

CADERNOS
PROARQ 20

RUSKIN MARINHO DE FREITAS E JAUCELE DE FÁTIMA A. DE AZERÊDO

A disciplina conforto ambiental: uma ferramenta
prática na concepção de projetos de arquitetura,
de urbanismo e de paisagismo

*The discipline environmental comfort: a tool in the projects
of architecture, urbanism and landscaping*

Ruskin Marinho de Freitas é Graduado em Arquitetura e Urbanismo (UFPE), Mestrado em Geografia (UFPE), Doutorado em Arquitetura (UFRGS) e Estágio de Doutorado na Faculdade de Marseille-Luminy – França. Atuou na Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco – Condepe Fidem, onde foi Diretor de Estudos Regionais e Urbanos. Professor adjunto da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.

E-mail: ruskin37@uol.com.br.

Jaucele de Fátima A. de Azerêdo possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal da Paraíba (2000), Diploma de Estudos Aprofundados (DEA) em Cidades e Sociedades – Instituto Nacional de Ciências Aplicadas de Lyon (2004) e mestrado em Desenvolvimento Urbano pela Universidade Federal de Pernambuco (2011). Atualmente é professora substituta da Universidade Federal de Pernambuco.

E-mail: jaucele_azeredo@hotmail.com.

Resumo

Apresenta-se a importância da disciplina Conforto Ambiental, para o curso de Arquitetura e Urbanismo, a partir do processo integrado, em torno da disciplina 'Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo'. O conforto ambiental pode ser estudado a partir dos conceitos de térmica, lumínica e acústica e sob aspectos psicológicos, inerentes a cada indivíduo. Este tema já foi objeto de investigação de vários pesquisadores e continua sendo um dos elementos mais importantes a serem considerados no momento da concepção e análise de ambientes. Neste trabalho, o enfoque se debruçou sobre o conforto térmico. O objetivo foi o de explicar a prática de pesquisa em campo como ferramenta de estudo, assimilação e consolidação do conhecimento teórico. A partir desta ferramenta, o estudante, além de conhecer melhor o espaço estudado, grava por maior tempo a experiência da visita de campo, assim como a imagem daquele espaço de maior temperatura, por exemplo, associando-o à sensação de calor que teve no local. Desse modo, os conhecimentos adquiridos nessa experiência seriam levados para todo o curso e vida profissional. O registro de variáveis ambientais deve ser utilizado na análise da cidade, na identificação de problemáticas e de potencialidades e na construção de diretrizes para o projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo. Utilizaram-se as abordagens quantitativa e qualitativa, a partir de uma pesquisa de campo, na qual foram realizadas medições das variáveis climáticas, em um recorte urbano do bairro de Casa Amarela, em Recife/PE; posteriormente, seus resultados foram discutidos junto aos alunos, possibilitando a análise do recorte, a partir da comparação entre o conhecimento teórico, visto em sala de aula, e a prática de pesquisa. O principal aporte deste artigo é fornecer subsídios relativos ao conhecimento das variáveis climáticas, em escala local, de modo que estes possam elaborar projetos condizentes com as necessidades de conforto.

Palavras-chave: Arquitetura e Urbanismo. Conforto ambiental. Variáveis climáticas.

Abstract

Shows the importance of the discipline Environmental Comfort, for the course of Architecture and Urbanism, from the process of integration around the course 'Project of architecture, urbanism and landscaping.' The environmental comfort can be studied from the physical concepts of thermal, acoustics and lumen, as well as under psychological aspects inherent in each individual. Has been the subject of investigation of many researchers and remains one of the most important elements to be considered when designing and analyzing environments. In this work, the focus is addressed specifically on thermal comfort. The objective pursued in this paper was to explain the practice of field research as a study tool, assimilation and consolidation of knowledge. From this tool, the student, and to better understand the studied space, writes a long experience of field visit, as well as the image of the space of higher temperature, for example, associating it with the warm feeling that had the site. Thus, the knowledge gained in this experiment would be taken for the entire course and professional life. The record of environmental variables should be used in the analysis of the city, in the identification of problems and potential and building guidelines for the design of architecture, urbanism and landscaping. We used the quantitative and qualitative approaches, from a field study in which measurements were made of the climatic variables in a clipping urban neighborhood Casa Amarela in Recife/PE; later, the results were discussed with the students enabling the analysis of clipping, in depth, from the comparison between theoretical knowledge, seen in the classroom, and research practice. The main contribution of this paper is to provide information concerning the knowledge of climatic variables on the local scale, so that they can develop projects consistent with the needs of comfort.

Keywords: Architecture and Urbanism. Climate variables. Environmental comfort.

Introdução

A sociedade sempre buscou aliar a arquitetura às suas necessidades. De início, como função de abrigo seguro, para se proteger das intempéries climáticas. Posteriormente, com o passar do tempo, novas exigências fizeram com que se buscassem as condições necessárias para que os espaços interiores pudessem lhe garantir melhores condições de habitabilidade, especificamente, quanto ao conforto ambiental, seja ele, térmico, lumínico ou acústico.

O estudo do conforto ambiental, em suas diversas vertentes, já foi objeto de investigação por vários pesquisadores e continua sendo um dos elementos mais importantes a serem considerados no momento da concepção de projetos arquitetônicos e urbanos. Portanto, o conhecimento advindo dessas pesquisas deve embasar as ações dos planejadores do espaço, visando a ambientes confortáveis.

O curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pernambuco se apresenta em fase de transição de sua base curricular, ainda com os dois currículos – antigo e novo – andando lado a lado. Em breve futuro, o currículo ‘novo’ atenderá a todos os alunos. Nessa fase do processo, pode-se perceber que alguns ajustes ainda são necessários, em virtude da proposta curricular, que visa à integração de todas as áreas, organizada em torno da disciplina ‘Projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo’, na qual o aluno deve analisar uma área da cidade, identificar suas problemáticas e potencialidades e, a partir daí, apresentar soluções adequadas, incluindo o desenho urbano, a proposição de usos e a funcionalidade das estruturas propostas.

Com o objetivo de que o aluno do curso de Arquitetura e Urbanismo possa utilizar os conhecimentos sobre conforto ambiental em todo o curso e em sua vida profissional, há a inquietação por parte dos professores em fazer com que os alunos se integrem e compreendam melhor a importância da utilização das diretrizes de conforto ambiental em meio arquitetônico e urbano para além dos semestres das disciplinas em curso. Ainda mais, porque se percebeu que, em semestres posteriores aos das aulas blocadas das disciplinas de conforto ambiental, há alunos que não mais fazem uso das recomendações pertinentes ao bioclimatismo em seus projetos. Alguns não sabem exatamente justificar essas descon siderações. Outros são absorvidos por demandas emergentes das demais disciplinas e pela orientação de seus professores, inclusive daqueles que não privilegiam o conforto ambiental. É necessário, portanto, encontrar ferramentas de assimilação e consolidação do conhecimento, de maneira tal, que ele perdure, além de disciplinas e semestres específicos.

Baseados na hipótese de que a vivência do local de estudo contribui para o processo de aprendizagem e consolidação dos conhecimentos transmitidos, realizaram-se visitas à área de estudo e medições de elementos climático-ambientais, como uma ferramenta didática.

Os dados de temperatura, umidade e ventilação podem ser usados como diretrizes para as intervenções no espaço. Essa construção ocorre a partir da relação entre os princípios bioclimáticos vistos de maneira teórica com a busca em atividades práticas por soluções que amenizem os efeitos de cada elemento ambiental medido na área de estudo.

A partir desta ferramenta, o estudante, além de conhecer melhor o espaço estudado, grava por maior tempo a experiência da visita de campo, assim como a imagem daquele espaço de maior temperatura, por exemplo, associando-o à sensação de calor que teve no local. Desse modo, os conhecimentos adquiridos nessa experiência seriam levados para todo o curso e vida profissional. O registro de variáveis ambientais deve ser utilizado na análise da cidade, na identificação de problemáticas e de potencialidades e na construção de diretrizes para o projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo.

As disciplinas do curso de Arquitetura e Urbanismo exigem do aluno a ida a campo, visando ao contato com a realidade, à identificação de problemas e à tomada de dados concretos que embasem as suas propostas de projeto. Nessa pesquisa de campo, avaliam, dentre outros fatores, o sistema viário, a disposição das quadras e lotes, o fluxo de pedestres e de veículos, o uso e a ocupação do solo. Sabendo disso, e com o intuito de fazer com que os alunos se interessassem mais pela disciplina de conforto ambiental, aliada à integração proposta pela nova base curricular, os professores de conforto ambiental, juntamente com alunos de monitoria, iniciação científica e de pós-graduação, fazem breves pesquisas práticas nas áreas de estudo dos alunos, em curso nas disciplinas. Os resultados são apresentados em sala de aula, a partir dos quais são investigados os fatores que condicionam o comportamento dos elementos climáticos, construídas diretrizes de intervenção e, em seguida, são discutidas as melhores propostas, juntamente com os alunos. Dessa maneira, os alunos em curso têm a possibilidade de confrontar o conhecimento teórico com a prática da pesquisa de campo, necessária em busca do conforto ambiental, com as demais variáveis, sob o âmbito da arquitetura e do urbanismo, dentre as quais, citam-se: a história, a legislação, o paisagismo, a tectônica, além das variáveis encontradas em suas próprias visitas a campo, a exemplo da conversa com os usuários da área de estudo.

Como exemplo, trouxe-se aqui uma dessas pesquisas, desenvolvida no bairro de Casa Amarela, Recife/PE, realizada no mês de julho/2013. Apesar de as disciplinas de conforto ambiental reconhecerem a abrangência térmica, lumínica, acústica, física e psicológica, aqui será tratada sob o viés térmico e ainda mais objetivamente, pelo enfoque do acúmulo de calor provocado pelo uso e ocupação do solo. Salienta-se que, no atual currículo, a área de Conforto Ambiental conta com quatro disciplinas obrigatórias (Conforto Ambiental 1, 2, 3 e 4), que abordam os assuntos anteriormente mencionados, e três disciplinas eletivas (Tópico Especial em Conforto Ambiental 1, 2 e 3), que abordam a arquitetura bioclimática, os sistemas voltados à sustentabilidade e a avaliação pós-ocupação do ambiente construído, visando à qualidade do ambiente, ao bem-estar do usuário e à eficiência energética.

Interseções entre clima e planejamento urbano

O meio urbano apresenta-se como resultado das diversas intervenções de uma determinada sociedade, em um dado momento histórico, o qual reflete as interconexões de todos os elementos que estiveram presentes em seu processo. Dessa maneira, independente da proposta de estudo, se (re)qualificação, (re)vitalização, urbanização ou (re)novação, ao se debruçar sobre as possíveis intervenções em uma determinada área, deve haver, antes de mais nada, um prévio conhecimento da área de estudo, para poder identificar as suas necessidades. É sempre pertinente inserir o aluno em um contexto urbano e arquitetônico já existente.

Como o clima é fortemente influenciado pelas atividades antrópicas, deve-se observar as características formais e físicas dos elementos que compõem o meio urbano, pois os materiais construtivos, a forma e a organização do espaço, além de outras características, provocam modificações no seu clima geral e de sua região. Assim, o processo contínuo de substituição do ecossistema natural por estruturas artificiais, devido à retirada da vegetação nativa, movimentação de terra e alteração brusca de relevo e a impermeabilização dos solos, ocasiona impactos ambientais em vários níveis, o que possibilita a formação de distintos tipos climáticos locais, segundo Azerêdo (2011, p.54-56).

Mascaró e Mascaró (2010) enfatizam que são as características morfológicas e ambientais que determinam o desempenho microclimático do recinto urbano. Assim, ao se estudar os microclimas urbanos, é possível obter diversas informações que auxiliem os gestores do planejamento urbano, na configuração de novas ocupações e/ou transformações futuras de determinados espaços de uma cidade, seja no controle da poluição do ar, no balanço de energia, dentre outros, a fim de que não se construam espaços insalubres e com baixa qualidade ambiental.

Para subsidiar os projetos de urbanização, Romero (2011) relata que fazem parte do planejamento, a compreensão e a interpretação do clima urbano em geral, das condições ambientais (insolação, iluminação natural, ventos e vegetação), além da configuração urbana e dos efeitos dos condicionantes ambientais (áreas verdes, relevo, massas de ar e de água). Assim, há a necessidade de identificação dos diferentes espaços dentro da cidade, para que seja possível identificar os fatores causadores da diferenciação climática do ambiente, devendo-se considerar as variáveis que compõem os microclimas, em suas várias escalas (MENDONÇA, 2009; FREITAS, 2008). Como exemplo, Seabra (1991 apud MENDONÇA, 2009, p.96) realizou estudos em bairros na metrópole paulistana, em que foi possível observar a existência de 'ecossistemas' singulares por apresentarem "temperaturas mais amenas, arborização, menor densidade de construções e de população". Tal resultado se mostrou contrário aos dos "velhos bairros industriais e operários", com características opostas às citadas anteriormente.

Romero (2011) afirma que as variáveis climáticas que mais influenciam o ambiente construído, devido à transferência de calor, são radiação solar, temperatura do ar exterior e ventilação. Além do que, “os materiais que constituem a superfície urbana possuem capacidade térmica mais alta e são melhores condutores do que os materiais encontrados em superfícies não construídas” (ROMERO, 2011, p. 74). Portanto, no planejamento e organização do espaço urbano, é importante atentar sobre a forma urbana, o traçado, os volumes edificados, os espaços livres não edificados, tecendo a relação da produção da cidade às particularidades do clima e da formação de microclimas.

É necessário que o estudante do curso de arquitetura e urbanismo possa aliar os conceitos apreendidos nas disciplinas de conforto ambiental em seus exercícios acadêmicos e no futuro, em sua vida profissional. Especificamente, em relação ao conforto termo-ambiental, lembra-se que a legislação urbanística, a partir do estabelecimento dos parâmetros construtivos, por zonas, influenciam diretamente os fatores ambientais. A exemplo dos afastamentos, estes permitem ou não a permeabilidade ao vento ou a inserção de vegetação de porte arbóreo, em solo natural, auxiliando na retirada de calor e conseqüente diminuição de temperatura, tão importante para o clima tropical litorâneo quente e úmido, onde a cidade de Recife se insere. Pode-se, também, lembrar aqui a relação existente entre o coeficiente de utilização e a densidade construtiva, que influencia, positiva ou negativamente, na passagem do vento e/ou na redução do acúmulo de calor, em meio urbano e em meio arquitetônico. Quanto ao índice de área verde, determina a absorção de água da chuva e dos raios solares diretos e indiretos, além de possibilitar o plantio de vegetação, de porte arbustivo e arbóreo, provocando a diminuição da temperatura ambiental. Todo esse cenário influencia o conforto ambiental, a qualidade do ambiente, a satisfação do usuário e o consumo de energia não renovável.

A não utilização dos preceitos bioclimáticos no planejamento urbano¹ reflete-se diretamente sobre as cidades, seu entorno e sua população, podendo produzir espaços ambientalmente desconfortáveis. Assim, é essencial reforçar que cada projeto de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo deve considerar as interações com as variáveis climáticas em busca de soluções que visem ao conforto.

1. Há que se ressaltar que facilmente se encontram casos em que os municípios não possuem quadro técnico capaz de gerenciar o planejamento urbano, além do que, pode-se encontrar resistência, por parte dos atores públicos, em se discutir o tema, devido exatamente a essa falta de conhecimento. Aliado a isso, tem-se a ausência de legislações urbanísticas com especificidades à zona climática local. Ressalta-se que é extremamente errôneo pensar que, devido a essa ausência de parâmetros construtivos, deva-se basear o projeto em legislações das cidades circunvizinhas (ou não tanto). Como resultado, a zona urbana cresce, sob o ponto de vista legal, mas não necessariamente com condições que garantam as condições de conforto do ambiente arquitetônico e urbano.

Recomendações Bioclimáticas para o clima tropical litorâneo quente e úmido

Durante o desenvolvimento deste trabalho, tentou-se enfatizar a intrínseca relação existente entre a produção do espaço arquitetônico e do espaço urbano. Toda edificação exerce e recebe influência de seu entorno imediato, não podendo, portanto, ser considerada apenas uma construção isolada. É comum observar que os alunos, muitas vezes, trabalham de maneira restrita, ora a cidade, ora o edifício. Este fato pode se refletir numa prática equivocada e perigosa, levada até sua vida profissional. Em muitos casos, é corrente encontrar soluções propostas por profissionais de arquitetura relacionadas à racionalização de energia aliada ao conforto térmico, sob o enfoque do ambiente interno, apenas, desconsiderando a influência do meio urbano circundante.

A escolha dos pontos de medição reflete sobre essa questão. Devido a isso, pretendeu-se, na análise do espaço urbano a não desvinculação da análise da arquitetura. Assim sendo, as recomendações bioclimáticas aqui expostas referenciam-se não apenas ao contexto urbano, isoladamente, pois o uso e ocupação, através de elementos arquitetônicos, influenciam diretamente os valores das variáveis climáticas verificadas no entorno dessas edificações.

Izard & Guyot (apud FREITAS, 2008, p. 52), relata que “a arquitetura bioclimática é aquela que permite ao edifício beneficiar os ambientes interiores com conforto ao longo das variações das condições exteriores, demandando uma reduzida quantidade de energia com climatização artificial”. Complementando tal afirmação, ele expõe que a aplicação dos princípios climáticos às construções dá-se a partir da utilização de formas, materiais e elementos arquitetônicos e que cada elemento arquitetônico desempenha importante papel na busca do equilíbrio interno em relação às variações externas. Acerca deste tema, destacam Frota e Schiffer (2001, p. 53) que “adequar a arquitetura ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao homem condições de conforto”.

Dentre as características do clima tropical litorâneo quente e úmido, citam-se as seguintes: temperatura do ar e umidade relativa do ar altas, acima de 25°C e 70%, respectivamente; pequenas variações de temperatura durante o dia; dias quentes e úmidos; duas estações: verão e inverno, com pequena variação de temperatura entre elas; ventos dominantes com predominância do sudeste (FROTA e SCHIFFER, 2001). Chama-se à atenção de que os desenhos urbanos e projetos arquitetônicos devem contribuir para diminuir os altos valores de temperatura do ar e de umidade relativa do ar, a fim de inserir os locais em zonas de conforto.

Quanto à adequação da arquitetura ao clima tropical quente e úmido, recomendam-se:

[...] prever aberturas suficientemente grandes para permitir a ventilação nas horas do dia em que a temperatura externa está mais baixa que a interna. [...] proteger as aberturas da radiação solar direta, mas não fazer destas proteções obstáculos aos ventos. [...] as construções não devem ter uma inércia térmica muito grande, pois isto dificulta a retirada de calor interno armazenado durante o dia, prejudicando o resfriamento da construção quando a temperatura externa noturna está mais agradável que internamente (FROTA e SCHIFFER, 2001, p.71).

Também, não se pode deixar de ressaltar a importância da utilização de cores claras nas superfícies externas das edificações, que têm uma maior capacidade de refletir a radiação solar direta e indireta, visando fugir do incremento dos ganhos de calor, através das cores escuras, que absorvem mais essa radiação, e, portanto, aquecem mais o ambiente interno. Do mesmo modo, sugere-se especificar cores claras para as maiorias das superfícies internas. Aliadas à correta tipologia e à morfologia da edificação, tendem a minimizar os ganhos de calor interno, com o máximo aproveitamento da luz solar, obviamente durante o dia, e reduzindo ao período noturno a necessidade de utilização de luz artificial; como consequência, tem-se a obtenção da diminuição do custo energético.

Segundo o Mapa de clima do Brasil (IBGE, 2002), a cidade de Recife se insere na Zona Tropical quente e úmida, com média de temperatura, em todos os meses, acima de 18°C, e com três meses secos. Acerca da morfologia do tecido urbano, Romero (2000) apresenta princípios, para essas regiões tropicais, dentre os quais, podem ser citados:

[...] 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, e ao mesmo tempo em 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 (ROMERO, 2000, p.107-109).

De acordo com Mascaró e Mascaró (2010, p.41) “a cidade deve ser sombreada durante o período quente, limitando-se a incidência dos raios solares em, pelo menos, dois terços da área dos caminhos de pedestres, praças e estacionamentos”. Robinette apud Mascaró (2004) afirma que em grupamentos arbóreos (dispostos, por exemplo, em praças e parques urbanos), a temperatura do ar pode ser de 3°C a 4°C menor que em áreas expostas à radiação solar. Essa diferença de temperatura relaciona-se, também, à distância entre áreas ensolaradas e sombreadas, bem como à especificação das espécies (porte e formato das copas). Quanto maior a densidade, a largura e a altura das copas das árvores, maior o sombreamento das fachadas de edifícios e de vias públicas, assim como maior será o bloqueio à radiação solar direta, ocasionando a

diminuição da temperatura do ar nos ambientes internos das edificações e nos recintos urbanos. Grupamentos heterogêneos contribuem mais com a redução da temperatura, pois há maior absorção da radiação solar, como também, ocorre uma estratificação da temperatura sob a vegetação, conseqüentemente, resulta em menores temperaturas à altura do usuário.

Segundo Rogers (2008, p.50), “em geral, as cidades são de 1°C a 2°C mais quentes do que na zona rural”, o que comprova a necessidade de inserção de vegetação de porte arbóreo, que, a partir do sombreamento, auxilia na redução dos ganhos térmicos dos espaços urbanos, e, conseqüentemente, na diminuição da necessidade de utilização de aparelhos de resfriamento em busca do conforto termo-ambiental. Não se deve esquecer que outras tipologias vegetais (rasteiras, herbáceas e arbustivas) também auxiliam na redução da temperatura.

Todas essas indicações teóricas são referências para procedimentos metodológicos que considerem a relação entre ambiente natural e ambiente construído. Enfatiza-se a necessidade de se trabalhar em conjunto o urbano e o edifício, assim como todas as áreas pertinentes ao curso de arquitetura e urbanismo, incluindo o conforto ambiental. Dessa maneira, as pesquisas contribuem de diversas maneiras, de sua prática, em si, como recurso didático pedagógico, até os seus resultados como construção de base para a análise e a concepção de espaços.

Procedimentos metodológicos – medições das variáveis climático-ambientais

No estudo empírico, foram feitas medições em um recorte urbano, no bairro Casa Amarela, em Recife/PE. Posteriormente, os valores medidos foram comparados aos valores aferidos em Estações Meteorológicas de Referência, a fim de constatar a existência de microclimas urbanos, a partir das diferenças de comportamentos dos elementos climáticos em contextos diversos.

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 auxiliar a identificação da direção do vento. As medições foram feitas em julho de 2013. Foram escolhidas datas próximas ao solstício de verão, em dois turnos, às 9h e às 15h, que, segundo FREITAS (2008, p.29), “são horários internacionalmente tomados como referência para registros meteorológicos”, conforme o fuso horário do local.

Os critérios usados para a escolha dos pontos de medição deveram-se, inicialmente, às especificidades da disciplina integrada ‘Projeto de arquitetura, urbanismo e paisagismo, do curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Pernambuco. A área de estudo dos alunos do segundo período (semestre), que estão em situação regular, aproximadamente 50 alunos, é o

bairro de Casa Amarela. Há ainda cerca de outros dez alunos que têm como área de estudo o bairro da Torre, ambos localizados na cidade de Recife/PE². Outro critério a ser considerado foi a diversidade morfológica e de uso e ocupação do solo, aliada à densidade construtiva, além de quantidade de fluxos de veículos e de pedestres e diversidade de materiais construtivos. Pretendeu-se verificar como se apresentavam as variáveis climático-ambientais em ambientes distintos, em meio urbano e em meio arquitetônico.

Os instrumentos posicionaram-se à altura aproximada de 1,50m do solo e afastados do corpo e de qualquer outro obstáculo, que pudesse, porventura, interferir nos valores registrados (Figura 1). Em cada ponto, houve a necessidade de estabilização dos instrumentos, durante um período de cinco minutos, já considerados suficientes. 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). Ao estabilizar o termohigrômetro, fazia-se a anotação dos valores da temperatura e da umidade relativa do ar.

Figura 1

Posicionamento do guarda-sol em função do termohigrômetro.

Fonte: Ruskin Freitas



Devido ao exíguo tempo destinado à pesquisa empírica, não houve a possibilidade de se construir uma estação meteorológica apropriada a abrigar os dois instrumentos, que deveriam ter sido posicionados à altura exata de 1,50m, e protegidos da radiação solar direta e da chuva. A solução encontrada

2. O bairro da Torre também foi estudado na disciplina de conforto ambiental – térmica, a partir do mesmo método apresentado para o bairro de Casa Amarela. A opção por apresentar neste artigo este último bairro deveu-se a maior complexidade de análise dos pontos e de possíveis propostas.

para a proteção do instrumento Termohigrômetro foi a de utilizar um guarda-sol, revestido, na parte superior, por um tecido acetinado branco, de modo a auxiliar na reflexão dos raios solares diretos (Figura 2), e na parte inferior, por um tecido opaco preto, de modo a impedir a reflexão indireta, a partir de outras superfícies, e evitar o contato direto com o instrumento.

Figura 2

Revestimento do guarda-sol.

Fonte: Ruskin Freitas



Para facilitar a explanação e análise dos resultados, estes foram apresentados a partir da média aritmética das duas medições em cada ponto. Os dados coletados a partir das medições das variáveis climático-ambientais foram comparados aos disponibilizados pela Estação Meteorológica Automática e pela Estação Convencional, ambas do Instituto Nacional de Meteorologia INMET, para o mesmo dia e horário, da cidade de Recife.

Ainda nas visitas a campo, houve a tomada de fotografias, de modo a auxiliar na caracterização dos pontos de medição e de seu entorno.

Apresentação e análise dos resultados

Optou-se por medir em oito pontos para se alcançar maior abrangência espacial do estudo e por serem suficientes dentro do período de uma hora, utilizado como período base para as medições. Realizaram-se duas medições, uma de manhã e uma à tarde, em datas alternadas, em cada ponto, no período das 8h30 às 9h30 e das 14h30 às 15h30. Excetuou-se desse estudo, a realização de medições no horário noturno, período das 20h30 às 21h30. A ênfase foi dada às possíveis alterações dos valores das variáveis climáticas durante o dia, pois não havia equipe para a realização das medições durante a noite.

A localização dos oito pontos de medição está apresentada a seguir (Figura 3).

Figura 3

Localização dos pontos de medição – Casa Amarela, Recife/PE.

Fonte: Imagem – Google Earth.



Para facilitar a caracterização dos pontos e de seu entorno próximo, e assim, a posterior análise comparativa com os valores registrados nas medições das variáveis climáticas, houve a tomada de fotografias que representassem as vistas em perspectiva. Ressalta-se, aqui, que as imagens que representam os pontos 'Mercado' e 'Anexo' são do exterior da edificação, enquanto as medições foram feitas em seu interior (Figura 4).

Figura 4

Pontos de medição e entorno próximo.

Fonte: Ruskin Freitas



P1 - ESTRADA DO ARRAIAL/ CASA AMARELA



P2 - MERCADO DE CASA AMARELA



P3 - PÁTIO DA FEIRA



P4 - CEMITÉRIO



P5 - MERCADO ANEXO



P6 - RUA PADRE LEMOS



P7 - RUA PADRE LEMOS, SOB ÁRVORE



P8 - MERCADO DA SULANCA

A seguir, apresenta-se a caracterização dos pontos de medição sob os aspectos: localização, massa construída/cobertura, uso do solo no entorno, pavimentação, fluxo de pessoas, fluxo de veículos e vegetação urbana (Figura 5).

Figura 5:

Caracterização dos pontos em Casa Amarela – Recife/PE

Fonte: Jaucele Azerêdo. Figura baseada em Carvalho (2006)

Bairro	Entorno	Pontos								
		P1 Casa Amarela	P2 Mercado	P3 Feira	P4 Cemitério	P5 Anexo	P6 Rua Pe Lemos	P7 Árvore	P8 Sulanca	
Casa Amarela	Entorno	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
		localização	cruzamento							
		centro de quadra - rua								
		esquina								
massa construída / cobertura	interior									
	barreira contínua									
	alternância de gabarito									
uso do solo do entorno	livre									
	residencial									
	comercial									
	misto									
pavimentação	público									
	asfalto									
	calçamento									
fluxo de pessoas	concreto									
	intenso									
	médio									
fluxo de veículos	fraco									
	intenso									
	médio									
vegetação urbana	fraco									
	densa									
	média									
	rala									
	inesistente									

Na caracterização dos pontos de medição (Figura 5), anotou-se que todos os pontos se encontravam em zona comercial e/ou pública e que a grande maioria se localizava em ambientes internos e ou cobertos, cuja massa construída ou de cobertura apresentava barreira contínua aos ventos dominantes. Os três pontos localizados na área urbana externa apresentaram intenso fluxo de pedestres e de veículos.

Os resultados das medições das variáveis climáticas, no bairro de Casa Amarela, em Recife/PE, encontram-se apresentados a seguir (Figuras 6 e 7).

Figura 6

Valores dos elementos climáticos observados em Casa Amarela, solstício de inverno/2013.

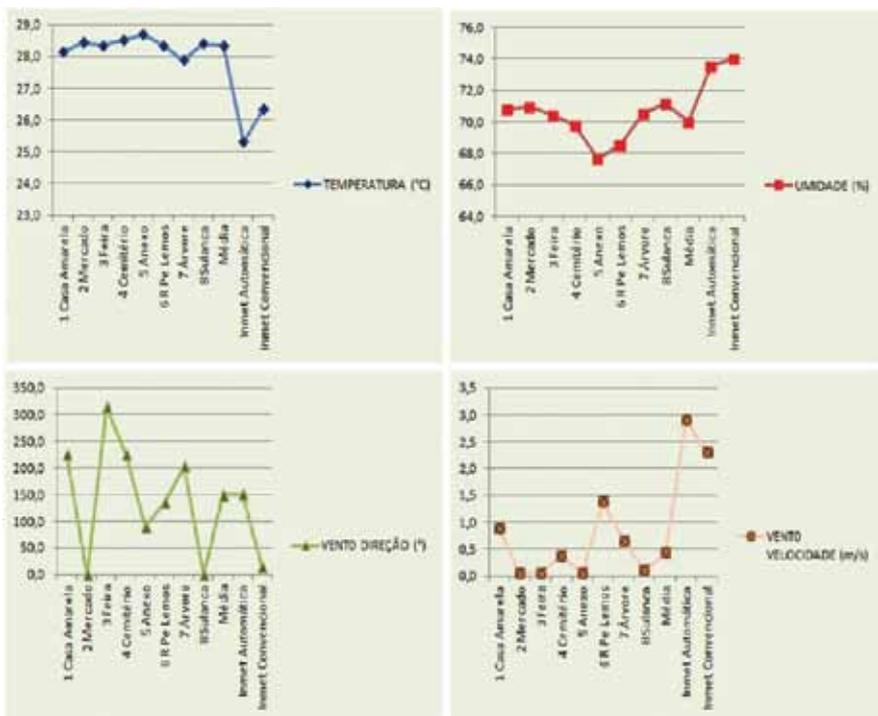
Fonte: Jaucele Azerêdo

PONTOS	TEMPERATURA (°C)	UMIDADE (%)	VENTO	
			DIREÇÃO (°)	VELOCIDADE (m/s)
CASA AMARELA				
1 Casa Amarela	28,2	70,8	225,0	0,9
2 Mercado	28,5	71,0	0,0	0,1
3 Feira	28,4	70,5	315,0	0,1
4 Cemitério	28,5	69,8	225,0	0,4
5 Anexo	28,7	67,7	90,0	0,1
6 Rua Padre Lemos	28,4	68,6	135,0	1,4
7 Árvore	27,9	70,5	202,5	0,7
8 Sulanca	28,4	71,2	0,0	0,1
Média	28,4	70,0	149,1	0,4
Inmet Automática	25,3	73,5	150	2,9
Inmet Convencional	26,4	74,0	16	2,3

Figura 7

Meteograma, valores dos elementos climáticos observados em Casa Amarela, solstício de inverno/2013.

Fonte: Jaucele Azerêdo



Observando os resultados (Figura 6) e (Figura 7), que correspondem à média aritmética dos dois períodos de medição, destaca-se que não houve grande diferença em relação aos valores da temperatura do ar, entre os oito pontos de estudo, portanto, sem significativa diferença entre os extremos entre os pontos 'Anexo' e 'Árvore', que correspondeu a apenas 0,8°C. No ponto 'Anexo' (Figura 5) foi registrado o maior valor da temperatura, igual a 28,7°C, como também, o menor valor da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos dominantes, comprovando a relação de inversibilidade entre as variáveis temperatura do ar e umidade relativa do ar, assim como entre temperatura do ar e velocidade dos ventos.

Chama-se à atenção ao ponto 7, que, apesar de apresentar grande fluxo de veículos e de pedestres, apresentou o menor valor da temperatura, pois se encontrava sob a copa de uma árvore de grande porte³, justificando, assim, o menor valor de temperatura encontrado.

Em todos os pontos localizados no interior das edificações ou sob coberturas muito próximas, adensadas, o registro dos valores da velocidade do vento foi igual a 0,1m/s (Figura 6) e (Figura 7), e com altos valores de temperatura, tornando esses ambientes termicamente desconfortáveis. Nos pontos 'Feira' e 'Sulanca' (Figura 5), o adensamento das barracas, tornava o ambiente escuro, provocando a necessidade de utilização de iluminação artificial, durante todo o dia, favorecendo o agravamento do aumento da temperatura do ar. Ademais, a altura da cobertura, muito próxima à altura de um adulto, em pé, servia como barreira ao vento e incrementava o aumento da temperatura, sobretudo, pela radiação transmitida pela coberta. Além de tudo isso, os materiais construtivos, utilizados nas coberturas das barracas, não favorecem as trocas térmicas, produzindo, conseqüentemente, o desconforto ambiental.

Nos pontos 'Casa Amarela' e 'Rua Padre Lemos' e 'Árvore' registraram-se os maiores valores da velocidade dos ventos, pois estes pontos se encontravam em meio urbano e livres de barreira física. Aqui, foram anotados valores das velocidades do vento de até 3,4 m/s, provocados pelo fluxo de veículos de grande porte, a exemplo de ônibus e caminhões. Ruas e avenidas largas, bem como, a tipologia construtiva, sugerem maiores possibilidades de permeabilidade ao vento e assim, maior perda de calor, através das trocas térmicas, favorecendo o conforto termo-ambiental, no bairro.

O predomínio da direção dos ventos dominantes, para a cidade de Recife, é de sudeste. No entanto, no recorte em Casa Amarela, anotaram-se diversas outras direções, sendo três delas a sudoeste. No ponto 'Mercado', o registro da velocidade do vento foi apenas a partir de ventilação mecânica (uso de um pequeno ventilador), que auxiliava no conforto térmico de um comerciante. Não houve, portanto, o registro da direção, pois não houve ventilação natural. No ponto 'Sulanca', o breve registro do vento deu-se a partir de uma abertura na cobertura, próxima ao ponto de medição. Devido à grande densidade construtiva

3. Nome científico: *Terminalia catappa*; e dentre os nomes populares: sete-copas, amendoira e castanhola.

desse espaço, e à altura mínima da cobertura, não havia possibilidade de permeabilidade a essa variável climática. Assim, foi possível comprovar que a forma urbana e o uso e ocupação do solo alteram a direção e velocidade dos ventos predominantes.

Quando comparados os valores da temperatura do ar dos pontos no recorte em Casa Amarela com os valores disponibilizados pelas estações de referência do INMET (2013a; 2013b), tem-se que a diferença foi de 2,3°C, em relação à estação convencional, enquanto o acúmulo de calor, em Casa Amarela, foi de 3,4°C, em relação à estação automática. Em relação à umidade relativa do ar, os valores registrados pelas duas estações meteorológicas foram maiores que os dos pontos de medição, sendo a maior diferença em relação à estação convencional, igual a 6,3 pontos percentuais. Observando os valores da velocidade dos ventos, a diferença entre o valor de quatro pontos, que registraram a velocidade igual a 0,1m/s e a estação convencional foi de 2,29m/s e entre pontos e a estação automática foi de 2,89 m/s (Figura 6) e (Figura 7). Tais valores comprovam que a forma urbana e o uso e ocupação do solo contribuem com o aumento da temperatura e com a diminuição da umidade relativa do ar e da velocidade dos ventos, favorecendo a formação de microclimas urbanos.

Ressalta-se que as estações meteorológicas de referência devem ser localizadas em zonas com características bastante próximas ao meio natural, com grande percentual de solo permeável, com vegetação e com pouca interferência do meio urbano construído.

Considerações Finais

Há que se ponderar, aqui, que as medições foram realizadas em julho/2013. Em Recife, é período chuvoso, em que são registrados os menores valores de temperatura do ar e maiores valores de umidade relativa do ar e de velocidade dos ventos dominantes. Significa dizer que, caso elas tivessem sido realizadas no período do verão, estação seca, o inverso seria esperado: valores de temperatura mais altos e menores valores de umidade relativa do ar e de velocidade dos ventos.

Durante as medições, alguns comerciantes dos pontos 'Feira' e 'Sulanca' registraram as suas inquietações quanto aos valores encontrados e sugeriram a sua retomada em meses da estação seca, que pudessem comprovar que o desconforto térmico sentido por eles era muito maior do que esse que se apresentava no período das medições.

Ao apresentar os resultados das medições e discutir em sala de aula, os professores e alunos têm a possibilidade de comparar a teoria com a prática, a exemplo de como se comportam as variáveis climáticas, em meio urbano: quando registram, em suas próprias experiências, de onde vem o vento. Apesar de, predominantemente, em Recife, a direção ser de sudeste, constata-se que,

em meio urbano, ele muda de direção a partir da forma urbana. Outro exemplo que pode ser explorado apresenta-se em função da densidade construtiva: quanto maior a densidade de construções, por justaposição das edificações, maior a dificuldade em o vento fluir, assim, maior o acúmulo de calor. Aliado à densidade, o material e a tipologia construtiva inadequada, que tendem a produzir um menor valor do fator solar de radiação visível, exigindo a utilização de energia elétrica, além de ventilação mecânica, aumentando o custo de operacionalização do ambiente interno.

Dessa maneira, acredita-se estar cumprindo com os princípios do processo acadêmico, relativos ao ensino, à pesquisa e à extensão, uma vez que também é dada uma contribuição prática às necessidades dos espaços e de seus usuários. Contribui-se, também, com a formação das habilidades do futuro egresso em arquitetura e urbanismo, quanto ao entendimento das condições climáticas e energéticas, ao domínio das técnicas a elas associadas, da mesma forma que a atividade de pesquisa e de análise de dados contribui para a avaliação dos impactos ambientais para a compreensão sobre equilíbrio ecológico e desenvolvimento sustentável, além de construir referenciais para a concepção de projetos de arquitetura, de urbanismo e de paisagismo.

Agradecimentos

Aos alunos bolsistas Jonatha Silva (monitor da disciplina de Conforto Ambiental II), Artur Paulo Schimbergui Sandes de Melo (Iniciação Científica - PIBIC) e Joana Souza e Raul Xavier (mestrandos do curso de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano – MDU da Universidade Federal de Pernambuco), que colaboraram com as medições das variáveis climático-ambientais.

Referências

AZERÊDO, J. **Microclimas Urbanos**: estudo bioclimático em bairros litorâneos, João Pessoa/PB. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Urbano/Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

CARVALHO, H. J. M. **Metodologia para a análise das interações entre a forma urbana e o clima**: aplicação a uma cidade brasileira de clima litorâneo com baixa latitude. Tese de Doutorado. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

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

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo**. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mapa de Clima do Brasil**. Diretoria de Geociências. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: <http://ftp.ibge.gov.br/mapas_tematicos/mapas_murais/clima.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Consulta dados meteorológicos da estação convencional**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sim/sonabra/dspDadosCodigo.php?ODI5MDA=>>>. Acesso em: 9 e 10 jul. 2013a.

_____. **Consulta dados meteorológicos da estação automática**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/sonabra/dspDadosCodigo.php?QTMwMQ=>>>. Acesso em: 9 e 10 jul. 2013b.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: FINEP e UFRGS, 2010.

_____. **Ambiência urbana**. Urban environment. Porto Alegre: +4 Editora, 2004.

MENDONÇA, F. Clima e planejamento urbano em Londrina. Proposição metodológica e de intervenção urbana a partir do estudo do campo termohigrométrico. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (orgs.). **Clima urbano**. São Paulo: Contexto, 2009.

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

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura do lugar**: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília. São Paulo: Nova Técnica Editorial, 2011.

_____. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: ProEditores, 2000.