



ESPAÇOS LIVRES E TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE EM UMA CIDADE DE PORTE MÉDIO DO BRASIL

OPEN SPACES AND IN LONG WAVES RADIATION IN A MEDIUM-SIZED CITY IN BRAZIL

Gustavo Zen de Figueiredo Neves

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos (SP) Brasil
CEP: 13566-590
Email: gustavozen@sc.usp.br

Ricardo Augusto Felício

Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo
Av. Prof. Lineu Prestes, 338. Cidade Universitária - São Paulo (SP) Brasil.
CEP: 05508-000
Email: ricafnt@yandex.com

Silvio Soares Macedo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Departamento de Projeto. Universidade de São Paulo.
Rua do Lago, 876 - Butantã, São Paulo (SP) Brasil.
CEP: 03178-200
Email: ssmduck@usp.br

Núria Pérez Gallardo

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos (SP) Brasil.
CEP: 13566-590
Email: nuriapg@sc.usp.br

Francisco A. S. Vecchia

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro, São Carlos (SP) Brasil.
CEP: 13566-590
Email: fvecchia@sc.usp.br

Resumo

O balanço de energia e o fluxo radiativo produzidos nas superfícies urbanas são objetos de poucos estudos no Brasil. O objetivo deste trabalho foi verificar a evolução dos fluxos de energia em ondas longas na cidade de São Carlos-SP. A metodologia fundamenta-se na utilização de um termômetro digital infravermelho fixado em um tripé, com a aferição de pontos cardiais e colaterais nas angulações de -10° , 0° , em diversas classificações do uso do solo urbano definidas pelo Laboratório Quadro do Paisagismo do Brasil - QUAPÁ. Os

resultados apontam que as temperaturas mais elevadas foram registradas para a angulação -10° altura aproximada ao nível do pedestre.

Palavras-chaves: Canyon Urbano, Micro Clima, Clima Urbano.

Abstract

The energy balance and the radioactive flux produced in urban areas are not well-studied subjects in Brazil. The objective of the present study was to determine the variability of flows of long wave energy in São Carlos city. The methodology was based on the use of an infrared digital thermometer fixed on a tripod, with manual measurement of cardinal and collateral points at angles of -10° and 0° , using various classifications of urban land use as defined by the Quadro do Paisagismo do Brasil (Brazilian Landscaping Framework)

Informações sobre o Artigo

Data de Recebimento:

04/2017

Data de Aprovação:

06/2017

laboratory - QUAPÁ. The results show that the highest temperatures were recorded at the -10° angle, the relative height level of pedestrians.

Keywords: Urban Canyon, Micro-Climate, Urban Climate.

1. Introdução

Na cidade a ação do homem se faz com intensidade máxima. O ritmo e a magnitude de produção e armazenamento de calor são profundamente alterados e diferenciados daqueles na zona rural. Este ambiente socialmente construído caracterizou o século XX pela origem de grandes áreas urbanas e consequente comprometimento da qualidade ambiental à medida que a urbanização se intensifica (Brandão, 2003).

Para um indivíduo que se desloca pelos espaços livres de uma cidade, há um fluxo radiativo emitido pelas superfícies incidindo sobre ele. Este fluxo deve ser sentido principalmente pelos indivíduos cujos corpos ainda não atingiram o equilíbrio térmico com o meio urbano (Machado, 2009, p. 130), que é composto por uma variedade de materiais, como o concreto, rocha, asfalto, placas metálicas, tijolos e da própria população em vias de grande circulação cuja amplitude térmica é maior na base das estruturas (paredes, ruas e calçadas).

Por estes fatores não terem sido objetos de muitos estudos, principalmente no Brasil, onde a literatura sobre o tema é escassa, é justamente no cenário urbano em uma cidade de porte médio, de clima tropical de altitude, foi desenvolvido o trabalho experimental da observação direta destes fluxos, na escala microclimática, abaixo da linha de cobertura de elementos construídos como casas e edifícios. Isso permitirá uma nova perspectiva pela qual o balanço energético pode ser experimentado do ponto de vista terrestre e não apenas extraterreno bastante difundido pela utilização de imagens e sensores de satélite. A observação direta dos fluxos pode ser mais reveladora do que a observação do dado aéreo, cuja natureza homogeneizadora pode esconder a essência dos fenômenos que aí se estabelecem (Machado, 2009, p. 15).

Entretanto, há poucos trabalhos experimentais voltados à observação da variação superficial da temperatura e do fluxo radiativo nos espaços livres (Machado e Azevedo, 2006; Machado, 2011; Machado e Azevedo, 2013; Barbosa, Machado e Franchini, 2013; Neves, Felício e Macedo, 2015) que são um dos principais elementos da estrutura urbana. É onde a sociedade faz seu uso cotidiano na forma de mobilidade, circulação, parcelamento e propriedade da terra urbana.

O objetivo geral deste trabalho é verificar as variações da temperatura de superfície de elementos urbanos, por meio de termômetros infravermelho, em quatro tipologias urbanas em uma cidade na faixa Tropical do Hemisfério Sul, em um período de observação representativo de inverno.

1.1. São Carlos: Expansão urbana e aspectos físicos

Localizada na Latitude de 22°10' e Longitude de 47°53', São Carlos têm na posição geográfica um dos fatores de maior significado na sua definição climática. Nesta latitude a trajetória do Sol resulta intensa insolação durante o ano todo e sua posição representa uma importante mudança no recebimento de energia solar na Terra. Sua área territorial é de 1.137,33 km², sendo 67,25 km² de área urbana, 6% da área total do município, onde residem 221,950 habitantes e tem uma densidade demográfica de 195,15 hab/km² (IBGE, 2010) (Figura 1).



FIGURA 1: Localização das áreas de estudo. Fonte: Elaboração própria.

Segundo a classificação climática (Monteiro, 1973), São Carlos é qualificado como a região de climas controlados por massas equatoriais e tropicais, caracterizando-se por climas tropicais alternadamente secos e úmidos. No período seco a frequência de chuva diminui consideravelmente e se constitui na área de inverno mais nitidamente seco do Estado de São Paulo.

Os totais pluviométricos em São Carlos definem duas estações bem distintas, caracterizadas pelos seus totais pluviométricos: uma seca e outra chuvosa. A estação seca estende-se de abril a setembro, caracterizada por precipitações escassas. Nesse período predominam as massas de ar Tropical Atlântica e Tropical Continental sobre a região (Vecchia, 1997, p. 24).

A estação chuvosa ocorre nos meses de Outubro a Março, devido às incursões da massa Equatorial Continental e ao dinamismo da Frente Polar Atlântica sobre a Tropical Atlântica, que responde em grande parte, pela gênese das chuvas que se produzem durante a atuação de sistemas frontais nesse período do ano (Monteiro, 1973; Barbosa, 2009).

1.2. Mapas do Quadro do Paisagismo no Brasil

Desde 2012, o projeto interdisciplinar intitulado “Os sistemas de espaços livres na constituição da forma urbana no Brasil: produção e apropriação” (QUAPÁ-SEL II), coordenado pelo Laboratório LAB-QUAPÁ da FAUUSP, investiga as relações entre sistemas de espaços livres e a forma urbana brasileira, considerando sua produção a partir dos processos socioeconômicos e *Revista de Geografia – PPGEU - UFJF. Juiz de Fora, v.7, n.2, (Jul-Dez) p.137-148, 2017.*

ambientais, seus aspectos comuns e especificidades locais. Dentre seus objetivos está a construção de referencial metodológico para a análise qualitativa destas relações (Campos, et al, 2013, p. 2; Macedo, 2010a; Macedo, 2010b; Macedo, 2013).

A unidade para análise e classificação por tipo predominante são as quadras, realizada por meio da foto-interpretação, apoiada em ortofotos e nas imagens do Google Earth com suas imagens aéreas e a ferramenta Google street view que permite uma visualização acurada sobre os aspectos supracitados a esclarecer possíveis dúvidas por parte do elaborador do mapa.

De acordo com a quantidade de espaço livre disponível é feita a classificação de quadra por quadra, o que resulta em um estudo tipo-morfológico considerando o espaço livre de edificação por quadra e verticalização por quadra.

Considera três faixas de porcentagem por existência de espaços livres em relação à área ocupada na quadra como um todo, e não o lote: (A) até 30% da área da quadra, de ocupação mais consolidada; (B) de 30% a 50% da área da quadra com até metade de sua extensão com espaços livres; (C) mais de 50% da área da quadra livre de edificações (Figura 2).

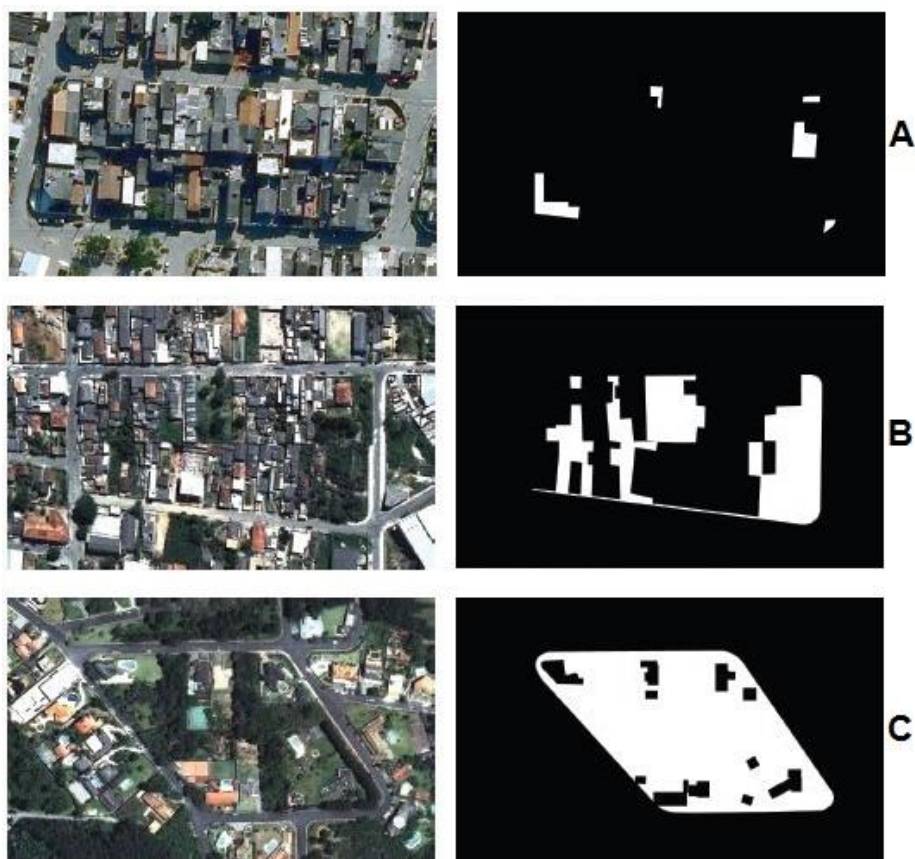


FIGURA 2: Exemplos de quadras entre 30% e mais de 50% de espaços livres, na Região Metropolitana de São Paulo. À direita, as partes em branco representam o espaço livre existente na quadra esquerda. Fonte: Macedo, 2010, p. 99. Elaboração: Gabriel Seki Kioshima.

Justamente tendo em mãos este tipo de divisão classificatória das tipologias urbanas brasileiras, foi possível criar um ensaio das zonas climáticas urbanas, sugeridas por Stewart e

Oke (2012) para a cidade de São Carlos, tendo em vista que a mudança para o padrão verificado para São Paulo, são bastante semelhantes, expondo assim, sua enorme importância descritiva.

2. Materiais e Métodos

A metodologia empregada neste estudo, foi dividida em três grandes grupos: instrumentação, métodos de observação e seleção de dias de medição.

Para o grupo da instrumentação e equipamentos, utilizou-se um termômetro digital infravermelho fixado em um tripé de alumínio a 1,30m em uma cota aproximada da altura média dos indivíduos (IBGE, 2009) que transitam pelos espaços livres da cidade, com a aferição manual dos setores cardiais e colaterais Norte (N), Nordeste (NE), Leste (L), Sudeste (SE), Sul (S), Sudoeste (SO), Oeste (O) e Noroeste (NO), para as angulações de -10° , 0° (Figura 3).

Como método de observação, adotou-se as medidas horárias (ocorreram) entre às 9h e 15h a fim de evitar a interferência de sombreamento e possibilitar a maior incidência da energia solar, no período de inverno, estação do ano onde há pouca nebulosidade.

No tocante ao grupo de seleção de dias de medição, o dia experimental escolhido deveria sempre se aproximar o mais fielmente possível da insolação teórica plena, onde a radiação solar incide sobre todos os alvos, sem a interferência das nuvens, situação que ocorre frequentemente na estação de inverno nesta região de estudo. Desta forma, com saldo favorável de entrada de energia, ter-se-ia a certeza de que a radiação de onda longa emitida pelos objetos foi estimulada pela entrada de radiação de onda curta solar plena (Neves, Felício e Macedo, 2015).

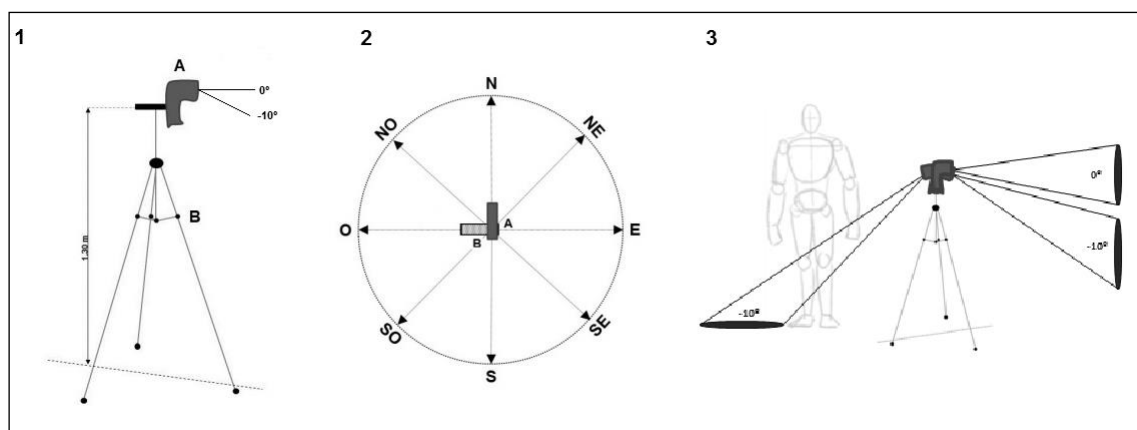


FIGURA 3: (1 e 3) Esquema dos ângulos de visada; (2): Posições cardiais e colaterais; (A): Termômetro digital infravermelho; (B): Tripé de alumínio. Fonte: Elaboração própria.

Os dados observados pelo termômetro infravermelho ocorreram da seguinte maneira: Um disparo curto no gatilho do termômetro para que o sensor seja previamente sensibilizado com a energia do novo alvo/objeto; Três disparos “padrão” (aproximadamente 0,5s com o gatilho pressionado), realizando a média entre os valores. Os três disparos garantiriam a ausência de erro e leitura tanto pelo sensor quanto pelo operador;

Os valores foram anotados em uma planilha de campo, digitados e organizados no Programa Excel em ordem cronológica horária. Em todos os pontos amostrais foram realizados os registros fotográficos dos oito setores de visada por meio de uma câmera digital acoplada ao celular, pelo operador.

2.1. Materiais

1 Termômetro Infravermelho Digital, Instruterm, modelo HM-6989; 1 Tripé de alumínio de 1,30m de altura, Targus;

Para a interpretação e o reconhecimento dos sistemas atmosféricos atuantes na região, foram adquiridas as imagens diárias do Satélite Geoestacionário GOES-13, Canal 4 do infravermelho (IR), disponibilizadas pela Divisão de Satélites Ambientais (DSA) do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC-INPE), às 12h.

Os dados meteorológicos utilizados foram coletados na Estação Climatológica do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), instalada na UFSCar. Os sistemas atmosféricos foram organizados e representados graficamente (Monteiro, 1971), cuja síntese da classificação é a seguinte: Frente Polar Atlântica (fPA); Massa Polar Atlântica (mPA); Massa Tropical Atlântica (mTA); Massa Polar Velha (mPV), seguido das fases pré-frontais e pós-frontais prenúncio, avanço, domínio e tropicalização, respectivamente.

3. Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados os experimentos de campo realizados em quatro tipologias urbanas representativas dos espaços livres centro-urbano, praças públicas, campus universitário e conjunto habitacional para a cidade de São Carlos-SP (Figura 4).

O experimento foi realizado nos dias 28 e 31 de Agosto de 2013 em quatro localidades distintas da cidade, representativas por Espaços Livres Centro-Urbano (P1); Espaços Livres Praça Pública (P2); Espaços Livres Campus Universitário (P3) e Espaços Livres Conjunto Habitacional (P4). As características dos locais foram reconhecidas por múltiplos materiais e superfícies, descritos de acordo com a orientação (direção) dos alvos com relação ao posicionamento do equipamento e as angulações de estudo.

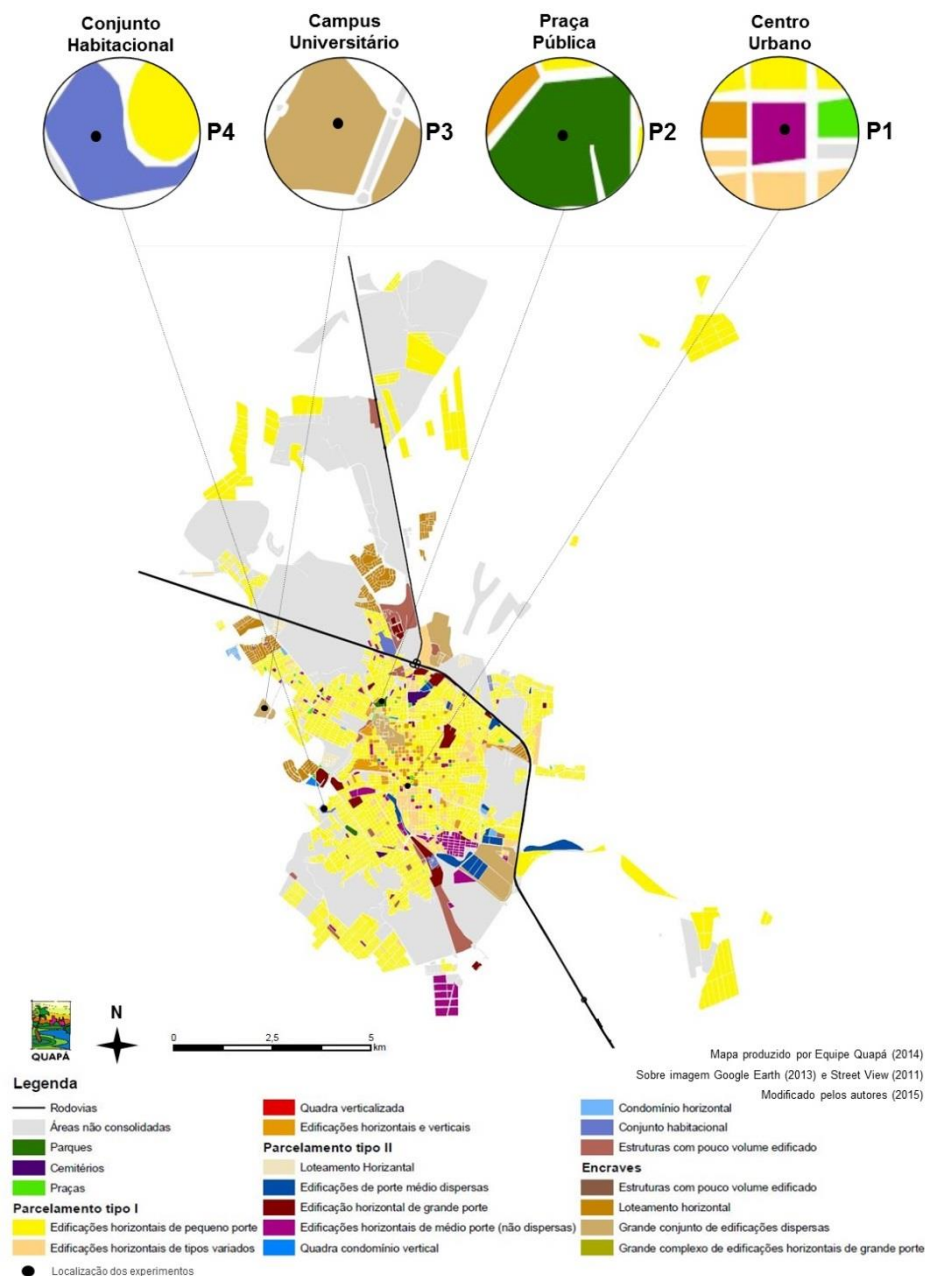


FIGURA 4: Parcelamento do solo e Volumetria Construída Intraquadra com destaque para as localidades dos experimentos de campo. Fonte: Equipe QUAPÁ-SEL (2014).

A Figura 5 apresenta em gráficos do tipo radar as temperaturas de superfície nos setores cardeais e colaterais, com a adição de registros fotográficos terrestres e um croqui transversal da área estudada. A imagem ilustra de forma individualizada a evolução da temperatura superficial das localidades supracitadas, sem intenção de compará-las entre si.

No início do experimento as linhas revelam um padrão próximo do centro do gráfico, demonstrando temperaturas modestas nos horários iniciais do experimento. Contudo, nos experimentos seguintes, principalmente na angulação -10° , as linhas se afastam do centro dos gráficos revelando o aumento das temperaturas devido à intensificação da radiação solar, porém sem uma orientação cardeal/colateral preferencial associada às áreas de sombra ou a ação direta dos raios solares das localidades de estudo.

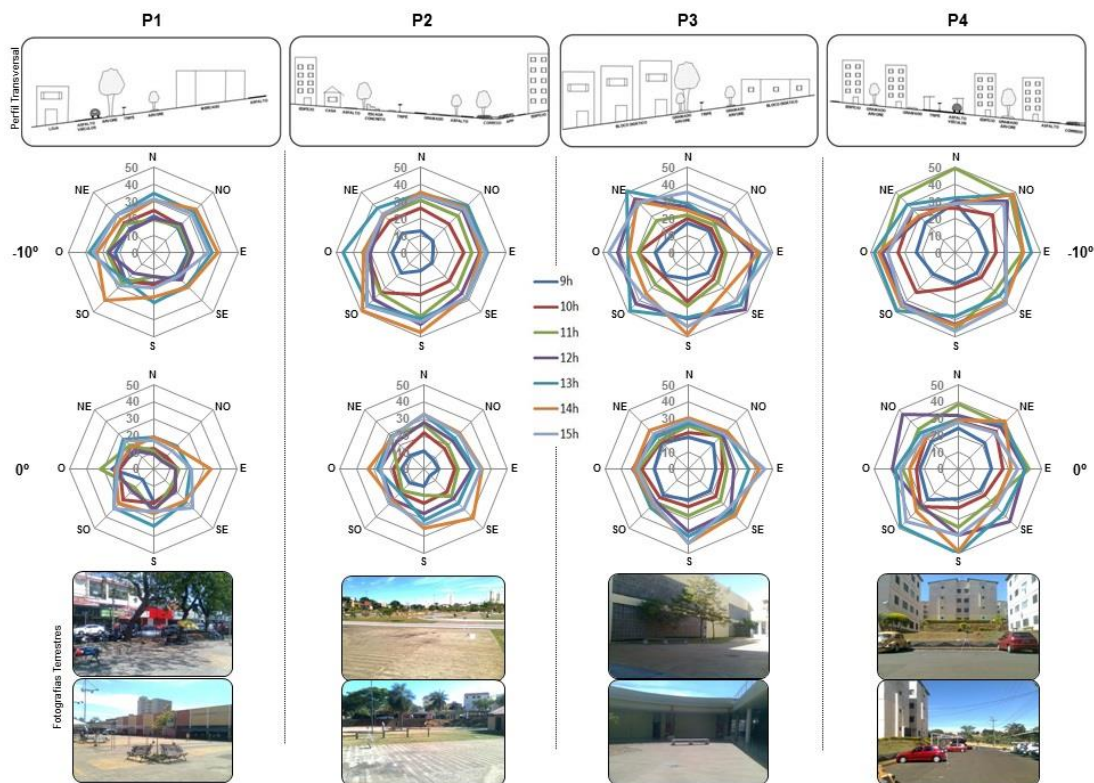


FIGURA 5: Evolução dos padrões térmicos apresentados nos quatro sítios urbanos analisados. Fonte: Elaboração própria.

3.1. Análise do mapa Parcelamento do Solo e Volumetria Construída Intraquadra de São Carlos-SP

As quatro localidades foram classificadas seguindo os grupos principais do parcelamento das quadras, mencionadas pelo número correspondente aos experimentos de campo, a seguir:

Parcelamento do Tipo II - Experimento P1 e Experimento P4: 'Edificações horizontais de médio porte (não dispersas)' e 'Conjunto habitacional';

Parcelamento do Tipo Parques - Experimento P2: 'Parque';

Parcelamento do Tipo Encraves - Experimento P3: 'Grande conjunto de edificações dispersas',

Parcelamento do Grupo II – Espaços Livres 'Centro Urbano' (P1) é provido de árvores de portes variados. O calçadão de São Carlos possui amplos espaços livres para o trânsito de pedestres e é utilizado para atividades culturais durante o ano. O principal fator para que os valores termais tenham sido inferiores a outros experimentos de campo realizados foi à presença da Massa Polar Atlântica em fase de domínio no Sudeste do Brasil, entre os dias 27 e 28/08/2013. Secundariamente, os elementos geourbanos que constituem o experimento citado, sobretudo o fator morfológico de fundo de vale notadamente de ar mais frio e denso que em áreas adjacentes, fez com que a amplitude térmica ficasse baixa.

Nos Espaços Livres da localidade P4, classificado como conjunto habitacional, os valores termais aumentaram no decorrer dos horários de aferição alcançando o ápice às 13h. As altas temperaturas apresentadas após as 11h se deve pelo sistema atmosférico (mPV) predominante

Revista de Geografia – PPGEU - UFJF. Juiz de Fora, v.7, n.2, (Jul-Dez) p.137-148, 2017.

no Estado de São Paulo durante o referido experimento. De acordo com as classificações dos mapas QUAPÁ-SEL, o local é predisposto à dispersão do vento intraurbano e as trocas de energia por calor latente.

Parques – Os Espaços Livres ‘Praça Pública’ (P2), por ser um local aberto, notou-se que as temperaturas aumentaram em função da incidência dos raios solares, superando os 30°C após as 12h. A existência de grandes áreas permeabilizadas no parque e próximas a beira de córregos urbanos e áreas de preservação permanente não garantem que o padrão térmico diurno seja amenizado. É possível que sob o domínio de outros sistemas atmosféricos tropicais, nos períodos de primavera e verão, as temperaturas sejam ainda mais elevadas.

Encraves – O ‘Campus Universitário’ (P3) observou-se o aumento das temperaturas ao longo do período analisado, revelando uma amplitude térmica de 20,0°C entre a primeira e última aferição. Este padrão térmico exposto para a localidade em questão pode ser atribuído às faces dos edifícios e pavimentação estarem dispostas a receber mais radiação solar ao longo do dia e terem poucos elementos que gerem sombreamentos ou a obstrução parcial da luz solar.

Apesar do campus universitário ter sido concebido e projetado com amplos espaços livres como gramados, ruas pavimentadas e calçadas iluminadas para o trânsito dos universitários, inclusive com a manutenção da dinâmica ecológica com faixas de preservação permanente adjacentes às nascentes e córregos em seu perímetro interno, utiliza-se de poucas áreas arborizadas entre os edifícios, blocos universitários e praças de alimentação, que de fato, são os principais locais de concentração dos universitários e funcionários que empregam os espaços livres internos e externos para diversas finalidades.

3.2. Episódio climático representativo dos experimentos de campo

Os dias 26 e 27 de agosto, na cidade de São Carlos, são caracterizados pela entrada da fPA, com a redução dos valores de temperatura e radiação solar, predomínio de nebulosidade e precipitação de 1,5 mm. No dia 28, a mPA registra a temperatura mínima de 4,0°C e a máxima de 19,5°C, sem ocorrência de nuvens no céu. Entre os dias 29, 30, 31 de agosto e 1º de setembro a mPA se tropicaliza e a estabilidade atmosférica é marcada pela ausência de nebulosidade no céu, rajadas de ventos nulas e amplitudes térmicas acima dos 10,0°C entre dias e noites.

O aumento das temperaturas ao ar entre os dias supracitados, principalmente na fase de tropicalização da massa de ar atuante. Nota-se que, pelos dados termais de superfície, os valores de temperatura do ar são consideravelmente inferiores que os de superfície. A temperatura do ar é menor em decorrência da presença de fluxos advectivos na camada de mistura intraurbana, que não aquece de maneira homogênea e não tem a mesma capacidade de armazenar calor que as superfícies urbanas.

As fases pós-frontais de domínio e tropicalização mPA caracterizam o episódio estudado como os dias típicos ideais a experimentação de campo, com ausência de nebulosidade e

elevadas amplitudes térmicas na região de São Carlos-SP. A Figura 6 representa as imagens do Satélite GOES-13, entre os dias 28 e 31 de agosto de 2013 e evidencia a circulação dos sistemas atmosféricos.

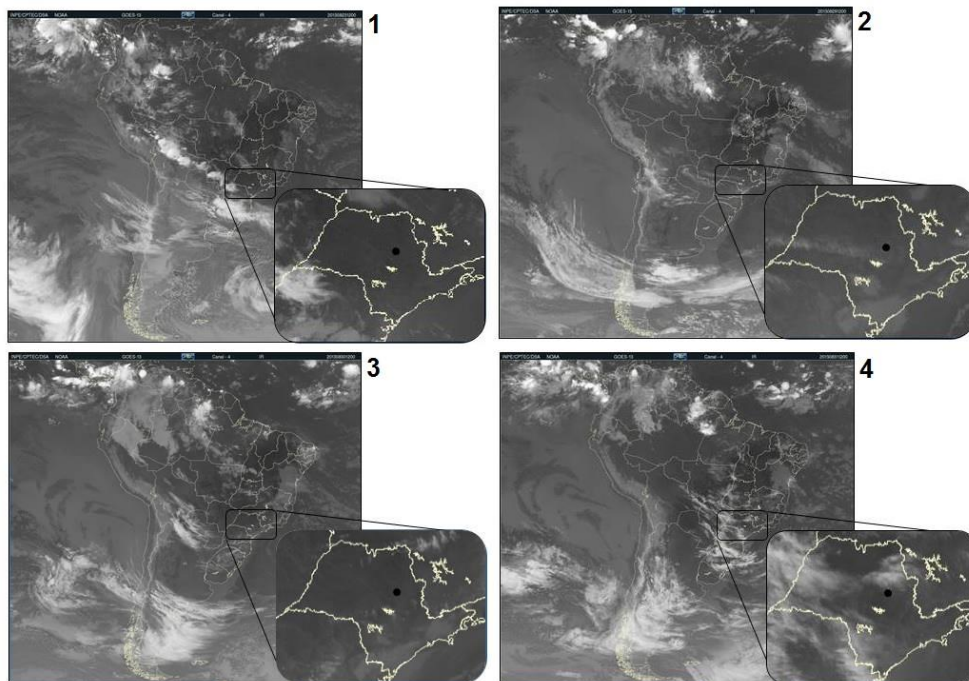


FIGURA 6: Imagem do Satélite GOES-13, Canal-4 IR dos dias 28 a 31/08/2013 (1, 2, 3 4), às 12h, com destaque para o Estado de São Paulo e região São Carlos. Fonte: CPTEC/INPE (2013). Elaboração própria.

4. Considerações Finais

As temperaturas mais elevadas foram registradas para as angulações -10° e 0° , quando o termômetro foi direcionado para as calçadas e asfaltos em que “há um fluxo radiativo emitido pelas superfícies urbanas e que amplitude térmica é maior na base destas estruturas, como paredes, ruas e calçadas” (Machado, 2009, p. 130).

As observações realizadas neste trabalho desdobraram alguns questionamentos a partir do adensamento das edificações entre o sítio estudado e outras cidades de maior porte. De fato, os elementos urbanos no centro da cidade de São Carlos não se constituem essencialmente canyons urbanos como as geometrias urbanas analisadas em Vancouver-BC, no Canadá (Voogt e Oke, 1997) ou em São Paulo-SP, no Brasil (Machado, 2011; Machado e Azevedo, 2013), associadas aos centros urbanos de grande volume edificado.

O centro da cidade de São Carlos-SP, no atual período (2017) de desenvolvimento e ocupação, está associado formalmente a uma região de subúrbio (OKE, 1978), com edificações de porte médio e pequeno, mais semelhante a uma “trincheira urbana” do que propriamente um canyon urbano (NUNEZ e OKE, 1977). Desta maneira, entendemos que relação de suas características geométricas como a altura e orientação das edificações paralelas entre si devem

ser mais detalhadas e categorizadas (área rural, suburbana, centro-urbano) para fins de estudos em climatologia e meteorologia urbana.

A escala de análise espacial do mapa dos Aspectos Morfológicos e Volumetria Construída Intraquadra foi fundamental para o emprego de métodos da climatologia urbana, mais especificamente a radiação em ondas longas que este trabalho propôs, por ordenar em grupos e categorias os espaços livres públicos e privados, sobretudo pela abordagem sistêmica e a possibilidade de seu multifuncionalismo, ou seja, o mapeamento da morfologia intraquadra até a concepção da forma urbana e regional, abrindo possibilidades para os mais variados estudos de dinâmica e densidade populacional, funcionalismo e qualificação do sistema viário, legislação urbanística e outros.

Todavia, sua validade está em considerar suas especificidades locais com a existência de inúmeros micro-climas em um mesmo bairro residencial e as possibilidades de arranjo dos espaços livres e edificados, sobretudo a rua e a calçada, pois são elementos da forma urbana e da mobilidade no cotidiano urbano e vida pública.

Referências

- BARBOSA, R. V. **Estudo do campo térmico urbano de São Carlos (SP): análise da intensidade da ilha de calor urbano em episódio climático de verão**. 2009. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.
- BARBOZA, E. C; MACHADO, A. J.; FRANCHINI, A. A. Estimativa do balanço de energia na superfície em cidades do Oeste Paulista, Brasil. In: VIII ELACAC - **Encontro Latinoamericano de Conforto no Ambiente Construído**, 2013, Brasília. v. 1. p. 1-7, 2013.
- BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.): **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, pg. 121-153. 2003.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia CPTEC/INPE. – **Imagens de Satélite**, Cachoeira Paulista, Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/satelite>. Consultado no período de 28/08 a 31/08/2013.
- CAMPOS, A.C. et al. Os espaços livres na constituição da forma urbana brasileira. **Anais da Conferência Anual da Rede Portuguesa de Morfologia Urbana**. Coimbra, Portugal, 2013.
- FERRARI, A. L. **Variabilidade e tendência da temperatura e pluviosidade nos municípios de Pirassununga, Rio Claro, São Carlos e São Simão (SP): estudo sobre mudança climática de curto prazo em escala local**. 2012. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em <<http://cod.ibge.gov.br/H6Q>>. Acesso em: 2 de Novembro de 2013.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil** (2009). Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicao_de_vida/pof/2008_2009_enc_aa/tabelas_pdf/tab2_3.pdf>. Acesso em: 2 de Julho de 2013.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), **Série Histórica pluviométrica**, 2012 Disponível em <http://www.inmet.gov.br/html/rede_obs.php>. Consultado no período de 01/01/2002 a 31/12/2012.
- MACEDO, S. S. (a) QUAPÁ-SEL – um projeto de pesquisa em rede. **I Encontro Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo** (ENANPARQ). 15p. Rio de Janeiro, 2010.

- MACEDO, S. S. (b) Os sistemas de Espaços livres e a constituição da esfera pública contemporânea no Brasil. **Coleção QUAPÁ**. São Paulo, 2010.
- MACEDO, S. S. et al. Sistemas de espaços livres e forma urbana: algumas reflexões. In: XV ENANPUR - **Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional**, 2013, Recife. XV ENANPUR. Recife: ANPUR / UFPE, v. 1. p. 1-16. 2013.
- MACHADO, A. J. **Distribuição espacial do fluxo radiativo em ondas longas na Região Metropolitana de São Paulo**. 2009. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- MACHADO, A. J. Fluxos radiativos da Avenida Paulista - São Paulo, SP – discutidos a partir da análise das formas. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n.33, v.2, p.21-41, ago./dez. 2011.
- MACHADO, A. J.; AZEVEDO, T. R. Parametrização da emissão termodinâmica aplicada à análise do conforto urbano. **Geosp**, São Paulo, v. 19, p. 179-198, 2006.
- MACHADO, A. J.; AZEVEDO, T. R. Spatial Distribution in long-wave radiation flux in São Paulo City, Brazil. **World Journal of Engineering and physical Sciences**, v. 1, p. 33-52, 2013.
- MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. Climatologia n.1. São Paulo: IGEOG/USP, 21p. 1971.
- MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo. Estudo geográfico sob a forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1973.
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- NEVES, G. Z. F.; FELICIO, R. A.; MACEDO, S. S. Variação da temperatura de superfície na cota do pedestre na Avenida XV de Novembro, São Carlos-SP, Brasil. **Revista de Morfologia Urbana - Rede Lusófona de Morfologia Urbana**, v. 3, p. 31-40, 2015.
- NUNEZ, M.; OKE, T. R. The Energy Balance of an Urban Canyon. **Journal of Applied Meteorology**, 16, 11–19. 1977.
- OKE, T. R. **Boundary layer climate**. London: Methuen & CO. 1978.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Conferência Municipal da Cidade - PMSC**, 2003, CD-ROOM.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO CARLOS. **Lei Municipal 13.691 de 2005**. Plano Diretor do Município.
- RIBEIRO, A. G. As Escalas do Clima. **Boletim de Geografia Teórica**, 23 (46-46): 288-294, 1993.
- STEWART, I. D.; OKE, T. R. Local climate zones for urban temperature studies. **American Meteorological Society**, 93 (12), p. 1879-2000. 2012.
- VECCHIA, F. A. S. **Clima e ambiente construído: a abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano**. 1997. Tese (Doutorado em Geografia Física), Programa de Pós-Graduação em Geografia Física, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
- VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Complete Urban Surface Temperatures. **Journal of Applied Meteorology**, 36, p. 1117-1132. 1997.