

Variação da temperatura de superfície na cota do pedestre na Avenida XV de Novembro, São Carlos-SP, Brasil

Gustavo Zen de Figueiredo Neves

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental
Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – São Carlos (SP) Brasil. E-mail: gustavozen@outlook.com

Ricardo Augusto Felício

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Humanas, Departamento de Geografia,
Universidade de São Paulo - Avenida Prof. Lineu Prestes, 338. Cidade Universitária -
São Paulo (SP) Brasil. E-mail: 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. E-mail: ssmduck@usp.br

Artigo revisto recebido a 29 de Abril de 2015

Resumo. *Este trabalho procurou verificar a variabilidade dos fluxos de energia de grande comprimento de onda na superfície do solo e edificações de São Carlos, uma cidade tropical de altitude de porte médio. A metodologia fundamenta-se na utilização de um termômetro digital infravermelho fixado em um tripé, com a aferição manual de pontos cardeais e colaterais nas angulações de -10°, 0°, em diversas classificações do uso do solo urbano definidas pelo Laboratório Quadro do Paisagismo do Brasil - QUAPÁ. Realizaram-se seis experimentos de campo ao longo de uma via na cidade de São Carlos-SP em episódio climático representativo de inverno. Os resultados revelaram que as temperaturas de superfície superaram 50°C enquanto que a temperatura do ar limitou-se a 25,9°C.*

Palavras-chave: forma urbana, micro clima, termômetro infravermelho, clima urbano, espaços livres

Introdução

A cidade está em constante processo de transformação e expansão e a cada ciclo socioeconômico novas manifestações são associadas às estruturas existentes tanto pela substituição de estruturas como pela construção e adição de novas. Enfatizam-se os processos contemporâneos de dispersão urbana física e funcional, de verticalização, da construção constante de estruturas viárias de porte, da expansão das áreas de lazer metropolitanas e urbanas além de seus limites físicos, a suburbanização acentuada e as questões ligadas à conservação e

preservação de elementos naturais assim como à dinâmica ecológica e suas condições climáticas.

Considera-se que toda a cidade tem um sistema próprio de espaços livres, resultante e específico de seu processo de formação, do desenvolvimento de seu arruamento, do parcelamento e formação dos quarteirões, da constituição da volumetria construída, das demandas e processos de produção da sociedade que aí se instala.

Cada centro urbano é constituído por espaços livres e espaços edificados, numa relação de vazios e cheios, de áreas abertas e fechadas. Os sistemas de espaços livres

compreendem todos os espaços livres de uma cidade, sejam públicos ou privados, produzidos de modo formal ou informal. São ruas, praças, parques, calçadas, quintais, campinhos de futebol, marquises, etc.

Na cidade contemporânea brasileira o surgimento da estrutura básica dos espaços livres está diretamente vinculado às formas de propriedade, parcelamento do solo, possibilidades de renda e construção dos proprietários, tanto no caso de desmembramento de glebas com criação de novos trechos de malha viária, quanto no caso dos lotes por sobre os quais serão inseridas as construções.

Considera-se um sistema de espaços livres como infraestrutura urbana, pois nele e por eles grande parte da vida cotidiana tem lugar, assim como são um dos principais palcos dos conflitos e acordos da sociedade. O espaço livre público, a rua em especial, tem papel estruturador na constituição da forma urbana, pois reflete as formas de mobilidade, acessibilidade e circulação, parcelamento e propriedade da terra urbana, das dinâmicas ecológicas e suas condições microclimáticas.

O princípio fundamental está em reconhecer que o clima urbano está vinculado a dois aspectos distintos e igualmente relevantes, a topografia e a ocupação do solo. Dependendo do relevo sobre o qual a cidade está inserida, ou do relevo no interior da própria cidade, os fenômenos climáticos serão afetados distintamente, sendo que o tipo de uso de solo existente também o afetará. Destacam-se as dimensões geométricas das edificações, o modo de impermeabilização do solo quando houver, bem como a presença da própria vegetação, gerando-se a partir destas tipologias específicas.

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 daquele 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).

A formação de condições climáticas intra-urbanas, derivadas da heterogeneidade do tecido urbano e sua estrutura morfológica, carece de estudos do clima das cidades. Para todo 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, e da própria população em vias de grande circulação cuja amplitude térmica é maior na base das estruturas (paredes, ruas e calçadas).

A cidade de São Carlos, no estado de São Paulo, Brasil, foi escolhida como referência espacial de estudo por apresentar um papel relevante no cenário regional, estadual, e mesmo nacional. A pujança econômica do estado, provocada por diversos motivos, principalmente econômicos, resultou no crescimento exponencial das suas cidades de pequeno e médio porte.

É uma cidade de porte médio, com uma população de 221 950 habitantes, constituindo-se em importante centro universitário e industrial, abrigando dois importantes campi, um da Universidade de São Paulo e o outro da Universidade Federal de São Carlos sendo ainda um importante polo agrícola (Figura 1).

No sítio urbano, vários trabalhos foram desenvolvidos na área de clima urbano relacionados à temperatura e umidade do ar, áreas verdes e sombreamento, precipitação, simulações numéricas, etc. Entretanto, há poucos trabalhos experimentais voltados à observação da variação superficial da temperatura nos espaços livres, 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 deste trabalho foi verificar a variação da temperatura superficial ao longo de uma via de grande circulação da cidade, associando os dados obtidos com o mapa de aspectos morfológicos e verticalização intraquadra, para um episódio climático pós-frontal de inverno.



Figura 1. Vista aérea parcial (norte-sul) da cidade de São Carlos - Sistemas de Espaços Livres e Edificados. Fonte: Macedo (2014).

Expansão urbana de São Carlos

O processo de expansão e desenvolvimento da cidade está intimamente ligado aos ciclos econômicos do interior paulista e também brasileiro, identificados em três períodos: o período do café, que foi de 1857 até 1929; da consolidação industrial, de 1930 a 1959; e o período da expansão urbana descontínua, de 1960 a 1977.

O seu crescimento se dá no contexto da expansão cafeeira no interior do Estado de São Paulo, no século XIX, sobretudo pela instalação do modal ferroviário até o porto de Santos. Tal fato originou grande fluxo migratório para o município com o crescimento urbano (Fabbro Neto, 2004, p.65).

O primeiro período iniciou-se com o traçado do primeiro eixo viário e com os arruamentos implantados em função do eixo. O padrão urbano característico desse período foi o traçado ortogonal e homogêneo, durante o século XIX (Lima, 2007, pp. 11-2). O miolo das quadras era composto por espaços livres formados pelas áreas não edificadas no fundo dos lotes (Figura 2).

No período de 1930 a 1959, a cidade de São Carlos consolida sua economia industrial com o surgimento do setor mecânico e elétrico, motivado pela instalação da Escola de Engenharia de São Carlos na região Centro-Norte da cidade. A produção de loteamentos para a população de baixa renda cresceu exponencialmente nos limites da área urbana, motivada pela falta de

fiscalização e empecilho legal para atenuar a ação dos loteadores (Lima, 2007, p. 13).

No terceiro período, de 1960 a 1977, a industrialização cresceu em todo o Estado de São Paulo, sobretudo em São Carlos, com a implantação do Programa de Cidades Médias pelo Governo Federal e a criação da Universidade Federal de São Carlos, no final da década de 1960 (Fabbro Neto, 2004, p. 65; Lima, 2007, p. 14).

O mercado imobiliário tornava-se cada vez mais especulativo e a segregação urbana foi crescente. Entre 1962 e 1977 foram criados dois Planos Diretores e um conjunto de Leis Urbanísticas (leis de loteamentos em 1962 e 1971 e lei de zoneamento, em 1971). Em 1977, a nova lei de perímetro urbano abriu precedência para uma ocupação cada vez mais extensiva e segregada da área urbana de São Carlos (Devescovi, 1985, p. 197; Dozena, 2001, p. 92; Lima, 2007, p. 14).

Até 1950 a população era de 50 000 habitantes, aproximadamente, localizada na área central da cidade. Em menos de 20 anos o crescimento foi de 75%, registrando mais de 85 000 habitantes, em 1970 (PMSC, 2003) – Figura 3.

Em 2001, com a intenção de adequar-se ao Estatuto das Cidades, a Prefeitura Municipal de São Carlos elaborou o Plano Diretor Municipal voltado para o zoneamento, plano físico territorial e áreas de especial interesse. Nos anos seguintes de 2002, 2004 e 2005, várias audiências públicas foram realizadas para aprofundar o

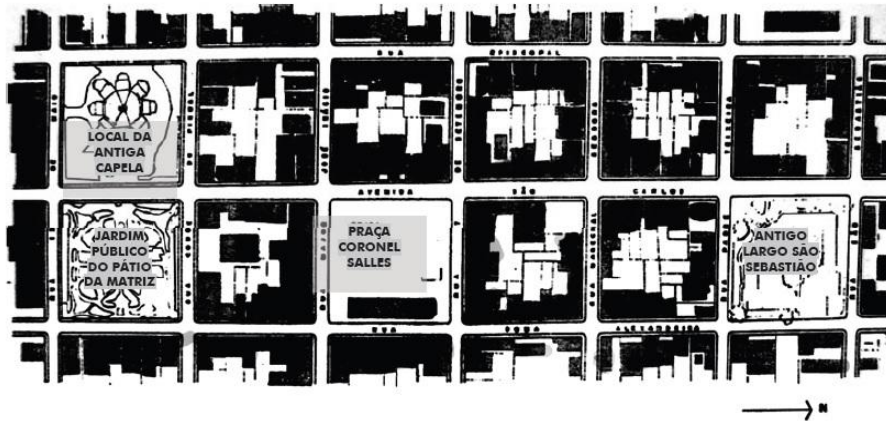


Figura 2. Planta do centro de São Carlos e o padrão de ocupação dos lotes e quadras no século XIX. Fonte: Marques, 1985, p. 206.

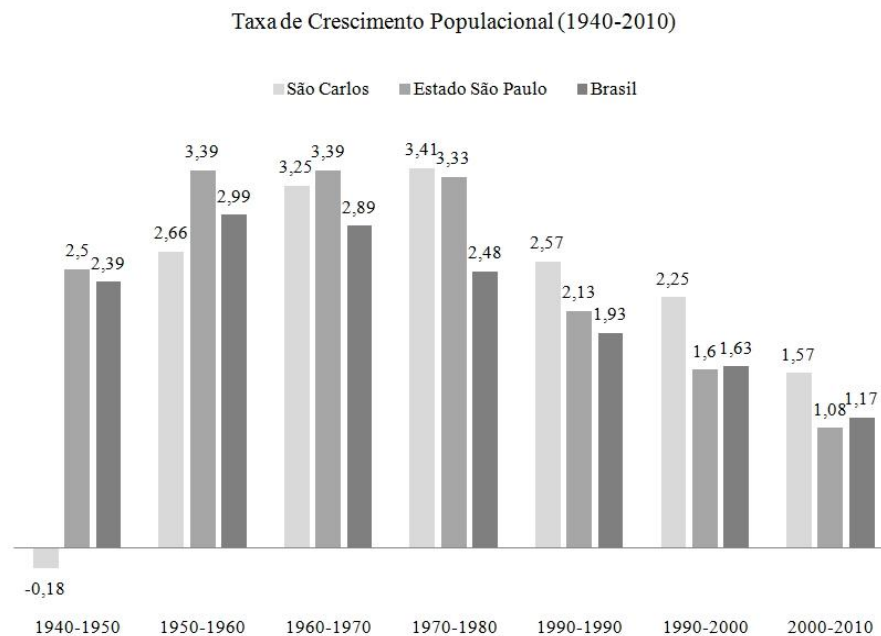


Figura 3. Taxa geométrica de crescimento populacional, 1940/2000. Fonte: (PMSC, 2003).

debate sobre os diferentes aspectos do Plano Diretor, como Urbanização, Transporte e Habitação (Fabbro Neto, 2010, pp. 73-4; PMSC, 2003).

Aspectos físicos de São Carlos

São Carlos limita-se ao Norte pelos municípios de Rincão, Luiz Antônio e Santa Lúcia; ao Sul por Ribeirão Bonito, Brotas e Itirapina; a Leste por Descalvado e Analândia; e a Oeste por Ibaté, Araraquara e Américo Brasiliense. A área de estudo

localiza-se na região Central do Estado de São Paulo (Figura 4). Sua área territorial é de 1 137,33 km², sendo 67,25 km² de área urbana, 6% da área total da cidade, onde residem e com uma densidade demográfica de 195,15 hab/km² (IBGE, 2010).

Localizada na Latitude de 22°10' e Longitude de 47°53', São Carlos tem na posição geográfica um dos fatores de maior significado na sua definição climática. Nesta latitude o movimento aparente do Sol resulta em intensa insolação durante o ano todo e sua posição representa uma importante



Figura 4. Localização das áreas de estudo.

mudança no recebimento de energia solar na Terra.

O sítio urbano está a 850 metros acima do nível do mar com um significativo desnível altimétrico em relação aos municípios vizinhos (Ferrari, 2012, p. 25).

A alta complexidade que envolve a caracterização da área em que a cidade se situa é resultado das ações de gênese climática, com a região transicional de conflito entre os sistemas atmosféricos polares e intertropicais.

Localiza-se na zona considerada tropical de altitude, no domínio de clima *Cwa* da classificação internacional de Köppen, é caracterizada por clima quente com inverno seco, no qual a temperatura média do mês mais frio é inferior a 18° C e a do mês mais quente ultrapassa 22°C (Ferrari, 2012, p. 25).

Os índices pluviométricos em São Carlos definem duas estações bem distintas, caracterizadas pelos seus índices 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 (Barbosa, 2009; Monteiro, 1973).

Procedimentos metodológicos

Utilizamos um termômetro digital infravermelho fixado em um tripé de

alumínio a 1.30 m, em uma cota correspondente a altura média dos indivíduos que transitam pelos espaços livres, com a aferição manual dos setores cardeais e colaterais (N, NE, L, SE, S, SO, O e NO), em uma linha contínua de observações para os ângulos -10°, 0°, adaptando as metodologias realizadas por Voogt e Oke (1997) e Machado (2009) em que o ângulo sólido do instrumento permite fazer a cobertura espacial urbana com boa aproximação dos alvos adjacentes. 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 (Figura 5). Especificações dos aparelhos utilizados podem ser encontradas em Neves (2014). O dia experimental escolhido aproxima-se 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.

Os dados observados pelo termômetro infravermelho foram anotados em uma planilha de campo, digitados e organizados no programa *Excel*. Foi elaborado um inventário do local com a descrição dos elementos urbanos ao redor do sensor, além de registros fotográficos dos setores de visada por meio de uma câmera digital, realizada pelo operador. Durante o percurso foram aferidos seis pontos de coleta com intervalo temporal aproximado de 30 minutos e distâncias de 200 e 400 m entre si.

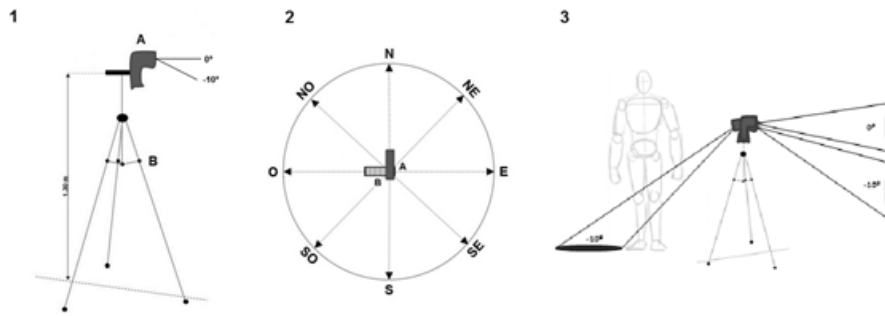


Figura 5. (1 e 3): Esquema dos ângulos de visada; (2): Posições cardiais e colaterais; (A): Termômetro digital infravermelho; (B): Tripé de alumínio.

Mapas de espaços livres

A pesquisa entre os sistemas de espaços livres são apresentados em forma de mapas onde é feita uma avaliação da quadra por meio de fotointerpretação nas imagens do *Google Earth*. De acordo com a quantidade de espaço disponível e a verticalização apresentada, é feita a classificação da quadra, resultando em um estudo tipo-morfológico das quadras considerando três grupos principais segundo o parcelamento das quadras, mencionados a seguir: i) o parcelamento tradicional, com a quadra subdividida em diversos lotes, como edificações horizontais e verticalizadas de diferentes portes; ii) o parcelamento não tradicional onde a quadra apresenta poucos lotes de grandes dimensões, como os conjuntos habitacionais, condomínio vertical e horizontal, edificações horizontais de grande e médio porte; iii) encrave constituindo porção do território, descontinuidades com relação ao tecido e malha viária do entorno, baixa conectividade e sem acessibilidade, como estruturas com pouco volume edificado, loteamentos horizontais e grandes conjuntos de edificações dispersas.

Cada um dos grupos foi subdividido em categorias por tipos que relacionam os espaços livres e os volumes edificados, se predominantemente horizontais ou verticais, de portes variados. Na mesma categoria, podem coexistir edificações de usos distintos, desde que suas características gerais sejam semelhantes em termos de volumetria construída e espaços livres

resultantes (Campos *et al.*, 2013, p. 10; Macedo, 2010, p. 98).

Resultados e discussão

A investigação de campo foi realizada no dia 20 de Agosto de 2013 ao longo de uma das vias de maior fluxo de veículos e pedestres em São Carlos, a Rua XV de Novembro.

Localizada na porção centro-norte da cidade, a Rua XV de Novembro desenvolveu-se no período de 1857, ano oficial de criação do Distrito de São Carlos do Pinhal. A expansão urbana de São Carlos foi motivada pelos investimentos em infraestrutura férrea na época de 1889/1893 pelo ciclo do café (Figura 6). A vinda de imigrantes originou o primeiro loteamento implantado na cidade, posteriormente chamado de bairro Vila Nery (Leste). O outro loteamento no mesmo período econômico foi a Vila Dona Pureza, na região Oeste, hoje chamado de bairro Santa Mônica. O eixo de expansão leste/oeste foi acompanhado pelo prolongamento da Rua XV de Novembro (Lima, 2007, p. 44).

No bairro Vila Nery, a fachada de várias residências e comércios permanecem originais da época de 1889. As transformações mais significativas são evidentes ao se percorrer a via no sentido Leste-Oeste, com a modificação dos padrões construtivos térreos para as verticalizações superiores a dez andares no centro da cidade. No bairro Santa Monica, encontram-se residências de alto padrão com espaços livres arborizados e permeabilizados. Tal fato



Figura 6. Mapa da área urbana da cidade de São Carlos formada entre 1857 e 1929 e os principais eixos de expansão no período.

Fonte: Lima, 2007, p. 43.

demonstra a importância histórica, os aspectos construtivos e urbanísticos da referida via para a investigação em um percurso contínuo ao longo do dia.

Donoso e Queiroga (2012) relatam que a área urbana de São Carlos se expande em direção Oeste e Norte, segundo as Diretrizes do Plano Diretor e os interesses privados. As regiões Leste e Sul não são adequadas para a expansão urbana, pois apresentam solos colapsáveis, arenosos quartzosos profundos, predisponentes a erosão, e outras características de restrição ambiental como as Áreas de Preservação Ambiental e de Preservação Permanente nas regiões Leste e Sudeste do município.

A Figura 7 apresenta o percurso realizado em uma imagem aérea, indicando as fotografias terrestres, o horário das aferições para cada ponto de investigação, o mapa dos aspectos morfológicos de parcelamento tradicional e volumetria construída intraquadra e o perfil de elevação do transecto realizado no sentido leste-oeste. Os transectos, segundo a literatura, são realizados em um dia de atividade, sob o domínio de um (ou mais) tipo de tempo meteorológico, tentando cobrir as variações dos objetos-alvos sob a influência da

radiação solar e sua resposta emissiva em radiação de onda longa.

Ponto 1 (Bairro Vila Nery): as medições de temperatura iniciaram às 9:30 nas proximidades do número 3 800. Nas angulações -10° e 0° , a amplitude das temperaturas foi modesta entre 16.2°C a 19.5°C , exceto nos setores sul/sudoeste (asfalto) cujo valor foi de 31°C e 24.8°C , respectivamente.

Ponto 2 (Bairro Vila Nery): as medições de temperatura foram realizadas às 10:35 próximo do número 2 975. No ângulo -10° os setores com significativas temperaturas positivas foram sul/sudoeste/oeste e noroeste, com os respectivos valores: 32.2°C , 37.9°C , 35.8°C e 34.8°C . No ângulo horizontal 0° , destaca-se o setor oeste com 26.4°C .

Ponto 3 (Bairro Centro): as leituras de temperatura iniciaram às 11:30 nas proximidades do número 2 419. Na angulação -10° , os setores com temperaturas mais expressivas foram E/S/SO/O e NO, com valores de 44.5°C , 39°C , 39.8°C , 42.2°C e 41°C . O sombreamento provocado pelas edificações atenuou as temperaturas nos demais setores que variaram de 18.8°C a 21.2°C . Para o ângulo 0° , as temperaturas mais elevadas foram 42.5°C e 39.8°C nos setores leste e sudeste. Temperaturas mais amenas foram registradas nos setores S/SO/O e NO, com amplitudes de 27.3°C a 32.1°C .

Ponto 4 (Bairro Centro): as medições foram iniciadas às 13:35 próximo ao número 1 580. Na angulação -10° , os setores cardeais e colaterais que apresentaram os maiores valores termais foram E/SE, com 45°C e 41.3°C , respectivamente. Para o ângulo 0° , com valores mais brandos nos setores NE/SE/SO, com as respectivas temperaturas de 28.9°C , 32.7°C e 28.5°C . Nos demais setores os valores foram de 24.4°C (norte) e 35.4°C (noroeste). No ângulo horizontal 0° as temperaturas foram mais homogêneas comparadas às anteriores. Os valores termais variaram de 31.6°C (oeste) e 26°C (leste).

Ponto 5 (Bairro Santa Mônica): às 14:25, os valores termais para o ângulo -10° foram mais expressivos para os setores N/NE/E/SE/S e NO com temperaturas entre 41.3°C (NE) e 47.3°C (SE). Devido o sombreamento os valores para SO e O foram

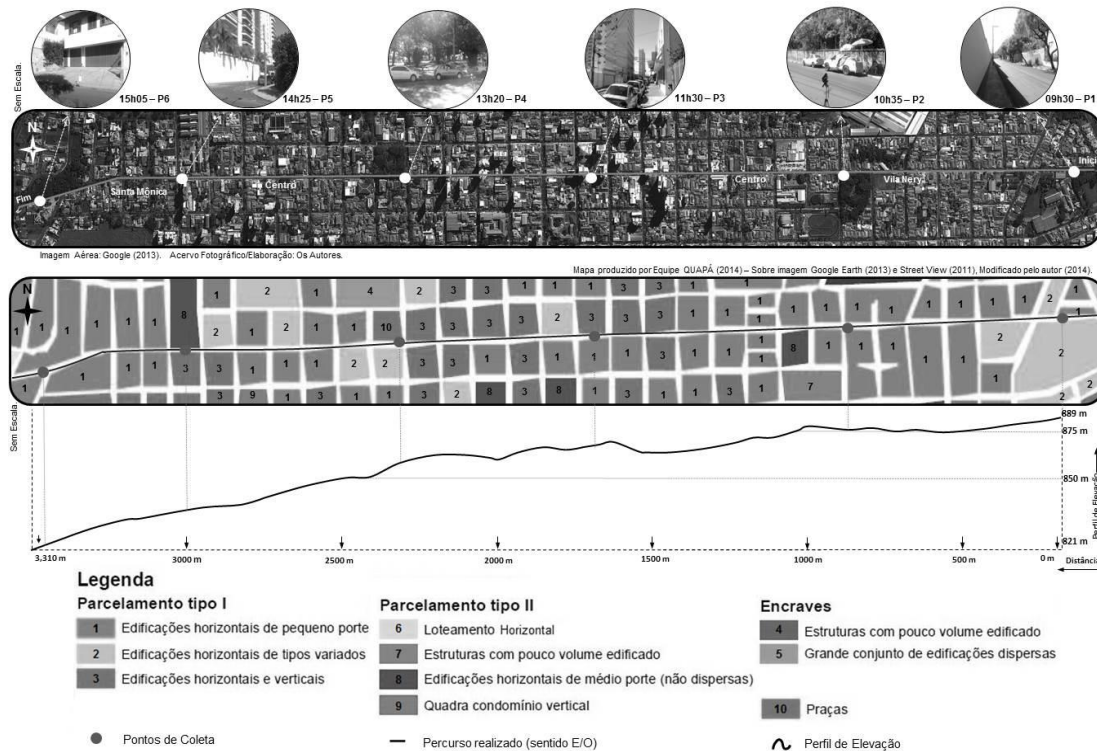


Figura 7. Percurso leste-oeste realizado na Rua XV de Novembro, em São Carlos-SP, mapa do parcelamento do solo e volumetria construída intraquadra e perfil de elevação do terreno.

atenuados em 33.1°C e 30.6°C , respectivamente. Para o ângulo 0° , os valores foram mais homogêneos com amplitudes mínima de 25.2°C (SO) e máxima de 30.8°C (NE).

Ponto 6 (Bairro Santa Mônica): as medições iniciaram às 15:05 próximo do número 500 da Rua XV de Novembro.

No ângulo -10° , destacam-se os setores S/SE/SO e O que apresentaram os respectivos valores termais 41.4°C , 50.6°C , 51.9°C e 50.6°C . Contudo, os registros de temperaturas nos demais setores foram acima dos 30°C . Para o ângulo 0° , os valores de temperatura mais expressivos foram nos setores SE/S e SO com 42.6°C , 43.8°C e 50.4°C , respectivamente. Nos demais setores a temperatura variou de 28.5°C (NE) a 35.9°C (O).

A Figura 8 evidencia os padrões térmicos de superfície, nas angulações -10° e 0° , para os seis pontos do transecto analisado.

As linhas de cores preta e cinza referem-se à angulação -10° e 0° , respectivamente. No início do experimento as linhas revelam um padrão próximo do centro do gráfico,

demonstrando temperaturas modestas. 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, sem uma orientação cardeal/colateral preferencial associada a áreas de sombra ou a ação direta dos raios solares no ponto medido.

A via é constituída por espaços livres formais e informais constituídos desde a origem e povoamento dos bairros mais antigos, como no perímetro central da cidade e na Vila Nery, com calçadas estreitas, ausência de áreas permeáveis e pouca arborização no interior dos lotes e terrenos, conferindo poucas áreas sombreadas. Nos pontos 1 e 2, o parcelamento do solo são as edificações de pequeno porte com tendência a menores perdas de radiação e acumulação de calor. Contudo, as medições realizadas entre 9:30 e 10:35 não conferem temperaturas elevadas ao padrão construtivo intraquadra.

No deslocamento realizado ao longo da via em direção oeste, a paisagem urbana é

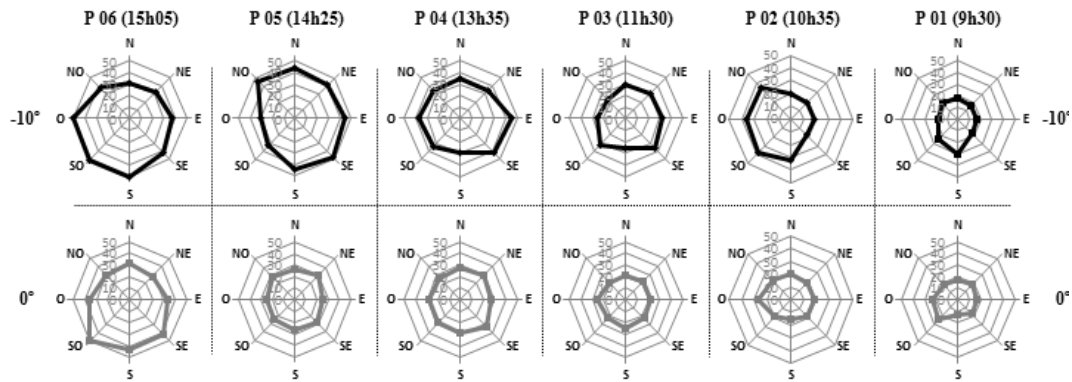


Figura 8. Padrões de temperatura de superfície dos pontos analisados na Rua XV de Novembro, em São Carlos-SP.

notadamente heterogênea, com edificações horizontais de tipos variados, construções verticalizadas com mais de dez pavimentos, loteamentos amplos, calçadas com áreas permeabilizadas, muros vegetados e plantas ornamentais de pequeno e médio porte. Os experimentos realizados no centro da cidade (pontos 3 e 4) evidenciam a evolução das temperaturas na angulação -10° , direcionada para calçadas, pavimentos de concreto e asfalto, sobretudo nas superfícies onde os raios solares incidem diretamente. O experimento no Bairro Santa Mônica apresentou temperaturas elevadas quando os alvos eram calçadas de granito e ardósia, asfaltos e na cota do pedestre na angulação 0° , alcançando valores superiores dos 50°C .

As condições atmosféricas do referido dia foram de predomínio da Massa Tropical Atlântica, com ausência de nebulosidade. As temperaturas do ar evoluíram de 19°C (9:30); 22°C (10:35); 23°C (11:30); $24,8^\circ\text{C}$ (13:35); $25,5^\circ\text{C}$ (14:25) e $25,9^\circ\text{C}$ (15:05).

Conclusão

As temperaturas mais elevadas foram registradas para a angulação -10° , quando os alvos eram direcionados para as calçadas e asfaltos, corroborando com Machado (2009, p. 130), 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. Contudo, dependendo da cor e do material revestido nas paredes das edificações, as temperaturas podem ser elevadas, acima de

50°C , como as apresentadas no ponto 6, em detrimento da temperatura do ar que registrou $25,9^\circ\text{C}$ no mesmo horário de medição.

O mapa de ‘Aspectos morfológicos e volumetria construída intraquadra’ apresentado para a Rua XV de Novembro revela que há o predomínio do parcelamento do solo Tipo I, com edificações horizontais de pequeno porte, de portes variados e verticalizados. O mesmo foi fundamental no direcionamento das análises associadas aos experimentos de campo, especialmente da escala de planejamento, corroborando com metodologias de climatologia urbana pela abordagem sistêmica e a possibilidade de seu multifuncionalismo no mapeamento da morfologia intraquadra, sistemas de espaços livres até a concepção da forma urbana e regional.

O percurso realizado ao longo da via serviu para identificar diferentes tipologias paisagísticas em um recorte urbano e medir a variação da sua temperatura em pontos aleatoriamente escolhidos. Por outro lado a existência de arborização está associada a temperaturas mais moderadas em uma área bastante construída e que por si só leva, em uma região quente como a que a cidade está situada à indicação da necessidade de outras formas de configuração da sua forma urbana. Para fins comparativos entre as temperaturas medidas, o experimento não é o adequado, pois o recorte temporal deve ser inferior ao exposto. A pesquisa apresentada é parte de um estudo mais amplo onde outros experimentos foram desenvolvidos em diferentes áreas da cidade e estações do ano.

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. (2009) 'Estudo do campo térmico urbano de São Carlos (SP): análise da intensidade da ilha de calor urbano em episódio climático de verão', Tese de Doutorado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Brandão, A. M. P. M. (2003) 'O clima urbano na cidade do Rio de Janeiro' em Monteiro, C. A. F. e Mendonça, F. (org.) *Clima urbano* (Contexto, São Paulo) 121-53.
- Campos, A. C.; Galender, F.; Macedo, S. S.; Queiroga, E. F.; Custódio, V.; Akamine, R.; Degras, H. N. e Meyer, J. (2013) 'Os espaços livres na constituição da forma urbana brasileira' em Pinto, N. e Almeida A. (eds.) *Portuguese Network of Urban Morphology* (Coimbra, FCTUC) 364-7.
- Devescovi, R. C. B. (1985) *Urbanização e acumulação. Um estudo sobre a cidade de São Carlos*. Tese de Mestrado não publicada, Fundação Getúlio Vargas, Brasil.
- Donoso, V. G. e Queiroga, E. F. (2012) 'A região de São Carlos-SP na contemporaneidade: características, tendências, conflitos e potencialidades' em Campos, A. C.; Queiroga, E.; Galender, F.; Degras, H.; Akamine, R.; Macedo, S. e Custódio, V. (orgs.). *Quadro dos sistemas de espaços livres nas cidades brasileiras* (São Paulo, FAUUSP) 270-84.
- Dozena, A. (2001) *São Carlos e seu desenvolvimento*, Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Fabbro Neto, F. (2010) *Avaliação Ambiental Estratégica para Planos de Uso e Ocupação do Solo*, Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Ferrari, A. L. (2012) *Variabilidade e tendência da temperatura e pluviosidade nos municípios de Pirassununga, Rio Claro, São Carlos e São Simão (SP)*, Tese de Doutorado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010) *Censo Demográfico 2010* (<http://cod.ibge.gov.br/H6Q>) consultado em 2 de Novembro de 2013.
- Lima, R. P. (2007) *O processo e o (des)controle de expansão urbana de São Carlos (1857-1977)*. Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Macedo, S. S. (2010) *Os sistemas de espaços livres e a constituição da esfera pública contemporânea no Brasil* (São Paulo, QUAPÁ).
- Machado, A. J. (2009) *Distribuição espacial do fluxo radiativo em ondas longas na Região Metropolitana de São Paulo*. Tese de Doutorado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Marques, E. N. (1985) *Tipologias ambientais para o adensamento urbano*. Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- Monteiro, C. A. F. (1973) *A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo* (Instituto de Geografia da USP, São Paulo).
- Neves, G. Z. F. (2014) *Variabilidade da radiação em ondas longas em uma cidade de porte médio: experimentos nos espaços livres em São Carlos-SP*, Tese de Mestrado não publicada, Universidade de São Paulo, Brasil.
- PMSC, Prefeitura Municipal de São Carlos (2003) *Conferência Municipal da Cidade* (PMSC, São Carlos).
- Vecchia, F. A. S. (1997) *Clima e ambiente construído*, Tese de Doutorado não publicada, Universidade de São Paulo, Brazil.
- Voogt, J. A. e Oke, T. R. (1997) 'Complete urban surface temperatures', *Journal of Applied Meteorology* 36, 1117-32.

Tradução do título, resumo e palavras-chave

Variation of the surface temperature at Avenida XV de Novembro, São Carlos - SP, Brazil.

Abstract. *This study aimed to determine the variability of long wave energy flows on buildings and land surface in São Carlos, a tropical city of medium altitude. The methodology is based on the use of an infrared digital thermometer fixed on a tripod, with the manual measurement of cardinal and side points in the angles of -10°, 0°, in various classifications of urban land use defined by the Laboratório Quadro do Paisagismo do Brasil - QUAPÁ. Six trials along a street in the city of São Carlos - SP in representative climatic episodes of winter were performed. The results show that the surface temperatures were higher than 50 °C while the higher air temperature was 25,9°C.*

Keywords: *urban form, micro-climate, infrared thermometer, urban climate, open spaces*

Morfologia urbana como um campo interdisciplinar emergente

Anne Vernez Moudon

College of Architecture and Urban Planning, University of Washington, Seattle, WA
98195, USA. E-mail: moudon@u.washington.edu

Artigo originalmente publicado na Urban Morphology em Outubro de 1997

Resumo. Neste artigo identificam-se as forças e os acontecimentos que conduziram à formação do International Seminar on Urban Form (ISUF). O ISUF tem vindo a expandir o campo da morfologia urbana para além dos seus limites originais na área da geografia particularmente em direção aos domínios da arquitetura e do planeamento. Três escolas de morfologia urbana, em Inglaterra, Itália e França, têm vindo a desenvolver um processo de aproximação, seguindo o trabalho seminal de dois morfologistas, M. R. G. Conzen e Saverio Muratori. A aproximação destas escolas fornece as bases para a definição de um campo interdisciplinar e a oportunidade de estabelecer fundações teóricas comuns para um conjunto crescente de morfologistas em diferentes partes do mundo. A ambiciosa missão do ISUF é abordar um conjunto de temas atuais e concretos relacionados com o processo de construção da cidade, fornecendo um fórum de reflexão e ação que inclui disciplinas, e profissões relacionadas, provenientes de diferentes culturas. Neste artigo discute-se o potencial de um campo interdisciplinar de morfologia urbana e o seu contributo para a compreensão e para a gestão dos processos de desenvolvimento urbano num período de transformação sem precedentes.

Palavras-chave: morfologia urbana, interdisciplinaridade, construção da cidade, geografia, arquitetura

Morfologia urbana é o estudo da cidade como *habitat* humano. O etnógrafo Lévi-Strauss (1954, pp.137-8) descreveu a cidade como ‘a mais complexa das invenções humanas,...na confluência entre natureza e artefacto’. Os morfologistas analisam a evolução da cidade desde o seu assentamento até às subsequentes transformações, identificando e dissecando os seus vários componentes. A cidade resulta da acumulação e da integração de muitas ações individuais, ou de pequenos grupos – ações determinadas por tradições culturais e moldadas por forças sociais e económicas desenvolvidas ao longo do tempo.

Os morfologistas centram-se nos resultados tangíveis das forças sociais e económicas: estudam a concretização de ideias e intenções à medida que estas tomam

forma sobre o solo moldando as nossas cidades. Edifícios, jardins, ruas, parques e monumentos, estão entre os principais elementos da análise morfológica. No entanto, estes elementos são considerados organismos que vão sendo constantemente utilizados e transformados ao longo do tempo. Estes elementos também existem num estado de inter-relação próxima e dinâmica: estruturas construídas que moldam e que são moldadas pelos espaços abertos à sua volta; ruas de carácter público servindo e sendo utilizadas por proprietários de parcelas privadas dispostas ao longo dessas ruas. O estado dinâmico da cidade, e a relação próxima dos seus elementos, levou a que muitos morfologistas preferissem o termo ‘morfogénese urbana’ para descrever o seu campo de estudo.