



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

ESTUDO MICROCLIMÁTICO EM BAIROS LITORÂNEOS, JOÃO PESSOA/PB

Jaucele Azerêdo (1); Ruskin Freitas (2)

(1) Arquiteta e Urbanista, Mestre em Desenvolvimento Urbano/UFPE, jaucele_azeredo@hotmail.com

(2) Dr., Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo, ruskin37@uol.com.br

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano, Cx Postal 7119, Recife-PE, 50780-970, Tel.: (81) 21268311

RESUMO

Este trabalho tem como objeto de estudo o processo de verticalização e de adensamento construtivo e sua relação com os climas urbanos. Considerando a cidade o resultado de uma obra que se produz continuamente e materializa as relações de uma sociedade, em determinado contexto histórico, realizada por diversos agentes, e seus respectivos interesses e influências sobre a qualidade ambiental, questiona-se: que tipo de cidade se quer construir e desenvolver nos dias atuais? Realizaram-se as medições em períodos próximos ao equinócio da primavera e ao solstício de verão. Analisou-se a alteração dos valores das variáveis climático-ambientais, em diferentes locais, tecendo a relação com o conforto térmico ambiental e com a forma urbana. Compararam-se os dados obtidos *in loco* com os disponibilizados por estações meteorológicas de referência para o mesmo dia e horário, da cidade de João Pessoa. Como resultados, obtiveram-se que a diferença das médias de temperatura entre os bairros alcançou um valor inferior a 0,5°C, porém, dentro de um mesmo bairro, as diferenças chegaram a 2,22°C, e que o maior acúmulo de calor registrou-se entre Manaíra e a Estação Meteorológica Aeroporto, correspondente a 2,31°C. Mesmo considerando a impossibilidade de fazer generalizações a partir dos dados coletados e as dificuldades em isolar variáveis climáticas, pode-se verificar a influência de fatores antrópicos na formação de climas urbanos e de diferentes zonas de conforto no espaço urbano.

Palavras-chave: Conforto Ambiental, Mudanças Climáticas, Legislação Urbanística, Produção e Uso do Espaço Urbano.

ABSTRACT

The research object of this work is the process of verticalization and constructive increased density and its relationship with urban climates. Considering the city as the result of a work that gets continually produced and which materializes the relationships of a society, in a certain historical context, engendered by various agents and their respective interests and influences on environment quality, this research questions: what kind of city does one want to construct and develop nowadays? The measurements were carried out in periods close to the spring equinox and summer solstice. The alteration of values concerning climate and environment variables was analyzed, in different places, articulating the relation with the environment thermal comfort and urban form. The data obtained *in loco* were compared to those available through meteorological stations of reference for the same day and time, of the city of João Pessoa. The results reveal that the difference of temperature averages among the neighborhoods reached a value inferior to 0,5°C, however, within the same neighborhood, the differences reached 2,22°C, and that the highest accumulation of heat was registered between Manaíra and the Airport Meteorological Station, corresponding to 2,31°C. Although we are aware of the impossibility of generalizing from the data collected and of the difficulties of isolating climate variables, we can verify the influence of humans factors in the formation of urban climates and of different comfort zones in the urban space.

Key-words: Environment Comfort, Climate Changes, Urban Legislation, Production and Use of Urban Space

1. INTRODUÇÃO

A produção e uso do espaço é um processo dinâmico e mutável. A cidade é resultado dos modos de vida da sociedade em suas diversas fases e revela sua historicidade e dinamismo a partir da aplicação dos meios usados em sua produção e reprodução durante o processo de configuração espacial, representando uma obra que se produz continuamente. O que se tem apresentado desde as últimas décadas é a acentuação das transformações na produção do espaço urbano, intimamente ligadas aos novos paradigmas tecnológicos, os quais representam a nova economia. A sociedade aqui é baseada em conhecimento, organizada em torno de redes e estruturada no espaço de fluxos (CASTELLS, 2008, p.488).

Nesse contexto, a partir de um sistema globalizado e em nome de um desenvolvimento econômico estratégico, as cidades competem entre si para posicionarem-se no patamar de cidades polos de atração. Para tanto, as estratégias urbanas utilizadas para obter posições de vantagem estão baseadas, infelizmente, num consumo crescente de recursos naturais e no aumento de impactos ambientais. O crescimento acelerado das cidades e a ocupação muitas vezes indiscriminada do espaço, a partir de um modelo de desenvolvimento adotado pelas nações industrializadas e reproduzido pelas nações em desenvolvimento, não considerou a capacidade de suporte do planeta, o que diretamente contribui com as alterações climáticas, em suas diversas escalas. As cidades, de variadas formas, contribuem com essas transformações, pois “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.

Higuera (2010, p. 69) lembra que se houver 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.

Nesse sentido, a importância em se pesquisar a relação entre a ocupação do espaço e o clima urbano torna-se objeto de estudo recorrente. Essa necessidade baseia-se na percepção das modificações climáticas produzidas por ações antrópicas, já observadas em determinados recintos urbanos e consequentes de um mundo cada vez mais globalizado e com um crescente número da população habitante em cidades. Essas alterações têm, portanto, respaldo direto na ação humana, dentre outros fatores, a partir da escolha pela conformação do espaço urbano, que, diretamente, se relaciona à qualidade de vida almejada pela população, especialmente no tocante ao conforto ambiental.

Assim sendo, a produção da cidade deve ser adequada às particularidades do clima. O traçado urbano, a disposição dos volumes edificados, os espaços livres não edificados, a relação cheio x vazio, bem como o estudo sobre os índices construtivos, dentre outros, devem ser considerados ao se realizar um projeto urbano. 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, segundo Gonçalves (2009, p.76). Portanto, o processo de urbanização é diretamente relacionado à modificação do clima natural e à formação de climas urbanos.

Se tomarmos como exemplo o contexto brasileiro, o rápido processo de urbanização seguido por muitas cidades, e ligado à industrialização e à modernização produtiva que marcou todo o país, principalmente a partir da segunda metade do século XX, veio a responder também aos anseios do Estado, quanto às novas características das cidades, em contraponto com o campo, uma vez que se transformavam em grandes centros urbanos. E, em nome desse desenvolvimento, os impactos decorrentes da alteração/degradação do meio natural, entende-se, não foram devidamente questionados.

Destaca-se que falar do processo de verticalização ocorrido nos bairros litorâneos remete à ideia de processo de adensamento construtivo, pois na produção do espaço urbano é bastante comum ocorrer o máximo aproveitamento dos índices urbanísticos. Este adensamento construtivo reflete também num adensamento populacional, tendo em vista a quantidade de unidades habitacionais construídas em cada lote. Questiona-se aqui a relação entre o Estado e o Mercado (sob o ponto de vista da oferta) e sua contribuição com a formação/alteração de climas urbanos, pois o tipo de produção que se tem desenvolvido nos espaços urbanos litorâneos, através da modificação do uso e ocupação do solo, favorece a alteração do clima natural dos bairros e consequentemente, da cidade.

A produção verticalizada, que contribui para o aumento das densidades construtiva e populacional, aliada ao tipo de produção do espaço arquitetônico, além da construção do espaço livre urbano, sem a total consideração aos preceitos bioclimáticos, contribui com a produção do acúmulo de calor no espaço urbano.

Ressalta-se que, o conforto ambiental, apesar de reconhecer toda a sua abrangência térmica, lumínica, acústica, física e psicológica, aqui será tratado eminentemente pelo ponto de vista térmico e ainda mais

objetivamente, pelo enfoque do acúmulo de calor provocado pela forma urbana e sua contribuição para as mudanças climáticas. Questionar-se a respeito do tipo de valorização empregada do uso do solo induz a, no mínimo, uma discussão do tipo de espaço que se está construindo: qualidade de vida, controle ambiental, consumo espacial e energético e impactos ambientais. Essa reflexão relaciona-se às finalidades da atividade econômica e seus limites, culminando na aplicação de modelos de organização urbana. Assim sendo, é imprescindível buscar modelos de referência de planejamento e de gestão e padrões de urbanização capazes de fazer face às necessidades, expectativas e problemas oriundos dessa cidade emergente, reconhecendo a existência de uma realidade urbana com novas dimensões, mudança de padrões e de conteúdos da vida urbana.

Enfatiza-se que o conjunto das transformações ocorridas muda o clima local. A soma dessas mudanças, ocorridas em nível local, contribui para a alteração do clima em escala global. O processo de influências recíprocas e cíclicas ocorre, por sua vez, quando o global reflete-se no local.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi o de relacionar a forma urbana com variáveis climático-ambientais, tomando como referência a avaliação do espaço urbano nos bairros Cabo Branco, Tambaú e Manaíra, em João Pessoa – PB.

3. MÉTODO

Resolveram-se utilizar procedimentos dos métodos quantitativo e qualitativo por entender-se que eles podem ser complementados para o alcance de melhor resultado quando o objeto investigado exige. Delimitaram-se as seguintes fases: a. Revisão de literatura; b. Coleta de dados (medições das variáveis climático-ambientais); c. Sistematização, análise e interpretação dos dados.

Empregou-se a abordagem qualitativa, a partir de um estudo de caso desenvolvido em três recortes específicos, localizados em bairros litorâneos, que já demonstram ser representativos do total de bairros que se encontram nesse mesmo processo de verticalização. O delineamento do estudo de caso baseou-se em Freitas (2008).

Foram utilizados os seguintes instrumentos: Termohigrômetro, para a medição da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, Anemômetro, para a velocidade do vento e bússola, para a direção do vento. As medições foram feitas em outubro e dezembro. Escolheram-se para as medições, datas próximas ao equinócio de primavera e ao solstício de verão, respectivamente, em cada bairro, às 9h00 e às 15h00, que segundo Freitas (2008, p.29), “são horários internacionalmente tomados como referência para registros meteorológicos”. Os critérios usados para a escolha dos pontos de medição deveram-se às diversidades morfológica e de uso e ocupação do solo, aliadas à densidade construtiva. Pretendeu-se verificar como se apresentavam as variáveis climático-ambientais partindo na via da orla em direção ao interior do continente, quando a densidade construtiva é mais acentuada, devido o escalonamento do gabarito. Os pontos escolhidos representam áreas tipo, possibilitando replicar as análises provenientes dos resultados em possíveis outras áreas com características comuns.

Optou-se por medir em nove pontos em cada bairro para se ter maior abrangência espacial do estudo, e por serem suficientes dentro do período de uma hora, utilizado como período base para as medições. Realizaram-se quatro medições, duas de manhã e duas à tarde, em datas alternadas, em cada ponto, de cada recorte nos bairros, no período das 08h30 às 09h30 e das 14h30 às 15h30. Os instrumentos ficaram à altura aproximada de 1,50m do chão e afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo. Em cada ponto, houve a necessidade de estabilização dos instrumentos, durante um período de cinco minutos, já considerados suficientes. Ao estabilizar o termohigrômetro, fazia-se a anotação dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar. Ao se observar a direção do vento predominante, 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 da bússola.

Os resultados foram apresentados individualmente, sobretudo, destacando os extremos, assim como, através da média aritmética das oito medições realizadas em cada ponto. Os dados coletados das variáveis climático-ambientais foram comparados aos disponibilizados pela Estação Meteorológica Convencional INMET- Instituto Nacional de Meteorologia, pela Estação Automática LES/UFPB (Laboratório de Energia Solar/Universidade Federal da Paraíba) e pela Estação Aeroporto Castro Pinto, para o mesmo dia e horário, da cidade de João Pessoa.

4. PRODUÇÃO ARQUITETÔNICA E URBANA

Olgay (2008, p.91-92) relata que a organização do tecido urbano reflete as tendências políticas e sociais, como também os requerimentos materiais e técnicos. Desse modo, é difícil analisar separadamente o ambiente climático como um elemento único, sendo possível encontrar em um traçado urbano as mesmas características e tendências que influenciaram a determinação das tipologias das edificações.

Rogers (2008, p.88-91), aponta que os edifícios são responsáveis pelo consumo de metade da energia de combustíveis fósseis; e que três quartos do consumo diário de energia nos edifícios corresponde à iluminação artificial, aquecimento e resfriamento, em proporções bastante semelhantes. Este autor reflete acerca de que a “mudança de nossas tecnologias e nossas expectativas pode reduzir e muito o consumo de energia em um edifício – se reduzirmos pela metade a energia gasta pelos edifícios, reduziremos 1/4 do consumo global de energia”.

A importância do clima, como condicionante na escolha de novas formas urbanas é inquestionável; e apesar dos variados progressos tecnológicos capazes de tornar o ambiente confortável, exclusivamente pela utilização de meios mecânicos, viver em ambientes fechados e totalmente climatizados é simplesmente inadmissível, sob o foco do bioclimatismo. Reflete-se a respeito do resgate, pelas gerações atuais, dos conhecimentos herdados no decorrer do tempo e a aliança com os avanços tecnológicos recentes, em busca da redução do desperdício e do custo energético, pois a construção do espaço arquitetônico e urbano precisa aproveitar os recursos naturais.

Rogers (2008, p.91) relata que se os usuários dos escritórios atuais, em vez de insistirem em uma temperatura fixa de 20°C durante todo o ano, aceitassem as variações sazonais, possibilitaria a abertura ao ambiente externo, diminuindo substancialmente sua dependência em relação a equipamentos mecânicos, a partir do uso da ventilação natural, o que conseqüentemente reduziria o consumo de energia, fornecendo, contudo, um ambiente controlado.

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. 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. Mascaró & Mascaró (2005, p.39) enfatiza que são as características morfológicas e ambientais que determinam o desempenho microclimático do recinto urbano.

A cidade de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, localiza-se no nordeste brasileiro. Possui clima tropical litorâneo quente e úmido. Dentre as características deste clima, citam-se as seguintes: pequenas variações de temperatura durante o dia; dias quentes e úmidos; duas estações: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; alto teor de umidade relativa do ar; ventos dominantes com predominância do sudeste (FROTA & SCHIFFER, 2001, p.45).

Romero (2000, p.107-109) cita princípios, para tais regiões tropicais, que norteiam a 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.

A figura 1 apresenta a delimitação dos bairros Cabo Branco, Tambaú e Manaíra, onde foi realizado o estudo empírico.

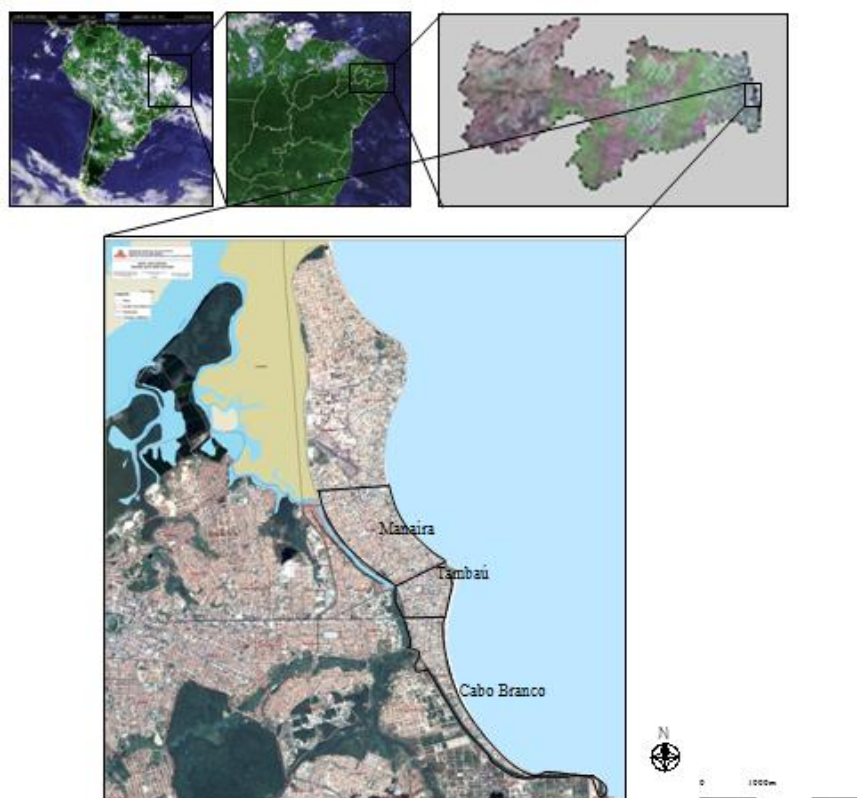


Figura 1¹ - Localização dos bairros na cidade de João Pessoa. Fonte: PMJP, 2007/2008

No caso dos bairros litorâneos, em João Pessoa, o controle do gabarito apresenta-se de modo gradativo, escalonado, da orla em direção ao interior do continente. Em seu artigo 25, o Plano Diretor da Cidade versa sobre a restrição adicional da Orla Marítima: visa cumprir os Arts. 229 da Constituição Estadual e 175 da Lei Orgânica para o Município de João Pessoa, de 1990. Trata a respeito da máxima altura das “edificações situadas em uma faixa de 500 metros ao longo da orla e a partir da linha de testada da primeira quadra da orla em direção ao interior do continente”. Significa dizer que, quanto mais distante estiver da testada da orla marítima, mais alta a edificação pode ser.

Essa configuração específica de organização nesse espaço é discutível, segundo a combinação de fatores, tais como, afastamentos entre as edificações, altitudes naturais, direção predominante dos ventos, formas dos prédios incluindo pilotis e pavimentos vazados, dentre outros (FREITAS, 2008), no que se refere especificamente aos fluxos de vento. Como em toda a orla o relevo é praticamente plano, exceto a sotavento do bairro de Cabo Branco, o vento não encontra barreiras naturais que o façam mudar de direção, assim, o vento proveniente do leste e sudeste alcança as edificações e sobe, em movimento laminar, pois segue a diferença de altura das edificações, que funcionam como uma rampa ao seu deslocamento. Tal efeito é mais acentuado em Cabo Branco, onde o deslocamento do vento ainda é ajudado pela presença da barreira natural, diferença proeminente no relevo, percebida no limite oeste do bairro.

5. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Embora o estudo empírico tenha sido realizado nos três bairros litorâneos, citados anteriormente, neste artigo, resolveu-se apresentar apenas os resultados obtidos em Cabo Branco, por serem já representativos, bem como o resultado das médias dos valores dos elementos climáticos nos três bairros durante o equinócio de primavera/2010 e solstício de verão/2010.

5.1. Cabo Branco

O recorte escolhido em Cabo Branco, como também os nove pontos de medição encontram-se representados

¹Fonte Imagem Satélite América do Sul/Brasil:

http://rotaimpopular.files.wordpress.com/2008/02/s11615726_200802261700.jpg.

Fonte Imagem Região Nordeste: <http://s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2010/04/29/satelite300.jpg>.

Fonte Estado da Paraíba: http://www.mapa-brasil.com/Foto_Imagem_Satelite_Estado_Paraiba_Brasil.htm

na figura 2. As medições ocorreram em 04; 05; 07 e 08/10/10 e em 20; 21; 23 e 24/12/10, em horários próximos às 09h00 e às 15h00.



Figura 2 - Localização dos pontos de medição em Cabo Branco. Fonte: Google Earth (2011).

P2 apresentou o máximo valor da temperatura do ar equivalente a $32,7^{\circ}\text{C}$ e o mínimo valor da umidade relativa do ar, igual a 53,1%, além de apresentar o menor valor da velocidade dos ventos dominantes, correspondente a $0,75\text{m/s}$, confirmando a relação de inversibilidade existente entre as variáveis temperatura e umidade e temperatura e velocidade dos ventos.

Enfatiza-se aqui, que, geralmente, a teoria isola as variáveis, coisa que a prática dificilmente consegue fazer. Na teoria, analisam-se os fluxos de vento, em decorrência da forma urbana. Na prática, os fluxos de vento dependem da forma urbana, da pressão, da temperatura, da umidade, das atividades antrópicas, de um carro que passa, que para etc. Sendo assim, em busca da validade e representatividade das medições relativas ao vento, considerou-se a média de cinco valores da velocidade do vento dominante, um a cada minuto, após a observação da direção predominante.

Os resultados das medições realizadas durante o solstício de verão confirmaram P2 como o ponto mais quente do recorte, pois apresentou em três das quatro medições realizadas, o máximo valor da temperatura do ar, alcançando o valor de $33,6^{\circ}\text{C}$, em uma das medições.



Figura 3 – Segundo ponto de medição, Cabo Branco. (a) localização de P2; (b) barreira de vegetação arbórea de grande porte

Entende-se que a razão para a anotação desses valores ocorreu em função da configuração espacial no entorno (alto fluxo de veículos e de pedestres, alto índice de pavimentação asfáltica, dentre outros), e, proeminentemente, devido à existência de uma barreira composta por vegetação de grande porte arbóreo, localizada a sudeste, o que dificulta ou impede a circulação do ar em direção a tal ponto, produzindo o baixo valor da velocidade do vento. Ressalta-se que neste ponto, houve diversos momentos de calmaria. Confirmou-se, através do movimento da folhagem da vegetação inserida do outro lado da Av. Cabo Branco,

que a ventilação ocorria a uma altura bastante superior à altura do pedestre.

Observou-se, também, que P3 (figura 4) apresentou, em todas as quatro medições realizadas durante o equinócio de primavera, os menores valores da variável temperatura do ar, sendo o menor valor correspondente a 28,1°C, anotado em duas dessas medições. P3 esteve entre os pontos que apresentaram os maiores percentuais da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos dominantes. O maior valor registrado durante o equinócio de primavera correspondeu a 3,02m/s.

Quanto às medições realizadas durante o solstício de verão, em P3 registrou-se a menor temperatura do ar, equivalente a 29°C e a máxima velocidade dos ventos, correspondente a 3,58m/s, o que confirma a relação de inversabilidade entre essas duas variáveis. Devido à proximidade com o Oceano Atlântico, e o registro do mais alto valor da velocidade dos ventos, confirmou-se P3 como o ponto mais úmido do recorte.



Figura 4 – Terceiro ponto de medição, Cabo Branco.

Chama-se à atenção que P2 e P3, nas duas medições realizadas durante o equinócio de primavera e solstício de verão ocuparam a classificação de ponto mais “quente” e menos “quente” do bairro, respectivamente. P3 tem características próprias em relação ao sítio, que aqui merecem ser enfatizadas. É o único ponto, no recorte em Cabo Branco, localizado à margem de duas grandes avenidas asfaltadas (Av. Cabo Branco e Av. Monsenhor Odilon Coutinho, conhecida como Av. Beira Rio), onde o fluxo de automóveis e de pedestres é bastante intenso; além do que, em P3, a vegetação encontrada é bastante rala. Tais características favoreceriam o acréscimo da temperatura nesse ponto, tornando-o um dos mais quentes do recorte. Porém, o que se obteve, foi exatamente o contrário, o valor médio da temperatura foi o menor dos nove pontos, favorecido pela dimensão transversal da caixa viária das duas grandes avenidas e pela ausência de barreiras físicas naturais e construídas no percurso de direção dos ventos dominantes.

No que se refere à umidade relativa do ar, P6 (figura 5a) apresentou valores elevados, devido à proximidade de vegetação de porte arbóreo, alcançando valor equivalente a 79,3%, em uma das medições, durante o solstício de verão.

Em relação especificamente aos valores da velocidade dos ventos, chama-se a atenção a P7 e P8 (figuras 5b e 5c). Localizam-se na rua mais próxima à barreira do Cabo Branco, via mais estreita do recorte, onde a grande maioria das unidades habitacionais não possui recuos frontais nem laterais, o que prejudica a permeabilidade do vento originário do sudeste. Em P8, durante o solstício de verão, registrou-se o menor valor da velocidade dos ventos, equivalente a 0,60m/s.



Figura 5 – Pontos de medição, Cabo Branco.

A tabela 1 e a figura 6 (meteograma) apresentam as médias aritméticas dos valores dos elementos climáticos, para cada ponto individualmente, bem como, a média dos nove pontos do bairro e a média dos valores registrados pelas três estações meteorológicas tomadas como referência, correspondente às oito medições.

Tabela 1- Valores dos elementos climáticos observados em Cabo Branco, equinócio de primavera e solstício de verão/2010

Recorte: Cabo Branco													
Datas: 04; 05; 07 e 08/10/10 e 20; 21; 23 e 24/12/10													
Horários: 12UTC e 18UTC													
Observação: céu parcialmente nublado													
Variáveis	Pontos										Estações de Referência		
	P 1	P 2	P 3	P 4	P 5	P 6	P 7	P 8	P 9	Média Pontos	Estação Convencional	Estação Aeroporto	Estação Automática
Temperatura (°C)	30,47	31,65	29,43	30,17	30,22	30,13	30,31	30,89	30,60	30,43	28,90	28,31	28,34
Umidade (%)	67,17	63,18	70,72	66,25	66,73	66,39	65,41	65,13	64,62	66,18	67,75	64,63	65,25
Velocidade do vento (m/s)	1,75	1,22	2,66	1,58	1,46	1,44	1,29	1,10	1,52	1,56	2,92	3,99	3,78
Direção do vento (°) Azimute	155	165	170	160	143,75	155	132,5	135	120	48,47	12,75	132,25	131,5

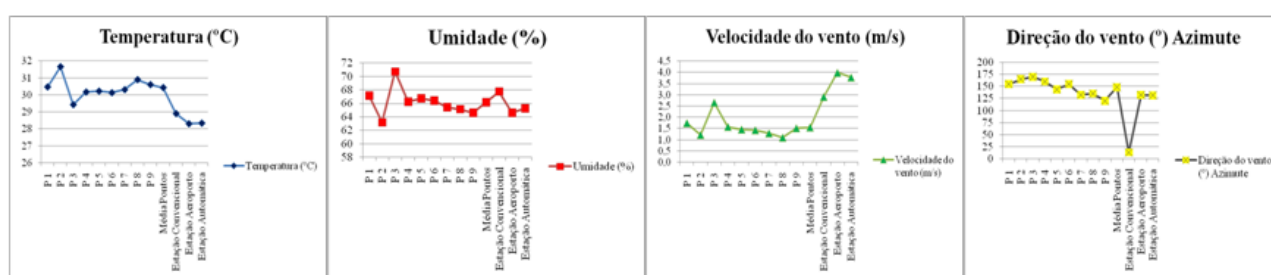


Figura 6 - Meteograma, média dos valores dos elementos climáticos observados em Cabo Branco, equinócio de primavera e solstício de verão/2010

Observa-se que todos os valores anotados para a temperatura foram maiores que os registrados pelas três estações de referência. Em P2 foi registrado o maior valor equivalente a 31,65°C, seguido por P8, que correspondeu a 30,89°C. O acúmulo de calor registrado em Cabo Branco entre os pontos extremos (P2 e P3) foi igual a 2,22°C. Comparando-se aos valores registrados pelas estações de Referência, o acúmulo de calor em Cabo Branco correspondeu a 3,34°C, em relação à Estação Aeroporto.

P2 registrou o menor valor da umidade relativa do ar (63,18%) e P3, o mais alto valor (70,72%), sendo, portanto, comprovada, a inversabilidade dos valores das variáveis temperatura e umidade relativa do ar. Comparando-se com as Estações de Referência, a maior diferença ocorreu em relação à Estação Aeroporto. P2, que registrou a menor média da umidade dos bairros, juntamente com P9, registrou umidade abaixo das médias das Estações de Referência.

Em P3 anotou-se o maior valor da velocidade dos ventos. Observa-se que, a velocidade dos ventos diretamente relaciona-se com as trocas térmicas por convecção (podendo resultar em perdas ou ganhos de calor). Considerando-se que as características da forma urbana em P3 e a ausência de barreira à incidência do vento favorecem o ganho de velocidade do vento de sudeste, carregado de umidade, devido à presença do Oceano Atlântico, obteve-se o registro do menor valor da temperatura.

Ressalta-se que ambos os pontos se encontram à margem do Oceano Atlântico, o que, previamente, fez-se imaginar serem os pontos a apresentar os maiores índices de umidade relativa do ar, bem como, de maior velocidade do vento, o que não foi verificado.

Em relação à velocidade dos ventos, todos os valores das médias nos pontos em Cabo Branco encontraram-se dentro da zona considerada de conforto, entre 1 e 3m/s. P8 registrou o menor valor da velocidade dos ventos (1,10m/s). Houve uma diferença de 2,89m/s entre a média registrada pela Estação Aeroporto e P8. Observando-se a figura 6, é mais facilmente perceptível a inversabilidade entre as variáveis temperatura do ar e velocidade dos ventos.

Todos os pontos foram favorecidos por ventos vindos de Sudeste, em conformidade com as Estações de Referência Aeroporto e Automática LES/UFPB. No entanto, a Estação Convencional registrou ventos de Nordeste.

5.2. Médias dos três bairros

Salienta-se que a prioridade desta pesquisa foi a comparação entre os pontos, o que permitiu observar que a forma urbana interfere na formação de climas urbanos.

A seguir, a tabela 2 e a figura 7 apresentam os valores das médias dos dados obtidos das variáveis climáticas nos três bairros, nas medições realizadas durante o equinócio de primavera/2010 e solstício de verão/2010, como também as médias aritméticas dos dados referentes às Estações Meteorológicas, usadas como referência.

Tabela 2 - Média dos valores dos elementos climáticos observados em Cabo Branco, Tambaú e Manaíra, equinócio de primavera e solstício de verão/2010

Recortes: Cabo Branco, Tambaú e Manaíra						
Datas: 04; 05; 06; 07; 08 e 09/10/10 e 19; 20; 21; 22; 23 e 24/12/10						
Horário: 12UTC e 18UTC						
Observação: céu parcialmente nublado						
Variáveis	Média - Bairros			Média - Estações de Referência		
	Cabo Branco	Tambaú	Manaíra	Estação Convencional	Estação Aeroporto	Estação Automática
Temperatura (°C)	30,43	30,05	30,45	28,98	28,14	28,19
Umidade (%)	66,18	69,73	66,38	67,84	64,96	65,17
Velocidade do vento (m/s)	1,56	1,77	1,79	3,02	3,675	3,63
Direção do vento (°) Azimute	148,56	176,42	139,92	13,34	124,65	123,79

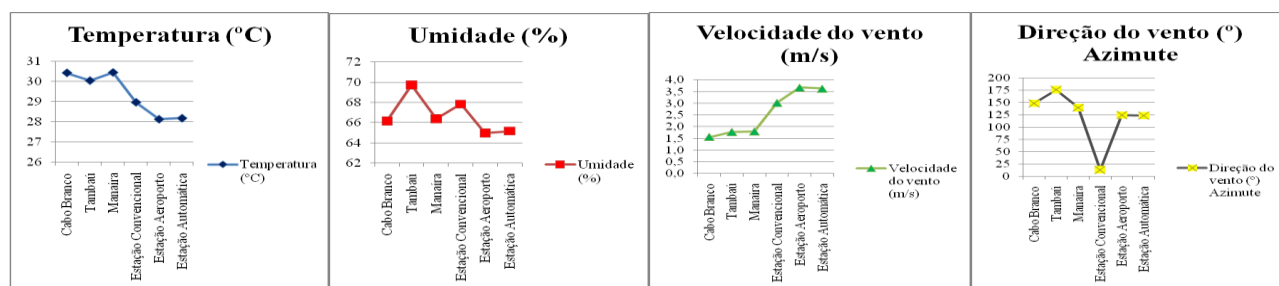


Figura 7 - Meteograma, média dos valores dos elementos climáticos observados em Cabo Branco, Tambaú e Manaíra, equinócio de primavera e solstício de verão/2010

A média geral dos valores da temperatura nos três bairros se apresentou acima das médias registradas pelas Estações Meteorológicas. Pode-se observar que não houve grande variação entre os bairros; Tambaú apresentou o menor valor e Manaíra obteve o maior valor. O acúmulo de calor alcançado em Manaíra correspondeu a 2,31°C em relação à Estação Aeroporto.

Com relação à variável umidade relativa do ar, Cabo Branco registrou a menor média. Através da tabela 2 é possível confirmar a inversabilidade entre as variáveis temperatura e umidade relativa do ar no bairro de Tambaú (menor temperatura, maior umidade).

Quanto à velocidade dos ventos, todos os valores anotados das médias das duas medições foram inferiores aos fornecidos pelas estações. Apesar disso, os três bairros apresentaram-se dentro da zona de conforto para o usuário. Cabo Branco apresentou o menor valor da média da velocidade dos ventos, e Manaíra, o maior valor. Entende-se que devido à configuração da produção do espaço. Em Cabo Branco, a presença da barreira natural aliada à forma urbana favorece a não penetração dos ventos no bairro. Os gráficos que representam as variáveis temperatura e velocidade dos ventos mostram nitidamente a relação de inversabilidade existente entre os valores dessas variáveis.

No que se refere à direção do vento, houve a confirmação, mais uma vez da predominância de direção do vento na cidade de João Pessoa, vindos de Sudeste. Comparando-se os valores dos bairros com as Estações Meteorológicas de Referência, apenas a Estação Convencional registrou os ângulos de direção dos ventos vindos de Nordeste.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Confirma-se na prática, a influência da forma urbana sobre o clima urbano. Vários são os fatores que provocam essa situação, assim como, são diversas as possibilidades de se mitigar essa tendência. Para tanto, as políticas públicas devem atuar de maneira conjunta em seus vários níveis, de modo que os diversos setores que a compõem trabalhem em direções convergentes em prol da qualidade de vida urbana, demandada pela sociedade. O papel do Estado, frente às mudanças climáticas é de propor metas e garantir meios em busca da

sustentabilidade ambiental. Além do que, uma distribuição mais equitativa de equipamentos de infraestrutura urbana, bem como, o acompanhamento e assessoramento aos projetos de urbanismo a ser implantados (novas áreas e/ou requalificação de áreas degradadas ou irregulares), junto à população, permitiria que a cidade se desenvolvesse de modo mais equilibrado. Os agentes responsáveis pelo planejamento de novos assentamentos urbanos ou revitalizações de antigas áreas deveriam se conscientizar de que os projetos dos espaços externos urbanos devem atender às necessidades da população em geral.

Ressalta-se, a partir dos dados expostos, que a variação superior a 2°C em um mesmo bairro é muito alta, sobretudo, considerando a baixa amplitude térmica do clima tropical litorâneo quente e úmido, o que torna as pessoas mais sensíveis a pequenas variações de temperatura. É essencial, portanto, sempre reforçar o conceito de que cada projeto deve considerar as interações com o clima local. A análise das relações existentes entre projetos de arquitetura e de urbanismo, com o clima e com as necessidades de conforto ambiental torna-se imprescindível na composição de soluções bioclimáticas.

Apesar de a verticalização ser vista como elemento importante no processo de transformação do espaço urbano, ela por si só não deve ser considerada a grande vilã das alterações climáticas. É de fundamental importância considerar cada sítio em particular, e avaliar quais elementos, que em conjunto com a verticalização, poderiam ser responsáveis pelas mudanças climáticas e em que medida, dentre os quais, os parâmetros urbanísticos: recuos, índices de ocupação e aproveitamento.

Não se propõe com isso que a verticalização ocorra sem controle algum. Obviamente, tal proposição seria irresponsável e sem fundamentos. O controle de ocupação do solo urbano deve existir, com parâmetros específicos a cada sítio. A proposição de edificações verticalizadas deve responder, não apenas a questões do mercado, ou do poder público, como resposta ao que se considera desenvolvimento urbano, aliado ao progresso. Deve-se observar o sítio, o clima, o sistema de suporte do solo, bem como o sistema de infraestrutura urbana, além de características culturais da sociedade.

Avalia-se que a densidade deve ser considerada como um dos grandes responsáveis pelas alterações das variáveis climático-ambientais em meio urbano. E que aliada à verticalização, da maneira como está sendo realizada na cidade de João Pessoa, além de agravar os sistemas de suporte, de infraestrutura, tende a modificar as variáveis climático-ambientais, auxiliando no comprometimento da qualidade ambiental dos bairros e na contribuição com as mudanças climáticas globais. Entretanto, a partir desta consideração, não se deseja eliminar qualquer benefício que um escalonamento possa produzir, em ambientes urbanos que exijam o controle de gabarito das edificações como resposta às questões de conforto ambiental, aliadas a climas e sítios específicos. Tampouco se preconiza a construção de edificações que funcionem como barreiras urbanas, com gabarito único na via principal dos bairros litorâneos.

As consequências da não utilização dos preceitos bioclimáticos quando da tomada de decisões por parte das administrações públicas acerca do planejamento e desenvolvimento de áreas urbanas, refletem-se diretamente sobre as cidades, seus entornos e suas populações. Daí a necessidade de realização de mais estudos acerca do tema, de modo que estes venham a ser considerados durante o processo de planejamento urbano e de concepção de projetos arquitetônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTELLS, Manuel. **A sociedade em rede**. A era da informação: economia, sociedade e cultura; v.1. São Paulo: Paz e Terra, 2008.
- FREITAS, Ruskin. **Entre mitos e limites**: as possibilidades do adensamento construtivo face à qualidade de vida no ambiente urbano. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2008.
- FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico**: arquitetura, urbanismo. 5ª edição. São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GONÇALVES, Neyde Maria Santos. Impactos Pluviais e Desorganização do Espaço Urbano em Salvador. In MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo; MENDONÇA, Francisco (orgs). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.
- HIGUERAS, Esther. **Urbanismo bioclimático**. Barcelona: Gustavo Gili, 2010.
- MASCARÓ, Lúcia; MASCARÓ, Juan. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: FINEP e UFRGS, 2005.
- OLGYAY, Victor. **Arquitectura y clima**. Manual de diseño para arquitectos y urbanistas. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. **Plano Diretor da Cidade de João Pessoa**. Decreto N.º 6.499, de 20 de março de 2009. João Pessoa, 2009. In <http://www.joaopessoa.pb.gov.br/>.
- ROGERS, Richard. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2008.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000, 2ª. Edição.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de mestrado, sem a qual, seria impossível a realização desta pesquisa.