



A representação gráfica dinâmica como subsídio à elaboração da carta de unidades climáticas

Carlos Henrique Jardim
(IGC-UFMG; Doutor em Ciências - Geografia Física -
pela UNICAMP)

Resumo

Este artigo traz considerações a respeito do tratamento cartográfico dado à climatologia, a partir de uma proposta aplicada conduzida pelo autor durante o desenvolvimento de sua tese de doutorado, defendida em 2007 na Universidade Estadual de Campinas. Os dados utilizados, notadamente os de temperatura e umidade relativa do ar, foram levantados em subsequentes trabalhos de campo desde o ano 2000 num trecho da área urbana do município de São Paulo (bacia hidrográfica do rio Aricanduva), a partir de pontos diferenciados quanto às características de relevo e uso da terra, sob influência de diversas condições de tipos de tempo. A variação horário-diária diferenciada dos elementos climáticos nos diversos pontos da bacia resultou num esboço cartográfico que, diferentemente das representações cartográficas tradicionais, circunscritas ao redor de “espaços estanques”, ressalta o caráter dinâmico do clima.

Abstract:

This article presents considerations regarding the treatment given to cartographic climatology, from a proposal led by the author applied during the development of his doctoral thesis, defended in 2007 at the State University of Campinas. The data used, especially the temperature and relative humidity were collected in subsequent field work since 2000 in a stretch of the urban area of São Paulo (Aricanduva river basin), from different points about the characteristics of topography and land use, under the influence of different types of weather conditions. The variation of time-differentiated daily climatic elements in different parts of the basin resulted in a sketch map which, unlike traditional cartographic representations, circumscribed around “tight spaces”, emphasizes the dynamic character of the climate.

Recebido 12/2009
Aprovado 04/2010

Palavras-chave: clima; urbanização; paisagem; representação cartográfica

Key-words: *climate, urbanization, landscape, cartographic representation.*

carloshj@ufmg.br





Introdução

Assim como a física usa a matemática como recurso para expressar os resultados de suas pesquisas, a geografia utiliza a cartografia. E, sendo a climatologia um importante ramo da geografia, é natural que compartilhe com esta recursos teóricos e metodológicos, como a utilização de mapas. Embora não seja a única forma de representação espacial, o mapa é um dos melhores instrumentos para representar objetos que se organizam no espaço. No entanto, surge aí uma questão: como representar um objeto espacial essencialmente dinâmico, ou seja, aquele cuja expressão espacial modifica-se com o decorrer do tempo? As representações típicas, apoiadas na delimitação de “polígonos” com diferentes cores, como aquela ilustrada na maioria dos atlas, resolvem o problema parcialmente, pois as “manchas” delimitadas passam ao leitor-usuário a impressão de que os objetos ali representados são “estanques” e inalteráveis, ou seja, desprovidos de vínculos com outros objetos espaciais e atemporais. E isso não é verdade no âmbito das organizações naturais e humanas. A fim de resolver essa questão, alguns autores como Martinelli (1991), propõem a coleção de mapas que, basicamente, consiste na justaposição de uma série de mapas, em sucessão cronológica, de um dado fenômeno espacial.

Uma variação dessa técnica foi utilizada pelo autor deste artigo na representação das unidades climáticas da bacia hidrográfica do rio Aricanduva no município de São Paulo. O objetivo deste artigo é justamente trazer essa discussão para o público interessado, com base nos resultados obtidos.

A área de estudo encontra-se a leste do município de São Paulo (23°30'–23°37' S e 46°22'30"–46°33'45" W) e configura-se numa bacia hidrográfica de aspecto alongado, orientada pelo eixo NW-SE, amplamente urbanizada (esse é o aspecto dominante, cobrindo mais de dois terços da sua área total, de aproximadamente 80 km²). O baixo vale, próximo à foz com o rio Tietê, responde pelo setor mais densamente urbanizado da bacia, experimentando, inclusive, um rápido processo de verticalização atualmente. No médio vale predominam construções baixas (térreas ou com 01 andar) constituídas predominantemente por residências familiares. No alto vale o tipo de construção assemelha-se ao do médio vale, embora não assuma o aspecto de “malha” contínua pelo espaço, mas como bairros fragmentados, permeadas por amplos espaços com vegetação (manchas de matas nativas secundárias, reflorestamentos, pequenas propriedades rurais, mata ciliar e reserva de terrenos para especulação imobiliária). As cotas de altitude variam entre 725 m (na foz com o Tietê, setor noroeste da bacia, setor mais deprimido da bacia paulistana) e 900 m na divisa com o município de Mauá (setor sudeste). Colinas amplas de topo plano-arredondadas dominam o cenário no baixo vale, cedendo lugar para formas mais dissecadas e morros a partir do médio vale em direção ao alto vale da bacia, junto às nascentes do rio Aricanduva.

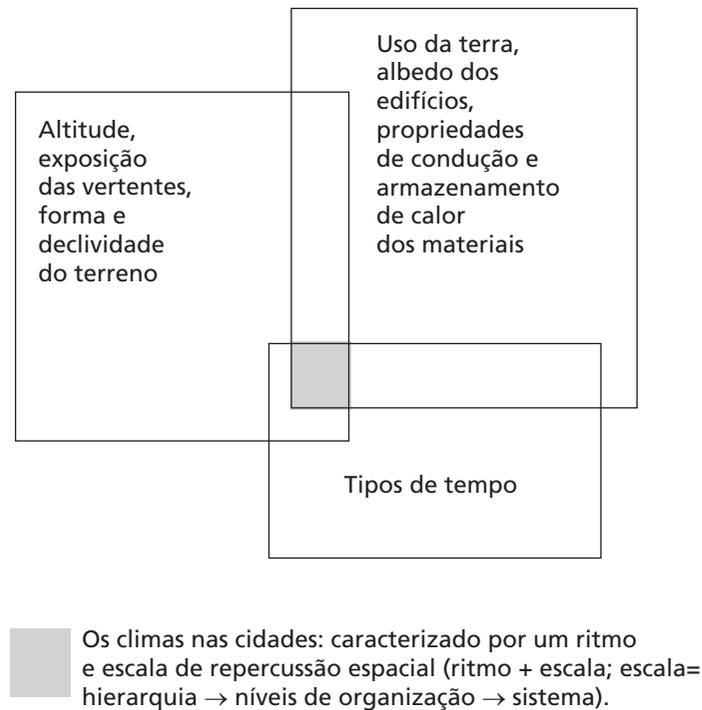
Metodologia

A série de dados climáticos, notadamente os valores de temperatura e umidade relativa do ar, que tornaram possíveis os resultados ora apresentados foi produzida pelo autor durante a elaboração da dissertação de mestrado (JARDIM, 2002) e retomados posteriormente durante o doutorado (JARDIM, 2007), culminando com a proposta de mapeamento aqui apresentada.

As “manchas” representativas das unidades climáticas foram definidas a partir da relação dos elementos climáticos mensurados em campo com as características de relevo e uso da terra, sob a influência dos diferentes tipos de tempo. A figura 01, a seguir, traduz de forma simplificada, essas relações:



Figura 1 Esquema de análise e interpretação dos dados



Fonte:

Nesse contexto, segundo Monteiro (1978, p.61) [...] “O espaço revela as partes e a estrutura do sistema, enquanto as seqüências temporais dos elementos ativos pretende revelar o processo” [...]. O “espaço”, neste caso, foi identificado com os controles de superfície (naturais e urbanos) e, integrado aos “tipos de tempo” compõe a “estrutura”. Os “processos” são denunciados pela variação dos elementos climáticos com o decorrer do tempo (cronológico), traduzido pelo comportamento dos elementos climáticos em cada porção do espaço, resultando numa série de fenômenos climáticos (inversões térmicas, “ilhas de calor”, isoterma etc.). A síntese emerge da relação entre “estrutura” e “processo”.

O conceito de “tipo de tempo”, tomado como referencial na delimitação das unidades climáticas, deve-se à sua natureza variável (não é fato incomum o tempo mudar radicalmente de uma hora para outra nas localidades próximas à capital), ainda mais se for considerado o caráter transicional do clima à altura da capital paulista, limite entre duas faixas zonais de clima (tropical





e subtropical) e de pelo menos três unidades climáticas regionais (tropical de altitude, tropical continental e tropical úmido oceânico). Disso, inclusive, extraiu-se a hipótese de trabalho, ou seja, que o leque relativamente extenso de tipos de tempo diferenciados que se definem nessa localidade, discutidos por Tarifa (1973) e Moraes et al. (1977), é capaz de produzir, também, uma combinação temporalmente diferenciada como resposta climática. Essa “resposta” resultaria da interação entre a atmosfera com os fatores de superfície, seja ela natural, agrícola ou urbanizada. Portanto, o núcleo do sistema climático estaria na paisagem e não propriamente na atmosfera. Na acepção de Bertrand (1972; p.1) a paisagem é [...] “em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução”. A atmosfera, neste caso, seria um dos “elementos físicos”, e a definição de clima se aproximaria da definição de paisagem enquanto resultado da “combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos”.

Resultados

As diversas situações climáticas com as quais o ser humano se defronta no dia a dia (ilhas de calor, formação de ventos anabáticos e catabáticos, microclimas, imposição das características ligadas à circulação regional etc.), nos diferentes espaços, mostram a diversidade de fenômenos que compartilham a estruturação dos diferentes tipos de clima. E as “diferenças” de temperatura, umidade, pressão, ventos etc. são indicadores disso. Essa diversidade exalta o caráter “complexo” desse sistema. A “ilha de calor”, neste caso, não representaria a realidade climática de uma cidade, mas uma de suas múltiplas facetas, já que sua ocorrência vincula-se a determinadas condições atmosféricas em interação com a superfície urbana. Ou, por outras palavras, nem toda cidade ou ocasião é propícia à produção de tal fenômeno e, quando este ocorre, apresenta-se sob formas variadas quanto a sua gênese, dimensão, magnitude e duração.

Esse raciocínio pode ser traduzido a partir das seguintes situações: se a grama sob o abrigo meteorológico estiver seca e, em outro momento, verde e úmida, fatalmente os dados de temperatura do ar registrados acusarão variações positivas e/ou negativas, em pelo menos alguns décimos de grau. Da mesma forma, se o objetivo for avaliar a repercussão da entrada de radiação solar nas variações da temperatura do ar em uma cidade, os dias chuvosos, sob ação de uma frente fria, são as ocasiões menos indicadas para isso. No primeiro caso, verifica-se que as “diferenças” de temperatura ocorrem sob quaisquer circunstâncias, mesmo num ambiente controlado como o de uma estação meteorológica (mesmo que nada tenha a ver com clima urbano). No segundo caso, o clima urbano não deixou de existir. Houve, na verdade, a imposição de uma outra forma de organização, associada à ação de um sistema de abrangência regional, sobre a organização micro e topoclimática da cidade. O clima da cidade continua existindo, de forma “latente”, a espera de uma combinação de condições (aporte de energia solar, baixa intensidade de ventos, presença de material particulado no ar, movimentos internos dentro da cidade, as características do relevo, características dos materiais utilizados nos edifícios etc.) que permita a sua reorganização.

Além da multiplicidade de situações e da tentativa de representação conjunta de todos os fenômenos verificados, a elaboração do modelo gráfico proposto (figura 02) exigiu, também, a





elaboração de uma nomenclatura que permitisse, ao mesmo tempo, definir os eventos mencionados e situá-los no espaço, sob o prisma de diferentes níveis escalares (espaciais e temporais). Essa nomenclatura envolveu os seguintes significados: (1) os eventos de natureza climática “extraurbana”, referem-se aos eventos produzidos fora da realidade climática urbana da cidade de São Paulo (situação 1 e 3). A circulação regional e local de ventos, neste caso, desempenha um importante papel na realocação de calor, umidade e poluição. É exemplo disso a poluição trazida do ABC paulista para a capital, dada à trajetória predominante dos ventos, do quadrante sul e sudeste (o contrário também acontece, embora com menos frequência), a brisa marítima, a sucessão dos diferentes tipos de tempos associados aos diferentes sistemas atmosféricos etc.; (2) os eventos de natureza “interurbano” referem-se aquilo que transita por um dado espaço, ou seja, faz parte do sistema, não é importado de fora ou para fora (permeia pelo sistema que, no caso, é o espaço climático urbano da cidade ou de uma bacia hidrográfica). Um exemplo é a influência que a “Unidade Climática Urbana Central” exerce sobre as “Unidades Climáticas Urbanas de Periferia”, ambas definidas no trabalho de Tarifa e Armani (2001b). A primeira é o núcleo desse sistema, e se caracteriza pela exportação de calor e poluição pelos principais vales dos rios que alimentam o Tietê, naqueles dias mais quentes, em condições de céu claro, sem nuvens e com ventos de pouca intensidade. Tais eventos dizem respeito, também, àqueles fenômenos associados às influências que um bairro exerce sobre outro. Isso não significa, necessariamente, que um bairro seja representativo de uma unidade climática, mas que se definem nessa escala de grandeza. O Parque Ibirapuera, o Parque e a APA do Carmo, o Cemitério Vila Formosa etc., não são bairros, embora modifiquem as condições micro/topoclimáticas dentro dessas unidades e dos seus arredores imediatos. E, por fim, (3) devem ser considerados os eventos climáticos de natureza “intraurbana”, ou seja, restritos ao entorno imediato ao lugar onde foi observado, à escala microclimática (sombras de árvores, pequenas praças, arborização nos quintais das residências, grandes fachadas de muros e edifícios ensolaradas, aglomerações pontuais de pessoas, automóveis etc., todos de caráter disperso e pontual pelo espaço).

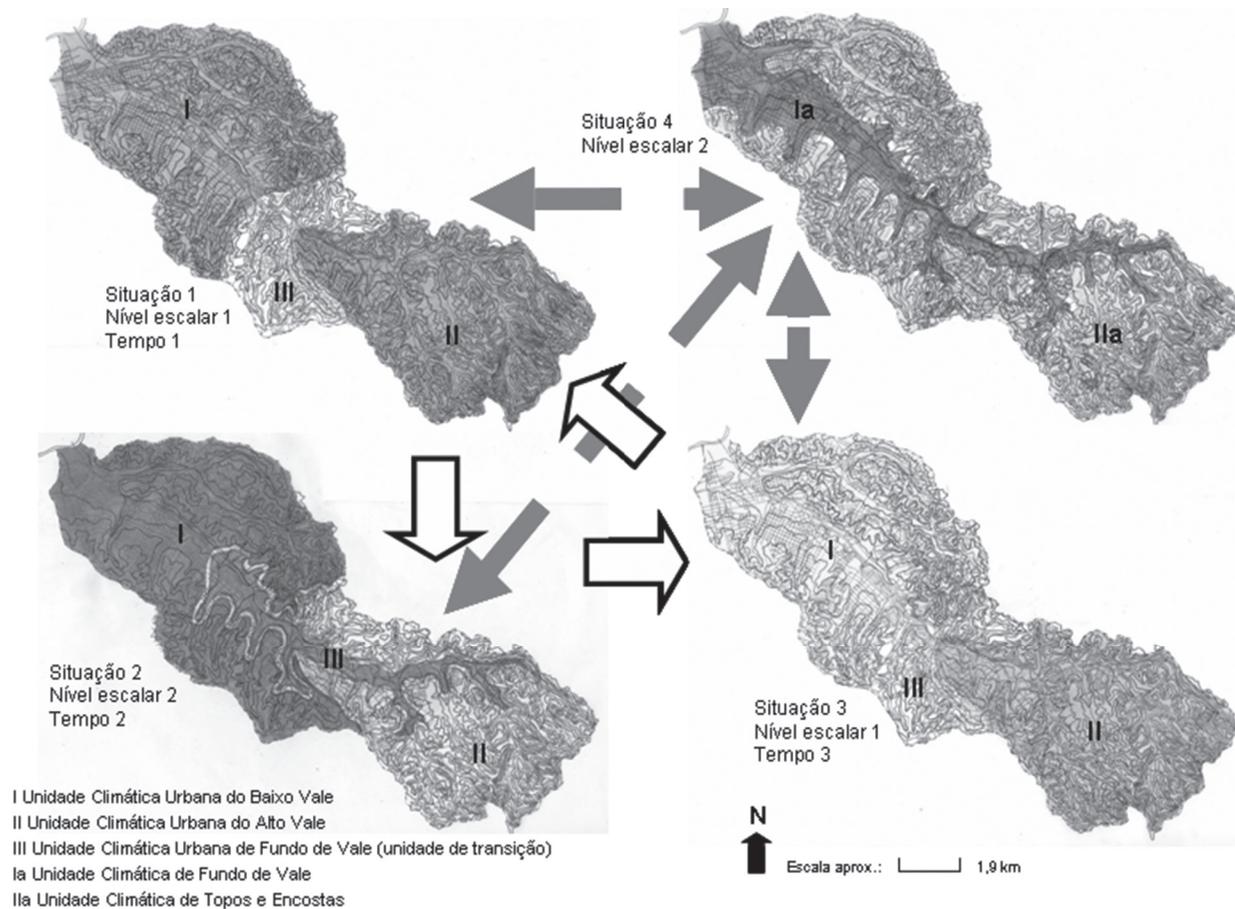
As considerações a seguir dizem respeito à figura 02. Do geral para o detalhe, o primeiro nível (nível escalar 1) reflete as interações de toda a bacia hidrográfica com a atmosfera local (extra-urbano). O “input” de energia solar é o mesmo para toda a bacia do rio Aricanduva, uma vez que sua dimensão demanda apenas poucos segundos de variação latitudinal.

Entretanto, a repercussão espacial e temporal dessa entrada de energia, aliada à produção de calor antropogênico, é diferenciada temporal e espacialmente (o que, por sinal, define o nível interurbano e intraurbano) e revela-se através das grandes feições de relevo e de urbanização (densidade de edificações e concentração de áreas verdes ou de terrenos desocupados, sem construções, e as unidades de topo de vertentes, encostas e a extensa planície fluvial no baixo vale do Aricanduva). Além desses fatores, a proximidade em relação às áreas centrais da cidade favorece o surgimento de fenômenos perceptíveis nessa escala como a entrada da “brisa urbana”, atrelada à influência da “Unidade Climática Urbana Central”, discutido por Jardim (2002), somada à formação de ventos anabáticos (correntes de ar quente ascendente cuja origem remete ao ambiente semi-confinado dos fundos de vale e aquecimento da superfície urbana nesse setor da bacia). A associação desse fenômeno em conjunto com a urbanização, leva a formação pontual de espaços mais aquecidos em relação ao seu entorno imediato.





Figura 2 Unidades Climáticas na Bacia Hidrográfica do Rio Aricanduva



Fonte:

A unidade de clima natural, no nível local, identificado por Tarifa e Armani (2001a), enquanto “Clima Tropical Úmido de Altitude do Planalto Paulistano” poderia ser identificada com o caráter extra-urbano (ou seja, com tudo aquilo que não é determinado ou influenciado pela cidade). Já em relação aos climas urbanos, os autores distinguem, basicamente, dois: a “Unidade Climática Urbana Central” e outra como “Unidade Climática Urbana da Periferia”. A primeira é considerada o núcleo onde ocorrem as maiores transformações de energia, passando por uma mudança gradativa até chegar à segunda. Os fenômenos identificados nessa escala ultrapassam o nível do local. A cidade, hoje, exporta calor e poluição (atmosférica e hídrica) para localidades além dos limites naturais impostos





pela bacia sedimentar do alto vale do Tietê. O aspecto das águas do rio Tietê, coalhada de espumas brancas a altura de Pirapora do Bom Jesus, a jusante do município de São Paulo, denuncia isso.

A essa escala, de acordo com a figura 02, as duas grandes unidades identificadas pelos autores mencionados, transparecem de uma forma ou de outra, em todas as situações retratadas, só que neste caso associadas a uma combinação também diferenciada de tipos de tempo e controles de superfície. Poderia aqui ser adotada a mesma nomenclatura utilizada pelos autores para distinguir essas duas unidades, bastando lembrar que ambas se referem ao nível escalar 01. A topografia assume um papel fundamental enquanto forma de controle na distinção dessas duas unidades: no alto vale da bacia do Aricanduva (“Unidade Climática Urbana do Alto Vale”), a localização desse setor na porção meridional da bacia, a altitude e o aspecto esparsa da urbanização, diluída em meio a amplos espaços desocupados, recobertos por vegetação, garantem valores de temperatura mais baixos (em praticamente todas as circunstâncias) quando comparados aos da “Unidade Climática Urbana do Baixo Vale”, dado, principalmente, às condições de resfriamento aí verificadas, decorrente da evaporação da água (grande parte da energia disponível nesse ambiente, na forma de calor sensível, é utilizada no processo de evaporação da água, transformado em calor latente), ventilação (exposição desse setor à entrada dos ventos do quadrante sul e sudeste, predominantes na capital) e menor taxa de produção de calor antropogênico (menor disponibilidade de calor sensível oriunda de processos antropogênicos). Na “Unidade Climática Urbana do Baixo Vale”, todo o conjunto deprimido do terreno, associado à malha contínua de edifícios (maior produção de calor antropogênico e baixa capacidade térmica), favorece a canalização dos ventos, produção de brisas ascendentes e descendentes e estagnação do ar em algumas circunstâncias. A reduzida cobertura vegetal e de corpos hídricos (< 5% da área) nesse setor contribui para a produção de calor sensível, aproveitado no aquecimento do ar e de todo o ambiente ao redor, e não na evaporação da água como acontece na unidade do alto vale. Em resumo, são esses os fatores que distinguem esses dois grandes conjuntos na bacia do rio Aricanduva.

O segundo nível escalar (nível escala 02) situa-se entre os grandes conjuntos homogêneos de uso da terra, à escala dos bairros (nível interurbano), e não da edificação particular e seus arredores, e das feições topográficas de médio vulto (topo das vertentes, associadas às feições de morros e os divisores mais altos das colinas; setores mais baixos das vertentes, associados às encostas e baixas colinas; e fundos de vale, ao nível dos baixos terraços e planície fluvial). Nesse nível, as diferenças no comportamento dos elementos, notadamente a temperatura do ar, são distinguidas pela sua situação topográfica, onde o vento exerce um papel importante, muito maior do que a altitude e, em alguns casos, maior até do que as diferenças relativas ao uso da terra nos diversos bairros.

A esse respeito, nesse nível escalar, das séries de observações realizadas no inverno e na primavera de 2000 (JARDIM, 2002), foi possível inferir, em dado momento, a elevação do campo térmico acima do dossel urbano da região, principalmente durante as seqüências de tipos de tempos associadas à forma tropicalizada do Sistema Polar Atlântico, Tropical Atlântico e Pré-Frontal. Nessas condições, o “output” energético produzido pela superfície urbana aquecida, somada à maior disponibilidade de radiação solar, nos diferentes pontos da bacia, situou os valores de temperatura do ar num patamar muito próximo uns dos outros, tanto entre os postos da Vila Manchester (730 m) e Vila Carrão, no topo de um prédio (785 m), ambos no baixo vale, quanto aquele do posto do Jd. das Rosas (795 m), no topo de uma vertente no médio vale, apesar das diferenças de altitude entre os mesmos. A partir desse setor da bacia, cabe assinalar, os menores valores de temperatura do ar nos bairros





periféricos do alto vale, como Cidade Líder, Cidade Tiradentes, Pq. São Rafael e Jd. Iguatemi, são garantidos justamente pela aparente desorganização urbana, visível no porte pequeno dos edifícios (residências) com cobertura de lajes e telhas de amianto, traçado irregular das ruas, fragmentação da malha urbana e principalmente pela imensa quantidade de terrenos desocupados com vegetação.

Cabe ressaltar ainda, nesse nível escalar, o papel da topografia e dos ventos em relação às diferentes taxas de aquecimento e resfriamento apresentadas nos bairros situados no alto e baixo vale da bacia. Nos dados de temperatura do dia 03/11/2000, as diferenças de temperatura entre os postos foram elevadas durante todo o período da tarde naquela ocasião, em torno de 3,5° C a mais para os postos do baixo vale em relação aos do alto vale. Às 18 h, as diferenças não ultrapassavam 1,5° C. A partir das 21 h, as diferenças de temperatura do ar elevaram-se e mantiveram-se num patamar de 2,0° C (superiores) nos postos do baixo vale até às 7 h da manhã do dia seguinte. Esse aumento da temperatura do ar a partir das 21 h foi relativo e deu-se por causa do resfriamento no alto vale, mais exposto à circulação local (taxa de resfriamento mais acelerada) e não ao aquecimento do baixo vale, cujos valores mais elevados mantiveram-se muito mais em função da situação de relativo confinamento propiciada pela organização do relevo do que em função da capacidade de produção e manutenção de calor pela cidade.

É dentro desse segundo nível de repercussão dos fatores climáticos, fazendo novamente um paralelo com o trabalho de Tarifa e Armani (2001a; 2001b), onde se distinguem três unidades mesoclimáticas, associadas aos climas naturais, e dez unidades climáticas urbanas na bacia do Aricanduva. Os controles climáticos de superfície presentes na bacia do rio Aricanduva definem condições mesoclimáticas de (1) topo, (2) rampas, baixas colinas, patamares e terraços e (3) várzeas. O primeiro diferencia-se dos demais pelas boas condições de ventilação (o reflexo disso transparece nas temperaturas mais baixas, quando comparado às outras duas unidades, e nas melhores condições de dispersão dos poluentes), embora isso não se traduza numa regra. Unidades de topo, como aquela da qual o posto do Jd. das Rosas é representativa, freqüentemente apresentou condições de aquecimento do ar semelhantes à dos postos do baixo vale (Vila Manchester e Vila Carrão). As condições de ventilação na segunda unidade não são tão boas quanto à unidade anterior, o que favorece forte aquecimento diurno, a não ser quando este segue a orientação do vale (sudeste e noroeste). A terceira unidade, estabelecida sobre as cotas mais baixas, apresenta elevada estabilidade atmosférica noturna e matinal, com nevoeiros e acúmulo de ar frio, decorrentes de inversões térmicas próximas ao solo, forte aquecimento diurno e fraca dispersão de poluentes. O posto do Jd. São Cristóvão no fundo de vale do córrego Inhumas e o posto de São Mateus, próximo às margens do rio Aricanduva, mostraram isso ao apresentar os valores mais elevados de temperatura do ar durante o dia e mais frios no início da manhã.

As condições descritas são traduzidas com maior nitidez nas situações 2 e 4 (figura 02), onde se define a “Unidade Climática Urbana de Fundo de Vale”, com características marcadamente de transição. Nas quatro situações apresentadas, a sua configuração assume o aspecto de uma ampla faixa de transição, sem cor (situações 1 e 3), decorrente do estabelecimento de um fraco gradiente térmico e higrométrico do ar entre essas três unidades, sob condições de tempo instáveis dada pela influência do Sistema Frontal (situação 1) e dos Sistemas Tropical Atlântico e Pré-Frontal, após alguns ou vários dias de atuação (situação 3). Nessas condições, transparece o caráter “transicional” dessa unidade. Na situação 2, essa unidade, assim como as demais, é melhor definida sobre a carta e o terreno (daí o fato de não existir uma ampla faixa de transição entre elas, como nas unidades das





situações 1 e 3). As diferenças de temperatura do ar e umidade relativa, tomadas como indicadores para a delimitação dessas unidades, giram, respectivamente, ao redor de 3,0° C e de 10% (ou superiores).

O limite norte acompanha de perto o limite das vertentes que terminam de forma abrupta junto ao canal do rio Aricanduva (setor de alta declividade do terreno na margem direita). O limite sul, na margem esquerda, avança sobre as rampas das colinas de baixa declividade. O traçado curvilíneo e a não atribuição de um limite rígido às unidades climáticas, teve a intenção de mostrar que o relevo não é o único controle climático, embora assuma um importante papel na definição das unidades climáticas no Aricanduva. Isso fica evidente na situação 02 entre o limite das unidades climáticas urbanas do alto e do baixo vale, estabelecidas pela conjugação do relevo e urbanização.

A situação 04, típica de condições marcadas por inversão térmica, também se define nesse nível escalar, embora, neste caso, o relevo assuma completamente o papel de controle. Distinguiram-se apenas duas unidades: as “Unidades de Topos e Encostas” (IIa) e as “Unidades de Fundos de Vale” (Ia). O qualificativo “urbano” não foi inserido (como ocorreu na unidade III), pois a urbanização, neste caso, não se constitui num fator ou controle relativo à sua origem (esse tipo de evento tanto ocorre em áreas urbanas quanto naturais). As setas largas que ligam as demais unidades também não foram inseridas ligando essa unidade às outras, pois essa configuração pode ser produzida a partir de qualquer uma das outras três.

O terceiro nível escalar corresponde aos setores das vertentes aliadas às suas características de uso da terra no nível intra-urbano. O comportamento dos elementos climáticos é de caráter horário e momentâneo e refletem as condições de circulação do ar abaixo do nível das coberturas das casas e edifícios. O comprometimento com fatores microclimáticos é máximo (circulação de veículos, propriedades físicas dos materiais de construção, aglomeração de pessoas etc.). As situações associadas ao comportamento dos elementos climáticos nessa escala vão desde aquelas variações quase instantâneas de alguns décimos de grau detectadas pelo movimento da coluna de mercúrio do psicrômetro no momento da mensuração, quando da passagem de veículos pesados (ônibus e caminhões), até aquelas que corroboraram com a estruturação horária de “ilhas de calor”.

Diferenças momentâneas, horárias, como aquela de 5,1° C registrado no dia 10/11/2000 às 14 h, sob condições de tropicalização do Sistema Polar, entre a Vila Manchester (27,5° C), no baixo vale a 730 m de altitude, em relação ao Jd. Iguatemi (22,4° C), no alto vale a 825 m, associado principalmente às características de uso da terra (densidade de edificações, porcentagem de áreas verdes e/ou livres de edifícios, fluxos de automóveis e pessoas etc.), mostram o comportamento dos elementos climáticos nessa escala de grandeza e colocam-se num nível muito acima daquele ditado pela altitude enquanto controle climático.

Essas diferenças momentâneas no comportamento dos elementos do clima desenvolvem-se em meio a tendências gerais, reflexo de fenômenos cuja origem encontra-se em fenômenos em escalas superiores. O valor de temperatura citado anteriormente, não traduz um caso esporádico. O posto do Jd. Iguatemi era habitualmente mais frio quando comparado ao posto da Vila Manchester, habitualmente mais quente. Um exame da seqüência de dados de onde foram extraídas tais considerações, num total de 87 dias (31 dias no inverno e 56 na primavera de 2000), revelou uma diferença média positiva para o posto da Vila Manchester de (+) 1,6° C na primavera e (+) 1,9° C no inverno, em relação ao Jd. Iguatemi. Esses valores mostram a tendência geral sobre o qual se desenvolveram as diferenças horárias de temperatura comentadas ainda há pouco.





A organização microclimática (e topoclimática) desses espaços resulta, basicamente, das propriedades de albedo e das características de armazenamento e condução de calor da superfície urbana, associada às micro feições do relevo (segmentos de vertente), uma vez que o “input” energético solar é o mesmo para toda a bacia hidrográfica, haja vista a pequena variação latitudinal da área, já mencionada. Já a organização mesoclimática depende do relevo, ao nível das grandes feições presentes na bacia, composto pelo conjunto das unidades de vertentes, topos e fundos de vale (não no nível das bacias secundárias que alimentam o rio Aricanduva, mas toda a bacia do rio Aricanduva). Essas organizações desaparecem à medida que predominam condições impostas por determinados sistemas atmosféricos (imposição de formas de organização “macroescalares” sobre as “microescalares”).

As situações que traduzem o comportamento dos elementos atmosféricos à escala microclimática (nível escalar 03) não foram retratadas em nenhuma das situações apresentadas na figura 02. Isso decorreu dos seguintes fatores: (1) haveria uma infinidade de microclimas, impossíveis de serem abarcados pelas tomadas efetuadas em campo, considerando-se a quantidade aparelhos utilizados e de pessoal disponível. Por outras palavras, a delimitação dessas unidades implicaria incorrer em grande generalização a partir de dados tomados pontualmente; (2) muitas dessas unidades apresentam variações sensíveis quanto ao comportamento dos elementos climáticos (décimos de grau ou algo ao redor de 1,0°C) o que, neste trabalho, não se configura como critério para se distinguir uma unidade de outra; e (3), por último, se o propósito de uma pesquisa é dar um direcionamento para que se possa efetuar algum tipo de intervenção ou possibilitar a continuidade de estudos, a mesma deve apontar linhas gerais e não se prender a particularidades.

Conclusões

Retomando a discussão sobre a delimitação das unidades climáticas, não há como considerar o espaço desvinculado do tempo. A definição de “unidades espaciais” de clima implica, necessariamente, na definição de “unidades temporais” de clima. As primeiras variariam de uma a algumas dezenas no caso da Bacia do rio Aricanduva. As segundas em pelo menos três (variações horárias, diárias e semanais), associadas às primeiras e por trás das condições de tempo atmosférico e de tempo cronológico (sucessão dos estados atmosféricos), que levariam à definição das unidades micro/topoclimáticas, mesoclimáticas e locais. Como a bacia do rio Aricanduva faz parte de uma unidade espacial de dimensão maior (bacia do alto Tietê), quando imperam as condições locais sobre as organizações climáticas de dimensões inferiores, distingue-se apenas uma ou duas unidades na bacia. Genericamente, ou fica “tudo frio” ou “tudo quente”, passível de ser abarcado por uma única mancha, numa carta, associada às cores frias ou quentes em cartografia (daí o baixo contraste de cores nas situações 1 e 3).

Por outro lado, nas situações atmosféricas associadas à transição de um sistema para outro ou do recém estabelecimento do Sistema Polar Continental ou Atlântico, bem como da ação do Sistema Tropical Atlântico (evolução geral marcada pelo aumento da temperatura do ar com o decorrer dos dias e dias muito quentes, em situações próximas à calmaria ou marcada pela baixa intensidade dos ventos), as condições são propícias à formação dos micro/topoclimas urbanos (daí o elevado contraste de cores nas situações 2 e 4). Nessas condições, toda a bacia, que funciona como um imenso “receptáculo” e fonte de produção calor, cede calor para a atmosfera de forma semelhante às trocas de calor realizadas do solo para o ar durante o dia (balanço positivo) e do ar para o solo à noite, em condições de balanço negativo. Durante a noite, ou em dias com elevada nebulosidade ou mesmo



quando entra o sistema polar, em dias muito frios, o solo cede mais calor para o ar do que recebe. Só que essas transferências ocorrem de forma desigual, condizente com a capacidade de cada unidade armazenar calor. Isso explicaria por que alguns pontos iniciam o dia com temperaturas mais baixas e outros, no decorrer do dia, se aquecem mais rapidamente.

A influência das Instabilidades de Noroeste, associada ao Sistema Pré-Frontal, diferentemente do Sistema Tropical Atlântico, embora ambos coincidisse com dias muito quentes, era marcada pela elevada intensidade dos ventos. É nessas condições que de fato “tudo ficava quente”, ou seja, quando as diferenças de temperatura do ar entre os diversos pontos da bacia eram praticamente nulas. O papel do vento, nesse caso, era de redistribuir o calor pelo espaço. No caso do Sistema Tropical Atlântico, toda a bacia funcionava como uma imensa fonte de calor. Entretanto, dada à baixa velocidade do vento, algumas áreas apresentavam temperaturas mais elevadas do que outras. Os bairros situados nos fundos de vale eram, habitualmente, os que apresentavam valores de temperatura do ar mais elevados (eram comuns diferenças positivas superiores a 2,0°C). O relevo, nesse caso, reforçava essa condição.

Evidentemente o critério adotado com base na sucessão dos tipos de tempo pode não ser válido para localidades dominadas por um número limitado desses tipos de tempo, como ocorre para amplas regiões interiores do Brasil tropical e para aqueles casos mais extremos, como o interior de grandes regiões desérticas, sob ação (quase) contínua de sistemas atmosféricos estáveis.

Por último, deve-se ter em mente que não se define uma “microbacia” de drenagem, uma vertente ou espaços climáticos, atribuindo-lhes um valor de área. Seria o mesmo que tentar definir unidades de planalto, planícies e depressões com base em cotas de altitude. As vertentes, ou mesmo os micro, topo e mesoclimas sobre as vertentes que configuram o modelado de amplos interflúvios do relevo do centro oeste brasileiro, necessariamente adquirem dimensões maiores do que àqueles sobre o relevo marcado por topos altos e vales fortemente entalhados de áreas serranas, como algumas localidades da Serra da Mantiqueira ou da Serra do Mar. Enquanto no primeiro as diferenças perceptíveis nas variações dos elementos climáticos exigem amplos deslocamentos (dezenas ou centenas de quilômetros), no segundo essas diferenças alcançam valores contrastantes dentro de espaços relativamente restritos (dezenas ou poucas centenas de metros).

Essas variações na relação dos elementos da paisagem corresponderiam, respectivamente, a partir de uma comparação grosseira, àquelas observadas em latitude e em altitude. Portanto, não é no aspecto ou dimensão dos fenômenos que está a chave para a compreensão do clima, mas nas relações entre os elementos da paisagem.



Referências bibliográficas

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. *Caderno de Ciências da Terra*, São Paulo, v.13, p.1-27, 1972.

JARDIM, C. H. *O clima na bacia do rio Aricanduva, na cidade de São Paulo (SP)*. Aspectos da gênese e dinâmica do clima urbano. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

JARDIM, C. H. *Proposta de síntese climática a partir do comportamento térmico e higrométrico do ar em áreas urbanas*. Tese (Doutorado em Geografia) - Departamento de Geografia - Instituto de Geociências - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

MARTINELLI, M. *Curso de cartografia temática*. São Paulo: Contexto, 1991.

MONTEIRO, C. A. F. Derivações antropogênicas dos geossistemas terrestres no Brasil e alterações climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema da elaboração de modelos de avaliação. In: I SIMPÓSIO A COMUNIDADE VEGETAL COMO UNIDADE BIOLÓGICA, TURÍSTICA E ECONÔMICA, 1978, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Academia de Ciências do Estado de São Paulo, 1978 (Publicação ACIESP n.15). p. 43-76.

MORAES, A. C. R.; COSTA, W. M.; TARIFA, J. R. *Tipos de tempo e balanço de energia na cidade de São Paulo*. Climatologia, São Paulo, n.8. 1977.

TARIFA, J. R. *Sucessão de tipos de tempos e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista* (Ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola de 1968/1969). Dissertação de mestrado. IGEOG-USP. Série teses e monografias no. 08. 1973.

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas “naturais”. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática*. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001a. Cap. 2. p. 34-46. (Geousp - Coleção Novos Caminhos, 4).

TARIFA, J. R.; ARMANI, G. Os climas urbanos. In: TARIFA, J. R.; AZEVEDO, T. R. (Orgs.) *Os climas na cidade de São Paulo: teoria e prática*. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão. Universidade de São Paulo: Laboratório de Climatologia. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2001b. Cap. 3. p. 47-70. (Geousp - Coleção Novos Caminhos, 4).