



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

CARACTERIZAÇÃO TÉRMICA DE PADRÕES DE OCUPAÇÃO EM SALVADOR - ESTUDOS DE CASO: NORDESTE DE AMARALINA E PITUBA

Joana Morais (1); Telma Andrade (2); Jussana Nery (3)

(1) Engenheira Civil, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental Urbana,
joanadarc.morais@gmail.com

(2) Doutora, Professora do Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana/UFBA; Diretora de Fortalecimento Tecnológico da Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação – SECTI/BA, cortes@ufba.br.

(3) Mestre, Professora da Faculdade de Arquitetura/UFBA, jmfgn@terra.com.br.

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Laboratório de Conforto Ambiental, Rua Caetano Moura 121, Federação. CEP 40.210-340. Salvador/BA Tel.: (71) 3283-5895.

1. INTRODUÇÃO

O processo de urbanização crescente tem como consequências alterações no clima local que interferem de forma negativa no conforto térmico e na qualidade ambiental urbana. A redução de áreas verdes, os padrões de ocupação do solo e a impermeabilização excessiva das superfícies são apontados como fatores que influenciam fortemente as mudanças climáticas no ambiente das cidades, percebidas, principalmente, pelo aumento da temperatura nas áreas mais adensadas, fenômeno conhecido como ilha de calor urbana. Estudos desenvolvidos por Katzschner (2006) apontam que no futuro a qualidade de vida da população das cidades será afetada com mais frequência e intensidade e por períodos mais longos devido ao aumento da temperatura, intensificado pelos efeitos da ilha de calor urbana. Em Salvador, Nery et al (2003) mostraram que áreas com maior densidade construtiva tendem a possuir maiores médias de temperatura em relação às áreas com menor densidade.

O estudo da relação entre os padrões de ocupação e as condições térmicas no ambiente urbano baseia-se na análise de fatores determinantes do conforto térmico, que são classificados em fatores pessoais (atividade metabólica e vestuário) e fatores ambientais, (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e umidade relativa). A partir dos valores dessas variáveis, pode-se obter o índice de conforto das pessoas na área urbana. O índice de conforto térmico *Physiological Equivalent Temperature* – PET (°C), proposto por Mayer e Höppe (1987), foi utilizado neste trabalho para avaliar os níveis de conforto nas áreas de estudo.

Esta pesquisa está sendo realizado na cidade de Salvador-BA, em duas áreas vizinhas, mas com padrões de ocupação totalmente diferenciados: Nordeste de Amaralina e Pituba. O Nordeste de Amaralina representa uma ocupação desordenada e a Pituba, uma ocupação planejada.

A pesquisa foi norteadada pelos estudos anteriores realizados por Nery et al (1997), Andrade et al (2002; 2003; 2004; 2005), Moura et al (2006), Fé et al (2007), para a cidade de Salvador-BA.

2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo estudar a relação entre as condições térmicas e o padrão de ocupação de duas áreas da cidade de Salvador/BA, situadas em regiões contíguas, mas com distintas características de ocupação do solo.

3. MÉTODO

A metodologia utilizada neste trabalho consiste das seguintes etapas: análise dos índices urbanísticos das áreas de estudo; avaliação das condições térmicas dos locais; e a comparação entre o desempenho térmico das duas áreas.

A análise dos índices urbanísticos foi feita utilizando-se mapas da base cartográfica da cidade de Salvador (CONDER, 2010), imagens de satélite, programas de CAD e observações nos locais. Foi delimitado um círculo de 100 metros de raio em cada área, para estudo das variáveis urbanísticas. Em seguida foi consultada a Lei de Ordenamento, Uso e Ocupação do Solo de Salvador – LOUOS (PREFEITURA, 2001), para comparar os índices urbanísticos definidos para as áreas estudadas com os valores encontrados.

Para avaliar as condições térmicas das áreas de estudo, foi definido um ponto interno em cada círculo para medição das variáveis climáticas. Cada série de medições foi realizada nos dois locais simultaneamente, em um único dia, das 8 horas às 20 horas. As variáveis climáticas medidas foram: temperatura do ar – Ta (°C), umidade relativa do ar – UR (%), temperatura de globo - Tg (°C) e velocidade do vento – VV (m/s). Os equipamentos utilizados nas medições e suas respectivas funções são apresentados na Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Equipamentos utilizados nas medições e suas funções

Equipamento	Função
a) Mini-Estação Meteorológica modelo WID600	Medir: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e pressão atmosférica (hPa).
b) Data logger HOBO, U12-012, ONSET	Medir: temperatura do ar (°C) e umidade relativa do ar (%).
c) Termômetro de globo cinza (40 mm)	Medir temperatura de globo (°C).
d) Termo Anemômetro Digital modelo MINIPA MDA11	Medir velocidade do ar (m/s).

Os dados medidos foram tratados e analisados, assim como os valores calculados de temperatura radiante média – Trm (°C) e do índice PET (°C). A Trm (°C) foi calculada de acordo com a Equação 1, estabelecida pela ISO 7726 (1998), baseada em valores de temperatura de globo cinza de 40mm, temperatura do ar e velocidade do ar (THORSON et al., 2007).

$$T_{rm} = [(Tg + 273)^4 + \frac{1.1 \times 10^8 V_a^{0.6}}{\varepsilon D^{0.4}} \times (Tg - T_a)]^{1/4} - 273 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Tg = temperatura de globo (° C)

Va = velocidade do ar (m/s)

Ta = temperatura do ar (° C)

ε = emissividade do globo (adimensional)

D = diâmetro do globo (m)

Para o cálculo do índice de conforto, PET (°C), utilizou-se o programa Rayman 1.2 (2000), desenvolvido pela Universidade de Freiburg – Alemanha, tendo sido considerado um indivíduo padrão estabelecido por Souza (2010) para Salvador/BA.

A base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET foi utilizada para comparação com os valores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do ar medidos nas áreas de estudo.

A comparação entre o desempenho térmico das duas áreas foi feita através de gráficos gerados a partir da análise descritiva dos resultados obtidos em cada local.

4. RESULTADOS PARCIAIS

4.1 Análise dos índices urbanísticos das áreas de estudo

As variáveis urbanísticas consideradas para análise foram: Área do Lote, Índice de Ocupação (IO), Índice de Utilização (IU), Índice de Permeabilidade (IP) e Recuos. Os valores máximo, mínimo e a média de cada variável, obtidos nas áreas estudadas, assim como os índices da LOUOS, são apresentados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Índices urbanísticos levantados na Pituba.

ÍNDICES URBANÍSTICOS LEVANTADOS NA PITUBA								
VALORES DE REFERÊNCIA	ÁREA DO LOTE (m²)	I.O. (%)	GABARITO (m)	I.U.	I.P. (%)	RECUOS (m)		
						FRONTAL	LATERAL	POSTERIOR
MÁXIMO	1.858	100	36	10	46	7,0	5,0	18,0
MÉDIA	565	65	12	2	2	2,0	1,0	2,0
MÍNIMO	258	0	0	0	0	0,0	0,0	0,0
LOUOS	450	50	45	2	20	4	1,5	2,5

Tabela 3 – Índices urbanísticos levantados no Nordeste de Amaralina.

ÍNDICES URBANÍSTICOS LEVANTADOS NO NORDESTE DE AMARALINA								
VALORES DE REFERÊNCIA	ÁREA DO LOTE (m ²)	I.O. (%)	GABARITO (m)	I.U.	I.P. (%)	RECUOS (m)		
						FRONTAL	LATERAL	POSTERIOR
MÁXIMO	636	100	15	4	87	11,4	4,2	16,8
MÉDIA	168	69	9	2	4	2,0	0,4	1,6
MÍNIMO	34	0	6	0	0	0,0	0,0	0,0
LOUOS	360	45	12	1,5	20	4,0	1,5	2,5

Os valores destacados nas Tabelas 2 e 3 foram os índices comparados com os índices de referência da LOUOS. Analisando-se as duas áreas, observa-se que ambas não atendem à legislação urbanística. Apenas no item “gabarito”, a Pituba apresentou conformidade nesta área estudada. O índice de ocupação (IO), além de apresentar uma média superior aos índices máximos estabelecidos, ainda ocorrem situações com 100% de ocupação. No entanto, o item mais crítico foi o índice de permeabilidade (IP), que apresentou valores mínimos de 0% e médias bem inferiores ao índice mínimo de 20% estabelecido na lei. Porém, o contraste mais visível entre as duas áreas é o tamanho dos lotes. Verifica-se que na Pituba os lotes são bem mais amplos com áreas que variam de 258 m² a 1.858 m² e média de 565 m², enquanto no Nordeste de Amaralina, os lotes variam de 34 m² a 636 m² e a área média é de 168 m². Este resultado é uma demonstração da diferença de ocupação entre as duas áreas.

4.2 Avaliação das condições térmicas dos locais

Os resultados da análise descritiva dos dados obtidos a partir das medições das variáveis climáticas nas campanhas 1 e 2, representados através de gráficos, demonstram parcialmente o desempenho térmico e as condições de conforto térmico das duas áreas. Nas Figuras 1 a 4 são apresentados os resultados de Ta (°C) e do índice de conforto PET (°C), relativos às campanhas 1 e 2.

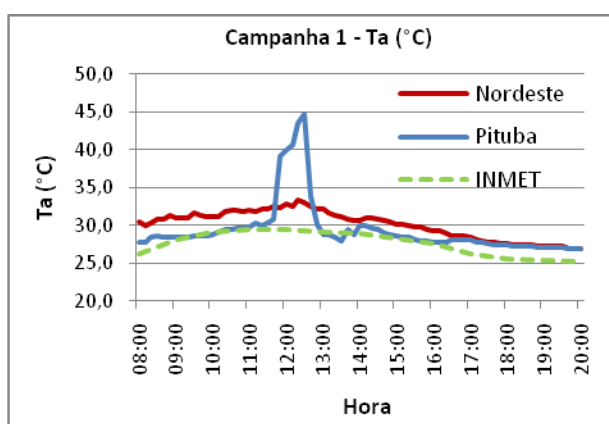


Figura 1 – Série de valores de temperatura do ar (°C), medidos na Pituba, no Nordeste de Amaralina e no INMET - C1

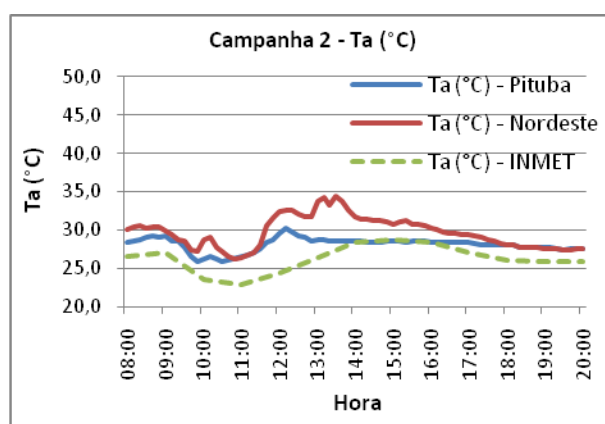


Figura 2 – Série de valores de temperatura do ar (°C), medidos na Pituba, no Nordeste de Amaralina e no INMET - C2.

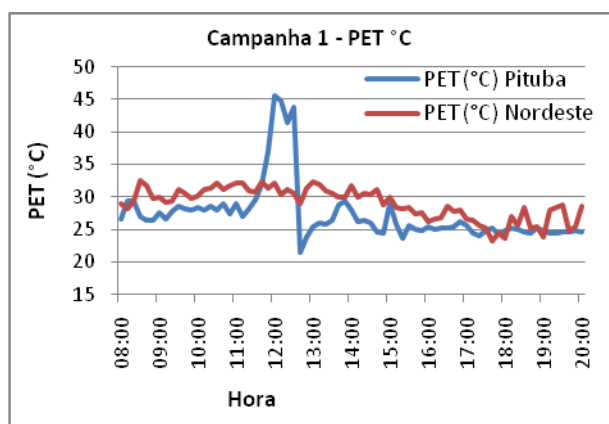


Figura 3 – Série de valores calculados de PET (°C), para a Pituba e Nordeste de Amaralina – C1.

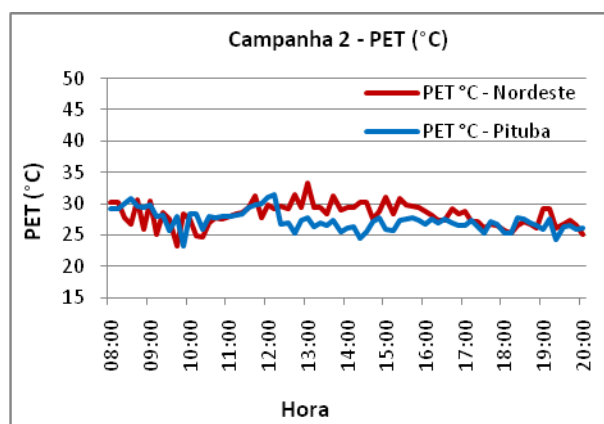


Figura 4 – Série de valores calculados de PET (°C), para a Pituba e Nordeste de Amaralina – C2.

A análise preliminar dos resultados aponta para uma condição térmica mais desfavorável no Nordeste de Amaralina em relação à Pituba, com valores de Ta (°C) e PET (°C) maiores na maior parte do período,

nas duas campanhas. No entanto, na campanha 1, ocorreram observações atípicas na Pituba, no intervalo em torno de 12 h, com um aumento brusco da temperatura do ar que refletiu no valor do PET (Figuras 1 e 3). Atribuiu-se a causa desta discrepância à exposição direta dos equipamentos ao sol nesse intervalo de tempo. As observações atípicas distorcem a verdadeira estrutura dos dados e devem ser desconsideradas no tratamento estatístico posterior. Na campanha 2, ocorreram chuvas em alguns intervalos no período da manhã, causando irregularidade nos dados de Ta (°C) e PET (°C). Após o meio dia as condições climáticas foram estáveis, resultando em dados mais regulares (Figuras 2 e 4).

Com relação aos dados de temperatura do ar obtidos da Estação do INMET, observa-se que estes apresentam em geral valores mais baixos do que os registrados nas áreas de estudo. Ressalta-se que o local onde se encontra instalada a Estação do INMET em Salvador, é uma área livre, bem arborizada e sem construções no entorno.

A análise dos dados terá continuidade através de tratamento estatístico. Espera-se que os resultados conduzam ao objetivo definido para esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Telma C. Quadros et al. Conforto Ambiental e Conservação de Energia no Ambiente Construído. Revista baiana de tecnologia (TECBAHIA), Salvador, v.17, n.3, p.29-33, set/dez. 2002.
- ANDRADE, Telma Côrtes Quadros de ; FREIRE, Tereza ; NERY, J. M. F. G. ; KATZSCHNER, L. . Thermal Comfort and urban climate of the tropical city os Salvador, Bahia. TecBahia - Revista Baiana de Tecnologia, Salvador, v. 17, n. 3, p. 34-45, 2003.
- ANDRADE, T. C. Q. ; KATZSCHNER, L. ; FREIRE, T. M. M. ; NERY, J. M. F. G. . A method to derive thermal comfort conditions for a tropical city. In: The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2004, Eindhoven. Plea2004 - The 21th Conference on Passive and Low Energy Architecture, 2004. v. 1. p. 19-22.
- ANDRADE, T. C. Q. ; NERY, J. M. F. G. ; FREIRE, T. M. M. ; FE, D. S. ; MOTA, Luzia Matos ; SANTANA, M. J. A. . Conforto térmico em biblioteca em clima tropical úmido. In: VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005, Maceió. Anais do VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, 2005. v. 1. p. 55-64.
- COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO URBANO DO ESTADO DA BAHIA (CONDER). Mapa Digital. Disponível em: <<http://www.informs.conder.ba.gov.br/>>. Acesso em: 05 mar 2010
- FE, D. S. ; ANDRADE, T. C. Q. ; SANTANA, M. J. A. ; NERY, J. ; FREIRE, T. M. M. ; OLIVEIRA, I. B. Índices de Conforto Térmico: Avaliação para Clima Quente e Úmido. Anais da Biblioteca Nacional, v. 01, 2007. p. 697-706.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 26/11/2010; 27/01/2011
- INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STARDARDIZATION. **Ergonomics of the thermal environment – Instruments for measuring physical quantities, ISO/DIS 7726**. Genebra, 1998
- KATZSCHNER, L. Microclimatic thermal comfort analysis in cities for urban planning and open space design. In: Network for Comfort and Energy use in Buildings (NCUB), Comfort and Energy Use in Buildings, London, 2006.
- MAYER, H.; HÖPPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. Theoretical and Applied Climatology, v. 38, p. 43-49, 1987.
- MOURA, T.; NERY, J.; ANDRADE, T.; KATZSCHNER, L. Mapeando as condições de conforto térmico em Salvador. In: RUA – Revista de Arquitetura e Urbanismo. Salvador, v.1, n.9, jan/jun 2006. p. 44-49
- NERY, J.; ANDRADE, T.; LIRA, I. Temperatura do ar e padrões de ocupação em Salvador. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NOAMBIENTE CONSTRUÍDO, Curitiba, 2003. *Anais...* São Paulo: ANTAC/PUC-PR, 2003, p. 624-631. CD-ROM.
- NERY, J. et al. Primeira Aproximação para Estudo de Clima Urbano em Salvador. In: IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Salvador. Anais. FAUFBA/LACAM-ANTAC, p 124-128. 1997.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. **Lei do Ordenamento do Uso e da Ocupação do Solo de Salvador – 3.377/1984**. Salvador: Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente / Fundação Mário Leal Ferreira, 2001. CD-ROM.
- RAYMAN: software livre. Versão 1.2, desenvolvida por MATZARAKIS, A.; RUTZ,F.; MAYER,H. Meteorological Institute of the University of Freiburg, Germany, 2000. Disponível em: <<http://www.urbanclimate.net/rayman>>. Acesso em: 23 set. 2009.
- SOUZA, S.H.M. de. Avaliação do desempenho térmico nos microclimas das praças: Piedade e Visconde de Cayrú, Salvador/BA. Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental Urbana. EPUFBA. 2010
- THORSON, S.; LINDBERG, F.; ELIASSON, I.; HOLMER, B. Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting. International Journal of Climatology, n. 27, p. 1983 – 1993, 2007.