

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA MEDIÇÕES EM PONTOS FIXOS NA ÁREA URBANA

Angelina Costa (1); Lucila Labaki (2); Virgínia Araújo (3)

(1) Doutoranda - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UNICAMP - Campinas/SP - Brasil

e-mail: angelina@fec.unicamp.br

(2) Orientadora - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UNICAMP

(3) Co-Orientadora - Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo – UFRN

1 INTRODUÇÃO

Um dos desafios atuais na área de pesquisa em clima urbano refere-se à padronização de procedimentos de coleta de dados e análise dos mesmos (OKE, 2005); o que envolve nomenclaturas, métodos de trabalho e análise, de forma que a transmissão da tecnologia desenvolvida possa ser melhor compreendida e aplicada para as diversas realidades. Essa é uma preocupação também brasileira que detém diversos grupos de estudo na área de clima urbano se consolidando, só que trabalhando muitas vezes de forma isolada.

Assis (2005) apresenta uma revisão crítica das abordagens do clima urbano no Brasil, buscando identificar os avanços dos resultados para aplicações no planejamento e projeto urbano. Identifica que nas últimas duas décadas, houve um aumento do número de trabalhos na área, contudo, com poucas contribuições aos estudos dos climas tropicais, uma vez que poucas pesquisas tratam da modelização base aos estudos exploratórios que podem subsidiar a tomada de decisão em planejamento e projeto urbano. A autora constata avanços na abordagem preditiva da influência da geometria urbana e da inércia térmica, na variação dos parâmetros de temperatura e umidade do ar; na avaliação da ventilação urbana na dispersão de poluentes atmosféricos, bem como na consideração do conforto térmico do usuário em área externa; mas salienta que a maior parte desses modelos são empíricos, o que restringe sua aplicação generalizada.

O estudo do clima urbano é relativamente novo, e os modos de investigação ou a prática empregada neste tipo de estudo podem envolver: conceitualização, elaboração de teorias, observações de campo, modelagem (estatística, de escala e numérica), validação de modelos, aplicação no design urbano e no planejamento, impactos de assentamento (pós-implementação), programa de desenvolvimento e modificação. Algumas dessas vertentes já estão largamente estudadas, no entanto, as quatro últimas da lista ainda têm muito a desenvolver.

O advento recente da IAUC – *Internacional Association for Urban Climate* representa um esforço no desempenho desse papel, através da promoção de eventos científicos e publicação de trabalhos na área. Contudo, a complexidade do assunto se agrava na falta de uma linguagem comum que resulte em propostas exequíveis de planejamento e desenho urbano adequados ao clima de cada localidade, o que poderia trazer como benefício principal o conforto térmico para os habitantes.

2 OBJETIVO

Nesse sentido, o objetivo deste artigo é levantar uma discussão metodológica para alguns procedimentos de trabalho de campo que possam ser aplicados em áreas urbanas de localidades com baixa latitude e clima quente e úmido.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Diversas metodologias são aplicadas para realizar estudos sobre as variações climáticas urbanas, dentre elas combinações entre dados das estações meteorológicas ou medidas em pontos fixos, medidas móveis tomadas por meio de transectos, uso de sensoriamento remoto e desenvolvimento de modelos matemáticos.

A medição em pontos fixos, correlacionada com diversos parâmetros urbanos foi analisada por diversos autores em cidades brasileiras, dentre os quais destacam-se: Souza (1996) em São Carlos/SP; Katzschner et al. (1999) em Salvador/BA; Duarte (2000) em Cuiabá/MT; Pezzuto; Labaki; Francisco Filho (2005) em Campinas/SP; e Costa (2003) em Natal/RN. Já no âmbito internacional têm-se trabalhos bastante atuais, como Bai; Mikami (2006), Heisler et al. (2006) e Drebs Vадja, Tuomenvista (2006), dentre outros.

Em virtude do tamanho, da densidade e do trânsito da área estudada torna-se inviável trabalhar com registro de medidas móveis e uma opção possível é coletar dados das variáveis ambientais em pontos fixos da cidade. No entanto, são necessários alguns cuidados na escolha dos pontos de coleta, tais como: a segurança requerida para a permanência dos equipamentos registradores; a adequada distribuição e regularidade espacial dos pontos na cidade, e a necessidade de se situar os pontos de coleta ao ar livre; a diversidade de tipologias morfológicas no entorno de cada ponto, de forma a se compreender grande parte da existente na cidade; a facilidade de acesso aos pontos; a padronização tanto para a fixação dos equipamentos quanto em relação às próprias características do entorno imediato; a não interferência da atividade humana nos horários de medição, a garantia de que os pontos de coleta não terão suas estruturas físicas alteradas no intervalo entre as tomadas de campo; a possibilidade de repetição dessa metodologia em áreas de clima semelhante.

Levando-se em consideração todos esses fatores uma alternativa adequada é a colocação dos equipamentos em terrenos ocupados por torres de telefonia celular, que atende a todas essas exigências e esse tipo de construção civil e de tecnologia encontrar-se presente na maioria das cidades brasileiras nos dias atuais.




Escolhidos os pontos deve ser então realizado um planejamento experimental com a participação de estatísticos objetivando assegurar a acuracidade e real distribuição dos dados a serem coletados, de acordo com a realidade climática do local. Tomando-se como base o clima quente úmido, presente em grande parte do litoral nordestino, é necessário se coletarem medidas de campo em 2 épocas distintas: a seca (em geral entre outubro a março) e a chuvosa (de abril a setembro). Os registros devem contemplar dias de semana e fim de semana devido ao comportamento das atividades antrópicas e de tráfego urbano apresentarem diferenças entre esses dias, e caracterizarem dias cujos comportamentos climáticos sejam “típicos” de cada período. Em geral 07 dias são suficientes, mas quanto mais dados se coletar, mais precisamente se dará a análise estatística.

Em virtude do tipo de equipamento e da sua capacidade armazenadora é que se definem os horários de coleta de dados, que devem ser feitas pelo menos de 1h em 1h para a temperatura do

ar e umidade relativa do ar e de 10min em 10min para dados de vento. A quantidade de pontos de coleta varia em função principalmente da disponibilidade de equipamentos, mas para cidades costeiras, onde a influência marinha com seu efeito termo-regulador torna reduzidas às amplitudes diárias, as medições efetuadas durante um certo intervalo de tempo podem ser consideradas simultâneas (GARCÍA, 1999). Esse fato leva a considerar ainda a importância da medição de dados de vento (velocidade do ar e direção dos ventos) para o tipo de clima pesquisado, que é imprescindível; aliado a medição de temperatura do ar e umidade relativa do ar.

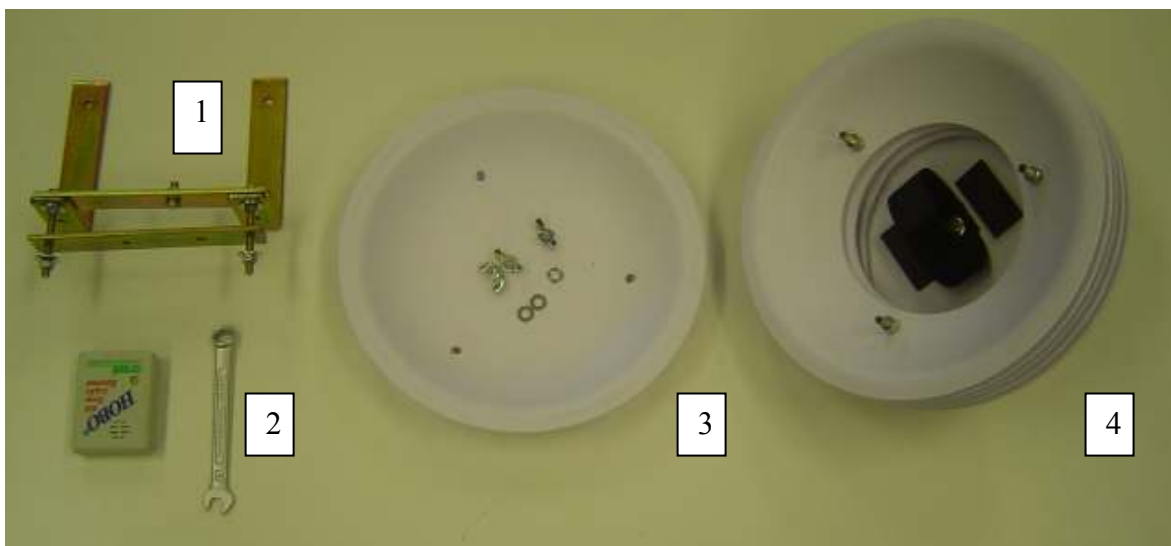
Equipamentos registradores do tipo *loggers* são de fácil manuseio e relativamente acessíveis, podendo ser empregados para essas coletas, tais como ilustra-se na Tabela 01.

Tabela 1 – Alguns equipamentos registradores de dados ambientais

EQUIPAMENTO	FABRICANTE	FIGURA	ESCALA	PRECISÃO
Testo 175-177	Testo		-10 ⁰ C a 50 ⁰ C 2% a 98%	+/- 0,5 ⁰ C e +/- 3%
Hobo H8	Onset Technical Support		-20 ⁰ C a +70 ⁰ C 0% a 95%	+/- 0,7 ⁰ C +/- 5%
Estações Meteorológicas	Davis		-40 ⁰ C a 65 ⁰ C	+/- 0,5 ⁰ C +/- 3%

Fonte: Elaboração própria a partir dos manuais dos equipamentos

Considerando que a medição na área urbana sofre interferência do volume do entorno, é importante situar o ponto de coleta a céu aberto, o mais livre de obstáculos possível e para isso, torna-se imprescindível o desenvolvimento de uma proteção para abrigar o equipamento registrador. Um modelo bastante simples e eficiente foi desenvolvido para uma pesquisa de Doutorado em andamento (COSTA; LABAKI, 2006) desenvolvida no Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada – LACAF/ UNICAMP, com o auxílio dos técnicos responsáveis (Figura 1). Está baseada no modelo de abrigo meteorológico padrão.



Legenda (da esquerda para direita): 1 – Abraçadeira parafusada para fixar proteção na escada/ 2 – Equipamento registrador de temperatura e umidade relativa do ar/ 3 – “Tampa” plástica para vedação da estrutura de proteção, parafusada/ 4 – Conjunto de pratos plásticos brancos opacos vazados com velcro para colocação do equipamento.

Figura1 – Elementos componentes da proteção para equipamentos

A proposta final atende aos seguintes requisitos:

- O equipamento dentro da proteção tem o sensor de medição devidamente ventilado,
- O equipamento fica livre da radiação solar direta durante todo o dia,
- A parte plástica da proteção é capaz de suportar o calor sem se deformar, mas as peças em ferro quando se oxidarem devem ser substituídas,
- A proteção não absorve muito calor em virtude de seu material, branco e plástico,
- A proteção é desmontável e empilhável, além de fácil de montar e barata.

Como em todos os terrenos tem escada de segurança de acesso à torre, esse tornou-se um local adequado à colocação da proteção com o equipamento, fixada à 1,5m-2m da base, altura recomendada para estudos em conforto térmico humano (Figuras 2 e 3).



Figura 2 e 3 – Fotografias do

equipamento instalado na escada e detalhe de fixação.

Outro fator importante a considerar é a determinação da área de influência daquele ponto medido como representante de uma realidade espacialmente mais abrangente.

Para Oke (2004) a área de influência captada pelo sensor não é um raio simétrico – é uma elipse, sendo maior no caminho do vento. O círculo de influência da temperatura do ar e umidade relativa do ar tem um raio de 0,5km em média dependendo do grau de densidade da área.

Já Grimmond (2006) defende que a área de influência de uma medição é função da variável em observação, do método que é utilizado na medição, da localização do equipamento, da natureza da superfície do lugar observado, e em alguns casos das condições meteorológicas.

Para a definição da área que seria adotada, foi considerado o raio de 150m, estabelecido por Katzschner (2002) para a unidade climática local, nas direções Norte e Oeste a partir do ponto de coleta, e para as direções Sul e Leste foi considerado um raio de 350m, de forma que o raio resultante fosse de 500m (ou 0,5km defendido por Oke); na intenção de incluir aí a questão da importância da ventilação como amenizador climático para o clima estudado, predominantemente Sudeste para a cidade.

É consenso na literatura, que para o clima quente e úmido o tipo de forma urbana encontrada no caminho do vento (a barlavento) influencia mais significativamente as possíveis alterações microclimáticas no ponto de coleta do que a forma urbana situada a sotavento desse ponto. A figura 4 detalha melhor a composição da área. Esse procedimento considera então uma área de $0,31\text{km}^2$ no entorno de cada ponto para estudo das variáveis físicas.

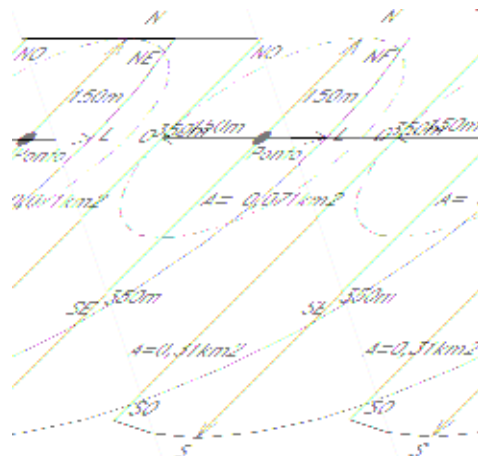


Figura 4 – Composição da área de análise do entorno de cada ponto medido

4 RESULTADOS

A metodologia de medição em pontos fixos apresentada foi testada em uma pesquisa de Doutorado em andamento. A opção por localizar os pontos de medição em terrenos de torres de celular (*sites*) foi acertada e pode permitir a repetição dessa metodologia em outras cidades com mesmo tipo de clima. Os equipamentos não foram colocados em risco quanto à sua segurança e a diversidade de uso do solo encontrada permitiu cumprir o objetivo da pesquisa em ter áreas estudadas com diferentes tipos de ocupação; além disso, houve controle bastante rigoroso do experimento dada as condições semelhantes de exposição para todos os equipamentos envolvidos.

Assim, a metodologia proposta para medição em pontos fixos localizados em torres de celular mostra-se viável a estudos em climatologia urbana – talvez seja um passo para a padronização de procedimentos de campo, requerida e levantada por OKE (2005) como necessária e urgente.

5 REFERÊNCIAS

ANGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

ANGULO, S. C. et al. Characterisation and recyclability of construction and demolition waste in Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE ENVIRONMENTAL AND TECHNICAL IMPLICATIONS WITH ALTERNATIVE MATERIALS, 5., 2003, San Sebastian. **Proceedings...** San Sebastian: ISCOWA/INASMET, 2003. p. 209-218.

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil**: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102 f. Tese (Livre-Docência em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BAI, Yingjiu; MIKAMI, Takehiko. Measurement and mitigation of urban heat island in Shanghai, China. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE. 6, Göteborg. **Preprints**...Göteborg: IAUC, 2006. p. 362-365.

COSTA, Angelina D. L. **Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos**: Uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN. Natal, 2003. 179p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

DREBS, Archim; VADJA, Andréa; TUOMENVISTA, Heikki. Air temperature gradient studies in Helsinki metropolitan area during 2002-2006. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 6, Göteborg. **Preprints**... Göteborg: IAUC, 2006. p. 736-738.

DUARTE, Denise Helena Silva. **Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental**. São Paulo, 2000 (Tese de doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2000. 278p.

GARCÍA, Maria C. M. **Climatologia Urbana**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 1999. Textos Docents – 160.

GRIMMOND, C.S.B. Progress in measuring and observing the urban atmosphere. In: **Theoretical and Applied Climatology**. Áustria: s. ed., 2006. v. 84, 3-22.

HEISLER, Gordon et al. Land-cover influences on air temperature in and near Baltimore, MD. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE, 6, Göteborg. **Preprints**. Göteborg: IAUC, 2006. p. 392-395.

KATZSCHNER, L., FREIRE, T., NERY, J., CARVALHO, L. Urban Climate Study of Salvador: Thermal Comfort Pattern In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO II ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, Fortaleza, 1999. **Anais**... Fortaleza: ANTAC, 1999.

KATZSCHNER, Lutz; BOSCH, Ulrike; ROTTGEN, Mathias. Behaviour of people in open spaces in dependency of thermal comfort conditions. In: INTERNACIONAL CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE – PLEA, 19, France, 2002. **Proceedings**...France: James & James Ltd., 2002, p.411-415.

PEZZUTO, Cláudia C.; LABAKI, Lucila C.; FRANCISCO FILHO, Lauro. Distribuição horizontal da temperatura do ar em uma região central na cidade de Campinas, SP In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 7, Maceió, 2005. **Anais**... Maceió: UFAL - ANTAC, 2005. p.1499-1506.\

OKE, T.R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **IOM Report, TD**. in press, World Meteorological Organization, Geneva, 2004.

OKE, T. R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**. Austria: 2005.

SOUZA, Léa Cristina Lucas de. **Influência da geometria urbana na temperatura do ar ao nível do pedestre**. São Carlos, 1996 Tese (Doutorado em Engenharia) – EESC, Universidade de São Paulo, 1996.