

## **INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NA DIMINUIÇÃO DA TEMPERATURA AO NÍVEL DO USUÁRIO PEDESTRE, NO BAIRRO DO ESPINHEIRO, EM RECIFE/PE**

**Jaucele Azerêdo (1); Ruskin Freitas (2)**

(1) Ms, Professora do Departamento de Arquitetura e Urbanismo/ UFPE, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, jaucele\_azeredo@hotmail.com

(2) Dr, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ruskin37@uol.com.br  
Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental, Cidade Universitária, 50780-970, Recife-PE, Tel.: (81) 2126 8771

### **RESUMO**

O crescente aumento de população nas grandes cidades, aliado ao ritmo bastante acelerado da urbanização, à densidade construtiva e ao uso e ocupação do solo urbano tende a incrementar os valores da temperatura relativa do ar, em meio urbano. Uma rede de infraestrutura de agrupamentos arbóreos dispostos ao longo de vias seria uma forte aliada na diminuição dessa temperatura do ar. Uma das premissas que visam ao conforto ambiental na cidade de Recife, localizada em clima tropical litorâneo quente e úmido é o sombreamento. Em se tratando de conforto termoambiental em zonas urbanas, pode ser conseguido pelo sombreamento através de espécies arbóreas. Esta pesquisa trata a respeito da arborização urbana no bairro do Espinheiro, em Recife/PE, e sua relação direta com a diminuição da temperatura, ao nível do usuário pedestre, em calçadas. Realizaram-se medições das variáveis climáticas temperatura do ar, umidade relativa do ar e direção e velocidade dos ventos, em 27 pontos, à proximidade de agrupamentos arbóreos lineares, constituídos por oitis e sibipirunas e de indivíduos isolados, dessas mesmas espécies. Os resultados foram comparados aos disponibilizados pelas Estações Meteorológicas de Referência, para os mesmos dias e horários e apresentados através de médias aritméticas. Como principal resultado, registrou-se o acúmulo de calor igual a 3,05°C, entre os pontos 'E' e 'G', à proximidade do indivíduo isolado sibipiruna e sob a influência do agrupamento heterogêneo, respectivamente, o que torna relevante a discussão acerca da necessidade de arborização em vias na cidade, de modo heterogêneo, visando ao conforto termoambiental.

Palavras-chave: arborização urbana, conforto termoambiental, variáveis climáticas, Recife.

### **ABSTRACT**

The growing increase of population in big cities, together with the very accelerated pace of urbanization, the constructive density and the use and occupation of urban land tends to increment the values of relative air temperature, in the urban environment. An infrastructure of arboreal groupings disposed along roads would be a powerful ally in the decreasing of this air temperature. One of the premises which aim the environmental comfort in the city of Recife, localized in humid and hot coastal tropical weather is the shadowing. Referring to the thermo-environmental comfort in urban zones, it can be obtained by the shadowing through arboreal species. This research deals with the urban afforestation in the Espinheiro district, in Recife/PE, and with its direct relation with the decreasing of temperature, at the level of the pedestrian user, in sidewalks. Measurements of climatic variations of air temperature, relative air humidity and winds direction and speed, at 27 points, in the proximity of linear arboreal groupings, constituted by oitis and sibipirunas and isolated individuals, of the same species, were realized. The results were compared to the ones available by the Reference Meteorological Stations, to the same days and times and presented through arithmetic averages. As the main result, it was registered the heat accumulation equal to 3,05°C, between the points 'E' and "G", considering the proximity of the sibipiruna isolated individual and under the influence of the heterogeneous grouping, respectively, what makes relevant the discussion about the need of afforestation in the roads of the city, in a heterogeneous mode, aiming the thermo-environmental comfort.

Keywords: urban afforestation, thermo-environmental comfort, climatic variations, Recife.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, 77% da população dos países desenvolvidos, vivem em áreas urbanas. Considerando-se a população dos países em vias de desenvolvimento, esse percentual é de 40%. Estima-se que em 2020, haja a elevação desses percentuais a 80% e 52%, respectivamente (FALCÓN, 2007, p.24). As cidades “consomem três quartos de toda a energia do mundo e causam pelo menos três quartos da poluição global” (ROGERS, 2008, p.27) e têm agora que aprender a conviver com as incertezas que essas alterações aportam. De acordo com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (2008, p.34) “desde 1987, a população da Terra aumentou quase 30%. [...] A previsão é a de que a demanda por energia irá crescer pelo menos 50%, até 2030”.

As cidades que abrigam a maioria da população brasileira e metade da população mundial são responsáveis por 70% das emissões de gases efeito estufa (BBC Brasil, 2011). Assim, entende-se que seja nas cidades, inicialmente, onde se deva investir em mitigação dos efeitos provocados pelas alterações climáticas. Mitigação essa, através da vegetação, pois ela consegue absorver 30% de todas as emissões globais de CO<sub>2</sub>. 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).

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.

Higuera (2010, p.69) relata que a continuidade do desenvolvimento dos países, segundo os parâmetros atuais, sob o acelerado ritmo de urbanização, implicará no aumento da pegada ecológica até o ponto que precisaríamos do espaço de vários planetas para satisfazer as necessidades atuais; o que provocará diretamente a alteração das condições físicas e climáticas do meio circundante local e, a depender da escala de abrangência, em nível regional. Todo esse contexto de produção do espaço traz à tona elementos relacionados à valorização, à densidade, à mobilidade, às redes de serviços que podem produzir efeitos relacionados à degradação ambiental e à saturação do espaço, pois, de uma maneira geral, o processo de desenvolvimento urbano, aliado à industrialização, ao crescimento populacional, ao consumo excessivo do espaço, bem como ao consumo de energia não renovável, tem degradado consideravelmente o meio, a ponto de agravar a vulnerabilidade do ambiente às condições climáticas. É inegável que todo esse processo, a partir das atividades humanas, reflete-se em evidentes modificações do clima, em suas diversas escalas.

Romero (2011, p. 73-74) lembra 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 & 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 outros elementos que também devem ser considerados, em busca dessa qualidade ambiental, podem ser citados: “sujeira; trânsito; concentração populacional demasiada; construções desordenadas e ausência de elementos naturais”. Além disso, também se devem considerar “as mais diferentes formas de problemas (mazelas) sociais presentes nesse meio”. Deve-se pensar a salubridade de cada lugar a partir das exigências humanas.

Assim sendo, confirma-se a importância de planejar o crescimento das zonas urbanas atendendo às demandas que comportam o aumento da população. No aspecto ambiental, torna-se decisiva a implementação dos espaços verdes nas cidades, pois estes são um dos responsáveis pela permeabilidade da estrutura urbana e, de acordo com a quantidade de vegetação disponível, podem representar um dos principais indicadores de qualidade de vida em uma cidade. Além de constituírem-se como espaços agradáveis, podem cumprir a função ambiental (FALCÓN, 2007, p.24).

A vegetação, juntamente com a topografia e com a superfície do solo, condiciona, determina e origina o microclima. A vegetação tem 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, como apresenta Romero (2000, p. 19-21).

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, especificações da vegetação (tipo, porte, idade, cor, textura), formas de associação (grupos homogêneos ou heterogêneos) e relação com o meio urbano. Assim sendo, a vegetação funciona como termorregulador microclimático.

O processo de alterações climáticas associa-se, também, à diminuição da densidade de vegetação, de solo natural permeável e de massas de água, tão importantes para a drenagem de rica bacia hidrográfica recifense. É necessário também debruçar-se sobre o vazio construído, mais precisamente sobre o fato de Recife possuir manchas de áreas verdes, dispostas em praças, parques e unidades de conservação, distantes e com pouca relação de comunicação entre si, que representam resquícios da massa contínua de outrora.

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 desta vegetação em poucos lugares muito grandes, como acontece em Recife.

De acordo com Duarte (2000, p.89), o sombreamento para os pedestres é a maior contribuição da vegetação em meio urbano, mas outras vantagens também são significativas. Ela relata que, “em muitas cidades brasileiras, o traçado urbano prioriza a edificação, e as áreas verdes ficam restritas a locais de dimensões reduzidas e formas irregulares”, como “sobras dos espaços construídos”, assim, a distribuição das áreas verdes nem sempre está de acordo com as necessidades da população.

Observando a configuração urbana da cidade 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. 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, como já registrados em pesquisas realizadas, a exemplo de Freitas (2008).

A escolha pelo recorte espacial em áreas livres públicas justifica-se pelo possível controle do poder público sobre essas áreas, bem como pela concentração e diversidade tipológica e morfológica da vegetação, em vias, praças, parques e unidades de conservação. Em lotes privados, há a exigência da taxa de solo permeável, prevista da Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS, que pode ser nu ou revestido com vegetação e que já auxilia na amenização climática. Esta taxa de solo natural deve ser analisada em conjunto com os demais parâmetros construtivos, de modo a indicar qual a possibilidade de inserção do porte de vegetação, seja arbustivo ou arbóreo, com ganho maior em relação à amenização climática, se comparado ao solo natural ou com vegetação rasteira. Aliado a isso, caberia ao poder público a indicação de espécies adequadas e o controle à manutenção do percentual mínimo de solo natural.

Lembra-se aqui das discussões em torno de ‘empreendimentos de impacto’ aprovados, atualmente, em Recife, através do Conselho de Desenvolvimento Urbano/CDU. O Conselho de Arquitetura e Urbanismo/CAU, o Instituto de Arquitetos do Brasil/IAB, do Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano/MDU, criticaram esses empreendimentos segundo diversas vertentes, tais como: paisagem, história, segregação social, mobilidade, mercado. Pouco se ouviu e se ouve falar de conforto ambiental e de equilíbrio térmico.

Há, portanto, a necessidade de estudos que discutam os atuais padrões de produção e uso do espaço urbano, pois sua crescente e abrangente ‘autofagia’, 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 a solução dos problemas provocados pelas mudanças climáticas, aliada ao controle de ocupação do mercado imobiliário (formal e informal), bem como a participação do consumidor final frente aos seus hábitos de consumo, contribuindo assim para a redução dos impactos das mudanças climáticas são paradigmas a serem buscados.

Anota-se, assim, a importância de uma incessante discussão acerca do tema, ainda mais ao se considerar a rapidez em que essas mudanças e repercussões estão ocorrendo; sendo impossível não apreciar o rebatimento dessas mudanças climáticas globais na formação das cidades, no que concerne à dinâmica de

organização e de planejamento do espaço urbano a partir da sua relação com as variáveis climáticas, e mais especificamente, às variáveis termoambientais. Deve-se observar também a influência dos elementos naturais e dos elementos construídos sobre a modificação dessas variáveis e a consequente formação de climas específicos, em espaços urbanos, o que também refletiu e continua a refletir em vários trabalhos desenvolvidos por diversos pesquisadores em todo o Brasil, nos últimos anos.

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar a influência da vegetação de porte arbóreo na diminuição da temperatura, visando ao conforto térmico, ao nível do usuário pedestre, em calçadas de vias públicas, no bairro do Espinheiro em Recife/PE.

## 3. ABORDAGEM METODOLÓGICA

Na realização desta pesquisa, foram utilizadas abordagens metodológicas qualitativas e também quantitativas, por entender-se que podem ser complementares em fases distintas do trabalho. Os procedimentos agruparam-se em três etapas principais:

1. Conhecimento da área de estudo, através de observação direta e tomada de fotografias, o que possibilitou a caracterização dos recortes.
2. Realização de medições das variáveis climáticas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção dos ventos.
3. Apresentação e análise dos resultados em comparação aos valores disponibilizados pelas Estações Meteorológicas de Observação de Superfície (Automática e Convencional).

### 3.1. Breve caracterização

A espécie arbórea mais encontrada em vias públicas no bairro do Espinheiro é oiti - *Licania tomentosa* (Benth.) Fritsch, a qual pode ser facilmente reconhecida pelas imagens apresentadas a seguir (Figura 1), correspondendo a, aproximadamente, 80% do total de espécies. Desse modo, a maior quantidade de pontos de medição se localizou junto a indivíduos dessa espécie, igual a 18 pontos de medição, sendo 15 próximos aos agrupamentos lineares e três próximos a um indivíduo isolado.



Figura 1 – Vistas superiores do bairro do Espinheiro. (a) Av. João de Barros; (b) Rua São Salvador. Fonte: Wilson Barboza, 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 com sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth), 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 Quarenta e Oito 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.

De acordo com Lorenzi (1992), o oiti é uma árvore perenifólia, que alcança uma altura entre seis e 15m e possui tronco variando entre 30 e 50 cm de diâmetro. É excelente para a arborização urbana, por fornecer grande área de sombra, sendo, portanto, recomendada para plantios em praças, jardins, ruas e avenidas. A sibipiruna é semidecídua, com altura entre oito e 16m e com tronco variando entre 30 e 40 cm de diâmetro. Pode ser utilizada em plantios mistos para recuperação de áreas degradadas; possui copa ornamental e flores amareladas, sendo amplamente utilizada em arborização urbana.

Registra-se aqui que, no bairro do Espinheiro, muitas calçadas não comportam o oiti, devido à relação existente entre a dimensão da largura das calçadas e a dimensão dos indivíduos arbóreos. Assim, em muitas ruas e avenidas, 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.

### 3.2. Medições das variáveis climáticas

Os critérios usados para a escolha dos pontos de medição dos grupamentos deveram-se à quantidade de espécies nas vias e 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 distantes de outros indivíduos, sejam isolados ou em agrupamentos. 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 (venda de doces, bolos, água de coco etc.), 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, houve a utilização dos conjuntos às distâncias de 1,5m, 5m e 10m, a partir do centro da copa do indivíduo arbóreo, obedecendo-se o sentido Nordeste, em consonância ao sentido da rua da Hora. Respeitou-se também uma distância de, no mínimo, 1,5m de qualquer outro obstáculo (tais distâncias foram obtidas a partir de trena métrica). Em todos os casos, o registro da direção do vento ocorreu sempre no ponto localizado a 5m. Em relação aos pontos localizados próximos aos grupamentos lineares, obedeceu-se o sentido Noroeste.

Devido à inexistência de uma estação meteorológica apropriada a abrigar os dois 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 o instrumento. Assim sendo, os instrumentos e os guarda-sóis foram fixados em tripés de madeira e ferro e posicionados à altura aproximada de 1,50m do chão e afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo (Figura 2).



Figura 2 – Tripé com os instrumentos de medição, protegidos com o guarda-sol. Fonte: Wilson Barboza, 2015.

Em cada ponto, houve a necessidade de estabilização dos instrumentos, durante um período de cinco minutos. Após esse tempo, fez-se a anotação dos valores registrados da umidade relativa do ar e da temperatura do ar (apenas uma medição por período, em cada ponto).

Anota-se, aqui, que em cada 'ventilador' do termoanemômetro foi colocada uma fita de cetim, bastante leve, de modo a identificar com maior clareza a direção do vento predominante. Ao se observar a direção desse vento, direcionava-se o anemômetro ao seu encontro e anotavam-se os valores da velocidade do vento, um a cada minuto, bem como, anotava-se o ângulo em relação ao norte (azimute), obtido através de bússola. Em relação à velocidade do vento, todos os valores foram considerados e apresentados nos resultados. Houve a anotação também dos picos de velocidade, por ponto, durante o período dos cinco minutos. Apesar desses valores não terem feito parte das médias, servem para exemplificar a possibilidade de ocorrência.

Apresenta-se, a seguir, a localização do bairro do Espinheiro na cidade de Recife, bem como a localização dos 27 pontos de medição, nesse bairro. A representação dos pontos de medição foi realizada através de letras e de cores, expostas tanto na Figura 3, como na tabela 1.

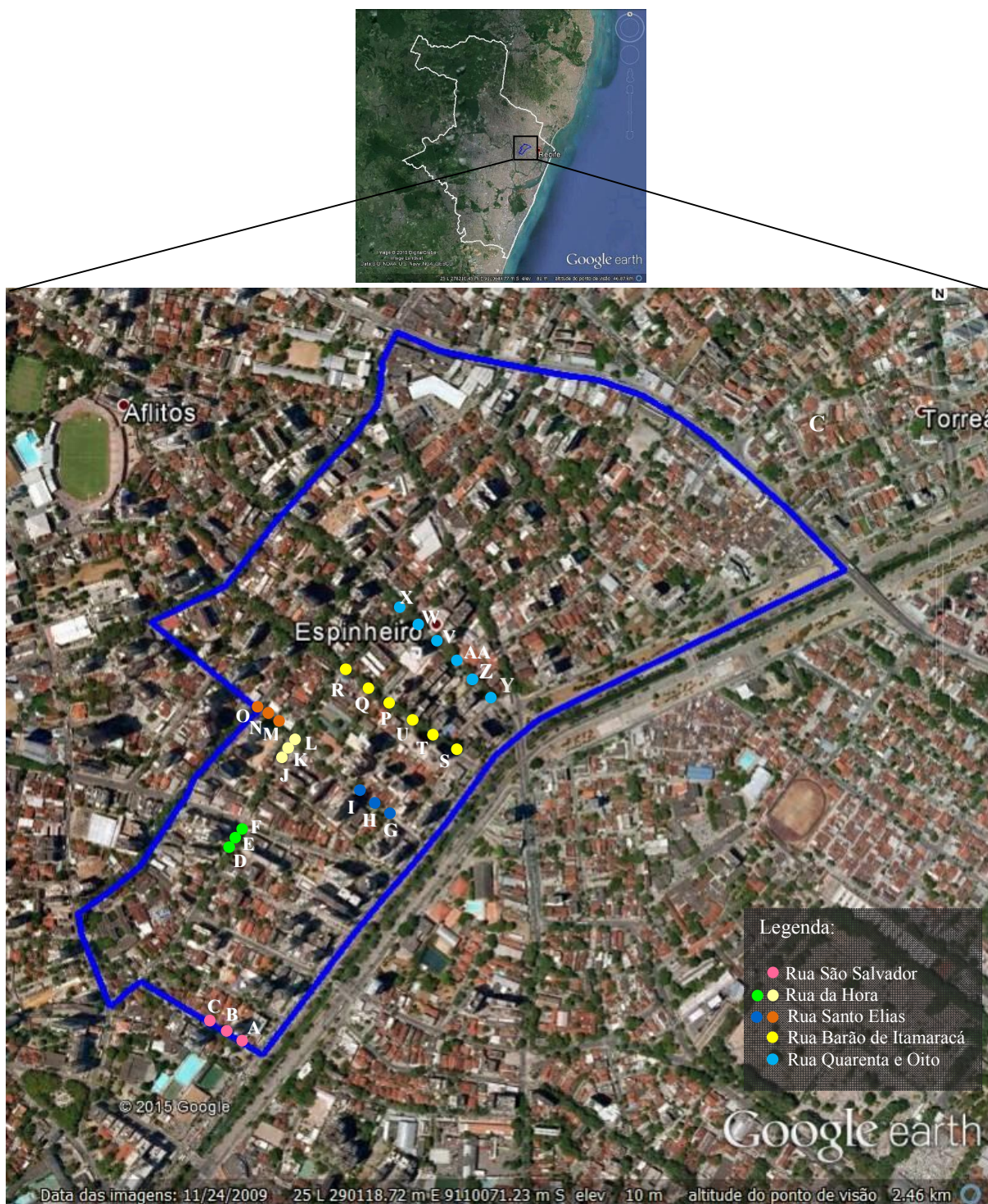


Figura 3 – Localização dos 27 pontos de medição no bairro do Espinheiro, Recife/PE. Fonte: Adaptação de imagem do Google earth.

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. É importante frisar que, nessas medições, ocorreram interferências externas, a exemplo do tráfego de veículos e de pedestres que dificultavam o posicionamento dos pesquisadores em seus respectivos pontos de medição, bem como o estacionamento de veículos.

As medições foram realizadas nas datas 23, 25, 26 e 27-03-2015, próximas ao equinócio de outono, períodos manhã e tarde, de 08 às 10h00 e de 14 às 16h00, aproximadamente, totalizando oito medições. 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. Visou-se alcançar a média dos valores das variáveis climáticas.

Excetuou-se, deste estudo, 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 falta de membros disponíveis da equipe.

Devido à velocidade do vento, foi necessária a utilização de tripés cujo material era madeira e ferro, de modo a proporcionar a estabilidade necessária aos instrumentos de medição e ao guarda-sol.

Como dito anteriormente, a grande maioria dos pontos de medição localizou-se próximos de oitis, espécie mais encontrada no bairro, correspondendo a 15 pontos próximos de agrupamentos lineares. Além disso, três pontos se localizaram junto a um agrupamento linear de sibipiruna, como pode ser visto na figura 4(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, apresentado na figura 4(b).



(a)



(b)

Figura 4 – (a) Agrupamento homogêneo – sibipiruna.; (b) Agrupamento heterogêneo. Fonte: Jaucele Azerêdo, 2015.

Nesse mesmo período de março de 2015, houve medições à proximidade de cinco espécies individuais e isoladas, no mesmo bairro: felício - *Filicium decipiens* (Wight & Arn.) Thwaites, pau-brasil, oiti, sibipiruna e senna s.p. Neste artigo, serão apresentados os resultados de duas delas: oiti e sibipiruna, figuras 5 e 6, respectivamente, considerando-se que se conseguiram fazer as medições próximas aos agrupamentos lineares homogêneos dessas mesmas espécies. Ressalta-se que os indivíduos isolados não fizeram parte dos agrupamentos lineares, localizando-se na rua da Hora, perpendicular a esses agrupamentos.



Figura 5 – Oiti. Fonte: Jaucele Azerêdo, 2015.



Figura 6 – Sibipiruna. Fonte: Wilson Barboza, 2015.

### 3.3. Apresentação e análise dos resultados

Todos os resultados foram apresentados a partir da média aritmética de oito medições em cada ponto, quatro no período da manhã e quatro 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 os mesmos dias 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, mesmo que essa Estação disponibilize dados climáticos, a cada hora. 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.

Tabela 1 – Médias dos valores das medições das variáveis climáticas, em 27 pontos no bairro do Espinheiro, em Recife/PE.

Bairro – Espinheiro							
Datas - 23; 25; 26 e 27-03-2015							
Período - manhã (08 - 10h00) e tarde (14-16h00)							
ruas	espécies	pontos	variáveis climáticas				
			temperatura (°C)	umidade (%)	direção (°)	vento	
						média	pico
Rua São Salvador	oiti (agrupamento homogêneo)	A	29,71	66,13	SE	1,25	4,5
		B	29,29	68,78		0,69	2,7
		C	28,89	67,15		0,41	4,7
Rua da Hora	sibipiruna (individual isolado)	D*	29,50	66,93	NE	0,63	2,5
		E**	31,05	67,28		0,59	-
		F***	30,58	66,10		0,42	2,5
Rua Santo Elias	agrupamento heterogêneo	G	28,00	68,83	SE	1,30	5,3
		H	29,59	67,48		0,42	4,1
		I	28,93	66,41		0,91	3,3
Rua da Hora	oiti (individual isolado)	J*	28,98	67,13	NE	0,64	2,6
		K**	31,00	65,58		0,46	-
		L***	30,88	64,00		0,58	-
Rua Santo Elias	sibipiruna (agrupamento homogêneo)	M	29,45	63,29	SE	0,57	3,4
		N	30,26	63,70		0,47	2,1
		O	30,49	61,04		0,37	2,7
Rua Barão Itamaracá	oiti (agrupamento homogêneo)	P	29,31	63,39	SE	0,42	3
		Q	30,63	62,88		0,29	1,5
		R	29,89	62,36		0,33	2,7
		S	28,31	66,99	SE	1,29	4
		T	29,44	66,95		1,08	3,6
U	29,26	65,71	0,29	2,8			
Rua Quarenta e Oito	oiti (agrupamento homogêneo)	V	29,35	64,96	SE	0,52	2,5
		W	30,81	63,95		0,34	3
		X	30,15	63,34		0,36	3
		Y	29,29	65,21	SE	1,11	4,2
		Z	30,34	64,44		0,30	1,7
		AA	28,73	66,70		0,69	3,4
Estações de referência	automática****		29,43	63	130	2,06	
	convencional****		29	69	15	1,9	

\*distâncias 1,5m; \*\*5m; \*\*\*10m do centro da copa; \*\*\*\*valores relativos às 09h00 (12UTC) e às 15h00 (18UTC).

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.

Observando-se os valores da tabela 1, percebe-se que o ponto 'E' apresentou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,05°C, estando localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo



isolado arbóreo denominado, popularmente, sibipiruna. 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 cinco 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 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 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 2,05°, em relação à Estação Convencional, e de 1,62°C, em relação à Estação Automática.

Se compararmos o valor médio registrado da velocidade dos ventos, nesse ponto 'E', oriundo de nordeste, igual a 0,59m/s, aos valores registrados pelas Estações de Referência, a diferença é acentuada. Através da percepção direta da direção e da velocidade dos ventos predominantes, durante as visitas e medições, pode-se anotar que o vento predominante é de sudeste, e que este trecho da rua da Hora, onde este ponto está inserido, possui uma configuração urbana que interfere negativamente na velocidade dos ventos.

O menor valor médio da temperatura do ar foi registrado no ponto 'G', igual a 28°C e a maior média da umidade relativa do ar, igual a 68,83%, confirmando a relação de inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar. Neste ponto, também houve o registro do maior valor médio da velocidade do vento, que foi de 1,30 m/s, o que se reflete no valor da temperatura do ar, pela relação de inversabilidade entre essas duas variáveis. É importante anotar que foi nesse ponto 'G' que se registrou, durante o período das medições, o maior valor de velocidade dos ventos, igual a 5,3m/s (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 'G' localizou-se à proximidade de um agrupamento heterogêneo, composto por indivíduos de cinco espécies diferentes.

Quando comparados os valores das médias das variáveis dos agrupamentos lineares com oiti 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 (ruas São Salvador, Barão Itamaracá e Quarenta e Oito) superou o registrado a 5m do indivíduo isolado, igual a 31°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 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. 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, anotou-se o registro de acúmulo de calor igual a 3,05°C, entre os pontos 'E' e 'G', à proximidade do indivíduo isolado sibipiruna (rua da Hora) e sob a influência do agrupamento heterogêneo (rua Santo Elias), respectivamente, o que torna relevante a necessidade de arborização em vias na cidade, visando ao conforto térmico ambiental, ao nível do pedestre.

À exceção do ponto 'G', 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 Freitas (2008).

Quanto à direção dos ventos predominantes, em relação ao Norte magnético, houve o registro de que, na maioria dos pontos, a direção foi igual à predominante em Recife, direção sudeste. Supõe-se que o meio urbano interferiu diretamente, nos valores da velocidade do vento, que de uma maneira geral, foram registrados bem abaixo quando comparados aos valores das Estações Meteorológicas de Referência Inmet, bem como em relação aos valores da temperatura e umidade relativa, em função da forma urbana, da dimensão e traçado das vias, não se esquecendo do uso. 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.

## 5. CONCLUSÕES

Da mesma maneira que não se deve conceber uma cidade sem uma série de serviços, como o transporte ou a rede de distribuição de água e de energia, a existência de um amplo sistema interligado de espaços verdes, a exemplo de praças, parques, jardins e vias se converte em um dos elementos básicos que definem a qualidade de vida urbana. É evidente a influência das áreas verdes 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 agradável.

Nesta pesquisa, registrou-se se que o ponto 'E', localizado na rua da Hora, à proximidade de um indivíduo isolado arbóreo denominado sibipiruna, à distância de cinco metros da copa da árvore, apresentou o maior valor médio da temperatura do ar, igual a 31,05°C. Tal valor pode ser explicado devido às configurações do entorno próximo a esse ponto, diante de um dos grandes corredores viários do bairro do Espinheiro, com o uso e a ocupação do solo comercial e de serviços, bastante evidenciado. Em comparação com as médias dos valores registrados pelas estações meteorológicas de referência, obteve-se um acúmulo de calor igual a 2,05°, em relação à Estação Convencional, e de 1,62°C, em relação à Estação Automática. Tais valores reforçam a importância da inserção de vegetação de porte arbóreo, em agrupamentos lineares, de modo a promover o conforto ambiental necessário ao nível do usuário pedestre, em ruas e avenidas.

Medições futuras, com essas mesmas espécies, nesses mesmos pontos, a serem realizadas em setembro e dezembro, à proximidade do equinócio de primavera e solstício de verão, respectivamente, darão continuidade a esse estudo; além dessas medições, pretende-se a realização de medições com as demais espécies citadas, visando a uma posterior análise e comparação. Ressalta-se que as árvores sofrem ao longo dos anos, mudanças de forma e tamanho, portanto, a escolha das espécies a serem implantadas nos centros urbanos deve ser minuciosa e estudada, buscando atender às necessidades de cada região, em suas determinadas épocas e estações, possibilitando, dessa forma, uma vegetação eficaz durante todo ano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

FALCÓN, A. Espacios verdes para una ciudad sostenible. Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.

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.

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](http://www.rc.unesp.br/igce/grad/geografia/revista.htm)>. Acesso em: 01 set 2013.

GONÇALVES, N. M. S. Impactos Pluviais e Desorganização do Espaço Urbano em Salvador. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.

HIGUERAS, E. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – Inmet. Estações Automáticas. Disponível em: <[http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg\\_dspDadosCodigo.php?QTMwMQ==](http://www.inmet.gov.br/sonabra/pg_dspDadosCodigo.php?QTMwMQ==)>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – Inmet. Estações Convencionais. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODI5MDA=>>>.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa/SP: Instituto Plantarum, 1992.

MASCARÓ, L; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 3ª Edição, 2010.

PREFEITURA DE RECIFE. **Lei do uso e ocupação do solo**. Recife, 1996.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **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](http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/mudehab_web.pdf)>. Acesso em: 13 ago 2013.

ROMERO, M. A. B.. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000, 2ª. Edição.

\_\_\_\_\_. **Arquitetura do lugar**: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011.

ROGERS, R. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, pela bolsa de doutorado. Os agradecimentos se estendem ao professor Dr. Francisco Jaime Bezerra Mendonça, chefe do Departamento de Engenharia Cartográfica, que gentilmente cedeu os tripés; aos colaboradores da coleta de dados, em campo: Wilson Barboza e Sofia Mahmood, alunos do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano/UFPE; Joselane Gomes, aluna do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais/UFRPE; Caio Oliveira, Maria Carolina Arruda e Isabela Brito, alunos do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo/UFPE; e finalmente, a Rafael Bezerra, Wesley Silva e Mozart Rodrigues Sales, sem os quais a pesquisa empírica teria sido inviabilizada.