

OCUPAÇÃO DO SOLO E MICROCLIMAS EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SP

Érico Masiero(1); Léa Cristina Lucas de Souza (2)

(1) Arquiteto, Doutor em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos, SP e Professor do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Araraquara - UNIARA, ericomasio@yahoo.com.br

(2) Professora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, SP, leacrist@ufscar.br

RESUMO

Este trabalho objetiva apresentar uma metodologia de diagnóstico microclimático na cidade de São José do Rio Preto, SP, e investigar o comportamento de quatro Zonas Climáticas Locais, através da análise da variação de temperatura do ar, da umidade absoluta e da amplitude térmica noturna e diurna. Uma campanha de levantamento de dados referentes a quatro diferentes zonas climáticas locais foi desenvolvida ao longo de dois dias consecutivos, com o intuito de se detectar os principais agentes de influência microclimática. Tais informações subsidiaram a discussão de possíveis estratégias de intervenções espaciais nos locais que apresentaram temperaturas mais elevadas e os mais baixos índices de umidade da cidade. De acordo com a detecção das diferenças de aproximadamente 2°C na temperatura e de 5g/m³ de umidade absoluta entre as áreas próximas à represa, a noroeste e central, acredita-se que a represa municipal desempenhe papel fundamental na garantia de ambientes agradáveis ao seu redor, no entanto, a distribuição de umidade nas camadas intraurbanas não ocorre de maneira efetiva. Os valores mais elevados de amplitude térmica diurna e noturna registrados demonstram que a alta taxa de impermeabilização e o posicionamento das áreas mais adensadas do centro urbano desfavorecem a ventilação natural e dificultam a penetração de umidade no tecido urbano nas áreas central e noroeste.

Palavras-chave: clima urbano, resfriamento evaporativo, planejamento físico territorial.

ABSTRACT

This paper presents a methodology of microclimate diagnosis in São José do Rio Preto, SP, and investigates the behavior of four Local Climate Zones, through the analysis of air temperature variation, absolute humidity and nocturnal and diurnal thermal amplitude. A data collection campaign from four different local climatic zones was developed over two days, in order to detect the main agents of microclimate influence. All these information supported a discussion of possible strategies for spatial interventions in places where the highest temperatures and the lowest humidity index were detected in the city. According to the detection of thermal differences of about 2 ° C in temperature and 5 g / m³ absolute humidity between dam's areas, northwestern and central areas, we believe that the municipal dam plays a key role in ensuring pleasant environments in the surrounding, however, the moisture distribution in the urban canopy layers does not effectively occur. The highest values recorded for day and night thermal amplitude show that the high rate of impervious surfaces and the position of the most densely built up areas of the city center limit the action of natural ventilation and hinder the penetration of moisture into the urban fabric in the central and northern areas.

Keywords: Urban Climate, Evaporative Cooling, Territorial Physical Planning

1. INTRODUÇÃO

A construção de cidades envolve uma série de fatores determinantes, no entanto, os princípios do urbanismo bioclimático e a adequação do espaço urbano às condições climáticas de um determinado local não estão entre as prioridades da maioria dos planejadores do espaço físico. A integração do conhecimento sobre clima urbano com o planejamento do espaço construído não tem sido bem sucedida. Isso ocorre em parte, pelo fato da comunicação das questões referentes à climatologia urbana serem ineficientes e, em outra parte, pelas escalas de abordagem dos estudos abrangerem aspectos isolados (Stewart & Oke, 2012).

A diversidade de padrões de ocupação urbana propostos tanto pelas administrações públicas municipais brasileiras ou os que surgem de forma espontânea, raramente considera no planejamento urbano os fatores climáticos e os princípios físicos associados às trocas de calor. De tal forma, os efeitos da permeabilidade ao vento e da distribuição da umidade do ar não são explorados. Assim, em uma mesma cidade, são formados ambientes que podem privilegiar a qualidade térmica de determinadas áreas, em detrimento de outras, de acordo com os padrões construtivos adotados.

Algumas dessas diferenças da qualidade térmica são exemplificadas por Yuan et. al. (2011) e Chen & Ng (2011), ao analisarem como as modificações na geometria urbana em Hong Kong afetam as condições de conforto dos habitantes. No entanto, aqueles mesmos autores, com o auxílio de mapas climáticos, demonstram que é possível propor aos planejadores, recomendações de como ocupar o território e aproveitar ao máximo os recursos naturais, para a obtenção de um ambiente urbano menos agressivo ao ser humano.

Conforme relatam Monteiro e Mendonça (2011), a formação das condições climáticas intraurbanas, derivadas diretamente da heterogeneidade do sítio, da estruturação, da morfologia e da funcionalidade urbanas geram, paralelamente ao clima das cidades, bolsões diferenciados, como ilhas de calor ou frescor, topoclimas e microclimas. Alguns fatores que afetam a formação de ilhas de calor são simplesmente decorrentes de fenômenos meteorológicos e não há muito que se possa fazer para amenizá-los.

Segundo Arnfield (2003), a estimativa completa dos volumes de circulação de água em áreas urbanas, tanto de origem natural quanto antropogênica, é uma questão que ainda requer aprofundamento. As intervenções físicas no meio podem alterar o regime natural da evapotranspiração de uma determinada região. Portanto, segundo aquele autor, é importante elucidar a interação das superfícies d'água disponíveis com a Camada Limite da Atmosfera e a influência da transmissão do calor através do movimento horizontal de uma massa de ar umidificado.

A complexa interação entre clima e ambiente construído requer conhecimentos específicos para que possam ser criadas ferramentas destinadas ao planejamento climático energético urbano. Nesse contexto, alguns elementos urbanos merecem especial atenção, por interferirem significativamente em toda a dinâmica das cidades em que se encontram implantados. O Estatuto da Cidade (2001) estabelece que cada novo empreendimento a ser implantado que cause alterações na qualidade de vida da população residente deve ser alvo de um Estudo de Impacto de Vizinhança. É recomendável que tal estudo relate os principais impactos na possível degradação do ambiente urbano e estabeleça diretrizes para garantir espaços coletivos ventilados e agradáveis.

Alterações climáticas locais nos diversos espaços urbanos estão relacionadas às transformações dos fluxos de energia, influenciadas pela morfologia do sítio, pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e pela produção antropogênica de calor (ASSIS, 2006).

Stewart & Oke (2012) recorrem ao estudo da paisagem para uma nova classificação climática especificamente para estudos em áreas urbanas, ou seja, determinam-se unidades com características físicas e culturais, que conferem à paisagem propriedades que podem influenciar a temperatura na camada intraurbana. É considerado que a forma da estrutura afeta o clima local através da modificação dos fluxos de ar, do transporte do calor atmosférico e de saldos de radiação de ondas curtas e longas. Por sua vez, a cobertura das superfícies tem a capacidade de alterar o albedo, a disponibilidade potencial de umidade e o aquecimento e o arrefecimento do solo. Assim, se torna possível classificar a paisagem, dividindo-a em estruturas com propriedades aproximadamente homogêneas, e gerar dezessete classes de protótipos semelhantes. Tal critério de classificação da paisagem foi batizado de Zonas Climáticas Locais – *Local Climate Zones* – LCZ. As Zonas Climáticas Locais são definidas como regiões com estrutura, materiais, atividades humanas, cobertura de superfície uniformes, que se estendem por centenas de metros horizontalmente. Cada Zona Climática Local é caracterizada de acordo com um determinado regime de temperatura sobre superfícies secas, com atmosfera calma, noites claras em áreas com relevo suave.

A ventilação urbana, o sombreamento provocado pelas próprias edificações e a evapotranspiração decorrentes da vegetação e dos corpos d'água são alguns recursos passivos com alto potencial para a obtenção de ambientes termicamente mais agradáveis. Desta forma, este estudo procura identificar os principais fatores relacionados à ocupação urbana que são favoráveis e desfavoráveis a criação de áreas

privilegiadas ao conforto humano.

2. OBJETIVO

Este estudo procura investigar a diversidade de microclimas em quatro áreas caracterizadas com diferentes Zonas Climáticas Locais e apontar caminhos para o desenvolvimento de propostas de concepção física do traçado urbano, que devem influenciar os índices de temperatura, umidade e amplitude térmica nas camadas intraurbanas. Para isso, utiliza-se como estudo de caso a cidade de São José do Rio Preto, no interior do estado de São Paulo.

3. MÉTODO

A metodologia busca detectar os principais fatores que influenciam a formação de microclimas em ambientes urbanos localizados em áreas continentais de clima tropical. Para tanto, são analisadas quatro áreas urbanas, com o objetivo de se avaliar mais especificamente o comportamento típico da temperatura e da umidade, tanto na área próxima à represa, quanto no centro urbano e na área periférica a noroeste, o qual apresenta superfícies amplamente impermeabilizadas e com baixo índice de áreas verdes.

Os procedimentos metodológicos da campanha de levantamento de dados seguiram quatro etapas: caracterização da área, coleta de dados, análise de características macro e microclimática e análise dos resultados.

3.1 Caracterização física das áreas de estudo

Esta etapa se refere à análise morfológica de quatro sítios urbanos capazes de demonstrar potencial para influenciar o microclima. Foi necessário estabelecer recortes de áreas representativas da morfologia urbana de acordo com a metodologia de Stewart & Oke (2012), a qual estabelece critérios para determinar Zonas Climáticas Locais (Figura 1). Para cada recorte amostral escolhido, foram determinados 10 aspectos que caracterizaram o ambiente construído, são eles: a área do recorte, a área da superfície construída, as superfícies permeáveis e impermeáveis, a rugosidade do solo e a altura média da rugosidade, a distância do recorte urbano em relação ao corpo d'água principal da cidade, a relação altura e largura (H/W) dos cânions urbanos monitorados e a determinação do Fator de Visão do Céu de cada área (Figura 2). Os FVCs foram determinados a partir das imagens geradas por uma lente olho de peixe, acoplada a uma câmera fotográfica e posicionada nivelada a 1,5m do solo, alinhada verticalmente para cima. As imagens foram tratadas posteriormente no programa computacional Rayman 1.2 desenvolvido por Matzarakis (2009), conforme as recomendações de Matzarakis et al. (2010).

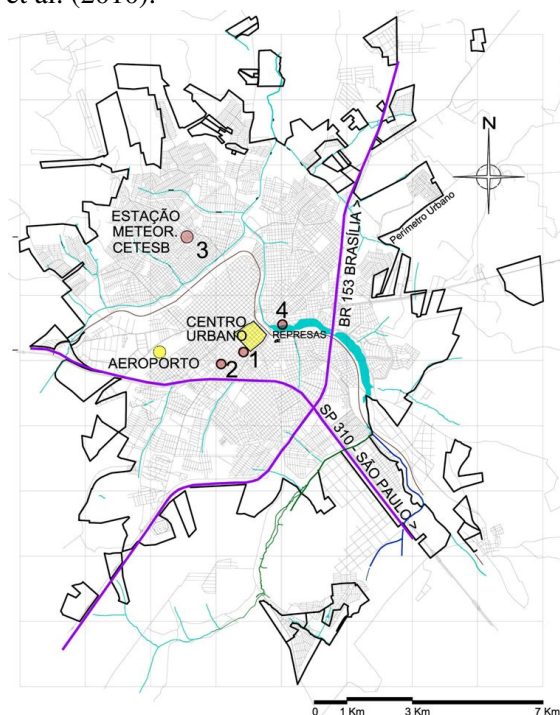


Figura 1 - Localização de pontos de medição
Fonte: Adaptada de PMSJRP (2010)









Pontos de medição	Área de recorte amostral m ²	FVC	H/W	Superfície construída	Superfície impermeável	Superfície Permeável	Altura média de rugosidade	Rugosidade do solo	Classificação	Distância da margem do corpo d'água	Vista	
1	70.000		0,35	4	35,8%	70.000 100%	0%	30	0,1	<i>Compact high-rise</i>	1.100m	
2	70.000		0,70	0,55	25%	91,3%	8,7%	12	0,2	<i>Open midrise</i>	1.500 m	
3	100.000		0,73	0,4	13,5%	71%	29%	5	0,2	<i>Sparsely built</i>	3.500m	
4	50.000		0,75	0,3	15%	70,7%	29,3%	5	0,3	<i>Lightweight low-rise</i>	25m	

Figura 2 – Sistema de classificação de Zonas Climáticas Locais das áreas monitoradas
Fonte: Adaptada de Stewart & Oke (2012)

3.2 Determinação dos procedimentos de coleta de dados

Os procedimentos de medição incluem a montagem do aparato de coleta de dados de temperatura, umidade, velocidade e direção do vento, nas Zonas Climáticas Locais. O monitoramento e a coleta de dados micrometeorológicos no ambiente urbano foram realizados simultaneamente com os dados fornecidos pela estação meteorológica da CETESB (2013).

Os dados de temperatura e umidade intraurbanos foram coletados de hora em hora, com os sensores HOBO Pro V2 U23-001, colocados a 3 metros de altura, dentro de escudos ventilados de PVC conforme recomendações e especificações do fabricante (Figuras 3 e 4).

		<p>Faixa de operação: -40 °C a 70 °C Precisão: 0,2 °C acima de 0 °C até 50 °C Resolução: 0,02 °C a 25 °C Tempo de resposta: 40 min no ar em movimento de 1 m/s</p>
Figura 3 - Sensor HOBO Pro V2 U23-001	Figura 4 - Escudo contra radiação	Especificações Técnicas do Fabricante Fonte: ONSET Brasil (2013)

A estação meteorológica da CETESB está localizada no Ponto 3, na periferia da cidade em um bairro predominantemente residencial a noroeste da Represa Municipal. É uma estação de monitoramento automático e disponibiliza dados relativos à qualidade do ar urbano, dos parâmetros meteorológicos e de níveis de poluentes presentes no ar. Nela, o equipamento utilizado é um termo-higrômetro, instalado a uma altura de 3,0 m em relação ao solo. A faixa de trabalho para temperatura do ar está entre -30 °C e 70 °C, com precisão de medida de 0,1 °C (CETESB, 2013).

3.3 Análise das características macro e meso climáticas

Esta etapa estabelece as características macro e meso climáticas as quais o ambiente urbano está submetido e determina-se a escala de tempo do estudo. Para tanto, foram estabelecidos recortes de tempo meteorológico de acordo com a análise dos dados, ou seja, são estabelecidos os períodos que se caracterizam pelo comportamento atmosférico estável, céu claro, vento fraco e irradiância global horizontal intensa, o qual ocorreu no início do mês de Julho de 2013;

3.4 Análise de resultados

Para elucidar o comportamento microclimático nessa etapa, são realizadas análises gráficas, quantitativas e qualitativas de cada local, as quais auxiliam na detecção dos principais componentes da morfologia urbana que mais influenciam nas condições térmicas de cada ambiente. Os dados referentes à variação da temperatura durante o dia e durante a noite são comparados para apresentar as Zonas Climáticas Locais com maior e menor amplitude térmica.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados confirmam que as diferenças de temperatura entre o Ponto 3 – situado na área noroeste – e o Ponto 4 – situado próximo à represa municipal – atingem valores em torno de 2°C, sendo que o Ponto 4 tende a permanecer o mais frio entre todas as áreas ao longo do período de monitoramento.

As elevadas diferenças de temperatura e de umidade do ar constatadas entre a área próxima à represa e a noroeste da cidade evidenciam que o efeito do resfriamento evaporativo é um dos principais fatores de influência no microclima. No entanto, a ocorrência da evaporação da água e a distribuição da umidade do ar intraurbano não chegam a influenciar efetivamente os Pontos 1 e 2 – situados na área central da cidade, nem o Ponto 4. Tais influências estão relacionadas, principalmente à configuração do ambiente construído, a qual não favorece a penetração do ar umidificado no ambiente mais denso e impermeável do centro da cidade. A ocorrência da ação dos ventos sobre o ambiente urbano determina que, conforme a velocidade do vento diminui a partir do dia 06 de Julho, os índices de temperatura aumentam gradativamente em relação ao dia 05 de Julho (Figura 5).

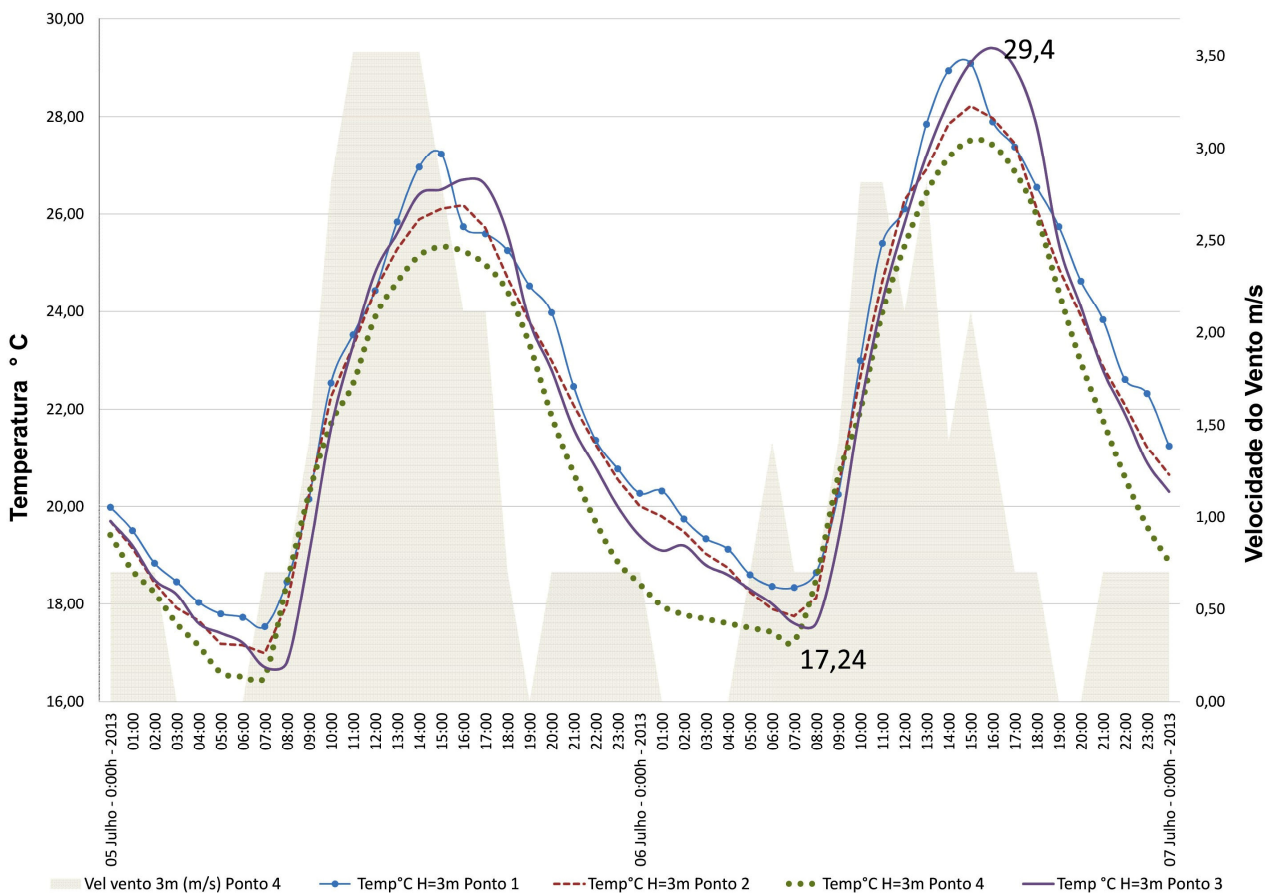


Figura 5 – Variação da Temperatura e da Velocidade do Vento nos quatro pontos monitorados

A variação da umidade absoluta entre os quatro pontos monitorados evidencia a forte influência da represa no microclima do seu entorno, devido ao fenômeno do resfriamento evaporativo que ocorre na sua superfície e espalha umidade pelo tecido urbano. Os maiores índices de umidade foram detectados no Ponto 4. Enquanto o Ponto 4 registrava valores próximos a 15 g/m³, os demais pontos registravam valores próximos a 10,5 g/m³. Tais diferenças nos índices de umidade impactam decisivamente nos índices de temperatura e

mostram que a água evaporada pela represa não chega a influenciar consideravelmente as áreas centrais, nem as periféricas da região noroeste da cidade (Figura 6).

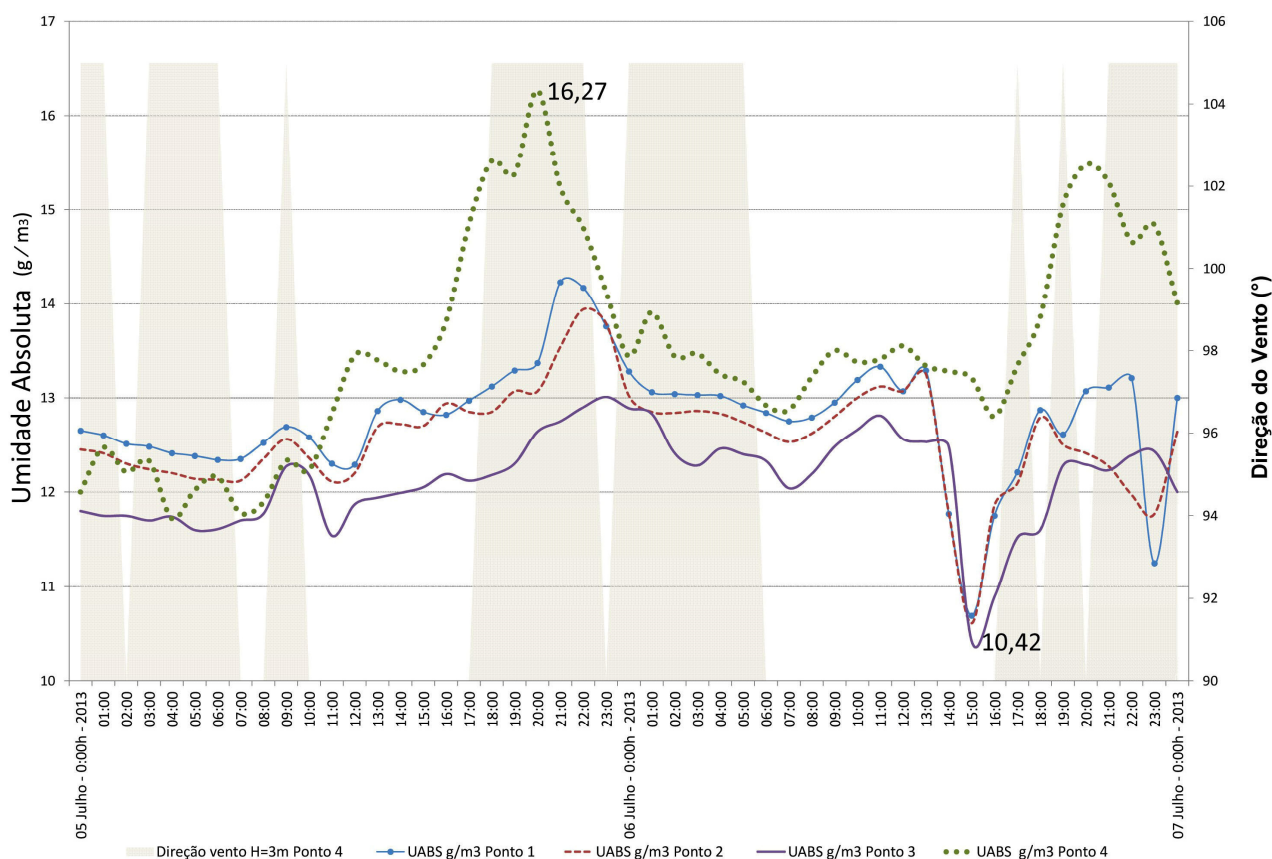


Figura 6 – Variação da Umidade Absoluta e da Direção do Vento nos quatro pontos monitorados

Como a cidade de São José do Rio Preto está situada em uma região continental com clima Tropical de Altitude, a umidade relativa do ar atinge frequentemente índices abaixo de 20%, principalmente nos meses mais secos de inverno. Em situações de atmosfera quente e seca, Krüger & Pearlmutter (2008) relatam que o efeito do resfriamento evaporativo em cânions urbanos afeta de maneira efetiva os índices de temperatura e umidade. A amplitude térmica diária em climas secos costuma ser elevada em função dos baixos índices de umidade e quanto maior a quantidade de água na atmosfera, menor será a variação térmica ao longo do dia. Assim, o incremento de umidade em cidades que se situam nestas áreas, pode reduzir a amplitude térmica diária e tornar o ambiente menos agressivo ao corpo humano.

As Figuras 7 e 8 apresentam a amplitude térmica detectada nas quatro Zonas Climáticas Locais monitoradas durante o dia e durante a noite. O Ponto 4 acusa a menor amplitude térmica durante o dia – 11 °C de variação – devido ao fato de estar localizado próximo ao vale da represa municipal e permanecer fortemente influenciado pela sua umidade e a máxima temperatura não ultrapassa 28 °C. O Ponto 3 registra a maior amplitude térmica durante o dia – 12,70 °C – o que é determinado pelas características de ambiente amplamente impermeabilizado, pouca vegetação e altas taxas de evaporação durante o dia. Os locais situados no centro da cidade – Pontos 1 e 2 – também apresentam amplitudes térmicas acima do valor registrado no Ponto 3.

Ao entardecer, conforme a radiação global horizontal diminui e a noite cai, há uma tendência natural para o aumento da umidade do ar, portanto há uma menor diferença entre amplitude térmica noturna nas quatro Zonas Climáticas Locais. O maior valor registrado continua sendo no Ponto 3, tanto em relação à amplitude quanto na temperatura máxima, a qual atinge aproximadamente 28 °C no período noturno.

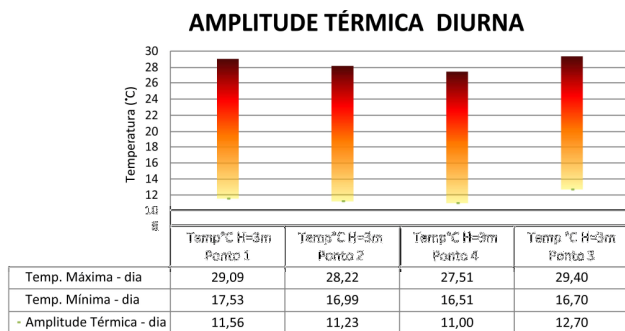


Figura 7 – Amplitude térmica diurna

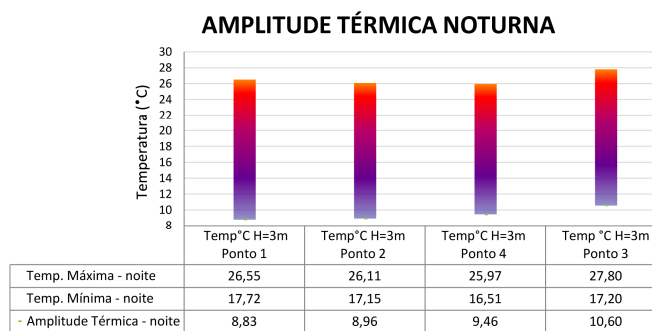


Figura 8 – Amplitude térmica noturna

No caso de São José do Rio Preto, o relevo e a ocupação verticalizada da área central impedem que os ventos provenientes de sul e sudeste distribuam a umidade do ar disponibilizada pela represa até as áreas mais elevadas da cidade, conforme é relatado por Masiero & Souza, (2013). Tal fato elucida que, apesar da região dispor de recursos hídricos e de potencial eólico, a implantação da malha urbana não possibilita o aproveitamento do potencial natural para garantir qualidade térmica do espaço urbano.

Um fator de suma importância refere-se à diferença de cota de nível existente entre as zonas norte / noroeste e as zonas sul / leste da cidade. Pelo fato da zona norte estar situada na região mais elevada, é provável que a umidade disponibilizada pela represa municipal não influencie significativamente as condições térmicas, de modo que a umidade do ar tende a se distribuir mais facilmente pelos vales em um entorno imediato, dependendo das condições de vento. Desta forma, recomenda-se que o planejamento urbano produza mecanismos que contribuam, tanto para a permeabilidade ao vento, como também crie estratégias de redução das taxas de evaporação nas áreas periféricas da cidade.

Entre os principais desafios do planejamento urbano está o de garantir a permeabilidade aos ventos em diversas direções da cidade, através de um disciplinamento do uso e a ocupação solo. As circulações do ar nas direções sudeste - noroeste são as que mais recebem influência da umidade da represa e, portanto, os futuros cânions urbanos devem privilegiar a implantação nesta direção.

5. CONCLUSÕES

O estudo da interação entre ventos, corpos d'água e espaço construído elucida o alto potencial de controle microclimático através de recursos passivos e naturais disponíveis. Os resultados da campanha de monitoramento microclimático comprovaram uma influência expressiva na manutenção dos índices de temperatura através da inserção de umidade no ambiente. Foi detectado também que a umidade, os recursos eólicos e principalmente o ambiente construído devem trabalhar em conjunto para proporcionar melhores condições térmicas do ar para a população. O aproveitamento dos recursos climáticos, combinados com o potencial dos elementos naturais é uma das estratégias recomendadas para que a cidade de São José do Rio Preto obtenha ambientes mais confortáveis termicamente.

Pelo fato da umidade relativa do ar na região de São José do Rio Preto atingir níveis abaixo de 20% frequentemente durante os meses de outono e inverno, a adoção de estratégias para umidificação passiva do ar se torna altamente relevante no planejamento dos seus espaços abertos.

A detecção de aproximadamente 2°C de diferença na temperatura e de 5g/m³ de umidade absoluta nos horários mais quentes do dia entre as áreas próximas à represa, a noroeste e a central, demonstra que o represa municipal tem papel preponderante na garantia de ambientes agradáveis ao seu redor e pode ser utilizada para influenciar áreas mais distantes caso o ambiente construído assim permita. Os valores mais elevados de amplitude térmica diurna e noturna registrados demonstram que a alta taxa de impermeabilização e a massa construída mais adensada no sentido sudoeste noroeste é desfavorável à ventilação urbana e dificulta a penetração de umidade no tecido urbano nas áreas central e noroeste.

Outro desafio para os administradores públicos municipais é aplicação efetiva dos instrumentos propostos pelo Estatuto da Cidade (2001) nas leis de zoneamento, de forma a planejar o ambiente construído visando à minimização dos impactos negativos do clima urbano decorrentes de intervenções espaciais. E, sobretudo, incentivar propostas de intervenções que privilegiem a qualidade térmica do espaço público e que sejam condizentes com as condições macroclimáticas as quais a cidade está submetida.

Os resultados deste estudo se baseiam na análise do movimento horizontal das massas de ar atuantes nas camadas intraurbanas. O fornecimento de água e sua distribuição na atmosfera através do resfriamento de corpos d'água ou da evapotranspiração da vegetação conferem características mais estáveis ao

comportamento da temperatura, diminuição da amplitude térmica diária, redução dos picos diurnos de temperatura e índice de umidade do ar urbano mais adequado ao ser humano. É de fundamental importância que planejadores procurem investir em infraestruturas verdes e estratégias passivas para a obtenção de ambientes confortáveis e saudáveis nas cidades brasileiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNFIELD, A. J.. Review: Two Decades of Urban Climate research: A Review of Turbulence, Exchanges of energy and water, and the urban heat island. **International Journal of Climatology**. No. 23, 1–26, 2003.

ASSIS, E. S.. Aplicações da Climatologia Urbana no Planejamento da Cidade: **Revisão dos Estudos Brasileiros**. **Revista de Urbanismo e Arquitetura Rua**. Vol. 7, n°. 01, 2006.

BRASIL. Lei Federal no. 10.257 de 10 de Julho de 2001. Estatuto da Cidade. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acessado em 10 Janeiro 2014.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Sistema de Informação de Qualidade do Ar. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/>>. Acesso em: 16 Agosto 2013.

CHEN, L.; NG, E.. Quantitative urban climate mapping based on a geographical database: A simulation approach using Hong Kong as a case study. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation**. 13, p. 586 – 594, 2011.

KRÜGER, E.L., PEARLMUTTER, D. The effect of urban evaporation on building energy demand in an arid Environment. **Energy and Buildings** 40, p. 2090 –2098, 2008.

MASIERO, E.; SOUZA, L. C. L. de. Variação de umidade absoluta e temperatura do ar intraurbano nos arredores de um corpo d'água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.13, n. 4, p. 25-39, jul./set. 2013. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

MATZARAKIS, A.. Rayman 1.2. Disponível em: <http://www.mif.uni-freiburg.de/rayman/intro.htm> 2009. Acessado em 15 Janeiro 2014

MATZARAKIS, A., RUTZ, F., MAYER, H.. Modelling radiation fluxes in simple and complex environments – Basics of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**. March 2010, Volume 54, pp 131-139.

MONTEIRO, C. A. F., MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. Editora Contexto. 2ed. São Paulo, 2011.

NG, E.. Policies and technical guidelines for urban planning of high-density cities – air ventilation assessment (AVA) of Hong Kong. **Building and Environment**. n. 44: p.1478-1488, 2009.

NG, E.; CHEN, L.; WANG, Y.; YUAN, C.. A study on the cooling effects of greening in a high-density city: An experience from Hong Kong. **Building and Environment**. No. 47, p. 256-271, 2012.

ONSET BRASIL. Manuais HOB0 U23. Disponível em <http://www.onsetcompbrasil.com.br/onsetcomp/manuais/U23-00x/10694-H-MAN-U23.pdf>. Acessado em 15 Dezembro 2013.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. Secretaria de Planejamento e Gestão Estratégica Municipal, São José do Rio Preto. **Lei de Zoneamento de São José do Rio Preto**: Disponível em: <http://www.riopreto.sp.gov.br/PortalGOV/do/subportais_Show?c=5050>. Acessado em 08 Janeiro 2010. Acessado em 08 Janeiro 2010.

_____. Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Preto. PGAS. Lei municipal no. 10.290. 24 de Dezembro 2008.

STEWART, I. D., T. R. OKE., Local Climate Zones for Urban Temperature Studies. **Bulletin of American Meteorological Society**.no. 93, 2012. p. 1879–1900. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>

YUAN, Chao; NG, Edward; CHEN, Liang; REN Chao; FUNG, Jimmy. Improving the wind environment in high-density cities by understanding urban morphology and surface roughness: A study in Hong Kong. **Landscape and Urban Planning**, 101, p. 59 – 74, 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES e ao CNPq pelos recursos financeiros aplicados no projeto.