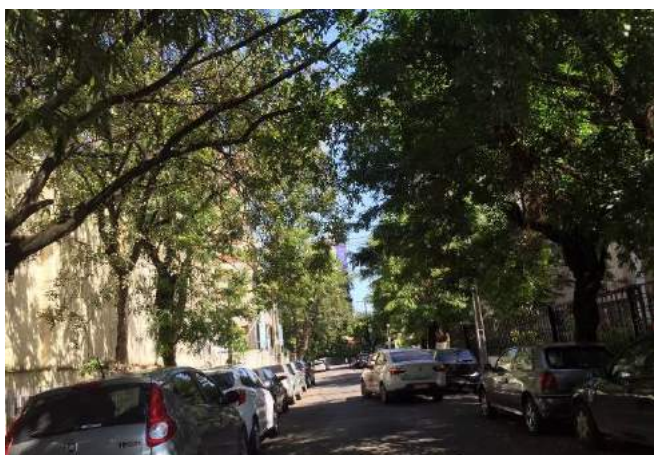


Foto: Rayanne Lima (2016).

Ressalta-se que, ao norte de Recife, encontram-se a Unidade de Conservação da Natureza Dois Irmãos, que abriga o Parque Estadual de Dois Irmãos, a UCN Dois Unidos, que abriga a Reserva de Floresta Urbana Mata de Dois Unidos e a UCN Beberibe.

Tecendo uma comparação entre os bairros Zumbi e Mustardinha, na ZUP 1, e Jaqueira e Espinheiro, localizados no perímetro da ARU, com relação à quantidade de vegetação arbórea, é perceptível a acentuada diferença, entre eles. Há, nos dois primeiros casos, uma clara evidência de arborização, enquanto nos dois últimos bairros, uma vegetação rarefeita. É perceptível também que os tamanhos dos lotes são maiores nos bairros inseridos na ARU e menores nos citados da ZUP 1, além do que, a dimensão das caixas viárias (compreendendo as faixas de rolamento e calçadas) nesses últimos bairros é menor. Com menores larguras de calçadas, menor é a possibilidade de inserção de vegetação arbórea viária, principalmente as



de médio porte, o que diminui, consideravelmente, o aporte aos benefícios da vegetação, à população usuária, à proximidade.

Ressalta-se que, a fim de melhorar a compreensão dessa comparação através das imagens adaptadas do Google Maps, as figuras 110, 113, 116 e 119 foram apresentadas na mesma escala. Do mesmo modo, as figuras que representam os mapas de densidade vegetal de números 111, 114, 117 e 120 também foram apresentadas na mesma escala.

A avaliação comparativa dos mapas de densidade de vegetação entre os bairros Zumbi, Mustardinha, Jaqueira e Espinheiro pode ser vista a partir das tabelas 4 e 5. A tabela 4 apresenta a relação existente entre as áreas urbanizadas, em hectares, e as áreas construídas dos quatro bairros, em Recife, distribuídas por classes.

Tabela 4 – Relação entre as áreas arborizadas e as áreas construídas de bairros, em Recife/PE.

BAIRROS	Áreas arborizadas - densidade (ha)					área não arborizada (ha)	área total do bairro (ha)	% arb. em relação ao bairro
	MUITO BAIXA	BAIXA	MÉDIA	ALTA	ÁREA TOTAL			
Zumbi	1,79	1,58	0,00	0,00	3,37	37,19	40,56	8,31
Mustardinha	1,86	1,95	0,00	0,00	3,80	59,34	63,14	6,02
Jaqueira	0,43	2,64	8,89	0,00	11,96	12,49	24,45	48,90
Espinheiro	2,86	15,09	0,00	0,00	17,94	58,11	76,05	23,60

Fonte: Adaptado de Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).

Em nenhum dos quatro bairros foi anotada a classe ‘alta’ e apenas no bairro da Jaqueira registrou-se a classe ‘média’. Nos demais, foram registradas as classes ‘baixa’ e ‘muito baixa’. Comparando-se os valores, tem-se que, em Zumbi foi registrado o menor valor de área arborizada (3,37ha) e o segundo menor valor percentual de arborização em relação à área do bairro (8,31%). Mustardinha apresentou o menor percentual de arborização em relação à área do bairro e conta com a segunda maior área superficial, o que explica esse valor. No bairro de Espinheiro foi anotada a maior quantidade de área arborizada, aproximadamente de 18 hectares. No que se refere ao percentual de arborização, em relação ao bairro, o bairro da Jaqueira apresentou o maior valor, em torno de 50%; este bairro possui menor área superficial, de aproximadamente 1/3 da área do Espinheiro.

A tabela 5 apresenta a relação existente entre as áreas arborizadas e a população habitante nos bairros de Zumbi, Mustardinha, Jaqueira e Espinheiro, em Recife. Pode-se observar que, Mustardinha é o bairro que apresenta a maior população, igual a 12.429 habitantes e o menor



índice relativo à proporção de m^2 por habitante, igual a 3,06. Enquanto que o bairro da Jaqueira possui a menor população com 1.591 habitantes e o maior valor do índice, igual a $75,15 \text{ m}^2/\text{hab.}$

Tabela 5 – Relação entre as áreas arborizadas e o número de habitantes, por bairros, em Recife/PE.

BAIRROS	Área arborizada total do bairro (ha)	População residente (hab.)	Índice de vegetação (ha/hab.)	Índice de vegetação ($\text{m}^2/\text{hab.}$)
Zumbi	3,37	6.033	0,000558	5,58
Mustardinha	3,80	12.429	0,000306	3,06
Jaqueira	11,96	1.591	0,007515	75,15
Espinheiro	17,94	10.438	0,001719	17,19

Fonte: Adaptado de Lacam/DAU/UFPE. Elaboração: Laís Carvalho (2016).

Ressalta-se que o cálculo desse índice é apenas um indicativo para comprovar que é equivocado considerar o cálculo de um índice único de vegetação para a cidade de Recife, pois há características diferentes da implantação de vegetação, dentro da cidade. Com a avaliação de apenas quatro bairros, em um total de 96, pode-se constatar que há uma grande disparidade de valores desse índice. Especificamente, em relação a esses quatro bairros, a diferença é superior a $70\text{m}^2/\text{hab.}$, comparando-se os bairros da Jaqueira e de Mustardinha. Bem como, é equivocado considerar um índice ideal para toda a cidade, em virtude, exatamente, das distintas especificidades de cada bairro. Como a disposição da vegetação não é uniforme por toda a cidade, esse cálculo serve também para comprovar a tese da pesquisa, de que Recife não apresenta um sistema de vegetação capaz de suprir as necessidades de conforto térmico ao nível do usuário pedestre. Lembra-se que foi considerada além da vegetação disposta em espaços livres públicos, a vegetação disposta em lotes privados; caso houvesse sido considerada a vegetação apenas nos grupamentos dispostos em espaços livres públicos, por onde transitam os pedestres, obviamente, tais valores seriam menores, o que tornaria ainda mais evidente a tese da pesquisa.



4.4 Praticando a teoria – pesquisa empírica

As medições foram realizadas em três períodos em 2015 – em março, em setembro/outubro, e por fim, em dezembro, em datas próximas aos equinócios de primavera e de outono e ao solstício de verão, respectivamente, de maneira a observar o comportamento das variáveis climáticas, em cada um desses períodos, possibilitando, posteriormente, a sua comparação. As medições em março 2015 ocorreram no Espinheiro. As medições de setembro/outubro e de dezembro 2015 ocorreram no Espinheiro e na Cidade Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.

Não houve medições em junho de 2015, em período próximo ao solstício de inverno, devido à constante presença de chuvas, em muitos momentos torrenciais, tanto em horário diurno quanto noturno. Mesmo que a ocorrência da chuva tivesse havido durante a noite e/ou madrugada imediatamente anteriores aos dias de medição, a vegetação arbórea presente nas ruas, bem como o entorno circundante ainda se encontravam encharcados. Assim, o contexto urbano do recorte em estudo, no Espinheiro, encontrava-se comprometido. Houve também a tentativa de medir na Cidade Universitária – UFPE, mas observou-se que o comprometimento da área era bem maior, devido ao solo natural e gramíneo, que dificultava a evaporação, restando a alta umidade. Não houve períodos de dias inteiros sem chuva, de modo a permitir que a vegetação e seu entorno permanecessem ‘secas’.

Os critérios usados para a escolha dos pontos de medição dos grupamentos arbóreos, no bairro do Espinheiro, deveram-se à quantidade de indivíduos arbóreos nas vias, de tipo (formato de copa, densidade foliar), ao fato de todas as ruas serem paralelas entre si, bem como em relação à diversidade da forma e de uso do solo urbano. Em relação aos indivíduos isolados, o critério primordial foi a sua localização distante de outros indivíduos, sejam isolados ou em agrupamentos, de modo a não sofrerem a sua interferência.

Em todas as vias referentes aos agrupamentos, houve a utilização de três conjuntos de instrumentos, a cada vez, em distâncias diferenciadas. Foram utilizados os seguintes instrumentos: a) Termohigrômetro, Marca Instrutherm. Modelo HT-300, para as medições da temperatura do ar e da umidade relativa do ar; b) Termoanemômetro, Marca Instrutherm, Modelo TAD-500, para o registro da velocidade do vento e, c) bússola, para a direção do vento. Buscou-se evitar a entrada de garagens e de estacionamento, bem como a proximidade com o comércio informal, também presente em algumas ruas comerciais e de serviços, a fim



de evitar que houvesse prejuízo em relação às medições, ao ter possíveis interrupções. Especificamente, nos pontos localizados próximos aos indivíduos isolados, no Espinheiro, houve a utilização dos conjuntos de instrumentos às distâncias de 1,5m, 5m e 10m, a partir do centro da copa do indivíduo arbóreo (figura 126), obedecendo-se o sentido da rua da Hora, no bairro do Espinheiro.

Figura 126 - Esquema do espaçamento dos pontos de medições, próximos aos indivíduos arbóreos isolados.



Fonte: Arte gráfica: Caio Oliveira (2016).

Em relação aos critérios utilizados para a escolha dos indivíduos arbóreos na Cidade universitária – UFPE, em meio próximo ao natural, foram buscados, prioritariamente, indivíduos isolados, distantes de edificações e de áreas de estacionamento, bem como, estarem inseridas em ambiente com solo permeável e gramado.

Além disso, tais indivíduos deviam ter características de porte e de copa compatíveis com os indivíduos encontrados no bairro do Espinheiro, desse modo, ter o formato da copa regular ao seu crescimento, ou seja, que não tenha sofrido poda drástica e desproporcional, para que se pudesse fazer uma comparação entre os dois ambientes (urbano e próximo ao natural). Outro critério se deu em função de algumas espécies pertencerem ao grupo das que se encontram recomendadas para a arborização urbana de ruas e avenidas para a cidade de Recife.

Os mesmos critérios foram utilizados em relação ao agrupamento heterogêneo, na Cidade Universitária – UFPE, acrescentando-se, aqui, a diversidade de espécies. Na Cidade Universitária, nos pontos de medição próximos ao indivíduo arbóreo isolado, houve a utilização dos conjuntos de instrumentos às distâncias de 1,5m, 5m e 10m, a partir do centro da copa do indivíduo arbóreo, obedecendo-se os quatro sentidos, Norte, Sul, Leste e Oeste.



Desse modo, foram utilizados quatro conjuntos de instrumentos para as medições das variáveis climáticas. Em relação ao agrupamento heterogêneo, a marcação dos pontos de medição ocorreu nos dois sentidos contrários ao alinhamento, também às distâncias de 1,5m, 5m e 10m, a partir do centro linear das copas do agrupamento.

Devido à inexistência de uma estação meteorológica apropriada a abrigar os instrumentos, que deveriam ser posicionados à altura exata de 1,50m e protegidos da radiação solar, utilizaram-se, para a proteção dos sensores dos instrumentos Termohigrômetros, guarda-sóis, revestidos de tecido acetinado branco, na parte superior, de modo a auxiliar na reflexão dos raios solares diretos e de tecido fosco preto, na parte inferior, para absorver a radiação indireta, proveniente do entorno circundante, evitando o contato direto com os instrumentos.

Assim sendo, os instrumentos e os guarda-sóis foram fixados em tripés e posicionados à altura aproximada de 1,50m do chão e afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo. Em função da velocidade do vento, foi necessária a utilização de tripés cujo material fosse madeira e ferro, de modo a proporcionar a estabilidade necessária aos instrumentos de medição e ao guarda-sol (figura 127).

Figura 127 – Tripé com os instrumentos de medição, protegidos com o guarda-sol.



Foto: Wilson Barbosa (2015).



4.4.1 Espinheiro – medições das variáveis climáticas

A grande maioria dos pontos de medição no bairro do Espinheiro localizou-se próximo de oitis, espécie mais encontrada no bairro, igual a 18 pontos de medição, sendo 15 próximos aos agrupamentos lineares e três próximos a um indivíduo isolado.

Além disso, três pontos se localizaram junto a um agrupamento linear de sibipiruna (figura 128-a); outros três pontos localizaram-se junto a um agrupamento heterogêneo, composto por indivíduos de cinco espécies: castanhola - *Terminalia catappa* L., sibipiruna, senna - *Senna siamea* (Lam.) H. S. Irwin & Barneby, pau-brasil - *Caesalpinia echinata* Lam., além de uma espécie ainda desconhecida pelos pesquisadores (128-b).

Figura 128 – Agrupamentos arbóreos no bairro do Espinheiro. (a) Agrupamento homogêneo – sibipiruna; (b) Agrupamento heterogêneo.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2015).

Durante os períodos de medições, em março, setembro e outubro e em dezembro 2015, houve também medições à proximidade de cinco espécies individuais e isoladas, no mesmo bairro: Felício – *Filicium decipiens* (Wight & Arn.) Thwaites, pau-brasil, oiti, sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.) e senna s.p. Aqui, foram apresentados os resultados das medições à proximidade de duas delas: oiti e sibipiruna (figura 129), considerando-se que se conseguiram fazer medições próximas aos agrupamentos lineares homogêneos dessas mesmas espécies, visando à comparação entre os valores das variáveis registrados próximos a um indivíduo isolado e próximo a um agrupamento. É importante informar que os indivíduos



isolados não fizeram parte dos agrupamentos lineares, localizando-se na rua da Hora, ou seja, perpendicular a esses agrupamentos.

Figura 129 – Indivíduos isolados. (a) Oiti; (b) Sibipiruna.



Fotos: (a) Jaucele Azerêdo (2015); (b) Wilson Barbosa (2015).

As ruas escolhidas possuem, predominantemente, o uso residencial. Apenas alguns trechos no percurso das medições possuem o uso comercial e de serviços mais evidenciado, a exemplo do trecho que compreende o agrupamento linear arbóreo homogêneo composto por sibipirunas, localizado na rua Santo Elias e dos trechos nos quais se inserem os indivíduos isolados das espécies oiti e sibipiruna, que se encontram na rua da Hora. Nas ruas São Salvador e Barão de Itamaracá, cujos agrupamentos arbóreos homogêneos se apresentam com o oiti, o uso do solo é, em sua maioria, o residencial.

Apesar do uso prioritariamente residencial, constatou-se que, na grande maioria dos pontos, o fluxo de automóveis é bastante intenso, sendo mais evidenciado, obviamente, em horários de pico. Fato esse comprovado através da relação direta dessas vias com o eixo viário arterial Av. Governador Agamenon Magalhães.

Em relação à sibipiruna, também conhecida, popularmente como pau-brasil, sebipura e coração-de-negro (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.), Lorenzi (2002, p. 164) cita que é uma árvore semidecídua e indiferente às condições físicas do solo, com altura variável de 8 a 16m e com tronco variando entre 30 e 40 cm de diâmetro. Floresce a partir do final do mês de agosto, prolongando-se até meados de novembro. Esta árvore apresenta copa bastante ornamental e flores amareladas, sendo amplamente utilizada em arborização urbana viária. É



importante ressaltar que, em virtude de a árvore possuir folhagem semidecídua, ou seja, perder parte de suas folhas no período de brotação e florescimento, dando lugar às flores (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010, p.158), é interessante que seu plantio seja conjugado com espécies cuja folhagem seja perene, para que os usuários do ambiente urbano não sofram prejuízos quanto ao sombreamento, quando e onde necessário, a exemplo de Recife.

De início, optou-se por medir em 27 pontos no bairro do Espinheiro, para se obter maior abrangência espacial do estudo, dentro de um período próximo a duas horas (variando em cinco minutos para mais ou para menos), utilizado como período base para as medições. Durante o mês de março de 2015, foram realizadas oito baterias de medições, em quatro manhãs e em quatro tardes. Porém, já com as análises iniciais dessas medições, verificou-se que os dados encontrados nas ruas Barão de Itamaracá e Quarenta e Oito eram muito próximos. Sendo assim, foi decidido que nas medições de setembro/outubro e de dezembro 2015 poder-se-ia retirar os seis pontos de medição localizados na rua Quarenta e Oito, totalizando em 21 pontos, o percurso, sem o prejuízo da pesquisa empírica. Decidiu-se apresentar, aqui, todos os resultados das medições, ou seja, os 27 pontos relativos a março de 2015 e os 21 pontos das medições de setembro/outubro e de dezembro de 2015.

É importante frisar que, nessas medições, ocorreram interferências externas, a exemplo do tráfego de veículos e de pedestres, bem como o estacionamento de veículos, que dificultavam o posicionamento dos pesquisadores em seus respectivos pontos de medição. Este fato reorientou a localização de tripés, a pequenas distâncias, sem que houvesse o comprometimento da coleta e da interpretação dos dados.

O conjunto de medições no bairro do Espinheiro foi realizado em 23, 25, 26 e 27-03-2015, datas próximas ao equinócio de outono, em 28, 29, 30-09-15 e 01 e 02-10-15, datas próximas ao equinócio de primavera e em 14 e 15-12-15, à proximidade do solstício de verão, em períodos manhã e tarde⁹⁵, de 08 às 10h00 e de 14 às 16h00, aproximadamente, totalizando 20 períodos de medições.

Nas medições no bairro do Espinheiro, houve a utilização de três conjuntos de instrumentos fixados em três tripés, às distâncias de 1,5m, 5,0m e 10m do centro da copa da árvore, sentido nordeste, em relação aos indivíduos isolados sibipiruna e oiti, representados pelas cores verde, conjunto ['D', 'E' e 'F'] e rosa claro ['G', 'H' e 'I'], respectivamente. Em relação aos agrupamentos homogêneos de oitis e de sibipiruna e ao agrupamento heterogêneo, os

⁹⁵ Devido à incompatibilidade de horários de toda a equipe de pesquisadores, em 28-09-15, as medições ocorreram à tarde, e em 02-10-15, as medições ocorreram pela manhã, no Espinheiro.



conjuntos de tripés localizaram-se paralelos ao alinhamento, sendo, os conjuntos dos agrupamentos de oitis representados pelas cores: bege claro [‘A’, ‘B’ e ‘C’], rosa escuro [‘P’, ‘Q’ e ‘R’], amarela [‘S’, ‘T’ e ‘U’], azul escuro [‘V’, ‘W’ e ‘X’], e marrom claro [‘Y’, ‘Z’ e ‘AA’]; o agrupamento homogêneo de sibipiruna na cor ‘bege escuro’ [‘J’, ‘K’ e ‘L’] e, por fim, o agrupamento heterogêneo representado pela cor azul claro [‘M’, ‘N’ e ‘O’] (figura 130 e tabelas numeradas de 6 a 11). Ressalta-se que todas as medições, em cada conjunto de três tripés, foram feitas simultaneamente.

Figura 130 – Localização dos 27 pontos de medição no bairro do Espinheiro, Recife/PE.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 12-08-2016.

Visando alcançar a média dos valores das variáveis climáticas, houve uma inversão de orientação de percurso, em dias de medições consecutivas, assim, em 23 e 26 de março, o percurso começou na rua São Salvador, terminando na rua Quarenta e Oito. Em 24 e 27 de março, o percurso foi contrário, começando na rua Quarenta e Oito e terminando na rua São Salvador.

Em setembro e outubro e em dezembro 2015, houve a diminuição da quantidade de pontos e do percurso, desse modo, em 28 e 30 de setembro e 02 de outubro, e em 14 de dezembro, o percurso partiu da rua São Salvador, terminando na rua Barão de Itamaracá.

Em 29 de setembro e 01 de outubro e em 15 de dezembro, as medições começaram nos três últimos pontos da rua Barão de Itamaracá e terminaram nos três primeiros pontos na sua São Salvador.

Excetuou-se, deste estudo, no Espinheiro, a realização de medições no horário noturno, pois havia a necessidade de comparação entre os valores das variáveis climáticas e o meio urbano e a radiação solar, prioritariamente. No entanto, o que impossibilitou a realização de medições em horário noturno, que poderiam atestar o acúmulo de calor nos recortes estudados, foi a indisponibilidade de membros da equipe.

Os resultados apresentados correspondem a 20 medições em cada ponto, sendo 10 no período da manhã e dez no período da tarde. Os dados coletados com as medições das variáveis climático-ambientais foram comparados aos disponibilizados pelas Estações Meteorológicas de Observação de Superfície Automática e Convencional do Inmet – Instituto Nacional de Meteorologia, para as mesmas datas e horários da cidade de Recife. Como as medições duraram aproximadamente duas horas, em cada período, escolheram-se os horários de 09h00 e de 15h00, para serem utilizados como referência, já que a Estação Convencional disponibiliza dados nesses horários. Os mesmos horários foram respeitados, em relação à Estação Automática. Os valores dessas Estações de Referência também foram apresentados através da média aritmética. A Estação Convencional Recife e a Estação Automática Recife localizam-se no bairro do Curado. Para a análise dos resultados, além dos valores registrados, houve a comparação com o tipo de uso e ocupação do solo, tipo do vegetal, além da observância de outras variáveis, como o desenho da malha urbana, a densidade construtiva, a largura da caixa viária, o fluxo de pedestres e de veículos e os materiais de pavimentação da calçada e entorno próximo. Em todos os horários das medições, a condição da abóbada celeste era parcialmente encoberta, correspondendo à faixa de $1/3 < x < 2/3$ de nuvens.



Quanto à sistematização das medições, tem-se que, todos os dados anotados durante as medições das variáveis climáticas nos meses de março, setembro e outubro e dezembro de 2015 foram sistematizados no programa Excel. Para a apresentação dos dados houve a escolha de datas e horários representativos, por ponto de medição. Todos os dados coletados foram comparados aos disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), através de duas Estações: Estação Automática⁹⁶ e Estação Convencional⁹⁷, para os mesmos dias e horários das medições na cidade de Recife. Mesmo que a Estação Automática disponibilize dados das variáveis a cada hora, decidiu-se manter o mesmo horário disponibilizado pela Estação Convencional. Assim, foram utilizados os horários-base das nove horas (12 UTC⁹⁸) e das 15 horas (18 UTC).

Os dados representativos foram apresentados em forma de figuras, em planta baixa e em cortes, demonstrando, claramente, a relação de influência recíproca entre a vegetação arbórea e o valor da variável climática temperatura do ar.

⁹⁶ http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php

⁹⁷ <http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>

⁹⁸ Universal Time Coordinated (UTC). As Estações Meteorológicas de Referência disponibilizam os valores das variáveis climáticas a partir de UTC.



A tabela 6 e os gráficos de 25 a 27 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 27 pontos no bairro do Espinheiro, coletados em março de 2015, no período da manhã. A direção dos ventos predominantes é apresentada apenas na tabela 6. A fim de comprovar a existência de acúmulo de calor, em meio urbano, também foram apresentadas as médias registradas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional – Inmet.

Tabela 6– Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – março 2015 - Espinheiro.

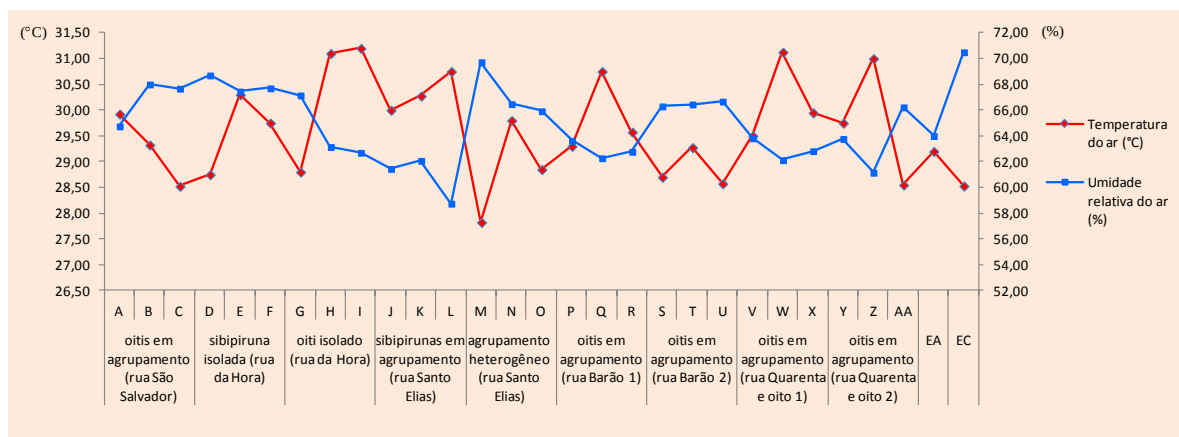
Bairro – Espinheiro						
Datas - 23; 25; 26 e 27-03-15						
Período – manhã						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	vento		
				direção (N)	velocidade (m/s)	
					média	pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	29,93	64,75	SE	0,99	2,80
	B	29,33	68,00		0,50	1,60
	C	28,53	67,68		0,43	2,90
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	28,75	68,70	NE	0,79	2,5
	E**	30,30	67,45		0,80	-
	F***	29,75	67,70		0,59	2,5
oiti isolado (rua da Hora)	G*	28,80	67,15	NE	0,67	2,6
	H**	31,10	63,15		0,64	2,0
	I***	31,20	62,70		0,87	-
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	30,00	61,45	SE	0,61	2,4
	K	30,28	62,08		0,61	1,9
	L	30,75	58,75		0,45	2,7
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	27,83	69,73	SE	1,23	5,0
	N	29,80	66,48		0,35	4,1
	O	28,85	65,93		0,89	3,3
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	29,30	63,63	SE	0,36	2,2
	Q	30,75	62,28		0,28	1,4
	R	29,58	62,78		0,24	2,7
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	28,70	66,30	SE	1,34	4,0
	T	29,28	66,45		0,98	3,6
	U	28,58	66,68		0,27	2,0
oitis em agrupamento (rua Quarenta e oito 1)	V	29,50	63,83	SE	0,61	2,5
	W	31,13	62,13		0,38	1,9
	X	29,95	62,83		0,35	3,0
oitis em agrupamento (rua Quarenta e oito 2)	Y	29,75	63,78	SE	0,94	4,1
	Z	31,00	61,15		0,28	1,7
	AA	28,55	66,23		0,67	2,6
Estação automática****		29,20	64,00	132	2,20	5,6
Estação convencional****		28,53	70,50	15	1,90	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

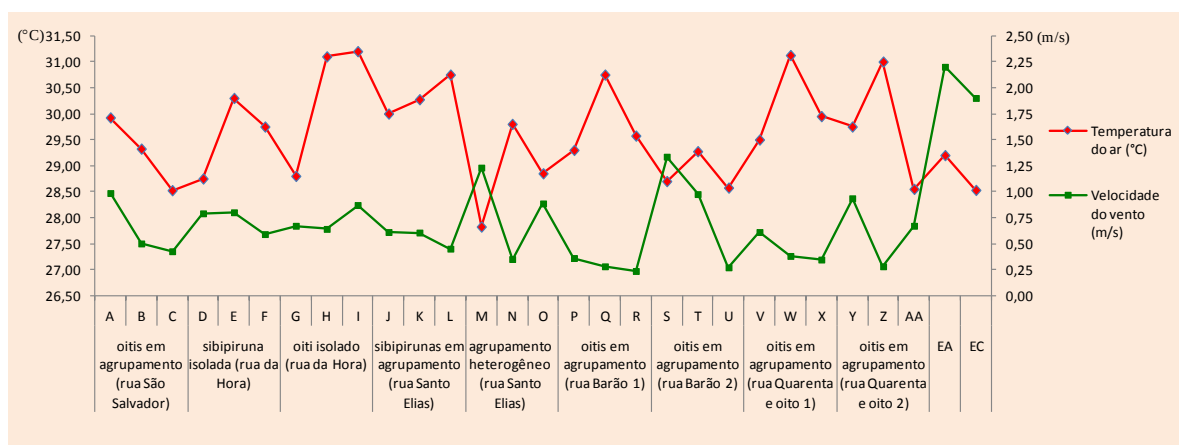


Gráfico 25 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – março 2015 – Espinheiro.



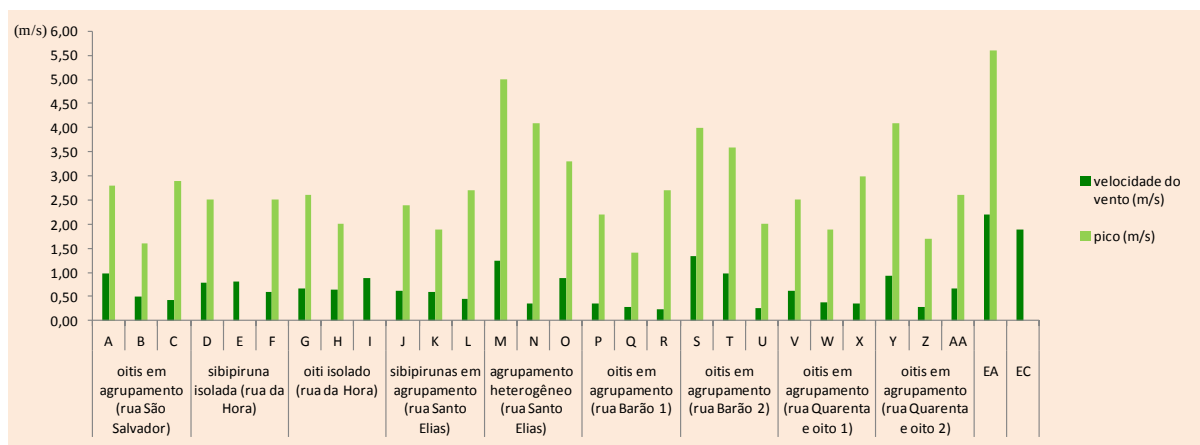
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 26 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhã – março 2015 – Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 27 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – março 2015 – Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



O ponto 'I' registrou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,20°C, estando localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo denominado, popularmente, oiti. Lembra-se que os tripés, em caso das medições à proximidade de indivíduos arbóreos individuais localizaram-se a 1,5m, 5m e 10m do centro da copa da árvore. Esse valor de temperatura foi registrado pelo instrumento que se localizava à distância de dez metros. O entorno próximo a esse ponto possui o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, de modo bastante evidenciado. Anota-se também que a rua da Hora é um dos grandes corredores viários do bairro do Espinheiro, comportando, diariamente, grande fluxo de veículos. Toda a cobertura do solo à proximidade deste ponto é impermeável, sendo a maior quantidade em pavimentação asfáltica. O único e extremamente restrito espaço permeável localiza-se imediatamente junto ao tronco do indivíduo arbóreo. Ressalta-se também que inexistente um recuo entre a calçada e a edificação comercial, disposta no lote lindeiro. O conjunto desses fatores corrobora com esse valor registrado de temperatura do ar. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 2,67°, em relação à Estação Convencional, e de 2,00°C, em relação à Estação Automática.

O valor médio registrado da velocidade dos ventos, nesse ponto 'I', oriundo de nordeste, igual a 0,87m/s, inferior aos valores coletados pelas Estações de Referência Inmet, também indica a contribuição com o acúmulo de calor. Este trecho da rua da Hora, onde este ponto está inserido, possui uma configuração urbana que interfere negativamente na velocidade dos ventos, devido à altura e afastamento das edificações.

O menor valor médio da temperatura do ar foi registrado no ponto 'M', igual a 27,83°C e a maior média da umidade relativa do ar, igual a 69,73%, confirmando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Quando observadas as linhas que representam a temperatura do ar e a umidade relativa do ar, comparativamente, é possível fazer a leitura dessa relação de inversabilidade, como um todo.

Neste ponto 'M', também houve o registro do segundo maior valor médio da velocidade do vento, que foi de 1,23 m/s, o que se reflete no menor valor médio da temperatura do ar. É importante anotar que foi nesse ponto 'M' que se registrou, durante o período das medições, o maior valor de velocidade dos ventos, igual a 5,0m/s, no período da manhã (correspondente ao pico da velocidade do vento). Mesmo que esse valor não tenha sido inserido na média aritmética, pelo fato de ter sido registrado fora dos momentos de anotação (lembra-se que a



anotação se fazia a cada minuto, no período total de cinco minutos), vale como referência de possibilidade de ocorrência.

Outra observação importante é que o ponto 'M' localizou-se à proximidade de um agrupamento heterogêneo, composto por indivíduos de cinco espécies diferentes, comprovando a importância da implantação da vegetação heterogênea, visando ao conforto térmico do usuário.

Quando comparados os valores das médias das variáveis dos agrupamentos lineares com oitis aos valores registrados à proximidade do indivíduo isolado oiti, tem-se que, nenhum valor registrado à proximidade dos agrupamentos lineares (15 pontos - ruas São Salvador, Barão Itamaracá e Quarenta e Oito) superou o registrado a 10m do indivíduo isolado, na rua da Hora, igual a 31,20°C. Há que se observar aqui que a densidade de copa, considerando-se os agrupamentos lineares, por oiti, era muito maior quando comparada ao indivíduo isolado, o que permitia uma maior mancha superficial sombreada, durante a manhã. Isso indica a necessidade em se arborizar, continuamente, as vias, visando à proteção do usuário pedestre, em relação à radiação solar direta, atendendo às suas necessidades de conforto, considerando-se o clima tropical litorâneo quente e úmido.

Quando comparados os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os pontos, no período da manhã, anotou-se o registro de acúmulo de calor igual a 3,37°C, entre os pontos 'I' e 'M', distante 10m do centro da copa do indivíduo isolado oiti (rua da Hora) e sob a influência do agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias), respectivamente.

Normalmente, em meio urbano, as temperaturas são superiores às registradas em Estações Meteorológicas de Referência, sob condições de microclima natural. Neste bairro, alguns foram menores, possivelmente por influência da vegetação arbórea, distribuída nas ruas e avenidas.

À exceção do ponto 'M', todos os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet, o que reitera a necessidade de estudos futuros acerca de calibração da zona considerada de conforto para a cidade de Recife. Em 100% dos registros, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido. Quanto à zona de conforto, em Recife, a temperatura do ar está entre 24 e 28°C e a umidade relativa do ar, entre 50 e 70%, segundo Azerêdo e Freitas (2015).



Quanto à direção dos ventos predominantes, em relação ao Norte magnético, na grande maioria dos pontos, a direção foi igual à predominante em Recife, direção sudeste. Apenas, na rua da Hora, o registro foi de nordeste. Tal alteração de direção é em função da forma e de usos urbanos. O meio urbano também interferiu, diretamente, nos valores da velocidade do vento, que de uma maneira geral, foram registrados abaixo dos valores das Estações Meteorológicas de Referência Inmet.

Dos 27 pontos medidos, em 25 deles (93% dos pontos), os valores das médias da velocidade dos ventos estiveram fora da zona considerada de conforto, para Recife, que corresponde à faixa entre 1 e 3m/s. Como também, é importante ressaltar a relação entre os valores da temperatura e da umidade relativa, em função da forma urbana, da dimensão e traçado das vias, não se esquecendo do uso do solo urbano. Ressalta-se que na maioria dessas vias há estacionamento dos dois lados, o que favorece o acúmulo de calor e desfavorece a passagem do vento através das calçadas, à altura do usuário pedestre.



A tabela 7 e os gráficos de 28 a 30 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 27 pontos no bairro do Espinheiro, coletados em março de 2015, período tarde. Além disso, apresenta também as médias coletadas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários.

Tabela 7 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – março 2015 - Espinheiro.

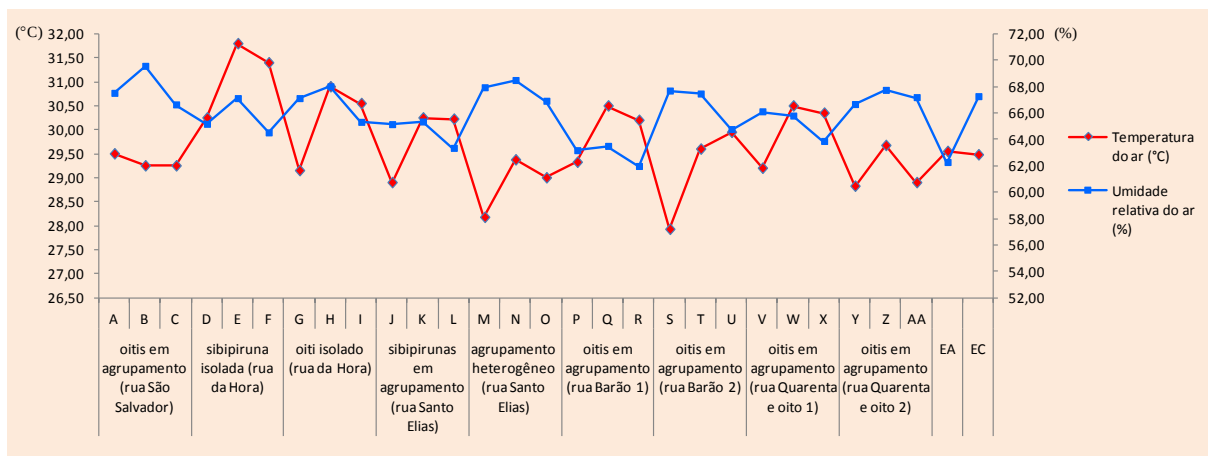
Bairro – Espinheiro						
Datas - 23; 25; 26 e 27-03-15						
Período – tarde						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	direção (N)	Vento	
					velocidade (m/s)	
					média	Pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	29,50	67,50	SE	1,51	4,50
	B	29,25	69,55		0,88	2,70
	C	29,25	66,63		0,39	4,70
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	30,25	65,15	NE	0,46	-
	E**	31,80	67,10		0,38	-
	F***	31,40	64,50		0,24	-
oiti isolado (rua da Hora)	G*	29,15	67,10	NE	0,60	1,9
	H**	30,90	68,00		0,27	-
	I***	30,55	65,30		0,28	-
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	28,90	65,13	SE	0,53	3,4
	K	30,25	65,33		0,34	2,1
	L	30,23	63,33		0,285	1,8
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	28,18	67,93	SE	1,37	5,3
	N	29,38	68,48		0,49	2,3
	O	29,00	66,90		0,94	2,4
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	29,33	63,15	SE	0,49	3,0
	Q	30,50	63,48		0,29	1,5
	R	30,20	61,95		0,42	2,4
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	27,93	67,68	SE	1,24	3,8
	T	29,60	67,45		1,18	3,5
	U	29,95	64,75		0,31	2,8
oitis em agrupamento (rua Quarenta e oito 1)	V	29,20	66,10	SE	0,43	2,1
	W	30,50	65,78		0,31	3,0
	X	30,35	63,85		0,37	2,6
oitis em agrupamento (rua Quarenta e oito 2)	Y	28,83	66,65	SE	1,29	4,2
	Z	29,68	67,73		0,31	1,7
	AA	28,90	67,18		0,71	3,4
Estação automática****		29,55	62,25	129	1,93	5,9
Estação convencional****		29,48	67,25	15	1,90	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

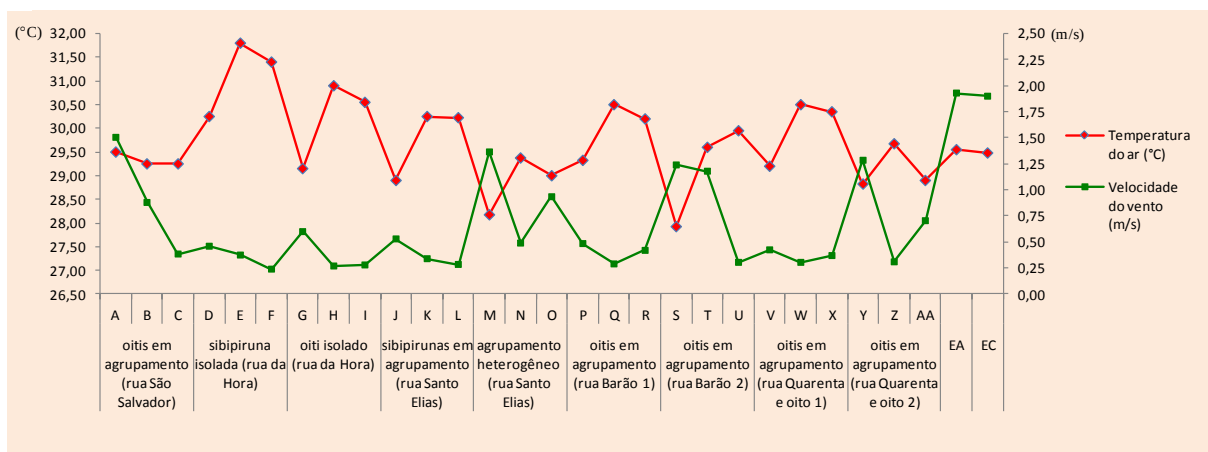


Gráfico 28 – Médias dos valores da variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – março 2015 – Espinheiro.



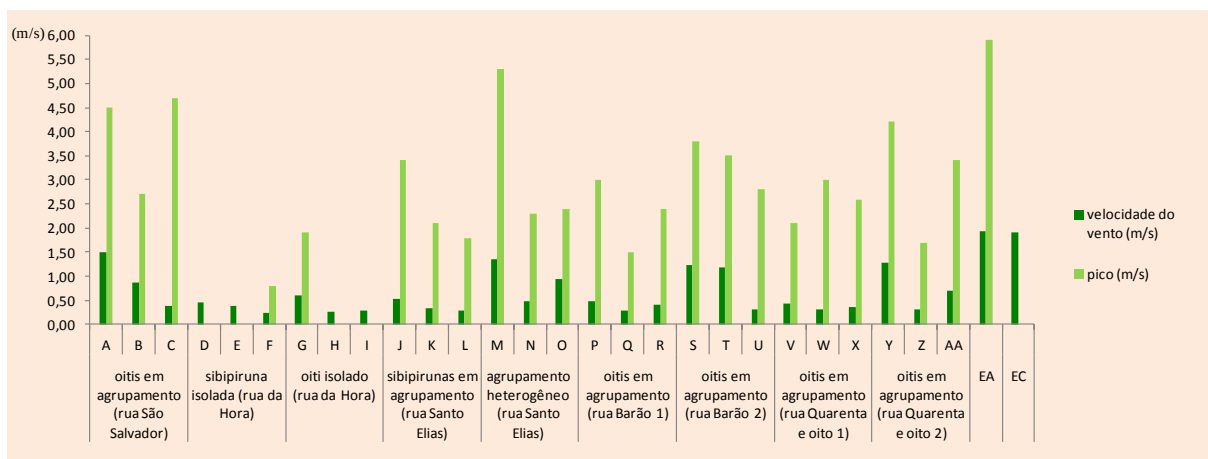
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 29 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – março 2015 – Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 30 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – março 2015 – Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



A partir da tabela 7 e dos gráficos de 28 a 30, percebe-se que o ponto ‘E’ apresentou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,80°C, estando localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo denominado, popularmente, sibipiruna. Este valor de temperatura foi registrado pelo instrumento que se localizava à distância de cinco metros do centro da copa do indivíduo arbóreo. Do mesmo modo que o oiti isolado, também localizado na rua da Hora, o entorno próximo a sibipiruna isolada possui o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, de modo bastante evidenciado. Toda a cobertura do solo à proximidade deste ponto é também impermeável, sendo a maior quantidade superficial em pavimentação asfáltica. O único espaço permeável localiza-se imediatamente junto ao tronco do indivíduo arbóreo e é extremamente pequeno. Ressalta-se também que o recuo existente entre a calçada e a edificação comercial destina-se a estacionamento. Tais fatores vêm a corroborar com esse alto valor médio de temperatura do ar. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações de Referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 2,32°, em relação à Estação Convencional, e de 2,25°C, em relação à Automática.

O valor médio registrado da velocidade dos ventos, nesse ponto ‘E’, oriundo de nordeste, igual a 0,38m/s, inferior aos valores coletados pelas Estações de Referência Inmet, também apresenta a contribuição com o acúmulo de calor registrado nesse ponto. O menor valor médio da temperatura do ar, registrado no período da tarde, ocorreu no ponto ‘S’, igual a 27,93°C, que também apresentou um dos maiores valores da umidade relativa do ar do percurso dos 27 pontos, igual a 67,68%. O ponto ‘S’ localizou-se à proximidade do agrupamento homogêneo formado por oitis, na rua Barão de Itamaracá. No ponto ‘M’, localizado à proximidade do agrupamento heterogêneo composto por cinco espécies, foi registrada a segunda menor média da temperatura do ar, igual a 28,18°C. Como também, foi registrado o segundo maior valor médio da velocidade dos ventos predominantes, igual a 1,37m/s. Ainda neste ponto, houve a anotação do maior valor absoluto da velocidade do vento, igual a 5,3m/s, (correspondente ao pico da velocidade do vento). Mesmo que esse valor não tenha sido inserido na média aritmética, pois foi registrado fora dos momentos de anotação, vale como referência de possibilidade de ocorrência. Do mesmo modo que nas médias correspondentes ao período da manhã, quando comparados os valores das variáveis dos agrupamentos homogêneos de oitis aos valores registrados à proximidade do indivíduo isolado oiti, tem-se que, nenhum valor registrado à proximidade dos agrupamentos lineares, ou seja, nenhum dos 15 pontos localizados nas ruas São Salvador, Barão Itamaracá e Quarenta e Oito, superou um dos valores registrados à proximidade do indivíduo isolado, na



rua da Hora, igual a 30,80°C, porém, este localizado a cinco metros do centro da copa da árvore. O mesmo foi constatado em relação à comparação entre os valores registrados pelas médias de temperatura à proximidade do agrupamento linear arbóreo sibipiruna e o indivíduo isolado, o que torna relevante a necessidade de arborização em todas as vias na cidade, visando ao conforto térmico ambiental, ao nível do pedestre. Quando comparados os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os 27 pontos do percurso, no período da tarde, anotou-se um acúmulo de calor de 3,87°C, entre os pontos 'E' e 'S', o que supera a diferença anotada no período da manhã, comprovando a existência do aumento de acúmulo de calor, no Espinheiro, no decorrer do dia. À exceção do ponto 'S', por uma diferença centesimal, todos os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet. Como ocorreu no período da manhã, em 100% dos registros, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido. Quanto à direção dos ventos predominantes, em relação ao Norte magnético, os valores anotados na tabela 7 seguiram o mesmo padrão do período da manhã, ou seja, na grande maioria dos pontos, a direção foi igual à predominante em Recife, direção sudeste, e, apenas, na rua da Hora, o registro foi de nordeste. Em relação à velocidade dos ventos, todos os valores estiveram abaixo dos valores apresentados pelas Estações, além disso, a ampla maioria se enquadrou fora dos limites da zona de conforto, para Recife, que corresponde à faixa entre 1 e 3m/s.

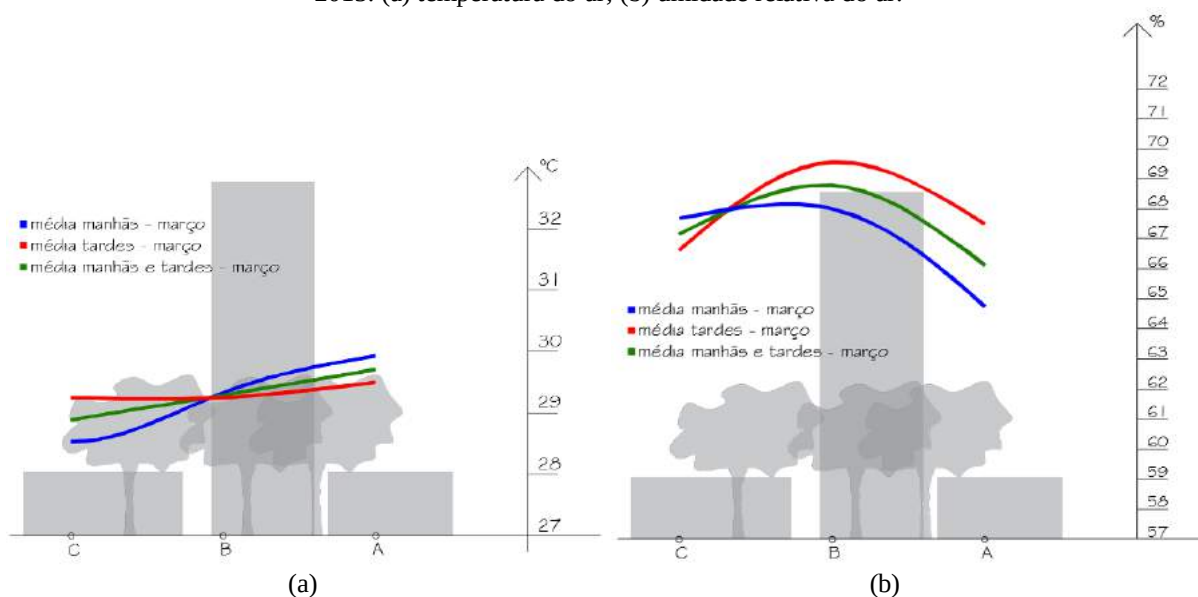
A seguir, encontram-se os gráficos que apresentam médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, de cada conjunto de medições, separadamente, para o período março de 2015 (gráficos 31 a 37). Pode-se, portanto, tecer uma análise comparativa entre os pontos específicos de cada conjunto de medições. A apresentação das médias das manhãs, das médias das tardes e das médias das médias das manhãs e das tardes, por conjunto de medições, visou a uma melhor compreensão das disparidades que ocorreram em alguns conjuntos, entre os valores registrados durante as manhãs e durante as tardes. Percebeu-se que, ao se apresentar apenas a média geral do percurso do bairro, correspondente a média das médias das manhãs e das tardes, haveria a perda de especificidades, em alguns pontos. Em se tratando de um estudo acerca da importância da vegetação arbórea enquanto um sistema, em meio urbano, visando à adequação climática, sob o viés térmico, ao nível do usuário pedestre, buscou-se a comprovação da necessidade de sombreamento, em todo o dia. Apresentando-se, separadamente, através de gráficos, pode-se ter facilmente, uma leitura comparativa dos valores, o que auxilia na avaliação e análise do ambiente em estudo.



O gráfico 31 ('a' e 'b') apresenta as resultantes dos valores das médias de temperatura do ar e de umidade relativa do ar **do conjunto ['A', 'B', 'C'], localizado na rua São Salvador, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear compostos por oitis**. Percebe-se que houve uma pequena diferença entre os valores representados pelas linhas dos gráficos de temperatura do ar, quando comparados os períodos de medição durante as manhãs e as tardes, mostrando que a temperatura no ponto 'A' foi mais elevada que no ponto 'C', de manhã. O ponto 'A' localizou-se mais próximo à avenida Agamenon Magalhães, ou seja, esteve mais propenso a receber a radiação solar por mais tempo, durante a manhã. No período da tarde, houve uma leve diminuição do valor em 'A', e um aumento, um pouco maior, em 'C'. Apesar de 'A' já se encontrar completamente sombreado, devido à sua localização, lindeira à via local do corredor da Agamenon Magalhães, o calor, nesse espaço, demora a se dissipar. À proximidade de 'B', localizado no centro do agrupamento, não houve alteração. Lembra-se ainda que, o ponto 'A' estava mais livre de empecilhos aos ventos, o que contribuiu com os valores não díspares das médias, entre os dois períodos.

Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 31-b), nesse conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde, a maior diferença percentual é observada no ponto 'A', devido a sua localização, sofrendo maior interferência da velocidade do vento. Os picos dos valores da umidade relativa do ar ocorrem em 'B', independente do período, manhã ou tarde, devido a este ser o centro do agrupamento e sempre se encontrar sombreado, devido à densidade foliar do conjunto de indivíduos.

Gráfico 31– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

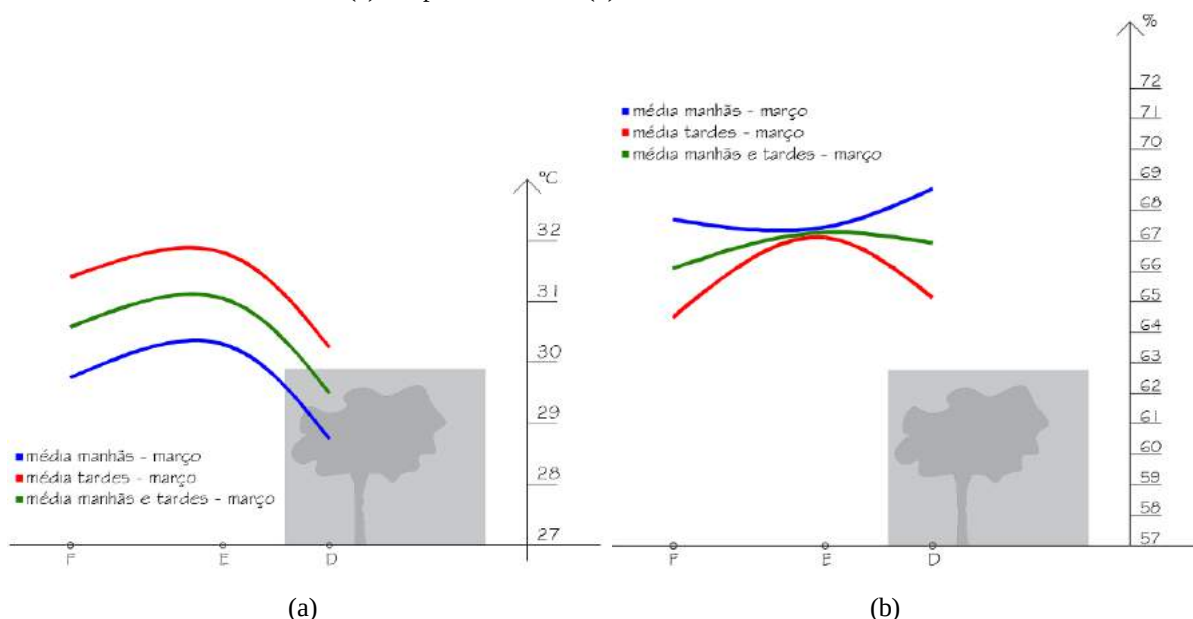


Fonte: Jaucele Azerêdo.

No gráfico 32 ('a' e 'b') pode-se observar os valores resultantes das médias de temperatura do ar e de umidade relativa do ar **do conjunto ['D', 'E', 'F'], localizado na rua da Hora**. A amplitude térmica diária observada no gráfico 12-a foi praticamente constante, no conjunto de três pontos **à proximidade do indivíduo isolado sibipiruna**, localizado na rua da Hora. O desenho dos gráficos mostra uma curva ascendente que parte de 'D', mais próximo ao centro da copa da árvore, atingindo o seu ápice, em 'E', a cinco metros do centro da copa. Isso se justifica pelo fato de que este indivíduo arbóreo possuía a copa com densidade foliar rala, com vazios entre a folhagem, o que permitia a passagem da radiação solar. Assim sendo, independente do período, ou seja, manhã ou tarde, o desenho do gráfico se repetiu. Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 32-b), nesse conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde, existiu a inversabilidade entre os desenhos.

Observando-se, especificamente, a linha que representa a média dos dois períodos, comprova-se, facilmente, que o gráfico é descendente a partir do centro da copa da árvore, ou seja, o maior valor médio da umidade relativa do ar encontrou-se mais próximo deste centro. As maiores diferenças dos percentuais de umidade do ar foram registradas nos pontos extremos 'D' e 'F'. O valor em 'D' se justifica pela proximidade com o centro da copa, um pouco mais denso. Em 'F', devido à velocidade do vento, que alcançou valores muito baixos, inclusive o menor valor médio de todo o circuito de 27 pontos, igual a 0,24m/s, registrado no período da tarde.

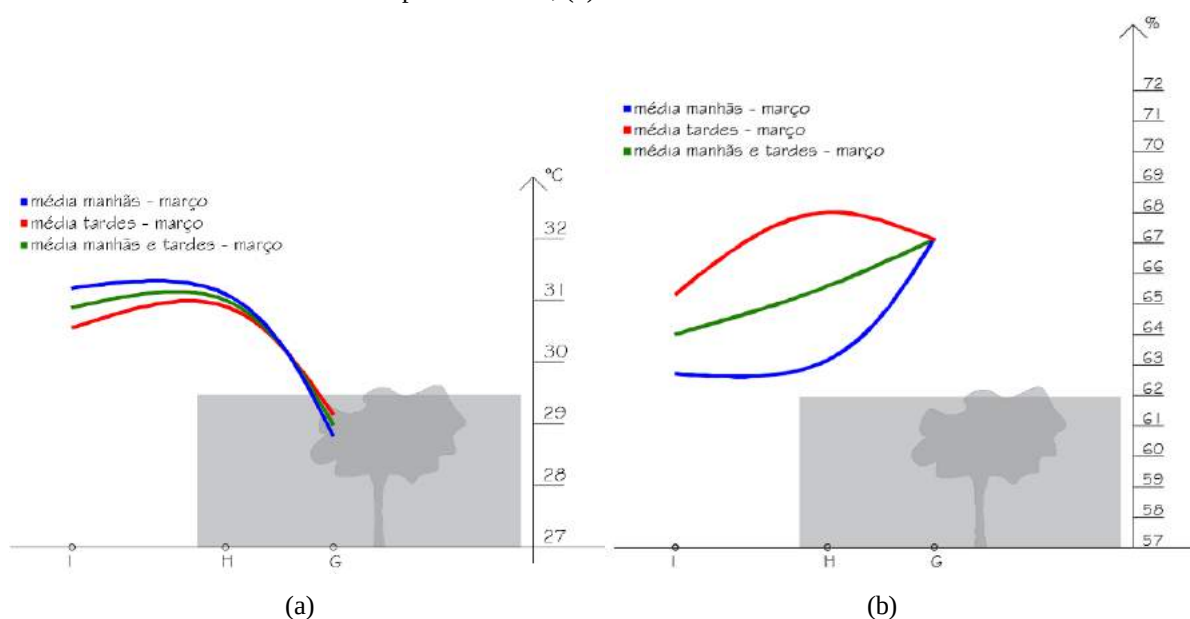
Gráfico 32 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, março 2015.
(a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Através do gráfico 33 ('a' e 'b') que mostra os valores das médias das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar do **conjunto ['G', 'H', 'I'], localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo arbóreo isolado oiti**, pode-se observar que, do mesmo modo que no conjunto à proximidade do agrupamento linear composto por oitis, na rua São Salvador, houve uma sutil diferença de valores entre as linhas dos gráficos de temperatura do ar, representativas do conjunto à proximidade deste indivíduo isolado oiti, localizado na rua da Hora. Além do que, quando comparados os períodos de medição durante as manhãs e as tardes, percebe-se que o desenho se repetiu, ou seja, a temperatura no ponto 'G', distante de três metros do centro da copa da árvore foi a menos elevada em ambos os períodos. As curvas ascendentes dos gráficos, a partir deste ponto, indicam que a temperatura tende a crescer à medida que se afasta do centro da copa do indivíduo em questão.

Gráfico 33 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



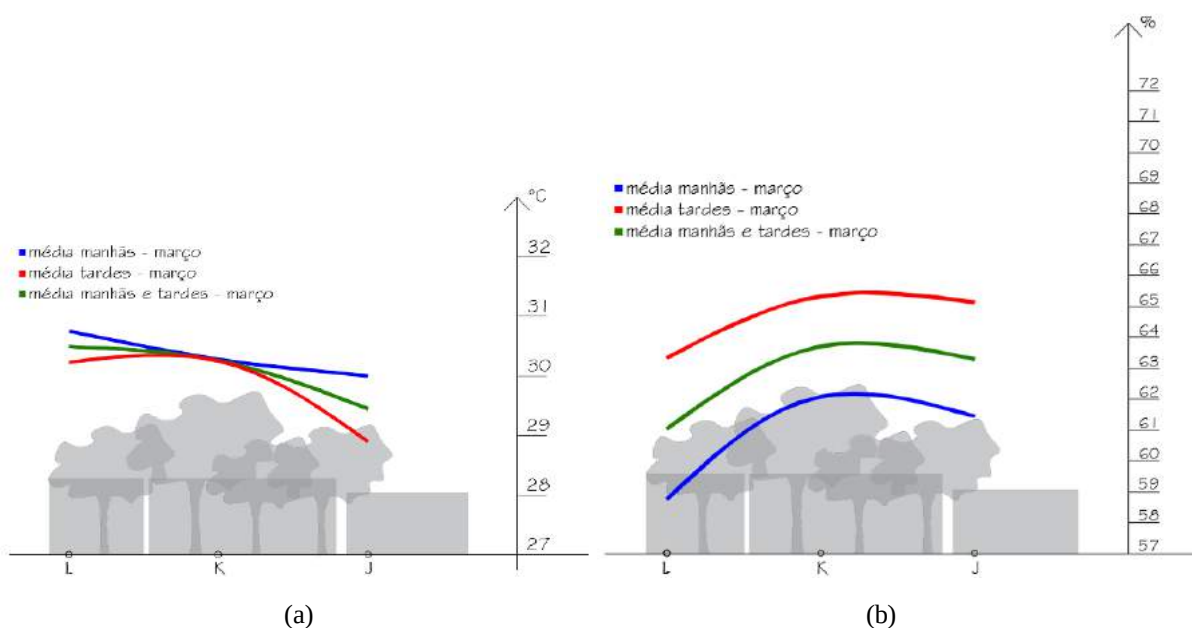
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 33-b), percebe-se a inversabilidade do desenho dos gráficos, referentes aos períodos manhã e tarde. No ponto mais próximo ao centro da copa, sempre sombreado, registrou-se o maior valor da umidade, em ambos os períodos. Avaliando-se, mais especificamente, o desenho da média dos dois períodos, observa-se uma curva descendente, a partir do centro da copa, o que indica a inversabilidade em relação à temperatura do ar.



Quanto ao conjunto ['J', 'K', 'L'], localizado na rua Santo Elias, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear composto por sibipirunas (gráfico 34 – 'a', 'b'), pode-se afirmar que também houve uma pequena diferença de valores entre as linhas dos gráficos que representam a temperatura do ar, quando comparados os dois períodos. Apesar de se perceber que o desenho é ligeiramente inverso, fica claro que os valores anotados em 'J', são menores do que os registrados em 'L', independente do período, sendo que a maior diferença registrada entre 'J' e 'L' ocorreu à tarde. Deve-se atentar ao fato de que 'J' quase sempre esteve sombreado, principalmente, por edificações vizinhas, e que 'L' permaneceu, em alguns momentos, ao sol. Outro dado relevante é que a localização de 'L' era bastante próxima ao cruzamento da rua Santo Elias com a rua do Espinheiro (alto fluxo de veículos e de pedestres), o que incrementa os valores de temperatura do ar. Lembra-se, ainda, que este agrupamento formado por sibipirunas não se constituiu em uma densidade de copa muito relevante, havendo muitos vazios entre as folhagens, em decorrência da especificidade característica da espécie, que possui copa rala. Quanto à umidade relativa do ar (gráfico 34-b), as curvas foram descendentes a partir de 'J', em direção a 'L', independente do período de medição, comprovando a relação de inversabilidade existente entre as variáveis umidade e temperatura do ar, considerando-se que em 'L', foram registrados os maiores valores da temperatura do ar. Percebe-se ainda uma constância dos valores anotados em 'J' e em 'K'.

Gráfico 34 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

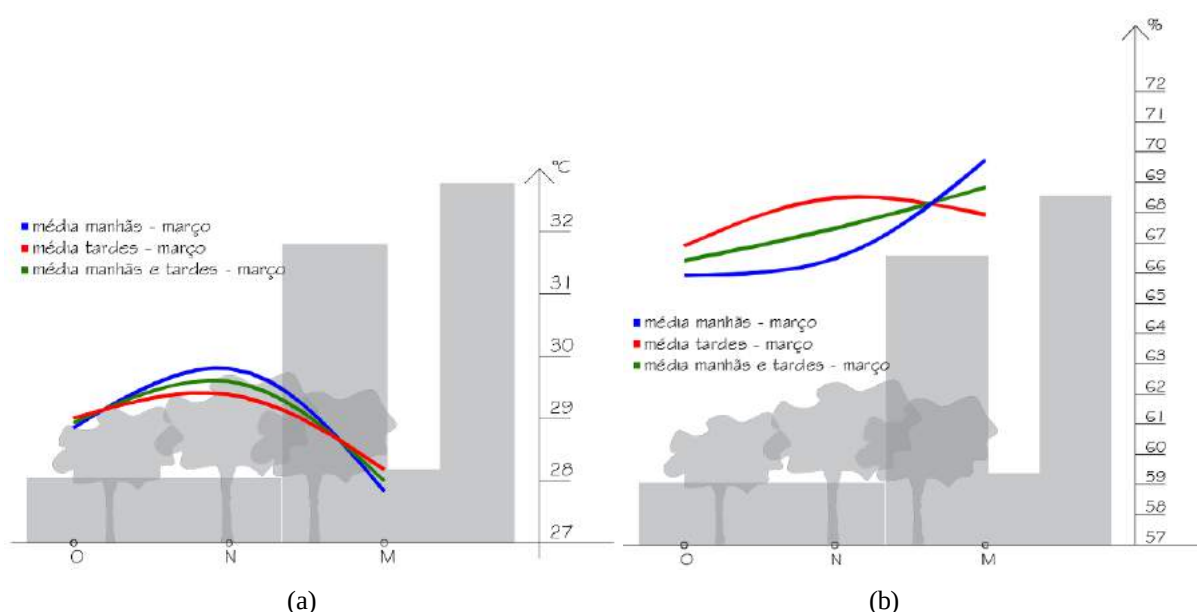


Fonte: Jaucele Azerêdo.

Percebe-se que, no conjunto [‘M’, ‘N’, ‘O’], **localizado na rua Santo Elias, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear heterogêneo**, composto por cinco diferentes espécies, apresentado no gráfico 35 (‘a’ e ‘b’), a diferença foi mínima entre os valores registrados no conjunto de pontos, ou seja, a amplitude térmica entre os dois períodos foi praticamente nula. O desenho representativo da temperatura se repetiu, ou seja, a temperatura no ponto ‘M’ foi a menos elevada em ambos os períodos e no ponto ‘O’, mais elevada. Ao se comparar os pontos ‘M’ e ‘O’, observa-se que as curvas dos gráficos são ascendentes, a partir de ‘M’. Este ponto ‘M’ localizou-se mais próximo ao grande corredor viário arterial Governador Agamenon Magalhães, portanto, mais favorável à circulação dos ventos. Como já citado anteriormente, o agrupamento heterogêneo era composto por cinco espécies, com características bastante diferenciadas de porte, tipos de copa e densidade foliar. É um dos poucos agrupamentos heterogêneos existentes nas vias públicas do bairro do Espinheiro.

Houve uma inversão em relação aos desenhos dos gráficos correspondentes à umidade relativa do ar (gráfico 35-b), quando comparados os dois períodos de medição, porém, sem grandes diferenças percentuais dos valores, por ponto. Avaliando-se, mais especificamente, o desenho da média dos dois períodos, observa-se uma leve curva descendente, a partir de ‘M’, o que indica a inversabilidade em relação à temperatura do ar.

Gráfico 35 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

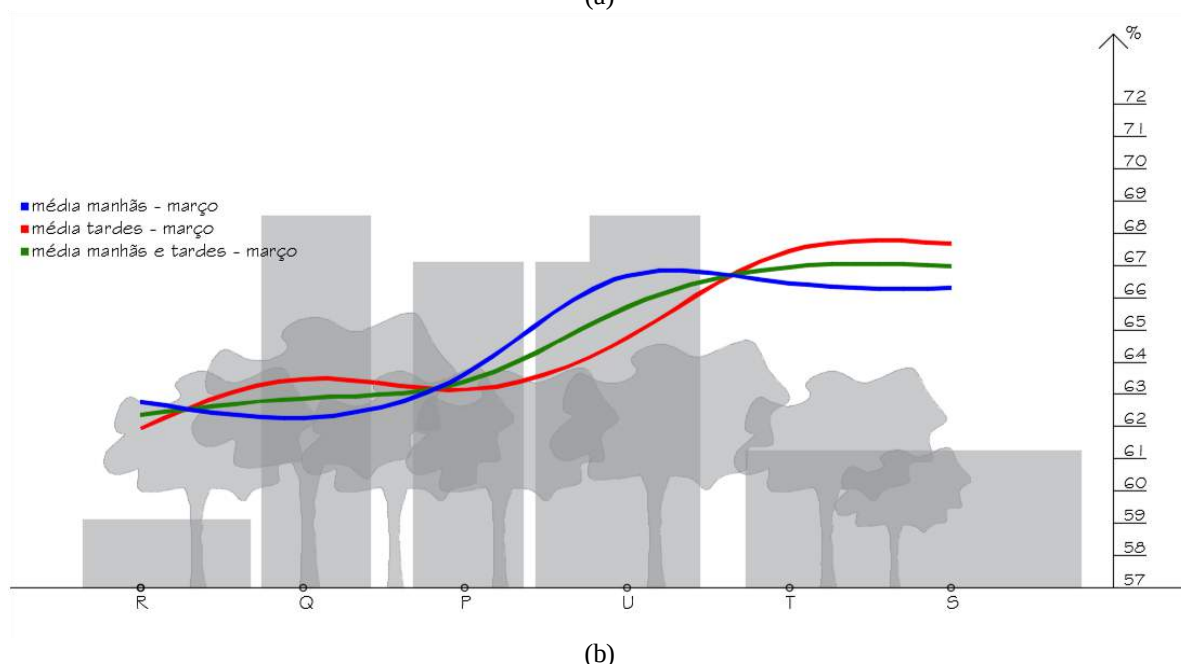
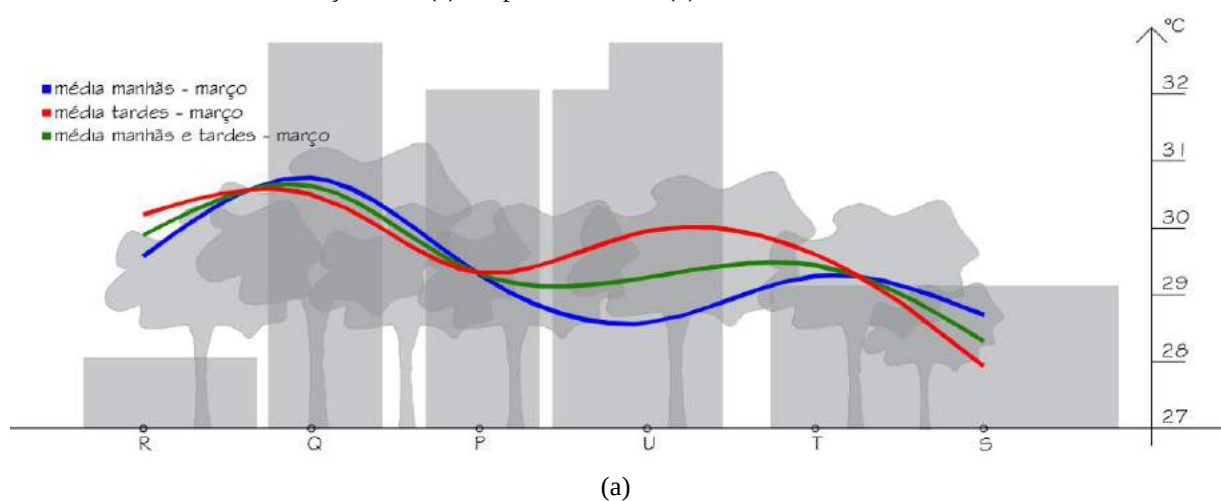


Fonte: Jaucele Azerêdo.



O gráfico 36 (‘a’ e ‘b’) apresenta os valores resultantes das médias das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar referentes aos **conjuntos [‘P’, ‘Q’, ‘R’] e [‘S’, ‘T’, ‘U’], localizados na rua Barão de Itamaracá, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear compostos por oitis**. Ao observar os desenhos representativos dos gráficos do conjunto de pontos localizados na rua Barão de Itamaracá, à proximidade do agrupamento linear formado por oitis, percebe-se que houve uma pequena diferença entre os valores registrados nos pontos [‘P’, ‘Q’, ‘R’], ou seja, a amplitude térmica entre os períodos manhã e tarde, nesses pontos, foi praticamente nula, como já havia ocorrido em outros conjuntos de pontos, no circuito. A maior diferença registrada ocorreu no ponto ‘U’, em virtude de sua localização.

Gráfico 36 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar



Fonte: Jaucele Azerêdo.



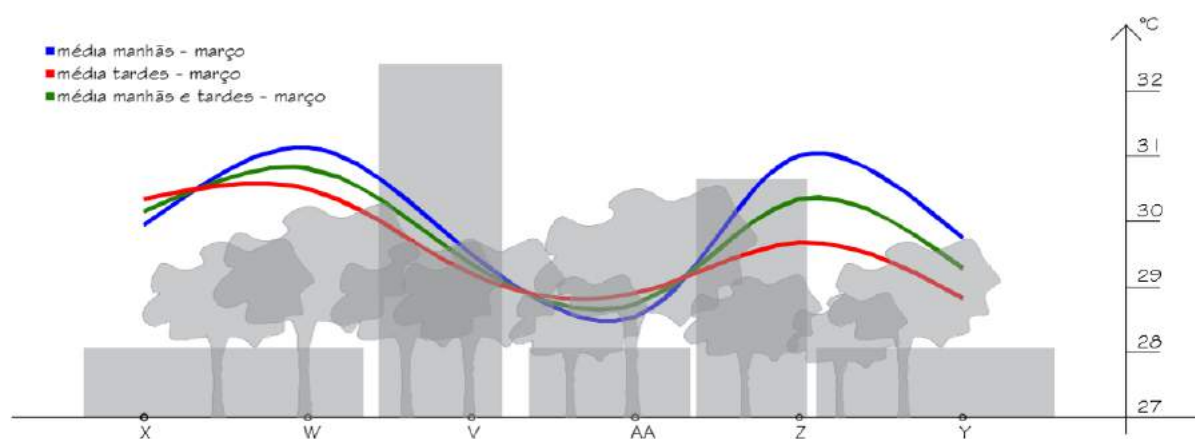
Em ambos os períodos, o ponto ‘S’ registrou os menores valores da temperatura do ar e os picos foram registrados em ‘Q’. Lembra-se que o ponto ‘S’ se localizou bastante próximo da avenida Governador Agamenon Magalhães, mais propício à circulação dos ventos. Dentre todos os 27 pontos do circuito, este ponto ‘S’ foi um dos cinco que estiveram dentro da zona de conforto, sob o viés da velocidade do vento, ou seja, entre 1 e 3 m/s.

Houve uma inversão dos desenhos dos gráficos correspondentes à umidade relativa do ar, na rua Barão de Itamaracá (gráfico 36-b), quando comparados os dois períodos de medição, porém, sem grandes diferenças percentuais dos valores, por ponto. Avaliando-se o desenho da média dos dois períodos, observa-se uma curva descendente, a partir de ‘S’, o que indica a inversabilidade em relação à temperatura do ar.

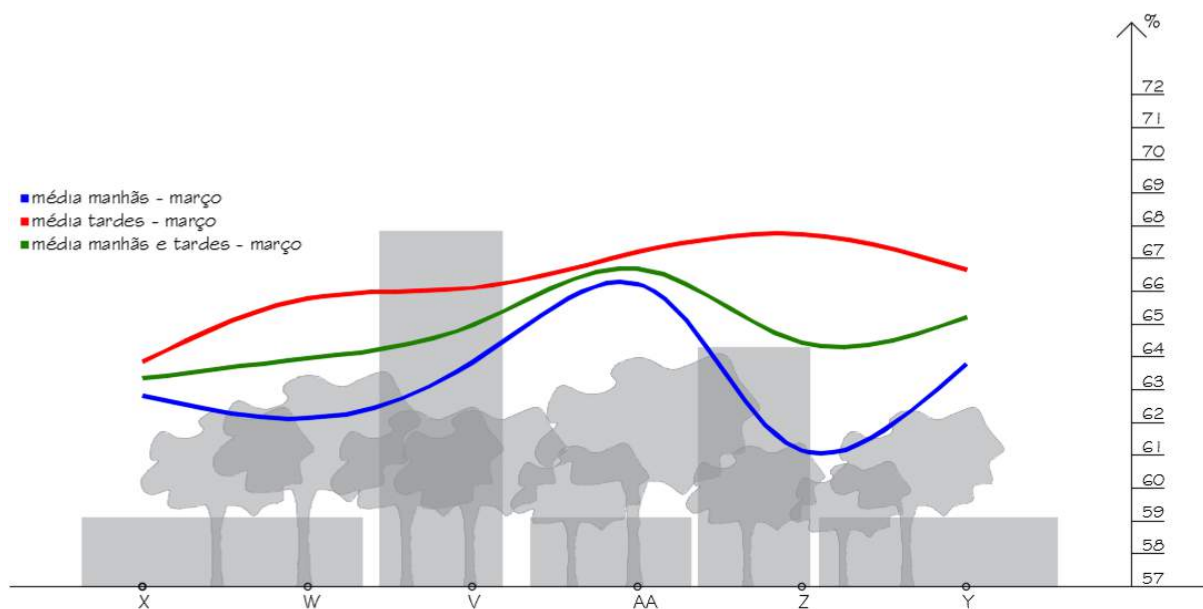


Os gráficos resultantes dos valores das médias das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar dos **conjuntos** ['V', 'W', 'X'] e ['Y', 'Z', 'AA'], **localizados na rua Quarenta e Oito, à proximidade do agrupamento arbóreo linear compostos por oitis**, foram apresentados no gráfico 37 ('a' e 'b'), a seguir.

Gráfico 37 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Quarenta e Oito, Espinheiro, março 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



(a)



(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Quando comparadas as representações gráficas referentes à temperatura do ar, nos dois conjuntos de pontos, observa-se o mesmo desenho, tanto no período da manhã quanto no



período da tarde, com picos ascendentes em ‘Z’ e em ‘W’ e descendentes em ‘AA’ e em ‘V’. Estes últimos localizaram-se no centro do agrupamento, e permaneceram completamente sombreados durante o período de medições. A maior diferença de temperatura entre períodos manhã e tarde foi registrada em ‘Z’.

É possível observar que, quanto à umidade relativa do ar, percebe-se uma tendência à inversabilidade em relação à temperatura do ar, no período da manhã, não havendo a confirmação dessa relação, no período da tarde. O maior pico da umidade foi registrado em ‘AA’, em contraposição à temperatura do ar.

Em resumo, pode-se afirmar que a temperatura do ar nos conjuntos formados pelos pontos [‘A’, ‘B’, ‘C’], [‘G’, ‘H’, ‘I’], [‘J’, ‘K’, ‘L’] e [‘M’, ‘N’, ‘O’], representada nos gráficos (a) não apresentaram uma diferença significativa, quando comparados os desenhos dos dois períodos de medição (manhã e tarde), reafirmando a baixa amplitude térmica diária. Nos demais conjuntos, a amplitude térmica diária teve uma variação um pouco maior, em alguns pontos específicos, a exemplo de ‘U’, na rua barão de Itamaracá e de ‘Z’, na rua Quarenta e Oito, ambos, à proximidade de agrupamentos lineares homogêneos compostos por oitis.

Através de todos os gráficos apresentados, quando comparados os desenhos representados nos gráficos ‘a’ e ‘b’, é possível ver claramente a relação de inversabilidade das variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Quando a temperatura do ar está posicionada acima, no gráfico, o desenho da umidade relativa do ar, respectiva ao período, encontra-se abaixo e vice-versa.



A tabela 8 e os gráficos de 38 a 40 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 21 pontos no bairro do Espinheiro, coletados no final de setembro e início de outubro de 2015, período manhã, medições realizadas entre oito e dez horas. Apresenta também as médias coletadas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários.

Tabela 8 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – setembro/outubro 2015 - Espinheiro.

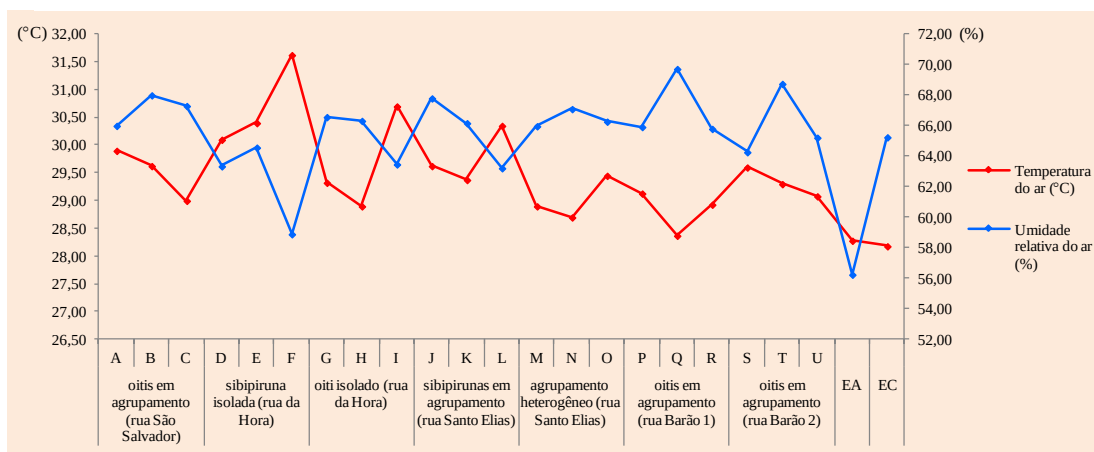
Local - Bairro do Espinheiro						
Datas - 29; 30-09-2015 e 01; 02-10-15						
Período – manhã						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	direção (N)	vento	
					velocidade (m/s)	
					média	pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	29,90	66,00	SE	1,09	2,6
	B	29,63	68,00		1,38	3,4
	C	29,00	67,30		1,02	3,0
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	30,10	63,35	NE	0,90	3,4
	E**	30,40	64,58		0,82	2,6
	F***	31,63	58,90		1,00	3,6
oiti isolado (rua da Hora)	G*	29,33	66,58	NE	0,54	2,4
	H**	28,90	66,33		0,57	3,6
	I***	30,70	63,48		0,55	2,2
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	29,63	67,80	SE	0,55	3,0
	K	29,38	66,18		0,68	3,3
	L	30,35	63,23		0,49	2,7
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	28,90	65,98	SE	1,40	4,6
	N	28,70	67,10		0,72	4,9
	O	29,45	66,28		1,94	4,0
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	28,93	65,80	SE	0,93	5,0
	Q	28,37	69,73		0,93	3,7
	R	29,13	65,93		0,38	2,6
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	29,08	65,23	SE	0,35	3,0
	T	29,30	68,75		0,29	2,7
	U	29,60	64,28		0,36	1,3
Estação automática****		28,28	56,25		2,63	7,8
Estação convencional****		28,18	65,25		2,85	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

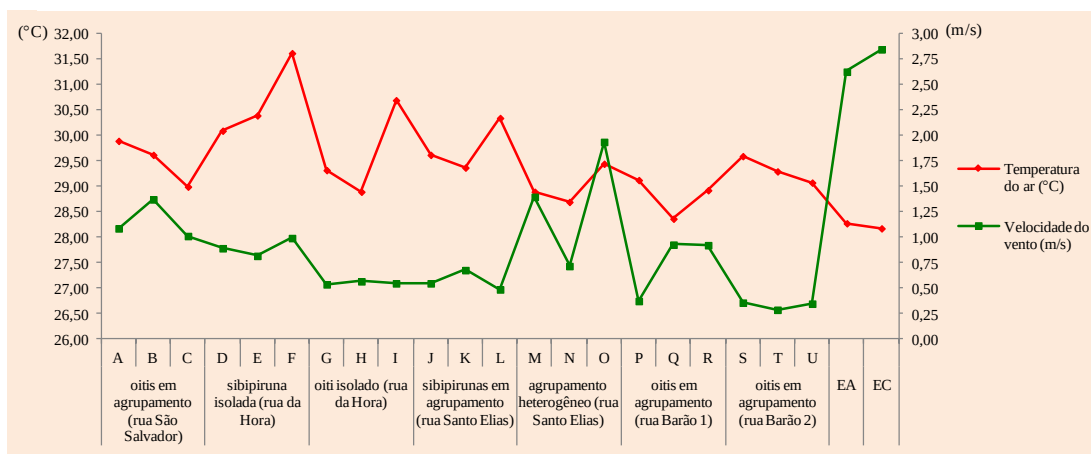


Gráfico 38 – Médias dos valores das variáveis climática temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.



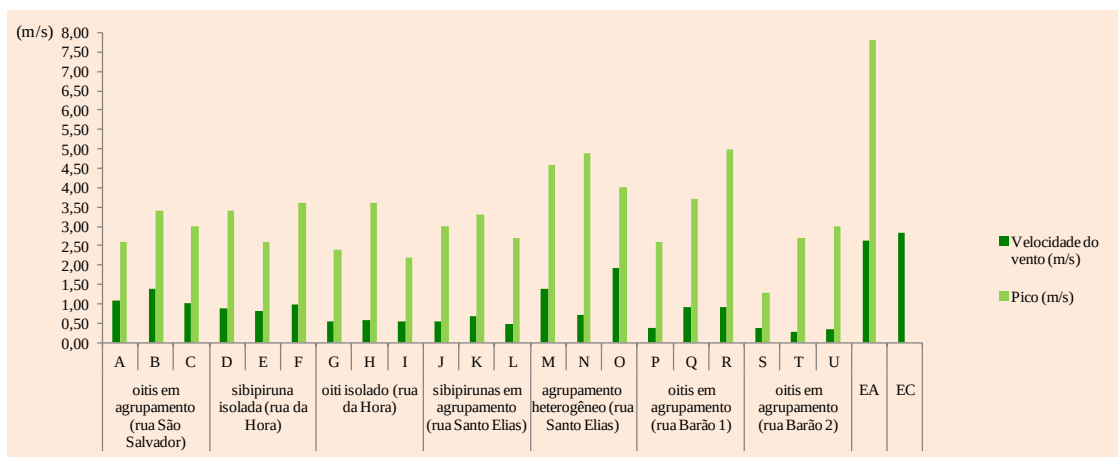
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 39 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento - período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 40 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



A partir dos resultados apresentados na tabela 8 e nos gráficos de 38 a 40, foram feitas as seguintes observações: o ponto 'F' apresentou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,63°C, estando localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo denominado, popularmente, sibipiruna. Este valor de temperatura foi registrado pelo instrumento que se localizava à distância de dez metros do centro da copa deste indivíduo arbóreo. Como já mencionado, anteriormente, o entorno próximo à sibipiruna isolada possui o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, de modo bastante evidenciado, além de possuir um baixíssimo percentual superficial de área permeável. Neste ponto, também foi registrado o menor valor médio da umidade relativa do ar, igual a 58,90%, comprovando a relação de inversabilidade entre as duas variáveis: temperatura do ar e umidade relativa do ar. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações Meteorológicas de referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 3,45°, em relação à Estação Convencional, e de 3,35°C, em relação à Estação Automática.

O menor valor médio da temperatura do ar, registrado no período da manhã, período próximo ao equinócio de primavera, foi registrado no ponto 'Q', igual a 28,37°C, que também apresentou o maior valor médio da umidade relativa do ar do percurso dos 21 pontos, igual a 69,73%, confirmando a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis. O ponto 'Q' localizou-se à proximidade do agrupamento homogêneo formato por oitis, na rua Barão de Itamaracá.

À proximidade do agrupamento heterogêneo, foi registrada a segunda menor média da temperatura do ar, igual a 28,70°C (ponto 'N'), como também, foi registrado o maior valor médio da velocidade dos ventos predominantes, igual a 1,94m/s (ponto 'O'). Nos três pontos de medição à proximidade deste agrupamento heterogêneo, houve a anotação de altos valores absolutos da velocidade do vento, sendo o maior deles igual a 4,9m/s, vizinho a 'N'. Lembra-se que, mesmo que esse valor não tenha sido inserido na média aritmética do período, devido a ter sido registrado fora dos momentos de anotação, vale como referência de possibilidade de ocorrência, demonstrando a importância de sua consideração no momento do planejamento e da implantação de um projeto, em sua zona imediatamente próxima.

Quando comparados os valores registrados das médias da variável climática temperatura do ar à proximidade de oitis, em agrupamentos homogêneos e à proximidade do indivíduo isolado, tem-se que o maior valor foi anotado à proximidade deste último, na rua da Hora, igual a 30,70°C, localizado a dez metros do centro da copa da árvore. O mesmo foi constatado em relação à comparação entre os valores registrados pelas médias de temperatura à proximidade



do agrupamento linear arbóreo sibipiruna e o indivíduo isolado, que como dito, anteriormente, alcançou o valor de 31,63°C, distante de dez metros do centro da copa do indivíduo isolado, localizado na rua da Hora.

Comparando-se os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os 21 pontos do percurso, no período da manhã, à proximidade do equinócio de primavera, anotou-se um acúmulo de calor de 3,26°C, entre os pontos 'F' e 'Q'.

Todos os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet. Como também, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%, em todos os pontos, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido.

Quanto à direção dos ventos predominantes, os valores anotados na tabela 8, apresentaram, na grande maioria dos pontos, a direção sudeste, predominante em Recife. Em relação à velocidade dos ventos, todos os valores estiveram abaixo dos valores apresentados pelas Estações Inmet. Além disso, em aproximadamente 70% dos casos, a média da velocidade se enquadrou fora dos limites da zona de conforto.



A tabela 9 e os gráficos de 41 a 43 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 21 pontos no bairro do Espinheiro, coletados no final de setembro e no início de outubro de 2015, no período da tarde, das catorze às dezesseis horas, aproximadamente. Apresenta também as médias coletadas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários.

Tabela 9 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde - setembro/outubro 2015 - Espinheiro.

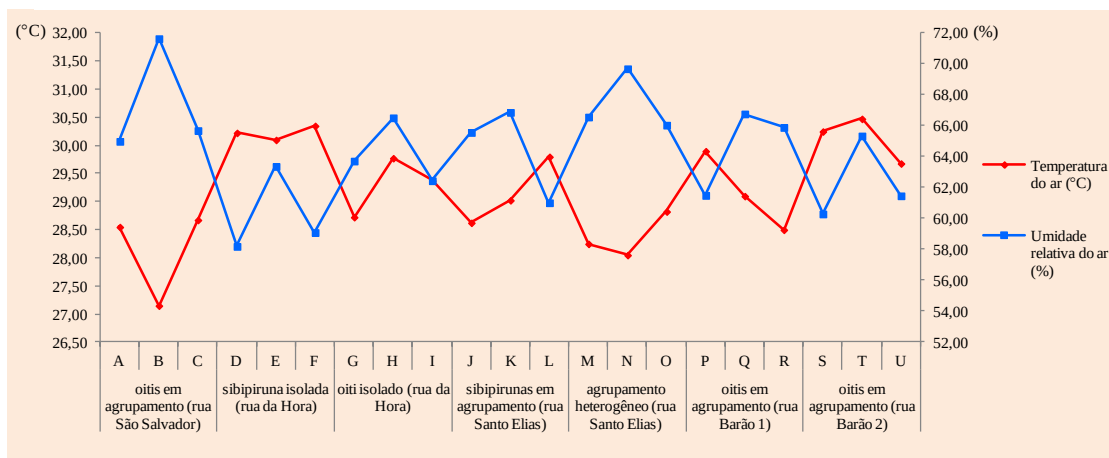
Local - Bairro do Espinheiro						
Datas - 28; 29; 30-09-2015 e 01-10-15						
Período – tarde						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	direção (N)	vento	
					velocidade (m/s)	
					média	pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	28,55	65,00	SE	1,13	5,2
	B	27,15	71,65		1,61	4,2
	C	28,68	65,70		0,93	3,5
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	30,23	58,20	NE	0,85	3,2
	E**	30,10	63,38		0,78	3,4
	F***	30,35	59,10		0,86	3,8
oiti isolado (rua da Hora)	G*	28,73	63,73	NE	0,51	1,9
	H**	29,78	66,53		0,53	2,1
	I***	29,38	62,45		0,33	1,8
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	28,63	65,58	SE	0,54	4,8
	K	29,03	66,88		0,86	3,3
	L	29,80	61,03		0,49	2,0
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	28,25	66,58	SE	1,33	6,2
	N	28,05	69,70		0,93	3,6
	O	28,83	66,05		1,94	4,7
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	28,50	65,90	SE	0,76	2,7
	Q	29,10	66,78		1,26	3,9
	R	29,90	61,50		0,52	3,2
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	29,68	61,48	SE	0,56	2,4
	T	30,48	65,35		0,42	1,7
	U	30,25	60,30		0,33	1,9
Estação automática****		28,40	52,75	122	2,33	7,8
Estação convencional****		28,60	59,50	13	2,33	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

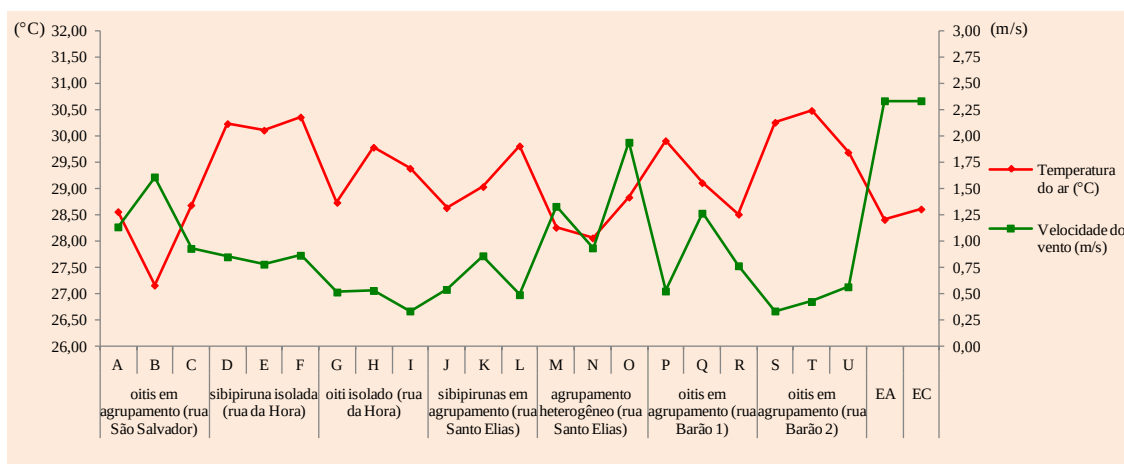


Gráfico 41 – Médias dos valores da variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – setembro / outubro 2015 - Espinheiro.



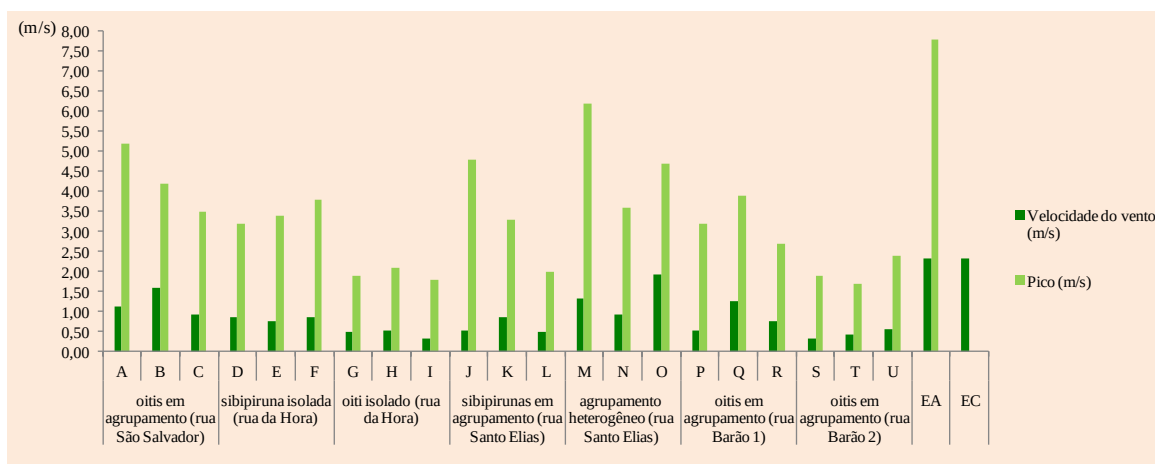
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 42 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – setembro / outubro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 43 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde - setembro / outubro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Observando-se os valores da tabela 9 e dos gráficos 41 a 43, é possível perceber que o ponto 'T' alcançou a maior média de temperatura do ar. Este ponto localizou-se próximo ao agrupamento composto por oitis, na rua Barão de Itamaracá. Neste ponto, foi registrada a segunda menor velocidade dos ventos, igual a 0,42m/s, e o menor valor do pico de velocidade de todo o circuito, período tarde, igual a 1,7 m/s. Tal condição contribuiu para o alto valor da temperatura do ar. A diferença em relação ao ponto 'F', onde se registrou a segunda maior temperatura, foi de apenas 0,13°C.

O ponto 'F', localizado a dez metros do indivíduo isolado sibipiruna, na rua da Hora, alcançou a segunda maior média de temperatura do ar, igual a 30,35°C. Neste ponto 'F', foi registrada a menor média da umidade relativa do ar, igual a 59,10%, atestando a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis climáticas. Lembra-se, aqui, que o entorno próximo ao indivíduo isolado sibipiruna possui o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, bastante consolidado, o que contribui diretamente com o valor registrado da média da temperatura. Além disso, a cobertura do solo à proximidade deste indivíduo isolado é também impermeável, em sua vasta maioria, em pavimentação asfáltica. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 1,75°C, em relação à Estação Convencional, e de 1,95°C, em relação à Estação Automática.

O menor valor médio da temperatura do ar, registrado no período da tarde, ocorreu no ponto 'B', igual a 27,15°C, que também apresentou o maior valor da umidade relativa do ar do percurso dos 21 pontos, igual a 71,65%, comprovando, mais uma vez, a relação de inversabilidade entre as duas variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar. Neste ponto, também houve a anotação do segundo maior valor médio da velocidade dos ventos, igual a 1,61m/s, o que contribuiu com os valores anteriormente citados. Lembra-se que o ponto 'B' localizou-se no centro do agrupamento homogêneo formado por oitis, na rua São Salvador.

Nos pontos 'N' e 'M', localizados à proximidade do agrupamento heterogêneo composto por cinco espécies, foram registradas a segunda e a terceira menores médias da temperatura do ar, igual a 28,05°C e 28,25°C, respectivamente. Ainda à proximidade deste agrupamento, foi registrado o maior valor médio da velocidade do vento igual a 1,94m/s.

Quando comparados os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os 21 pontos do percurso, no período da tarde, anotou-se um acúmulo de calor de 3,33°C, entre os pontos 'T' e



‘B’, acima da diferença anotada no período da manhã, comprovando a existência do aumento de acúmulo de calor, no Espinheiro, no decorrer do dia.

À exceção do ponto ‘B’, todos os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet. Como ocorreu no período da manhã, em 100% dos registros, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido.

Quanto à direção dos ventos predominantes, em relação ao Norte magnético, os valores anotados na tabela 9 seguiram o mesmo padrão dos registros, em setembro/outubro, período manhã, ou seja, na grande maioria dos pontos, a direção foi igual à predominante em Recife, direção sudeste, e, apenas, na rua da Hora, o registro foi de nordeste.

Em relação à variável climática velocidade dos ventos, tem-se que todos os valores estiveram abaixo dos valores apresentados pelas Estações de Referência do Inmet, além disso, em 74% dos pontos, esta se enquadrou fora dos limites da zona de conforto, para Recife, que corresponde à faixa entre 1 e 3m/s.

A seguir, encontram-se os gráficos 44-49 que apresentam médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, de cada conjunto de medições, separadamente, para o período próximo ao equinócio de primavera, em 2015, a fim de se tecer uma análise comparativa entre os pontos específicos de cada conjunto de medições. Do mesmo modo que a exposição referente às medições realizadas em março 2015, houve a apresentação das médias das manhãs, das médias das tardes e das médias das médias das manhãs e das tardes, por conjunto de medições, referentes às datas próximas ao equinócio de primavera, em 2015. Reitera-se que, apresentando-se os conjuntos de pontos, separadamente, através de gráficos, pode-se ter facilmente uma leitura comparativa dos valores, o que contribui com a avaliação e a análise do ambiente em estudo, por setor de medição, bem como, atenta-se para as possíveis disparidades que ocorreram durante as medições.

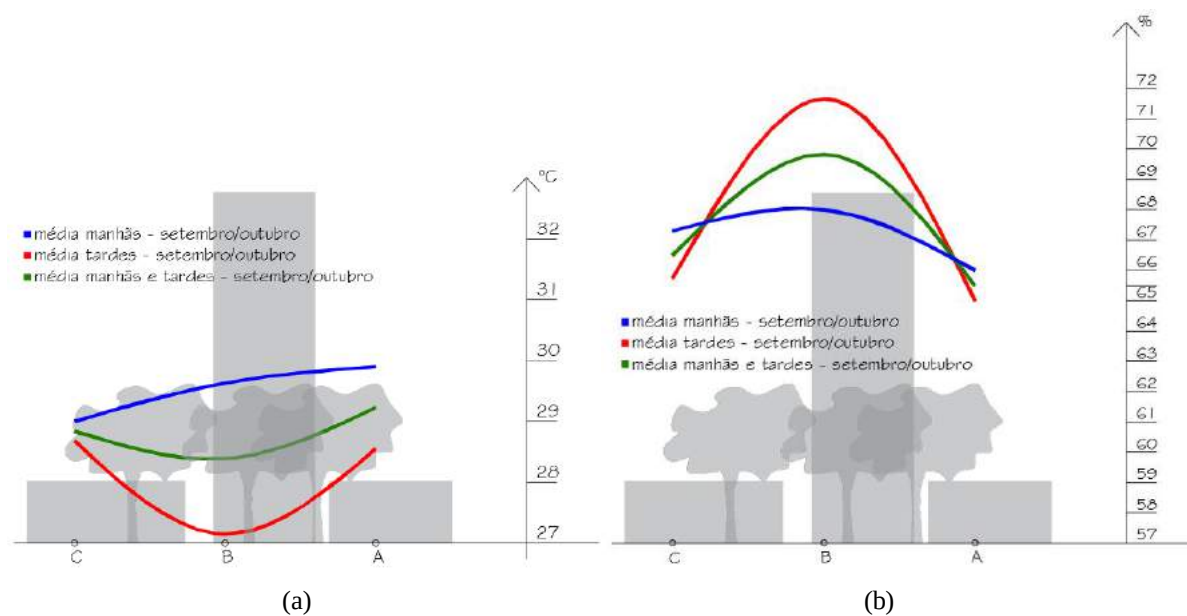


A partir do gráfico 44-a, que exibe o resultado das médias dos valores da temperatura do ar e da umidade relativa do ar do **conjunto ['A', 'B', 'C'], localizado na rua São Salvador, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear compostos por oitis**, destaca-se que houve uma leve diferença entre os valores anotados da variável temperatura do ar, no período da manhã, quando comparados os três pontos, à proximidade do agrupamento arbóreo composto por oitis, na rua São Salvador, sendo registrada a maior média em 'A'. Lembra-se que o ponto 'A' se localizou mais próximo à via arterial Governador Agamenon Magalhães, assim, esteve mais propenso a receber a radiação solar por mais tempo, durante a manhã.

No período da tarde, houve uma diminuição de todos os valores das médias de temperatura, nos três pontos. Apesar de 'A' já se encontrar completamente sombreado, no período da tarde, devido à sua localização, o calor, nesse espaço, demora a se dissipar, por isso, houve a equiparação com o valor da média registrada em 'C'. Ao se observar apenas a curva da média das manhãs e tardes, percebe-se uma curva descendente a partir de 'A', em relação a 'C', passando por 'B', que permaneceu o tempo todo sombreado, e que registrou a menor média da temperatura do percurso, nesse período de medições, à proximidade do equinócio de primavera, igual a 27,15°C, no período da tarde. Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 44-b), o desenho dos gráficos representativos à média das manhãs e tardes e à média do período da tarde, apresentou-se ao inverso, demonstrando a relação de inversabilidade entre essas variáveis climáticas. Do mesmo modo que durante as medições realizadas em março de 2015, os picos dos valores da umidade relativa do ar ocorreram em 'B', independente do período, devido a este ser o centro do agrupamento e sempre se encontrar sombreado. Anota-se também que, em 'B', foram registradas médias de velocidade do vento superiores aos valores registrados em 'A' e em 'C', em ambos os períodos de medição (manhã e tarde), o que certamente contribuiu com os valores da temperatura e da umidade relativa do ar.



Gráfico 44– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



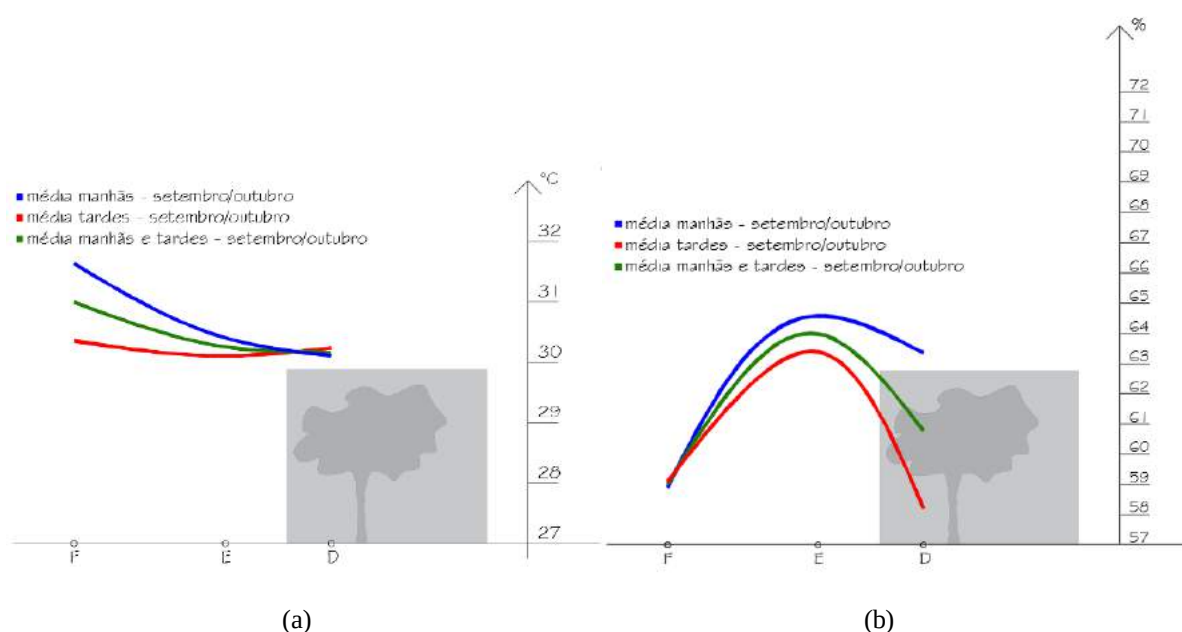
Fonte: Jaucele Azerêdo.

O gráfico 45 ('a' e 'b') apresenta os gráficos resultantes dos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar do conjunto ['D', 'E', 'F'], localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo arbóreo isolado denominado, popularmente, de sibipiruna.

As curvas ascendentes dos gráficos, a partir de 'D', indicam que a temperatura tende a crescer à medida que se afasta do centro da copa do indivíduo em questão. Assim, quando comparados os dois períodos de medição (manhãs e tardes), percebe-se que a temperatura no ponto 'F', distante de dez metros do centro da copa da árvore foi a mais elevada em ambos os períodos. Também em 'F', houve a maior diferença entre os valores da temperatura, em virtude de ser o ponto mais afastado do centro da copa da árvore. Em 'D', distante três metros do centro da copa, praticamente, não houve diferença, entre os dois períodos. Este ponto permaneceu durante a maior parte do tempo, nas medições, sombreado.

A maior diferença dos percentuais de umidade do ar, quando comparados os dois períodos de medição (manhã e tarde), foi registrada no ponto 'D'. O pico em ambos os períodos foi registrado em 'E'. Lembra-se que este indivíduo isolado sibipiruna possui densidade foliar rala, em comparação ao indivíduo oiti, que possui densidade foliar bastante densa.

Gráfico 45 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

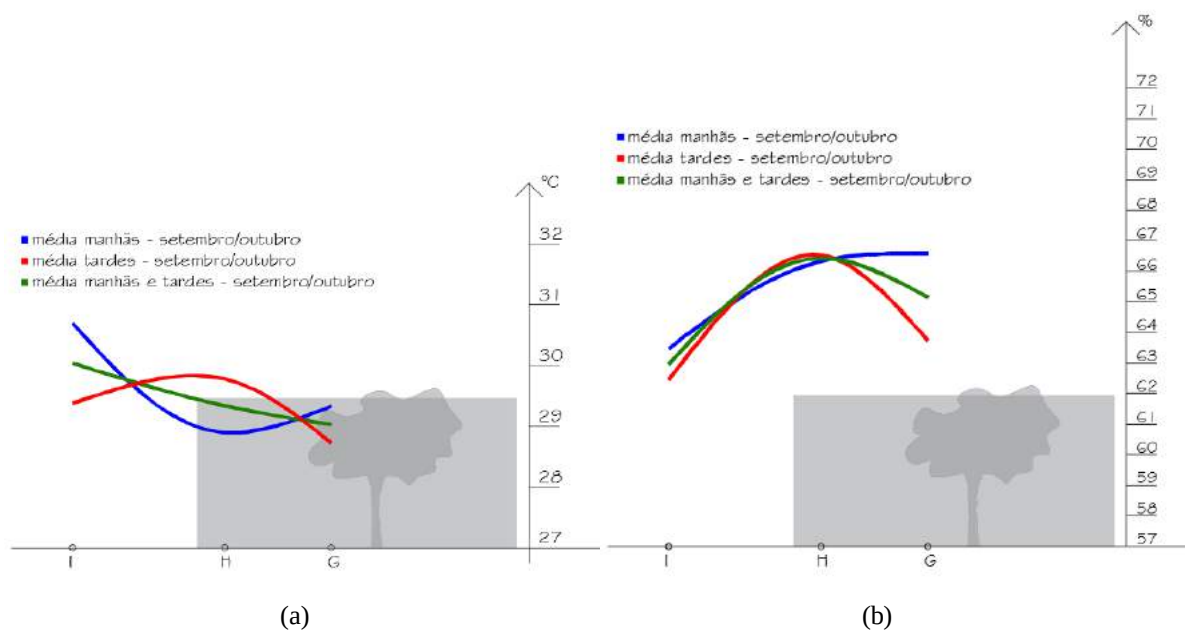


No gráfico 46 ('a' e 'b') os gráficos resultantes das médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar do **conjunto ['G', 'H', 'I'], localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo arbóreo isolado – oiti**, apresentam desenhos inversos, quando comparados os valores dos dois períodos de medição, manhã e tarde, em cada um dos três pontos. Existe uma curva média resultante ascendente, partindo de 'G', em direção a 'I', o que indica a tendência de crescimento dos valores médios de temperatura do ar, ao se afastar do centro da copa do indivíduo arbóreo isolado, em estudo.

A maior diferença de temperatura entre os períodos manhã e tarde ocorreu no ponto 'I', distante de dez metros do centro da copa. Ressalta-se que, neste ponto 'I', foi registrada a menor média da velocidade dos ventos, período da tarde, igual a 0,33m/s, o que contribuiu com a diferença das temperaturas entre os dois períodos.

No que concerne à umidade relativa do ar (gráfico 46-b), houve uma diferença percentual apenas em 'G', quando comparados os períodos manhã e tarde. Especificamente, o desenho da média dos dois períodos apresenta um gráfico descendente, a partir do centro da copa, o que indica a inversabilidade em relação à temperatura do ar, ou seja, quando mais afastado do centro da copa, menor é o valor da umidade relativa do ar e maior é o valor da temperatura.

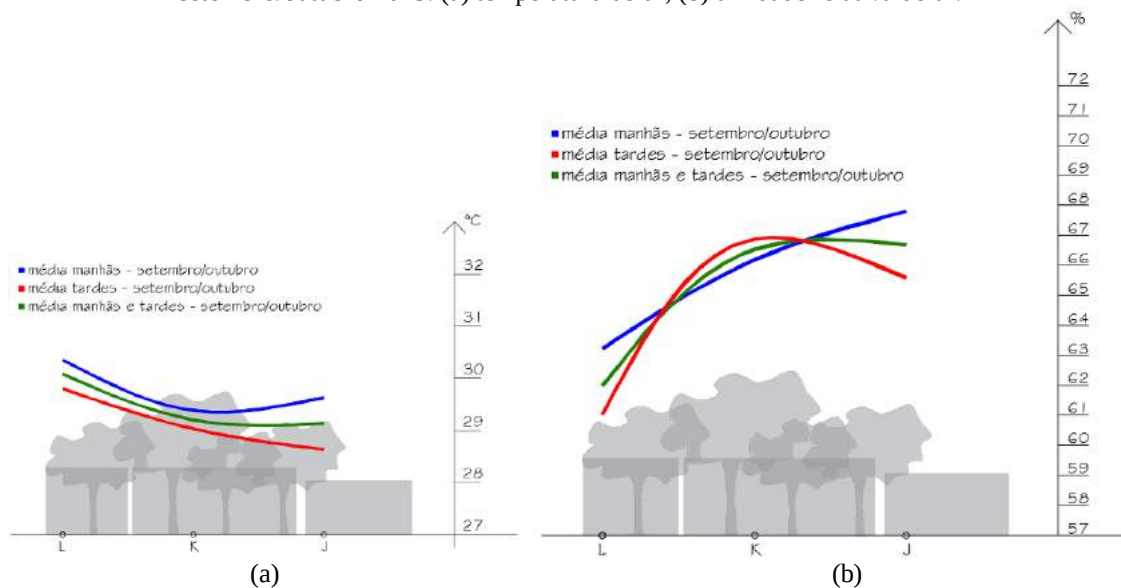
Gráfico 46 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Através do gráfico 47 ('a' e 'b'), que representa o **conjunto de pontos ['J', 'K', 'L']**, **localizado na rua Santo Elias, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear composto por sibipirunas**, destaca-se que os desenhos das médias de temperatura foram muito próximos, quando comparados os períodos manhã e tarde.

Gráfico 47 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

A maior diferença de temperatura foi registrada em 'J'. Tem-se, em ambos os períodos, curvas ascendentes, partindo deste ponto. Os valores anotados em 'J' são menores do que os registrados em 'L', independente do período, sendo que a maior diferença registrada entre 'J' e 'L' ocorreu à tarde. O mesmo já havia sido percebido durante as medições realizadas em março de 2015. Deve-se atentar ao fato de que 'J' quase sempre esteve sombreado, principalmente, por edificações vizinhas, e que 'L' permaneceu, em alguns momentos, ao sol. 'L' se localizou à proximidade do cruzamento da rua Santo Elias com a rua do Espinheiro, o que contribuir com os mais elevados valores de temperatura do ar. Quanto à umidade relativa do ar (gráfico 47-b), a curva resultante das médias dos períodos foi descendente a partir de 'J', em direção a 'L', comprovando a relação de inversabilidade existente entre as variáveis umidade e temperatura do ar, considerando-se que, em 'L', foram registrados os maiores valores da temperatura do ar. Percebe-se uma constância dos valores anotados em 'K' e uma pequena variação percentual, nos extremos. Este agrupamento formado por sibipirunas não se constituiu em uma densidade de copa muito relevante, havendo muitos vazios entre as folhagens, em decorrência da especificidade característica da espécie, que possui copa rala.

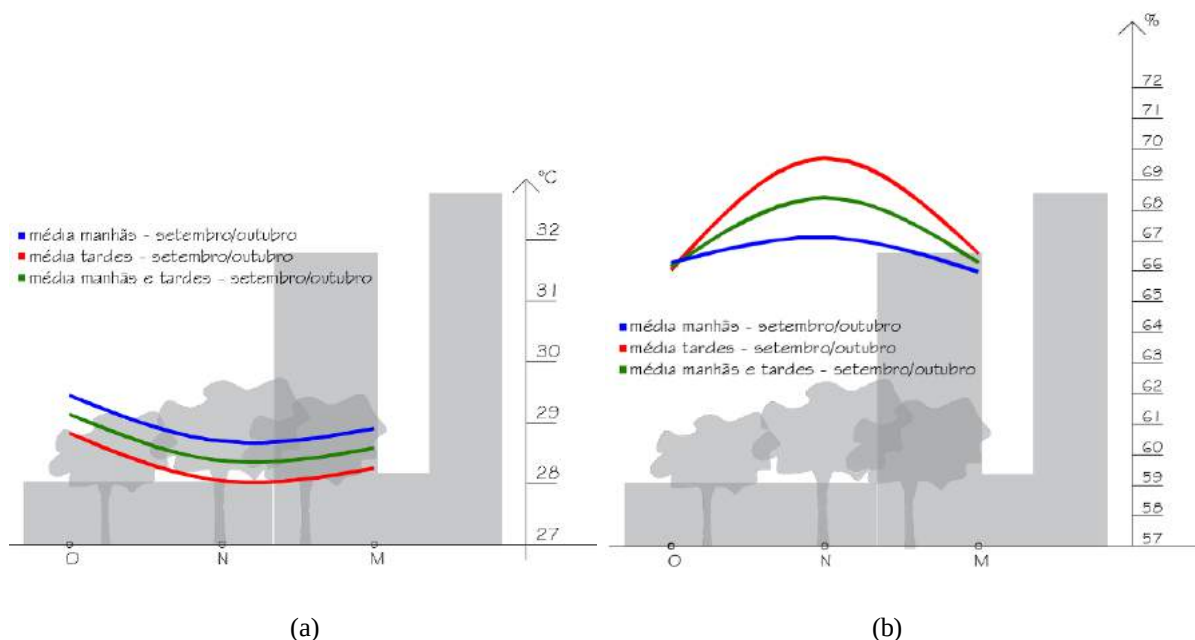


À proximidade do agrupamento heterogêneo composto por cinco diferentes espécies (gráfico 48 - 'a' e 'b'), localizado na rua Santo Elias, houve uma pequena diferença entre os valores médios de temperatura registrados no conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde. Os desenhos representativos da temperatura se repetiram, indicando que a amplitude térmica entre os dois períodos foi praticamente constante.

Ao se comparar os pontos 'M' e 'O', observa-se que as curvas dos gráficos são ascendentes, a partir de 'M', que se localizou à proximidade do corredor viário arterial Governador Agamenon Magalhães, portanto, mais favorável à circulação dos ventos. 'M' foi um dos poucos pontos que apresentaram a velocidade dos ventos dentro da zona de conforto para Recife, ou seja, entre 1 e 3m/s.

Quando comparados os desenhos representativos da temperatura do ar com os da umidade relativa do ar, percebe-se uma inversão entre eles, o que indica a relação de inversabilidade entre estas variáveis. A maior diferença percentual foi observada em 'N', no centro do agrupamento. O mesmo já havia ocorrido, durante as medições, em março de 2015.

Gráfico 48 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

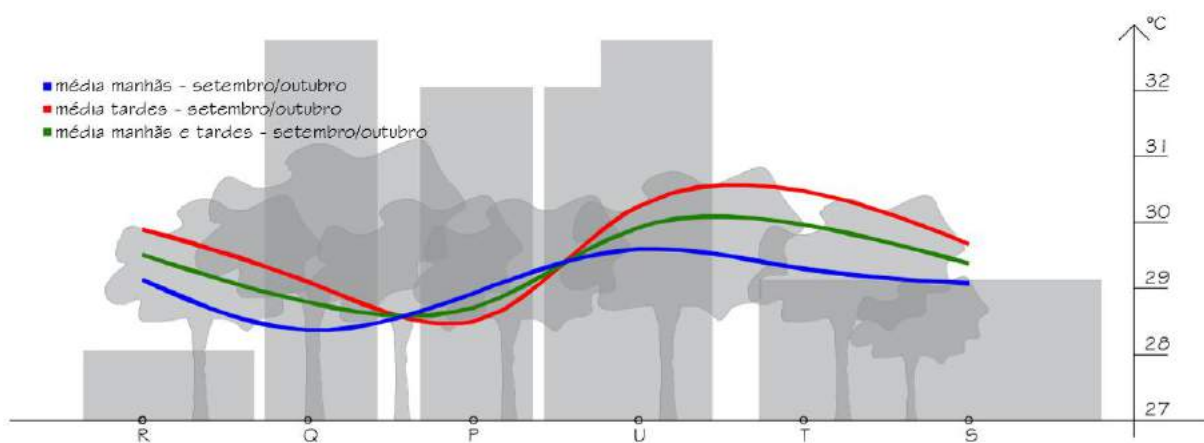


Fonte: Jaucele Azerêdo.

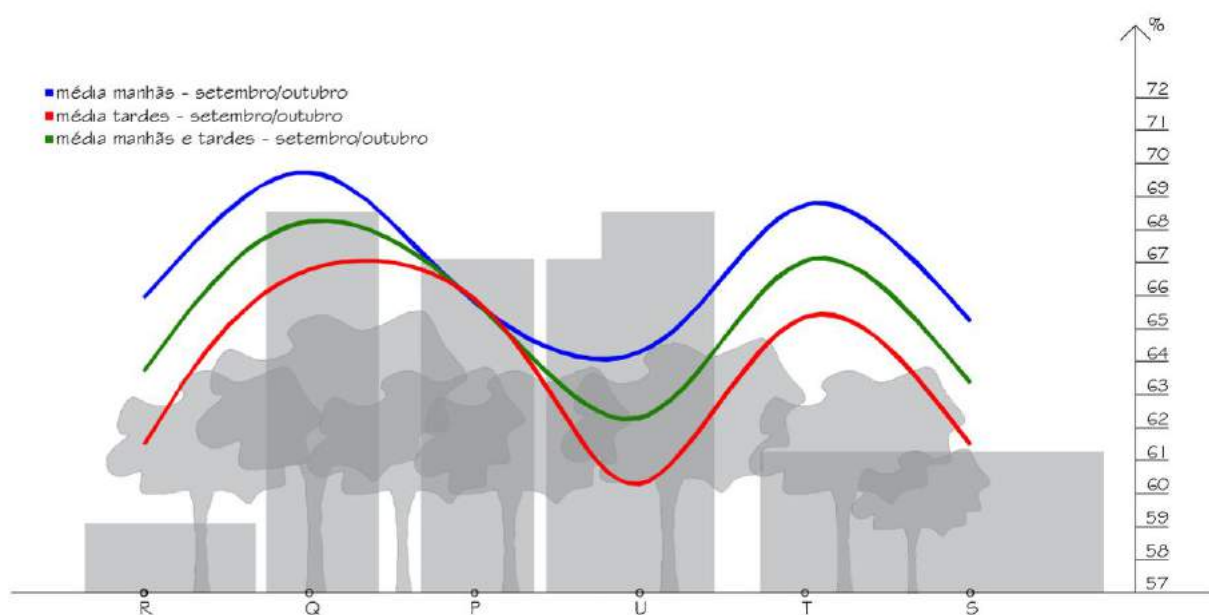
Observando-se os desenhos do gráfico 49 ('a' e 'b'), representativos do **conjunto de pontos** ['P', 'Q', 'R'], ['S', 'T', 'U'], **localizados na rua Barão de Itamaracá, à proximidade do agrupamento linear formado por oitis**, percebe-se que houve uma repetição do desenho das curvas referentes aos períodos manhã e à tarde, tanto no que se refere à temperatura do ar, quanto em relação à umidade relativa do ar. A maior diferença da temperatura do ar, entre esses dois períodos, foi registrada em 'T'.

Foram registrados picos de umidade relativa do ar nos pontos 'T' e em 'Q', em ambos os períodos de medição. Em 'P', não houve alteração dos valores da umidade relativa do ar.

Gráfico 49 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, setembro/outubro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



(a)



(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo.



A tabela 10 e os gráficos de 50 a 52 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 21 pontos no bairro do Espinheiro, coletados em dezembro de 2015, período manhã. Além disso, apresenta as médias coletadas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários.

Tabela 10 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.

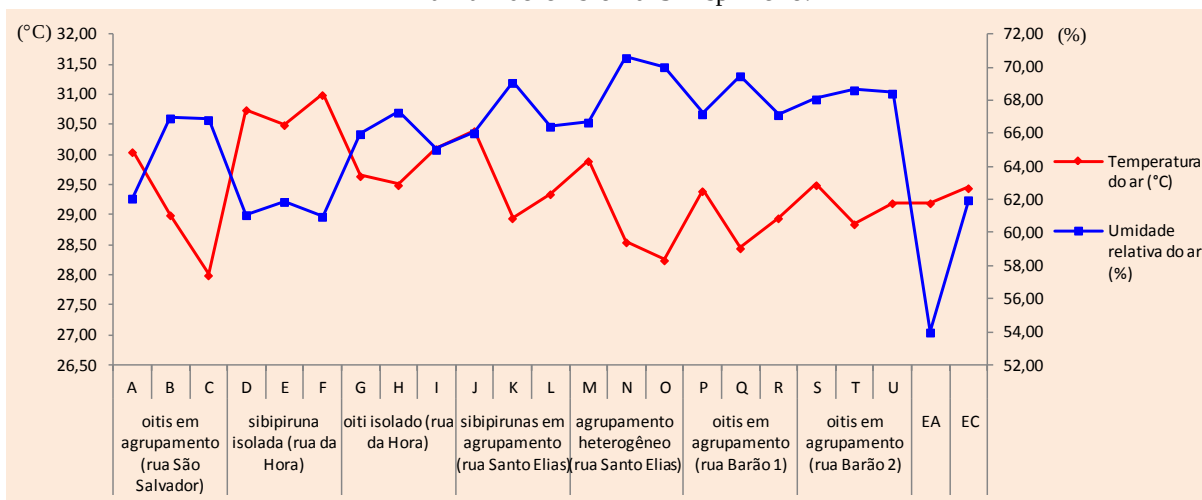
Local - Bairro do Espinheiro						
Datas - 14 e 15-12-15						
Período – manhãs						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	direção (N)	vento	
					média	pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	30,05	62,10	SE	1,81	4,4
	B	29,00	66,95		1,93	4,0
	C	28,00	66,85		1,11	3,2
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	30,75	61,10	NE	0,74	3,2
	E**	30,50	61,90		0,68	2,9
	F***	31,00	61,00		1,17	3,2
oiti isolado (rua da Hora)	G*	29,65	66,00	NE	0,29	1,7
	H**	29,50	67,30		0,49	2,1
	I***	30,10	65,05		0,78	2,7
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	30,40	66,05	SE	0,43	2,8
	K	28,95	69,10		0,43	0,0
	L	29,35	66,45		0,54	1,8
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	29,90	66,70	SE	1,65	4,4
	N	28,55	70,60		0,95	3,6
	O	28,25	70,05		1,62	3,3
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	29,40	67,20	SE	1,64	4,5
	Q	28,45	69,50		1,20	3,7
	R	28,95	67,15		0,42	1,4
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	29,50	68,10	SE	0,35	1,5
	T	28,85	68,65		0,28	2,2
	U	29,20	68,45		0,41	3,0
Estação automática****		29,20	54	118	2,45	7,9
Estação convencional****		29,45	62	12	2,85	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

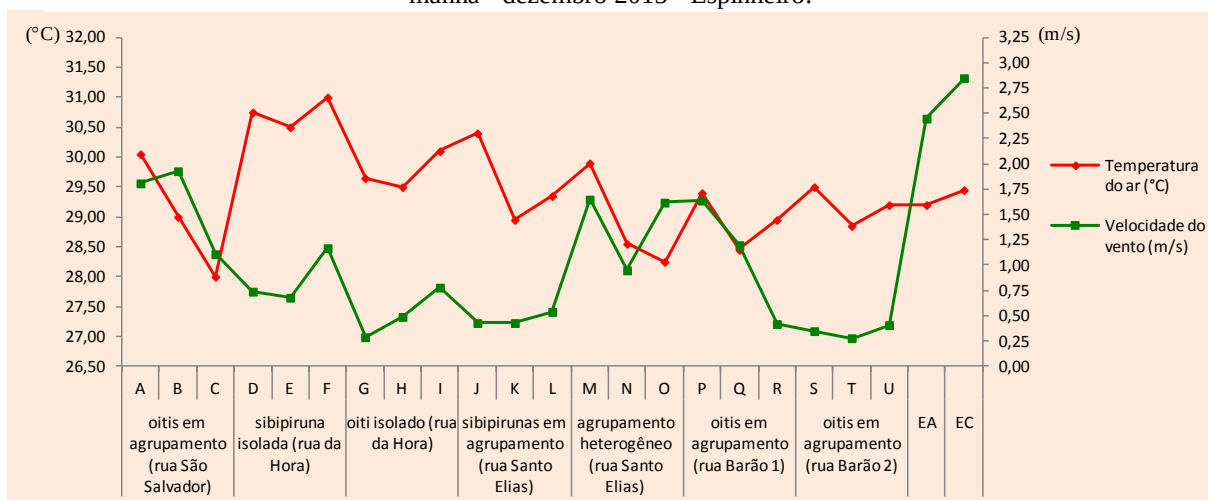


Gráfico 50 – Médias dos valores da variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar –período manhã – dezembro 2015 -Espinheiro.



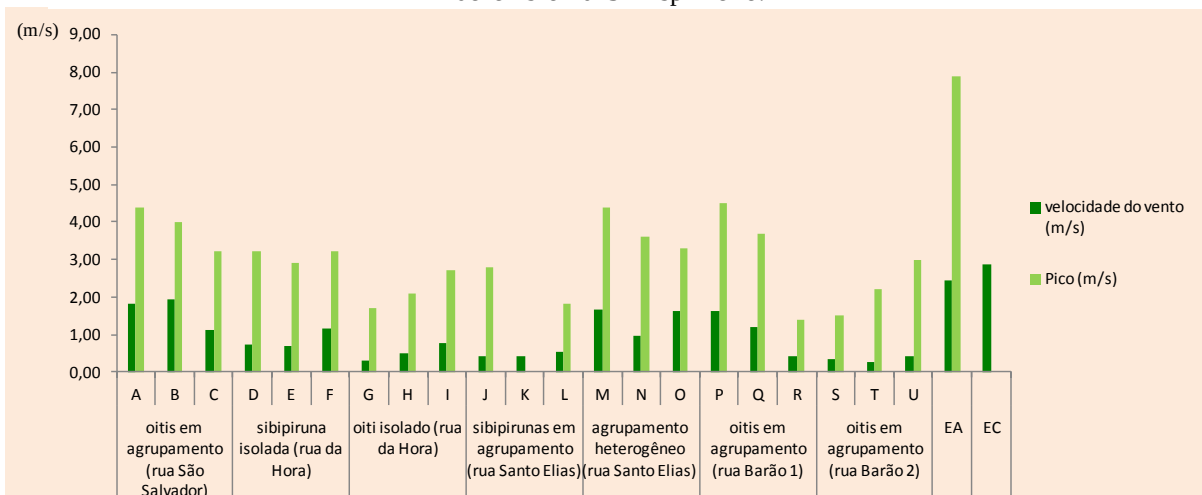
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 51 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 52 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã - dezembro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Na tabela 10 e nos gráficos de 50 a 52 foram apresentados os seguintes dados: o ponto 'F' registrou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,0°C, estando localizado na rua da Hora, a dez metros de um indivíduo isolado arbóreo denominado de sibipiruna. Como já comentado, anteriormente, o entorno próximo a esse ponto possui o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, bastante evidenciado, com grande fluxo de veículos. A cobertura do solo à proximidade deste ponto é impermeável, sendo a maior quantidade em pavimentação asfáltica. Além do que, inexistente um recuo entre a calçada e a edificação comercial, disposta no lote lindeiro. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência Inmet, obteve-se um acúmulo de calor igual a 1,55°C, em relação à Estação Convencional, e de 1,80°C, em relação à Estação Automática.

Em 'F', também foi registrado o menor valor da umidade relativa do ar, igual a 61%, comprovando a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis.

O menor valor médio da temperatura do ar foi registrado no ponto 'C', igual a 28,0°C, à proximidade de um agrupamento linear composto por oitis, na rua São Salvador. Apesar de 'C' se localizar um dos extremos deste agrupamento, devido à copa do oiti ser densa, durante as medições das manhãs, este ponto permaneceu sombreado. É importante ressaltar que o segundo menor valor da temperatura do ar foi registrado no ponto 'O', igual a 28,25°C, à proximidade de um agrupamento heterogêneo, composto por indivíduos de cinco espécies diferentes, comprovando a importância da implantação da vegetação arbórea heterogênea, visando ao conforto térmico do usuário pedestre.

À proximidade deste agrupamento heterogêneo, foram anotados os maiores valores da umidade relativa do ar: em 'N', 70,60%, e em 'O', 70,05%. Quando se tem alta umidade relativa do ar, tende-se a uma diminuição da temperatura do ar. Visando ao incremento desta diminuição, há a recomendação de favorecer a circulação dos ventos. Para tanto, deve-se observar, dentre outros fatores, a forma urbana e o uso e a ocupação do solo urbano, que podem contribuir, decididamente, com o redirecionamento dos fluxos de vento e com a modificação de sua velocidade.

Como já anotado nas medições anteriores, quando comparados os valores das médias de temperatura do ar à proximidade dos agrupamentos lineares com oitis aos valores registrados à proximidade do indivíduo isolado oiti, tem-se que, nenhum valor registrado à proximidade dos agrupamentos (nove pontos - ruas São Salvador e Barão Itamaracá) superou o registrado a 10m do indivíduo isolado, na rua da Hora, igual a 30,10°C, o que indica a necessidade de arborização contínua nas calçadas visando à proteção do usuário pedestre, em relação à



radiação solar direta, atendendo às suas necessidades de conforto, considerando-se o clima tropical litorâneo quente e úmido.

Quando comparados os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os pontos, no período da manhã, anotou-se o registro de acúmulo de calor igual a 3,0°C, entre os pontos 'F' e 'C', distante 10m do centro da copa do indivíduo isolado sibipiruna (rua da Hora) e sob a influência do agrupamento homogêneo (rua São Salvador), respectivamente.

À exceção do ponto 'C', que se apresentou no limite da faixa considerada de conforto, igual a 28°C, todos os demais registros de médias da temperatura do ar apresentaram-se acima dessa faixa, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet. Em 100% dos registros, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido, como já observado nas medições de março e de setembro/outubro 2015.

Registrou-se que a direção dos ventos predominantes foi de sudeste, em todo o circuito de pontos, à exceção dos pontos localizados na rua da Hora, à proximidade dos indivíduos isolados. Quanto aos valores da velocidade do vento, estes foram registrados abaixo dos valores das Estações Meteorológicas de Referência Inmet, como já anotado em março e em setembro/outubro 2015. Além disso, ressalta-se que, dos 21 pontos medidos, em 13 deles, os valores das médias da velocidade dos ventos estiveram fora da zona considerada de conforto, para Recife, que corresponde à faixa entre 1 e 3m/s, ou seja, em 62% das ocorrências.



A tabela 11 e os gráficos de 53 a 55 apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos, em 21 pontos no bairro do Espinheiro, coletados em dezembro de 2015, período tarde. A direção dos ventos predominantes foi apresentada na tabela. As médias referentes aos valores dessas variáveis coletadas pelas Estações Meteorológicas de Referência Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários, também constam na tabela.

Tabela 11 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – dezembro 2015 - Espinheiro.

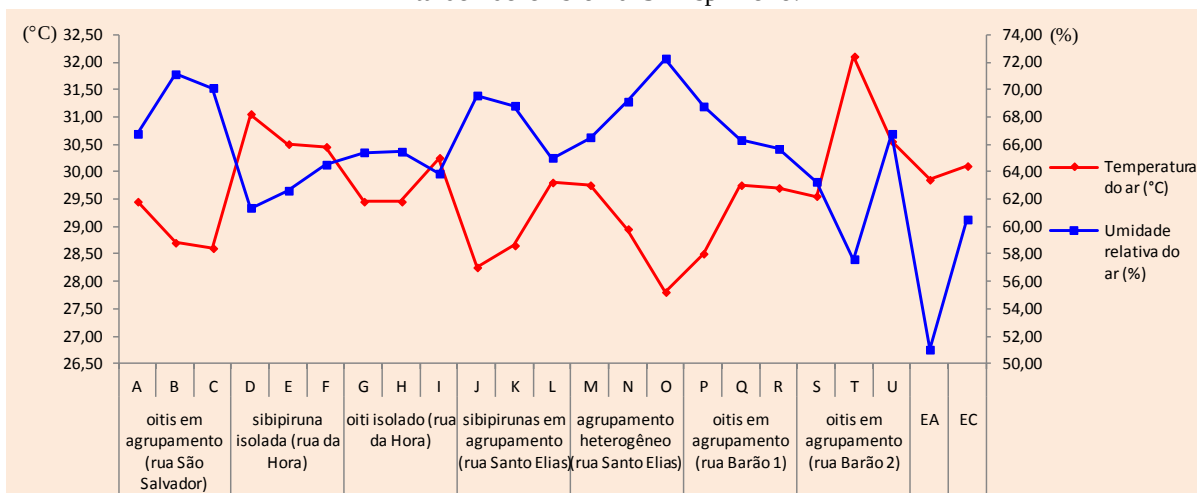
Local - Bairro do Espinheiro						
Datas - 14 e 15-12-15						
Período – tardes						
local / indivíduos isolados /agrupamentos	pontos	variáveis climáticas				
		temperatura (°C)	umidade (%)	vento		
				direção (°)	velocidade	
				média	média	pico
oitis em agrupamento (rua São Salvador)	A	29,45	66,75	SE	0,81	3,9
	B	28,70	71,10		1,58	4,2
	C	28,60	70,10		1,50	4,6
sibipiruna isolada (rua da Hora)	D*	31,05	61,35	NE	0,77	4,8
	E**	30,50	62,60		0,68	3,7
	F***	30,45	64,50		0,61	3,2
oiti isolado (rua da Hora)	G*	29,45	65,40	NE	0,89	3,3
	H**	29,45	65,45		0,63	3,2
	I***	30,25	63,85		0,47	4,6
sibipirunas em agrupamento (rua Santo Elias)	J	28,25	69,55	SE	0,79	4,1
	K	28,65	68,80		0,79	-
	L	29,80	65,00		0,58	2,5
agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias)	M	29,75	66,50	SE	1,80	7,0
	N	28,95	69,10		0,96	5,6
	O	27,80	72,25		2,16	4,1
oitis em agrupamento (rua Barão 1)	P	28,50	68,75	SE	1,51	4,8
	Q	29,75	66,30		1,28	4,6
	R	29,70	65,65		0,51	1,7
oitis em agrupamento (rua Barão 2)	S	29,55	63,25	SE	0,75	3,9
	T	32,10	57,60		0,59	3,9
	U	30,55	66,75		0,76	0,0
Estação automática****		29,85	51,00	119	3,10	8,40
Estação convencional****		30,10	60,50	14	3,10	-

*distâncias 1,5m; **5m; ***10m do centro da copa; ****valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

Fonte: Jaucele Azerêdo.

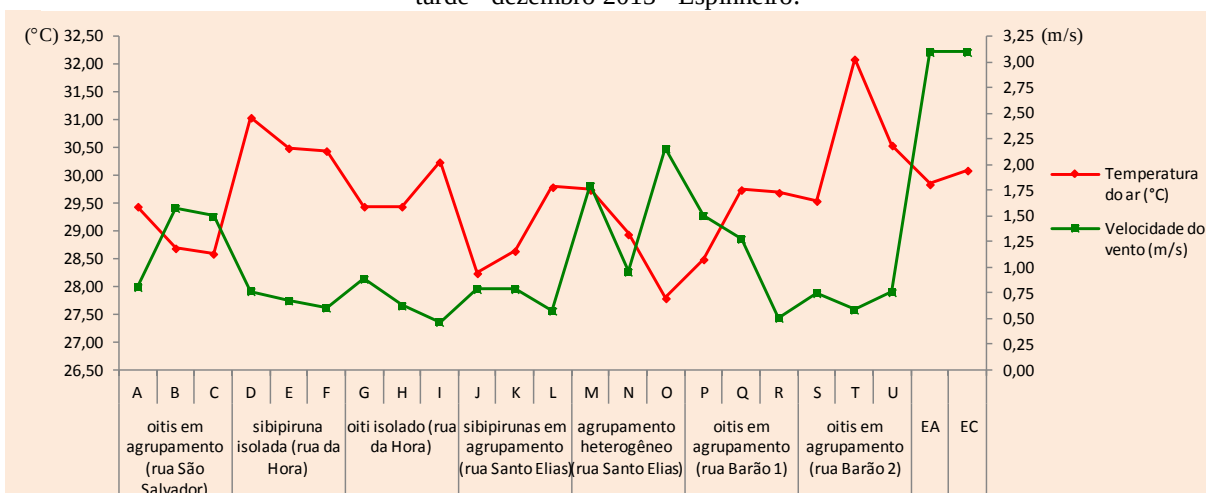


Gráfico 53 – Médias dos valores da variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.



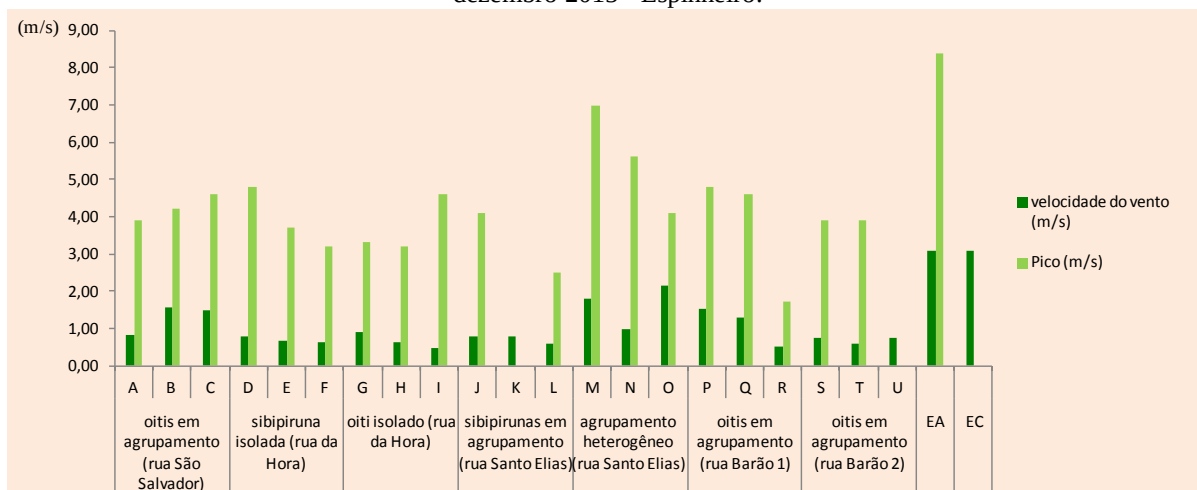
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 54 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 55 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde - dezembro 2015 - Espinheiro.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Na tabela 11 e nos gráficos de 53 a 55 foram apresentados os seguintes dados: o ponto 'T' registrou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 32,10°C. Este ponto localizou-se próximo ao agrupamento composto por oitis, na rua Barão de Itamaracá. Neste ponto, foram registrados baixos valores de velocidade dos ventos, com média igual a 0,59m/s, muito inferior aos valores coletados pelas Estações de Referência Inmet, o que indica a contribuição com o acúmulo de calor. Em 'T' registrou-se a menor média da umidade relativa do ar, igual a 57,60%, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. A diferença, em relação ao ponto 'D', localizado à proximidade do indivíduo isolado sibipiruna, na rua da Hora, onde se registrou a segunda maior temperatura, foi de 1,05°C.

Em comparação com as médias dos valores registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 2,25°, em relação à Estação Automática e de 2,00°C, em relação à Estação Convencional.

O menor valor médio da temperatura do ar foi registrado no ponto 'O', à proximidade do agrupamento heterogêneo, igual a 27,80°C e a maior média da umidade relativa do ar, igual a 72,25%, confirmando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Neste ponto 'O', também houve o registro do segundo maior valor médio da velocidade do vento, que foi de 2,16 m/s, o que se reflete no menor valor médio da temperatura do ar, comprovando a relação de inversabilidade também entre essas duas variáveis. É importante anotar que em 'M', também à proximidade deste agrupamento heterogêneo, se registrou, durante o período das medições, o maior valor de velocidade dos ventos, igual a 7,0m/s, correspondente ao pico da velocidade do vento. Ressalta-se que, apesar deste valor não ter sido inserido na média aritmética da velocidade dos ventos, pois foi registrado fora dos momentos de anotação (lembra-se que a anotação se fazia a cada minuto, no período total de cinco minutos), vale como referência de possibilidade de ocorrência, devendo ser considerado no momento de projetos localizados à proximidade deste ponto.

Quando comparados os valores das médias de temperatura do ar, entre todos os pontos, no período da manhã, anotou-se o registro de acúmulo de calor igual a 4,30°C, entre os pontos 'T' e 'O'.

À exceção do ponto 'O', todos os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto, inclusive os valores registrados pelas Estações de Referência Inmet. Em 100% dos registros, a umidade relativa do ar esteve acima de 50%. À exceção da rua da Hora, a direção foi igual à predominante em Recife, direção



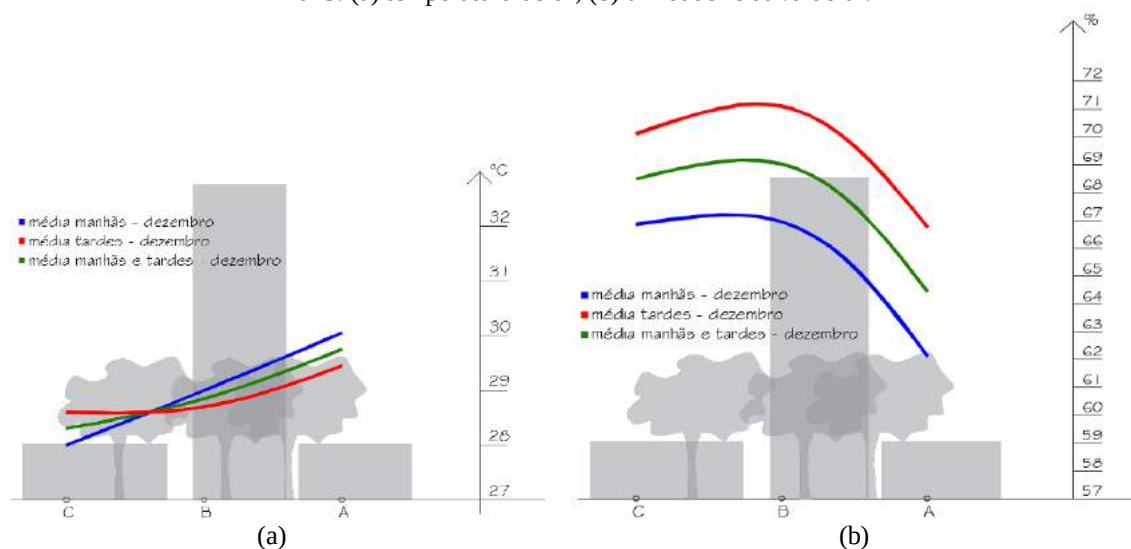
sudeste. Os valores registrados da velocidade do vento encontraram-se bem abaixo dos valores das Estações Meteorológicas de Referência Inmet. Dos 21 pontos medidos, em 15 deles (70%, dos casos), os valores das médias da velocidade dos ventos estiveram fora da zona considerada de conforto, para Recife, que corresponde à faixa entre 1 e 3m/s.

Os gráficos 56-61 apresentam as médias da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, de cada um dos conjuntos de medições, separadamente, para o período próximo ao solstício de verão, em 2015. Reitera-se que, apresentando-se os conjuntos de pontos, separadamente, através de gráficos, pode-se ter facilmente uma leitura comparativa dos valores, o que contribui com a avaliação e a análise do ambiente em estudo, por setor de medição, bem como, atenta-se para as possíveis disparidades que ocorreram durante as medições.



Através do gráfico 56 ('a' e 'b') que apresenta os valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar do conjunto ['A', 'B', 'C'], localizado na rua São Salvador, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear compostos por oitis, percebe-se que houve uma pequena diferença entre os valores representados pelas linhas dos gráficos de temperatura do ar, quando comparados os períodos de medição durante as manhãs e as tardes, mostrando que a temperatura no ponto 'A' foi mais elevada que no ponto 'C', em ambos os períodos, registrando uma curva descendente a partir de 'A'. À proximidade de 'B', localizado no centro do agrupamento, a diferença entre os valores de temperatura diminuiu. Ao se observar o desenho do gráfico correspondente ao período da tarde, percebe-se que a diferença de temperatura entre 'A' e 'C', foi menor, o que indica que o calor acumulado demora a se dissipar, no decorrer no dia, ao que contribuiu com os valores não díspares das médias, entre os dois períodos. É importante, lembrar que apesar do ponto 'A' se encontrar mais livre de empecilhos aos ventos, pela proximidade com a avenida arterial Governador Agamenon Magalhães, o alto e contínuo fluxo de veículos e de pedestres, durante todo o dia, incrementam os valores de temperatura registrados. No que se refere à umidade relativa do ar (gráfico 56-b), nesse conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde, percebe-se uma diferença percentual praticamente contínua. Lembra-se a alta densidade foliar do conjunto de indivíduos. É possível ver comprovada a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura e umidade relativa do ar, através da comparação entre os desenhos dos gráficos. Quando em 'A' foram anotados os maiores valores de temperatura do ar, foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar. O mesmo aconteceu em 'C', em ambos os períodos de medição (manhã e tarde).

Gráfico 56 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oiti, rua São Salvador, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

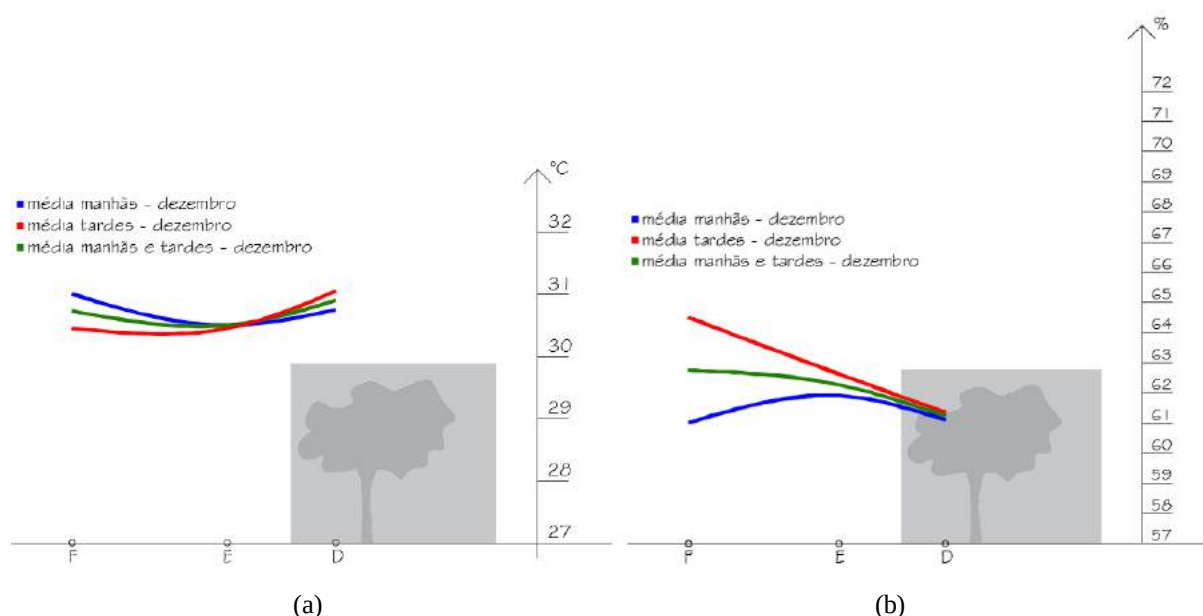


Fonte: Jaucele Azerêdo.

No conjunto de pontos ['D', 'E', 'F'], localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo arbóreo isolado denominado popularmente de sibipiruna (gráfico 57 – 'a' e 'b'), houve pouquíssima diferença dos valores de temperatura entre os dois períodos de medição, o que resultou em uma amplitude térmica diária praticamente nula, nos pontos 'D' e 'E', à proximidade do indivíduo isolado sibipiruna, localizado na rua da Hora, comprovando a existência de acúmulo de calor. Essa pequena diferença também foi observada em relação ao conjunto de três pontos, que apresentaram valores muito próximos entre si. Lembra-se que a sibipiruna possuía a copa com densidade foliar rala, com muitos vazios entre a folhagem, o que permitia a passagem da radiação solar, com facilidade. Assim sendo, independente do período, ou seja, manhã ou tarde, o desenho do gráfico praticamente se repetiu.

Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 57-b), nesse conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde, existiu a inversabilidade entre os desenhos. Observando-se, especificamente, a linha que representa a média dos dois períodos, comprova-se, facilmente, que o gráfico é ascendente a partir do centro da copa da árvore, ou seja, o maior valor médio da umidade relativa do ar encontrou-se mais distante deste centro. A maior diferença, entre os percentuais de umidade do ar, entre os períodos manhã e tarde, foi registrada no ponto extremo 'F'.

Gráfico 57 – Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado sibipiruna, rua da Hora, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



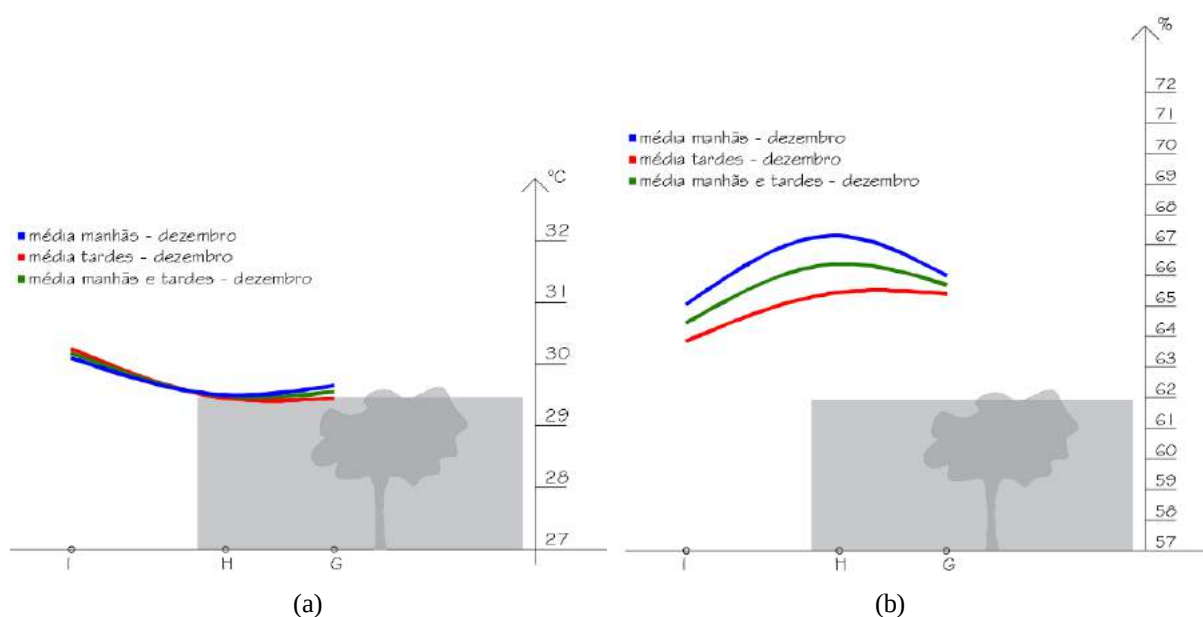
Fonte: Jaucele Azerêdo.

O gráfico 58 ('a' e 'b') apresenta os resultados dos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar do **conjunto ['G', 'H', 'I'], localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo arbóreo isolado denominado popularmente de oiti.**

É possível observar que houve pouquíssima diferença dos valores de temperatura entre os períodos de medição, manhã e tarde, o que resultou em uma amplitude térmica diária nula, nos pontos 'G' e 'H' e 'I', à proximidade do indivíduo isolado oiti, localizado na rua da Hora, próximo ao cruzamento com a rua Santo Elias, comprovando a existência de acúmulo de calor. Lembra-se que a rua da Hora é um dos eixos viários estruturantes do bairro do Espinheiro, por onde passam, diariamente, milhares de veículos. O comércio e os serviços são bastante evidenciados. O desenho dos gráficos mostra uma curva ascendente que parte de 'G', mais próximo ao centro da copa da árvore, atingindo o seu ápice, em 'I', a dez metros do centro da copa. Em relação à umidade relativa do ar (gráfico 58-b), nesse conjunto de pontos, quando comparados os períodos manhã e tarde, existiu a inversabilidade entre os desenhos, com curvas descendentes a partir de 'G'.

Independente do período, manhã ou tarde, os desenhos dos gráficos se repetiram. O que comprova, que quanto mais distante do centro da copa, a influência do indivíduo arbóreo, em relação à diminuição da temperatura do ar, diminui consideravelmente.

Gráfico 58– Médias das variáveis climáticas. Indivíduo isolado oiti, rua da Hora, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



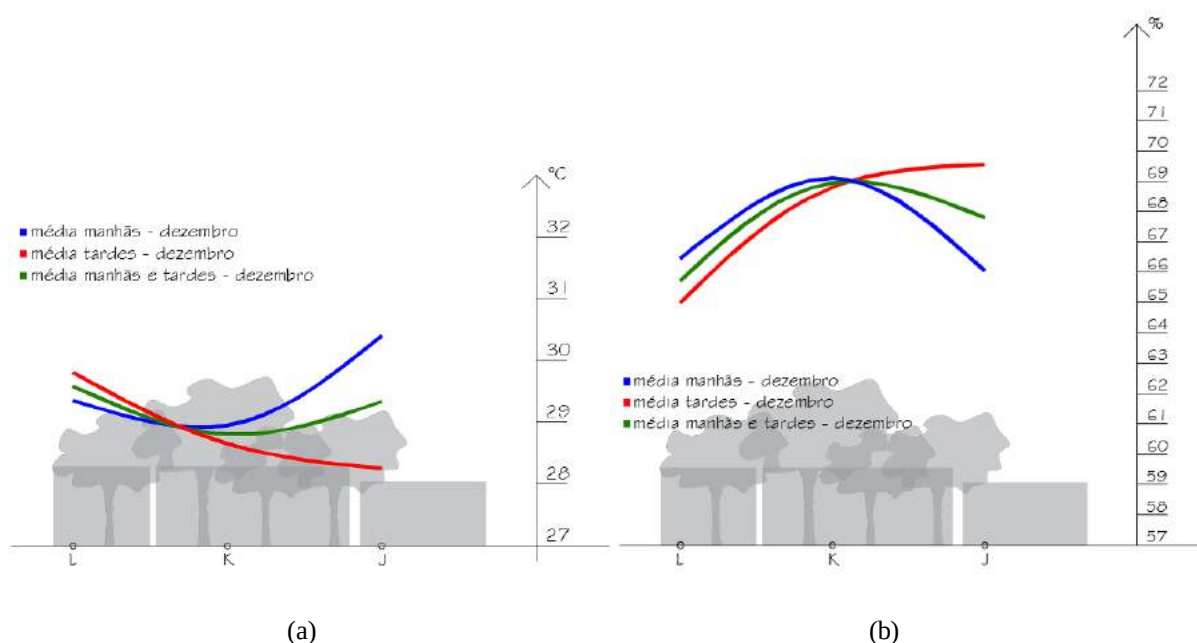
Fonte: Jaucele Azerêdo.



No conjunto ['J', 'K', 'L'], localizado à proximidade do agrupamento linear composto por sibipirunas, os pontos 'K' e 'L' apresentaram desenhos das médias de temperatura muito próximos, quando comparados os períodos manhã e tarde, como pode ser visto no gráfico 59 ('a' e 'b'). A grande diferença de temperatura foi registrada em 'J'. A maior diferença registrada entre 'J' e 'L' ocorreu à tarde. O mesmo já havia sido percebido durante as medições realizadas em março e em setembro/outubro de 2015.

Quanto à umidade relativa do ar (gráfico 59-b), o gráfico se repete, mas ao inverso, comprovando a relação de inversabilidade existente entre as variáveis umidade e temperatura do ar. Como ocorreu com os valores da temperatura do ar, percebe-se uma constância dos valores da umidade relativa do ar anotados em 'K' e m 'L', sendo a maior diferença percentual registrada em 'J'. Ressalta-se que este agrupamento era formado por sibipirunas, assim, não se constituiu em uma grande densidade de copa, devido às próprias especificidades da espécie, que possui copa rala.

Gráfico 59 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear sibipirunas, rua Santo Elias, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

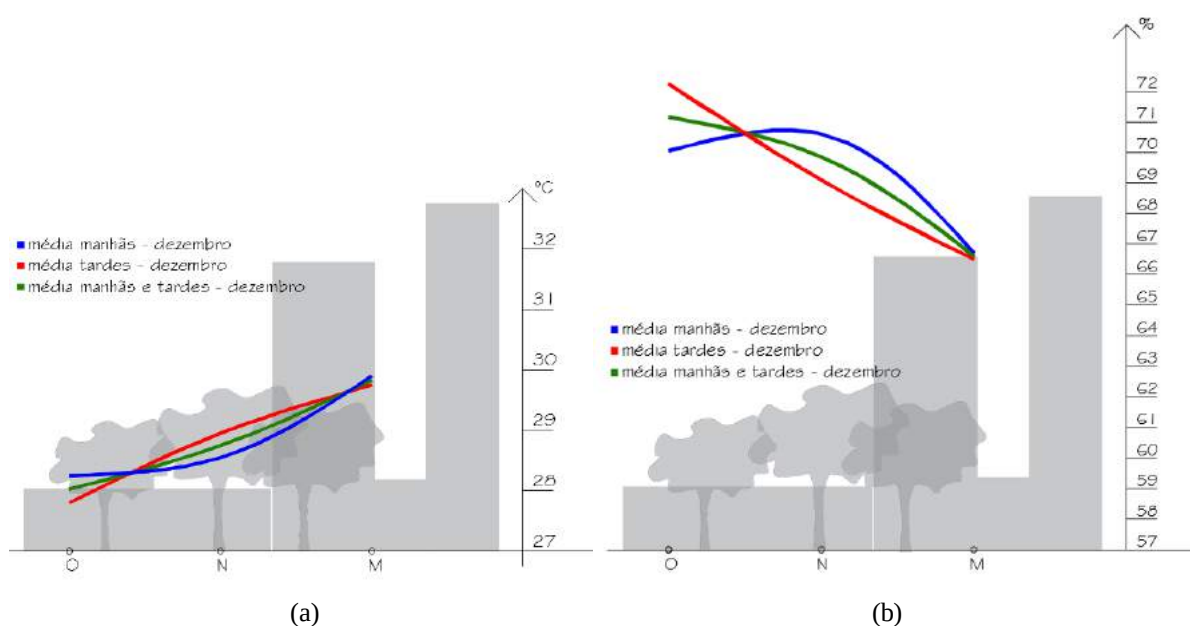


Fonte: Jaucele Azerêdo.

O gráfico 60 (‘a’ e ‘b’) que apresenta os valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar do conjunto [‘M’, ‘N’, ‘O’], localizado na rua Santo Elias, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear heterogêneo, indica que os valores registrados nos três pontos foram muito próximos, quando comparados os períodos manhã e tarde. Em ambos os períodos, a curva representativa foi descendente, partindo de ‘M’. O ponto ‘O’ apresentou o menor valor médio da temperatura do ar, igual a 27,80°C, não apenas desse conjunto, mas de todo o circuito de medições, em dezembro. Esta média foi alcançada no período da tarde, como pode ser visto na tabela 11. Ressalta-se que neste ponto ‘O’ foi registrado o maior valor médio da velocidade dos ventos, igual a 2,16m/s, que fortemente contribuiu com a diminuição do valor da temperatura do ar.

Observando-se as curvas representativas da umidade relativa do ar, destaca-se que, como ocorreram com a temperatura do ar, os valores percentuais, por ponto, não mudaram muito, por período de medição. Tem-se uma curva ascendente, partindo de ‘M’, em direção a ‘O’, resultante das médias, comprovando a relação de inversabilidade dos valores das variáveis. Em ‘O’, foi registrado o maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 72,25%, não apenas do conjunto [‘M’, ‘N’, ‘O’], mas de todo o circuito de medições, em dezembro, período tarde.

Gráfico 60 – Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear heterogêneo, rua Santo Elias, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.

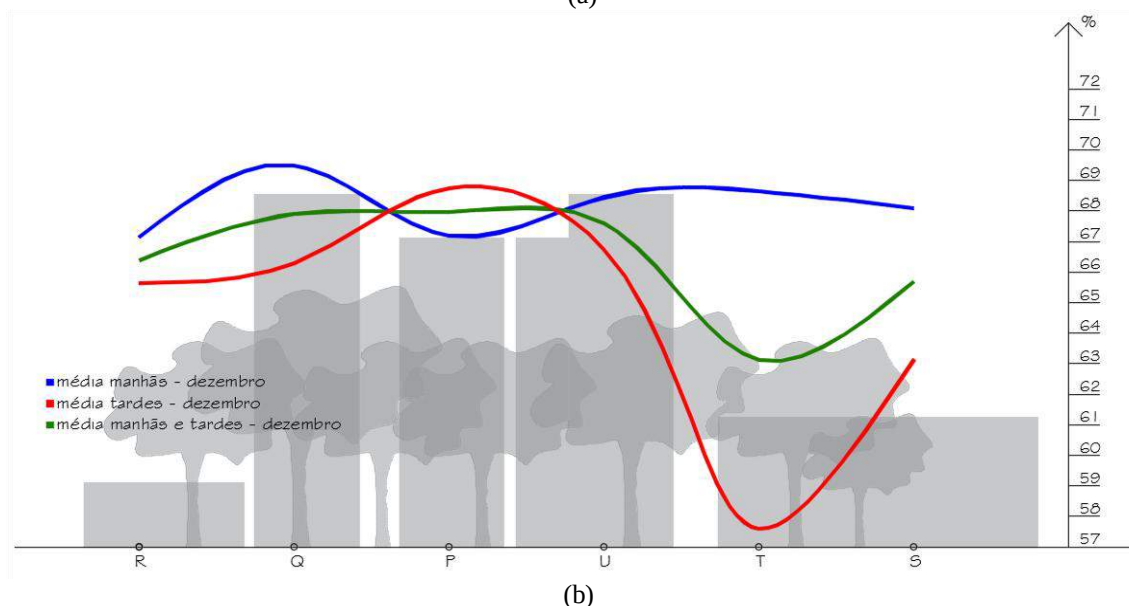
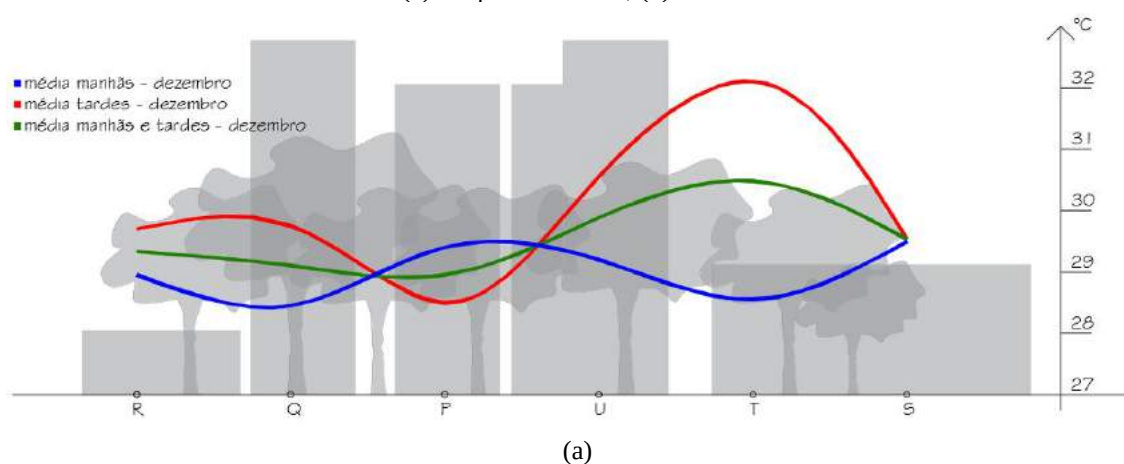


Fonte: Jaucele Azerêdo.



O gráfico 61 ('a' e 'b') apresenta os resultados dos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar dos conjuntos ['P', 'Q', 'R'] e ['S', 'T', 'U'], localizados na rua Barão de Itamaracá, à proximidade de um agrupamento arbóreo linear composto por oiti. A maior diferença de temperatura entre os seis pontos, foi registrada no período da tarde. A maior diferença registrada entre os períodos manhã e tarde ocorreu no ponto 'T', do mesmo modo que no período de setembro/outubro 2015. No período da manhã, apesar da baixa velocidade do vento registrada, este ponto encontrava-se sombreado. No período da tarde, a radiação solar incidiu diretamente sobre o ponto. Além disso, o baixo valor médio da velocidade do vento contribuiu para o alto valor da temperatura. A umidade relativa do ar, à tarde, foi a menor registrada, comprovando a relação de inversabilidade existente entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar.

Gráfico 61– Médias das variáveis climáticas. Agrupamento linear oitis, rua Barão de Itamaracá, Espinheiro, dezembro 2015. (a) temperatura do ar; (b) umidade relativa do ar.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



A figura 131 apresenta três cortes esquemáticos no bairro do Espinheiro, de modo a abranger a diversidade dos pontos de medição. Os indivíduos arbóreos apresentados na cor verde representam os que se localizaram à proximidade dos pontos de medição. Os valores da temperatura anotados na figura 130 referem-se às médias (manhãs e tardes), em março de 2015.

É facilmente perceptível que os menores valores corresponderam às médias relativas aos pontos localizados à proximidade do agrupamento composto por espécies heterogêneas [M, N, O], na rua Santo Elias, seguidos dos pontos localizados à proximidade de oitis [S, T, U] e [Y, Z, AA], nas ruas Barão de Itamaracá e Quarenta e Oito, respectivamente. Os três conjuntos de pontos se localizaram mais próximos à avenida Agamenon Magalhães.

Os mais altos valores das médias corresponderam aos pontos localizados à proximidade dos indivíduos isolados sibipiruna [D, E, F] e oiti [G, H, I], ambos na rua da Hora.

Percebe-se, através dos cortes na figura 132-b e 132-c, que há vazios entre as copas das árvores. Esses vazios permitem a incidência direta da radiação solar no solo, o que fortemente influencia no aumento da temperatura do ar, ao nível do usuário pedestre, considerando-se que há outras fontes que contribuem com a elevação da temperatura, a exemplo do grande fluxo de veículos, durante a maior parte do dia, seguindo pela noite.

Ressalta-se que, todos os valores de temperatura apresentados correspondem às medições realizadas à proximidade dos agrupamentos e dos indivíduos isolados (oito e sibipiruna) e comprovam a necessidade em se arborizar de modo efetivo, buscando a continuidade da arborização, quando se visa ao conforto térmico do indivíduo pedestre.



Figura 131 – Cortes esquemáticos em vias do Espinheiro, Recife/PE

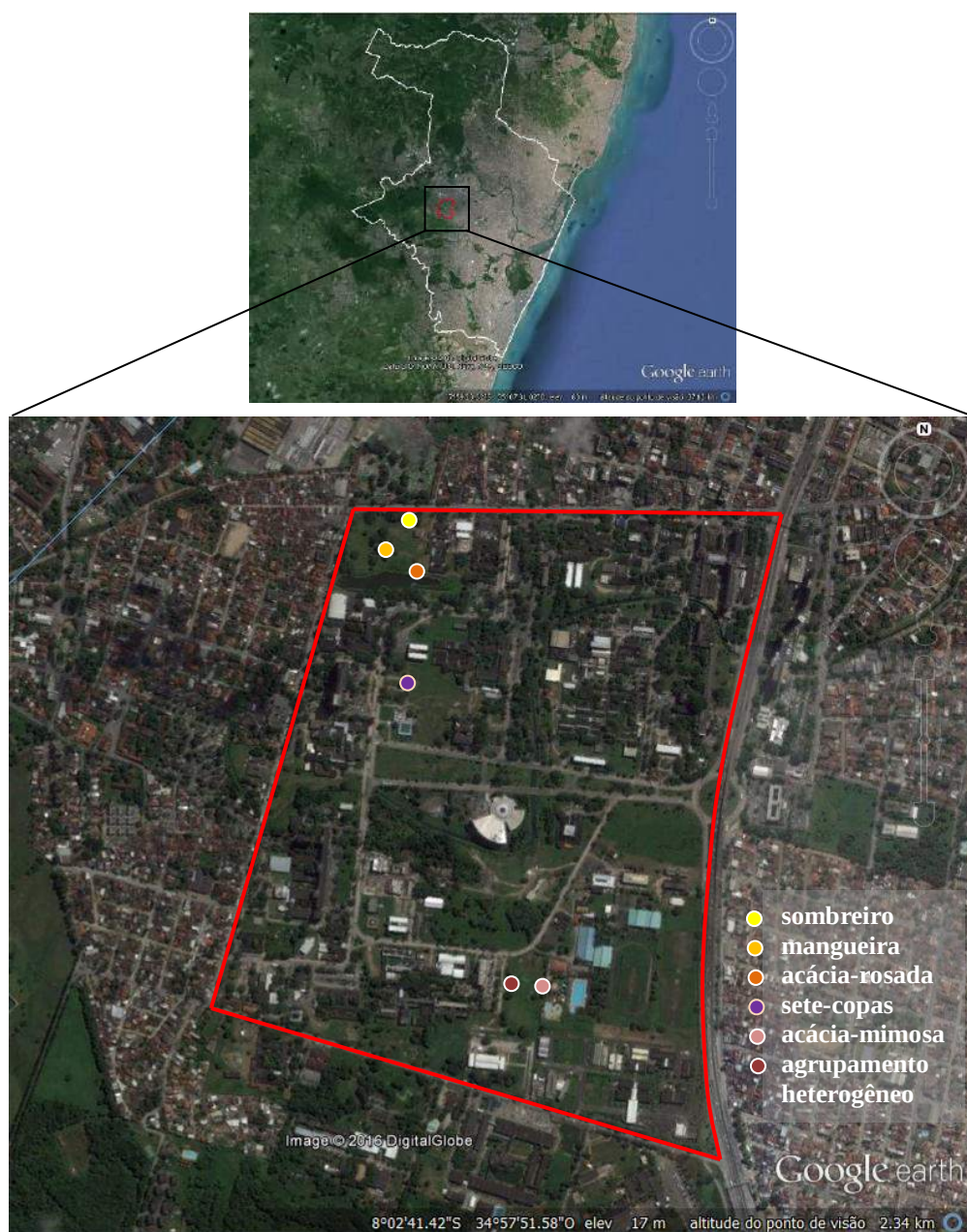


Fonte: Arte gráfica: Sofia Mahmood (2017).

4.4.2 Cidade Universitária

A Cidade Universitária da Universidade Federal de Pernambuco localiza-se a centro-oeste, em Recife (figura 132). É limítrofe ao bairro da Várzea, a oeste e à rodovia BR 101, a leste. Possui espaços livres, próximos ao meio natural, com concentração de vegetação arbórea e em solo natural; em alguns locais, podem ser encontrados pequenos resquícios de Mata Atlântica.

Figura 132 – Localização da Cidade Universitária em Recife; localização pontos de medições na Cidade Universitária.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 28-02-2016.



As medições localizaram-se à proximidade de cinco indivíduos arbóreos isolados (acácia-mimosa – *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth., acácia-rosada – *Cassia grandis* L., sete-copas – *Terminalia catappa* L., mangueira – *Mangifera indica* e sombreiro - *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard) e de um agrupamento linear heterogêneo, composto por indivíduos de quatro espécies: castanhola; tamarindeiro – *Tamarindus indica* L.; mangueira e azeitona-roxa – *Syzygium cumini* (L.) Skeels. A localização do agrupamento heterogêneo e do indivíduo acácia-mimosa encontram-se na figura 133.

Figura 133 – Representação esquemática das árvores.



Fonte: Jaucele Azerêdo. Adaptado de Google Earth. Acesso em: 22-06-2017.

A figura 134 apresenta a vista do agrupamento heterogêneo, onde é facilmente perceptível o entorno próximo – solo natural e livre de obstáculos aos ventos.

Figura 134 – Vistas do agrupamento heterogêneo. (a) a partir da orientação noroeste (b) a partir da orientação nordeste, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (a-2016; b-2017).



Lorenzi et al. (2003, p. 199) apresentam a **acácia-mimosa**, também chamada de ingá-doce ou guamã-americano, como nativa no México, na América Central e no Norte da América do Sul. Os autores citam que é uma árvore caducifólia, com 10-15m de altura. A ramagem é esparsa, formando uma copa aberta. As folhas são decíduas; as inflorescências são pequenas, possuem coloração branco-creme e são formadas no período de dezembro a março. A árvore possui qualidades ornamentais, que a recomendam para uso no paisagismo em parques e jardins, como também, na arborização viária.

Quanto a isso, faz-se uma ressalva: deve ser considerado o tipo climático, já que a árvore perderá a sua folhagem na estação mais rigorosa, portanto, deve ser utilizada em conjunto com outras espécies, cujas folhagens sejam perenes, para não haver prejuízo quanto ao sombreamento, quando necessário. É tolerante a podas e muito utilizada na formação de cerca viva na região Nordeste.

A partir da figura 135, pode-se facilmente observar toda a estrutura da árvore, o volume da copa, com os seus vazios.

Figura 135 – Vista - acácia-mimosa, a partir da orientação nordeste, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2016).



A **castanhola** ou sete-copas é originária da Ásia e de Madagascar. É uma árvore caducifólia, com altura variável entre 12 e 15m de altura. As flores são pequenas e brancas; a floração ocorre durante a primavera. A árvore possui ramagem horizontal, agrupada e simetricamente espaçada em torno do tronco, o que torna a copa da árvore bastante ornamental. Devido às dimensões de diâmetro de copa e de altura, e por possuir copa densa e ampla, que proporciona um magnífico sombreamento, é indicada ao plantio em grandes espaços, como praças e parques, como também, ao longo de praias. Caso seja podado, o indivíduo perde a forma típica (LORENZI et al., 2003, p. 124).

Do mesmo modo que em relação à especificação da acácia-mimosa, deve-se considerar o tipo climático, pois é uma árvore caducifólia. Em Recife, deve ser utilizada em conjunto com outras espécies, cujas folhagens sejam perenes, de modo a não ter prejuízo quanto ao sombreamento necessário à sensação de conforto térmico.

A figura 136 apresenta a árvore sete-copas, disposta isoladamente, em meio próximo ao natural.

Figura 136 – Vista do indivíduo isolado sete-copas, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



O **tamarindo**, tamarino ou tamarindeiro, como é popularmente conhecido, é proveniente da África Tropical e da Índia. Sua altura varia entre 10 e 15m (figura 137). Possui ramagem é ascendente e longa, formando uma copa arredondada e densa. As suas flores têm coloração amarelada, ocorrem em setembro-outubro, mas são destituídas de interesse ornamental. As sementes do tamarindeiro são comestíveis e utilizadas na culinária, bem como, para fins medicinais. A árvore é recomendada para o paisagismo, pois possui atributos ornamentais, sendo adequada para o plantio em parques e grandes jardins, podendo ser, eventualmente, utilizada na arborização viária, a depender da largura das vias (LORENZI et al., 2003, p. 180).

Figura 137 - Vistas do tamarindeiro e da sete-copas. (a) a partir da orientação nordeste; (b) a partir da orientação sudeste, agrupamento heterogêneo, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



(a)



(b)

Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



De acordo com a Embrapa (2010), a **mangueira**, como é conhecida popularmente, é uma espécie originária do continente asiático e foi introduzida no Brasil em dois momentos: inicialmente, pelos portugueses, durante a colonização de nosso território, com variedades de tronco filipínico, e, em seguida, no século XX, com variedades procedentes dos Estados Unidos, e com origem indiana. A mangueira é uma árvore de porte médio a alto, que pode atingir até 30 metros de altura⁹⁹. Apresenta copa frondosa, arredondada e simétrica, cuja folhagem perene, favorece o sombreamento. Pode ser utilizada, principalmente, de forma isolada em locais gramados, onde seus frutos podem cair sem provocar danos, a exemplo de grandes jardins, praças e parques.

A figura 138 apresenta a mangueira, em meio próximo ao natural, onde facilmente se observa a estrutura da copa com alta densidade foliar.

Figura 138 – Vista do indivíduo mangueira, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).

⁹⁹ http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_17_24112005115221.html



Oliveira, azeitona-preta, jambolão e jamelão são alguns nomes populares da árvore cujo nome científico é *Syzygium cumini* (L.) Skeels (figura 139). Lorenzi et al. (2003, p. 297), é uma árvore originária da Índia e do Sri Lanka, com altura variável entre 15 e 20m. Possui ramagem numerosa, o que forma uma copa arredondada e densa. As flores ocorrem entre setembro e novembro e são pequenas e brancas. Os frutos são comestíveis. Os autores afirmam que é uma árvore de grande rusticidade e de rápido crescimento, que é plantada à margem de estradas, em jardins, parques e bosques, sendo também cultivada como quebra-vento. Apesar de ser de origem tropical, pode ser cultivada em todo o território brasileiro.

Figura 139 – Vistas de indivíduos arbóreos. (a) oliveira isolada; (b) oliveira (à esquerda) e mangueira (à direita), agrupamento heterogêneo, em meio próximo ao natural, Cidade Universitária/UFPE, Recife/PE.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017).



O conjunto de medições na Cidade Universitária foi realizado em 05, 06, 07, 08, 09, 19, 20, 27 e 29 de outubro de 2015, datas próximas ao equinócio de primavera, e em 07, 09, 10 e 11 de dezembro de 2015, à proximidade do solstício de verão, em períodos manhã e tarde, de 08 às 10h00 e de 14 às 16h00, aproximadamente, totalizando doze períodos de medições. Devido à incompatibilidade de horários de toda a equipe de pesquisadores, em 05-10-15, as medições ocorreram à tarde, e em 07-10-15, as medições ocorreram pela manhã, na Cidade universitária. Houve a utilização de quatro conjuntos de instrumentos fixados em quatro tripés, às distâncias de 1,5m, 5,0m e 10m do centro da copa da árvore, em relação aos indivíduos isolados.

Em relação ao agrupamento heterogêneo, as medições ocorreram em conjuntos paralelos ao alinhamento, também às distâncias de 1,5m, 5,0m e 10m, do centro das copas do conjunto. A fim de facilitar a compreensão da localização dos pontos de medição na Cidade Universitária, a representação dos 12 pontos próximos aos indivíduos isolados e dos 24 pontos, à proximidade do agrupamento heterogêneo, foi realizada através de letras e de cores.

A figura 140 apresenta a representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do agrupamento linear heterogêneo e do indivíduo isolado acácia-mimosa.

Os conjuntos de pontos representados pelas cores vermelha ['A', 'B', 'C' e 'D'], azul clara ['E', 'F', 'G' e 'H'] e amarela ['I', 'J', 'K' e 'L'] foram medidos às distâncias de 1,5m, 5,0m e 10m, respectivamente. Os conjuntos representados pelas cores verde clara ['M', 'N', 'O' e 'P'], rosa ['Q', 'R', 'S' e 'T'] e azul escuro ['U', 'V', 'W' e 'X'] também foram medidos às distâncias de 1,5m, 5,0m e 10m respectivamente. Por fim, com os conjuntos de cor bege ['Y', 'Z', 'AA' e 'AB'], cor verde oliva ['AC', 'AD', 'AE' e 'AF'], e, de cor laranja ['AG', 'AH', 'AI' e 'AJ'], houve os mesmos procedimentos.

Do mesmo modo que no recorte do bairro Espinheiro, visando alcançar a média dos valores das variáveis climáticas, houve mudança de orientação do percurso, em dias de medições consecutivas. Assim, em 05 e 07 de outubro, teve a seguinte sequência: ['A', 'B', 'C', 'D']; ['E', 'F', 'G', 'H']; ['I', 'J', 'K', 'L']; ['M', 'N', 'O', 'P']; ['Q', 'R', 'S', 'T']; ['U', 'V', 'W', 'X']; ['Y', 'Z', 'AA', 'AB']; ['AC', 'AD', 'AE', 'AF'] e ['AG', 'AH', 'AI', 'AJ'], ou seja, o início das medições ocorreu à proximidade do indivíduo arbóreo isolado acácia-mimosa e terminou a 10m do agrupamento linear heterogêneo. Em 06 de outubro, o percurso foi contrário, começando à proximidade do agrupamento linear e terminando à 10m do indivíduo isolado. Teve o seguinte percurso: ['Y', 'Z', 'AA', 'AB']; ['AC', 'AD', 'AE', 'AF']; ['AG',



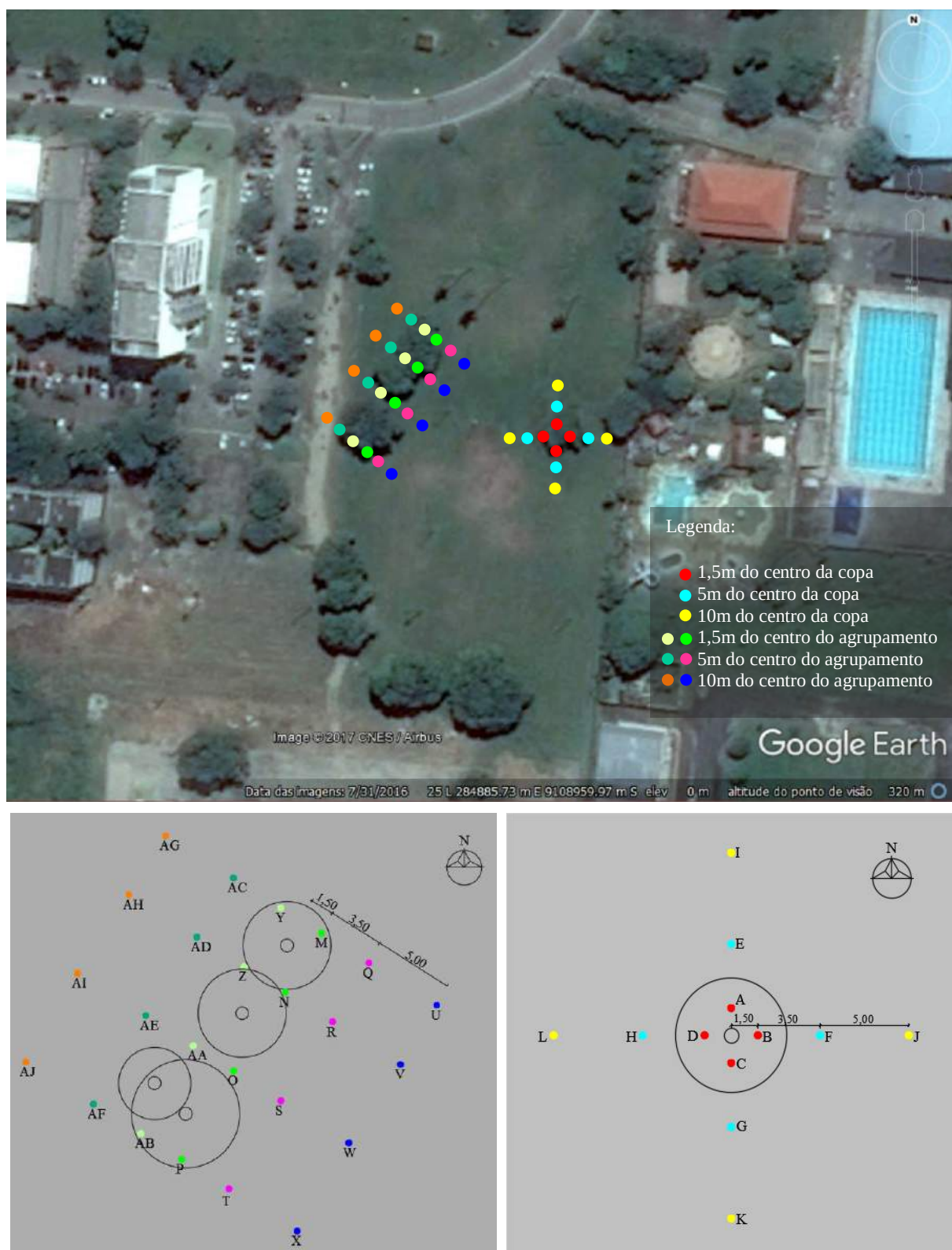
‘AH’, ‘AI’, ‘AJ’]; [‘M’, ‘N’, ‘O’, ‘P’]; [‘Q’, ‘R’, ‘S’, ‘T’]; [‘U’, ‘V’, ‘W’, ‘X’]; [‘A’, ‘B’, ‘C’, ‘D’]; [‘E’, ‘F’, ‘G’, ‘H’] e [‘I’, ‘J’, ‘K’, ‘L’].

Em 19 de outubro e 07 de dezembro, a sequência do percurso de medições foi a seguinte: [‘M’, ‘N’, ‘O’, ‘P’]; [‘Q’, ‘R’, ‘S’, ‘T’]; [‘U’, ‘V’, ‘W’, ‘X’]; [‘Y’, ‘Z’, ‘AA’, ‘AB’]; [‘AC’, ‘AD’, ‘AE’, ‘AF’]; [‘AG’, ‘AH’, ‘AI’, ‘AJ’]; [‘A’, ‘B’, ‘C’, ‘D’]; [‘E’, ‘F’, ‘G’, ‘H’] e [‘I’, ‘J’, ‘K’, ‘L’]. Em 20 de outubro e 09 de dezembro, o percurso começou junto à árvore individual isolada acácia-mimosa e terminou próximo ao agrupamento: [‘A’, ‘B’, ‘C’, ‘D’]; [‘E’, ‘F’, ‘G’, ‘H’]; [‘I’, ‘J’, ‘K’, ‘L’]; [‘Y’, ‘Z’, ‘AA’, ‘AB’]; [‘AC’, ‘AD’, ‘AE’, ‘AF’]; [‘AG’, ‘AH’, ‘AI’, ‘AJ’]; [‘M’, ‘N’, ‘O’, ‘P’]; [‘Q’, ‘R’, ‘S’, ‘T’] e [‘U’, ‘V’, ‘W’, ‘X’].

Em todos os horários das medições, na Cidade Universitária, tanto em outubro quanto em dezembro 2015, a condição da abóbada celeste era parcialmente encoberta, correspondendo à faixa de $1/3 < x < 2/3$ de nuvens.



Figura 140 – Representação esquemática dos pontos de medição. (a) agrupamento linear heterogêneo; (b) indivíduo isolado.



(a)

(b)

Fonte: Jaucele Azerêdo. Adaptado de Google Earth. Acesso em: 22-06-2017.

A figura 141 apresenta a localização dos tripés à proximidade do indivíduo arbóreo acácia-mimosa. A figura 142 apresenta a localização dos tripés à proximidade do agrupamento linear.

Figura 141 – Localização dos tripés à distância de 5m do centro do indivíduo arbóreo acácia-mimosa.



Foto: Wilson Barbosa (2015).

Figura 142 – Localização dos tripés à proximidade do agrupamento linear. (a) à distância de 5m do centro do agrupamento, direção sudeste; (b) à distância de 1,5m do centro do agrupamento, direção noroeste.



(a)



(b)

Fotos: Wilson Barbosa (2015).



Medições à proximidade do agrupamento linear heterogêneo

As tabelas 12 a 15 apresentam as médias aritméticas dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em 24 pontos na Cidade Universitária – UFPE, campus Recife, à proximidade de um agrupamento linear heterogêneo, composto por quatro espécies exóticas. Os dados foram coletados em outubro e em dezembro de 2015, períodos manhã e tarde.

Tabela 12 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – outubro 2015 – agrupamento linear heterogêneo – Cidade Universitária.

Local: Universidade Federal de Pernambuco								
Data: 06, 07, 19 e 20-10-15 – manhã – médias								
agrupamento heterogêneo	distâncias	pontos	ângulo	temperatura do ar (°C)	umidade relativa do ar (%)	ventos		
						Média (m/s)	Pico (m/s)	dir
em direção a sudeste	1,5m	M	25° NE	30,33	62,05	2,03	5,90	SE
		N		29,23	67,98	2,09	5,20	
		O		29,63	61,45	1,76	5,50	
		P		29,50	61,98	2,33	5,40	
	5m	Q	25° NE	30,45	61,20	2,37	5,90	SE
		R		29,95	61,00	2,33	5,50	
		S		30,38	59,13	1,33	4,10	
		T		30,30	60,28	2,23	4,70	
	10m	U	25° NE	31,00	60,10	1,37	4,10	SE
		V		30,23	61,43	1,59	5,80	
		W		30,13	60,98	1,83	5,30	
		X		30,20	60,33	2,67	5,10	
em direção a noroeste	1,5m	Y	25° NE	29,35	63,53	2,31	9,00	SE
		Z		28,78	63,45	2,40	6,60	
		AA		29,75	63,13	2,43	6,10	
		AB		28,95	64,88	2,31	6,10	
	5m	AC	25° NE	29,33	64,50	2,73	6,70	SE
		AD		28,95	63,83	3,13	6,30	
		AE		29,85	63,83	2,47	5,30	
		AF		28,68	64,58	2,10	4,60	
	10m	AG	25° NE	29,60	63,10	2,11	7,10	SE
		AH		28,28	63,15	2,47	6,70	
		AI		30,25	62,00	1,93	5,40	
		AJ		28,93	63,98	1,93	4,80	
Estação automática				28,83	55,50	2,40	7,60	114
Estação convencional				28,85	70,75	2,20		12

Fonte: Jaucele Azerêdo.



Os valores dos picos da velocidade do vento foram apresentados como valores absolutos. Além disso, as tabelas apresentam as médias dos valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência, para as mesmas datas e horários. Os gráficos 62-65 são relativos à temperatura do ar, nesses mesmos pontos. Através deles, podem-se perceber as seguintes representações:

Em planta baixa, encontram-se os pontos de localização dos tripés, os valores das médias, por ponto, e as isolinhas, para o período da manhã, circundada pela linha ‘pontilhada’, na cor laranja.

Em corte, as médias de temperatura dos circuitos voltados para sudeste e para noroeste, a partir do centro do agrupamento, nos quatro tripés, encontram-se no gráfico circundado pela linha ‘tracejada’, na cor vermelha, sendo que,

- o tripé 1 representa os pontos [‘M’, ‘Q’, ‘U’] e [‘Y’, ‘AC’, ‘AG’];
- no tripé 2, se encontravam os pontos [‘N’, ‘R’, ‘V’] e [‘Z’, ‘AD’, ‘AM’];
- no tripé 3, se localizavam os pontos [‘O’, ‘S’, ‘W’] e [‘AA’, ‘AE’, ‘AI’];
- no tripé 4, foram representados os pontos [‘P’, ‘T’, ‘X’] e [‘AB’, ‘AF’, ‘AJ’], voltados a sudeste e noroeste, respectivamente.

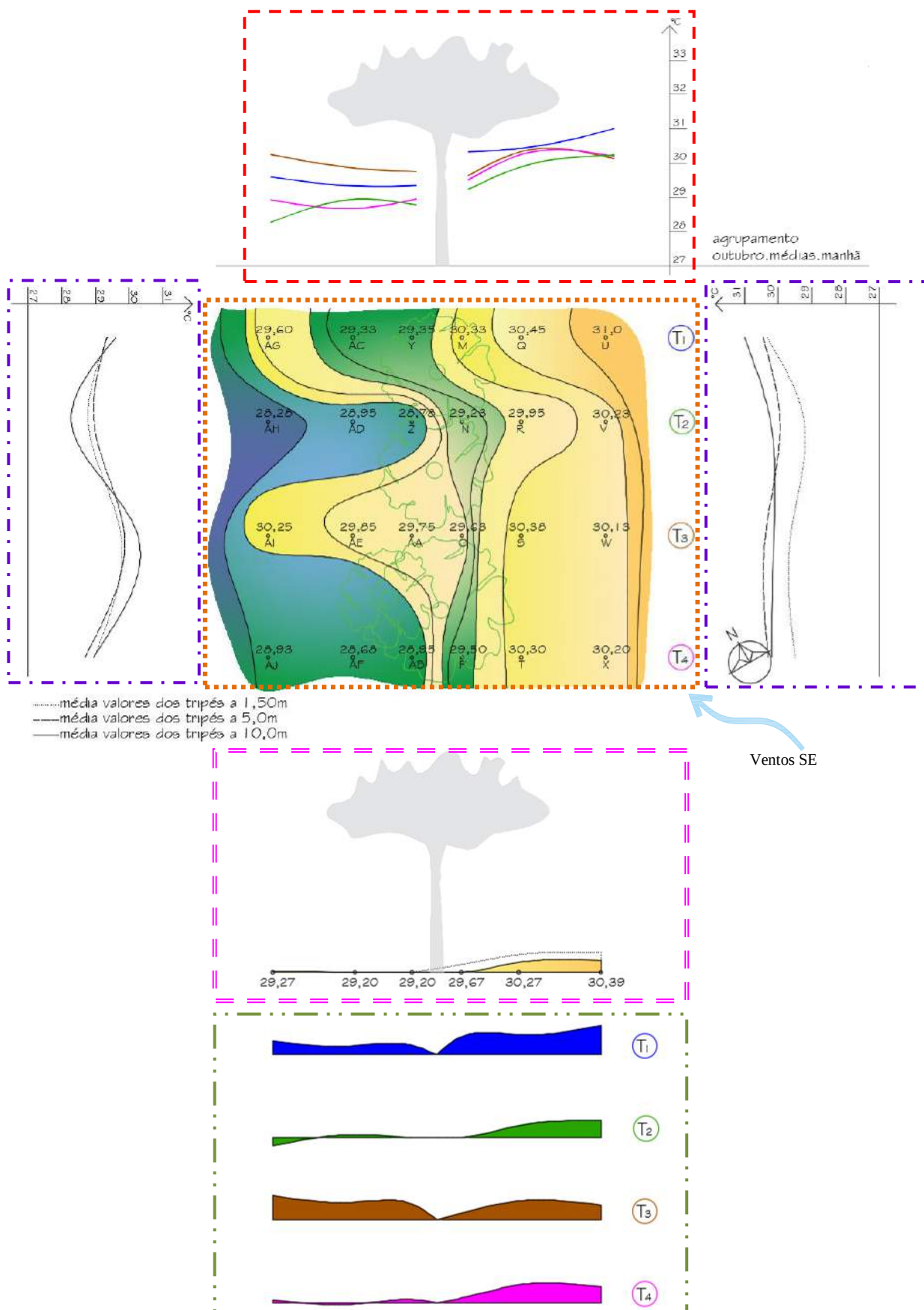
As médias dos valores às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro das copas, para as orientações sudeste e noroeste, encontram-se nos gráficos circundados pelas linhas ‘traço ponto’, na cor roxa.

Em corte, a diferença entre as médias do somatório das médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro do agrupamento, para as orientações sudeste e noroeste, e o menor valor registrado, para cada orientação, localizado mais próximo ao centro do agrupamento linear heterogêneo, encontra-se no gráfico circundado pela linha ‘duplo tracejado’, na cor rosa. Anota-se que a linha pontilhada, constante neste gráfico, representa a diferença entre o maior e o menor valor das médias do somatório das médias.

Em corte, a diferença, por tripé, entre os valores médios das temperaturas do ar, por ponto, e o menor valor registrado de cada circuito (sudeste e noroeste), localizado mais próximo ao centro do agrupamento linear heterogêneo, encontra-se no conjunto de gráficos circundados pela linha ‘traço dois pontos’, na cor verde.



Gráfico 62 – médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – outubro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



A partir dos dados apresentados na tabela 12 e no gráfico 62 pode ser observado que o circuito voltado para sudeste apresentou maiores valores de temperatura do ar do que o circuito voltado para noroeste, localizados a 1,5m, a 5,0m e a 10m, respectivamente. Isso é justificado pelo movimento aparente do sol, que, pela manhã, encontra-se posicionado a leste do agrupamento. Tanto que, o ponto que apresentou o maior valor médio de temperatura do ar, igual a 31,00°C, foi o ponto ‘U’, localizado a dez metros do conjunto arbóreo, no tripé 1, extremo nordeste do conjunto de pontos. Ressalta-se que, neste ponto, foi registrada a segunda menor média da umidade relativa do ar, igual a 60,10%. A maioria dos menores valores de temperatura foi registrada nos pontos mais próximos aos centros das copas das árvores, devido ao sombreamento efetivo das copas.

Ainda que todos os pontos tenham se localizado em ambiente aberto e permeável aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado nos dois circuitos, a sudeste e a noroeste (24 pontos), de 2,72°C, o que atesta que o comportamento da temperatura variou em função do sombreamento e da velocidade dos ventos.

Avaliando-se os tripés, separadamente, vê-se que pontos no tripé de número 2 apresentaram os menores valores de médias de temperatura, em decorrência do sombreamento, de modo mais efetivo. O tripé 3, voltado a noroeste, apresentou altos valores médios de temperatura do ar, em virtude de um espaço vazio entre as copas, que não se cruzavam, nessa faixa de pontos.

Através dos gráficos relativos às médias das distâncias de 1,5m, 5,0m e 10,0m do centro do agrupamento, a noroeste, pode-se observar que o desenho das curvas se repetiu, ou seja, os menores valores foram registrados no tripé 2 e os maiores, no tripé 3, sendo a maior diferença, entre os valores, máximos e mínimos, registrada a 10m. Os gráficos relativos às distâncias a 1,5m e a 5,0m praticamente coincidiram; exatamente onde se encontrava a maior densidade foliar. No caso dos gráficos relativos às mesmas distâncias, porém, voltados a sudeste, fica evidente que os maiores valores médios de temperatura foram registrados a cinco e a dez metros do centro do agrupamento.

No gráfico que representa a diferença entre as médias resultantes do somatório das médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro do agrupamento, e o menor valor registrado, localizado mais próximo ao centro do agrupamento linear heterogêneo, se evidencia que a maior diferença foi a cinco e a dez metros, direção sudeste, comprovando que os mais altos valores médios foram registrados nesse circuito.



Tecendo essa avaliação, por orientação, separadamente, a maior diferença foi registrada no tripé 1, orientação sudeste. Considerando a diferença apenas por tripé, a maior diferença é relativa ao tripé 3, pois, como já mencionado, o vazio entre as copas favoreceu o incremento de calor.

Através da comparação do maior valor médio da temperatura do ar, por circuito, com os valores das Estações de Referência, registrou-se um acúmulo de calor de 2,17°C, em relação à Estação Automática e de 2,15°C, em relação à Estação Convencional, no circuito voltado a sudeste. No que concerne o circuito voltado a noroeste, o acúmulo de calor foi de 1,42°C, em relação à Estação Automática.

Observa-se que em 87,5% dos pontos, os valores médios de temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife. Todos esses valores se apresentaram acima dos valores registrados pela Estação Automática, e abaixo dos disponibilizados pela Estação Convencional.

A velocidade média dos ventos variou em 1,04m/s, entre os pontos, a 5m, e em 1,30m/s, a 10m, ambos a sudeste. O maior valor foi registrado no ponto 'AD', igual a 3,13m/s.

Durante as medições em outubro 2015, manhã, houve registro de picos de velocidade dos ventos que variaram de 4,10m/s até 9m/s. É importante notar que, apesar desses valores não serem considerados válidos para a média aritmética dos valores da velocidade dos ventos, considerando-se que foram registrados fora dos intervalos de um minuto, em um total de cinco minutos de medição, valem como referência de possibilidades de ocorrência. Ressalta-se, ainda, que o maior valor, igual a 9m/s, foi superior ao valor de pico registrado pela Estação Automática Inmet.

A direção predominante dos ventos, em ambos os circuitos, na Cidade Universitária, foi oriunda de sudeste, em acordo com a direção predominante em Recife.



Tabela 13 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – outubro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.

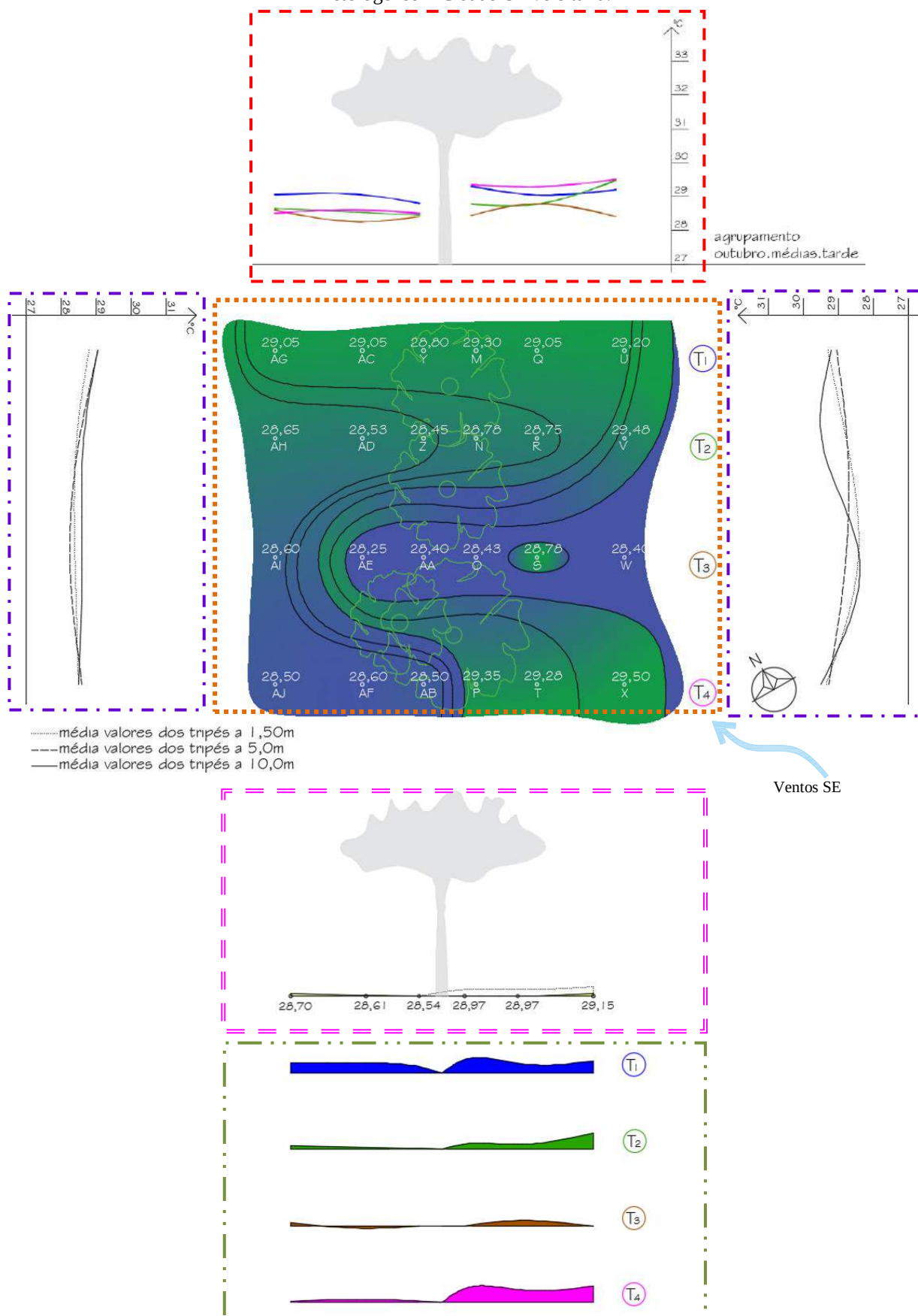
Local: Universidade Federal de Pernambuco								
Data: 05; 06 e 19 e 20-10-15 - tarde - médias								
Agrupamento heterogêneo	Distâncias	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos		
						média	pico	dir
em direção a sudeste	1,5m	M		29,30	65,03	2,00	5,70	SE
		N		28,78	68,38	2,41	6,00	
		O		28,43	66,68	2,10	4,80	
		P		29,35	66,13	2,29	5,70	
	5m	Q		29,05	65,68	1,73	6,20	SE
		R		28,75	68,58	1,91	6,80	
		S		28,78	67,80	1,96	5,20	
		T		29,28	67,73	1,95	4,90	
	10m	U		29,20	65,38	1,74	5,30	SE
		V		29,48	68,45	2,72	5,70	
		W		28,40	67,13	2,63	6,50	
		X		29,50	66,65	2,13	5,90	
em direção a noroeste	1,5m	Y	25° NE	28,80	64,83	3,35	7,80	SE
		Z		28,45	67,38	3,18	7,40	
		AA		28,40	65,70	2,08	6,60	
		AB		28,50	66,93	2,05	5,60	
	5m	AC	25° NE	29,05	66,33	2,59	6,40	SE
		AD		28,53	69,48	3,35	5,50	
		AE		28,25	68,05	2,42	5,30	
		AF		28,60	68,93	2,10	5,10	
	10m	AG	25° NE	29,05	64,35	2,75	6,40	SE
		AH		28,65	67,85	3,51	6,30	
		AI		28,60	67,33	2,20	4,70	
		AJ		28,50	67,50	2,05	5,20	
Estação automática				27,98	58,00	2,175	7,70	99
Estação convencional				28,25	65,5	2,05		12

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Através dos valores apresentados na tabela 13 e do gráfico relativo às médias de temperatura dos circuitos, a partir do centro do agrupamento, nos quatro tripés (gráfico 63 – linha ‘tracejada’, cor vermelha), pode ser observado que houve uma proporção maior entre os valores dos circuitos voltados para sudeste e noroeste, quando comparados com o período da manhã. Isso indica que o calor acumulado, no momento da medição, à tarde, ainda não havia se dissipado, mesmo que, pelo movimento aparente do sol, já houvesse sombra a sudeste do agrupamento. O desenho das curvas voltadas a noroeste praticamente foi constante, nos tripés de números 1, 2 e 4, o que significa que os valores médios de temperatura, entre os pontos respectivos a cada tripé, praticamente não variaram.



Gráfico 63 – Médias dos valores da temperatura do ar – período tarde – outubro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.



Em relação ao circuito voltado a sudeste, a maior diferença de temperatura do ar entre os pontos localizados a 1,5m e a 10m do centro do agrupamento foi registrada no tripé 2, igual a $0,70^{\circ}\text{C}$. A maioria dos pontos que apresentaram os mais altos valores médios da temperatura do ar estavam localizados nos extremos do agrupamento, sendo o maior valor médio registrado no ponto 'X', a dez metros do agrupamento, tripé 4, igual a $29,50^{\circ}\text{C}$, extremo sudeste do conjunto de pontos. Como já registrado no período da manhã, a maioria dos menores valores, à tarde, foi registrada nos pontos mais próximos ao centro do agrupamento, devido à maior densidade foliar, que favorecia o sombreamento dos pontos.

Comparando-se os valores de temperatura do ar dos dois circuitos, registra-se que houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior valor e o menor valor médio registrado igual a $1,25^{\circ}\text{C}$.

Através dos gráficos relativos às médias das distâncias de 1,5m, 5,0m e 10,0m do centro do agrupamento, a noroeste, pode-se observar que o desenho foi praticamente constante, o que significa que a variação entre os valores médios de temperatura nas três distâncias foi muito pequena, sendo que o desenho representativo da distância de dez metros apresentou uma leve diferença, para mais, em relação às outras duas curvas. Quanto aos gráficos relativos às mesmas distâncias, porém, voltadas a sudeste, os menores valores médios de temperatura foram registrados a 1,5 e a 5,0m do centro do agrupamento, como era esperado, considerando-se o sombreamento.

No gráfico que representa a diferença entre as médias resultantes do somatório das médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro do agrupamento, e o menor valor registrado, em cada orientação, localizado a 1,5m do centro, se evidencia que a diferença foi praticamente a mesma, em ambas as orientações, comprovando o calor acumulado.

Considerando a diferença apenas por tripé, a maior diferença é encontrada no tripé 1. Tecendo essa avaliação, por orientação, a maior diferença foi registrada no tripé 4, a sudeste. As maiores temperaturas foram marcadas nos extremos do conjunto. Como essas medições ocorreram em período próximo ao equinócio de primavera, foram registradas temperaturas mais amenas, quando comparadas com o período de dezembro. O ponto que apresentou a maior média da velocidade dos ventos foi o ponto 'AH', localizado a dez metros do centro linear do agrupamento, igual a $3,51\text{m/s}$. Comparando-se, esse valor, com o menor valor médio, registrado no ponto 'Q', tem-se uma diferença superior a 100%, apesar de todos os pontos se encontrarem em ambiente aberto, livre de obstáculos.



A partir da comparação entre os maiores valores de cada circuito e os valores disponibilizados pelas Estações de Referência, tem-se que houve um acúmulo de calor igual a $1,25^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Convencional e de $1,52^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Automática, no circuito voltado a sudeste. Quanto ao circuito voltado a noroeste, o acúmulo de calor foi de $1,07^{\circ}\text{C}$, em relação à estação Automática e de $0,80^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Convencional.

Em 100% dos casos, as médias das temperaturas estiveram acima dos valores registrados pela Estação Meteorológica Automática Inmet, em relação à estação Convencional, atinge 96% dos casos. Este percentual, em relação à umidade relativa do ar, foi de 83%. Quanto à velocidade dos ventos, 25% dos pontos registraram valores médios abaixo dos valores registrados pelas referidas Estações.



Tabela 14 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.

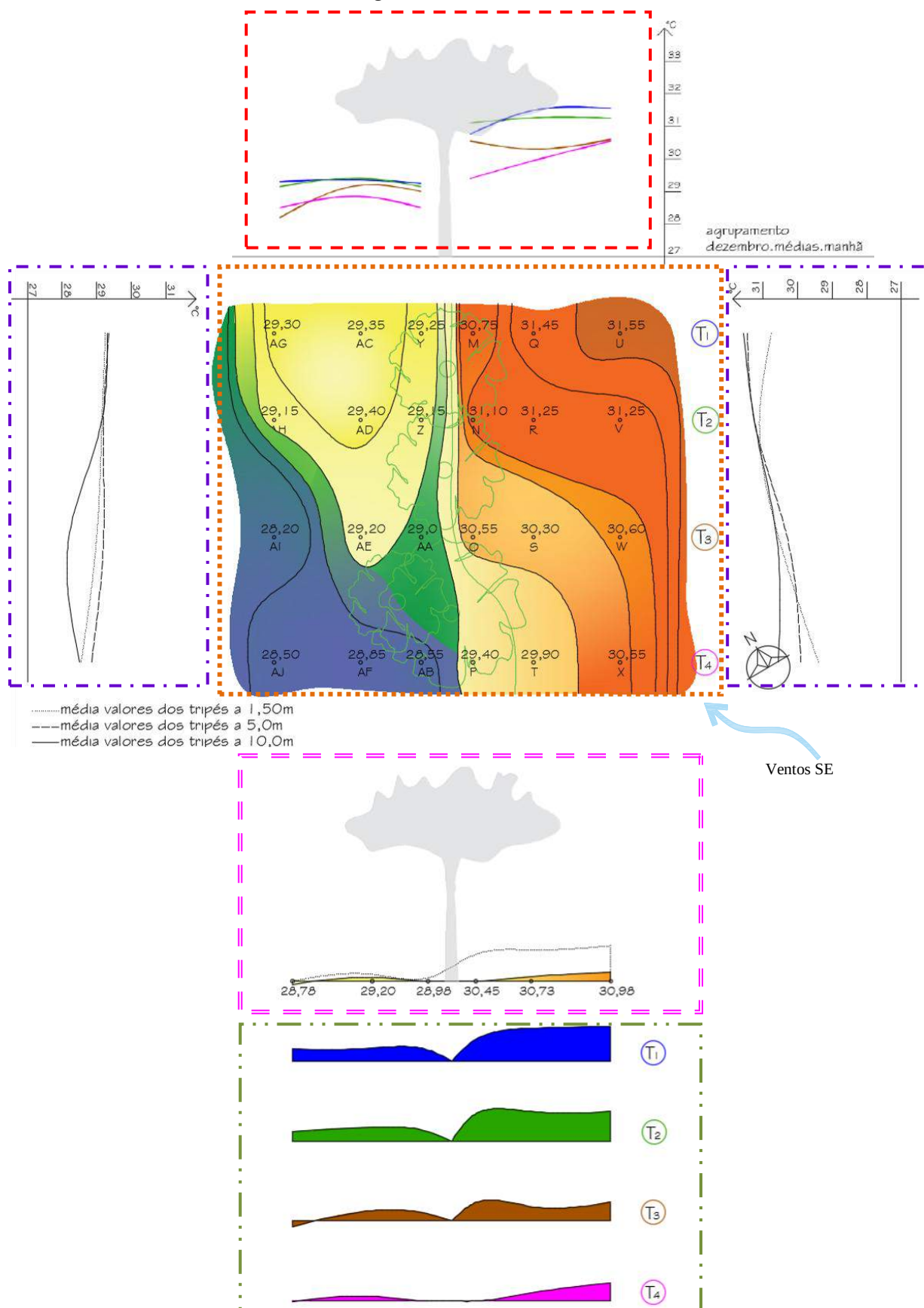
Local: Universidade Federal de Pernambuco								
Data: 07 e 09-12-15 - média - manhã								
Agrupamento heterogêneo	Distâncias	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos		
						média	pico	dir
em direção a sudeste	1,5m	M	25° NE	30,75	68,15	1,65	5,60	SE
		N		31,10	64,50	2,87	5,90	
		O		30,55	75,05	2,24	6,00	
		P		29,40	70,55	2,72	5,50	
	5m	Q	25° NE	31,45	67,10	1,13	2,80	SE
		R		31,25	64,35	1,85	5,00	
		S		30,30	75,60	2,08	6,00	
		T		29,90	68,90	3,00	5,30	
	10m	U	25° NE	31,55	68,75	1,20	3,30	SE
		V		31,25	67,05	1,30	4,80	
		W		30,60	76,15	1,67	6,10	
		X		30,55	67,70	1,87	4,90	
em direção a noroeste	1,5m	Y	25° NE	29,25	71,45	1,30	4,20	SE
		Z		29,15	73,30	2,64	5,70	
		AA		29,00	73,95	2,39	5,70	
		AB		28,55	73,15	2,32	7,30	
	5m	AC	25° NE	29,35	71,20	1,67	5,20	SE
		AD		29,40	74,60	2,15	5,20	
		AE		29,20	71,45	2,09	4,30	
		AF		28,85	72,15	2,45	6,00	
	10m	AG	25° NE	29,30	73,05	2,00	5,70	SE
		AH		29,15	74,65	2,50	5,30	
		AI		28,20	80,20	3,12	5,80	
		AJ		28,50	74,70	3,12	5,80	
Estação automática				30,50	55,00	2,55	7,10	94
Estação convencional				30,20	63,50	2,85	-	14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Pode ser observado nos dados apresentados (tabela 14 e gráfico 64) que o circuito voltado para sudeste apresentou maiores valores de temperatura do ar, em todas as distâncias, em todos os tripés. Como já mencionado, isso se justifica devido ao movimento aparente do sol, que, pela manhã, encontrava-se posicionado a leste do agrupamento. O ponto que apresentou o maior valor médio de temperatura do ar, igual a 31,55°C, foi o ponto ‘U’, localizado a dez metros do conjunto arbóreo, no tripé 1, extremo nordeste do conjunto de pontos. Os menores valores de temperatura do ar, de todo o circuito, foram registrados a noroeste do agrupamento, cujos pontos se encontravam sombreados.



Gráfico 64 – Média dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Diferentemente de outubro 2015, o tripé 3 apresentou o menor valor médio de temperatura do ar, igual a $28,20^{\circ}\text{C}$, a 10m da linha central do agrupamento ponto 'AI'. Neste ponto, foi registrada a maior média de umidade relativa do ar, comprovando a relação de inversabilidade entre estas variáveis. Como também, foi registrada a maior média da velocidade dos ventos. Lembra-se que a velocidade dos ventos e a temperatura também são variáveis inversamente proporcionais.

Apesar dos pontos se localizarem à proximidade de um agrupamento linear arbóreo, quando comparados os registros do maior valor e do menor valor médio de temperatura do ar, dos dois circuitos, a sudeste e a noroeste, registra-se que houve uma diferença de $3,35^{\circ}\text{C}$.

Através dos gráficos relativos às médias das distâncias de 1,5m, 5,0m e 10,0m da linha do centro do agrupamento, a noroeste, percebe-se que as curvas relativas às distâncias de 1,5m e a 5,0m praticamente coincidiram. A diferença foi registrada a 10m, no tripé 3. No caso dos gráficos relativos às mesmas distâncias, porém, voltados a sudeste, é evidenciado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados a dez metros do centro linear do agrupamento.

Observando-se o gráfico que representa a diferença entre as médias resultantes do somatório das médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro do agrupamento, e o menor valor registrado, localizado mais próximo ao centro, se ratifica que a maior diferença foi a dez metros, direção sudeste, comprovando que os mais altos valores médios foram registrados nessa orientação. Avaliando-se, por tripé e orientação, a maior diferença foi registrada no tripé 1. Anota-se que, a diferença entre o maior e o menor valor das médias do somatório das médias foi de $2,20^{\circ}\text{C}$.

Comparando-se o maior valor de temperatura dos dois circuitos, voltados a sudeste e a noroeste, e os valores disponibilizados pelas Estações de Referência, tem-se que houve um acúmulo de calor igual a $1,35^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Convencional e de $1,05^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Automática. Em 42,0% dos pontos, os valores de temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pela Estação Convencional Inmet. Todos os pontos apresentaram valores médios de umidade relativa do ar acima dos disponibilizados pelas Estações de Referência. O maior valor médio da velocidade dos ventos foi registrado a dez metros do centro do agrupamento, nos pontos 'AI' e 'AJ', igual a 3,12m/s. Houve registro de picos de até 7,30m/s.



Tabela 15 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – dezembro 2015 – agrupamento linear heterogêneo - Cidade Universitária.

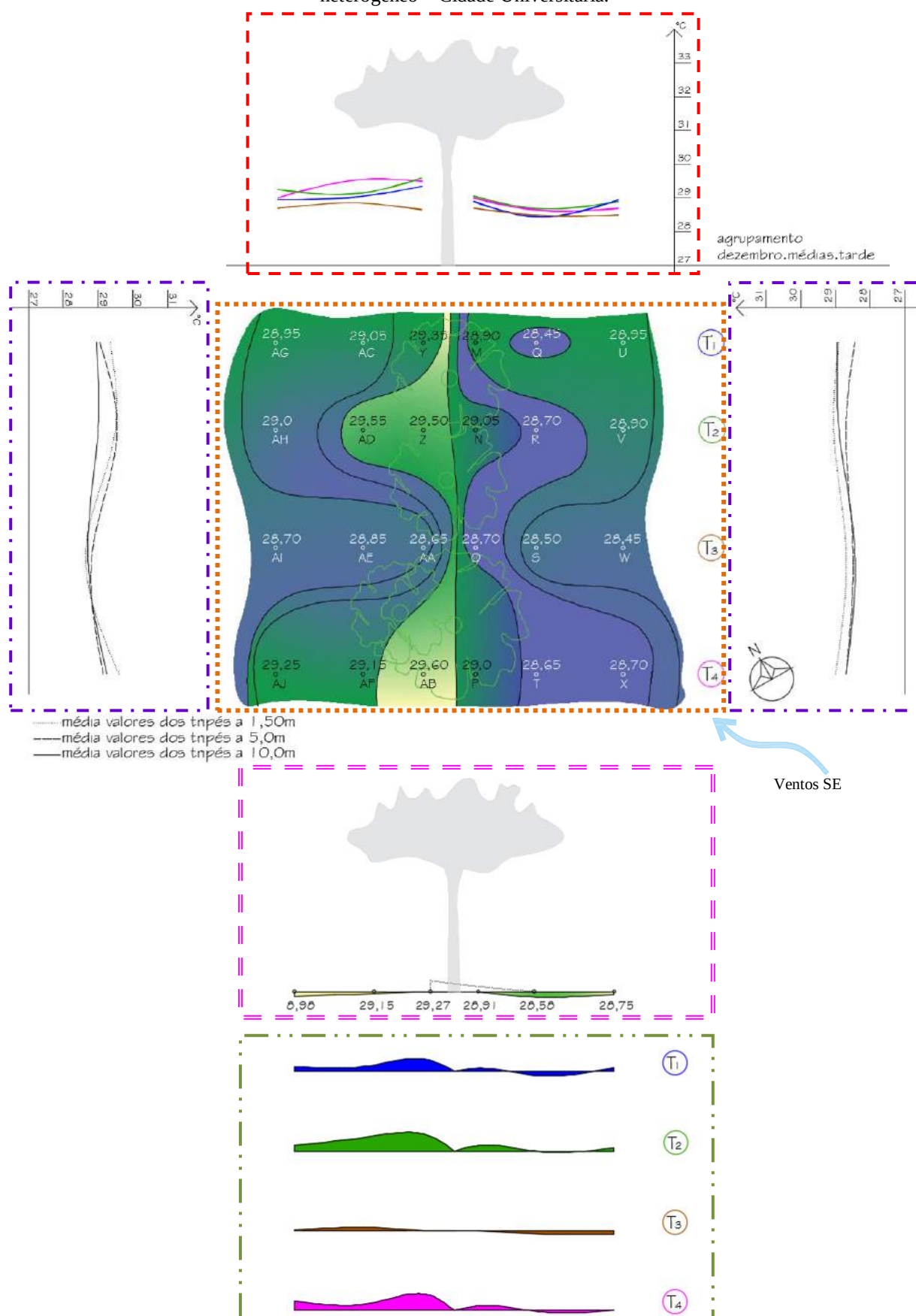
Local: Universidade Federal de Pernambuco								
Data: 07 e 09-12-15 - média - tarde								
Agrupamento heterogêneo	Distâncias	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos		
						média	pico	dir
em direção a sudeste	1,5m	M	25° NE	28,90	75,10	1,63	4,80	SE
		N		29,05	74,40	2,77	6,00	
		O		28,70	70,40	3,11	6,20	
		P		29,00	76,05	2,93	7,30	
	5m	Q	25° NE	28,45	78,35	1,75	5,60	SE
		R		28,70	77,00	1,65	6,00	
		S		28,50	70,25	2,20	6,80	
		T		28,65	78,55	2,42	6,80	
	10m	U	25° NE	28,95	76,10	1,10	3,70	SE
		V		28,90	75,10	2,27	5,10	
		W		28,45	71,50	2,25	5,90	
		X		28,70	81,65	3,25	5,80	
em direção a noroeste	1,5m	Y	25° NE	29,35	72,95	1,77	4,40	SE
		Z		29,50	72,00	2,71	4,80	
		AA		28,65	72,45	2,18	5,60	
		AB		29,60	71,50	3,35	6,40	
	5m	AC	25° NE	29,05	74,45	2,28	5,20	SE
		AD		29,55	72,85	3,07	6,70	
		AE		28,85	75,70	3,35	7,10	
		AF		29,15	73,80	3,27	7,20	
	10m	AG	25° NE	28,95	73,95	1,93	6,60	SE
		AH		29,00	73,85	2,88	7,80	
		AI		28,70	75,75	2,83	4,80	
		AJ		29,25	74,40	2,37	7,90	
Estação automática				30,05	52,00	2,65	8,0	116
Estação convencional				30,05	60,50	3,1		12

Fonte: Jaucele Azerêdo.

A tabela 15 e o gráfico 65 apresentam que o circuito noroeste registrou os maiores valores de temperatura do ar. Houve uma maior proporção entre os valores dos circuitos (linha ‘tracejada’, cor vermelha), quando comparados com o período da manhã, como ocorrido em outubro 2015, porém, como as medições ocorreram próximas ao solstício de verão, a diferença, aqui, é mais acentuada. O calor acumulado, à tarde, ainda não havia se dissipado, mesmo que, dado o movimento aparente do sol, já houvesse sombra, a sudeste do agrupamento. No entanto, os valores registrados a sudeste foram muito próximos, havendo a variação de apenas 0,6°C. Em virtude disso, em alguns pontos, o desenho das curvas foi coincidente, a exemplo dos tripés 2 e 4.



Gráfico 65 - Média dos valores da temperatura do ar – período tarde – dezembro 2015 – agrupamento heterogêneo – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



O menor valor médio de temperatura foi registrado nos tripés 1 e 3, igual a 28,45°C e o maior valor foi registrado no tripé 4, extremo do conjunto de medições, igual a 29,60°C, o que corresponde a uma variação de temperatura, considerando-se os dois circuitos de medição, igual a 1,15°C.

Os gráficos relativos às médias das distâncias de 1,5m, 5,0m e 10,0m do centro linear do agrupamento, apresentam que o desenho das curvas se repetiu em ambas as orientações, mais uma vez, em alguns casos, esse desenho foi praticamente coincidente.

Observa-se que houve uma inversão do desenho do gráfico que representa a diferença entre as médias resultantes do somatório das médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro linear do agrupamento, e o menor valor registrado, já que os maiores valores médios dos respectivos somatórios ocorreram a 1,5m do centro linear do agrupamento. Avaliando-se os gráficos que apresentam a diferença, por tripé, separadamente, entre os valores médios das temperaturas do ar e o menor valor registrado, por circuito (sudeste e noroeste) e localizado mais próximo ao centro do agrupamento linear heterogêneo (linha ‘traço dois pontos’, cor verde), percebe-se que, tanto por orientação, quanto por tripé, a maior diferença foi registrada no tripé 2, orientação noroeste.

Em 100% dos pontos, os valores de temperatura foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet, sendo assim, não houve acúmulo de calor. Como também, em 100% dos pontos, a umidade relativa do ar se apresentou acima dos valores registrados pelas mesmas Estações. Apesar de se encontrar em ambiente aberto, livre de obstáculos, em 54% dos pontos, a velocidade média dos ventos esteve abaixo das registradas pelas Estações Inmet. O maior valor ocorreu nos pontos ‘AB’ e ‘AE’, orientação noroeste, igual a 3,35m/s, acima dos valores registrados pelas Estações Inmet. A direção predominante dos ventos, na Cidade Universitária, foi oriunda de sudeste, em acordo com a predominante em Recife e com a que foi registrada pela Estação Automática.



Medições à proximidade do indivíduo isolado acácia-mimosa

As tabelas 16 e 17 e os gráficos 66-68 e 70-72 apresentam os valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em 12 pontos na Cidade Universitária – UFPE, campus Recife, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo denominado, popularmente, de acácia-mimosa. Os dados foram coletados em 06 de outubro de 2015, períodos manhã e tarde, respectivamente. Além disso, as tabelas apresentam os valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência – Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários. Ressalta-se que, os valores dos picos da velocidade do vento, anotados durante as medições, em ambos os períodos, foram apresentados como valores absolutos e não como média. Resolveu-se apresentar os valores absolutos registrados durante as medições, separadamente, por dia e por período (manhã e tarde), em virtude das múltiplas condições encontradas durante todo o período de medições. Escolheu-se a data 06-10-15 como representativa do conjunto de medições, de modo a apresentar as diferenças de comportamento da distribuição da temperatura do ar, por período distinto.

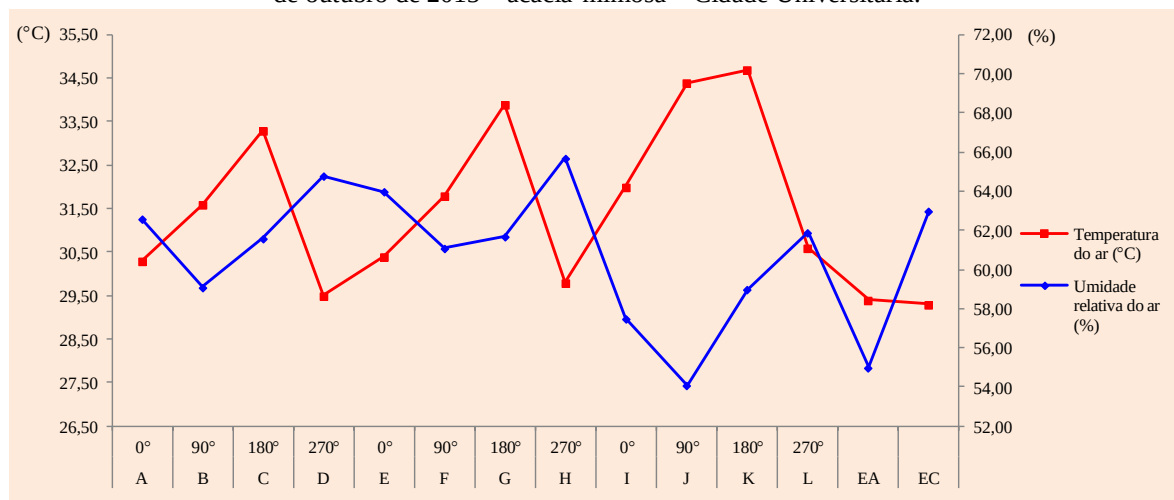
Tabela 16 – Valores das variáveis climáticas – 06-10-15, manhã – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 06-10-15 - manhã								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Acácia-mimosa	1,5m	A	0°	30,3	62,6	0,66	3,4	SE
		B	90°	31,6	59,1	0,48	1,7	
		C	180°	33,3	61,6	0,46	4	
		D	270°	29,5	64,8	0,68	2,7	
	5m	E	0°	30,4	64,0	1,23	4,1	SE
		F	90°	31,8	61,1	1,13	3,4	
		G	180°	33,9	61,7	0,30	2,6	
		H	270°	29,8	65,7	0,90	1,3	
	10m	I	0°	32,0	57,5	0,43	3,9	SE
		J	90°	34,4	54,1	0,63	1,5	
		K	180°	34,7	59,0	1,20	3,6	
		L	270°	30,6	61,9	1,40	4,7	
Estação automática				29,4	55,0	1,60	5,6	64°
Estação convencional				29,3	63,0	2,60		5°

Fonte: Jaucele Azerêdo.

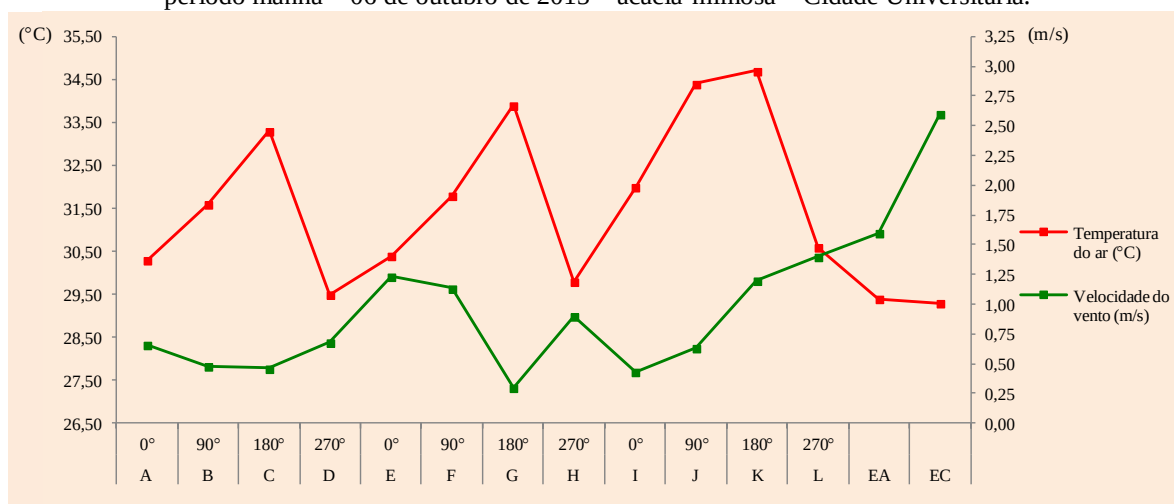


Gráfico 66 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



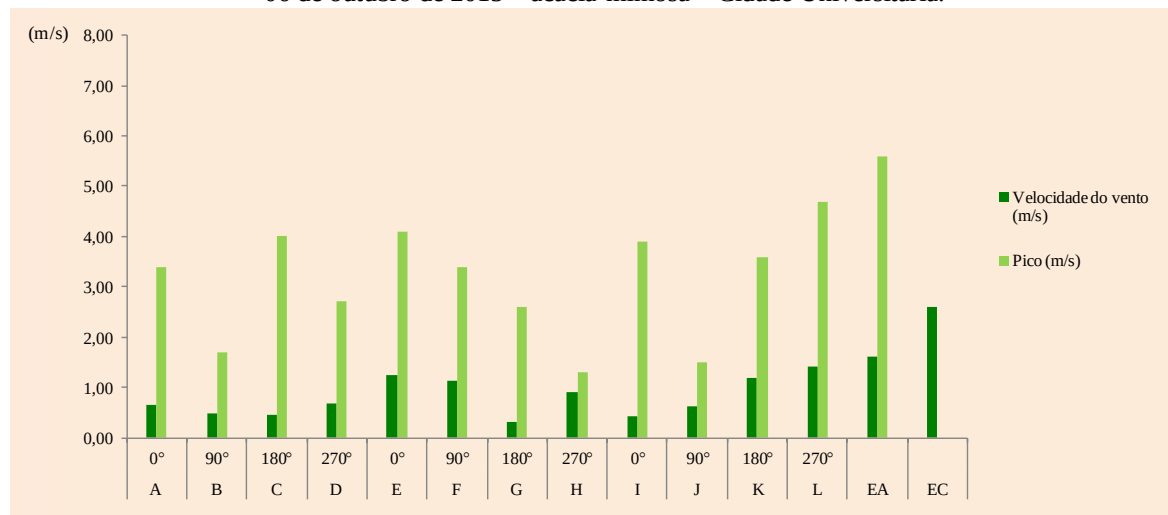
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 67 – Valores da variável climática temperatura do ar e média dos valores da velocidade dos ventos – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 68 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



O gráfico 69 apresenta a temperatura do ar, nos 12 pontos, às distâncias de 1,5m, 5m e 10m do centro da copa, dados relativos às medições realizadas em 06 de outubro de 2015, período manhã.

A representação, em planta baixa, dos pontos de localização dos tripés, bem como os valores da temperatura do ar, por ponto, e as isolinhas, encontram-se no gráfico 69-a. Em se tratando das isolinhas, neste trabalho, estas são denominadas de isotermas, que, de acordo com Oliveira (2005, p.19), formam um conjunto de curvas que nunca se cruzam e são constituídas por pontos que possuem a mesma temperatura; no caso deste trabalho, a mesma faixa de temperatura.

Tem-se que,

- o tripé 1 representou os pontos ['A', 'E', 'I'];
- no tripé 2, se encontraram os pontos ['B', 'F', 'J'];
- no tripé 3, se localizaram os pontos ['C', 'G', 'K'];
- no tripé 4, foram localizados os pontos ['D', 'H', 'L'].

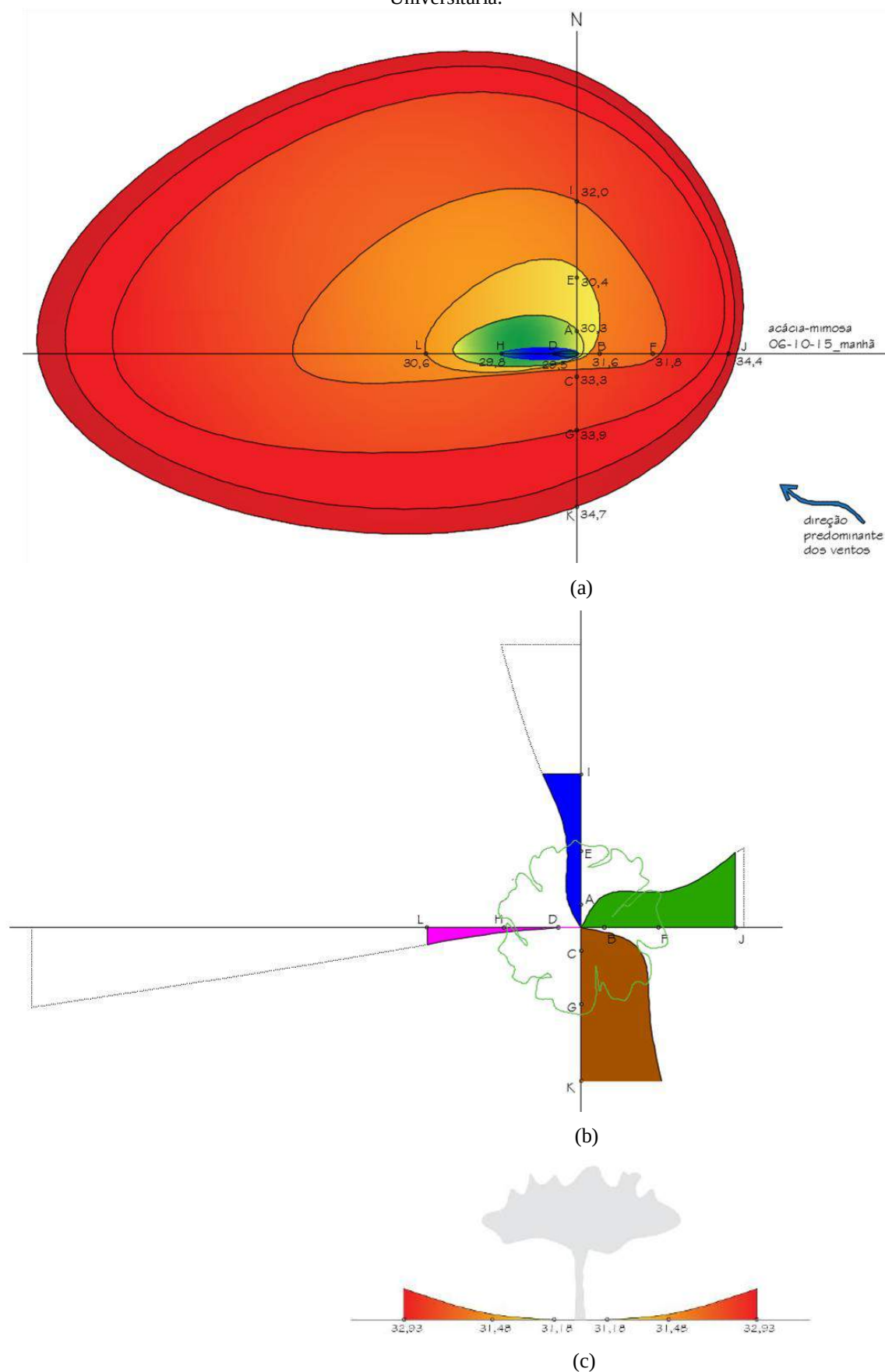
A diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro do agrupamento linear heterogêneo, encontra-se no gráfico 69-b. Ressalta-se que a linha pontilhada marcou a possível distância necessária para que se atingisse o maior valor de temperatura do ar registrado no circuito, dadas as mesmas condições do período compreendido pelas medições.

A diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro do agrupamento, e a média registrada, localizada mais próxima ao centro da copa do indivíduo arbóreo isolado, encontra-se no gráfico 69-c.

Ressalta-se que essas mesmas representações foram seguidas nos gráficos 73, 77, 81, 85, 89, 93, 97, 101, 105, 109, 113, 117 e 121 ('a', 'b', 'c'), relativos às medições de outubro e de dezembro 2015.



Gráfico 69 – Valores da temperatura do ar – 06-10-15, manhã – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

De acordo com os dados apresentados na tabela 16 e nos gráficos, pode ser observado que os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste, a dez metros do centro da copa do indivíduo arbóreo e, a sul, nos três pontos, a 1,5m, a 5,0m e a 10m, sendo o maior valor, igual a 34,7°C, registrado neste último ponto, 'K'. A localização destes valores se justifica em virtude do movimento aparente do sol, que, pela manhã, encontra-se posicionado a leste do indivíduo arbóreo. Em 'K', houve o registro do segundo maior valor da umidade relativa do ar, igual a 59%, o que aproxima a relação de inversabilidade com a temperatura do ar.

Os pontos localizados no tripé 4 – 'D', 'H' e 'L', a oeste do indivíduo arbóreo, apresentaram os menores valores da temperatura do ar, durante o período da manhã. 'D' e 'H' se encontraram sombreados; 'L', apesar de se encontrar ao sol, registrou o maior valor da velocidade do vento, que contribuiu com a diminuição da temperatura. O menor valor de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'D', igual a 29,5°C.

Apesar de todos os pontos se localizarem em ambiente aberto, livre de obstáculos, com permeabilidade aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 5,2°C.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore (gráfico 69-b), tem-se que a maior diferença ocorreu no tripé 3, orientação sul, e no ponto 'K', a 10m do centro da copa da acácia-mimosa. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 34,7°C foi anotada no tripé 4, a oeste do indivíduo arbóreo.

No gráfico 69-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m, o que indica que o sombreamento efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos e gramados, é imprescindível visando à diminuição da temperatura.

Comparando-se os desenhos dos gráficos relativos à temperatura do ar e à umidade relativa do ar, é possível observar a relação de inversabilidade entre as duas variáveis. Quando foram



anotados os maiores valores de temperatura do ar, foram registrados os menores valores de umidade relativa do ar.

Em 100% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, que é de 24 a 28°C. No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Convencional, com o maior valor médio do circuito de pontos, de 34,7°C, anotou-se um acúmulo de calor de 5,4°C.

A direção dos ventos variou entre nordeste, leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife.

Apesar de se encontrar em ambiente aberto, o comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi frequente nem constante. Houve muitos momentos de calmaria. A velocidade média dos ventos variou de 0,30m/s, no ponto 'G' a 1,40m/s no ponto 'L'. Em 67% dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram abaixo de 1m/s, ou seja, fora da zona considerada de conforto, para Recife. Em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet.

Durante as medições na manhã de 06-10-15, houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 4,7m/s. É importante notar que, apesar dos valores de pico não serem considerados válidos para a média aritmética dos valores da velocidade dos ventos, considerando-se que foram registrados fora dos intervalos de um minuto, em um total de cinco minutos de medição, valem como referência de possibilidades de ocorrência.



Tabela 17 – Valores das variáveis climáticas – 06-10-15, tarde – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 06-10-15 - tarde								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						Média	Pico	Dir.
Acácia-mimosa	1,5m	A	0°	29,0	68,5	1,46	4,9	NE
		B	90°	28,6	76,9	1,06	2,4	
		C	180°	28,2	69,5	0,92	4,6	
		D	270°	28,8	74,7	0,82	2,6	
	5m	E	0°	29,1	69,9	0,67	1,1	NE
		F	90°	28,9	76,5	0,67	-	
		G	180°	28,9	70,0	0,67	4,1	
		H	270°	28,9	75,6	0,33	1,6	
	10m	I	0°	30,4	64,8	0,47	2,4	NE
		J	90°	29,9	83,2	0,10	1,5	
		K	180°	28,5	67,1	1,37	2,2	
		L	270°	29,9	72,1	0,87	1,8	
Estação automática				28,3	60	1,9	7,2	97°
Estação convencional				28,7	66	1,5		14°

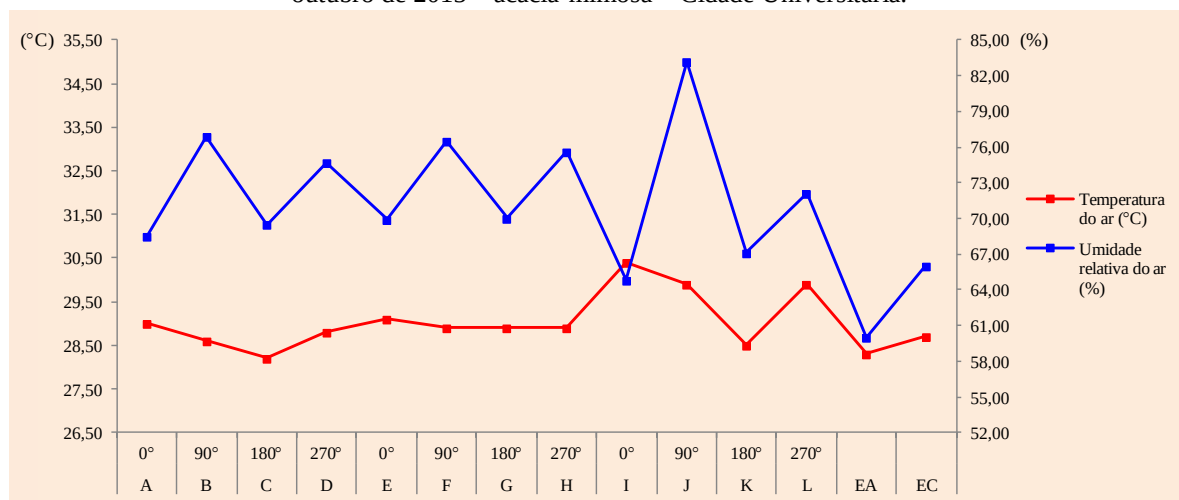
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Pode ser observado, através da tabela 17 e dos gráficos a seguir, que o maior valor de temperatura foi anotado no ponto 'I', voltado a norte, de 30,4°C, a dez metros do centro da copa da árvore. Neste ponto, foi registrado o menor valor de umidade relativa do ar, igual a 64,8%, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis.

Os pontos localizados no tripé 3 ['C', 'G' e 'K'], ao sul do indivíduo arbóreo, apresentaram os menores valores da temperatura do ar, durante o período da tarde, o que pode ser facilmente observado através do gráfico 73-a, sendo a menor temperatura registrada no ponto 'C', igual a 28,2°C. Este ponto encontrava-se sombreado, durante as medições, à tarde. Comparando-se os valores de temperatura do ar de todo o circuito, registra-se que houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrados nos pontos 'I' e 'C', respectivamente, de 2,4°C. Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação e o menor valor localizado a 1,50m do centro da copa, tem-se que houve uma proporção em relação ao desenho, quase simétrica, no eixo norte/sul, o que demonstra que os valores da temperatura a leste e a oeste foram praticamente os mesmos.

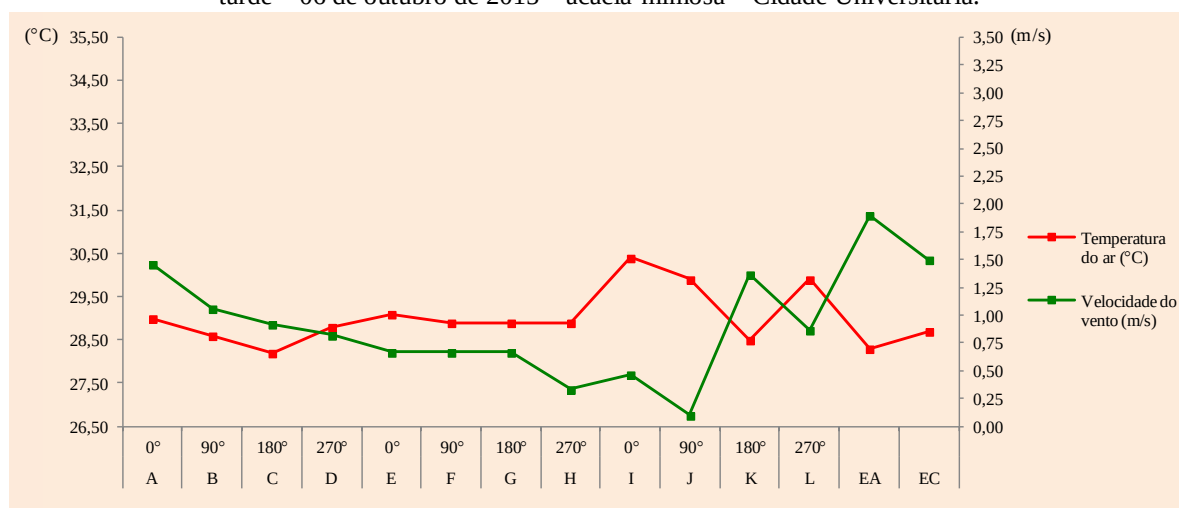


Gráfico 70 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



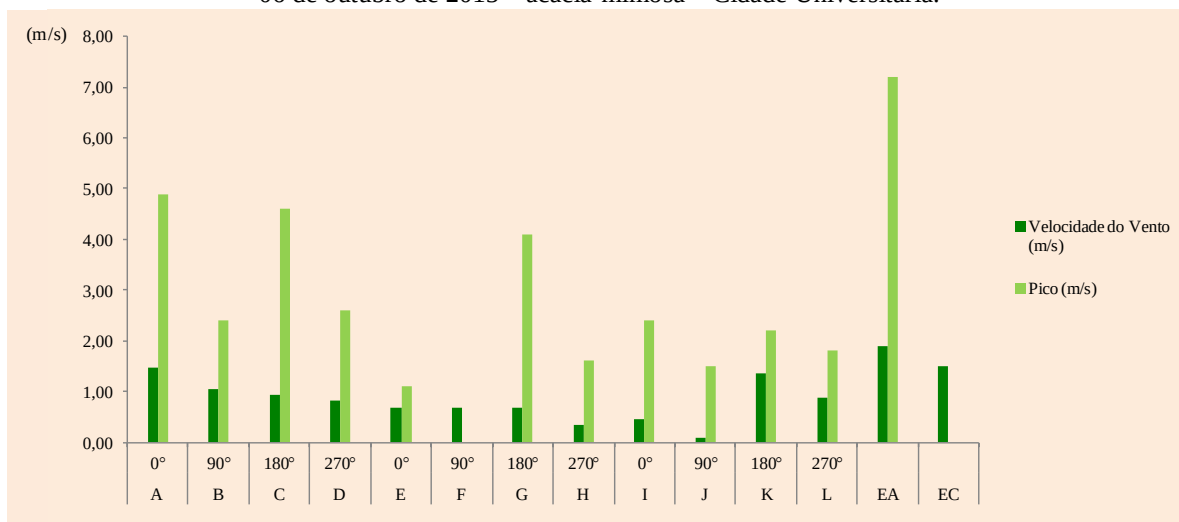
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 71 – Valores da variável climática temperatura e média dos valores da velocidade do vento – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

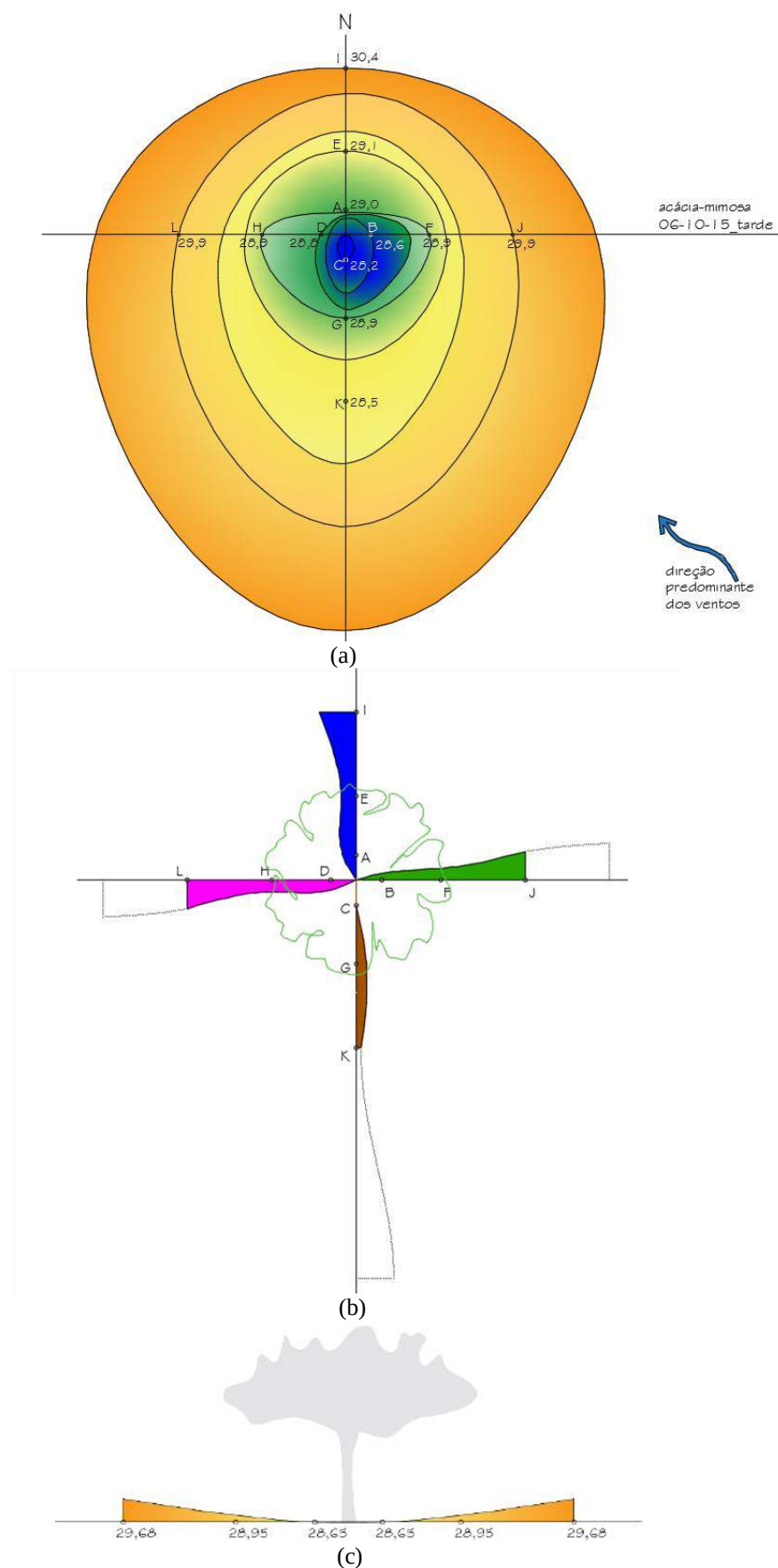
Gráfico 72 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – 06 de outubro de 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 73 – Valores da temperatura do ar – 06-10-15, tarde – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Considerando-se o desenho das diferenças, comparativamente, entre os quatro tripés (gráfico 73-b), percebe-se que a maior diferença ocorreu no tripé 1, orientação norte, ponto 'I', a 10m do centro da copa da acácia-mimosa e a menor diferença, facilmente perceptível, ocorreu no tripé 3, ao sul. Assim, observando-se a linha pontilhada e a linha isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 30,7°C, maior temperatura do circuito, foi anotada no tripé 3, ao sul do indivíduo arbóreo. A mesma distância foi registrada para os tripés 2 e 4, a leste e a oeste, respectivamente. Através do gráfico 73-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m, como já havia sido anotado no período da manhã, o que indica a necessidade de maior quantidade de arborização e de modo contínuo, mesmo em espaços abertos e gramados, visando à diminuição da temperatura do entorno circundante. Em 75% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que o valor disponibilizado pela Estação Convencional e 92% acima do valor da Estação Automática do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, inclusive os das Estações de Referência. Quanto à umidade relativa do ar, em todos os pontos os valores desta variável se apresentaram acima dos valores das Estações Inmet. Destes, 50% se encontraram inseridos dentro da faixa de conforto para Recife.

Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Automática, de 28,3°C, com o maior valor médio do circuito de pontos, de 30,4°C, registrado no ponto 'I', anotou-se um acúmulo de calor de 2,1°C. A direção dos ventos variou entre nordeste, leste e sudeste, sendo a direção predominante, oriunda de nordeste. Esta direção predominante, apesar dos baixos valores da velocidade dos ventos, auxiliou o comportamento da temperatura nos pontos, resultando em um gráfico equilibrado, segundo o eixo norte/sul. Enquanto se tinha a incidência solar vindo de oeste, tinha-se o vento, da outra direção, equilibrando os valores da temperatura do ar. O comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi frequente nem constante. Houve momentos de calmaria, também à tarde. A velocidade média dos ventos variou de 0,10m/s, no ponto 'J', a dez metros do centro da copa, a 1,46m/s no ponto 'A'. Em 75% dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram abaixo de 1m/s, ou seja, fora da zona considerada de conforto, para Recife. Como já havia acontecido no período da manhã, em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet.



A tabela 18 e os gráficos de 74 a 77 apresentam as médias aritméticas dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, nos 12 pontos na Cidade Universitária – UFPE, apresentados anteriormente. Os dados foram coletados em dezembro de 2015, período manhã. Os valores dos picos da velocidade do vento também foram apresentados como valores absolutos. A tabela 18 ainda apresenta as médias dos valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência Inmet, para as mesmas datas e horários. O gráfico 78 é relativo ao comportamento da distribuição da temperatura do ar, nesses mesmos pontos.

Tabela 18 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.

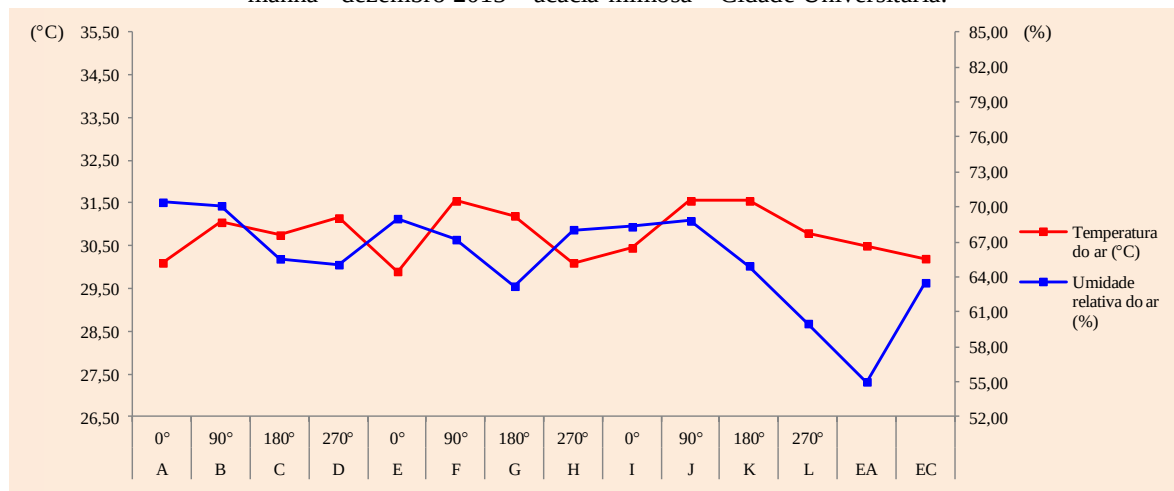
Local: Universidade Federal de Pernambuco								
Data: 07 e 09-12-15 - média - manhãs								
Indivíduo isolado	Distâncias	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						Média	Pico	Dir.
Acácia-mimosa	1,5m	A	0°	30,10	70,40	1,14	3,80	SE
		B	90°	31,05	70,10	1,46	4,40	
		C	180°	30,75	65,55	1,76	5,10	
		D	270°	31,15	65,05	1,21	4,20	
	5m	E	0°	29,90	69,00	2,12	4,20	SE
		F	90°	31,55	67,20	1,53	3,60	
		G	180°	31,20	63,20	2,12	4,10	
		H	270°	30,10	68,05	1,73	4,90	
	10m	I	0°	30,45	68,30	0,85	5,10	SE
		J	90°	31,55	68,80	0,70	3,30	
		K	180°	31,55	64,95	1,60	5,40	
		L	270°	30,80	60,00	1,93	4,70	
Estação automática				30,50	55,00	2,55	7,10	94
Estação convencional				30,20	63,50	2,85		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

De acordo com os dados apresentados, pode ser observado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul (gráfico 77-a). Em ‘K’, voltado a sul e situado a 10m do centro da copa, foi anotado o valor médio de 31,55°C. Este mesmo valor foi anotado em ‘F’, localizado a 5m, a leste do indivíduo. Tais valores se justificam em função do movimento aparente do sol, período manhã, voltado a leste, e por ser em dezembro, voltado ao sul, devido à proximidade com o solstício de verão.

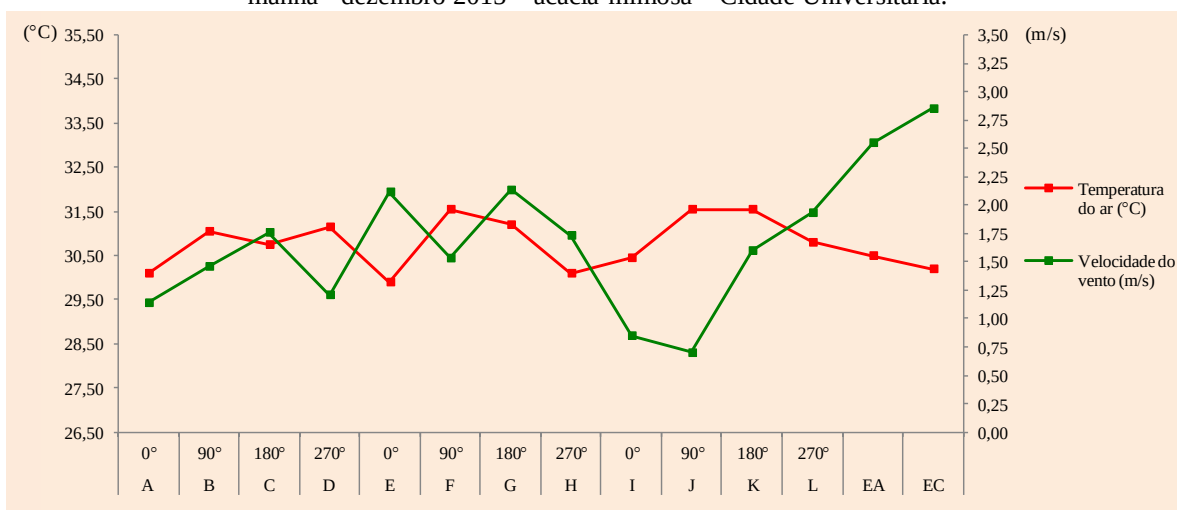


Gráfico 74 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã - dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



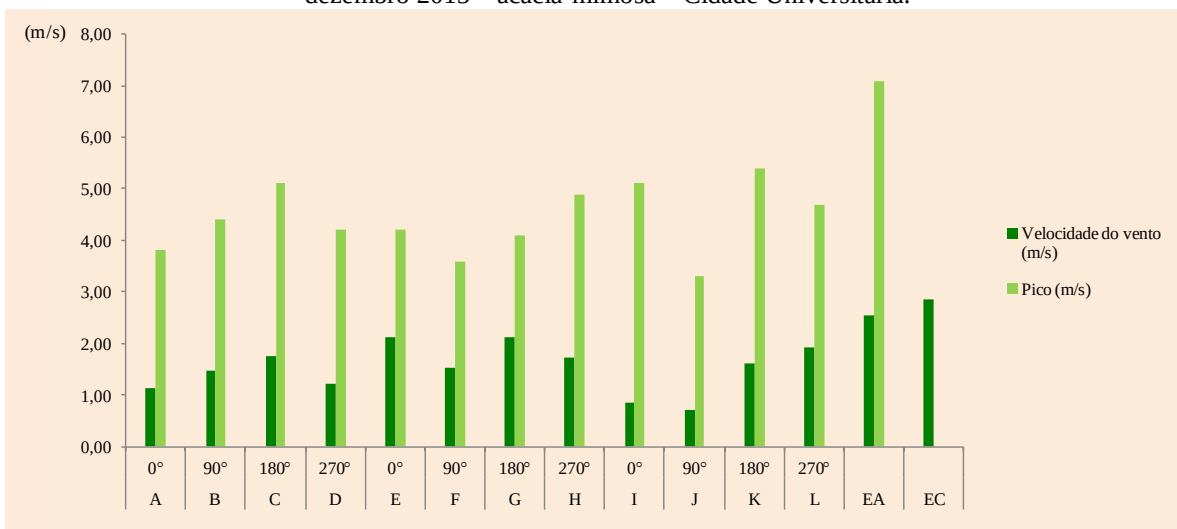
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 75 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã - dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

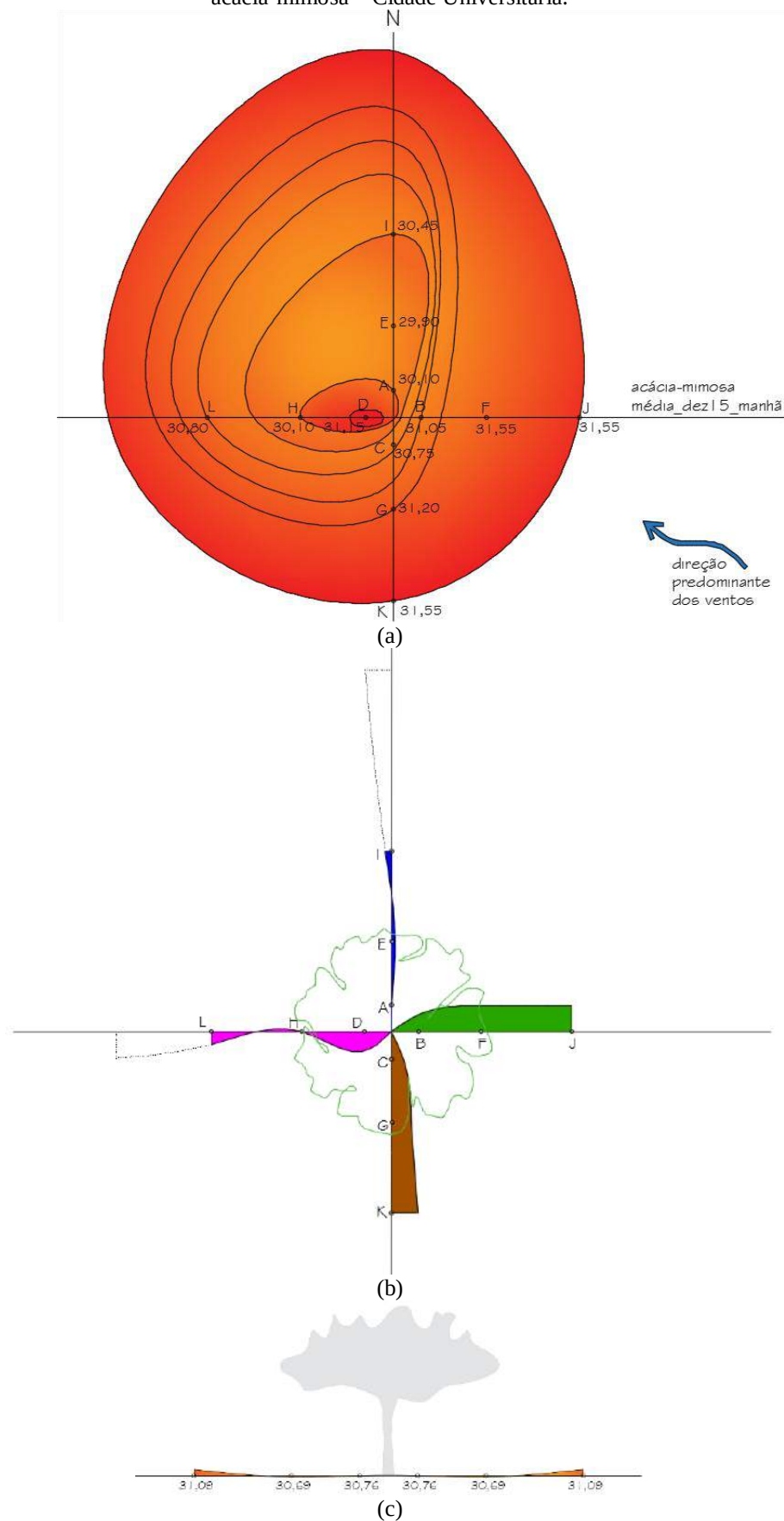
Gráfico 76 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã - dezembro 2015 – acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 77 - Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado acácia-mimosa – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Em ‘J’, um dos pontos que apresentaram o maior valor médio da temperatura do ar, houve a anotação da menor média concernente à velocidade dos ventos, igual a 0,70m/s. Considerando-se o menor valor médio da temperatura do ar, este registro ocorreu no ponto ‘E’, igual a 29,90°C, que apresentou o terceiro maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 69%. Neste ponto, foi registrada a maior média da velocidade dos ventos, de 2,12m/s. Ressalta-se que os valores da velocidade dos ventos contribuíram com os valores das temperaturas, em cada ponto respectivo. Em ambos os casos, houve a comprovação da relação de inversabilidade entre estas variáveis.

Embora todos os pontos tenham se situado em ambiente aberto, livre de obstáculos e livre à permeabilidade aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 1,65°C.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, tem-se que a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste, já no ponto ‘F’, a 5m do centro da copa da acácia-mimosa, prolongando até o ponto ‘J’, a dez metros. Avaliando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 31,55°C foi anotada no tripé 1, ao norte do indivíduo arbóreo, seguida pelo tripé 4. Isso foi corroborado pela direção predominante dos ventos, a sudeste do indivíduo arbóreo (gráfico 77-b).

No gráfico 77-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que os valores das médias foram muito próximos entre si. A menor média de temperatura se localizou a 5m e a maior média a 10m. Apesar da diferença representada pelo gráfico ser muito pequena, indica que o sombreamento deve ocorrer de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura, o que é buscado para se manter na zona de conforto térmico, em Recife, PE.

Comparando-se os valores médios de temperatura com os valores apresentados pelas Estações Inmet, tem-se que a maioria das médias de temperatura, à proximidade da acácia-mimosa, em dezembro, foi maior que as médias apresentadas pelas Estações. Em 67% dos pontos, os valores se apresentaram acima dos valores da Estação Automática e em 75%, acima dos valores disponibilizados pela Estação Convencional. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife.



Comparando-se o valor médio da temperatura da estação automática, com o maior valor médio do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 1,35°C.

No que se refere à umidade relativa do ar, em 83,3% dos pontos, os valores médios foram superiores à média apresentada pela Estação Convencional. Em todos os pontos, os valores se encontraram acima da média da Estação Automática. A ampla maioria dos pontos apresentou a média da umidade inserida dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Os ventos variaram entre as direções leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife.

O comportamento do vento não foi frequente, tampouco constante. Houve momentos de calmaria, como já relatado, anteriormente. Apesar disso, em 83,3% dos pontos, a velocidade dos ventos se inseriu dentro da faixa considerada de conforto, para Recife, entre 1 e 3m/s. A velocidade média dos ventos variou de 0,70m/s, no ponto 'J' a 2,12m/s, nos pontos 'E' e 'G'. Todos os pontos registraram valores médios inferiores aos valores disponibilizados pelas Estações Inmet.

Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 5,10m/s, no circuito de pontos; na Estação Automática, o pico alcançou 7,10 m/s. Tais valores servem como registro de possibilidades de ocorrência.

Visando à comparação entre o comportamento das variáveis climáticas, à proximidade de distintos indivíduos arbóreos isolados, com relação à diminuição da temperatura, foram também realizadas medições à proximidade dos seguintes indivíduos arbóreos: sete-copas, acácia-rosada, sombreiro e mangueira, localizados também em meio próximo ao natural, na Cidade Universitária da Universidade Federal de Pernambuco.

Os procedimentos para a realização das medições das variáveis climáticas foram os mesmos utilizados durante as medições à proximidade do indivíduo isolado acácia-mimosa. Foram também utilizados quatro tripés às distâncias de 1,5m, 5m e 10m do centro da copa. Os resultados foram apresentados em tabelas e em gráficos.



Medições à proximidade do indivíduo isolado sete-copas

A localização dos 12 pontos de medição próximos ao indivíduo isolado sete-copas, na Cidade Universitária da UFPE, encontra-se representada através de letras e de cores, expostas na figura 143.

Figura 143 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo sete-copas.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 10-07-2017.



As tabelas 19 a 21 e os gráficos 78-89 apresentam os resultados das medições das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo – sete-copas. Os dados foram coletados em outubro de 2015.

Além disso, as tabelas apresentam os valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência – Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários. Ressalta-se que, os valores dos picos da velocidade do vento, anotados durante as medições, foram apresentados como valores absolutos e não como média. Resolveu-se apresentar os valores absolutos registrados durante as medições, separadamente, por dia e por período (manhã), além de médias dos dois períodos (manhã e tarde) e das médias das manhãs, separadamente, em virtude das múltiplas condições encontradas durante todo o período de medições.

Escolheu-se a data 27-10-15, como representativa do conjunto de medições, de modo a apresentar as diferenças de comportamento da distribuição da temperatura do ar, por período distinto. Como também, foram apresentados os resultados das médias manhãs e médias dos dois períodos – manhãs e tardes.

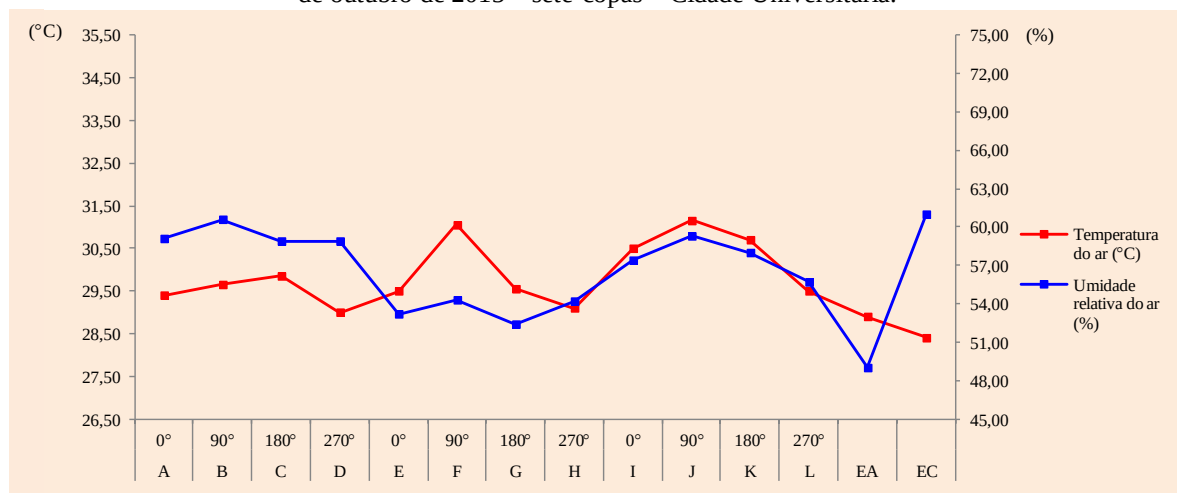
Tabela 19 – Valores das variáveis climáticas – 27-10-15, manhã – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 27-10-15 - manhã								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Sete-copas	1,5m	A	0°	29,4	59,1	2,62	5	SE
		B	90°	29,7	60,6	2,26	4,3	
		C	180°	29,9	58,9	2,08	4,2	
		D	270°	29,0	58,9	2,48	3,7	
	5m	E	0°	29,5	53,2	2,43	7,5	SE
		F	90°	31,1	54,3	2,37	7,2	
		G	180°	29,6	52,4	2,07	4,6	
		H	270°	29,1	54,2	2,10	5,5	
	10m	I	0°	30,5	57,4	2,13	6,5	SE
		J	90°	31,2	59,3	2,37		
		K	180°	30,7	58,0	1,57	6,5	
		L	270°	29,5	55,7	0,93	3,2	
Estação automática				28,9	49	3,4	8,3	127
Estação convencional				28,4	61	3,1		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

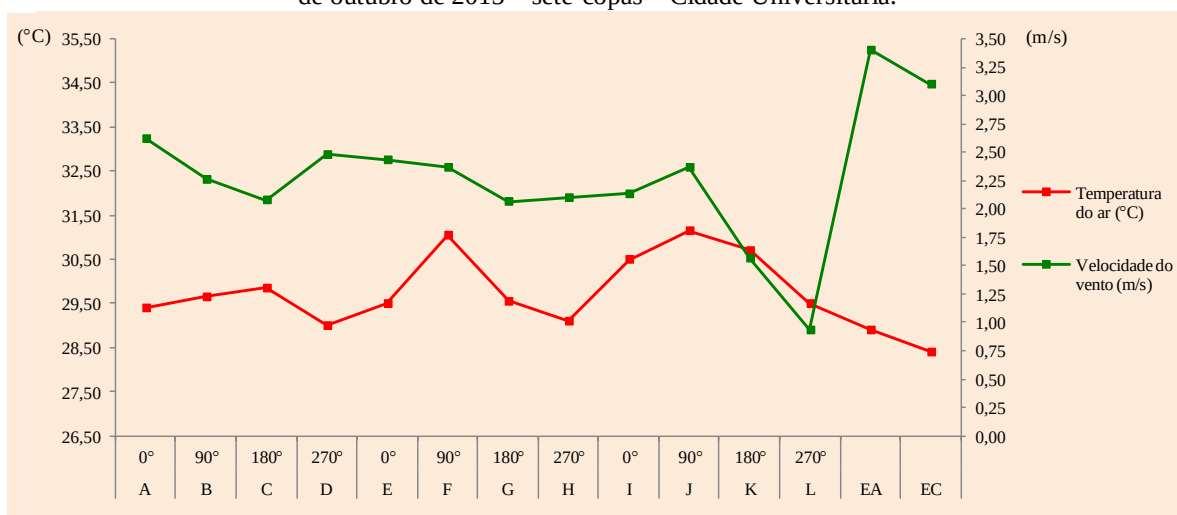


Gráfico 78 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.



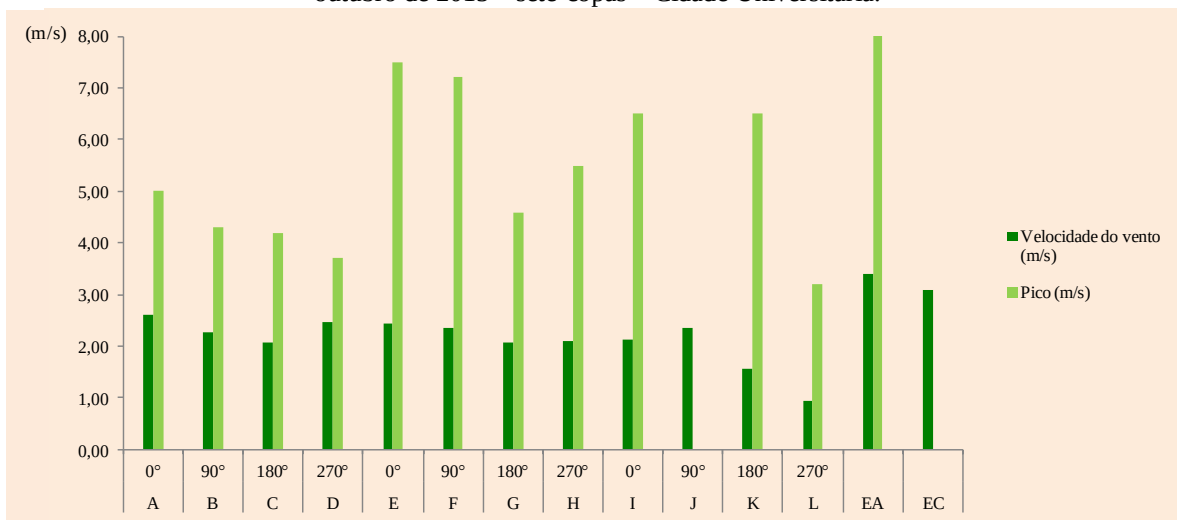
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 79 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

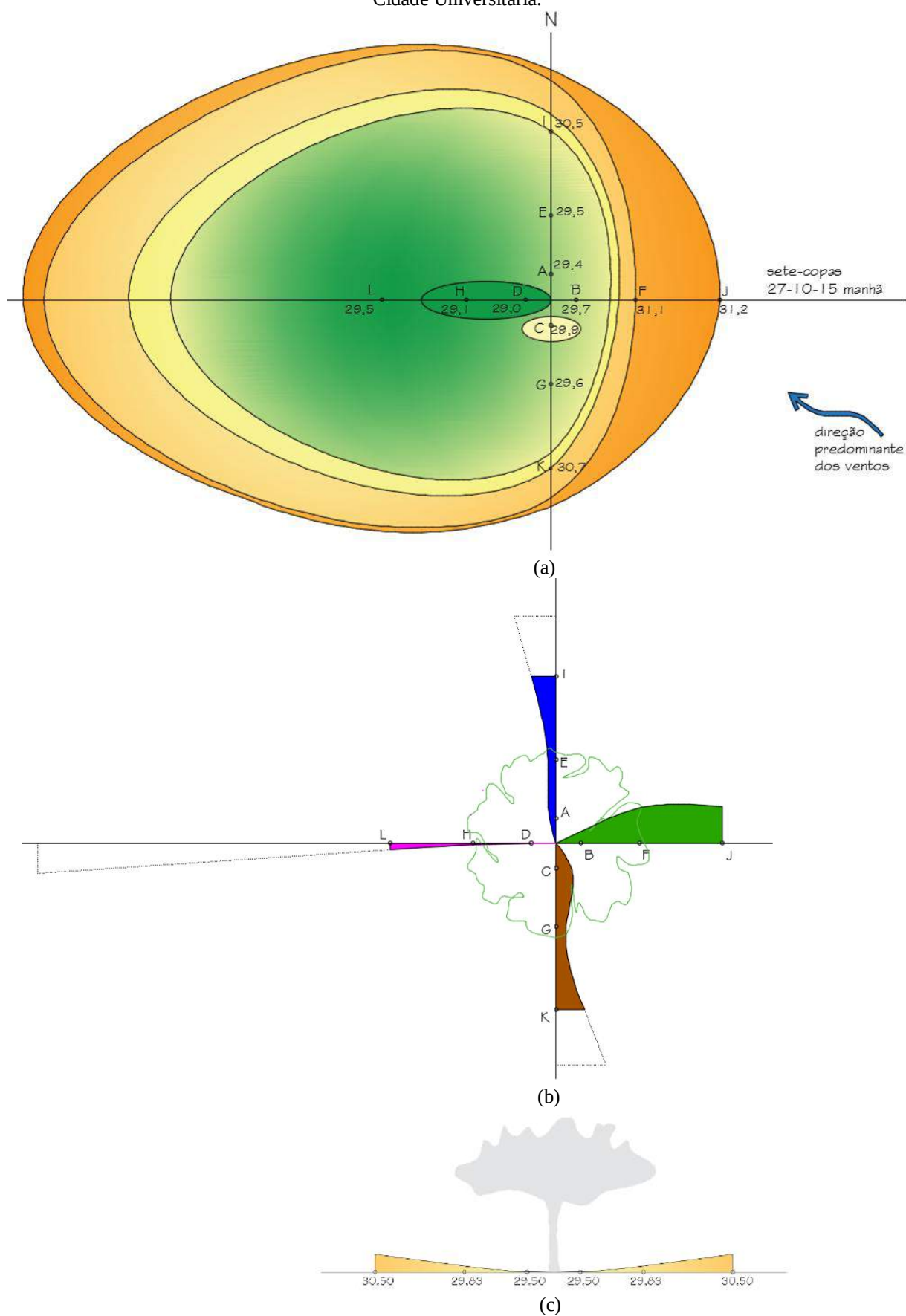
Gráfico 80 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 27 de outubro de 2015 – sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 81 - Médias dos valores da temperatura do ar – 27-10- 2015, manhã – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

A partir dos dados apresentados, pode ser observado que os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste (gráfico 81-a). Em 'J', situado a 10m do centro da copa, foi anotado o valor médio de 31,20°C. Tal valor se justifica em função do movimento aparente do sol, período manhã, voltado a leste.

O menor valor da temperatura do ar ocorreu no ponto 'D', igual a 29,00°C, que apresentou o quarto maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 58,9%. Neste ponto, foi registrada a maior média da velocidade dos ventos, de 2,48m/s, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e velocidade dos ventos.

Apesar de todos os pontos terem se situado em ambiente aberto, livre de obstáculos, portanto, livre à permeabilidade aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 2,10°C.

Quanto à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, tem-se que a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste, no ponto 'J', a dez metros. Avaliando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 31,20°C foi anotada no tripé 3, a oeste do indivíduo arbóreo. Houve a forte contribuição da direção predominante dos ventos, a sudeste do indivíduo arbóreo (gráfico 81-b).

No gráfico 81-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que houve uma diferença de 1°C, entre os valores das médias dos pontos localizados a 10m e os pontos localizados a 1,5m do centro da copa. Essa diferença de temperatura indica que o sombreamento deve ocorrer de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura, o que é buscado para se manter na zona de conforto térmico, em Recife, PE.

Comparando-se os valores de temperatura à proximidade do indivíduo arbóreo sete-copas, com os valores apresentados pelas Estações Inmet, tem-se que todos os valores de temperatura foram maiores que os valores apresentados pelas Estações, comprovando a existência de acúmulo de calor. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife. Comparando-se o valor da temperatura da estação



automática, com o maior valor do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 2,30°C. Em relação à estação convencional, o acúmulo foi de 2,80°C.

No que se refere à umidade relativa do ar, em todos os pontos, os valores se encontraram acima dos valores da Estação Automática. Todos os pontos apresentaram valores da umidade inserida dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

A direção predominante dos ventos foi oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. A velocidade dos ventos se inseriu dentro da faixa considerada de conforto, para Recife, entre 1 e 3m/s, em 92% dos pontos. Apesar disso, em todos os pontos foram registrados valores médios inferiores aos valores disponibilizados pelas Estações Inmet.

Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançou valor de 7,5m/s, no circuito de pontos, aproximando-se do valor registrado pela Estação Automática, cujo pico alcançou 8,3m/s. Tais valores de pico servem como registro de possibilidades de ocorrência.



Tabela 20 - Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 08; 09; 27 e 29-10-15– média – manhãs								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Sete-copas	1,5m	A	0°	29,40	59,00	2,11	5,0	SE
		B	90°	30,06	57,58	1,90	5,2	
		C	180°	30,59	56,70	1,57	4,9	
		D	270°	29,88	57,73	1,59	4,1	
	5m	E	0°	29,88	56,25	1,78	7,5	SE
		F	90°	31,16	56,85	2,08	7,2	
		G	180°	31,34	52,65	1,72	4,6	
		H	270°	30,13	54,75	1,25	5,5	
	10m	I	0°	30,43	55,20	1,62	6,5	SE
		J	90°	30,86	56,30	1,94	4,8	
		K	180°	31,38	54,33	1,47	6,5	
		L	270°	30,70	54,43	1,38	3,2	
Estação automática				28,78	50,50	2,65	8,3	117
Estação convencional				28,83	59,00	2,58		13

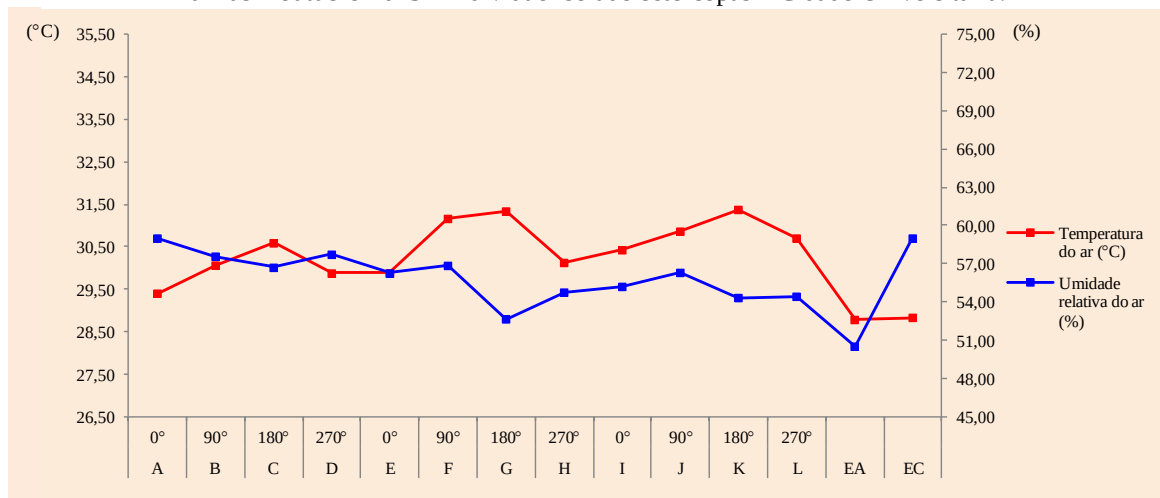
Fonte: Jaucele Azerêdo.

De acordo com os dados apresentados, pode ser observado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul (gráfico 85-a). Em ‘K’, voltado a sul e situado a 10m do centro da copa, foi anotado o valor médio de 31,38°C. Também em ‘K’ foi registrado o segundo menor valor da umidade relativa do ar, igual a 54,33% e o terceiro menor valor da velocidade do vento, igual a 1,47m/s. O menor valor médio da temperatura do ar ocorreu no ponto ‘A’, igual a 29,40°C, que apresentou o maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 59%. Neste ponto, foi registrada a maior média da velocidade dos ventos, de 2,11m/s. Tais dados comprovam a relação de inversabilidade entre estas variáveis. Ressalta-se que os valores da velocidade dos ventos contribuíram com os valores das temperaturas, em cada ponto respectivo.

Apesar de todos os pontos terem se situado em ambiente aberto, livre de obstáculos, portanto, livre aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de temperatura de 1,98°C. Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, tem-se que a maior diferença ocorreu em relação a ‘J’, no tripé três, a 10m do centro da árvore.

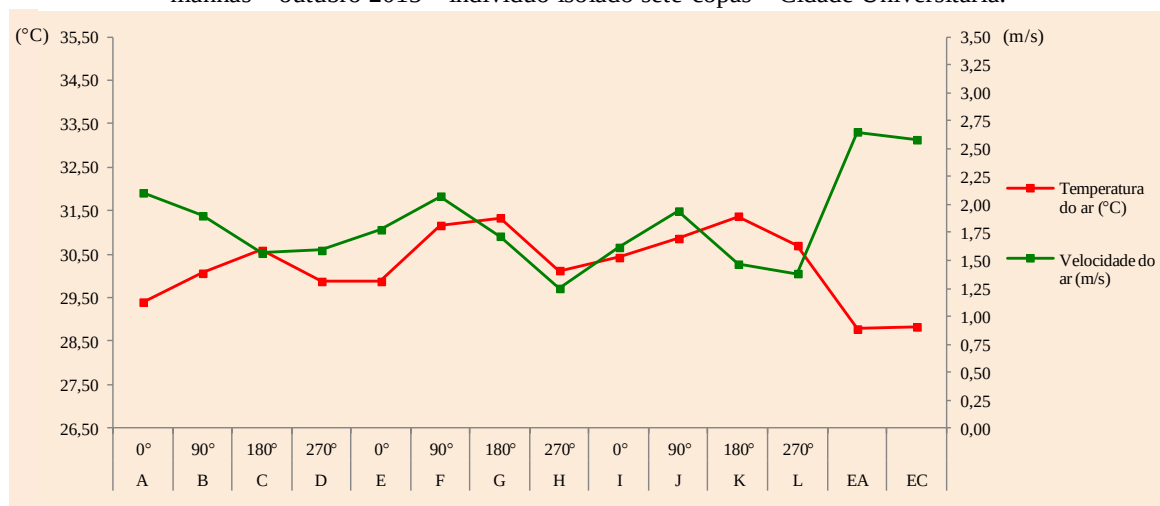


Gráfico 82 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



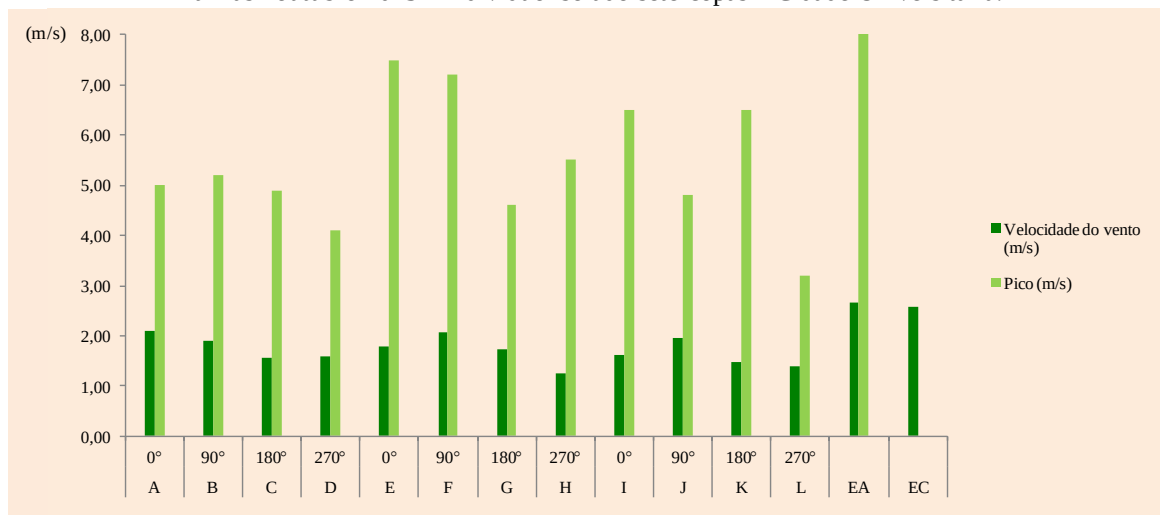
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 83 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

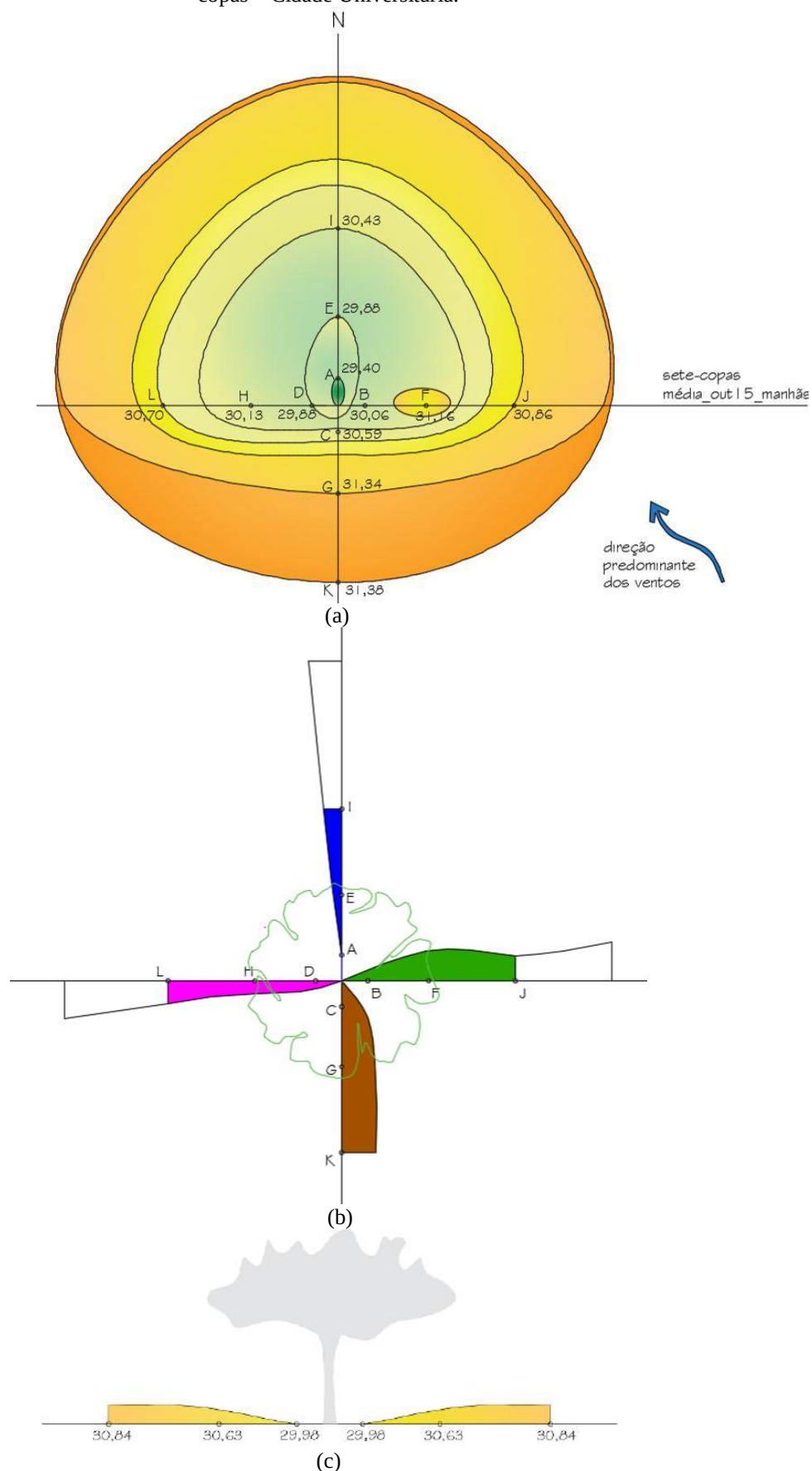
Gráfico 84 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhãs – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 85 – Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Avaliando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os $31,38^{\circ}\text{C}$ foi anotada no tripé 1, ao norte do indivíduo arbóreo, seguida pelo tripé 4. Isso foi corroborado pela direção predominante dos ventos, a sudeste do indivíduo arbóreo (gráfico 85-b).

No gráfico 85-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que os valores das médias foram muito próximos entre si. Como já indicado, em exemplos anteriores, apesar da diferença representada pelo gráfico ser muito pequena, indica que o sombreamento deve ocorrer de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura, o que é buscado para se manter na zona de conforto térmico, em Recife, PE.

Comparando-se os valores médios de temperatura com os valores apresentados pelas Estações Meteorológicas do Inmet, tem-se que todas as médias de temperatura, à proximidade do indivíduo arbóreo sete-copas, em outubro, período manhã, foram maiores que as médias apresentadas pelas Estações. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, inclusive os valores apresentados pelas Estações de Referência. Comparando-se o valor médio da temperatura da estação automática, com o maior valor médio do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de $2,60^{\circ}\text{C}$. Em relação à estação convencional, o acúmulo de calor foi igual a $2,55^{\circ}\text{C}$.

No que se refere à umidade relativa do ar, em todos os pontos, os valores das médias se encontraram acima da média da Estação Automática. Todos os pontos apresentaram a média da umidade inserida dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Os ventos variaram entre as direções leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife.

Todos os doze pontos de medição registraram valores médios de velocidade do vento inferiores aos valores disponibilizados pelas Estações Inmet. Em 100% dos pontos, a média da velocidade dos ventos se inseriu dentro da faixa considerada de conforto, para Recife, entre 1 e 3m/s. A velocidade média dos ventos variou de 1,25m/s, no ponto 'H' a 2,11m/s, no ponto 'A'. Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 7,50m/s, no circuito de pontos (ponto 'E'); na Estação Automática, o pico alcançou 8,30m/s. Tais valores servem como registro de possibilidades de ocorrência.



Tabela 21 – Médias dos valores das variáveis climáticas – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 07; 08; 09; 27 e 29-10-15 – média - manhãs e tardes								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Sete-copas	1,5m	A	0°	29,18	60,16	2,10	7,4	SE
		B	90°	29,58	59,36	1,99	6,8	
		C	180°	29,66	58,39	1,67	4,9	
		D	270°	29,40	59,76	1,70	4,5	
	5m	E	0°	29,66	59,26	1,97	7,5	SE
		F	90°	30,06	59,41	2,00	7,2	
		G	180°	30,31	56,24	1,53	4,6	
		H	270°	29,44	58,85	1,33	5,5	
	10m	I	0°	29,73	58,85	1,57	6,5	SE
		J	90°	29,93	59,38	1,68	4,9	
		K	180°	30,23	57,06	1,33	6,5	
		L	270°	29,69	58,70	1,15	3,2	
Estação automática				28,33	53,50	2,54	8,3	123
Estação convencional				28,43	62,00	2,51		13

Fonte: Jaucele Azerêdo.

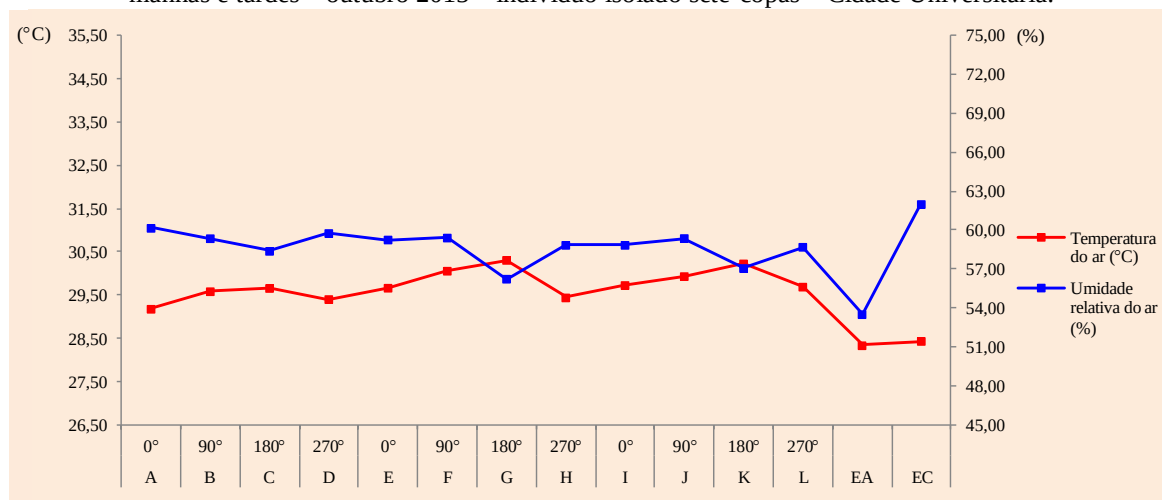
Considerando-se os dados apresentados na tabela 21 e nos gráficos 86-89, correspondentes à média dos valores dos dois períodos de medição (manhãs e tardes), tem-se que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a sul, seguidos de pontos voltados a leste (gráfico 89-a). Em ‘K’, voltado a sul e situado a 10m do centro da copa, foi anotado o segundo maior valor médio de temperatura, igual a 30,23°C. Em ‘G’, situado a 5m do centro da copa, houve o registro da maior média (manhãs e tardes), igual a 30,31°C.

Em relação ao menor valor médio da temperatura do ar, este registro ocorreu no ponto ‘A’, igual a 29,18°C, que apresentou o maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 60,16% e a maior média da velocidade dos ventos, de 2,10m/s, comprovando a relação de inversabilidade entre tais variáveis. É importante ressaltar que os valores da velocidade dos ventos contribuíram com os valores das temperaturas, em cada ponto respectivo.

Embora todos os pontos tenham se situado em ambiente aberto, livre de obstáculos e livre à permeabilidade aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 1,13°C.

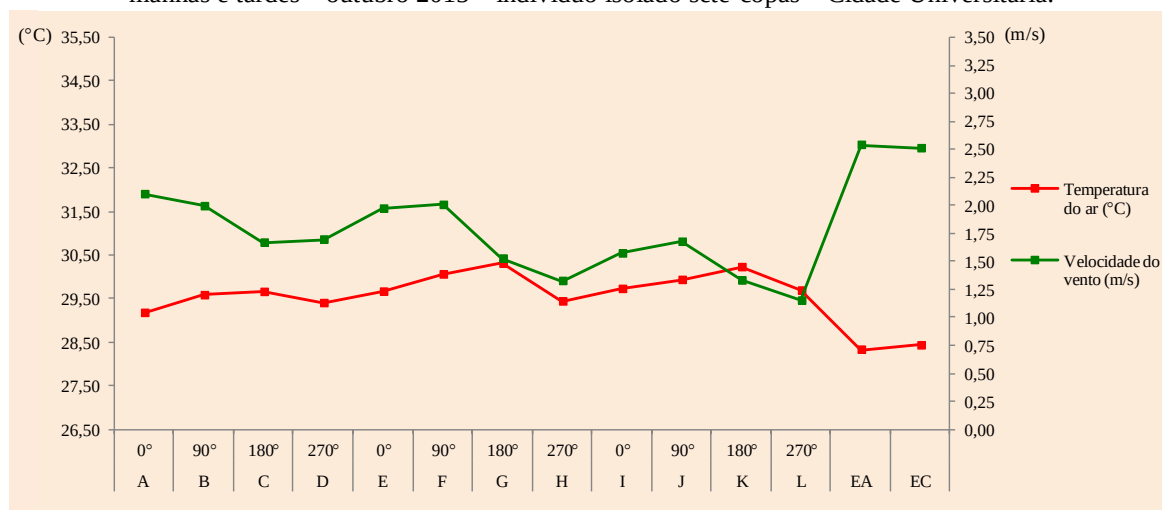


Gráfico 86 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



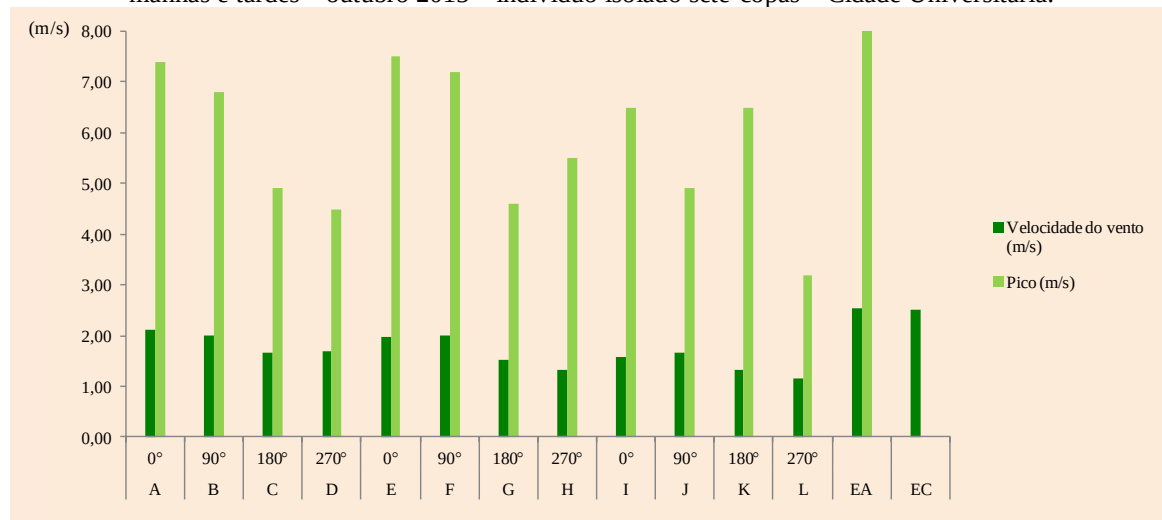
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 87 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

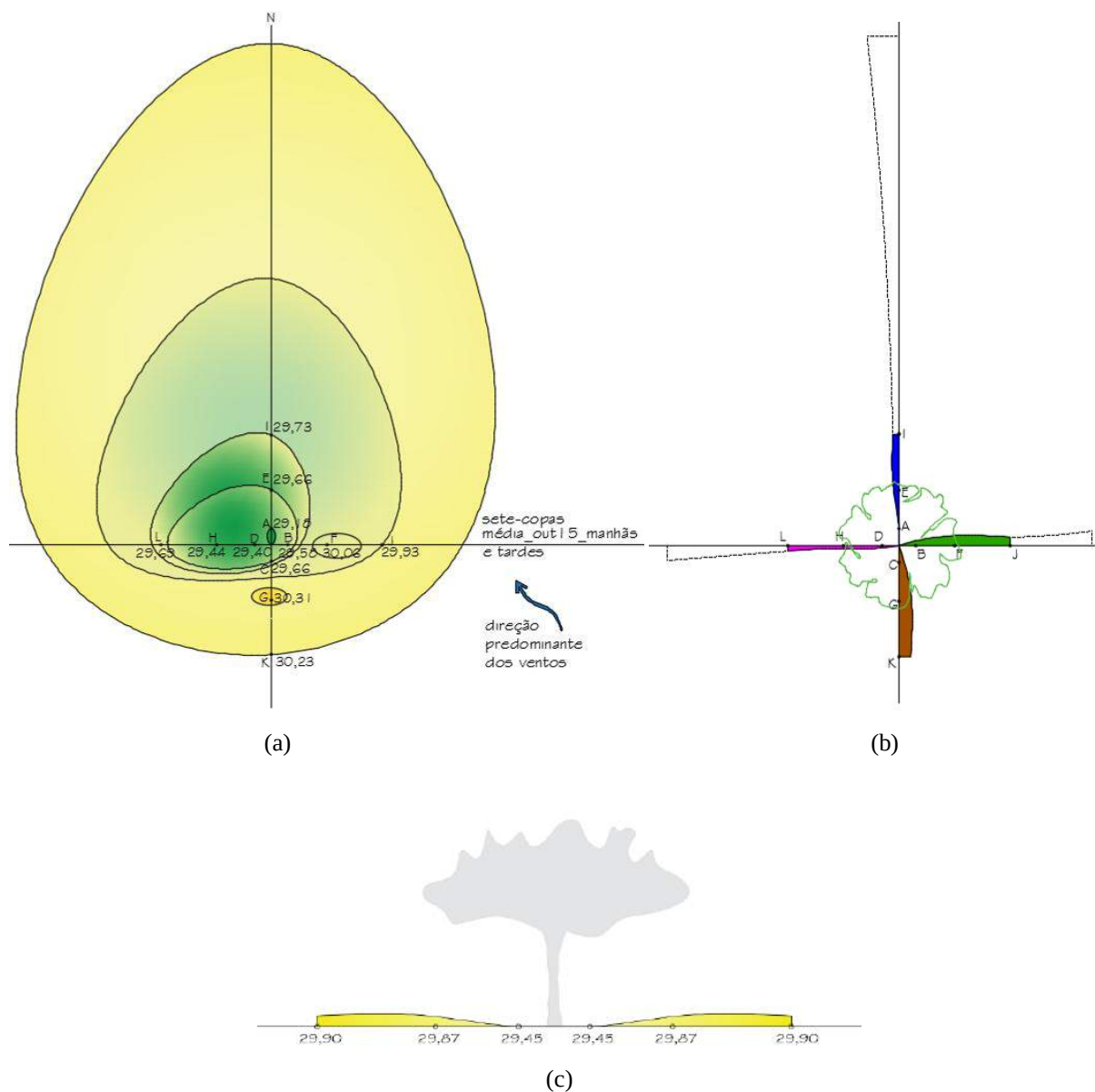
Gráfico 88 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – períodos manhãs e tardes – outubro 2015 – indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 89 – Médias dos valores da temperatura do ar – períodos manhãs e tardes – outubro 2015– indivíduo isolado sete-copas – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, tem-se que a maior diferença ocorreu no tripé 3, orientação sul.

A partir das avaliação da linhas pontilhadas e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 30,23°C foi anotada no tripé 1, ao norte do indivíduo arbóreo, seguida pelo tripé 4 (gráfico 89-b).

No gráfico 89-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que os valores das médias foram muito próximos entre si, com diferença de 0,45°C, entre os registros a 1,5m e a 10m do centro da copa. Embora a diferença representada pelo gráfico ser muito pequena, indica que o sombreamento deve ocorrer de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura, o que é buscado para se manter na zona de conforto térmico, em Recife/ PE.

Comparando-se os valores médios de temperatura com os valores apresentados pelas Estações Inmet, tem-se que em 100% dos casos, as médias de temperatura, à proximidade da setecopas, em outubro, foram maiores que as médias apresentadas pelas Estações. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, inclusive os valores apresentados pelas Estações de Referência. Comparando-se o valor médio da temperatura da estação automática, com o maior valor médio do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 1,98°C. Em relação à estação convencional, o acúmulo anotado foi de 1,88°C.

No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores médios foram superiores à média apresentada pela Estação Automática e se inserem dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

A direção predominante dos ventos foi oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. O comportamento do vento não foi constante. Apesar disso, em 100% dos pontos, a velocidade dos ventos se inseriu dentro da faixa considerada de conforto, para Recife, entre 1 e 3m/s. A velocidade média dos ventos variou de 1,15m/s, no ponto 'L' a 2,10m/s, nos pontos 'A'. Todos os pontos registraram valores médios inferiores aos valores disponibilizados pelas Estações Inmet.

Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 7,50m/s, no circuito de pontos; na Estação Automática, o pico alcançou 8,3 m/s. Tais valores servem como registro de possibilidades de ocorrência.



Medições à proximidade do indivíduo isolado acácia-rosada

A localização dos 12 pontos de medição próximos ao indivíduo isolado acácia-rosada, na Cidade Universitária da UFPE, encontra-se representada através de letras e de cores, expostas na figura 144.

Figura 144 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo acácia-rosada.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 10-07-2017.



A **acácia-rosada**, também conhecida, popularmente, como geneúna, cássia-grande e canafístula, é denominada cientificamente por *Cassia grandis* L. (figura 145). É uma árvore nativa do território brasileiro, da região amazônica. Possui altura variável entre 15 e 20m. É uma árvore decídua, heliófita e indiferente às condições físicas do solo; é extremamente ornamental, principalmente quando se encontra florida, sendo recomendada para a utilização no paisagismo em geral. É muito utilizada na arborização urbana de grandes avenidas. Recomenda-se cuidado, quando plantio em áreas públicas, com as suas vagens lenhosas que chegam a pesar em torno de um quilo. A árvore floresce a partir do final de agosto, quando se encontra totalmente sem folhagem, prolongando-se até novembro (LORENZI, 2002, p. 166).

Figura 145 – Vistas do indivíduo arbóreo isolado - acácia-rosada. (a) a partir da orientação sudeste; (b) a partir da orientação noroeste.



(a)



(b)

Fotos: Jaucele Azerêdo (2017)



Os resultados das medições das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo – acácia-rosada, encontram-se nas tabelas 22 a 24 e nos gráficos 90-102.

Os dados apresentados foram coletados em outubro e em dezembro de 2015. As tabelas também apresentam os valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência – Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários. Os valores dos picos da velocidade do vento, anotados durante as medições, foram apresentados como valores absolutos e não como média.

Resolveu-se apresentar os valores absolutos registrados durante as medições, separadamente, por dia e por período (07-10-15, tarde e 11-12-15, manhã), por terem sido considerados representativos, em virtude das múltiplas condições encontradas durante o período de medições. Além disso, para que se pudesse comparar, foram apresentados os resultados das médias do período da tarde de outubro.

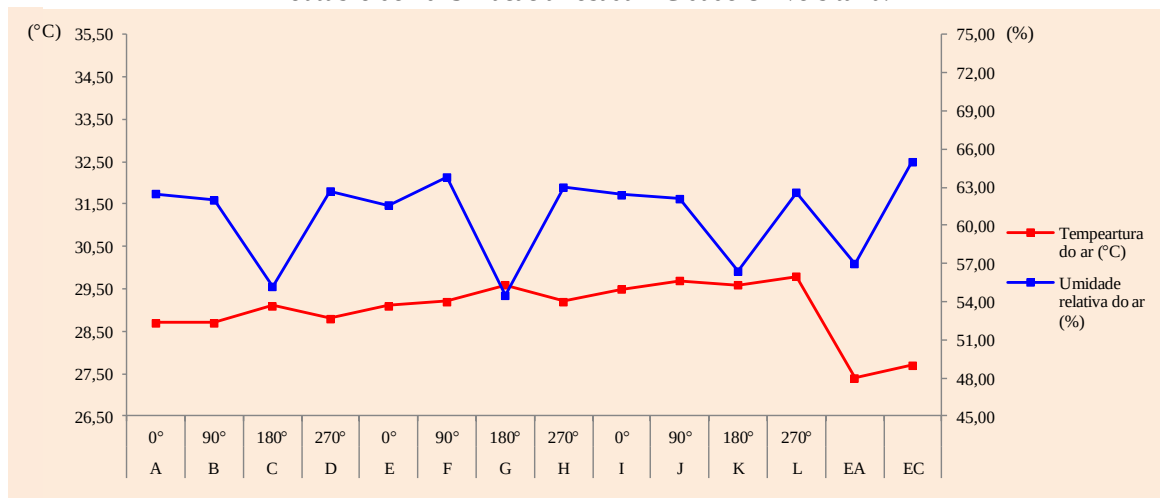
Tabela 22 – Valores das variáveis climáticas – 07-10-2015, tarde – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 07-10-15 – tarde								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Acácia-rosada	1,5m	A	0°	28,70	62,50	1,62	3,8	SE
		B	90°	28,70	62,00	1,22	2,9	
		C	180°	29,10	55,20	1,56	4,2	
		D	270°	28,80	62,70	1,58	3,7	
	5m	E	0°	29,10	61,60	1,53	1,8	SE
		F	90°	29,20	63,80	2,33	4,2	
		G	180°	29,60	54,50	0,97	3,9	
		H	270°	29,20	63,00	1,67	3,7	
	10m	I	0°	29,50	62,40	1,33	-	SE
		J	90°	29,70	62,10	0,77	-	
		K	180°	29,60	56,40	0,43	2,8	
		L	270°	29,80	62,60	1,00	2,7	
Estação automática				27,40	57,00	2,6	6,9	140
Estação convencional				27,70	65,00	3,1		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

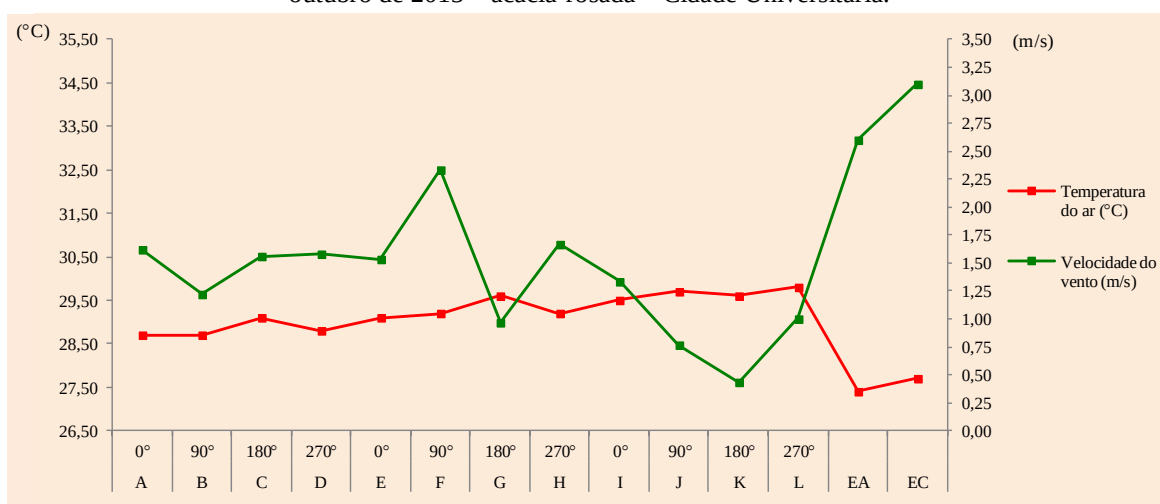


Gráfico 90 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.



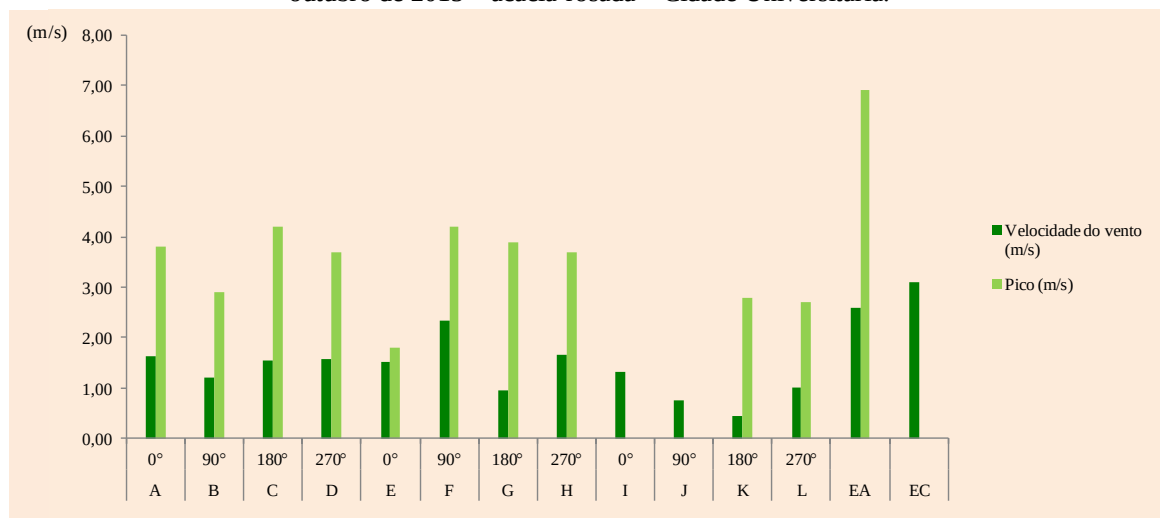
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 91 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

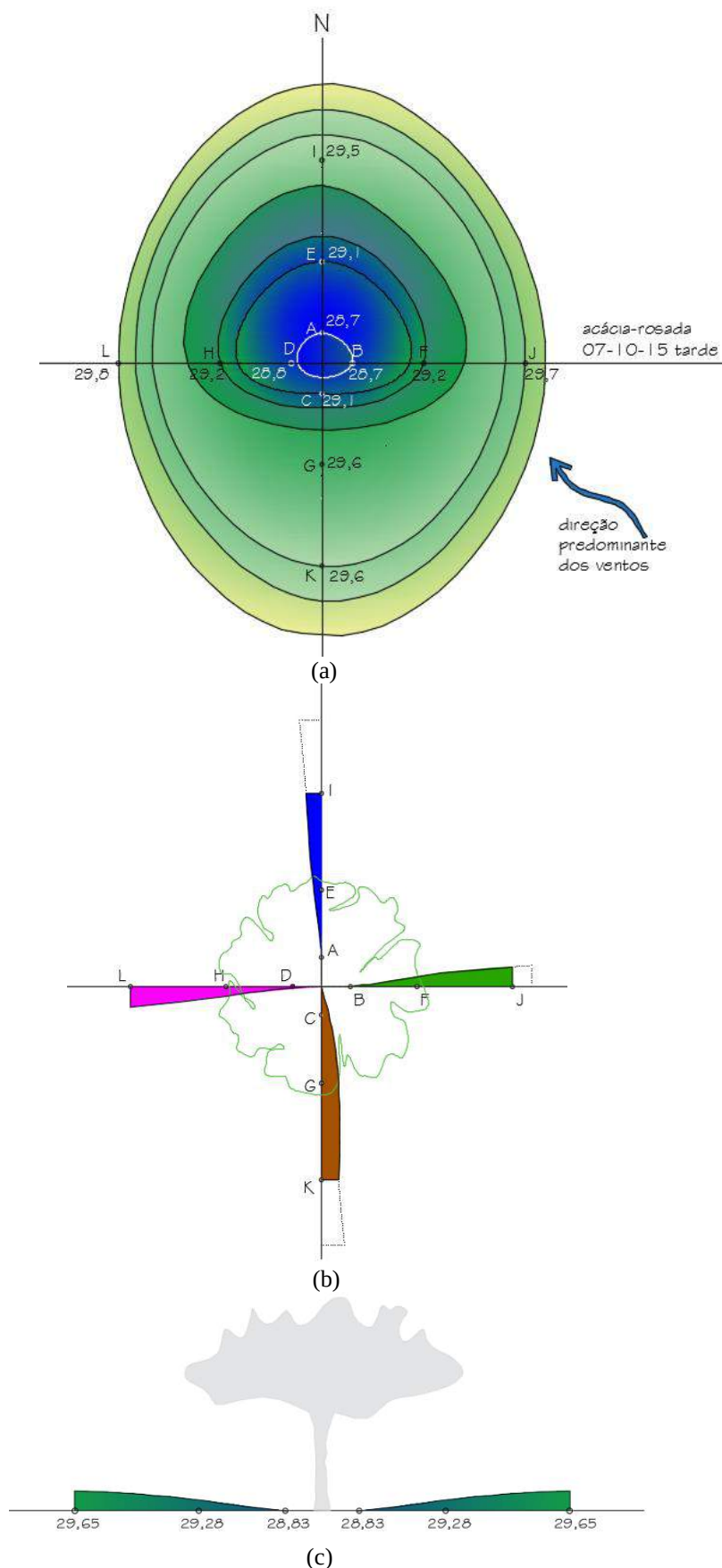
Gráfico 92 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – 07 de outubro de 2015 – acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 93 – Valores da temperatura do ar – 07-10- 2015, tarde – indivíduo isolado acácia-rosada– Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



A partir dos dados apresentados na tabela 22 e nos gráficos 90-93, tem-se que os valores de temperatura do ar foram muito próximos entre si. Os maiores valores foram registrados nos extremos do circuito de medições, sendo o ponto 'L', voltado a oeste, a 10m do centro copa da árvore, que registrou o maior valor, igual a 29,8°C. A localização deste valor se justifica em virtude do movimento aparente do sol, que, à tarde, encontra-se posicionado a oeste do indivíduo arbóreo. O menor valor de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'A' e 'B', igual a 28,7°C. Portanto, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor registrado de 1,1°C.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, tem-se que houve um equilíbrio entre os valores registrados nos quatro tripés, sendo que a maior diferença ocorreu no tripé 4, orientação oeste, seguido pelo tripé 2, orientação leste. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 29,8°C foi anotada no tripé 1, ao norte do indivíduo arbóreo (gráfico 93-b).

No gráfico 93-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m, o que fortemente sugere que o sombreamento efetivo e contínuo é imprescindível visando à diminuição da temperatura, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos, permeável aos ventos e gramados.

Em 100% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, que é de 24 a 28°C. No que se refere à umidade relativa do ar, em todos os pontos, os valores se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, entre 50 e 70%. Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Convencional com o maior valor médio do circuito de pontos, de 29,8°C, anotou-se um acúmulo de calor de 2,1°C. Em relação à estação Automática, a diferença foi de 2,4°C.

Houve uma variação da direção dos ventos entre nordeste, leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Apesar de se encontrar em ambiente aberto, o comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi frequente nem constante. Houve momentos de calmaria. A



velocidade média dos ventos variou de 0,43m/s, no ponto 'K' a 2,33m/s no ponto 'F'. Em 25% dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram abaixo de 1m/s, ou seja, fora da zona considerada de conforto, para Recife. Em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet.

Durante as medições na tarde de 07-10-15, houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 4,2m/s. Na Estação Automática, foi registrado um pico de 6,9m/s. Ressalta-se que, apesar dos valores de pico não serem considerados válidos para a média aritmética dos valores da velocidade dos ventos, considerando-se que foram registrados fora dos intervalos de um minuto, em um total de cinco minutos de medição, valem como referência de possibilidades de ocorrência.



Tabela 23 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 07; 08; 27 e 29-10-15 – média tarde								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Acácia-rosada	1,5m	A	0°	28,90	63,20	1,21	3,8	SE
		B	90°	29,13	62,95	1,27	4,9	
		C	180°	28,68	62,23	1,31	4,9	
		D	270°	28,75	64,25	1,04	3,8	
	5m	E	0°	28,93	63,55	1,73	4,3	SE
		F	90°	29,01	63,98	1,63	4,6	
		G	180°	28,60	61,58	1,26	5,0	
		H	270°	28,73	64,73	1,18	5,3	
	10m	I	0°	29,45	62,53	1,06	3,5	SE
		J	90°	30,26	61,45	0,98	3,2	
		K	180°	29,43	69,28	0,65	2,8	
		L	270°	29,33	63,33	1,04	2,8	
Estação automática				27,88	56,50	2,43	7,6	129
Estação convencional				28,03	65,00	2,45		13

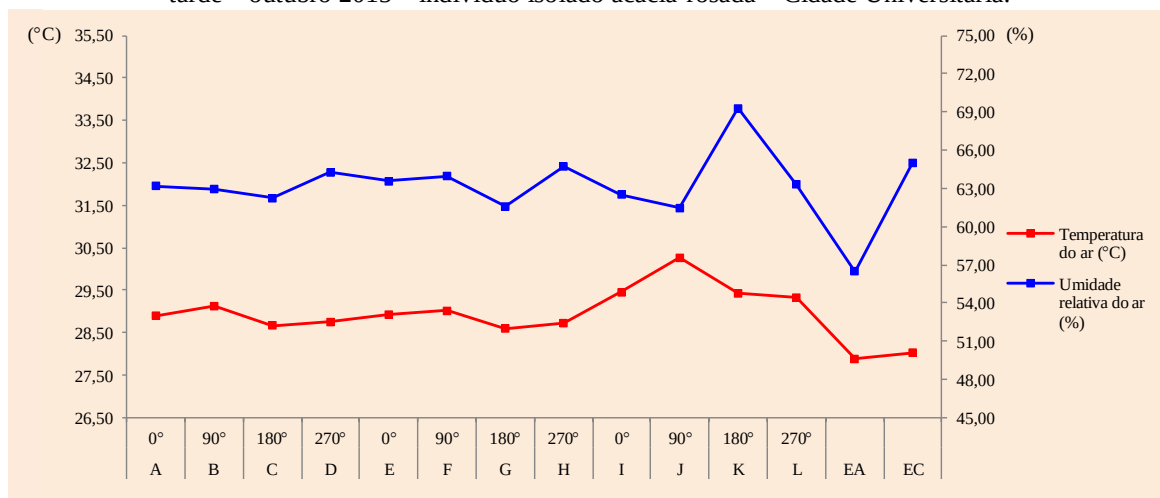
Fonte: Jaucele Azerêdo.

De acordo com os dados apresentados na tabela 23 e nos gráficos 94-97, pode ser observado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste, sendo o maior valor, igual a 30,26°C, registrado a dez metros do centro da copa, em J'. Também em 'J', houve o registro do menor valor médio da umidade relativa do ar, igual a 61,45%, o que comprova a relação de inversabilidade com a temperatura do ar. O menor valor médio de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'G', igual a 28,60°C. Houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 1,66°C.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore (gráfico 97-b), tem-se que a maior diferença ocorreu no tripé 2. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 30,26°C foi anotada no tripé 4, a oeste do indivíduo arbóreo, seguido pelo tripé 1, ao norte. Ressalta-se que o formato da copa do indivíduo arbóreo fortemente contribuiu com os valores de temperatura e com o desenho da distribuição das isotermas.

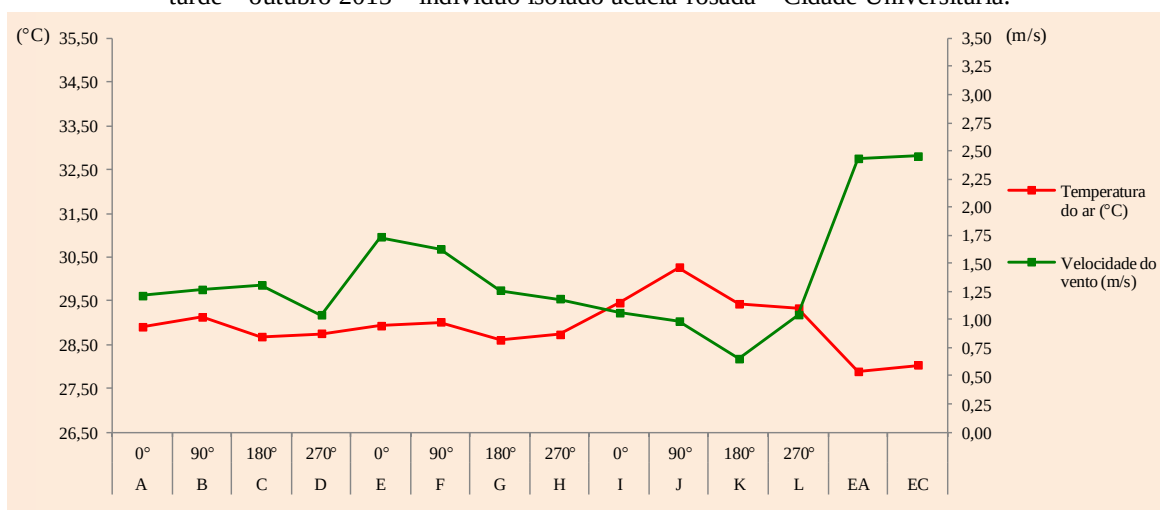


Gráfico 94 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



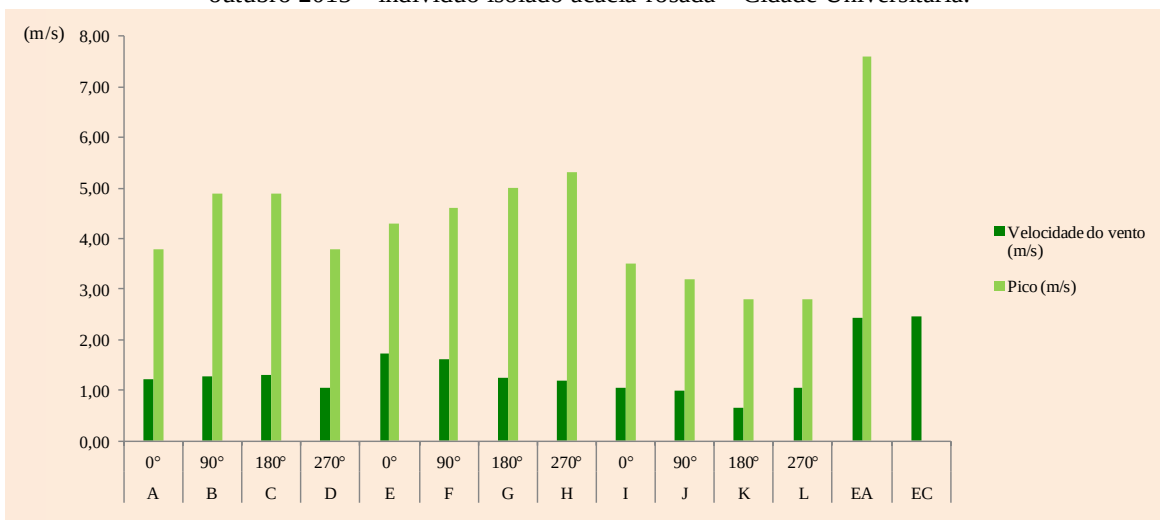
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 95 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

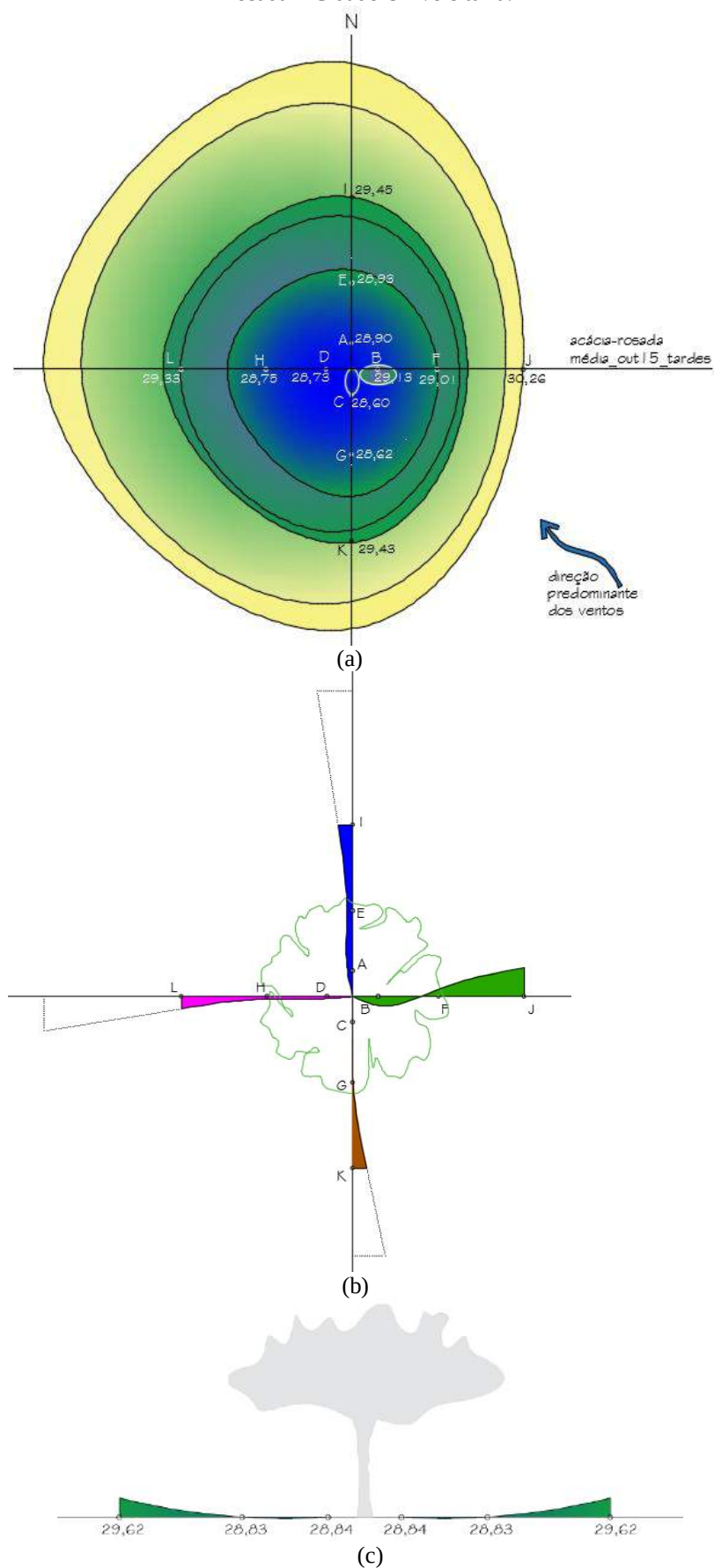
Gráfico 96 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 97 – Médias dos valores da temperatura do ar – período tarde – outubro 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

A diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observada no gráfico 97-c, onde pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m do centro da copa, o que comprova a necessidade de sombreamento efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos e livres à permeabilidade aos ventos, além de serem gramados, visando à diminuição da temperatura.

Comparando-se os desenhos dos gráficos relativos à temperatura do ar com os gráficos relativos à umidade relativa do ar e com os gráficos relativos à velocidade dos ventos, é possível observar a relação de inversabilidade entre as variáveis, na grande maioria dos pontos.

Em todos os pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, que é de 24 a 28°C. No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Automática com o maior valor médio do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 2,38° C, em relação à Estação Convencional, anotou-se um acúmulo de calor de 2,33°C.

A direção dos ventos variou entre nordeste, leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Apesar de todos os pontos se localizarem em ambiente aberto, livre de obstáculos, com permeabilidade aos ventos, o comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi frequente nem constante. Houve muitos momentos de calmaria. Foi registrada uma diferença de 1,08m/s, pois a velocidade média dos ventos variou de 0,65m/s a 1,73m/s. Em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet. Durante as medições nas tardes de outubro de 2015, houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 5,3m/s. Ressalta-se que, apesar dos valores de pico não serem considerados válidos para a média aritmética dos valores da velocidade dos ventos, considerando-se que foram registrados fora dos intervalos de um minuto, em um total de cinco minutos de medição, valem como referência de possibilidades de ocorrência. A Estação Automática registrou pico de velocidade dos ventos igual a 7,6m/s.



Tabela 24 –Valores das variáveis climáticas – 11-12-15, manhã – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.

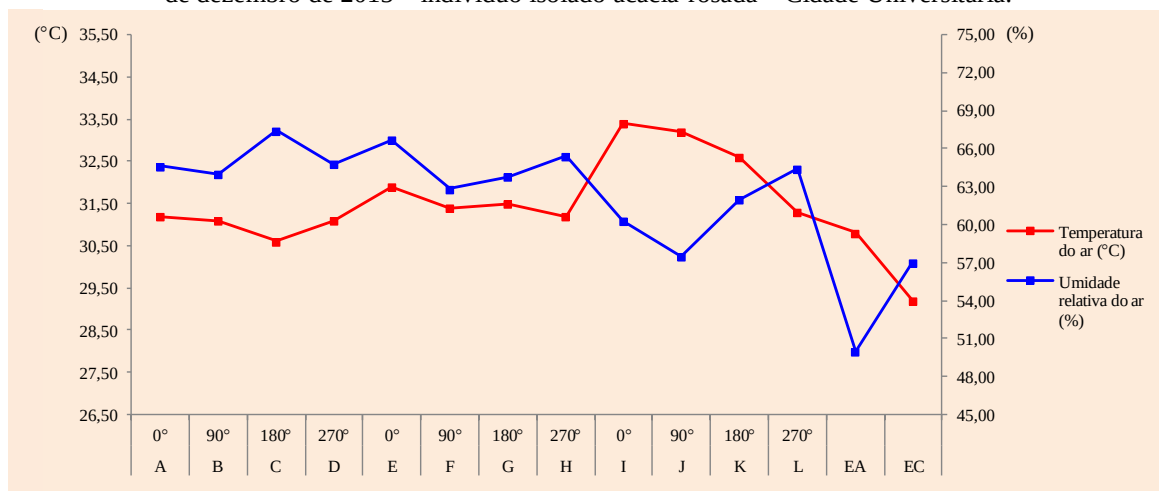
Local: Cidade Universitária								
Data: 11-12-15 – manhã								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Acácia-rosada	1,5m	A	0°	31,20	64,60	1,08	2,3	SE
		B	90°	31,10	64,00	0,90	2,5	
		C	180°	30,60	67,40	1,34	3,8	
		D	270°	31,10	64,80	1,00	2,4	
	5m	E	0°	31,90	66,70	0,17	1,2	SE
		F	90°	31,40	62,80	0,47	1,4	
		G	180°	31,50	63,80	0,13	1,2	
		H	270°	31,20	65,40	0,63	1,9	
	10m	I	0°	33,40	60,30	0,97	1,7	SE
		J	90°	33,20	57,50	0,67	2,5	
		K	180°	32,60	62,00	1,00	2,4	
		L	270°	31,30	64,40	1,47	3,8	
Estação automática				30,80	50,00	2,30	6,3	99
Estação convencional				29,20	57,00	2,60		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

A partir dos dados apresentados na tabela 24 e nos gráficos 98-101, tem-se que os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos voltados a norte e a leste, a dez metros do centro da copa do indivíduo arbóreo. O maior valor, igual a 33,4°C, foi registrado no ponto, 'I'. O segundo maior valor foi registrado a leste, igual a 33,2°C. A localização destes valores se justifica em virtude do movimento aparente do sol, que, pela manhã, encontra-se posicionado a leste do indivíduo arbóreo. Em 'I', houve o registro do segundo menor valor da umidade relativa do ar. Em 'J', que registrou o segundo maior valor da temperatura do ar, foi registrado o menor valor da umidade relativa do ar. Tais dados aproximam a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis. O menor valor de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'C', igual a 30,60°C. Houve, portanto, uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor registrado de 2,8°C. No gráfico 101-b, observando-se a diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, pode-se comprovar que a maior diferença ocorreu no tripé 1, orientação norte. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 33,40°C foi anotada no tripé 4, a oeste do indivíduo arbóreo.

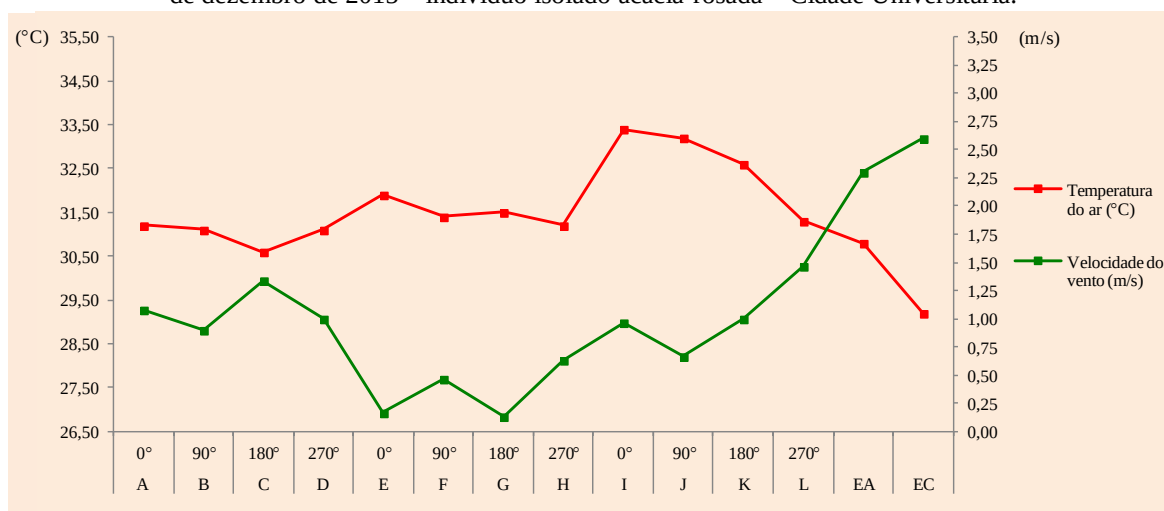


Gráfico 98 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



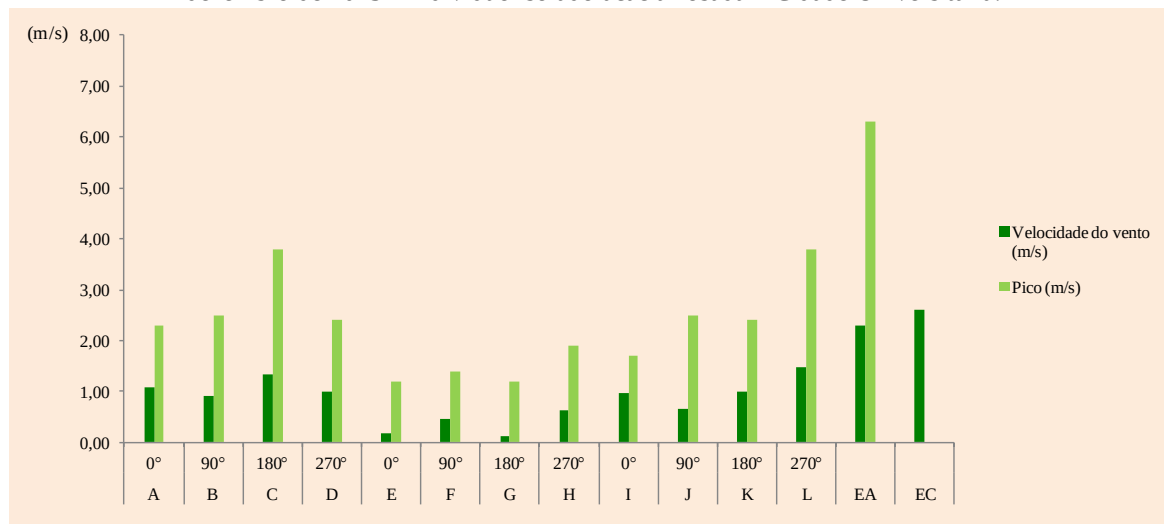
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 99 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

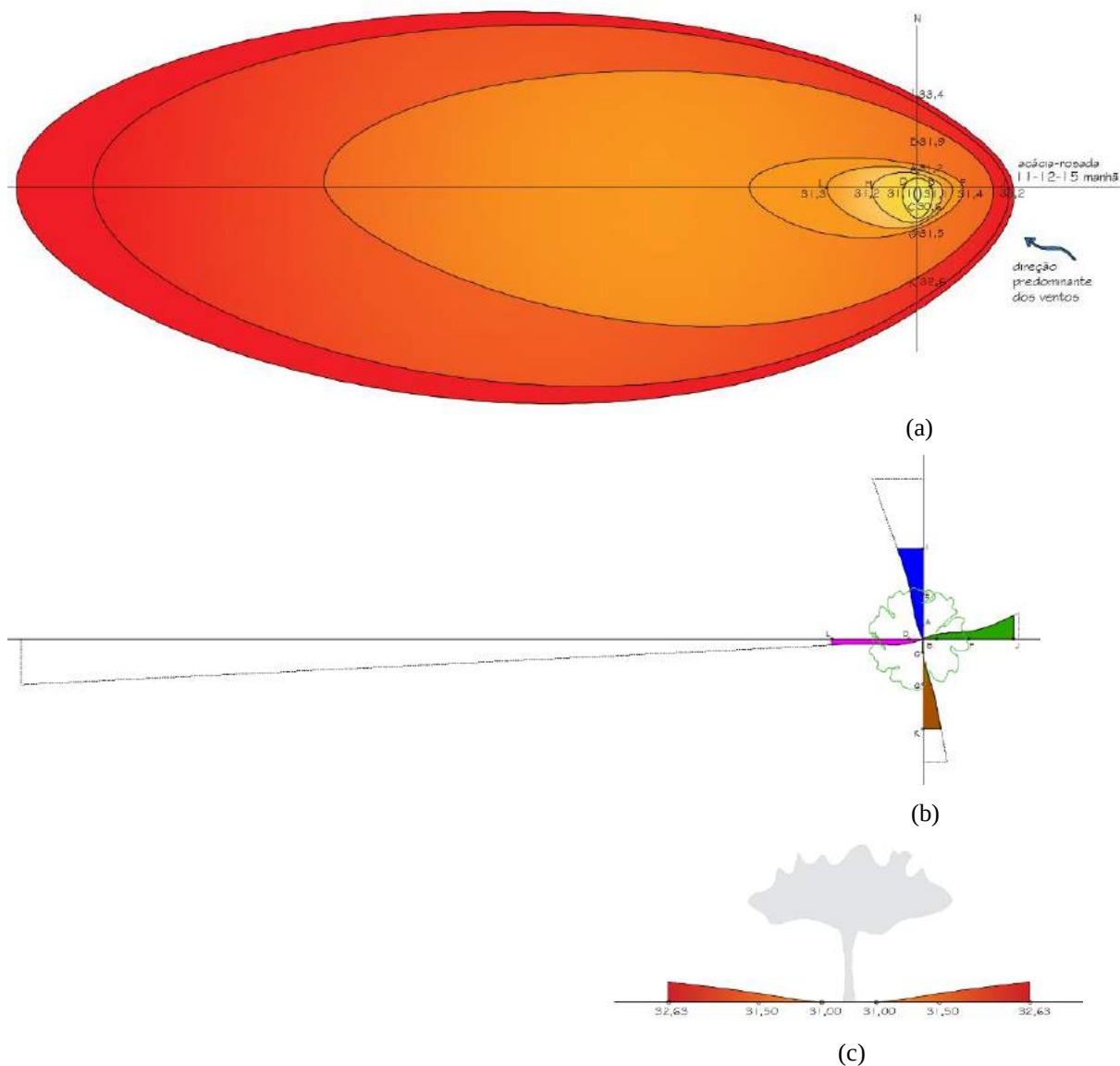
Gráfico 100 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 11 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 101 – Valores da temperatura do ar – 11-12- 2015, manhã – indivíduo isolado acácia-rosada – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

No gráfico 101-c, que representa a diferença entre os valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima ao centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m, o que indica que o sombreamento efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos e gramados, é imprescindível visando à diminuição da temperatura.



Comparando-se os desenhos dos gráficos relativos à temperatura do ar e à umidade relativa do ar, e os gráficos da temperatura do ar e da velocidade dos ventos, é facilmente perceptível a relação de inversabilidade entre as variáveis.

Em 92% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, que é de 24 a 28°C. No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores se encontraram acima dos valores registrados pelas Estações de Referência. Todos se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, entre 50 e 70%.

Tecendo uma comparação entre o valor da temperatura da Estação Convencional, com o maior valor do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 4,20°C. Em relação à Estação Automática, o acúmulo foi de 2,6°C.

A direção dos ventos variou entre leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Apesar de se encontrar em ambiente aberto, livre de obstáculos, o comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi frequente nem constante. Houve muitos momentos de calmaria. A velocidade média dos ventos variou de 0,13m/s, a 1,47m/s. Em 58% dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram abaixo de 1m/s, ou seja, fora da zona considerada de conforto, para Recife. Em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet.

Durante as medições na manhã de 11-12-15, houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 3,8m/s. Apesar dos valores de pico não serem considerados válidos para a média aritmética dos valores da velocidade dos ventos, considerando-se que foram registrados fora dos intervalos de um minuto, em um total de cinco minutos de medição, valem como referência de possibilidades de ocorrência. Na Estação Automática foi registrado o valor de pico de velocidade dos ventos igual a 6,3m/s.



Medições à proximidade do indivíduo isolado sombreiro

A localização dos 12 pontos de medição próximos ao indivíduo isolado sombreiro, na Cidade Universitária da UFPE, encontra-se representada através de letras e de cores, expostas na figura 146.

Figura 146 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo sombreiro.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 10-07-2017.

Sombreiro, palheteira, sobreiro e sombra-de-vaca são nomes populares da árvore cujo nome científico é *Clitoria fairchildiana* R.A. Howard (figura 147). É uma árvore nativa do território brasileiro, com ocorrência nos estados de Amazonas, Pará, Maranhão e Tocantins, com altura variável entre 6 e 12m. É uma árvore decídua e heliófita; floresce durante o período do verão, prolongando-se até os meses de abril-maio, em algumas regiões. A queda das folhas ocorre no período entre maio e julho. Por proporcionar ampla sombra, além de apresentar características ornamentais, é recomendada para arborização urbana e rural. Como é considerada uma planta rústica e de rápido crescimento, é empregada nos reflorestamentos heterogêneos que são destinados à reconstituição da vegetação de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 2002, p. 212).

Figura 147 – Vista do indivíduo arbóreo isolado - sombreiro, a partir da orientação sudoeste, em ambiente próximo ao natural, Cidade Universitária, Recife/PE



Foto: Jaucele Azerêdo (2017).



A tabela 25 e os gráficos 102-105 apresentam os valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em 12 pontos, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo de sombreiro. Os dados foram coletados em dezembro de 2015. Também foram apresentados os valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência – Automática e Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia – Inmet, para as mesmas datas e horários. Os valores dos picos da velocidade do vento foram apresentados como valores absolutos. Escolheu-se a data 10-12-15 como representativa do conjunto de medições, de modo a apresentar as diferenças de comportamento da distribuição da temperatura do ar, por período distinto (manhã).

Tabela 25 – Valores das variáveis climáticas – 10-12-15, manhã – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.

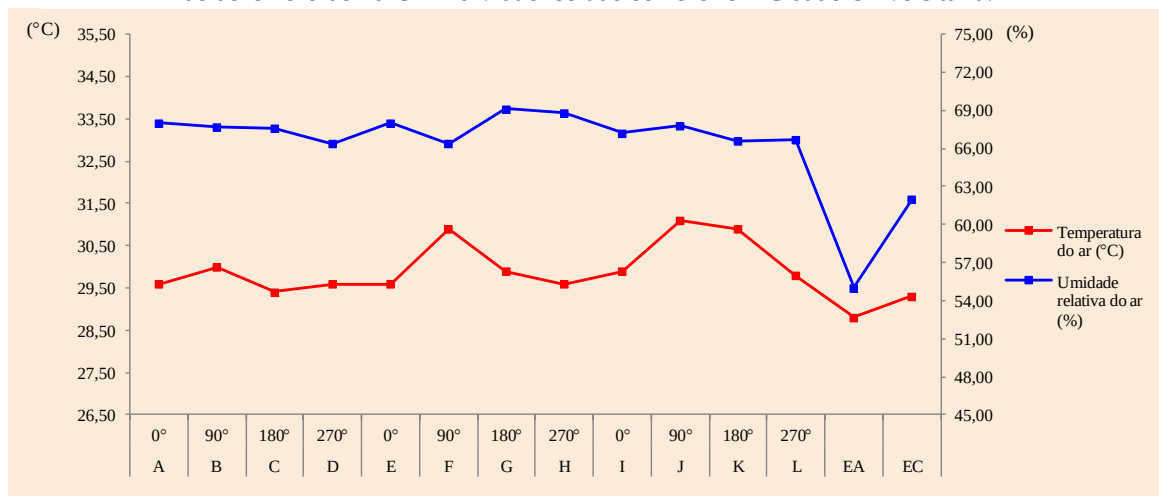
Local: Cidade Universitária								
Data: 10-12-15 – manhã								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Sombreiro	1,5m	A	0°	29,60	68,00	1,56	-	SE
		B	90°	30,00	67,70	2,20	5,3	
		C	180°	29,40	67,60	1,92	5,4	
		D	270°	29,60	66,40	1,96	5	
	5m	E	0°	29,60	68,00	0,77	3,3	SE
		F	90°	30,90	66,40	1,27	-	
		G	180°	29,90	69,10	1,70	5	
		H	270°	29,60	68,80	1,67	4,1	
	10m	I	0°	29,90	67,20	0,57	2,4	SE
		J	90°	31,10	67,80	1,43	3,3	
		K	180°	30,90	66,60	2,17	4,2	
		L	270°	29,80	66,70	1,80	4,2	
Estação automática				28,80	55,00	3,00	8,8	122
Estação convencional				29,30	62,00	2,60		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Considerando-se os dados apresentados na tabela 25 e nos gráficos 102-105, observa-se que os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul da árvore, sendo o maior valor, igual a 31,1°C, registrado em 'J'. Em 'F' e em 'K', foi registrado o segundo maior valor da temperatura, igual a 30,90°C. A localização destes valores se justifica em virtude do movimento aparente do sol, que, pela manhã, encontra-se a leste da árvore. O menor valor de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'C', igual a 29,40°C. Neste ponto, foi registrado um dos maiores valores de velocidade dos ventos, que fortemente contribuiu com o valor da temperatura.

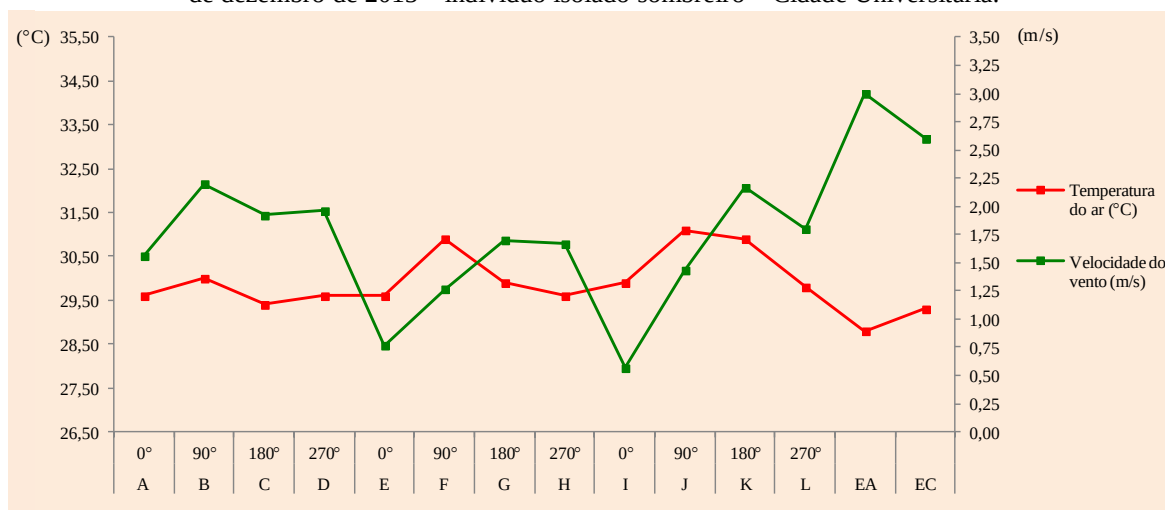


Gráfico 102 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.



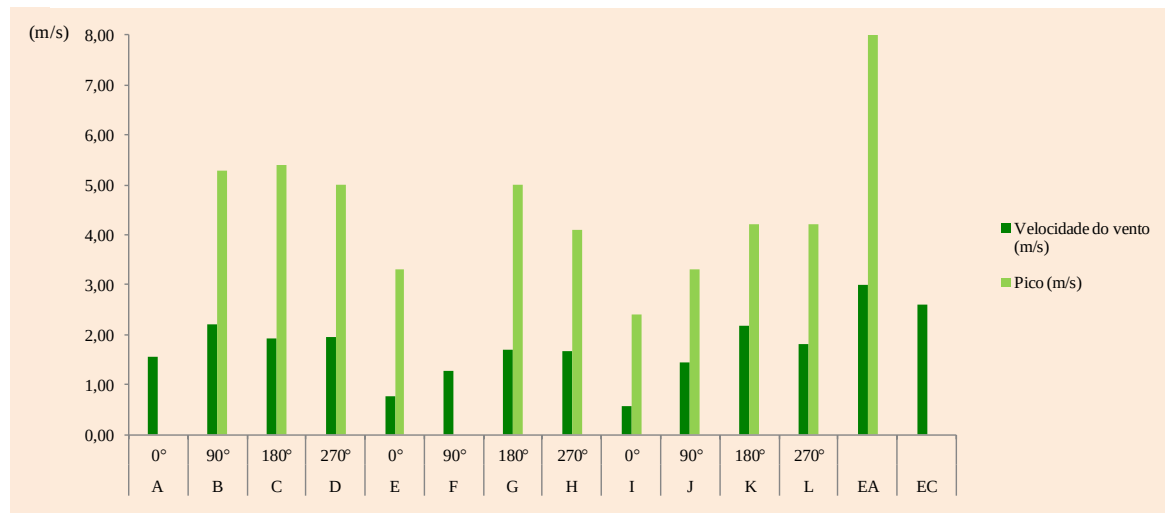
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 103 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

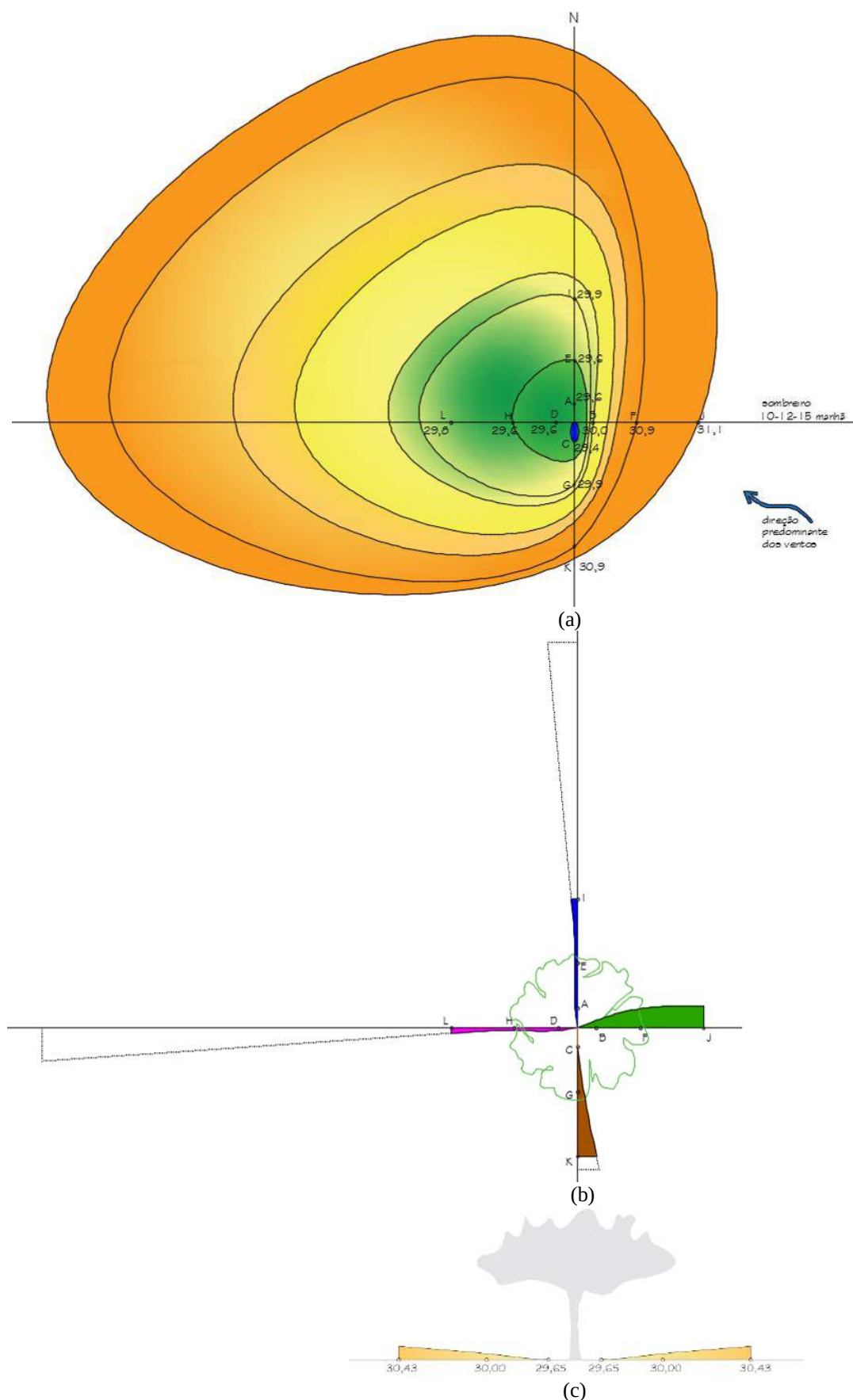
Gráfico 104 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 105 – Valores da temperatura do ar — 10-12- 2015, manhã – indivíduo isolado sombreiro – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Pode-se facilmente perceber que, em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore (gráfico 105-b), a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os $31,1^{\circ}\text{C}$ foi anotada no tripé 4, a oeste do indivíduo arbóreo, seguido pelo tripé 1, orientação norte.

No gráfico 105-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m do centro da copa, o que indica que o sombreamento efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos e gramados, é necessário visando à diminuição da temperatura.

A partir da comparação dos desenhos dos gráficos relativos à temperatura do ar e à umidade relativa do ar, e da temperatura do ar e da velocidade dos ventos, é possível observar a relação de inversabilidade entre essas variáveis.

Em 100% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, que é de 24 a 28°C . No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores registrados foram superiores aos anotados pelas Estações de Referência. Todos se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Convencional, com o maior valor do circuito de pontos, de $31,10^{\circ}\text{C}$, anotou-se um acúmulo de calor de $2,30^{\circ}\text{C}$.

A direção dos ventos predominante foi oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Apesar de se encontrar em ambiente aberto, o comportamento do vento, à proximidade do indivíduo arbóreo, não foi constante. A velocidade média dos ventos variou de $0,57\text{m/s}$ a $2,20\text{m/s}$. Na maioria dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram dentro da zona considerada de conforto, para Recife. Em 100% dos pontos, os valores registrados foram menores que os valores disponibilizados pelas Estações de Referência Inmet. Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de $5,4\text{m/s}$, que valem como referência de possibilidade de ocorrência.



Medições à proximidade do indivíduo isolado mangueira

A localização dos 12 pontos de medição próximos ao indivíduo isolado mangueira, na Cidade Universitária da UFPE, encontra-se representada através de letras e de cores, expostas na figura 148.

Figura 148 – Representação esquemática dos pontos de medição à proximidade do indivíduo arbóreo mangueira.



Fonte: Adaptado de Google Earth. Acesso em: 10-07-2017.



As tabelas 26 a 28 e os gráficos 106-118 apresentam os valores das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em 12 pontos na Cidade Universitária – UFPE, campus Recife, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo – mangueira. Os dados foram coletados em dezembro de 2015. Também foram apresentados os valores das variáveis climáticas registrados pelas Estações Meteorológicas de Referência – Automática e Convencional – Inmet, para as mesmas datas e horários. Os valores dos picos da velocidade do vento, anotados durante as medições, foram apresentados como valores absolutos e não como média. Escolheu-se a data 10-12-15 como representativa do conjunto de medições, de modo a apresentar as diferenças de comportamento da distribuição da temperatura do ar, por período distinto (manhã). Também foram apresentados os resultados dos valores das médias do período da manhã e das médias dos dois períodos – manhã e tarde.

Tabela 26 – Valores das variáveis climáticas – 10-12-15, manhã – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.

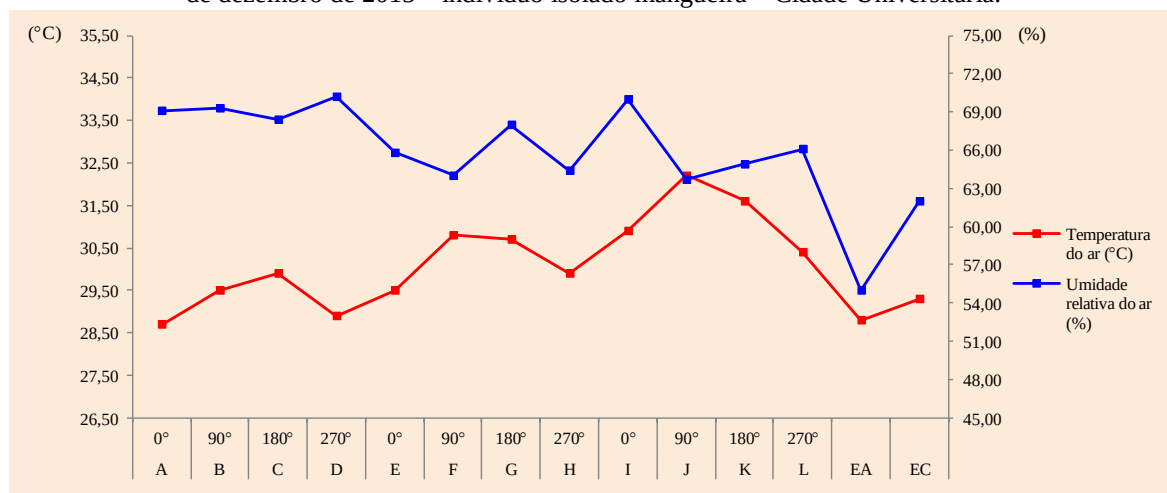
Local: Cidade Universitária								
Data: 10-12-15 – manhã								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Mangueira	1,5m	A	0°	28,70	69,10	2,78	6,5	SE
		B	90°	29,50	69,30	3,25	6,3	
		C	180°	29,90	68,40	3,36	5,8	
		D	270°	28,90	70,20	3,78	7,2	
	5m	E	0°	29,50	65,80	2,07	4,9	SE
		F	90°	30,80	64,00	1,70	4,9	
		G	180°	30,70	68,00	2,10	5,2	
		H	270°	29,90	64,40	2,70	5,8	
	10m	I	0°	30,90	70,00	1,20	-	SE
		J	90°	32,20	63,70	2,20	4,4	
		K	180°	31,60	64,90	1,53	3,7	
		L	270°	30,40	66,10	2,10	3,2	
Estação automática				28,80	55,00	3,00	8,8	122
Estação convencional				29,30	62,00	2,60		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

Observando-se os dados apresentados na tabela 26 e nos gráficos 106-109, tem-se que os maiores valores de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul do indivíduo arbóreo, sendo o maior valor, igual a 32,20°C, registrado em ‘J’, a dez metros do centro da copa. A localização destes valores ocorre em virtude do movimento aparente do sol – pela manhã, encontra-se a leste da árvore e em função da direção dos ventos, a sudeste.

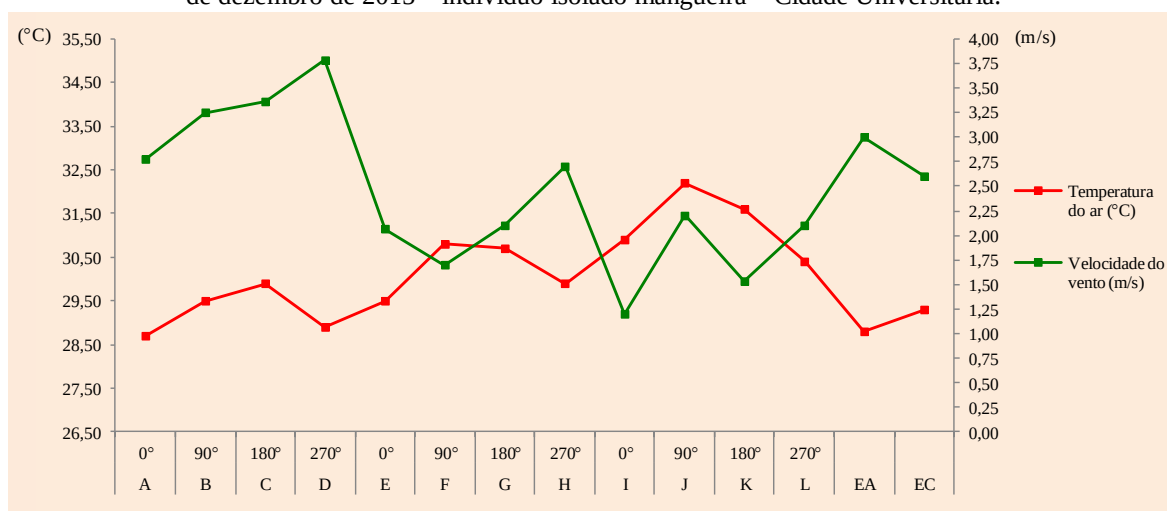


Gráfico 106 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



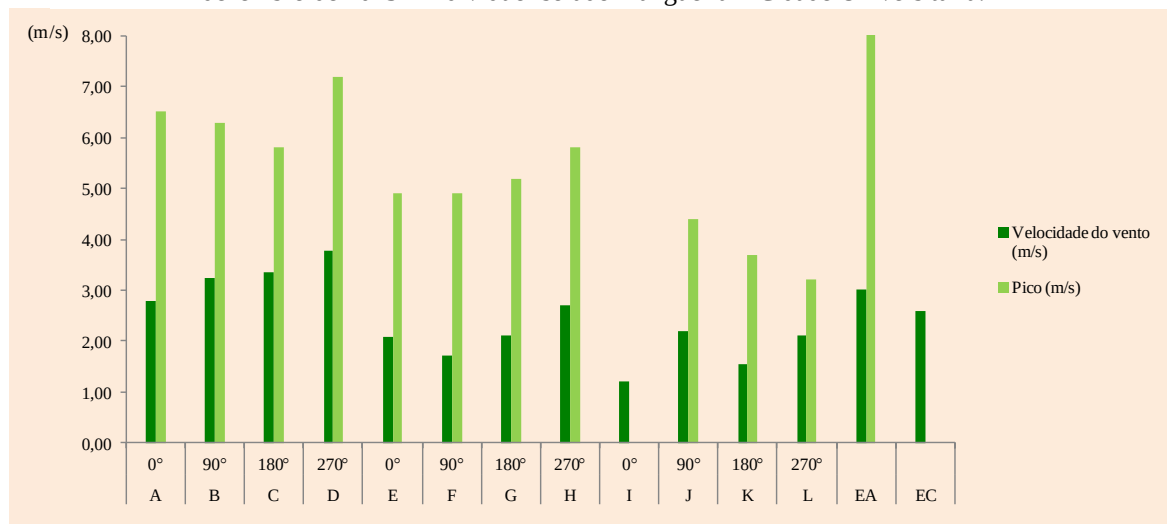
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 107 – Valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade dos ventos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

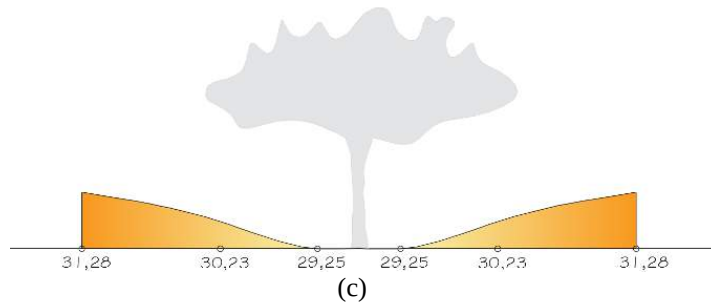
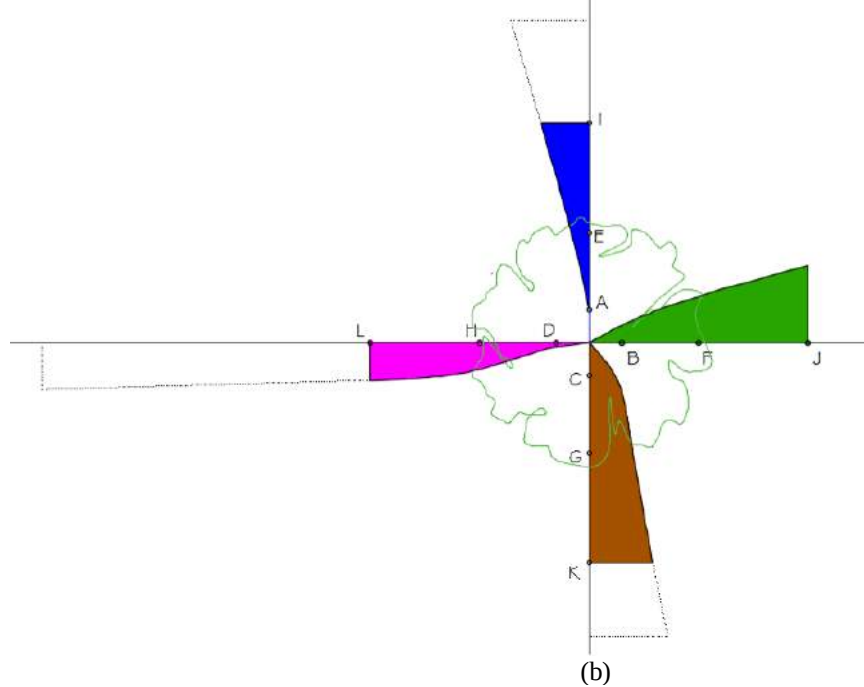
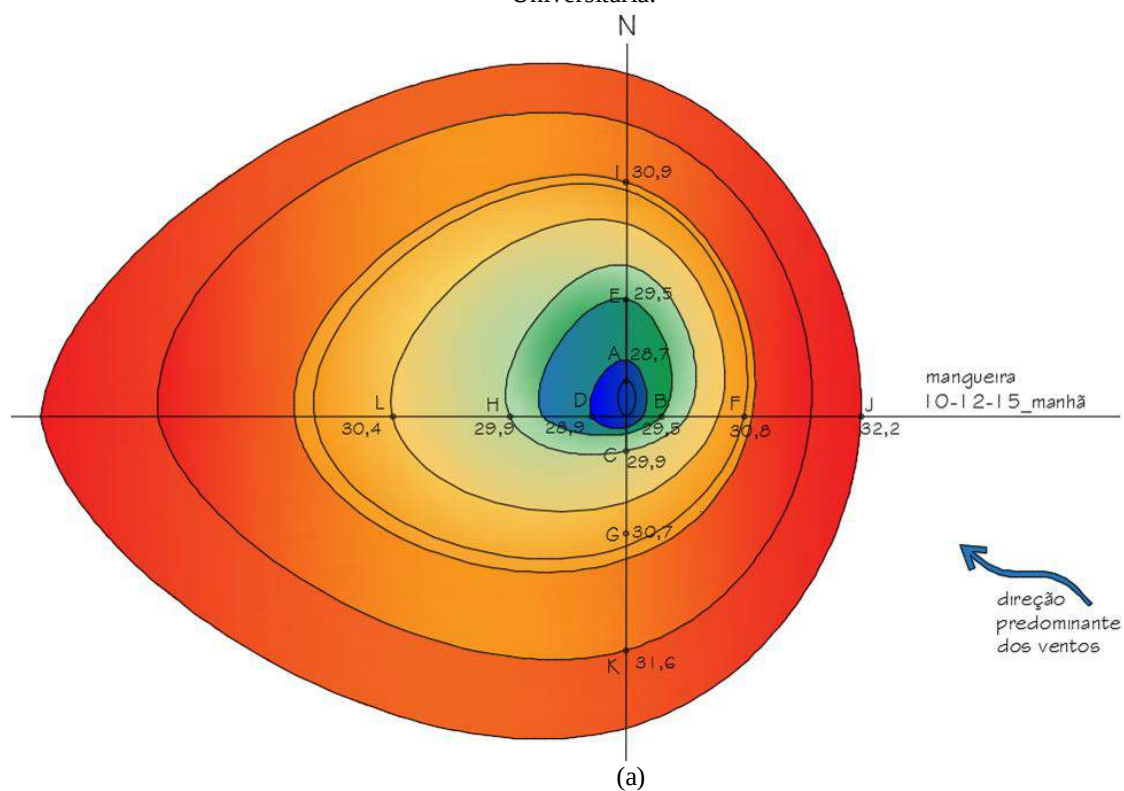
Gráfico 108 – Valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhã – 10 de dezembro de 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 109 – Valores da temperatura do ar –10-12-2015, manhã – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

Em 'J' foi registrado o menor valor da umidade relativa do ar, igual a 63,7%, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. O menor valor de temperatura foi registrado a 1,5m do centro da copa, em 'A', igual a 28,70°C. Neste ponto, foi registrado um dos maiores valores de velocidade dos ventos e da umidade relativa do ar, que contribuíram com o valor da temperatura. Apesar das medições terem acontecido em espaço aberto, livre à circulação dos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor registrado de 3,5°C.

Em relação à diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore (gráfico 109-b), confirma-se que a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior valor de temperatura do ar, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 32,2°C foi anotada no tripé 4, a oeste do indivíduo arbóreo, seguido pelo tripé 1, orientação norte.

No gráfico 109-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 1,5m e a maior média a 10m do centro da copa, o que comprova que o sombreamento efetivo e contínuo é indispensável visando à diminuição da temperatura, mesmo em espaços abertos, livres de obstáculos, permeáveis aos ventos e gramados.

Observando-se os gráficos relativos à temperatura do ar e à umidade relativa do ar, e os gráficos referentes à temperatura do ar e à velocidade dos ventos, é possível observar a relação de inversabilidade entre essas variáveis, em grande parte do circuito de pontos.

Em 92% dos pontos, os valores registrados da temperatura foram maiores que os valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas do Inmet. Observou-se que todos eles se encontraram acima da faixa considerada de conforto, para Recife, entre 24 e 28°C. No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores registrados foram superiores aos anotados pelas Estações de Referência. Todos se encontraram inseridos dentro da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%.

Tecendo-se uma comparação do valor da temperatura da Estação Automática, com o maior valor do circuito de pontos, de 32,20°C, obteve-se o acúmulo de calor igual a 3,4°C; em relação à Estação Convencional, anotou-se um acúmulo de calor de 2,90°C.



A direção dos ventos predominante foi oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Embora os pontos de medição se encontrassem em ambiente aberto, o comportamento do vento foi variável, à proximidade do indivíduo arbóreo. A velocidade média dos ventos variou de 1,20m/s a 3,78m/s. Em 100% pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram dentro da zona considerada de conforto, para Recife. Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 7,2m/s, que valem como referência de possibilidade de ocorrência. Na Estação Automática, houve o registro de pico igual a 8,8m/s.



Tabela 27 – Médias dos valores das variáveis climáticas – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 10 e 11-12-15 – média – manhãs								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Mangueira	1,5m	A	0°	28,75	70,65	2,41	6,5	SE
		B	90°	29,10	69,90	2,73	6,3	
		C	180°	29,10	70,85	2,23	5,8	
		D	270°	28,75	71,60	2,69	7,2	
	5m	E	0°	29,15	69,55	2,03	4,9	SE
		F	90°	30,10	65,75	1,85	4,9	
		G	180°	29,85	69,00	2,07	5,2	
		H	270°	29,25	68,60	2,18	5,8	
	10m	I	0°	30,50	70,80	1,85	4,2	SE
		J	90°	31,05	65,55	2,38	4,4	
		K	180°	30,95	66,50	1,50	3,7	
		L	270°	30,10	67,85	2,17	3,5	
Estação automática				29,80	52,50	2,65	8,8	111
Estação convencional				29,25	59,50	2,05		14

Fonte: Jaucele Azerêdo.

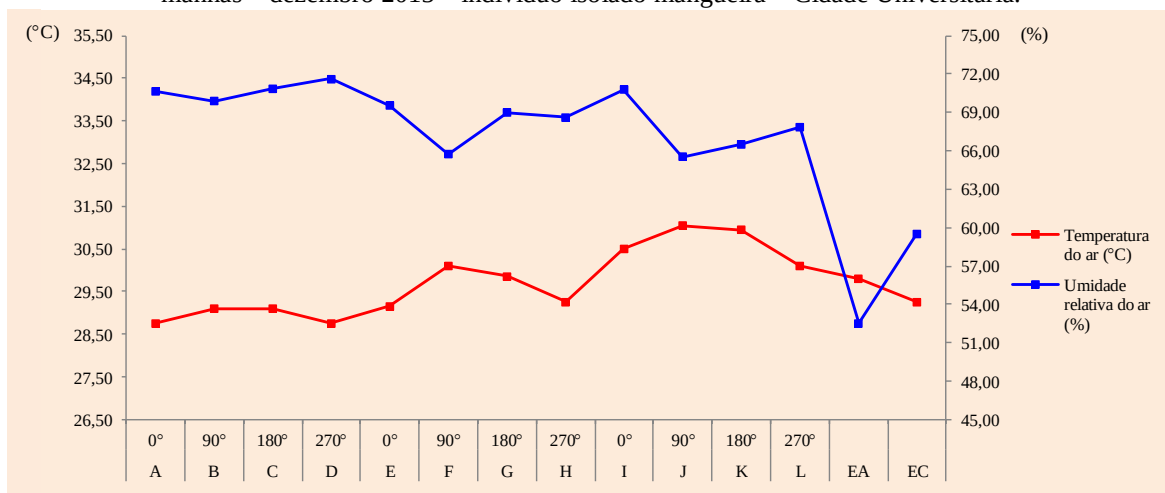
De acordo com os dados apresentados na tabela 27 e nos gráficos 110-113, pode ser observado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul (gráfico 113-a). Em ‘J’, voltado a leste e situado a 10m do centro da copa, foi anotado o valor médio de 31,05°C. O segundo maior valor foi registrado em ‘K’, igual a 30,95°C, ao sul do indivíduo arbóreo. Tais valores se justificam em função do movimento aparente do sol, período manhã, voltado a leste, e por ser em dezembro, voltado ao sul, devido à proximidade com o solstício de verão.

Considerando-se o menor valor médio da temperatura do ar, este registro ocorreu no ponto ‘A’ e no ponto ‘D’, igual a 28,75°C. Em ‘D’, houve o registro do maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 71,70%, como também, houve a anotação da segunda menor média concernente à velocidade dos ventos, igual a 2,69m/s, comprovando a relação de inversabilidade entre essas variáveis.

Embora todos os pontos tenham se situado em ambiente aberto, livre de obstáculos, portanto, livre à permeabilidade aos ventos, houve uma diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio registrado de 2,30°C.

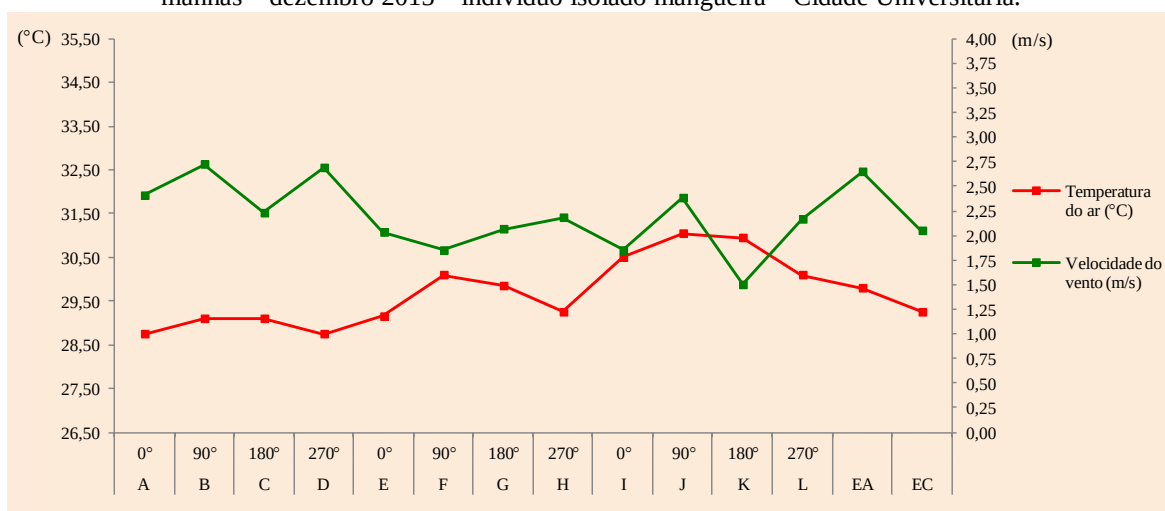


Gráfico 110 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



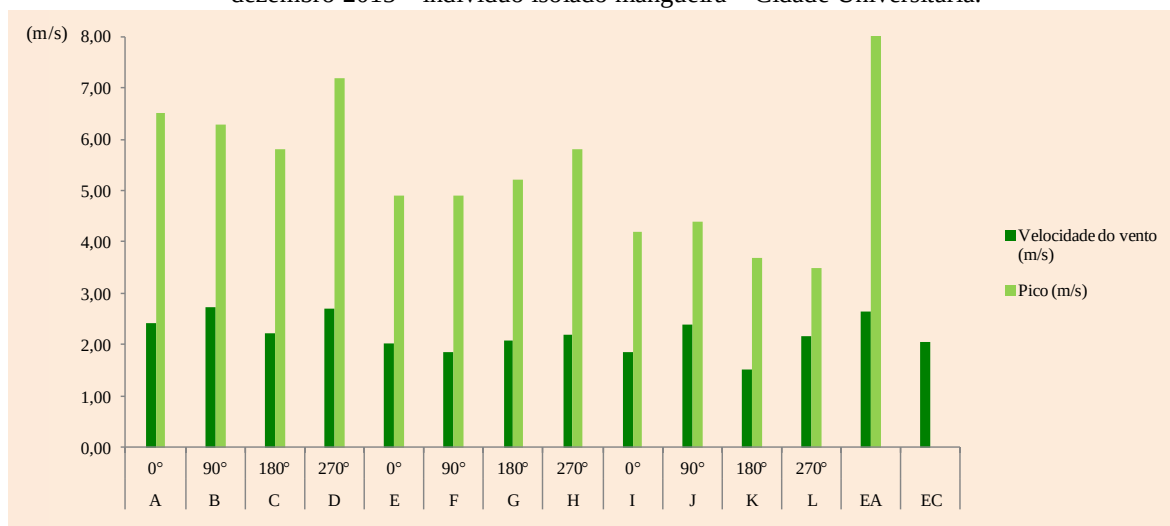
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 111 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

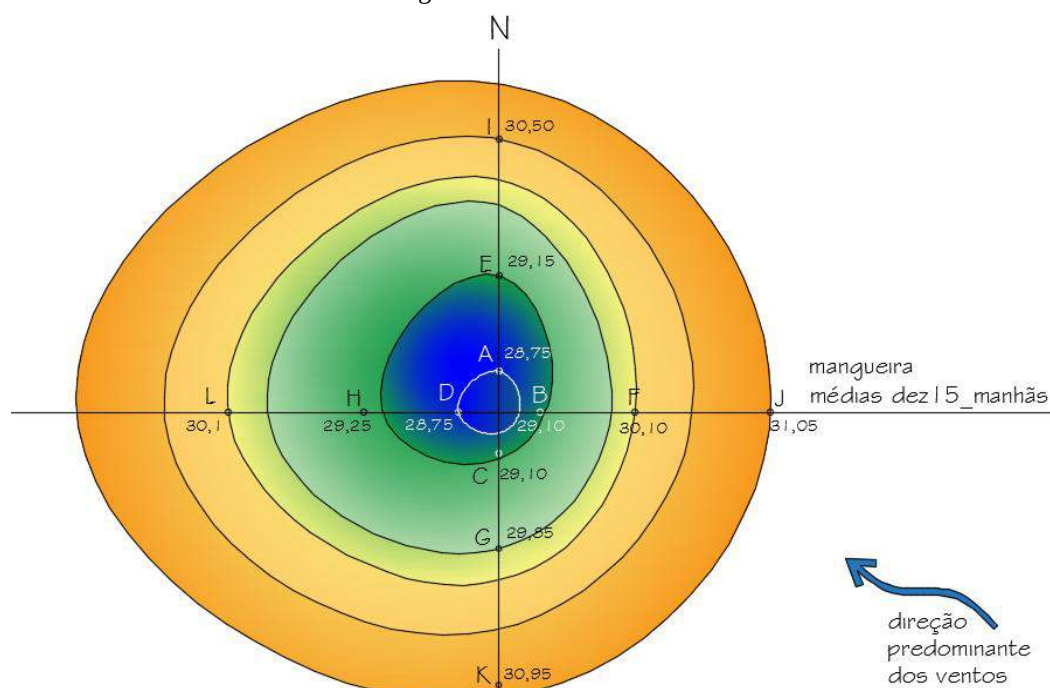
Gráfico 112 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – período manhãs – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



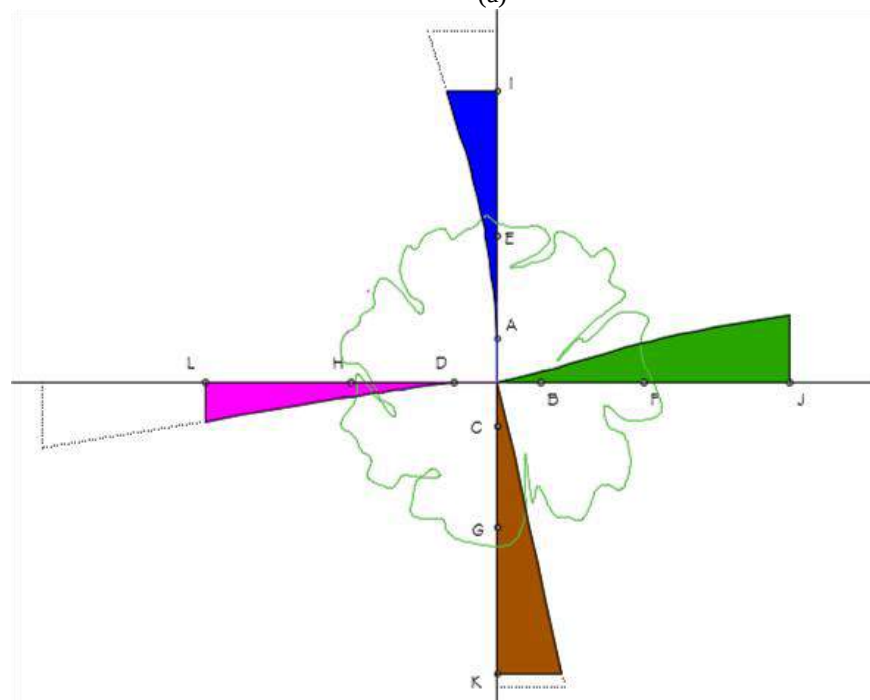
Fonte: Jaucele Azerêdo.



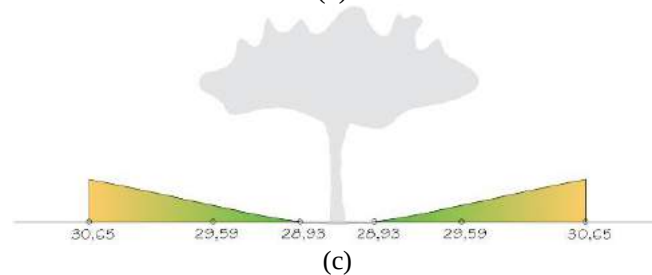
Gráfico 113 – Médias dos valores da temperatura do ar – período manhã – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



(a)



(b)



(c)

Fonte: Jaucele Azerêdo.



O gráfico 113-b que espacializa a relação da diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, apresenta que a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 31,05°C foi anotada no tripé 4, oeste do indivíduo arbóreo, seguida pelo tripé 1, voltado a norte. Isso foi corroborado pela direção predominante dos ventos, a sudeste do indivíduo arbóreo. No gráfico 113-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 5m e a maior média a 10m e que a diferença dos valores das médias localizadas a 1,5m e a 10m foi igual a 1,72°C, o que indica que o sombreamento deve ocorrer de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura, o que é buscado para se manter na zona de conforto térmico, em Recife, PE. Observando-se os gráficos relativos à temperatura do ar e à umidade relativa do ar, e os gráficos referentes à temperatura do ar e à velocidade dos ventos, é possível observar a relação de inversabilidade entre essas variáveis, na ampla maioria do circuito de pontos. Comparando-se os valores médios de temperatura com os valores apresentados pelas Estações Inmet, tem-se que em 42% dos pontos, as médias de temperatura, à proximidade da mangueira, em manhãs de dezembro 2015, foi maior que as médias apresentadas pelas Estações. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife. Comparando-se o valor médio da temperatura da Estação Automática, com o maior valor médio do circuito de pontos, anotou-se um acúmulo de calor de 1,25°C. Em relação à Estação Convencional, o acúmulo de calor foi de 1,80°C. Quanto à umidade, em 100% dos pontos, os valores médios foram superiores às médias apresentadas pelas Estações. 33,33% dos pontos apresentaram a média da umidade inserida fora da faixa considerada de conforto para Recife, que é de 50 a 70%. A direção predominante dos ventos foi sudeste. O comportamento do vento não foi constante. A velocidade média dos ventos variou de 1,50m/s, no ponto 'K' a 2,73m/s, no ponto 'B'. Em 100% pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram dentro da zona considerada de conforto, para Recife. Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 7,2m/s, que valem como referência de possibilidade de ocorrência. Na Estação Automática, houve o registro de pico igual a 8,8m/s.



Tabela 28 – Médias dos valores das variáveis climáticas – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.

Local: Cidade Universitária								
Data: 10 e 11-12-15 – média – manhãs e tardes								
Indivíduo isolado	Distância	Posição	Ângulo	Temperatura do ar (°C)	Umidade relativa do ar (%)	Ventos (m/s)		
						média	pico	dir
Mangueira	1,5m	A	0°	29,35	69,38	2,15	6,50	SE
		B	90°	29,40	66,30	2,39	6,30	
		C	180°	29,50	66,28	2,16	5,80	
		D	270°	29,55	66,40	2,27	7,20	
	5m	E	0°	29,55	69,25	2,22	6,10	SE
		F	90°	30,08	63,85	2,21	4,90	
		G	180°	29,95	65,93	2,03	5,20	
		H	270°	29,63	65,13	2,13	5,80	
	10m	I	0°	30,43	69,35	1,68	6,10	SE
		J	90°	30,60	63,30	2,38	5,40	
		K	180°	30,50	64,95	1,67	5,10	
		L	270°	29,90	64,98	2,14	5,90	
Estação automática				30,13	49,75	2,58	8,80	104
Estação convencional				29,57	54,00	2,45		14

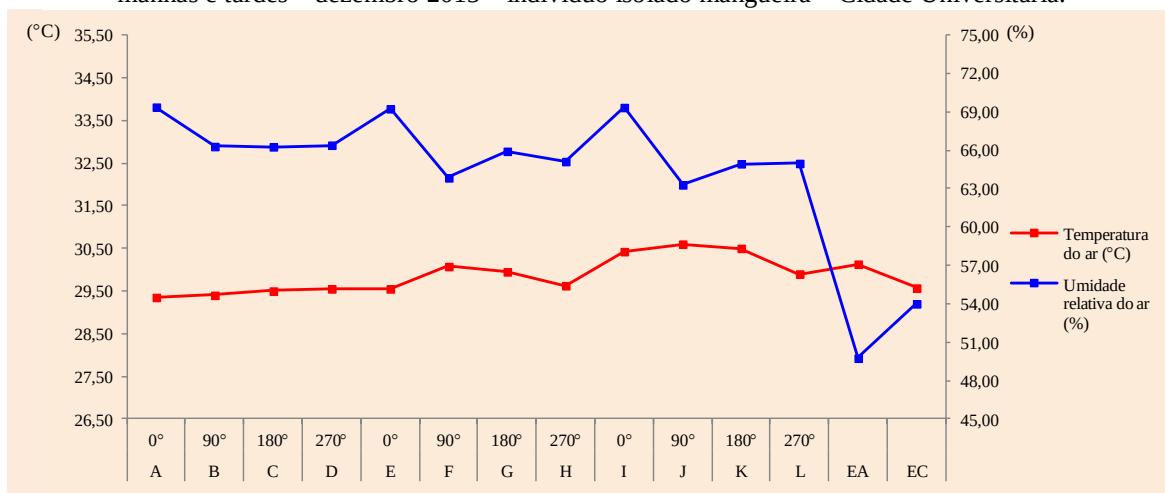
Fonte: Jaucele Azerêdo.

A partir dos dados apresentados na tabela 28 e nos gráficos 114-117, pode ser notado que os maiores valores médios de temperatura foram registrados nos pontos voltados a leste e a sul (gráfico 117-a). Em ‘J’, voltado a leste e situado a 10m do centro da copa, foi anotado o valor médio de 30,60°C. O segundo maior valor foi registrado em ‘K’, igual a 30,50°C, ao sul do indivíduo arbóreo. Considerando-se o menor valor médio da temperatura do ar, este registro ocorreu no ponto ‘A’, igual a 29,35°C. Em ‘J’, houve o registro do maior valor médio da umidade relativa do ar, igual a 69,38%. Em ‘A’, houve a anotação da menor menor média da umidade, portanto, em ambos os extremos se comprovou a relação de inversabilidade entre essas variáveis. Embora todos os pontos se localizarem em ambiente aberto, livre aos ventos, a diferença de temperatura do ar entre o maior e o menor valor médio foi de 1,25°C.

A espacialização da relação da diferença, por tripé, entre os valores das temperaturas do ar, por ponto, para cada orientação (N, S, L e O), e o menor valor registrado do circuito de medições, localizado mais próximo ao centro da copa da árvore, pode ser vista no gráfico 117-b, onde se pode facilmente perceber que a maior diferença ocorreu no tripé 2, orientação leste. Observando-se a linha pontilhada e a isoterma de maior temperatura, tem-se que a possível e maior distância necessária para que se atingissem os 30,60°C foi anotada no tripé 4. Isso foi corroborado pela direção predominante dos ventos, a sudeste do indivíduo arbóreo.

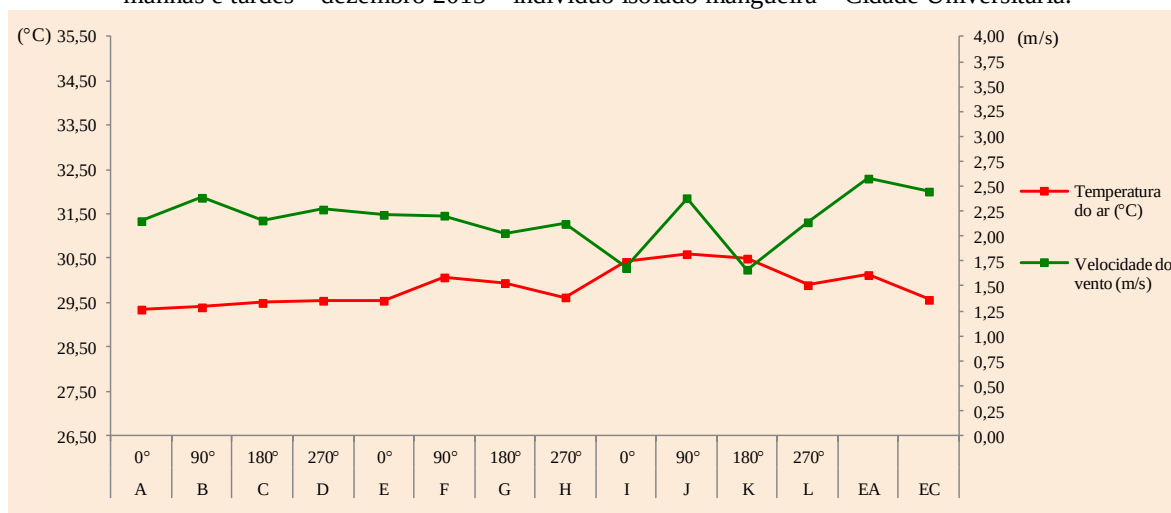


Gráfico 114 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



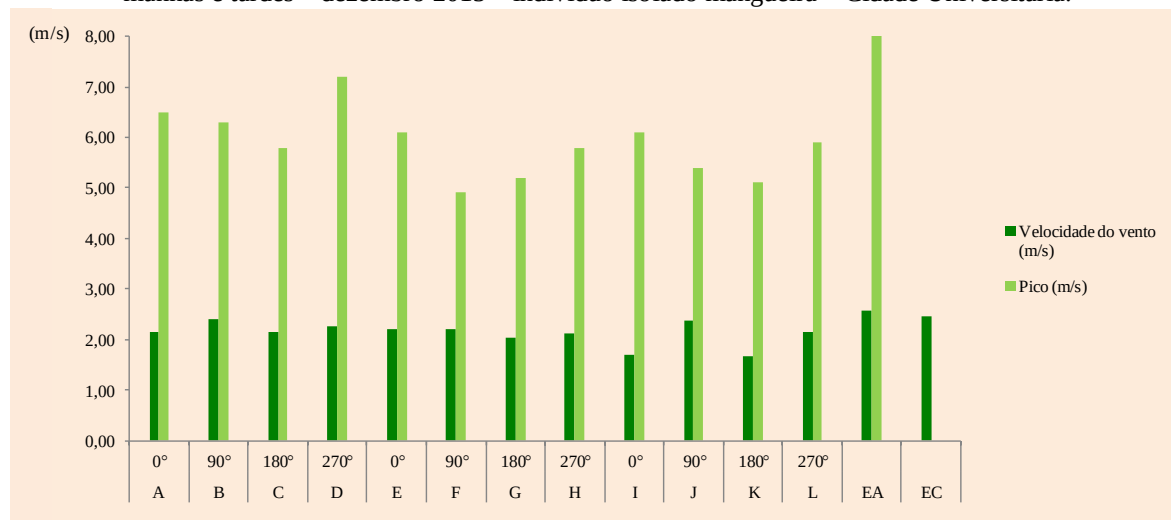
Fonte: Jaucele Azerêdo.

Gráfico 115 – Médias dos valores das variáveis climáticas temperatura do ar e velocidade do vento – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

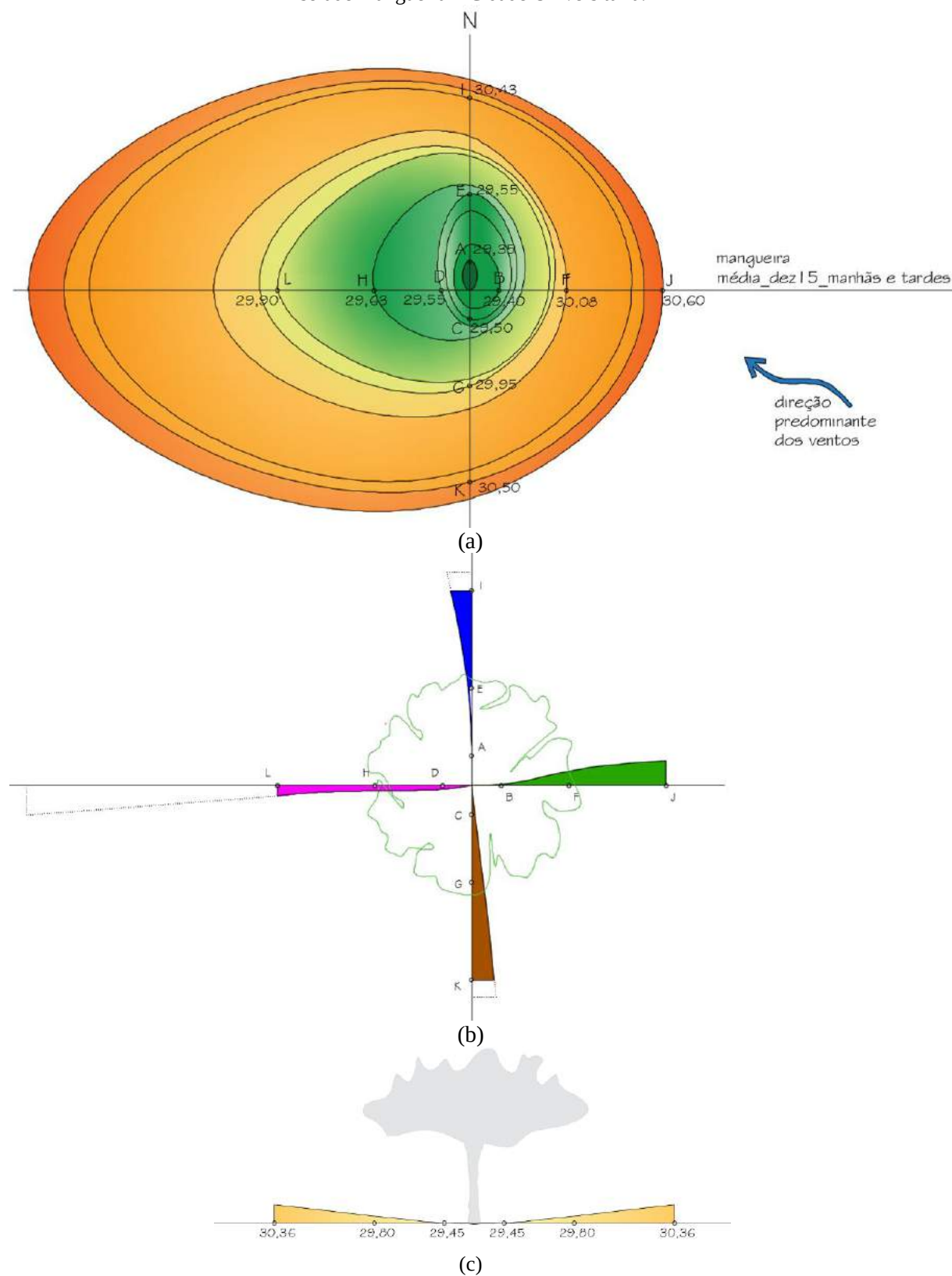
Gráfico 116 – Médias dos valores da variável climática velocidade do vento e valores dos picos – períodos manhãs e tardes – dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



Gráfico 117 – Médias dos valores da temperatura do ar – períodos manhãs e tardes –dezembro 2015 – indivíduo isolado mangueira – Cidade Universitária.



Fonte: Jaucele Azerêdo.

No gráfico 117-c, que representa a diferença entre as médias dos valores das temperaturas do ar, às distâncias de 1,50m, 5,0m e 10m do centro da copa do indivíduo arbóreo, e a média registrada, localizada mais próxima do centro da copa, pode ser observado que a menor média de temperatura se localizou a 5m e a maior média a 10m, o que demonstra a necessidade de sombreamento de modo efetivo e contínuo, mesmo em espaços abertos, gramados e livres de obstáculos, visando à diminuição da temperatura.

Ao se comparar os valores médios de temperatura com os valores apresentados pelas Estações Inmet, tem-se que em 42% dos pontos, as médias de temperatura, à proximidade da mangueira, foram menores que as médias apresentadas pelas Estações de Referência. Ressalta-se que todos eles estiveram acima da faixa considerada de conforto, para Recife. Em relação à Estação Convencional, o acúmulo de calor foi de 1,03°C.

No que se refere à umidade relativa do ar, em 100% dos pontos, os valores médios foram superiores às médias apresentadas pelas Estações de Referência. Todos os pontos apresentaram a média da umidade inserida fora da faixa considerada de conforto para Recife, entre 50 e 70%.

Em relação à direção dos ventos, houve uma variação entre as direções leste e sudeste, sendo a direção predominante oriunda de sudeste, estando em acordo com a direção predominante em Recife. Atestou-se que o comportamento do vento foi variável, apresentando diferenças de velocidade e de frequência. A velocidade média dos ventos variou de 1,67m/s, no ponto 'K' a 2,39m/s, no ponto 'B'. Em 100% dos pontos, os valores da velocidade média dos ventos estiveram abaixo dos valores registrados pelas Estações Inmet, no entanto, todos se encontraram dentro da zona considerada de conforto, para Recife.

Houve registro de picos de velocidade dos ventos que alcançaram valores de 7,2m/s, que valem como referência de possibilidade de ocorrência. Na Estação Automática, houve o registro de pico igual a 8,8m/s. Apesar de tais valores não terem feito parte da média, servem como registro de possibilidades de ocorrência.

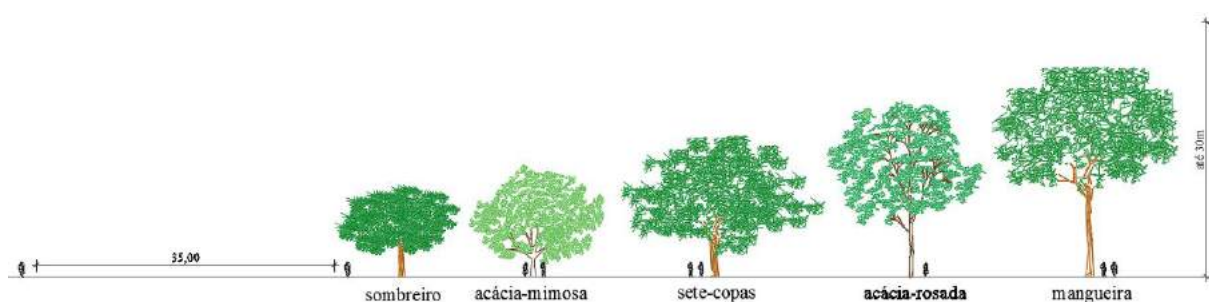


A figura 149 apresenta a distância média de influência térmica, a depender de diversos fatores, tais como, formato e volume da copa, densidade foliar e direção e velocidade dos ventos predominantes.

Enfatiza-se que, que:

Qualquer sistema como entidade passível de ser investigada tem seu próprio direito a possuir fronteiras, sejam espaciais, sejam dinâmicas. Num sentido estreito, as fronteiras espaciais existem apenas em uma observação ingênua e todas as fronteiras são, em última análise, dinâmicas. Não se pode exatamente traçar as fronteiras de um átomo (com valências se projetando, por assim dizer, para atrair outros átomos); de uma pedra (agregado de moléculas e átomos na maioria das vezes constituídos de espaços vazios, com partículas a distâncias planetárias); ou de um organismo (continuamente trocando matéria com o meio) (BERTALLANFY, 1976, p. 11).

Figura 149 – Distância relativa às isotermas de maior temperatura.



Fonte: Jaucele Azerêdo.



5

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente e abrangente ‘autofagia’ dos atuais padrões de produção e uso do espaço urbano implica em irreversíveis impactos ambientais, além de econômicos e sociais. A sociedade contemporânea deve buscar a mudança do atual modelo de produção e de consumo para um modelo de desenvolvimento mais sustentável. Tal transição pressupõe alterações integradas nos vários níveis de governo e de sociedade civil, em suas diversas áreas – políticas públicas, tecnologia, economia, transporte, comportamento e energia. A adoção de políticas públicas que busquem contribuir com o controle de ocupação do espaço, aliada à participação do consumidor final frente aos seus hábitos de apropriação e consumo, contribui para a redução dos impactos referentes ao aumento da temperatura do ar, sendo um paradigma a ser buscado.

Mesmo que haja o foco determinado, concernente à arborização urbana, a classe de discussão e de estudos deve ser aprofundada e formada por uma equipe multi e interdisciplinar, que se conecte, de modo a abranger as particularidades de planejamento, projeto, execução e controle. Pensa-se, aqui, em legisladores, arquitetos, urbanistas, paisagistas, engenheiros florestais, agrônomos, dentre outros profissionais, além de toda a sociedade civil que se utiliza dos espaços livres públicos vegetados.

Obviamente, todo esse panorama deve ser pensado em longo prazo, pois os resultados, em relação à implantação de vegetação arbórea, só serão percebidos e avaliados no decorrer de alguns anos e décadas. Ao mencionar os benefícios da vegetação arbórea, disposta em espaços livres públicos urbanos, em relação ao conforto termoambiental, se faz referência a sua fase adulta e em condições satisfatórias de saúde do vegetal, de modo a não fornecer riscos à população usuária, como também em relação a certas espécies e em sítios específicos, o que evita a generalização desmedida. Deve-se ressaltar, nesse contexto, a relação de influência entre os elementos naturais e os elementos construídos sobre os valores das variáveis climáticas e a consequente formação de microclimas específicos, em espaços urbanos.



Recomenda-se conceber uma cidade com uma série de serviços, imprescindíveis ao seu bom funcionamento. Tão importante quanto o sistema de transportes, de telefonia, de distribuição de água e de energia, dentre tantos outros, apresenta-se o sistema de vegetação arbórea urbana, interligado ao sistema de áreas verdes.

Vislumbrando os benefícios aportados pela (re)introdução da vegetação nas cidades, sejam eles ambientais, paisagísticos, sociais ou econômicos, recomenda-se que haja a sua correta distribuição, em toda a malha urbana, de modo a alcançar o maior número de espaços e de usuários, em diversas escalas.

A partir de elementos verdes, se consegue permear a estrutura urbana. A existência de um sistema de vegetação arbórea urbana tende a interligar os diversos espaços verdes, de diversas formas e dimensões e se converte em um dos elementos básicos que definem a qualidade de vida urbana. É evidente a influência dos espaços vegetados na qualidade ambiental dos centros urbanos, amenizando temperaturas, proporcionando sombras, melhorando a qualidade do ar e amenizando a poluição sonora, além do ponto de vista estético, ao propiciar um ambiente urbano afável.

É evidente que grande parte das cidades se mantém hostil à vegetação urbana, principalmente, quanto ao cuidado com a arborização viária – a grande compactação dos solos, a redução de espaço de implantação e a escolha inadequada de espécies aos locais a que se destinam são alguns exemplos que podem ser facilmente percebidos.

Há que se considerar, obviamente, que para a seleção das espécies a serem dispostas em calçadas de ruas e avenidas, jardins, praças e parques, se deve requerer um alto grau de conhecimento no que se concerne às necessidades de desenvolvimento de cada uma delas, seja quanto à parte aérea, à parte radicular, ao tipo de solo e à quantidade e à qualidade de água disponível. Também se deve atentar à relação das espécies vegetais com o meio circundante, considerando-se que cada indivíduo arbóreo, por si só, se configura como um ecossistema, desse modo, a criação de espaços vegetados influencia em seu entorno circundante e interfere nos grupos de organismos e de seus processos funcionais, que fazem parte do ambiente.

Uma distribuição equilibrada da vegetação arbórea, dentro da cidade, em nível de dimensão, número e localização, poderia ser conseguida, a partir da configuração de um sistema de vegetação, que proporcionaria a amenização climática requerida em Recife, evitando possíveis zonas intersticiais de desconforto. Desse modo, seria preferível maior número de



pequenas áreas verdes bem distribuídas no espaço urbano, que um menor número de grandes áreas verdes, periféricamente localizadas, mesmo que o total de área verde, em ambos os casos, seja igual. A introdução de vegetação arbórea, constituindo um sistema, tende a multiplicar os benefícios ambientais, além dos paisagísticos, sociais e econômicos, de modo a constituir uma trama urbana suficientemente permeável, visando à sensação de conforto ambiental, como os critérios de projetos de infraestrutura verde urbana indicam.

Há que se considerar que Recife possui duas estações bem definidas, durante o ano, estação seca e estação chuvosa. E que, em virtude de suas características – altas temperaturas e baixa amplitude térmica, diária e sazonal, ocorrem altos valores durante praticamente todo o ano. O que implica na necessidade de sombreamento. Assim sendo, para que houvesse um sistema de arborização urbana adequado a suprir as necessidades de conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre, em Recife, que se localiza em clima tropical litorâneo quente e úmido, estimou-se o valor mínimo de dois terços de arborização, a ser distribuída nas vias de toda a cidade, de modo equilibrado, visando à promoção do sombreamento.

Para o correto funcionamento do sistema, deve-se ter em conta que as árvores sofrem, ao longo dos anos, mudanças de forma e de tamanho, como também possuem necessidades específicas quanto aos nutrientes e à quantidade de água necessários ao seu desenvolvimento. A implementação da arborização é fundamental para os centros urbanos, portanto, soluções para implantação de espécies devem ser amplamente discutidas e planejadas. A escolha das espécies deve ser minuciosa, buscando atender às necessidades de cada região, em suas determinadas épocas e estações, possibilitando, dessa forma, um sistema de vegetação eficaz durante todo ano.

Enfatiza-se, especificamente em relação ao ‘verde de acompanhamento viário’, que compõe os espaços de integração urbana, que se deve ter cuidado com as dimensões dos alegramentos, relativas às exigências de cada espécie. É através desses espaços que as raízes recebem água da chuva e podem receber nutrientes, quando todas as calçadas e vias possuem pavimentação impermeabilizada. Além disso, e de igual importância, tem-se a necessária compatibilidade entre os diversos serviços de infraestrutura urbana.

Há a necessidade de discutir acerca da mudança do atual paradigma de apropriação de uso e ocupação do solo, desvinculado das questões climáticas. Na (re)construção de espaços urbanos, é importante considerar os benefícios da multifuncionalidade e dos multimodais, e produzir ambientes com qualidade ambiental, dando prioridade aos pedestres e aos ciclistas.



Nesse contexto, pode ser buscada a implantação da arborização em toda a malha urbana e receber, em troca, todos os seus aportes.

As áreas urbanas constituem sistemas altamente complexos, com uma multiplicidade de interações, no espaço e no tempo. Não se deve esquecer que, através da legislação, o poder público deve exercer o controle urbano, para monitorar o seu cumprimento, considerando também o acelerado ritmo com que as mudanças tendem a ocorrer na cidade, seja em relação à sua ocupação ou ao seu uso. A partir de uma legislação urbana específica, a exemplo de um plano diretor de vegetação urbana, ou mais especificamente, de arborização urbana, pode-se vislumbrar a possibilidade de trabalhar em conjunto com as demais redes de infraestrutura, de modo a minimizar de conflitos existentes e evitar os futuros, alcançando o bom funcionamento da cidade. O planejamento a curto, médio e longo prazo da arborização viária pode contribuir com a minimização do desconforto térmico em meio urbano, em Recife.

A partir da implementação de um plano diretor específico, a arborização ganharia importância de uma rede de infraestrutura, tão importante quanto as demais redes. O plano diretor apontaria diretrizes, considerando as características e condições do município, fazendo a avaliação da largura dos passeios e canteiros, da caracterização das vias, recuo das construções e características do entorno, bem como, poder-se-ia almejar a mudança da LUOS/Recife, quanto ao uso dos recuos frontais, ou parte deles, à edificação, que poderiam ser ‘devolvidos à população’. Em tais recuos poderia ter a obrigatoriedade de inserção de vegetação arbórea, o que favoreceria a paisagem urbana, e, conseqüente, aos usuários, em diversos aspectos.

O planejamento e a gestão de áreas verdes urbanas e de vegetação de acompanhamento viário urbano devem ter em mente uma visão sistêmica, integradora, visando à melhoria da cidade como um todo, ao mesmo tempo em que se respeitem as especificidades de cada espaço. Devem ser considerados, portanto, não apenas os aspectos ambientais, mas também sociais, econômicos e paisagísticos. Nesse contexto, deve-se ressaltar a necessidade de inclusão da promoção da educação ambiental da população, de maneira a conseguir a sua real participação na integração dos agentes urbanos.

Observam-se as iniciativas da gestão municipal de Recife, quanto à arborização urbana, visando à qualidade ambiental e, mais especificamente, ao conforto termoambiental. Dessa maneira, tendem a se multiplicar os benefícios ambientais, além dos paisagísticos, com o intuito de configurar uma trama urbana suficientemente permeável, visando à sensação de



conforto. Porém, apesar de aportar benefícios visando ao conforto ambiental, os caminhos encontrados pelo poder público, em Recife, ainda são incipientes.

Há a necessidade de integração e de controle de informações entre os setores envolvidos no processo de implantação e de manutenção de vegetação arbórea urbana, o que foi evidenciado a partir da aplicação dos questionários junto aos agentes públicos. Mesmo que haja a necessidade de funções específicas, direcionadas a certos setores e técnicos, todos os envolvidos devem ter prévio conhecimento sobre o funcionamento do conjunto, de modo à minimização de conflitos. Para tanto, deve-se haver incentivos orçamentários, bem como, cursos preparatórios das equipes de controle e de manutenção da vegetação, de modo a não haver, por exemplo, a descaracterização do volume de copa do elemento arbóreo, podendo torná-lo vulnerável à chegada de pragas e de doenças, comprometendo a sua sobrevivência, bem como, toda a paisagem urbana e seus aportes. Igualmente, deve-se haver o controle de que as diretrizes e as orientações previstas na legislação específica possam ser cumpridas. Atenta-se também ao fato de que deve haver uma política de suporte aos viveiros produtores de mudas, dando-se ênfase à vegetação nativa.

Dentre as espécies recomendadas pela Prefeitura de Recife, chama-se a atenção ao flamboyant, que, apesar de ser caducifólia e possuir copa rala, nas estações em que se encontra com folhagem e/ou flores, a copa é bastante abrangente, favorecendo o sombreamento de grandes áreas, sendo apropriada ao plantio de parques e praças e inadequada para ruas e avenidas, devido às suas raízes serem superficiais. Algumas espécies arbóreas que se enquadram entre as mais representativas da cidade de Recife, apesar de não constarem na lista das espécies recomendadas para o plantio em ruas e avenidas, contribuem para o equilíbrio da temperatura, a exemplo do oiti e do ficus-benjamina, devido à abrangência e densidade de sua copa, que produzem grandes áreas sombreadas.

As atividades desempenhadas nas cidades são as grandes responsáveis pela mudança de uso do solo e por suas consequências em relação ao clima. Visando ao ‘verde’ como tema central para a qualidade termoambiental de centros urbanos, deve-se compreender a sua relação com os valores das variáveis climáticas na escala local, a partir da distribuição dos espaços livres vegetados na área urbana, de modo a serem mais bem aproveitados pela população, e não concentrados em manchas limítrofes.

Independentemente do tipo climático, é de extrema importância a inserção de vegetação, principalmente a de porte arbóreo, em meio urbano, ao se buscar o conforto termoambiental dos usuários. Visando ao estudo específico em relação à vegetação urbana, em quatro tipos



climáticos (subtropical seco, subtropical úmido, tropical quente e seco e tropical litorâneo quente e úmido), a caracterização de cada clima, a partir dos valores apresentados pelas Normais Climatológicas referentes ao período de 1961-1990 (Porto Alegre, Petrolina e Recife), e 1981-2010 (Mendoza/AR), aportou dados significativos. Dentre os tipos climáticos apresentados, nesta pesquisa, referentes ao Brasil, especificamente, em Petrolina, houve o registro de maior diferença entre os percentuais de umidade do ar, no decorrer do ano, variando de 81%, no mês de abril, a 48%, em agosto. Em Porto Alegre, em virtude da distribuição da chuva, durante o ano todo, não há uma grande diferenciação dos valores pluviométricos, entre as estações, quando comparado a Petrolina e a Recife (tipos climáticos tropical quente e seco e tropical litorâneo quente e úmido, respectivamente). Considerando-se a média histórica das Normais Climatológicas, período compreendido entre 1981-2010, chove pouco em Mendoza, quando comparado a Porto Alegre e a Recife, por exemplo, que possuem distintos tipos climáticos. Quando comparado a Petrolina, que também possui características de clima árido, observa-se que os valores das médias anuais de precipitação em Mendoza são ainda inferiores.

Diferentemente de Petrolina, em Porto Alegre, os meses que registraram os menores valores de temperatura máxima e mínima correspondem aos meses de maior precipitação, comprovando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura e umidade do ar.

Em Recife, os dados das Normais Climatológicas indicaram que os valores da umidade do ar, no decorrer do ano, são superiores aos registrados em Porto Alegre e em Petrolina; houve o registro da menor diferença entre os percentuais de umidade relativa do ar, no decorrer do ano, variando de 73%, em janeiro, a 85%, em maio, junho, julho e agosto; o que comprova que Recife possui alta umidade relativa do ar, durante todo o ano, recebendo forte influência da proximidade com o Oceano Atlântico, situado a barlavento. Lembra-se que, em dias chuvosos, facilmente se alcança o valor de 100% de umidade do ar.

Petrolina apresentou os maiores valores de temperatura do ar, e durante todo o ano. A maior amplitude térmica sazonal foi registrada em Mendoza/AR, com clima subtropical seco, seguida por Porto Alegre, com clima subtropical úmido. Os maiores valores de velocidade dos ventos foram registrados em Petrolina, alcançando, nos meses de agosto e setembro, valores superiores a 5m/s.

A importância do estudo das variáveis climáticas apresentados pelas Estações Meteorológicas de Referência ocorre em função de servirem como base ao planejamento das cidades, a exemplo de sua geometria. O dimensionamento, a localização e a forma dos espaços livres e



edificados devem ter uma ampla relação direta e intrínseca com o clima local onde a cidade está inserida. Além disso, há que se considerar as propriedades dos materiais que compõem a estrutura urbana, bem como a densidade construtiva e os vazios existentes, dentre outros elementos. A forma de apropriação do espaço, seja ele livre ou edificado, também tem uma relação direta com o clima da cidade.

Tais estudos também ocorrem em virtude de pesquisas comparativas, a partir da realização das medições das variáveis climáticas em meio urbano, visando analisar o comportamento dessas variáveis no decorrer do dia e das estações, tecendo relações com a configuração urbana e com o uso e a ocupação do solo urbano. Nesse caso, não se trata do estudo do clima e, sim, de possíveis microclimas urbanos. Na tese, tais estudos foram realizados em Recife/PE, sob o foco da presença ou não de vegetação arbórea, disposta isoladamente ou em agrupamentos lineares.

Os estudos referentes às quatro cidades localizadas em quatro distintos tipos climáticos demonstraram que a presença de vegetação é imprescindível à promoção da amenização climática. Evidenciaram-se a busca e a apropriação de ambientes vegetados e arborizados pela população, demonstrando a necessidade da sensação de conforto térmico. A vegetação estudada concentrou-se situada em espaços livres públicos, mais permeáveis à circulação dos ventos; por se encontrarem em locais abertos, os ambientes tendem a ser mais frescos, o que contribui com a diminuição da temperatura e, conseqüentemente, com a minimização da sensação de desconforto térmico dos usuários.

Ratificou-se, no estudo das quatro cidades, a importância da correta implantação da vegetação arbórea, em meio urbano, tanto quanto à localização em calçadas de ruas e avenidas, quanto à escolha das espécies adequadas a cada tipo climático. Comparando-se as quatro cidades, constatou-se que Mendoza/AR é a única cidade que possui um sistema de vegetação arbórea urbana e que atende às premissas da distribuição equilibrada dos conjuntos arbóreos, seja em forma de maciços, seja em conjuntos lineares (ruas e avenidas). Desse modo, é capaz de suprir as necessidades de conforto térmico do usuário pedestre. A vegetação arbórea é facilmente percebida como uma rede de infraestrutura urbana, e como tal, tratada pela gestão pública.

Em relação às três cidades estudadas no Brasil, a cidade que se aproxima de um sistema de arborização urbana é Porto Alegre, em virtude da disposição e da quantidade de vegetação, em vias públicas, e da localização e dimensão de suas praças e parques, bem como pelo tipo de vegetação, o que demonstra a busca pela adequação em relação às demais redes de



infraestrutura urbana e pelo tipo climático. Porto Alegre apresenta uma vegetação arbórea diversificada. Como em Mendoza/AR, em compasso com o que é recomendado pela bibliografia especializada, a implantação de vegetação arbórea do tipo caducifólia, em virtude das especificidades do clima subtropical, favorece a apropriação dos espaços livres públicos, em todo o ano.

Na contramão de um sistema urbano de vegetação arbórea, tem-se a cidade de Petrolina, em virtude da inadequação da vegetação em meio urbano, tanto sob critérios quantitativos, quanto qualitativos. Localizada em clima tropical quente e seco, Petrolina demanda, visando à amenização climática, o aumento da umidade do ar. Uma maneira de se conseguir esse aumento é através da implantação de conjuntos arbóreos, distribuídos de modo equilibrado por toda a cidade. Deve-se lembrar a importância em especificar corretamente a vegetação a ser implantada, considerando-se o rigor climático. Apesar de ser recomendada a implantação de vegetação heterogênea, em tipo e em porte, deve-se priorizar a vegetação com copa horizontal e folhagem perene, que promova o sombreamento e garanta o percentual de umidade requerido para a minimização da sensação de desconforto térmico. Nesse sentido, a gestão da arborização urbana em Petrolina tem muito o que avançar, vislumbrando à amenização climática dos ambientes urbanos, favorecendo os usuários pedestres.

Recife pode ser considerada uma cidade verde, porém, tal vegetação não se encontra bem distribuída por toda a malha urbana. A grande concentração (em grandes maciços arbóreos) está localizada ao norte/noroeste e a oeste, o que implica que todos os seus benefícios não são aproveitados pelos usuários da cidade, em virtude da direção predominante dos ventos, oriundos de sudeste. Ressalta-se que a cidade precisa ser melhor arborizada, em termos quantitativos e qualitativos. Há escassez de vegetação arbórea em muitas ruas e avenidas. Isso foi comprovado no estudo de quatro bairros da cidade, onde se observou que a espacialização da vegetação arbórea não ocorre de modo equitativo, havendo um descompasso entre a gestão da vegetação arbórea urbana em relação a todas as vantagens que ela aporta, principalmente, no que se refere às questões ambientais, e mais especificamente, ao conforto térmico dos usuários pedestres. Em virtude da consolidação da malha urbana de Recife, há uma grande complexidade na proposição, atualmente, de novas áreas verdes. Assim, deve-se voltar o olhar, mais precisamente, para a arborização viária.

Em relação aos resultados correspondentes ao estudo empírico, especificamente, quanto aos formulários aplicados junto à população usuária, e as medições das variáveis climáticas, tem-se que houve a confirmação de que fatores como biotipo, nível de atividade, vestimenta,



presença de vegetação, densidade construtiva, tipo de cobertura do solo e afastamentos influenciam de forma direta nos valores de temperatura, ventilação e umidade do ar, como também, na percepção da sensação de conforto dos usuários pedestres. Ressalta-se que os formulários foram aplicados à sombra, caso houvessem sido aplicados ao sol, há a forte tendência do aumento de respostas quanto à sensação de conforto térmico.

O fator localização fortemente influenciou os resultados de percepção de conforto térmico, a exemplo do parque Dona Lindu, que possui pouquíssimo percentual de vegetação de porte arbóreo, de modo a proporcionar sombreamento efetivo, porém se encontra localizado à margem do Oceano Atlântico, livre de empecilhos aos ventos. Adverte-se que a ventilação é um dos fatores mais importantes para a redução da temperatura, pois é capaz de proporcionar a renovação do ar de um ambiente, além de retirar o calor do corpo do indivíduo e da envoltória da estrutura edificada, facilitando as trocas térmicas, fundamentais para o alcance do conforto térmico, na cidade de Recife.

Confirmou-se que a geometria do espaço urbano, bem como o uso e a ocupação do solo influenciam diretamente nos valores das variáveis climáticas, considerando-se a permeabilidade aos ventos, tão necessária à retirada do calor da pele e a consequente promoção da sensação de conforto térmico.

Os recintos urbanos que possuem maior quantidade de vegetação de porte arbóreo, maior afastamento entre edificações e maior percentual de solo permeável, como é o caso do parque Treze de Maio, apresentaram valores de temperaturas do ar mais baixas e maiores valores de umidade relativa do ar, comprovando a relação de inversabilidade entre as duas variáveis. Em contraponto a essas características, tem-se a avenida Conde da Boa Vista, com altos valores de temperatura do ar, baixa umidade relativa do ar e baixa velocidade do vento, com uma morfologia urbana que aprisiona o calor produzido, resultando na formação de ilhas de calor, desafiando, constantemente, seus habitantes e usuários a conviver com o desconforto térmico.

A partir da quantidade de indivíduos arbóreos e do modo como eles estão distribuídos em meio urbano, se isolados ou agrupados, bem como do grau de diversidade de espécies, dentre outros fatores, obtêm-se distintos valores das variáveis climáticas, o que contribuem com a caracterização de microclimas urbanos específicos a cada ambiente, dentro de uma mesma zona urbana.

No que se refere às medições das variáveis climáticas, salienta-se que, durante a realização das medições, foi tratada a temperatura ambiente à sombra de um guarda-sol. Caso as



medições tivessem ocorrido a pleno sol e à sombra da árvore, as diferenças seriam bem maiores.

Os resultados das medições das variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade do ar e direção e velocidade dos ventos) evidenciaram que as características dos indivíduos e do entorno próximo, diretamente se relacionam a sua eficiência quanto à diminuição da temperatura.

Constatou-se que a temperatura do ar, à proximidade de indivíduos arbóreos agrupados, tende a ser menor do que à proximidade de indivíduos arbóreos isolados. Indivíduos arbóreos isolados são mais frágeis que reunidos em um sistema; portanto, contribuem menos com a diminuição dos valores de temperatura. A união, em conjunto, mesmo linear, no caso dos agrupamentos dispostos em ruas e avenidas, os fortalece. O conjunto diminui a vulnerabilidade ambiental, portanto, contribui com a resiliência do ambiente urbano. Consequentemente, tende-se ao aumento da qualidade ambiental, o que diretamente se relaciona ao aumento da possibilidade da promoção da sensação de conforto térmico dos usuários a sua proximidade.

Os resultados das medições microclimáticas realizadas em março, setembro/outubro e dezembro de 2015, no bairro do Espinheiro, à proximidade de agrupamentos lineares (homogêneo e heterogêneo) e de indivíduos isolados, dispostos em vias, registraram que em cerca de 70% do conjunto de medições, os maiores valores médios de temperatura estiveram próximos a indivíduos arbóreos isolados, denominados popularmente de sibipiruna e oiti, localizados na rua da Hora. Em aproximadamente 97% dos pontos, os registros dos valores das médias da temperatura do ar apresentaram-se acima da faixa considerada de conforto para Recife. Normalmente, em meio urbano, as temperaturas são superiores àquelas registradas pelas Estações Meteorológicas de Referência, sob condições de microclima natural. Neste bairro, houve a anotação, em alguns pontos, de valores médios inferiores, possivelmente, por influência da vegetação arbórea, distribuída nas ruas e avenidas.

A menor média de temperatura de todas as medições foi anotada à proximidade de um agrupamento heterogêneo, composto por cinco espécies, na rua Santo Elias, igual a 27,83°C, o que comprova a importância de implantação de vegetação heterogênea, visando ao conforto termoambiental do usuário.

Analisando-se o comportamento da temperatura, em relação aos indivíduos isolados oiti e sibipiruna, tem-se que os maiores valores foram registrados às distâncias de 5m e 10m do



centro de suas copas, desse modo, se pode comprovar, que indivíduos isolados não possuem tanta eficácia quanto indivíduos agrupados. Igualmente, há que se observar o formato da copa, como também a densidade foliar. Atenta-se que recintos urbanos sem arborização são mais vulneráveis ambientalmente à promoção do desconforto térmico.

Tecendo-se uma comparação entre os valores das médias de temperatura do ar, entre os 27 pontos, no período da tarde, em março de 2015, obteve-se um acúmulo de calor de $3,87^{\circ}\text{C}$, entre os pontos ‘E’ e ‘S’, localizados à proximidade do indivíduo arbóreo isolado sibipiruna, localizado na rua da Hora e de um agrupamento linear composto por oitis, na rua Barão de Itamaracá, respectivamente, superando a diferença anotada no período da manhã, o que comprova a existência do aumento de acúmulo de calor, no decorrer do dia.

O maior acúmulo de calor registrado em relação às Estações Meteorológicas de Referência – Inmet foi registrado em setembro/outubro de 2015, durante a manhã, igual a $3,45^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Convencional, e de $3,35^{\circ}\text{C}$, em relação à Estação Automática. Tais resultados comprovam a necessidade de sombreamento efetivo, de modo a suprir as necessidades de conforto térmico do usuário pedestre.

Em 95,70% de todos os registros das medições, a umidade relativa do ar esteve dentro da zona considerada de conforto para Recife, ou seja, entre 50 e 70%, condizente com o clima tropical litorâneo quente e úmido onde a cidade de Recife se insere, segundo Azerêdo e Freitas (2015).

Dentre os resultados, em meio próximo ao natural, medições realizadas na Cidade Universitária/UFPE, tem-se que: a 10m do centro da copa da acácia-mimosa, na manhã de 06-10-15, houve o registro do maior valor da temperatura, igual a $34,7^{\circ}\text{C}$, representando um acúmulo de calor, em relação à Estação de Referência Convencional igual a $5,4^{\circ}\text{C}$.

As isotermas indicaram que as maiores influências em relação à zona de conforto térmico ocorreram próximas aos indivíduos arbóreos denominados popularmente de sete-copas e de sombreiro, que possuem volume de copa uniforme, em todas as direções. A apenas 35m do ponto de medição extremo, localizado a 10 metros, a sotavento, atingiram os valores máximos de temperatura. Atentou-se ao fato de que a isoterma próxima à acácia-rosada, que possui volume de copa irregular voltada para oeste, indicou a distância de 90m, a sotavento. Ressalta-se que tais valores ocorreram em função da densidade foliar, do volume da copa e da velocidade e direção dos ventos.



Em se tratando da direção dos ventos, em relação ao Norte magnético, obteve-se a direção predominante de sudeste, em todas as medições das variáveis climáticas, em conformidade com a direção predominante em Recife, mesmo que, em diversos pontos de medição, a direção anotada tenha sido diferente, o que comprova que o meio urbano interfere nessa direção, em função da forma urbana, dimensão e traçado das vias, dentre outros fatores. O mesmo aconteceu nas medições realizadas em meio próximo ao natural. A fluidez e direção dos ventos não são constantes.

No que concerne à velocidade dos ventos, no recorte do bairro do Espinheiro, todos os valores registrados de velocidade do vento foram inferiores aos valores das Estações de Referência, o que comprova que a configuração do meio urbano, aliada ao uso e à ocupação, interferem na distribuição dos ventos. Em se tratando das medições realizadas em meio próximo ao natural, na Cidade Universitária/UFPE, à proximidade dos indivíduos arbóreos isolados e agrupados, foram registrados valores mais altos da velocidade dos ventos. Em alguns casos, se aproximando dos valores registrados pelas Estações de Referência Inmet.

Em conjunto com os resultados das medições, a elaboração de mapas de vegetação, em quatro bairros de Recife, pode confirmar a ausência de um sistema verde arbóreo que supra as necessidades de conforto térmico do usuário pedestre.

Através de todo o conjunto de resultados apresentados na pesquisa de tese, pode-se constatar que houve o cumprimento dos objetivos traçados para a pesquisa, a partir da caracterização do desconforto termoambiental (em recortes) da cidade de Recife, ao nível do usuário pedestre, comprovando-se, assim, a necessidade da inserção de arborização urbana, de modo equilibrado.

Atesta-se que a tese foi comprovada, ou seja, há a promoção do desconforto térmico, ao nível do usuário pedestre, em Recife, em virtude da ausência de um sistema de vegetação arbórea urbana.

Enfatiza-se, portanto, a importância em se introduzir vegetal arbóreo, de modo proeminente e bem distribuído por todas as vias de maneira proporcional, visando ao conforto térmico, de modo a se constituir em um sistema de arborização.

A pesquisa trouxe como benefício um importante banco de dados, que poderá nortear a revisão da legislação urbanística, com propostas de alteração do uso e de ocupação do solo e contribuir com a produção de instrumentos estruturadores ambientais que possibilitem a formação de um sistema resiliente de vegetação arbórea, em prol, decisivamente, da



sustentabilidade urbana e ambiental, objetivando a qualidade do ambiente urbano, sob diversos aspectos, e mais especificamente, em relação ao aumento da promoção da sensação de conforto térmico, vislumbrando o bem-estar dos usuários, em especial, os que circulam a pé, diariamente pelas ruas e avenidas.

Profissionais que diretamente interferem no uso e na ocupação da cidade, a exemplo de arquitetos e urbanistas, têm parcela essencial no resultado final dessa produção, ao tomarem decisões no que se refere às intrínsecas relações existentes entre volumes edificadas e espaços vazios. O que se estende aos gestores públicos, que, por sua vez, têm um papel fundamental na materialização dos espaços e precisam contar com apoio técnico para ajudar na tomada de decisões, pois a ação coletiva e multidisciplinar é fundamental. Sugere-se, assim, a elaboração de diretrizes específicas, levando em consideração as características naturais do sítio, tanto quanto da morfologia construída na cidade. Materiais, elementos e formas arquitetônicas e urbanas, tanto quanto os parâmetros urbanísticos constituem referência importante para o planejamento urbano.

Ressalta-se a necessidade de dar continuidade à pesquisa. Como desdobramentos da tese, apresentam-se algumas grandes possibilidades: a primeira, a realização de estudos relativos às simulações microclimáticas, a serem realizadas nos recortes onde ocorreram as medições das variáveis, de modo a tecer comparações com os dados encontrados, bem como, elaborar cenários futuros de mudança de vegetação, quanto ao tipo e ao quantitativo. A segunda possibilidade de estudo refere-se à continuidade de elaboração de mapas de vegetação para os demais bairros da cidade de Recife, em concomitância com a realização de medições microclimáticas, e aplicação de formulários, junto à população usuária, de modo a abranger um maior número de indivíduos consultados, em um maior número de recintos, no sentido de consolidar o conhecimento sobre o conforto ambiental em Recife e pesquisas sobre o tema. Além disso, sugere-se a realização de medições, ao sol e à sombra, de indivíduos arbóreos isolados e agrupados, dispostos em meio urbano, realizadas ao mesmo tempo, visando à comparação dos valores, sem a utilização de elemento sombreador. Ressalta-se que tais estudos serão realizados com o auxílio dos alunos vinculados ao Laboratório de Conforto Ambiental da Universidade Federal de Pernambuco – Lacam/DAU/UFPE e darão continuidade à rica base de dados já existente no Lacam.



REFERÊNCIAS

ABBUD, B. **Criando paisagens**: guia de trabalho em arquitetura paisagística. São Paulo: Senac São Paulo, 2006.

ACSERALD, H. **Vulnerabilidade ambiental, processos e relações**. II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais, FIBGE, Rio de Janeiro, 24/8/2006. Disponível em: <<http://www.ibcperu.org/doc/isis/11342.pdf>>. Acesso em: 07-09-2013.

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO – Condepe/Fidem. **PIB Municipal de Pernambuco 2014**. Recife, 2016. Disponível em: <http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_l_id=20012&folderId=143167&name=DLFE-183717.pdf>. Acesso em: 27-03-17.

AKBARI, H. D. S. et al. **Cooling Our Communities**: a guidebook on tree planting and light-colored surfacing. US. Environmental Protection Agency, Office of Policy Analysis, Climate Change Division. Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. LBL-31587, 1992.

ARAGÃO, M. J. **História do Clima**. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2009.

ARAÚJO, V. M. D. Análise bioclimática como ferramenta na definição de diretrizes espaciais do Campus da UFRN em Caicó-RN. **XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído**, 2015.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

AZERÊDO, J.; FREITAS, R. Influência da arborização urbana na diminuição da temperatura ao nível do usuário pedestre, no bairro do Espinheiro, em Recife/PE. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 13.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO, 9., 2015, Campinas/SP. **Anais...** Campinas/SP: PUC Campinas, 2015.

BENEDICT, M. A.; McMAHON, E. T. **Green infrastructure**: liking landscapes and communities. Washington: Island Press, 2006.

BERTALANFFY, L. Teoria geral dos sistemas: aplicação à psicologia. In: BERTALANFFY L. et al. **Teoria dos sistemas**. 1. ed. em português. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1976, p. 1-20.

BERTALANFFY, L. **Teoria geral dos sistemas**: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

BETTS, R. et al. Como modelamos o clima. In: INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) / MET OFFICE HADLEY CENTRE (MOHC). **Riscos das mudanças climáticas no Brasil**: análise conjunta Brasil-Reino Unido sobre os impactos das mudanças climáticas e do desmatamento da Amazônia, 2011, p. 32-38.



BIONDI, D. **Diagnóstico da arborização de ruas da cidade do Recife**. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, Dissertação de mestrado em Ciências Florestais, Curitiba, 1985.

BOADA, M. Prefácio. In: FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Barcelona: Gustavo Gili, 2007, p. 8-9.

BORMIDA, E. Mendoza, una ciudad Oasis. **Revista de la Universidad de Mendoza**, 1984, p.121-137.

CAPORUSSO, D.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual. In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 1., 2008, Rio Claro/São Paulo. **Anais...** Rio Claro/São Paulo: Unesp, 2008, p. 71-87.

CAVALCANTI, C. B. **O Recife e seus bairros**. Recife: Ed. Do Autor, 2007.

CAVALCANTI, C. B.; CAVALCANTI, V. B. **O Recife e suas ruas: se essas ruas fossem minhas**. Recife: IAHGP, 2010.

CAVALHEIRO, F. et al. Proposição de terminologia para o verde urbano. Boletim informativo. **Sociedade Brasileira de Arborização Urbana/SBAU**. Ano VII, nº 3 – jul/ago/set. Rio de Janeiro/RJ, 1999. Disponível em: <[http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/CAVALHEIRO%20et%20al%20\(1999\).pdf](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/arquivos/CAVALHEIRO%20et%20al%20(1999).pdf)>. Acesso em: 02-09-2013.

CIUDAD DE MENDOZA. **Ordenanza 2805/86**. Estableciendo medidas en defensa del arbolado publico. Mendoza/Argentina, 1986. Disponível em: <<http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/arbolado-normativa#titulo>>. Acesso em: 05-03-2017

CIUDAD DE MENDOZA. **Ordenanza 2947/89**. Modificar la ordenanza 2805/86 de defensa del arbolado publico. Mendoza/Argentina, 1989. Disponível em: <<http://www.ciudaddemendoza.gov.ar/arbolado-normativa#titulo>>. Acesso em: 05-03-2017

COMPANHIA ENERGÉTICA DE MINAS GERAIS – CEMIG. **Manual de arborização**. Belo Horizonte: Cemig / Fundação Biodiversitas, 2011.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. 2 ed., Rio de Janeiro: Revan, 2009.

CORBELLA, O.; CORNER, V. **Manual de arquitetura bioclimática tropical para a redução de consumo energético**. Rio de Janeiro: Revan, 2011.

CORREA, E. et al. **Impact of urban parks on the climatic patter of Mendoza's Metropolitan Area, in Argentina**. PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006. Disponível em: <http://www.unige.ch/cuepe/html/plea2006/Vol2/PLEA2006_PAPER908.pdf>. Acesso em: 10-03-2017.



DEMATTE, M. E. S. P. **Princípios de paisagismo**. 3ª. ed. Jboticabal: Funep, 2006.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. **Shapefiles**. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>>.

DEPARTAMENTO GENERAL DE IRRIGACIÓN. **Taller pronóstico de caudales de los ríos de la Provincia de Mendoza**, 2016. Disponível em: <http://www.agua.gob.ar/dgi/institucional/PRON_DGI_1617_OFIC.pdf>. Acesso em: 10-03-2017.

DUARTE, D. H. S. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. Tese (Doutorado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo/Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo da mangueira**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção, 2 - 2ª edição. ISSN 1807-0027. Versão Eletrônica Ago/2010. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_17_24112005115221.html>. Acesso em: 28-09-2016.

FALCÓN A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión**. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.

FIGUEIRÊDO, M. C. B. et al. Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 4, p. 399-409, out/dez. 2007. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/ri/bitstream/riufc/9392/1/2007_art_fsbmota.pdf>. Acesso em: 30-07-17.

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

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico: arquitetura, urbanismo**. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA - FIDEM. **Região Metropolitana de Recife: sistema de parques**. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Recife, 1987.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2ª. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.

GOMES, M. A. S.; SOARES, B. R. Reflexões sobre qualidade ambiental urbana. **Estudos Geográficos**. Rio Claro, 2(2): 21-30, jul-dez - 2004 (ISSN 1678—698X). Disponível em: <www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm>. Acesso em: 01-09-2013.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais e Desorganização do Espaço Urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima urbano**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2009, p. 69-91.



GRAND LYON. **La charte de l'arbre**. Communauté Urbaine. 1ª. Edição, 2011. Disponível em: <http://www.grandlyon.com/fileadmin/user_upload/media/pdf/environnement/arbres/20111214_gl_chartearbre.pdf>. Acesso em: 16-11-2016.

GÜNTHER, H. **Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa**: Esta é a questão? Psicologia: Teoria e Pesquisa. Mai-Ago 2006, Vol. 22 n. 2, pp. 201-210. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ptp/v22n2/a10v22n2.pdf>>. Acesso em: 11-11-2012.

HERZOG, C. P. **Cidades para todos**: reaprendendo a conviver com a natureza. 1.ed. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

HERZOG, C. P. Infra-estrutura verde para cidades mais sustentáveis: produtos e sistemas relativos a infra-estrutura. In: **Teoria e práticas em construções sustentáveis no Brasil**: subsídios à implementação de gestão e insumos para construção e compras públicas sustentáveis no Estado do Rio de Janeiro – Projeto CCPS. Rio de Janeiro: Secretaria do Ambiente do Rio de Janeiro; ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade, 2010, p. 347-375. Disponível em: <<http://repositorio.int.gov.br:8080/jspui/bitstream/123456789/376/1/Teorias%20e%20Praticas%20em%20constru%C3%A7%C3%B5es%20sustent%C3%A1veis%20no%20Brasil.pdf>>. Acesso em: 22-11-2016.

HERZOG, C.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista LabVerde** n.1, p.91-112, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/viewFile/61281/64217>>. Acesso em: 22-11-2016.

HERZOG, C. **Guaratiba Verde**: Subsídios para o projeto de infra-estrutura verde em área de expansão urbana na cidade do Rio de Janeiro. Dissertação (mestrado) – UFRJ / PROURB / Programa de Pós-Graduação em Urbanismo. Rio de Janeiro: UFRJ / FAU, 2009.

HOGAN, D. J.; MARANDOLA Jr., E. (Orgs.). **População e mudança climática**: dimensões humanas das mudanças ambientais globais. Campinas: NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. Diretoria de Geociências. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, 2002. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf>. Acesso em: 08-07-13.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Demográfico e Contagem da População**. 2010. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 27-08-2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Áreas urbanizadas**. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8>.



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS – Indec. **Unidades Geoestadísticas - Cartografía y códigos geográficos del Sistema Estadístico Nacional.** Disponível em: <<http://www.indec.gob.ar/codgeo.asp>>. Acesso em: 05-03-2017.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS – Indec. **Censo 2010.** Disponível em: <http://www.indec.gob.ar/nivel4_default.asp?id_tema_1=2&id_tema_2=41&id_tema_3=135>. Acesso em: 05-03-2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Normais climatológicas do Brasil 1961-1990.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>>.

KOTTEK, M. et al. **World map of the Köppen-Geiger climate classification updated.** Meteorologische Zeitschrift, v.15, p.259- 263, 2006.

LABORATÓRIO DE CONFORTO AMBIENTAL – Lacam/UFPE. **Pesquisa sobre Conforto Térmico.** Recife, 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3ª. Edição. Editora: ELETROBRAS/PROCEL, 2014. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf>. Acesso em: 10-02-2017.

LANDGRAF, P. R. C.; PRADO, N. J. S.; PAIVA, P. D. O. **Arborização Urbana.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2008.

LANDSCAPE INSTITUTE. **Green Infrastructure: an integrated approach to land use,** Londres, 2013. Disponível em: <<https://www.landscapeinstitute.org/wp-content/uploads/2016/03/GreenInfrastructureLIPositionStatement2013.pdf>>. Acesso em: 02-11-2016.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil.** Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, 2002.

LORENZI, H. et al. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisas em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

LUZ, F.; OLIVEIRA, A. R. Espaços de lazer e cidadania: o Parque Farroupilha, Porto Alegre. **Arquitextos**, 053.10, ano 05, out. 2004, ISSN 1809-6298. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/index.php/revistas/read/arquitextos/05.053/542>>. Acesso em: 28-03-2017.

MACIEL, J. L. (org.). **Trihando os parques de Porto Alegre: educação ambiental: interpretar e sensibilizar para transformar.** Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2014.



MALHOTRA, N. K. **Pesquisa de marketing**: uma orientação aplicada. Porto Alegre: Artmed Editora, 4ª edição, 2004.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados. São Paulo: Atlas, 2012.

MARTINEZ, C. F. et al. Effects of water déficit on urban Forest growth in a dryland South America region. Incidencia del déficit hídrico em el crecimiento del bosque urbano de uma zona árida de Sudamérica. **ΦYTON Revista Internacional de Botánica Experimental. International Journal of Experimental Botany**, 82, ISSN 0031 9457, 2013a, p.151-160.

MARTINEZ, C. F. et al. Respuesta al déficit hídrico en el crecimiento de forestales del bosque urbano de Mendoza: Análisis comparativo en árboles jóvenes. Response to water deficit on tree growth from urban forestry of Mendoza city: Comparative analysis in sapling trees. **Revista FCA UNCUIYO**, 45 (2), ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 18538665, 2013b, p.47-64.

MARTINEZ, C. F.; CANTÓN, M. A.; ROIG, F. A. Impacto de la condición de aridez en el desarrollo ambientalmente sustentable de ciudades Oasis: el caso del arbolado urbano en el Área metropolitana de Mendoza. **ASADES. Avances em Energias Renovables y Medio Ambiente**, v. 13, ISSN 0329 5184, 2009, p.113-120.

MASCARÓ, J. (org.) **Infraestrutura urbana para o Século XXI**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 1ª Edição, 2016.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 3ª Edição, 2010.

MASCARÓ, L. **Ambiência urbana**. Urban environment. Porto Alegre: +4 Editora, 2ª. Edição, 2004.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana**. Urban environment. Porto Alegre: +4 Editora, 3ª. Edição, 2009.

MASCARÓ, J. L.; YOSHINAGA, M. **Infra-estrutura urbana**. Porto Alegre: L. Mascaró, J. Mascaró, 1ª Edição, 2005.

MESQUITA, L. B. Apresentação. In: FIDEM – Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana. **Região Metropolitana de Recife**: sistema de parques. Série de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, Recife, 1987.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e clima urbano: um projeto e seus caminhos. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Orgs.). **Clima urbano**. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2009, p. 9-67.

MOTTA, L. B.; FURLAN, C. M. Diversidade morfológica das espermatófitas. In: SANTOS et al. (Orgs.) **Ensino de Botânica - Curso para atualização de professores de Educação Básica**: A Botânica no cotidiano. São Paulo: Universidade de São Paulo, Fundo de Cultura e Extensão: Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, 2008, p. 7-11.



MINKE, G. **Muros y fachadas verdes, jardines verticales**: sistemas y plantas, funciones y aplicaciones. Bariloche - Argentina: BRC Ediciones, 2013.

NABORS, M. W. **Introdução à botânica**. São Paulo: Roca, 2012.

NIEMEYER, C. A. C. **Paisagismo no planejamento arquitetônico**. Uberlândia: EDUFU, 2005.

NUCCI, J. C. **Qualidade ambiental e adensamento urbano**: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). 2ª ed. Curitiba: O Autor, 2008. Disponível em: http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs_arquivos_qldade_amb_aden_urbano.pdf. Acesso em: 09-07-2013.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima**: manual de diseño para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

OLIVEIRA, M. J. **Termodinâmica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2005.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS - ONU. **Povos resilientes, planeta resiliente**: um futuro digno de escolha. Relatório do Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas sobre Sustentabilidade Global. Nova York: Nações Unidas, 2012. Disponível em: <http://www.onu.org.br/docs/gsp-integra.pdf>. Acesso em: 01-09-2013.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA – IPCC. **Mudança do Clima 2007**: Mitigação da Mudança do Clima. Contribuição do Grupo de Trabalho III ao Quarto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Bancoc/Tailândia, 2007. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/portuguese/ar4-wg3-spm.pdf>. Acesso em: 14-08-2013.

PANACHUKI, E. **Infiltração de Água no Solo e Erosão Hídrica, sob Chuva Simulada, em Sistema de Integração Agricultura-pecuária**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul, Dourados, 2003.

PILLAR, V. D. **Clima e vegetação**. Departamento de Botânica/UFRGS, 1995. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>. Acesso em: 06-09-13.

PIVETTA, K. F. L; SILVA FILHO, D. F. **Arborização urbana**. Boletim acadêmico. Série Arborização Urbana. UNESP/FCAV/FUNEP. Jaboticabal, SP, 2002.

PONTUAL, V. O urbanismo no Recife: entre ideias e representações. **Estudos Urbanos e Regionais**, nº 2 / novembro de 1999.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei nº 16.176/1996**. Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS. Recife, 1996.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei nº 16.719/2001**. Área de Reestruturação Urbana – ARU. Recife, 2001.



PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei nº 17.666/2010**. Arborização Urbana. Recife, 2010.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Plano de Arborização da Cidade do Recife**. Secretaria de Meio Ambiente, Recife, 2010.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Manual de Arborização Urbana**: orientações e procedimentos técnicos básicos para a implantação e manutenção da arborização da cidade do Recife. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SMAS, Recife: 2013.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Projeto de revitalização e/ou implantação de área verde**. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/pcrservicos/projeto-de-revitalizacao-eou-implantacao-de-area-verde/>>. Acesso em: 06-09-13.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei nº 17.692/2011**. Novos Imóveis de Proteção de Área Verde/IPAV. Recife, 2011. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2011/1770/17692/lei-ordinaria-n-17692-2011-institui-novos-imoveis-de-protecao-de-area-verde-ipavs-situados-no-municipio-do-recife?q=LEI%20N%BA%2017.692.2011>>. Acesso em: 06-09-13.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Lei nº 17.511/2008**. Plano Diretor do Município do Recife. Recife, 2018. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2008/1752/17511/lei-ordinaria-n-17511-2008-promove-a-revisao-do-plano-diretor-do-municipio-do-recife?q=17.511>>. Acesso em: 06-09-13.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. **Cadernos do Meio Ambiente do Recife**. V.1, n.1, abril/junho 1998.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PETROLINA. **Lei nº 1.875**, de 14 de novembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina. Petrolina, 2006. Disponível em: <http://www.petrolina.pe.gov.br/petrolina2015/pdf/Plano_Diretor_LEI%201875_06.pdf>. Acesso em: 22-12-2016.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE PETROLINA. Lei Nº 2.354, de 30 de março de 2011. Cria a Agência Municipal do Meio Ambiente/AMMA – Petrolina. Petrolina, 2011. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pe/p/petrolina/lei-ordinaria/2011/236/2354/lei-ordinaria-n-2354-2011-cria-a-agencia-municipal-do-meio-ambiente-amma-e-da-outras-providencias?q=2354>>. Acesso em: 24-02-2016.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Cartilha da Arborização Urbana**. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. Porto Alegre, 2002.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Resolução Comam nº 05**, de 28 de setembro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor de Arborização Urbana de Porto Alegre. Republicação. Porto Alegre, 2007. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/resolucao_5_comam_republicacao_final.pdf>. Acesso em: 24-02-2016.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Lei Complementar Nº 757**, de 14 de janeiro de 2015. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/lei_complementar_757_republicacao.pdf>. Acesso em: 24-02-2016.



PRINCE GEORGE'S COUNTY. **Low-Impact development hydrologic analysis**. Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. Maryland – EUA, 1999.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE – PNUMA. **Mude o hábito**. Um guia da ONU para a neutralidade climática. 2008. Disponível em: <http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/mudehab_web.pdf>. Acesso em: 13 ago 2013.

RAPOPORT, A. Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas. In: BERTALANFFY L. et al. **Teoria dos sistemas**. 1. ed. em português. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1976, p. 21-46.

RICHARDSON, R. J. et al. **Pesquisa social**. Métodos e Técnicas. São Paulo: Atlas, 1999.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura do lugar**: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000, 2ª. Edição.

ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Metrópole e o desafio urbano frente ao meio ambiente**. São Paulo: Blucher, 2010. – (Série Sustentabilidade; v. 6. José Goldemberg (coord.).

RUMMEL, J. F. **Introdução aos procedimentos de pesquisa em educação**. Porto Alegre: Editora Globo, 1974.

SÁ CARNEIRO, A. R.; MESQUITA, L. B. **Espaços livres do Recife**. Recife: Prefeitura da Cidade do Recife/Universidade Federal de Pernambuco, 2000.

SANCHOTENE, M. C. C. (coord.). **Plano Diretor de Arborização de Vias Públicas**. Porto Alegre: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2000.

SANTOS FILHO, J.C.; GAMBOA, S. S. (Orgs.). **Pesquisa Educacional**: quantidade-qualidade. São Paulo: Cortez, 2002, 5. ed. (Coleção Questões de Nossa Época; v. 42).

SANTOS, R. F.; CALDEYRO, V. S. Paisagens, condicionantes e mudanças. In: SANTOS, R. F. (Org.). **Vulnerabilidade ambiental**: desastres naturais ou fenômenos induzidos? Brasília: MMA, 2007, p. 13-21.

SCHUTZER, J. G. **Cidade e meio ambiente**: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano. São Paulo: Edusp, 2012.

SCHMID, A. L. **A ideia de conforto**: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto ambiental, 2005.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL – República Argentina. **Servicios Climáticos**: monitoreo diario y mensual – Provincia de Mendoza. Disponível em:



<[http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=13&var=mendoza#javascript](http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=13&var=mendoza#javascript;)>. Acesso em: 05-03-2017.

SOUTO, E. A. **Programa de metas e áreas verdes públicas**. Observatório do Recife. Disponível em: <<http://www.observatoriodorecife.org.br/?p=3551>>. Acesso em: 05-09-13.

SOUZA, W. **Caracterização da cobertura arbórea dos parques urbanos da cidade de Recife-PE**. Tese (Doutorado). Departamento de Ciência Florestal/Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2011.

SPOSITO, E. S. **Geografia e Filosofia**: contribuição para o ensino do pensamento geográfico. São Paulo: UNESP, 2004.

TAGLIANI, C. R. A. Técnica para avaliação da vulnerabilidade ambiental de ambientes costeiros utilizando um sistema geográfico de informações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11., 2003, Belo Horizonte/MG. **Anais...** Belo Horizonte: INPE, 2003, p. 1657-1664.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.edição. Porto Alegre: Artmed, 2013.

TDAG – Trees and Design Action Group. **Trees in the Townscape**: a guide for decision makers. Londres, 2012. Disponível em: <http://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/tdag_trees-in-the-townscape_november2012.pdf>. Acesso em: 04-11-16.

TDAG – Trees and Design Action Group. **Trees in Hard Landscapes**: a guide for delivery. Londres, 2012. Disponível em: <http://www.tdag.org.uk/uploads/4/2/8/0/4280686/tdag_trees-in-hard-landscapes_september_2014_colour.pdf>. Acesso em: 23-11-16.

TSOKA, S. **Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons: application au cas des eco-quartiers**. Thèse (Master). École Centrale de Nantes, École Nationale Supérieure des Techniques Industrielles et des Mines de Nantes, École Supérieure d'Architecture de Nantes, Université de Nantes, 2011.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco, 2005.

TURNER, B. L. et al. Um quadro para a análise da vulnerabilidade na ciência da sustentabilidade. **Procedimentos da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos da América**. 100.14 (2003): 8074-8079. PMC . Rede. Disponível em: <<http://www.pnas.org/content/100/14/8074.full.pdf>>. Acesso em: 30-07-17.

UNIÃO EUROPEIA. **Orientações sobre as melhores práticas para limitar, atenuar ou compensar a impermeabilização de solos**. Luxemburgo - Bélgica, 2012.

VAN LENGEN, Johan. **Manual do arquiteto descalço**. São Paulo: Empório do Livro, 2009.

VINET, J. **Contribution à la modélisation thermo-aéraulique du microclimat urbain: caractérisation de l'impact de l'eau et de la végétation sur les conditions de confort en espaces extérieurs**. Thèse (Doctorat). Université de Nantes, École Polytechnique de l'Université de Nantes, 2000.



WOODWORTH, W. P. Introdução à edição brasileira – Perspectivas sobre teoria dos sistemas. In: BERTALANFFY L. et al. **Teoria dos sistemas**. 1. ed. em português. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1976, p. IX-XXIII.

ZHU, P., ZHANG, Y. Demand for urban forests in United States cities. **Landscape Urban Plann**, doi:10.1016/j.landurbplan.2007.09.005, 2007.



Portais eletrônicos consultados:

<http://teen.ibge.gov.br/biblioteca/274-teen/mao-na-roda/2911-especies-de-plantas.html>
<https://smartgrowthamerica.org/program/national-complete-streets-coalition/what-are-complete-streets/>
<https://www.corridorsvertsmtl.org/projet/le-projet-darlington-corridor-ecologique-et-vivrier-de-montreal/>
<http://www.mendoza.gov.ar/la-provincia/#guiaEnlace0>
http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P1-P_Mendoza.pdf
http://www.indec.gob.ar/ftp/censos/2010/CuadrosDefinitivos/P2-D_50_7.pdf
www.indec.gov.ar/codgeo.asp
http://www.ciudademendoza.gov.ar/files/86/revista_laciudad_06.pdf
<http://www.smn.gov.ar/serviciosclimaticos/?mod=vigilancia&id=13&var=mendoza#javascript>
<http://web.archive.org/web/20130712020948/http://www.inpres.gov.ar/seismology/sismicidad.php>
<http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/forestales/ley13273.htm>
<http://www.saij.gob.ar/>
<http://www.estrucplan.com.ar/Legislacion/Mendoza/Decretos/Dec01099-09.asp>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/arbolado-normativa#titulo>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/paseos#titulo>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/espacios-verdes#titulo>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/nuestros-arboles#titulo>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/la-ciudad/ciudad-virtual#titulo>
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/turismo/parques>
<http://ambiente.mendoza.gov.ar/>
http://www.ciudademendoza.gov.ar/files/443/presentacion_censo1.pdf
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/gu-paseos#titulo>
http://www.ciudademendoza.gov.ar/files/47/Arbolado_p%C3%BAblico.pdf
<http://www.ciudademendoza.gov.ar/turismo/plazas>
<http://ciudades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=431490>
http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/porto-alegre_rs
http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/geografia_urbana/areas_urbanizadas/default.shtm?c=8
<http://www.dnit.gov.br/mapas-multimodais/shapefiles>
<http://ciudades.ibge.gov.br/xtras/temas.php?lang=&codmun=431490&idtema=162&search=rio-grande-do-sul|porto-alegre|produto-interno-bruto-dos-municipios-2014>
<http://www.fee.rs.gov.br/indicadores/pib-rs/municipal/destaques/>
ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/climatologia/mapas/brasil/clima.pdf
<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>
http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/indicecronologico102016.pdf
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=122
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=130
http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/livro.pdf
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=297
http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/smam/usu_doc/01totais.pdf
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=290
http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=201
<http://ciudades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=261110>
http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/petrolina_pe



<http://www.mi.gov.br/regiao-integrada-de-desenvolvimento-do-polo-petrolina-e-juazeiro>
<http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/noticias.php?id=195>
http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/prog_uma_arvore.php
http://www.amma.petrolina.pe.gov.br/prog_caatinga.php
<http://www.petrolina.pe.gov.br/petrolina2015/noticias.php?id=10972>
ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_2015_TCU_20160211.pdf
http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/recife_pe
<http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/releases/fipezap-201511.pdf>
<http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/fipezap-201611-residencial-venda-01.pdf>
<http://www.zap.com.br/imoveis/fipe-zap-b/>
<https://www.agenteimovel.com.br/mercado-imobiliario/a-venda/jaqueira,recife,pe/>
<http://downloads.fipe.org.br/content/downloads/indices/fipezap/fipezap-201710-residencial-venda.pdf>
<http://meioambiente.recife.pe.gov.br/projeto-de-revitalizacao-de-areas-verdes-prav>
<http://www.turismonorecife.com.br/pt-br/o-que-fazer/atracoes/parques-e-pracas/parque-13-de-maio>
<http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/UNIDADES-DE-CONSERVA%C3%87%C3%83O-MUNICIPAIS.pdf>
<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/pe/recife/panorama>
<http://www2.recife.pe.gov.br/wp-content/uploads/Lista-das-Unidades-de-Conserva%C3%A7%C3%A3o-do-Recife.pdf>
<http://www.legiscidade.recife.pe.gov.br/decreto/23814/>
<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/zumbi>
<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/mustardinha>
<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/jaqueira>
<http://www2.recife.pe.gov.br/servico/espinheiro>
http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/pg_automaticas.php
<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/convencionais.php>
http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_17_24112005115221.html

