



COMPORTAMENTO MICROCLIMÁTICO URBANO: ESTUDO DE CASO DE UM RECORTE URBANO EM JOÃO PESSOA – PB

Manuela de Luna Freire Duarte Bezerra (IESP)
manuelaldfduarte@gmail.com.br

RESUMO

O estudo do comportamento climático no meio urbano, associado à identificação das variáveis de maior influência sobre o mesmo, é uma das formas de contribuir no desenvolvimento de propostas para amenizar o impacto da urbanização sobre o clima local. O trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento microclimático de um recorte urbano, envolvendo uma Praça e seu entorno, na cidade de João Pessoa - PB. O comportamento das variáveis climáticas - temperatura, umidade e velocidade do vento - foi correlacionado com a presença de vegetação e características morfológicas do meio urbano. As referidas variáveis climáticas foram monitoradas utilizando-se uma estação fixa e o método de medições móveis, durante oito dias consecutivos, no inverno e verão, nos períodos matutino, vespertino e noturno. Os resultados indicam que, para o recorte urbano em análise, variáveis morfológicas como o fator de céu visível e as horas de insolação, no ponto de medição, têm maior influência sobre a temperatura do ar que a proximidade com a vegetação.

Palavras-chave: Clima, urbanização, Praças, Vegetação, Temperatura do ar.

ABSTRACT

The study of climate in the urban environment associated with the identification of variables which have great influence on it is one way to contribute to the development of proposals to lessen the impact of urbanization on local climate. This paper aims at characterizing the behavior of an urban microclimate area, involving a square and its surroundings in the city of João Pessoa - PB. The behavior of the climate variables temperature, humidity and wind speed was correlated with the presence of vegetation and morphological characteristics of the urban environment. These climatic variables were monitored using a fixed station and mobile measuring system for eight consecutive days in winter and summer in the morning, afternoon and at night. The results indicate that for the urban area in analysis, morphological variables such as the sky-view factor and the hours of sunlight at the point of measurement have more influence on air temperature than the proximity to the vegetation.

Keywords: Climate, Urbanization, Squares, Vegetation, Air temperature.

INTRODUÇÃO

O aumento da temperatura do ar nas cidades, em relação às áreas rurais adjacentes, tem sido apontado como o efeito denunciador das alterações climáticas produzidas pelo ambiente construído onde as grandes responsáveis por essas alterações são as diferenças existentes entre as características térmicas dos materiais de construção e da vegetação e os efeitos provocados pela incidência da radiação solar (LABAKI E SANTOS, 1996).



Spirn (1995) afirma que o efeito climático de um parque sombreado estende-se às ruas adjacentes devido à filtragem da poeira do ar e a evapotranspiração. Contudo, para Givoni (1991) a influência dos parques urbanos e espaços abertos no clima urbano se estendem a uma distância curta em ambientes densamente construídos, a vantagem destas áreas estaria na possibilidade de lazer e descanso em um ambiente agradável. Já Garcia (1999) afirma que o impacto dos grandes espaços verdes, os chamados “pulmões verdes”, só é aplicável significativamente a si mesmo e têm pouco efeito na qualidade total do ar da cidade como um todo, e que uma mistura de pequenos espaços verdes, distribuídos uniformemente por toda a cidade, como as praças, é mais efetiva que a concentração em grandes áreas.

Ao analisar áreas verdes, tais como parques e praças, sabe-se que a presença da vegetação auxilia na diminuição da temperatura do ar e contribui para estabilizar os efeitos do clima sobre os arredores. Hoffman e Shashua-Bar (2000) constataram que, em pequenas áreas verdes, inseridas no meio urbano na cidade de Tel-Aviv, o efeito amenizador climático pode ser sentido até um raio de 100 metros de distância.

No estudo realizado por Modma (2003) foram analisadas as diferenças de temperatura e umidade do ar em dois locais da região central de São Carlos. As medições realizadas nas áreas arborizadas apresentaram valores de temperatura do ar e amplitude térmica inferiores àqueles encontrados nas áreas sem vegetação.

Estudos climáticos em escalas locais são necessários para diferenciar as condições ambientais de cada local das cidades, uma vez que os climas urbanos variam quanto à latitude, às áreas de ocupação, à densidade construída, à presença de fontes de calor, à poluição entre outros condicionantes. Na cidade de João Pessoa, estudos sobre o clima urbano são relativamente recentes, dando-se destaque a Silva (1999), Peregrino (2005), Queiroga (2005), Panet (2005) e Carvalho (2006). Este trabalho pretende contribuir para a caracterização do comportamento climático da cidade de João Pessoa, tendo como objeto de estudo um recorte urbano: a Praça Silvio Porto, no bairro de Manaíra, e o seu entorno. As variáveis climáticas analisadas são: a temperatura, ventilação e umidade do ar, correlacionadas com a presença de vegetação e características morfológicas do meio urbano.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar o comportamento microclimático de um recorte urbano, envolvendo uma Praça e seu entorno, na cidade de João Pessoa - PB. O



comportamento das variáveis climáticas: temperatura, umidade e velocidade do vento foi correlacionado com a presença de vegetação e características morfológicas do meio urbano.

1 METODOLOGIA

A metodologia desenvolvida está estruturada nos itens: objeto de estudo, caracterização da área, planejamento das medições das variáveis climatológicas e análise dos dados observados.

1.1 OBJETO DE ESTUDO

A área em estudo compreende um recorte urbano no entorno imediato da Praça Silvio Porto, localizada no bairro de Manaíra em João Pessoa – Paraíba, sob a coordenada 7°6'20"S e 34°50'4"W, a 3km do centro da cidade. Manaíra é um bairro da Zona Leste do município de João Pessoa, limitado com o bairro de Tambaú ao sul, ao norte com o bairro do Aeroclub e Jardim Oceania (Bessa), a oeste com o bairro São José, e a leste com o Oceano Atlântico. Segundo dados da Prefeitura Municipal, o bairro conta hoje com uma área total de 2,3km², abrigando 70 ruas, 9 praças e uma população de aproximadamente 23.000 pessoas.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DO RECORTE URBANO ESCOLHIDO

Para a delimitação do recorte espacial da área de entorno da praça, optou-se por adotar um raio de 250m do centro da Praça, distância passível de ser percorrida a pé para a realização das medições. Nesta etapa, foram produzidos os seguintes mapas: topografia, uso do solo, altura das edificações, áreas verdes e tipo de recobrimento do solo, baseados nos procedimentos utilizados por Katzschner (1997) e utilizados na análise qualitativa da área em estudo. Para a construção dos mapas foram utilizadas imagens de satélites, bases iconográficas e cartográficas produzidas pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, observações e levantamentos *in loco*.

1.3 PLANEJAMENTO DAS MEDIÇÕES

A escolha dos períodos e horários de medição baseou-se na análise dos resultados encontrados em Silva (1999) e Carvalho (2001). Os estudos verificaram que o clima da cidade de João Pessoa tem uma pequena amplitude térmica, podendo ser observados períodos chuvosos e secos e o aumento da incidência dos ventos de nordeste no verão. Em “Parâmetros



Climatológicos para o estudo do balanço termoenergético de edificações da cidade de João Pessoa”, Carvalho (2001) identificou os meses de inverno e verão, assim como o comportamento de todas as variáveis climáticas mês a mês, a partir de dados medidos no aeroporto local de 1985 a 1994. Estes estudos conduziram à definição do período das medições: fevereiro, como característico da estação seca e maio, da estação chuvosa. Utilizou-se nesta pesquisa um sistema de medições móveis (transectos móveis), com percursos urbanos delimitados pelos pontos escolhidos, durante oito dias consecutivos, em três horários específicos: 8h às 9h – 14h às 15h – 20h às 21h.

Considerando o número de equipamentos disponíveis e adicionando alguns minutos de deslocamento de um ponto a outro, entre as tomadas das medidas, determinou-se o número possível de pontos para cada transecto, correspondendo a quatro. Tendo as medições um tempo determinado de 10 minutos por ponto, acrescentaram-se mais vinte minutos de deslocamento, de um ponto a outro, já que este seria feito a pé, atingindo-se assim uma hora de medição em cada horário. Garcia (1999) afirma que nas cidades costeiras, como é o caso de João Pessoa onde as amplitudes diárias tornam-se reduzidas devido à influência do mar (termo-regulador), as medições efetuadas durante certo intervalo de tempo, como dentro de uma hora, podem ser consideradas simultâneas. Uma estação meteorológica fixa instalada no interior da praça, munida de *datalogger*, registrava medidas de temperatura e umidade do ar, velocidade e direção do vento de dez em dez minutos.

Simultaneamente às medições nos pontos selecionados na área de estudo, foram tomados os registros medidos em uma estação de referência. A estação mais próxima da área de estudo, se situa no Ministério da Agricultura, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

1.3.1 ESCOLHA DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

A partir da definição das características da área de estudo e com os dados obtidos em campo, procedeu-se a escolha dos pontos. Para a seleção dos pontos os seguintes critérios foram adotados: localização nos vetores de ventilação predominante – barlavento e sotavento, características similares de piso (concreto no revestimento da via) e configuração do entorno.

Treze pontos de medição foram escolhidos, sendo um fixo com as estações *Davis* no interior da Praça Silvio Porto, denominado ponto D e doze pontos em três transectos móveis.

Os pontos móveis foram nomeados de acordo com seu transecto (figura 2). O percurso A, composto pelos pontos A1, A2, A3 e A4, representa os pontos que estariam geograficamente posicionados no mesmo alinhamento da praça. O transecto B, composto pelos pontos B1, B2, B3 e B4, representa os pontos a barlavento da Praça e ficando para o transecto C, composto pelos pontos C1, C2, C3 e C4, a representação dos pontos a sotavento da Praça. Procurou-se localizar os pontos de forma que eles apresentassem distâncias similares em relação à praça, comparando-os os dois transectos que foram posicionados a barlavento e a sotavento.

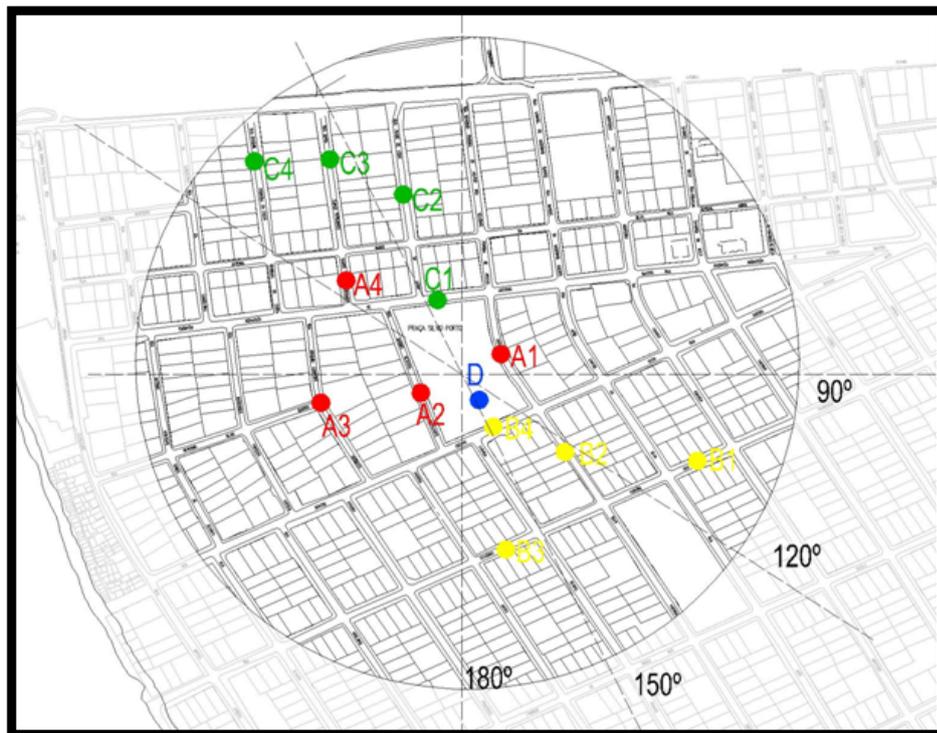


Figura 1: Mapa de localização dos pontos de medição.

Fonte: Própria autora, 2010 (Baseada em cartografia PMJP).

Para a caracterização dos pontos escolhidos, reuniram-se numa ficha as principais características dos mesmos. Tais como localização, distância que se encontra da Praça Silvío Porto, uso predominante no entorno imediato do ponto, revestimento da via e do muro mais próximo, nível do fluxo de veículos e pedestres, influência direta de massa vegetal arbórea, largura e o sentido da via na malha urbana, fator de céu visível e quantidade de horas de insolação que o ponto recebe.

Para a determinação das horas de insolação, foram construídas máscaras de sombra com a sobreposição da carta solar referente a João Pessoa. Estas foram obtidas através de um



sistema com dados de base 3D acoplados a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), mais precisamente pelo software *ArcView 3.2*, com a extensão *3DSkyView*.

Ressalta-se que o procedimento ideal de cálculo do fator de céu visível e horas de insolação para este estudo seria extraído por softwares que se baseassem em fotografias obtidas a partir de câmeras fotográficas dotadas de lente tipo olho de peixe. Porém, devido a dificuldades na aquisição do equipamento para as imagens com a lente olho de peixe, optou-se pelo uso do método das máscaras, com a representação dos edifícios do entorno, para cada um dos pontos. Sabendo-se, entretanto, que a inclusão da vegetação no entorno dos pontos reduziria o fator de céu visível e, conseqüentemente, as horas de insolação, calculado pelo método utilizado.

1.4 TRATAMENTO DOS DADOS OBTIDOS

Após a tabulação digital dos dados das medições de campo, procederam-se três maneiras de tratamento das variáveis apreendidas nas análises qualitativas e quantitativas feitas anteriormente, por observações dedutivas e tratamentos estatísticos. Para este artigo apresenta-se a análise teórica dedutiva do dia representativo de verão e de inverno.

Para se fazer uma análise teórica mais aprofundada e objetiva do comportamento microclimático do recorte urbano escolhido, entende-se que a transformação dos dados mensurados em mapas temáticos é a opção mais relevante e didática. Diante da quantidade de dados registrados nos dois períodos de medição, tonou-se inviável transpor para a cartografia os dados das três variáveis ambientais analisadas nos dezesseis dias e em três horários diferentes.

O resultado desta somatória produziria exatamente 144 mapas para serem avaliados. Diante deste elevado número, optou-se pela escolha de um dia representativo do período de verão e um de inverno para que se pudesse produzir uma análise mais densa da relação existente entre as variáveis climáticas, obtidas nas medições de campo e a morfologia urbana, caracterizada pelos mapas temáticos produzidos anteriormente.

Para escolha deste dia representativo do período, partiu-se da premissa que se deveria eleger um dia real, pertencente ao conjunto da amostra, uma vez que as práticas atuais de tratamento de dados climáticos têm usado metodologia, como as de desígnio do Ano Típico de Referência e/ou Dia Típico de Projeto, onde se escolhe um ano ou dia característico dentre



a amostra de dados. Se entendendo que, o uso de médias aritméticas ou modas, sobre um conjunto de dados observados, gera situações ‘irreais’, não sendo indicado para avaliação do comportamento climático de uma determinada cidade ou porção urbana, segundo pesquisadores como Akutsu, Lopes e Sousa (2005).

Segundo Goulart (1993), para a determinação do dia típico no Brasil aplica-se dois estudos de tratamento de dados climáticos. Um estudo desenvolvido por Sattler (1989), em Porto Alegre – RS e outro pelo IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo) na mesma cidade, disponível em Akutsu e Vittorino (1991).

Optou-se, então, pela utilização da metodologia adotada pelo IPT. Como os dados eram reduzidos, foi aplicada apenas uma parte desta metodologia. O detalhamento das etapas que envolvem este tratamento de dados climáticos está descrita em Akutsu, Lopes e Sousa (2005). Descreve-se aqui somente a etapa utilizada neste estudo.

Sendo assim, de acordo com a metodologia aplicada, o dia representativo é definido como um dia real que mais se aproxima da média dos valores caracterizado pela velocidade média predominante do vento e pelos valores horários de cada uma das seguintes variáveis: temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar incidente em superfície horizontal. Neste estudo, somente as duas primeiras variáveis foram utilizadas.

Então, para se encontrar o dia real que mais se aproximasse do valor médio no tratamento dos dados climáticos, utilizou-se o seguinte método:

- Para cada dia real medido, determinou-se a diferença entre o valor real e a média aritmética, hora a hora. Esse valor é tido como o erro entre o valor real e a média.
- Determinou-se o quadrado destes valores.
- Fez-se a soma de todos os erros quadráticos.
- Analisou-se qual o dia que apresentou menor valor para o somatório dos erros quadráticos. Este foi escolhido como o dia representativo do período.

Após este procedimento, para os oito dias dos dois períodos de medição, obteve-se o dia 17 de fevereiro, como representativo de verão e o dia 01 de Junho, como de inverno. A partir daí, foram produzidos mapas temáticos para cada uma das variáveis ambientais monitoradas, com o intuito de correlacioná-los com os mapas que registravam a morfologia



do recorte urbano escolhido. Apresenta-se neste artigo, o resultado das análises do comportamento de cada ponto.

2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

2.1 ANÁLISE DOS DIAS REPRESENTATIVOS POR HORÁRIO DE MEDIÇÃO

A partir do método descrito anteriormente, foram escolhidos os dias 17 de fevereiro como representativo da estação seca e o dia 01 de junho como o da chuvosa. Procedeu-se, então, a produção de mapas cartográficos que representassem o comportamento de cada uma das variáveis ambientais mensuradas no trabalho de campo. Apresenta-se neste artigo a análise teórica do período de verão por horário de medição nos dois períodos observados.

a) Período de Verão

Manhã:

Analisando o mapa de temperatura do ar no dia representativo, vê-se que os pontos mais aquecidos foram C4 e D e, conseqüentemente, neles também foram verificados os menores índices de umidade relativa do ar. O ponto C4 está localizado em uma via no sentido norte-sul, com entorno formado por edificações de casas térreas e uso residencial. Enquanto D localiza-se no interior da Praça Silvio Porto, com seu entorno imediato formado por vegetação (arbustiva e rasteira). Nota-se que não há nenhuma vegetação arbórea que exerça influência significativa sobre o ponto C4 e que a vegetação que exerce influência sobre o ponto D é pouco densa e de médio porte. Analisando o fator de céu visível e as horas de insolação recebidas por cada um deles, percebe-se que em D, o grau de obstrução é maior (85,2%) do que C4 (75,7%), ocasionando uma hora a menos de exposição à radiação solar em C4 do que em D (que recebe 6 horas de insolação) durante o período de verão, pela manhã. Isto possibilita prever temperaturas menos elevadas em C4. O fato dos dois pontos apresentarem temperaturas iguais, (as mais elevadas do conjunto de pontos) leva a crer que a variável velocidade do vento influenciou consideravelmente no ponto C4, pois houve predominância de calmarias e que a temperatura em D poderia ser a mais elevada se não sofresse influência de ventilação, uma vez que predominou aragens (1,3m/s) durante toda a medição.

Os pontos A1 e A2 foram os menos aquecidos do conjunto, 25,9 e 26,3°C. Localizam-se em vias de sentido norte-sul da malha urbana do bairro de Manaíra e tem em seu entorno imediato edificações altas (de 10 a 22 pavimentos) e a Praça Silvio Porto (perímetro leste e



oeste). Estão situados exatamente onde há a maior concentração de massa vegetal arbórea do estudo, no anel externo da praça, contando com árvores de grande porte e folhagens densas. Isto faz com que o fator de céu visível considerado na pesquisa seja ainda menor, em torno de 50% a menos (teoricamente optou-se por considerar o efeito que as árvores exercem diminuindo ou considerando-se menor o valor do fator de céu visível calculado para os pontos que apresentaram tal conformação), levando à dedução que A1 e A2 não receberam incidência de radiação solar significativa neste período, pela manhã. Sabendo que a umidade relativa, como por definição é dependente da temperatura do ar, buscou-se obter os dados de umidade absoluta do ar, através de carta psicrométrica. Assim, verificou-se que a presença de vegetação, nos pontos A1 e A2, não foi suficiente para aumentar o valor de vapor d'água existente no ambiente neste horário. O que comprova que o principal efeito para a redução em suas temperaturas foi o sombreamento provocado pelas árvores. Houve registros de brisas leves (1,8 e 2,5 m/s), que possivelmente também justificam as temperaturas menos elevadas nos mesmos.

Os pontos B1, B2, B3, C2 e C3 apresentaram temperaturas entre 27,7 e 28,9°C. Nos pontos do transecto B, percebe-se entornos formados por edificações de até 2 pavimentos com uso predominantemente residencial. O mesmo acontece no transecto C, porém com gabaritos variados, até 10 pavimentos. A umidade do ar verificada nesses pontos foi de 77 e 78% em B1, B2, B3 e C2 e 73% em C3. Dentre os cinco pontos, apenas B1 e C2 sofrem uma pequena influência de indivíduos arbóreos de grande porte, o que diminuiria seu fator de céu visível considerado para o estudo em aproximadamente 10%. A velocidade do vento foi maior em B2 (2,8 m/s), provavelmente, devido à orientação da via que favorece a canalização dos ventos de sudeste predominantes na cidade. Em B1 e B3 houve predominância de aragens (1,3 e 1,7 m/s) e em C2 e C3 de calmarias. O grau de obstrução de céu destes cinco pontos varia entre 69 e 85%. Todos receberam de 4 a 5 horas de insolação no horário da manhã no verão, porém a temperatura mais elevada dentre eles foi obtida em C3, ponto onde se podem ver as mais altas edificações (conseqüentemente o menor fator de céu visível) e a menor incidência de ventilação.

Os pontos A3, A4, B4 e C1 registraram temperaturas entre 27,1 e 27,4°C. A4 e A3 estão localizados em vias de sentido norte-sul na malha urbana, com entorno de edificações de uso predominantemente residencial, com gabarito entre térreo e 3 pavimentos em A3 e até 20 pavimentos em A4. B4 e C1 estão localizados em vias de sentido leste-oeste, com entorno



composto por edificações de até 24 pavimentos e a Praça Silvio Porto (perímetros sul e norte). Os quatro pontos apresentaram taxas de umidade relativa do ar entre 78 e 80%. B4 e C1 têm um fator de céu visível de 80%, enquanto A3 de 79% e A4 de 69%. Porém, estima-se que o fator de céu visível dos pontos perimetrais da praça deveriam ser reduzidos em 50% devido à presença de indivíduos arbóreos de grande porte e folhagens densas. Com esta redução, esses pontos passam a receber aproximadamente a mesma quantidade de insolação no período da manhã, no verão. O mais interessante é que mesmo com velocidades de ventos maiores em B4 e C1 (aragens entre 1,2 e 1,6 m/s) as temperaturas registradas continuaram a ser semelhantes à A3 e A4, onde predominaram calmarias. Ou seja, os pontos perimetrais da praça, com presença maior de massa vegetal arbórea e maior incidência de ventilação, apresentaram as temperaturas equiparadas a pontos das vias adjacentes, com entornos de edificações altas e sem presença de massa vegetal significativa.

Analisando o conjunto dos 13 pontos estudados pela manhã do período de verão, vê-se que não há significativas influências da proximidade com a Praça Silvio Porto na amenização climática (diminuição da temperatura do ar) das suas vias adjacentes, uma vez que se podem encontrar temperaturas mais elevadas no interior da própria praça. Tal fato demonstra que a altura das edificações, que interfere nas variáveis fator de céu visível e horas de insolação recebidas pelo ponto, exerce maior influência sob a temperatura do ar. Esta variável, juntamente com o traçado das vias da malha urbana, influenciam também a velocidade e direção dos ventos. Observa-se que nas vias de sentido norte-sul, onde não se percebe edificações de gabaritos altos, a velocidade dos ventos foi mais elevada.

Tarde:

À tarde, no dia escolhido como representativo do período de verão, o ponto que apresentou as temperaturas mais elevadas foi o ponto D, 29,7°C. Essa temperatura elevada no ponto do interior da praça leva a crer que a massa vegetal arbórea, de grande porte e densa, da praça não tem um raio de influência significativo. Fora da sombra das árvores, o ponto D não sofreu nenhuma amenização de temperatura e/ou aumento de taxas de umidade absoluta do ar. Acredita-se que o ponto D atingiu uma temperatura maior que os demais devido ao seu fator de céu visível elevado (85,2%) e, conseqüentemente, à maior incidência de raios solares durante toda a manhã e tarde. Nota-se que a variável velocidade do vento, mesmo apresentando aragens de 1,3 m/s, não foi suficiente para dissipar este calor recebido durante o período da manhã e parte da tarde.



Os pontos que apresentaram temperaturas mais baixas foram A1, A2 e A4, de 26,1 a 26,7°C. A1 e A2 estão localizados no perímetro leste e oeste da Praça Silvio Porto e seus entornos são formados por massas vegetais arbóreas de grande porte com densas folhagens e por edificações residenciais de alturas elevadas (até 22 pavimentos). A4, por sua vez, não conta com a presença de massa vegetal significativa, mas seu entorno é composto por edificações de uso predominantemente residencial com grandes gabaritos, até 20 pavimentos. Os 3 pontos obtiveram taxas de umidade relativa entre 80 e 82%. Neste período, também não foi possível se observar aumento dos índices de umidade absoluta nestes pontos sombreados por vegetação. Conclui-se então, que esta não é suficiente ou adequada para amenizar a temperatura do ar nem mesmo nestes pontos. Como dito anteriormente, os pontos A1 e A4 têm seu fator de céu visível ainda menor do que o calculado pelo modelo (*3dSkyview*), quando se leva em consideração a arborização presente em seu entorno, estima-se que A1 receba aproximadamente 2 horas de insolação e A2 seja sombreado durante todo o dia. A4, por sua vez, estaria apenas 30 minutos de exposto à radiação solar no período da tarde, no verão. As vias onde tais pontos estão localizados são de sentido norte-sul na malha urbana do bairro, o que pode favorecer a incidência de ventilação, visto que a ventilação sudeste é predominante na cidade, pois nestes pontos a velocidade do vento predominante registrada no horário da medição foi de 1,6 e 1,8m/s.

Os pontos do transecto B apresentaram temperaturas entre 28,3 e 28,7°C, sendo a menos elevada obtida em B4, localizado no perímetro sul da Praça Silvio Porto, em via no sentido oeste-leste da malha urbana e que tem em seu entorno edificações residenciais com até 24 pavimentos. B1, B2 e B3 tiveram uma diferença de temperatura de apenas 0,1°C. Todos estão localizados em áreas de edificações residenciais predominantemente térreas. As taxas de umidade relativa do ar obtidas foram de 76% em B1 e 77% em B2, B3 e B4. O ponto B4 recebeu influência de alguns indivíduos arbóreos diminuindo sua porção visível do céu, de 83%, em aproximadamente 50%. B1 conta com uma árvore de grande porte na sua proximidade, que reduz o seu fator de céu visível (85%) em menos de 10%. B2 e B3 tiveram graus de obstrução de céu de 79 e 85%, respectivamente. Sendo assim, B4 provavelmente recebeu 2 horas de insolação no horário da tarde, no verão enquanto B1, B2 e B3 receberam 5 horas. O ponto com maior predominância de ventos foi B2, com brisas leves de 2,7m/s, explicada pela possível canalização sofrida pela ventilação vinda de sudeste. B1 e B3 apresentaram calmarias de 0,5 e 0,3m/s, respectivamente, enquanto em B4 a velocidade do vento predominante foi de 1,5m/s.



A3 e C1 tiveram comportamentos térmicos entre 27,2 e 27,5°C. C1, mesmo localizado no perímetro da praça, obteve temperatura mais alta que A3, localizado a uma quadra de distância da mesma. O entorno do ponto C1 é composto por edificações residenciais térreas e em A3 por residenciais de até 3 pavimentos. Os dois pontos têm fator de céu visível e quantidade de insolação equivalente neste período, chegando a receber aproximadamente 5 horas. A taxa de umidade obtida em A3 foi um pouco maior do que em C1, de 79% no primeiro e 76% no segundo. Em C1 predominaram brisas leves de 2,4m/s e em A3 de aragens de 1,1m/s.

Os demais pontos do transecto C apresentaram temperaturas entre 28,3 e 28,8°C, sendo a menor, dentre eles, obtida em C2, ponto localizado numa via de sentido norte-sul da malha urbana, com entorno formado por edificações predominantemente residenciais de até 5 pavimentos. C2 apresentou umidade relativa do ar de 77%, enquanto C3 e C4 de 74%. As umidades absolutas do ar obtidas para estes pontos se mostram semelhantes às dos pontos A1 e A2, mesmo distantes da massa vegetal, presente na Praça Silvio Porto. A velocidade do vento encontrada foi de predominância de calmarias em C4 e de aragens (0,7 e 1,4 m/s) em C2 e C3. Os três pontos têm fator de céu visível aproximados de 70 a 80% e receberam a mesma quantidade de insolação à tarde, aproximadamente 5 horas.

Sabe-se que, neste horário, existe uma tendência natural de aumento das velocidades de vento e de redução da radiação solar incidente, o que tornam mais evidentes as trocas térmicas urbanas. No caso de João Pessoa, essas trocas começam a repercutir na redução da temperatura do ar exterior, geralmente, após as 14h, quando os valores de temperatura e de umidade relativa atingem seus extremos diários. Assim, no horário em que aconteceram as medições, estas trocas térmicas estavam se iniciando.

À tarde, observou-se ainda que em relação à variável ambiental temperatura do ar, a proximidade da Praça Silvio Porto, tomada como espaço aberto na malha urbana da cidade, não exerceu influência suficiente para proporcionar efeito amenizador. Em vista da quantidade de massa vegetal arbórea existente na praça, percebeu-se que esta exerce amenização apenas nos pontos localizados embaixo dela, não chegando a influenciar o ponto do interior da praça e nem os das vias adjacentes. Pode-se concluir que a variável que provavelmente exerceu maior controle na temperatura do ar foi o fator de céu visível e conseqüentemente a quantidade de insolação recebida pelo ponto, uma vez que, os pontos



com graus de obstrução de céu mais altos e horas de exposição maiores, apresentaram temperaturas mais elevadas.

Verificando-se os dados obtidos da variável velocidade do vento, percebeu-se que a praça, que teoricamente poderia ou esperava-se que funcionasse como elemento acelerador ou “umidificador” do ar, quando há a passagem do vento, não apresentou esta característica. Acredita-se que a configuração das vias da malha urbana e o efeito aerodinâmico causado pelas edificações com grandes gabaritos que canalizam e/ou barram a ventilação foram fatores que mais exerceram influência sobre a velocidade do vento registrada nos pontos.

Noite:

Neste horário, novamente o ponto mais aquecido foi mais uma vez o D, provavelmente pela grande desobstrução do céu, tendo assim, maior incidência de radiação solar durante todo o dia, retendo o calor acumulado por mais tempo. Como este ponto recebeu radiação solar durante toda manhã e tarde, no horário em que foi feita a medição, 20 horas, o calor latente ainda não tenha sido dissipado para o ambiente. A umidade absoluta obtida para o ponto D, neste período, foi a maior do conjunto. Mas mesmo assim, não se verifica uma diminuição na temperatura do ar registrada, comprovando que a umidade proveniente da evapotranspiração da massa vegetal existente na Praça Silvio Porto não é significativa para proporcionar amenização térmica. A velocidade do vento predominante no interior da praça (ponto D) foi a mesma registrada durante dia, com aragens de 1,3m/s.

Os pontos A1, A2, A4 e C1 foram os menos aquecidos dentre o conjunto e tiveram comportamentos semelhantes nas variáveis temperatura, umidade e velocidade do vento, variando entre 25,2 e 25,4°C de temperatura, 84 a 87% de umidade relativa do ar e aragens de 1,0 a 1,5m/s. Tal fato foi provavelmente gerado pelo alto grau de obstrução de céu obtidos nesses pontos, entre 40 a 65%, levando a menores incidências de raios solares, menor aquecimento. A1, A2 e C1 têm em seu entorno edificações residenciais com grandes gabaritos, até 25 pavimentos e a Praça Silvio Porto. A1 e A2, como se sabe, localizam-se exatamente onde se encontra a maior concentração de massa vegetal arbórea, no perímetro leste e oeste e C1 na via perimetral do lado norte.

Os pontos A3, C2, C3 e C4 apresentaram temperaturas entre 25,5 e 25,7°C com umidade relativa de 86% e calmarias de ventilação. Todos eles receberam de 8 à 10 horas de incidência solar acumulada durante o dia, com um fator de céu visível de 70 e 80%. Estão



localizados em vias de sentido norte-sul da malha urbana com entorno formado por edificações residenciais de pavimento térreo à edifícios de até 7 pavimentos.

Nos pontos do transecto B registraram-se temperaturas entre 26,5 e 26,7°C. Todos os pontos têm um grau de desobstrução de céu de 80%, exceto B4, quando se passa a considerar a massa vegetal arbórea presente no seu entorno, e recebem uma incidência de radiação solar de 9 e 10 horas durante o dia. Percebe-se que os pontos B2 e B4, mesmo com predominância de brisas leves de 2,3 e 2,9m/s, tiveram comportamentos térmicos noturnos semelhantes à B1 e B3, onde se registrou predominância de calmarias. Em relação à umidade do ar todos obtiveram entre 84 e 85%.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa trata da análise microclimática de um recorte urbano no bairro de Manaíra em João Pessoa – PB, tendo como objetivo caracterizar o microclima existente na porção urbana formada pela Praça Silvio Porto e suas ruas adjacentes. Buscou-se investigar as relações existentes entre variáveis climáticas e morfológicas. A verificação do comportamento das variáveis ambientais foi feita através de uma estação fixa, localizada no centro da praça, e do método de medições móveis. Escolheram-se doze pontos que se dividiram em três transectos. Durante oito dias consecutivos observou-se: temperatura do ar, umidade relativa do ar, velocidade e direção do vento, nos horários da manhã, tarde e noite nos períodos de verão e inverno.

Partiu-se da premissa, comprovada por alguns trabalhos anteriores, que a vegetação, encontrada em praças e parques das cidades, amenizaria a temperatura dos mesmos e nas proximidades de seu entorno. Verificou-se que a Praça Silvio Porto em si, não desempenha efeito amenizador sobre as condições climáticas daquela porção urbana. Considerando que as variáveis observadas, muitas vezes, não se perceberam influências da praça ou da vegetação existente nas suas ruas adjacentes e no interior da mesma. Justificando-se pelo registro de temperaturas inferiores, àquelas encontradas no interior da praça, em pontos localizados em vias do entorno.

Foi possível verificar que variáveis como horas de exposição à insolação e grau de obstrução do ponto contribuíram mais na amenização térmica que a proximidade com a praça. Observou-se também que os pontos que sofreram o efeito de sombreamento, gerado pela



arborização urbana ou pela conformação de seu entorno imediato, apresentaram temperatura do ar mais amenas, em relação aos demais.

Seguramente a sensação de conforto térmico é bem maior quando se está à sombra de uma árvore, somando-se as funções sociais, entretenimento e lazer que são atribuídos a locais providos de massas vegetais. Contudo, se observou com esse estudo, para o recorte urbano analisado, que a variável de maior impacto é o sombreamento, tanto da vegetação quanto das edificações do entorno. Foi possível também confirmar o efeito aerodinâmico que edificações com gabaritos elevados propiciam sobre a ventilação. Verificou-se que para esta área, a velocidade dos ventos foi diminuída, em relação a registrada na estação de referência, e que a direção predominante passou a ser sudoeste.

REFERÊNCIAS

AMORIM, R.P.L. **Análise da magnitude da Influência climática de um remanescente de mata atlântica sobre o seu entorno urbanizado em clima quente-úmido**. 2011. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Universidade Federal da Paraíba, 2011.

CARVALHO, Homero Jorge Matos de. **Parâmetros climatológicos para o estudo do balanço termo-energético de edificações da cidade de João Pessoa – PB**. Natal: UFRN, 2001. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).

_____. **Metodologia para a análise das interrelações entre a forma urbana e o clima: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2006. (Tese de Doutorado em Urbanismo).

GARCÍA, Maria C. M. **Climatologia Urbana**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999.

GIVONI, B. **Impact of planed areas on urban environmental quality: a review**. Atmospheric Environment. 1991.

HOFFMAN, L., SHASHUA-BAR, M .E. **Vegetation as a climatic component in the design of an urban street**. An empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. Energy and Buildings, n. 31, 2000.

KATZSCHNER, L. **Urban Climate studies as tools for urban planning and architecture**. Salvador – BA. 1997. Anais... In Cd Room Coletânia de Anais dos Encontros Nacionais sobre conforto no Ambiente Construído. Natal: ANTAC, 2009.

LABAKI, L. C., SANTOS, R. F., 1996, **Conforto térmico em cidades: efeito da arborização no controle da radiação solar**. Projeto FAPESP. Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP.



MODMA, Daniela; VECCHIA, Francisco. **Calor e áreas Verdes:** um estudo preliminar do clima de São Carlos, SP. 2003. Anais... In Cd Room Coletânea de Anais dos Encontros Nacionais sobre conforto no Ambiente Construído. Natal: ANTAC, 2009.

OLIVEIRA, P. M. P. de. **Cidade apropriada ao clima:** a forma urbana como instrumento de controle do clima urbano. Brasília: UNB, 1988. (Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo).

PANET, Miriam de Farias. **Praça Newton Fernandes Maia:** uma análise bioclimática. João Pessoa - PB: UFPB, 2005. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana).

PEREGRINO, P. **Interrelações existentes entre os escoamentos de ventos e os padrões de ocupação do solo nos bairros do Cabo Branco e Tambaú/João Pessoa – PB.** João Pessoa: UFPB, 2005. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana).

QUEIROGA, Silvana C. C. de. **Verificação da eficiência do dimensionamento de aberturas para a ventilação natural nos bairros do Cabo Branco e Tambaú - João Pessoa/PB.** João Pessoa: UFPB, 2005. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Urbana).

SILVA, Francisco de Assis Gonçalves da. **O vento como ferramenta no desenho do ambiente construído:** uma aplicação ao nordeste do Brasil. São Paulo: FAU/USP, 1999. (Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo).

SPIRN, A.W. **O jardim de granito.** Tradução de Paulo Renato Mesquita Pellegrino. São Paulo: Universidade de São Paulo - Edusp, 1995.