

BASES TEÓRICAS PARA A APLICAÇÃO DA CLIMATOLOGIA AO PLANEJAMENTO URBANO

Eleonora Sad de Assis, Mestre em Arquitetura
Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais - EAUFMG
Rua Paraíba, 697 30130-140 Belo Horizonte MG Brasil
Tel.: +55(31)261-6841 Fax: +55(31)261-7286 E-Mail: elsad@dedalus.lcc.ufmg.br

RESUMO

Este trabalho discute algumas questões conceituais básicas para a integração dos conhecimentos da climatologia urbana ao planejamento e projeto da cidade, tendo em vista a melhoria de suas condições físico-ambientais. As três questões principais abordadas são: os limites da base teórica sistêmica para a explicação dos processos urbanos, a integração entre as escalas de abordagem em climatologia e planejamento urbano e o problema da representação dos dados climáticos para propósitos de planejamento e projeto. Estas questões implicam no desenvolvimento de uma abordagem interdisciplinar para a geração de informações úteis ao planejamento e projeto urbano.

ABSTRACT

This paper discusses some basic questions for the integration of urban climatology principles into urban planning and design, having in sight the improvement of the urban environmental conditions. The three main considered questions are: the limits of systems approach in explaining urban processes; the integration between climatological and urban planning scales and the problem of climatic data representation for planning and design -purposes. These questions implicate the development of a interdisciplinary approach to produce useful information for urban planning and design.

INTRODUÇÃO

A idéia de que o clima é importante para o planejamento urbano parece ser um consenso na literatura especializada, porém constata-se que muito pouco do conhecimento disponível da climatologia urbana tem sido usado no planejamento, a menos de algumas poucas e notáveis exceções. Algumas razões são apontadas para isto (PAGE, 1970; OKE, 1984), tais como a complexidade do assunto, sua natureza interdisciplinar e a falta de um diálogo significativo entre planejadores e climatologistas.

Este trabalho discute algumas questões conceituais básicas para a integração dos dois campos de conhecimento, tendo em vista a melhoria das condições físico-ambientais urbanas. Para tanto, enfoca-se três questões principais: primeiro, o problema da base teórica para a abordagem da climatologia no planejamento urbano. Os modelos¹ conhecidos sobre o clima urbano desenvolveram-se a partir da perspectiva sistêmica, que tem origem comum à do pensamento racionalista das teorias ecológica e funcionalista sobre o espaço e a cidade. A falta de visão histórica que caracteriza estas teorias resulta na dificuldade de tratar os valores humanos, e sua apropriação ideológica no planejamento tem sido apontada pela crítica como fator de fragmentação social e empobrecimento das relações humanas e cidadãs. Por outro lado, o desenvolvimento de métodos preditivos no planejamento (caso específico do uso dos princípios da climatologia para avaliar o desempenho ambiental de um determinado sítio urbano) parece ser viável apenas dentro desta perspectiva convencional, em função de sua ampla recorrência às analogias e modelos. A segunda questão refere-se às escalas de abordagem: se as escalas climáticas são um assunto polêmico na climatologia geográfica, em planejamento urbano a questão das escalas e de sua integração também carece de consenso. A terceira questão trata do problema do desenvolvimento de uma representação útil ao planejamento e projeto urbano, o que implica na necessidade de uma abordagem conjunta das duas áreas sobre o conceito de *forma urbana* e de seus atributos para a identificação das variáveis extensivas e intensivas que orientariam a geração de uma cartografia do clima urbano comprometida com o referencial humano e com uma perspectiva de intervenção através do plano, para a gestão de qualidade do ambiente urbano.

Este desdobramento da problemática de integração das duas áreas de conhecimento ocorre aqui, na verdade, com o simples objetivo de facilitar uma reflexão sobre o tema, uma vez que a própria conceituação do clima urbano enquanto objeto de estudo pressupõe uma limitação de sua abrangência (através de sua inserção em escala num modelo mais amplo de clima), bem como uma definição de sua representação enquanto modelo.

Entretanto, se essas questões parecem fundamentais para a formação e consolidação de uma base teórica coerente, consistente e atualizada para a abordagem da problemática ambiental no planejamento urbano, neste trabalho não se pretende mais que tentar formulá-las e identificar alguns caminhos possíveis para a integração interdisciplinar, como contribuição ao desenvolvimento do diálogo necessário entre planejadores e climatologistas.

TEORIAS SOBRE O CLIMA URBANO E TEORIAS SOBRE AS CIDADES: ALGUMAS QUESTÕES

Os modelos teóricos do clima urbano desenvolveram-se principalmente durante as décadas de 60 e 70 no contexto da assimilação metodológica da Teoria Geral dos Sistemas, então considerada de fundamental importância para a renovação da abordagem geográfica e para a superação da dicotomia entre o físico e o humano (MONTEIRO, 1976). Deste modo, as definições usuais do clima urbano estão inseridas em sistemas classificatórios que abrangem várias escalas, cuja organização sistêmica de variáveis atmosféricas e geográficas são, ao mesmo tempo, seu ambiente (em função de sua inserção escalar) e suas componentes².

Um dos modelos descritivos mais consistentes baseado na visão sistêmica foi proposto por MONTEIRO (1976), tendo sido organizado a partir dos canais de percepção humana - daí o seu grande potencial para a integração interdisciplinar com a área de planejamento urbano, uma vez que também parte do ser humano como referencial para os problemas e valores do espaço urbano, e mais amplamente, do espaço geográfico, substrato comum às duas áreas de conhecimento.

SEZERINO & MONTEIRO (1990) introduziram depois o conceito de "campo térmico urbano" como fenômeno diuturno, útil à percepção das mudanças de temperatura do ar dentro da cidade em sua correlação com a forma urbana (sua estrutura e funções) e em sua variação temporal. Da aplicação deste conceito derivaram algumas formas de representação climática da cidade no espaço e no tempo, que embora não possam ser consideradas como proposta consolidada de uma cartografia do clima urbano, trazem uma contribuição importante neste sentido e dentro de uma perspectiva de integração interdisciplinar, ou seja, de comunicação de informações que podem ser efetivamente usadas no processo de planejamento urbano.

A proposta de Monteiro parece convergente em vários aspectos à experiência alemã de planejar com o clima, que toma um caráter prático (isto é, operacional para o processo projetual urbano) a partir da consolidação do conceito de "clima urbano ideal" (MAYER, 1990, citado por KATZSCHNER, 1994). Deste conceito derivam os dois atributos principais do clima urbano utilizados pela escola alemã de planejamento: qualidade do ar e condições bioclimáticas de conforto térmico humano³. A partir destes atributos, definem-se os critérios quali-quantitativos locais de desempenho climático, que estão diretamente relacionados aos objetivos e níveis de planejamento e a uma resultante classificação de uso do solo urbano (KATZSCHNER, 1994).

Uma outra vertente da climatologia urbana toma por base o conceito de "ilha de calor urbana" desenvolvido principalmente por OKE (1982), também dentro da visão sistêmica, porém mais comprometido com a compreensão do fenômeno meteorológico e sua modelagem do que com uma perspectiva de intervenção humana - daí a sua dificuldade essencial de apropriação dentro de uma prática de planejamento e de projeto urbano.

Uma das grandes contribuições desta vertente foi a consolidação da visão de que o clima da cidade é produto fundamentalmente de um fenômeno de *transformação de energia*, a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente urbano construído. Oke e seus seguidores têm demonstrado, através da modelagem física e numérica do conceito de "ilha de calor urbana", que a diferença primária entre os processos térmicos "rural" e "urbano" está na repartição entre as magnitudes do fluxo turbulento de calor sensível (Q_H) e do fluxo turbulento de calor latente (Q_E) no balanço energético local. Assim, nas áreas rurais, mais calor é perdido por meio de resfriamento evaporativo (calor latente) que sensível, enquanto nas cidades, onde as superfícies impermeáveis prevalecem, a maior parte do fluxo térmico é de calor sensível, que, por sua natureza, causa *stress* térmico humano. Por outro lado, como os materiais das superfícies urbanas têm usualmente grande capacidade calorífica, seu potencial de estocar calor é maior que o das superfícies rurais, e, portanto, é maior seu potencial de aumentar a temperatura noturna do ar através da radiação do calor líquido acumulado⁴.

Esta visão colocou em evidência o papel da geometria urbana e da inércia térmica dos materiais de construção no processo de mudança climática causado pelos assentamentos urbanos (OKE, 1981) e, conseqüentemente, a grande responsabilidade do planejamento e dos projetos urbano e de edificações no controle de qualidade do clima da cidade, com repercussões diretas sobre a qualidade de vida urbana (ASSIS, 1990). Assim, uma outra importante contribuição do conceito de "ilha de calor urbana" foi a determinação das variáveis da forma urbana diretamente relacionadas ao processo de mudança climática, acenando com a possibilidade de desenvolvimento de modelos preditivos do comportamento térmico de áreas urbanas que possam subsidiar a tomada de decisões em planejamento e projeto. Entretanto, a análise desta possibilidade (OKE, 1984) revela que existem ainda muitas dificuldades a vencer para incrementar a capacidade preditiva da área da climatologia urbana, tais como a integração das bases de dados e de recursos (métodos empíricos, de modelagem física e numérica).

Um dos principais problemas de base teórica para a integração interdisciplinar da climatologia urbana ao planejamento é reconhecer os limites da aplicação da razão sistêmica na explicação dos processos espaciais urbanos e na geração de subsídios úteis a um planejamento de perspectiva humanista e comprometido com a busca da justiça social.

Embora a crítica à eficácia do uso de modelos preditivos no planejamento urbano ocorra desde os anos 70, o reconhecimento dos limites de sua aplicação na descrição dos processos urbanos e na previsão de seu comportamento como base para a tomada de decisão restringiu-se mais à consideração dos limites humanos e tecnológicos em abarcar a complexidade das relações que os modelos pretenderam representar. Assim, esta crítica geralmente não coloca em questão a perspectiva do pensamento racionalista sobre o espaço e a cidade da corrente teórica convencional⁵, para a qual o mundo poderia ser controlado e organizado, se se pudesse apreendê-lo e representá-lo corretamente.

De fato, um dos mais conhecidos esforços de abordagem da concepção formal em arquitetura e urbanismo⁶ baseados na razão sistêmica (ALEXANDER, 1969) colocou em evidência a sua dificuldade de tratar os valores humanos e, especialmente, os conflitos de valores, conduzindo-a ao cientificismo. Embora Alexander a considerasse um avanço em relação à razão instrumental do pensamento racionalista, não se pode negar que estas duas perspectivas têm uma origem comum, de forte influência positivista, com sua crença dominante no progresso linear, nas verdades absolutas, no planejamento racional de ordens sociais ideais sob condições padronizadas de conhecimento e produção.

Com uma abordagem baseada em analogias, principalmente as biológicas, esta perspectiva favoreceu a visão de que a cidade não é apenas um *artefato* (ou seja, uma forma convencionada e, portanto, capaz de ser adaptada a necessidades diversas), mas, sobretudo, um *organismo*, que tem, assim, sua “tipicidade”. Ou, dito de outro modo, a sociedade - e a cidade - não são reguladas por leis a elas intrínsecas, mas por leis determinadas do exterior, “leis naturais”, observadas objetivamente. Admite-se, dessa forma, a existência de uma teleologia inerente em ação, capaz de tudo converter num resultado vantajoso para todos, na visão de que os membros da sociedade distribuem-se numa escala hierárquica, segundo sua capacidade competitiva (DONNE, 1983)⁷. Como bem percebe GOTTDIENER (1993), a organização social vigente, vista por um tal prisma, é entendida como inevitável e a apropriação desta ideologia pelo setor imobiliário acaba por destruir o espaço social, através das transformações capitalistas dos valores e relações comunitárias de uso em valores de troca, ou seja, da criação de um espaço que o autor chamou de “abstrato”, porque segregado e privatizado.

Estas são questões especialmente caras àqueles que lidam contemporaneamente com o planejamento e o projeto urbano, pois a organização do espaço tornou-se um problema basal da cultura ocidental da segunda metade do século - quando se percebeu que as ordenações simbólicas do espaço e do tempo fornecem uma estrutura para a experiência dos grupos sociais, mediante a qual se formam a sua identidade, o seu senso de integração na sociedade como um todo e a sua capacidade de organizar-se de acordo com a representação que faz de sua visão de mundo (HARVEY, 1993).

ESCALAS CLIMÁTICAS E NÍVEIS DE PLANEJAMENTO URBANO

O problema da determinação da escala de abordagem tornou-se uma questão básica para a própria definição, abrangência e seleção de métodos e técnicas apropriadas de estudo do clima urbano a partir da contribuição de Sorre em 1937 (citado por MONTEIRO, 1976), que introduziu a noção de *tempo* (duração) no conceito de clima, estabelecendo o *ritmo* como um de seus atributos essenciais e dando ao conceito a perspectiva dinâmica de *série* e *sucessão*. Esta visão influenciou fortemente o desenvolvimento da climatologia geográfica brasileira, liderado pelos trabalhos pioneiros de Monteiro. Atualmente, a abordagem do clima urbano nas escalas espacial (horizontal e vertical) e temporal configura uma *estrutura tridimensional* de análise aceita tanto por geógrafos quanto por meteorologistas.

Curiosamente, apesar de seu compromisso com a conceitualização de Sorre, a proposta de MONTEIRO (1976) para relacionar uma classificação climática às unidades ou graus de urbanização deixa de considerar precisamente a dimensão temporal, dando ênfase à escala horizontal como base para a determinação das estratégias de abordagem (meios de observação, técnicas de análise e áreas de organização). Esta deficiência só foi corrigida em seus trabalhos mais recentes (por exemplo, em SEZERINO & MONTEIRO, 1990).

O modelo da “ilha de calor urbana” considera a visão tridimensional do clima, a partir de uma abordagem de escalas meteorológicas (OKE, 1976). Neste modelo, o autor propõe uma divisão no conceito de “camada limite atmosférica” para o estudo de áreas urbanas, distinguindo dois níveis: a “camada urbana ao nível das coberturas” (*urban canopy layer*), que se estende do solo até aproximadamente o nível médio das coberturas das edificações, e a “camada limite urbana” (*urban boundary layer*), que é uma camada interna de escala mesoclimática⁸, cujas características são determinadas, pelo menos parcialmente, pela presença da malha urbana.

Esta parece ser também a perspectiva adotada por KATZSCHNER (1994) ao propor uma estrutura de integração entre as escalas climáticas e as do planejamento urbano, como meio de viabilizar a tradução dos aspectos do clima urbano para uma linguagem de planejamento. Assim, mesmo não havendo uma proposta clara de organização geográfica global do clima e de suas articulações com o clima urbano, como ocorre em Monteiro, a estrutura de camadas-limite de Oke parece integrar-se bem com as escalas de planejamento e projeto urbano, como demonstra a experiência alemã.

Além disto, também existe o entendimento de que a aplicação da climatologia deve percorrer todos os níveis, do planejamento ao projeto urbano e ao do edifício, como explicita a metodologia proposta por BITAN (1988), como resposta ao apelo de OKE (1984) pelo fortalecimento da base teórico-metodológica da climatologia urbana. Neste método Bitan identifica cinco estágios, partindo dos requisitos dos usuários, da localização, tamanho e funções da área a ser planejada, para orientar a coleta de dados climáticos, medições, processamento e análise que, por sua vez, subsidiarão a determinação de critérios e recomendações ao planejamento e projeto urbano e das edificações.

Enquanto a experiência alemã está mais voltada à melhoria da qualidade ambiental de cidades existentes, o roteiro metodológico de Bitan aplica-se mais ao planejamento de cidades-novas e, portanto, não aborda a questão da *gestão* de qualidade ambiental

urbana que o processo de planejamento deve prever. Por outro lado, sua ênfase no "caráter universal" do método e numa ótica de consultoria climatológica evidencia a falta de perspectiva interdisciplinar - e este limite do enfoque convencional talvez possa explicar porque alguns planos urbanos modernistas que consideraram condicionantes do clima (como em Brasília, Chandigarh e Camberra) não tiveram sucesso em manter estas cidades livres de problemas climáticos.

MEIOS DE REPRESENTAÇÃO PARA A INTEGRAÇÃO

A maior parte dos esforços de representação dos elementos e da dinâmica do clima urbano têm sido desenvolvidos com o intuito de descrevê-lo, mais do que de fornecer subsídios para o planejamento e o projeto urbano. A experiência de representação de SEZERINO & MONTEIRO (1990), que pode ser tomada como exemplo em direção a uma possível cartografia do clima urbano, demonstra bem que a simples plotagem das variáveis do clima sobre a malha urbana em projeção horizontal ou em corte vertical não traz informações diretamente aplicáveis ao processo de planejamento e projeto. É possível, entretanto, extrair deste tipo de representação informações sobre o impacto das estruturas urbanas sobre a mudança climática, cruzando os dados climáticos com uma classificação de uso do solo, densidade de ocupação e tipologia predominante de edificação (ASSIS, 1990). Além disso, pode-se integrar dados de sensoriamento remoto em canal termal que auxiliam na percepção das áreas relativamente mais quentes e mais frias da área urbana.

Os resultados de simulações numéricas do modelo da "ilha de calor" que levam à representação dos fluxos de energia sobre o ambiente urbano parecem menos apropriáveis ainda para os propósitos do planejamento e projeto urbano. Um exemplo típico deste tipo de representação é mostrado em TERJUNG & O'ROURKE (1980), onde as unidades de fluxo correspondentes a cada faixa de energia representam a irradiação térmica dos edifícios para um corpo negro (o céu, à noite), em função do "fator de visão de céu" de cada conjunto urbano considerado.

Uma outra perspectiva é descrever as condições térmicas de uma área urbana através de índices bioclimáticos de conforto baseados no balanço de energia humano em ambiente exterior (isto é, exposto à radiação solar). KATZSCHNER (1994) observa que, além de muito complexos, estes índices fornecem muito pouca informação sobre as condições de ventilação dentro da "camada urbana ao nível das coberturas" - fator importante para o controle da qualidade do ar -, de modo que sugere ser preferível desenvolver uma descrição mais qualitativa, ou semi-quantitativa, que gere um mapa climático simples, mas com a informação necessária para os planejadores urbanos. Nesta visão, é mais importante fazer uma representação espacial sobre a malha urbana dos sistemas de circulação local relevantes para a melhoria da qualidade do ar, enquanto que para o controle da qualidade térmica, o padrão de distribuição de temperaturas é analisado em sua relação com a frequência estimada de *stress* bioclimático de calor ou frio. Este método de representação tem a vantagem de uma apropriação mais direta de informações para o planejamento e projeto, porém apresenta também alguns problemas, como o de definição dos limites das áreas de proteção às trajetórias dos ventos para efeito de zoneamento das áreas edificadas, bem como uma certa indefinição quanto às formas de tratamento das áreas urbanas sujeitas à *stress* térmico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração de base teórica ainda está por ser feita, porém parece possível admitir uma aplicação restrita da perspectiva convencional a fenômenos específicos, perdendo assim seu *status* de paradigma central na explicação das relações complexas que produzem a organização sócio-espacial. Isto implica também num esforço conjunto para superar de algum modo a visão de tipificação das necessidades humanas, como se os valores que uma sociedade reconhece no ambiente e em seus recursos não fossem, eles próprios, uma construção social, mas apenas dados, médias e constantes.

Embora exista um grande potencial de integração dos conceitos e modelos do clima urbano, bem como para a formação de uma linguagem comum às duas áreas para a aplicação dos princípios da climatologia ao planejamento, muito ainda precisa ser feito na análise das experiências e contribuições diversas que possam servir de subsídio à busca da compatibilização entre as escalas de abordagem e à geração de modelos de representação que possam efetivamente ser úteis ao planejamento e ao projeto urbano em cada local, na medida em que possam se adaptar à diversidade dos ambientes urbanos em seus vários aspectos (físicos, econômicos, políticos, sócio-culturais...).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi elaborado como aluna bolsista do Programa Interno de Capacitação Docente da Universidade Federal de Minas Gerais (PICD/UFGM), com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo parte da pesquisa para tese de doutorado em desenvolvimento junto à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU/USP). Gostaria de expressar meus agradecimentos a estes órgãos, bem como à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro à participação neste evento e à Profa. Dra. Anésia Barros Frota, por sua dedicada orientação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, C. *Ensayo sobre la Síntesis de la Forma*. Trad. E. L. Revol do original Notes on the Synthesis of Form (1964). Buenos Aires, Ed. Infinito, 1969.
- ASSIS, E. S. *Mecanismos de Desenho Urbano Apropriados à Atenuação da Ilha de Calor Urbana: análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical*. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.
- BITAN, A. "The methodology of applied climatology in planning and building", *Energy and Buildings*, **11** (1988), 1-10.
- CHURCHMAN, C. W. *Introdução à Teoria Geral dos Sistemas*. Trad. F. W. Guimarães do original The Systems Approach (1968). Petrópolis, Vozes, 1971, 2a. edição.
- DONNE, M. D. *Teorias sobre a Cidade*. Trad. J. M. Vasconcelos do original Teorie sulla Citá (1979). Lisboa, Edições 70 (Série Arte & Comunicação), 1983.
- ECHENIQUE, M. "Modelos: una discusión", in: Martin, L. et al. *La Estructura del Espacio Urbano*. Trad. F. L. Molina, Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1975.
- GOTTDIENER, M. A. *A Produção Social do Espaço Urbano*. Trad. G. G. Souza do original The Social Production of Urban Space (1985). São Paulo, EDUSP, 1993.
- HARVEY, D. *A Condição Pós-Moderna: uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural*. Trad. A. U. Sobral e M. S. Gonçalves do original The Condition of Postmodernity: an enquiry into the origins of cultural change (1989). São Paulo, Edições Loyola, 1993.
- KATZSCHNER, L. *Stadtklima und Städtebauliche Struktur Folgerungen für die Planung*. Dissertation zur Erlangung des Grades Dr. Ing., Universität Gesamthochschule Kassel, Kassel, 1994.
- MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e Clima Urbano*. Tese de Livre Docência apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.
- OKE, T. R. "The distinction between canopy and boundary layer urban heat islands", *Atmosphere*, **14** (1976), 268-277.
- OKE, T. R. "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations", *Journal of Climatology*, **1** (1981), 237-254.
- OKE, T. R. "The energetic basis of the urban heat island", *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **108** (1982), 1-24.
- OKE, T. R. "Towards a prescription of a greater use of climatic principles in settlement planning", *Energy and Buildings*, **7** (1984), 1-10.
- PAGE, J. K. "The fundamental problems of building climatology considered from the point of view of decision-making by the architect and urban designer", *WMO Technical Note 109 (Building Climatology)*, 1970, 9-21.
- SEZERINO, M. L. & MONTEIRO, C. A. F. "O campo térmico da cidade de Florianópolis: primeiros experimentos", *Geosul*, **2** (1990), 20-60.
- TERJUNG, W. H. & O'ROURKE, P. A. "Simulating the causal elements of urban heat islands", *Boundary-Layer Meteorology*, **19** (1980), 93-118.

¹Segundo ECHENIQUE (1975), um "modelo" é uma representação de uma realidade, que se faz através da expressão de certas características relevantes para sua melhor compreensão. Para se evitar a confusão causada pelo emprego deste termo com o significado de "teoria", é preciso estabelecer que a construção de um modelo pressupõe o emprego de uma teoria, que explique partes ou o total das relações do modelo. Do ponto de vista da tipificação dos modelos na categoria de uso (para que servem), Echenique identifica os modelos descritivo, preditivo, exploratório e de planejamento, que estão interligados num processo temporal para se chegar às metas socialmente estabelecidas de melhorias da realidade abordada.

²CHURCHMAN (1971) aponta como características básicas de um sistema seus objetivos, ambiente, recursos, componentes e administração (ou organização funcional).

³Para uma visão geral da experiência alemã mais recente nesta área, veja também WIRTSCHAFTSMINISTERIUM Baden-Württemberg. Städtebauliche Klimafibel: Hinweise für die Bauleitplanung, folge 2, Stuttgart, 1995. É preciso reconhecer, porém, que a estrutura proposta por Monteiro é mais abrangente, ao considerar também, além dos canais de conforto térmico e qualidade do ar, o do impacto meteórico (no nosso caso, mais restrito à precipitação), de relevante importância em climas tropicais chuvosos.

⁴Note-se que OKE (1981; 1982) conceitua o fenômeno da "ilha de calor urbana" como tipicamente noturno, ou seja, o fato básico que define o fenômeno - o diferencial de temperatura entre a cidade e a área rural à sua volta, DT_{UR} - atinge sua maior magnitude durante a noite, quando ocorre a radiação do calor acumulado durante o dia para o céu, que atua agora como corpo negro.

⁵A visão dominante da questão urbana, vagamente identificada por GOTTDIENER (1993) como "perspectiva ecológica" desenvolveu-se fortemente apoiada no pensamento de Durkheim e Spencer, fundando-se nos conceitos de solidariedade orgânica e darwinismo social.

⁶Há pouca discussão sobre o conceito de "forma" em arquitetura e urbanismo, embora a expressão "forma urbana" seja usada com frequência. Para ALEXANDER (1969), o objetivo final do projeto (em sua acepção de concepção, designio) é a forma e todo problema de projeto reduz-se ao ajuste de uma forma a seu conteúdo (contexto, ou seja, ao ambiente em sua - crescente - complexidade), visão esta mais ampla que a do funcionalismo do princípio do século, cuja expressão-síntese era "a forma segue a função".

⁷Por exemplo, ao afirmar que todo problema de projeto reduz-se ao ajuste de uma forma a seu conteúdo, ALEXANDER (1969) esclarece que a questão prática é a de ajustar uma forma ainda não concebida a um contexto que, "pelas limitações humanas e de sua tecnologia", não se pode descrever devidamente. Assim, para viabilizar a abordagem racional da complexidade do ambiente (contexto), este deve ser representado em subsistemas homeostáticos vinculados entre si, de modo que a adaptação de cada parte conduza à adaptação do todo. Nessa visão, é a natureza interna do processo que conta, em sua analogia aos processos bio-ecológicos (integração, manutenção das condições de fronteira, etc.), o que justifica a ruptura com a história pela suposta descoberta de uma lógica funcional inerente ao sistema, legitimando a universalização do modelo.

⁸Existem grandes divergências nas taxonomias propostas por diversos autores sobre as escalas climáticas, bem como entre as taxonomias propostas por geógrafos e meteorologistas. De fato, este parece ser um dos problemas principais para a integração dos vários conceitos dentro da própria climatologia geográfica. Neste caso específico, a escala mesoclimática à qual Oke faz referência não corresponde ao mesoclima de Cailleux e Tricart usado por Monteiro.

⁹O "fator de visão do céu" (sky view factor) corresponde, grosso modo, ao ângulo com origem no eixo transversal de uma rua, formado pelas retas que passam pela cota superior das fachadas frontais dos edifícios lindeiros à via.

