

UTILIZAÇÃO DO CLIMA NO PLANEJAMENTO COMO REFLEXO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NOS CENTROS URBANOS

Edson Soares FIALHO*

José João Lelis Leal de SOUZA**

Universidade Federal de Viçosa

Resumo

O clima enquanto processo dinâmico reflete considerações acerca às condições ambientais de uma determinada escala. Por essa característica, percebem-se no espaço urbano várias transformações no clima local em função das modificações das condições ambientais, com claras repercussões nas áreas circunvizinhas às cidades. Visto essa relação, é de vital importância à inclusão dos fatores climáticos como fonte de subsídio ao planejamento urbano. O objetivo do trabalho é refletir através da apresentação de diversos modelos de clima urbano já utilizados em estudos e, suas contribuições e dificuldades de aplicação. Posteriormente, partiu-se à análise sobre a problematização da escala climática no planejamento urbano. Com relação à escala, ainda paira uma incerteza quanto à escala ideal a ser adotada nos estudos, uma vez que a escolha possui implicações práticas de fornecimento e monitoramento de dados e de contribuição ao planejamento.

Palavras-chave: Clima, Planejamento, Cidade.

Abstract

The climate while process dynamic it reflects considerations near to the environmental conditions of a certain scale. For that characteristic, they are noticed in the space several urban transformations in the local climate in function of the modifications of the environmental conditions, with egg whites repercussions in the adjacent areas to the cities. Seen that relationship, it is from vital importance to the inclusion of the climatic factors as subsidy source to the urban planning. The objective of the work is to contemplate through the presentation of several models of urban climate used already in studies and, their contributions and application difficulties. Later, broke to the analysis on the problematize of the climatic scale in the urban planning. Regarding the scale, it still hovers an uncertainty as for the ideal scale to be adopted in the studies, once the choice possesses practical implications of supply and measure of data and of contribution to the planning.

Key Words: Climate, Planning, City.

Introdução

O tempo e o clima têm sido uma constante sempre presente, modelando a vida da humanidade, deixando marcas na vida do ser humano, por meio de seus hábitos e costumes, no decurso de sua existência, através da criação de meios de defesa à sobrevivência e busca de uma melhoria das condições de vida, contra as vicissitudes da variabilidade climática.

O clima é um recurso natural precioso. É um patrimônio coletivo da humanidade, essencial a conhecer e indispensável a preservar, a fim de garantir sua qualidade, dada a contribuição decisiva que tem para a existência de todos os seres vivos. Entretanto, o ser humano (in)consciente vem modificando as condições ambientais de seu entorno, criando microclimas artificiais.

As relações da humanidade com o seu

ambiente natural se tornaram bem mais complexas após a criação dos aglomerados urbanos, onde os processos de ocupação se deram de forma mais acelerada e intensa, causando a depreciação das condições ambientais nas diversas esferas tem gerado muitas vezes a desvalorização econômica dos locais afetados e pauperização da qualidade de vida dos indivíduos.

Esses fatores auxiliaram na construção de um novo ambiente climático, uma vez que as condições climáticas pré-existentes no espaço foram modificadas, criando uma espécie de *cúpula climática*, dentro da qual se define o que se entende por clima urbano, cujas características dependem de vários fatores, dentro os quais se podem ser subdivididos em algumas categorias, tais como: arquitetural, condição sinótica, urbanização e geocológicos, com pode ser visualizado no quadro 1 a seguir.

Nesse contexto, o presente artigo busca discutir a adoção do clima urbano como categoria de análise que permita estimar os impactos do processo de ocupação e, que num segundo momento forneça substrato para um planejamento urbano mais adequado.

Dentre as categorias freqüentemente utilizadas pela Geografia, o clima toma importante valor pelo seu potencial de relação com diversos processos, nos quais as aglomerações urbanas imprimem uma nova conotação. Não cabe aqui relatar todas as alterações climáticas advindas do processo de urbanização, mas merecido destaque é oferecido às alterações de temperatura, corrente de ventos, evaporação, evapotranspiração e insolação.

Por sua vez, a alteração de tais elementos reflete processos sócio-econômicos e ambientais anteriores e presentes na dinâmica urbana. Se tomada em particular, a diminuição

Quadro 1. Fatores Formadores da Ilha de Calor

CATEGORIAS	FATORES
Arquitetural	Geometria urbana. Propriedades térmicas dos materiais de construção. Maior absorção de onda curta devido aos canyons (vales) urbano. Redução da velocidade do ar intra-urbana. Albedo. Densidade Urbana.
Condição Sinótica	Dinâmica da atmosfera. Poluição do ar ou Permeabilidade da atmosfera..
Urbanização	Aumento da emissão da radiação de ondas longas. Adensamento populacional. Topografia antrópica / Cobertura do céu (SVF) Produção de energia antrópica. A redução da evapotranspiração. Metabolismo urbano. Uso do solo. Redução da vegetação intra-urbana
Geocológicos	Sítio. Posição geográfica. Morfologia. Cobertura vegetal. Orientação de Vertentes.

Fonte: FIALHO, E.S.; IMBROISI, E. G. (2005).

da evapotranspiração em uma área pode ser associada à redução da área verde, mas quando se integram informações de aumento da temperatura e permeabilização do solo, pode-se estimar o grau de alteração dos fatores ambientais. Assim, quando combinadas, as análises permitem uma investigação mais profunda dos processos ambientais.

Tais informações possuem alto potencial de contribuição no momento do planejamento urbano, na medida em que podem apontar diferentes níveis de depreciação das condições ambientais e, delinear para as áreas de baixa ocupação, estratégias mais adequadas à sua sensibilidade ambiental.

Contudo, além da falta de consenso sobre a demarcação entre as escalas de análise, a instrumentalização da pesquisa necessária a tornar o clima um dos fatores no planejamento urbano encontra-se bastante limitada.

Os modelos de clima urbano sobre o planejamento

Estudos de adequação climática voltada para a arquitetura geralmente vão do clima regional ao edifício, sem passar pela análise climática da cidade onde ele se insere. De acordo com Monteiro (1990b, p. 107) que fomenta a prática interdisciplinar, entre a região e o edifício há um sensível hiato posto que a variação local dentro do quadro de uma região é considerável. Da mesma forma o subsídio da observação do posto meteorológico padrão para a escala do edifício requer também alguma consideração.

Do ponto de vista do climatologista, o principal interesse é estudar o impacto da área urbana na atmosfera. Para o planejamento urbano e o projeto de edifícios o interesse maior em analisar os impactos da atmosfera

urbana nos aspectos funcionais, econômicos e de segurança do ambiente edificado na saúde e bem-estar dos seus ocupantes. Tendo identificado tais impactos, o que não se constituiu uma tarefa fácil, o próximo passo consiste em desenvolver métodos para monitorá-los. Pode-se obter algum sucesso por meio de um raciocínio qualitativo à base de experiência no trato do clima e na observação de princípios gerais. Porém, o que realmente é necessário é uma metodologia quantitativa, utilizando modelos de balanço de energia, incorporando o sistema afetado por este clima (MONTEIRO, 1990, p. 1).

Jáuregui (1994, p. 377) ao realizar uma revisão do desenvolvimento da climatologia urbana em regiões tropicais e subtropicais no mundo; somente nos anos de 1970 surgiram os primeiros trabalhos descrevendo efeitos urbanos em cidades tropicais, incluindo os estudos de Monteiro e Tarifa no Brasil, para a cidade de Marabá, no Estado do Pará.

Na década de 1980 aconteceram importantes conferências sobre climatologia urbana aplicada às regiões tropicais que aproximaram as pesquisas na área, vindas de diversas experiências no mundo, eventos que se tornaram mais freqüente na década de 1990. Essa constatação também é verificada ao nível de Brasil por Fialho (2006), quando ao realizar um acompanhamento da evolução dos trabalhos publicados ao longo dos simpósios brasileiros de climatologia geográfica entre 1992 e 2006 (tabela 1) de acordo com as seguintes categorias: campo térmico/conforto térmico; impacto pluvial, recursos hídricos/Secas; Qualidade do ar; Estudos climáticos; Dinâmica da atmosfera; Clima e agricultura; Clima e ensino e Outros (Neve, Vento, Desertificação, Saúde, Regionais

e Locais). Sendo que nesse conjunto, os estudos de campo térmico ocupam um lugar expressivo, alcançado no Simpósio de 1998 realizado em Salvador, que vem mantendo desde então.

Já Bornstein (1986, p. 237) ao fazer uma revisão dos modelos de clima urbano existente, comentando a sua natureza, limitações e aplicações. Dentre os modelos para a chamada *urban canopy layer* (camada até

Tabela 1. Evolução dos Trabalhos por Temas ao longo dos Simpósios Brasileiros de Climatologia Geográfica (1992-2006)

CATEGORIAS	1992	1996	1998	2000	2002	2004	2006	TOTAL
Número de Trabalhos Publicados	74	91	119	129	134	197	215	959
Campo Térmico / Conforto Térmico	7	13	20	25	24	31	30	150
Qualidade do Ar	1	3	1	5	9	8	3	30
Recursos Hídricos / Secas Impacto Pluvial	24	25	40	40	30	64	48	272
Estudos Climáticos Regionais e Locais	7	20	18	16	19	32	17	129
Dinâmica da Atmosfera	5	0	14	4	7	13	15	53
Clima e Agricultura	6	11	4	7	12	12	8	58
Clima e Ensino	1	4	4	7	8	10	38	72
Outros / Neve / Vento / Desertificação / Saúde	24	15	18	24	25	27	56	191

Fonte: Fialho, E. S. (2006)

o nível das coberturas dos edifícios) o autor classifica os modelos em três categorias: estatísticas, os que referem às torças de energia nos *canyons* urbanos e os modelos em túnel de vento.

Enquanto Oke (1984) classifica os modelos em:

- a) Empírico: são fundamentados em condições reais, mas sua validade se restringe àquela base de dados.
- b) Físico-escalares: Permitem recriar as condições locais e predizer o que ocorrerá com a implantação de estruturas planejadas, usados principalmente para simular fluxos de ar para ventilação e a dispersão de poluentes através de áreas urbanas e no entorno dos

edifícios, usando túneis de vento. Segundo Oke há experiências para simular:

1. Padrões de sombra e de carga térmica em arranjos de edifícios.
 2. Efeitos da geometria urbana no resfriamento noturno ou em experimentos controlados no exterior simulando a ilha de calor urbana.
 3. Efeitos da mudança da rugosidade artificial
 4. Efeitos da geometria urbana sobre o albedo.
- c) Modelos numéricos que não consideram o referencial humano, sendo que a maioria deles trata das condições climáticas acima da camada limite e não nas condições

para o planejamento.

Oke (1973) fez uma proposição a um modelo que relaciona a intensidade da ilha de calor à população, baseado em estudos para cidades européias e norte-americanas, que não demonstraram bons resultados, assim como para algumas cidades brasileiras, onde tal proposta de modelo foi aplicada para as cidades brasileiras não demonstrou uma correlação positiva, pois muitas cidades grandes, por princípio tenham uma maior população e por conseguinte um maior número de atividades humanas, isso não justifica o fato da cidade em questão tenha uma maior intensidade da ilha de calor numa relação proporcionalmente direta, como pode ser visualizado na figura 1 que compara a intensidade da ilha de calor em algumas cidades brasileiras.

Um exemplo disso é a cidade de Juiz de Fora com uma população de cerca de 400.00 habitantes apresentou uma intensidade de 12°C, enquanto Salvador com a população

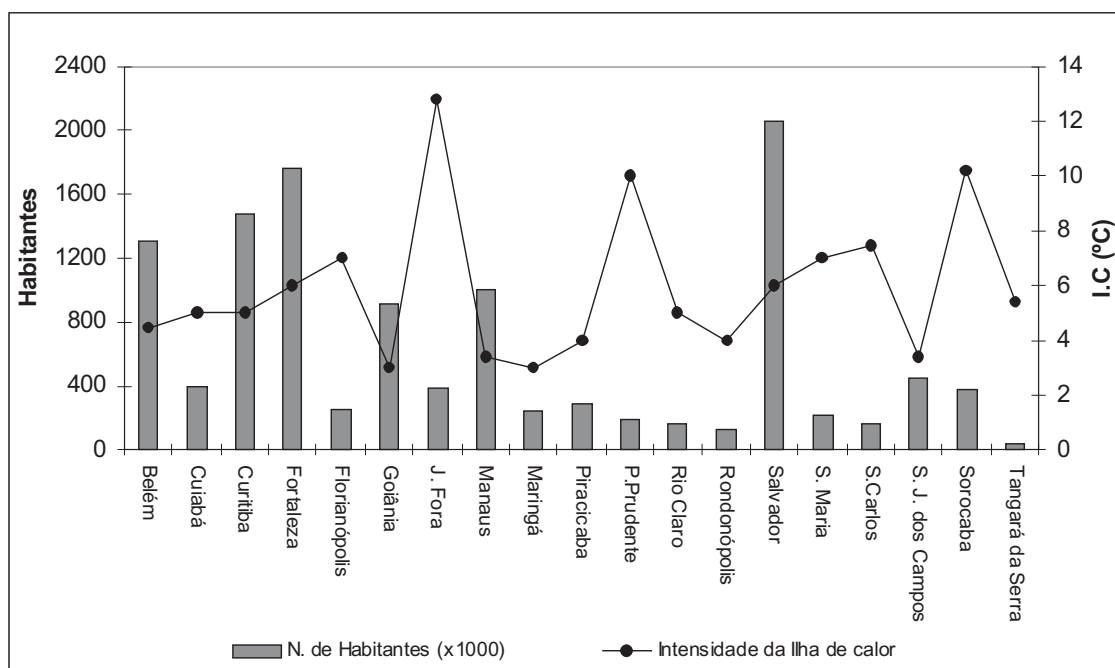
de 2 milhões de habitantes registrou uma intensidade de 6°C.

Por conta das limitações do modelo Oke (1981) procurou demonstrar que a geometria urbana (GOLANY, 1996) e as propriedades térmicas das superfícies construídas têm mais influência na magnitude e na formação da ilha de calor do que o centro ou a densidade da população, apresentando um novo modelo que relaciona a intensidade da ilha de calor com o fator de obstrução a visão do céu, dado através da relação H/W (altura/largura) nos *canyons* urbanos.

Segundo o autor, a divisão o clima urbano é compreendida em duas escalas: a camada Cobertura Urbana (UCL - *Urban Canopy Layer*) e a Camada Limite Urbana (UBL - *Urban Boundary Layer*), como pode ser visto na Figura 2.

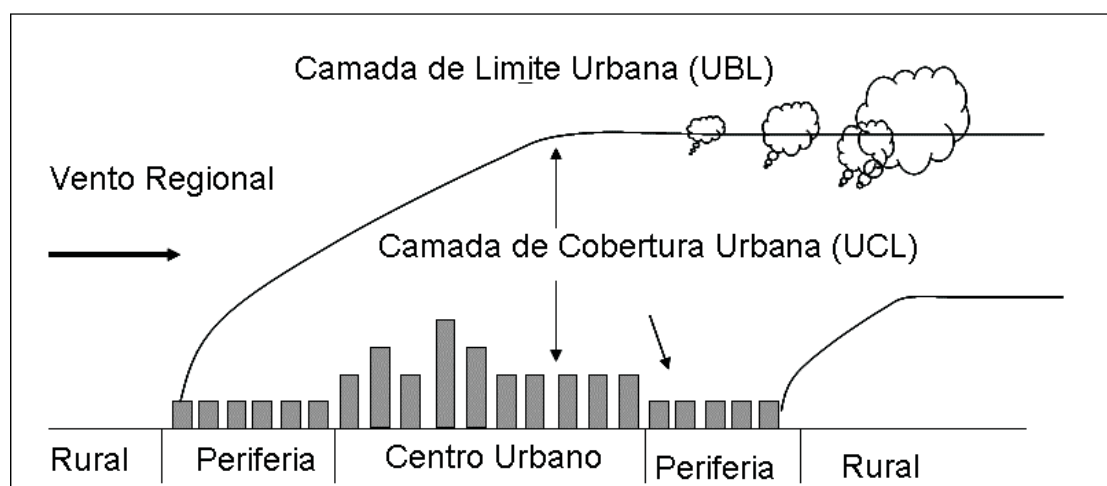
O modelo matemático da ilha de calor considera a escala tridimensional do clima, e faz a diferenciação entre duas camadas distintas (OKE, 1978): a chamada UCL - *urban*

Figura 1. Correlação entre o Número de habitantes e a intensidade da ilha de calor em cidades brasileiras.



Fonte: Fialho, E. S. (2002, p. 37)

Figura 2. Representação esquemática da atmosfera urbana.



Fonte: Adaptado de Oke (1978, p. 240).

canopy layer, que se estende do solo até o nível médio dos topos dos prédios, e a UBL – *urban boundary layer*, a camada limite interna em mesoescala, cujas características são determinadas, pelo menos parcialmente, pela presença da malha urbana.

Segundo Assis (1997, p. 135), o modelo de Oke é mais comprometido com a compreensão do fenômeno meteorológico e sua modelagem do que com a perspectiva da intervenção humana, daí a sua dificuldade de apropriação dentro de uma prática de planejamento e de projeto urbano. Sua grande contribuição está pautada na consolidação de que o clima da cidade é produto de um fenômeno de transformação de energia a partir da interação entre o ar atmosférico e o ambiente construído.

Oke explicou a diferença entre os processos térmicos entre as áreas rurais e urbanas, e colocou em evidência a geometria urbana e a inércia térmica dos materiais de construção no processo de alteração do clima na escala da cidade.

Atualmente a mesma perspectiva

adotada por Katzschner (1997) ao propor uma estrutura de investigação entre as escalas climáticas e as do planejamento urbano como meio de viabilizar a tradução dos aspectos do clima urbano para uma linguagem do planejamento.

A lacuna entre o clima urbano e o planejamento devido à complexidade do tema, à sua interdisciplinaridade e à falta de diálogo entre os envolvidos, dificultando a transferência de conhecimento sobre climatologia urbana em ferramentas práticas de planejamento. Oke (2005) conclui que a falta de poder preditivo para antecipar o impacto climático das alternativas de projeto e para suplantar isso seria necessário equalizar a linguagem entre os diversos campos do saber que utilizam a climatologia.

Monteiro comenta (1976, p. 132) a internacionalização da arquitetura e diz que

“[...] das duas uma: ou essas edificações dispõem de tecnologia de conforto tão especializada a ponto de anular completamente a realidade climática, ou a lugares onde o grau de desconforto é enorme [...] Penso,

sobretudo, na Amazônia, em plena fase de ocupação e implantação urbana. Se criarmos cidades padronizadas universalmente, termos que ter os recursos e as técnicas para anular a natureza ou pagaremos alto pelo desconforto criado [...]”.

Para Monteiro (1976, p. 124), como toda organização complexa, o clima da cidade admite uma visão sistêmica, com vários graus de hierarquia funcional, e diferentes níveis de resolução. O modelo para o sistema clima urbano de Monteiro aborda três questões básicas:

- i) Conforto térmico;
- ii) Qualidade do ar; e
- iii) Impacto meteórico.

De acordo com Monteiro a pesquisa do clima da cidade implica obrigatoriamente em observação fixo permanente, com como em trabalho de campo com observações móveis e episódicas. O trabalho de Sezerino e Monteiro (1990) na caracterização do campo térmico na cidade de Florianópolis estabeleceu um método para medições de clima urbano utilizando um psicrômetro de funda em abrigos meteorológicos, baseados nos utilizados por Tarifa.

Inicialmente em 20 pontos da cidade, com leituras em três horas, referenciadas às leituras da estação climatológica local. Para os autores a extensão da validade das observações ao redor do ponto de observação é função da homogeneidade morfológica de cada área, levando em consideração as condições topográficas, de vegetação e tipologia edificada. No segundo experimento os pontos de observação foram concentrados em uma área menor, no centro da cidade, combinados com observações verticais. Esses primeiros experimentos estão dentro da

camada *urban canopy layer*, definida por Oke.

Segundo Monteiro (1990) o ideal seria fazer medições nas quatro estações do ano por vários anos seguidos, abrangendo uma amostragem expressiva, e que um experimento inicial deve conter, no mínimo, dois eventos em estações opostas. A duração mínima deve ser de 24 horas, e as leituras devem ser referenciadas à estação meteorológica padrão da cidade. Monteiro diz que pode utilizar aparelhagem simples, desde que seja respeitada a homogeneidade do equipamento em todos os pontos de medição.

Deve-se também fazer observações sob as condições atmosféricas e observações sobre a forma urbana. O autor lembra que o número de pontos de medição significa número de aparelhos e de pessoas capacitadas para efetuar o trabalho de campo, e que a padronização do registro é tão importante quanto o treinamento da equipe.

Para Monteiro a distribuição dos pontos é uma decisão do pesquisador e deve recair sobre a melhor forma de expressar a natureza ou o caráter da cidade estudada, baseada no conhecimento local, em um mapa do sítio em uma carta de uso do solo, assim como do conhecimento do local, em um mapa do sítio e uma carta de uso do solo, assim como o conhecimento do crescimento vertical e da variação espacial da cobertura do solo. Os padrões de homogeneidade para se estabelecer a validade dos registros no entorno de cada ponto podem ser estabelecidos através da análise de fotos aéreas e controle de campo.

Para o autor cada ponto expressa – no momento em que foi registrado – o comportamento da atmosfera, englobando as componentes da atmosfera regional e aquelas advindas da resposta local, ao mesmo tempo

em que se deve refletir algo do contexto mesoclimático e, sobretudo, está intimamente comprometido com as condições microclimáticas criadas pela forma urbana.

Para Assis (1997), a definição de campo térmico urbano apresentada por Monteiro (1990a) soa melhor para o conforto ambiental na escala urbana, pela possibilidade de relacionar as características da forma urbana que condicionam o clima local às configurações do campo térmico urbano, nas suas dimensões temporais e espaciais.

A proposta de Monteiro parece convergente com a experiência alemã de planejar com o clima e toma um caráter operacional para o processo de projeto urbano a partir da consolidação do conceito de clima urbano ideal. Desse conceito derivam os dois atributos principais do clima urbano utilizados pela escola alemã de climatologia urbana: qualidade do ar e condições bioclimáticas de conforto térmico humano

Bitan (1988) afirma que os fatores climatológicos devem ser integrados em todos os níveis e planejamento, do regional ao projeto urbano e do edifício e enfatiza dois princípios para sua metodologia:

1. o caráter universal, para que possa ser usada em qualquer lugar.
2. deve ter a possibilidade de ser usada separadamente para cada estágio do processo de planejamento.

Bitan (1988) identifica cinco estágios (partindo dos requisitos dos usuários, da localização, do tamanho e das 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 de edificações.

Para Bitan (op. cit), a representação dos dados deve incluir desenho, mapas, gráficos, diagramas, tabelas que possam facilitar o entendimento e o uso dos dados climáticos. O estágio mais importante do processo é quando o levantamento anterior é integrado a cada etapa do planejamento regional, de assentamento rural ou urbano, ou de edifícios. E, áreas urbanas o entendimento do clima determina a escolha do local, o layout do assentamento, a localização das funções e usos do solo na cidade, as distâncias de percurso para os pedestres, e a redução dos aspectos negativos do clima envolvendo o desenho urbano e o paisagismo no processo de planejamento.

Para Assis (1997, p. 136) o método de Bitan é mais adequado para o planejamento das cidades novas, e não aborda a gestão de qualidade ambiental urbana que o processo de planejamento deve prever.

Dificuldades de aplicação dos modelos climáticos no meio urbano

Diante das diversas abordagens de clima urbano e, suas contribuições específicas ao planejamento, serão discutidas neste tópico algumas limitações quanto ao recorte espacial a ser adotado.

O fator climático apresenta limitações de acordo com o recorte espacial utilizado, uma vez que processos de saída podem não ser contabilizados na avaliação da sustentabilidade das ocupações. Por exemplo, a alteração no regime hídrico entre a cidade e os arredores menos urbanizados provoca a jusante, alterações de ordem ambiental na quantidade e qualidade da água. Aliada à concentração das chuvas, a impermeabilização do solo provoca um

aumento na taxa de escoamento superficial e aceleração da velocidade dos cursos d'água, provocando enchentes e diversos outros impactos na área da foz. Nessas condições, embora os parâmetros climáticos não apontem alterações significativas, o ambiente onde se imprime a ação impactante encontra-se em franco processo de degeneração.

Cabe nesse ponto, discutir a relevância que a adoção dos conceitos de escala nos estudos climáticos toma. Ainda que haja grande discussão sobre a classificação das escalas, tomaremos que a estratificação das escalas não é uma atividade restrita à somente um recorte espacial, mas este, integrado a uma duração de um evento climático (JESUS, 1995, p.153). Sendo assim, o enquadramento dos fenômenos meteorológicos.

Infelizmente, quanto a melhor categorização das escalas climáticas, cabe salientar que não há consenso entre os autores, como pode ser visto nas tabelas 2 e 3, desenvolvidas por Linacre (1981) e Monteiro (1976) respectivamente.

No entanto, para o meio urbano, acredito que a melhor hierarquização que melhor atende as demandas do planejamento urbano sejam as mesmas desenvolvidas por Brandão (1996), onde as escalas inferiores são subdividas micro, topo, meso e local. Na microescala, estão inseridos os fatores relacionados com a variação dos parâmetros climáticos influenciada pelas condições pontuais, como aspereza e rugosidade. A mesoescala é determinada por características mais significativas, capazes de alterar o clima numa abrangência maior, como um bairro ou ilha.

Dentre os fatores de clima local, estão os parâmetros estabilizados em certa medida,

que conferem um caráter similar a determinado recorte. Neste recorte, pode ser apontado muitas vezes o nível municipal. Para a sub-regional ou macroescala, são reservadas as condições de clima que atingem uma caracterização mais geral do clima, com menos especificidades e, uma área maior (BRANDÃO, 1996).

Tratados esses recortes, o clima possui potencial e atribuições diferentes ao planejamento urbano em cada escala. Mills (2007) discute tal questão ao abordar o clima como mecanismo orientador de táticas a fim de alcançar uma sustentabilidade urbana. Esta última, derivada do conceito mais amplo de sustentabilidade, prevê o uso mais eficiente dos recursos, de forma a reduzir a degradação do meio ambiente e melhorar as condições de vida e acesso da população.

Para Mills (*op. cit.*) o planejamento da cidade deve focar suas atenções à forma, função e organização dos sistemas urbanos, sendo que dentro deste sistema o clima atua nos papéis de receptáculo e influenciador.

Buscando adicionar o clima urbano como um dos fatores preponderantes ao planejamento, Evans e Schiller (1996) analisaram diversas facetas de microclimas em Buenos Aires e na zona urbana circundante em conjunto com a depreciação ambiental dos pontos monitorados. Segundo os resultados obtidos, Evans e Schiller (*op. cit.*) recomendaram forte relação entre melhora do uso do solo e condições ambientais.

Contudo, como exemplificada anteriormente a incapacidade do recorte local responder por alterações de saída do sistema urbano, pode-se apontar as escalas mais abrangentes como dotadas de maior relevância do fator clima, paradoxalmente,

Tabela 2. Hierarquização das Escalas climáticas segundo Linacre (1981)

Ordens de Grandeza	Influências meteorológicas	Área	Extensão (Km)	Processos relevantes	Prazo característico	Altitude da camada de uniformidade horizontal (metros)
Planetário	sol, serras, oceanos, sistemas sinóticos	O mundo todo	40.000	Circulação geral	1 ano	
Sinótico	Circulação geral, latitude e Climats regionais	Parte do mundo	4.000	Circulações gerais e ondas de Rosby	1 semana	2.000 - 15.000
Mesoclima	Circulação secundária, elevação, estação e topoclimas	região	200	Ventos geostróficos, Nebulosidade e Subsidiência	8 horas	500 - 2.000
Topoclima	Mesoclima, topografia advecção e ventos nos altos níveis	zona	10	Chuva, estabilidade Dispersão de poluição, convecção e furacões.	20 minutos	10 - 500
Microclima	Topoclima, albedo, umidade, aspereza e obstrução da superfície	local	0,10	Temperatura no abrigo, umidade, vento superficial, radiação turbulências e fluxos verticais	Ao acaso	0,1 - 10
Superficial	temperatura da superfície vento	camada limite da superfície	0,0001	Difusão molecular	Ao acaso	0 - 0,1

Fonte: LINACRE, E. (1981, p. 12)

com a diminuição das suas especificidades e aumento da complexidade de fatores.

Compreender o clima em mesoescala permite ao planejador observar não somente a dinâmica interna à cidade, mas também externa. O ato passa a abarcar informações relevantes como o grau de alterações climáticas e ambientais ao redor de determinado município e, possíveis impactos já localizados

em um segundo município. Como o exemplo dado anteriormente, a formação de uma ilha de calor, bem como alterações no regime da drenagem, não possui impactos restritos àquele sistema urbano onde são produzidos e, por isso devem ser encarados numa escala de análise maior.

No caso da ilha de calor, sabe-se que o aumento da temperatura pode provocar

Tabela 3. Hierarquização das Escalas climáticas segundo Linacre (1981)

Ordens de Grandeza	Unidades de Superfície	Escala Cartográfica de tratamento.	Espaços Climáticos	Espaços Urbanos	Estratégias de Abordagem		
					Meios de Observação	Fatores de Organização	Técnicas de análise
II	10 ⁶ (milhões De km).	1:45 000 000 1:10 000 000	Zonal	-	Satélites Nefanálises	Latitudes Centros de Ação	Caracterização geral comparativa
III	10 ⁴ (milhões De km)	1:5 000 000 1:2 000 000	Regional	-	Cartas sinóticas. Sondagens. Rede Meteorológica	Sistemas Meteorológicos	Rede Transectos
IV	10 ² (centenas de km)	1:1 000 000 1:500 000	Sub-regional (fácies)	Megalópolis, grandes áreas metropolitanas		fatores geográficos	Mapeamento sistemático
V	10 (dezenas de km)	1:250 000 1:100 000	Local	Metrópolis Área Metropolitana	Posto Meteorológico Rede Complementar	Integração Geocológica Ação Antrópica.	Análise espacial
VI	10 ⁻² (centenas De milhares de metros)	1:50 000 1:25 000	Mesoclima	Cidade Grande, bairro ou subúrbio de Metrópole	-	Urbanismo	
VII	Dezenas de metros	1:10 000	Topoclima	Pequena cidade. Fácies de bairro/ subúrbio de cidade	Registros móveis (episódicos)	Detalhe (arquitetura)	Especiais
VII	metros	1: 2 000	Microclima	Grande Edificação Habitação	Baterias de instrumentos especiais	Habitação	

Fonte: Monteiro (1976)

alterações significativas nas correntes de vento e na circulação em níveis locais. Indiretamente, provocará alterações no regime de chuvas, concentrando as precipitações no centro urbano. Nessa medida, as áreas de menor temperatura, ao redor da cidade, tendem a diminuir seus registros de precipitação, contudo, são exatamente esses locais que guardam as nascentes dos rios que fornecem água às cidades.

Ao mesmo tempo, investir na escala regional de planejamento consiste em outras

dificuldades, principalmente no que tange a instrumentalização da pesquisa e agrupamento dos dados. É sabido que o monitoramento climático em nível local enfrenta, muitas vezes, problemas de escolha de um local para instalação de uma base fixa e, quando elevado a escalas de análise mais gerais, é necessária a implantação de uma malha de estações que permitam a análise dos mesoclimas de uma cidade e, sua interação com o clima local e sub-regional.

Considerações Finais

Embora ainda sejam escassos os exemplos de aplicação de modelos climáticos no planejamento urbano, a integração de considerações climáticas é de demasiada importância na medida em que estas passam a servir de categoria de análise das condições ambientais. Porém, considerações tanto ao modelo conceitual de Monteiro quanto o modelo de Oke os revelam como modelos demasiado sistêmicos e de balanço de energia, difíceis de serem aplicados ao planejamento urbano.

Diante da força dos processos degenerativos da qualidade de vida no meio urbano, é de sumária importância a utilização de instrumentos que integrem os diversos fatores ambientais e, que auxiliem em análises conjuntas que alimentarão o processo de planejamento. Nesse contexto, o clima passa a valer-se como categoria de análise e, de grande potencial para contribuição para o planejamento regional. Contudo, ainda enfrenta-se questionamento quanto à escala ideal a ser adotada, tendo a escolha implicações diretas na fonte de dados e contribuição ao planejamento urbano.

Se tomadas às escalas do micro e mesoclima, a agregação de dados e informações não abrange os impactos externos à cidade em análise. Desta forma, a sustentabilidade das práticas urbanas fica comprometida somente ao nível local e, pode não necessariamente refletir melhorias na gestão dos recursos naturais.

Quanto a escala regional, encontram-se dificuldades de instrumentalização no levantamento de dados numa malha de pontos de registros adequada às diversificações do clima urbano e que possibilite a análise intermunicipal. Outro sério entrave à adoção

desta escala no planejamento é a intersetorialidade e intermunicipalidade exigida para tais ações, em medida que a cooperação ainda não é, via de regra, amadurecida e possui grandes êxitos no Brasil.

Notas

* Professor Assistente I do Departamento de Artes e Humanidades da Universidade Federal de Viçosa (UFV); doutorando do Programa de Pós-Graduação em Geografia Física pela Universidade de São Paulo (USP). e-mail: fialho@ufv.br.

** Graduando do curso de Geografia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). e-mail: jjlelis@yahoo.com.br.

Referências Bibliográficas

AGUIAR, F. E. O. *As Alterações climáticas em Manaus no século XX*. 182f. Dissertação (Mestrado em Geografia)–Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza – Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1995. 182f.

ASSIS, E. S. de. *Mecanismos de desenho urbano apropriados à atenuação da ilha de calor urbana: Análise de desempenho de áreas verdes em clima tropical*. 164f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura)–Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1990. 164f.

ASSIS, E. A. Bases teóricas para aplicação da climatologia no planejamento urbano. ENCONTRO NACIONAL DO CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: ANTAC, 1997, p.134-139.

BRANDÃO, A. M. de P. M. *O Clima urbano da cidade do Rio de Janeiro*. 395f. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas–Universidade de São Paulo. 1996. 395f.

BRANDÃO, A. M. P. M.; RUSSO, P. R.; FIALHO, E. S. Planejamento e Clima urbano. *Revista da Pós-graduação em Geografia da UFRJ*. Rio de Janeiro, v. 4, n. 4, p. 9-23

BITAN, A. The methodology of applied climatology in planning and building. *Energy and Buildings*, Netherlands, n. 11, p.1-10, 1988.

BORNSTEIN, R. D. Urban climate models: nature, limitations and applications. In: URBAN

CLIMATOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL REGARD TO TROPICAL AREAS. Mexico, 1984. Proceedings. OKE T. (ed.) *Urban climatology and its applications with special regard to tropical areas*. Genebra: WMO, n. 652, p. 237-276, 1986

EVANS J M, SCHILLER S. Application of microclimate studies in town planning: a new capital city, an existing urban district and urban river front development. *Atmospheric Environment*. Nova York, n.30, p.361-364, 1996.

FIALHO, E. S. *Análise Temporoespacial do Campo Térmico na Ilha do Governador-RJ em situações sazonais de verão e inverno*. 164f. Dissertação (Mestrado em Geografia)-Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza-Instituto de Geociências da UFRJ. 2002. 164f.

FIALHO, E. S.; IMBROISI, E. G. A influência dos fragmentos verdes intra-urbanos no campo térmico no alto rio joana-RJ. ENCONTRO DE GEÓGRAFOAS DA AMÉRICALATINA, 10., 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, p. 5170-5188, 2005

FIALHO, E. S. Uma análise da produção climatológica na ciência geográfica brasileira entre 1992 e 2006. SEMINÁRIO DE PESQUISA EM GEOGRAFIA FÍSICA, 3., 2006, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2006 CD-ROM

GOLANY, G. S. Urban design morphology and thermal performance. *Atmospheric Environment*. v. 30, n. 3, p. 455-465, 1996

JÁUREGUI, E. Overview of papers on urban climate in tropical/subtropical areas. In: *Technical Conference of Tropical Urban Climates*. Dhaka, mar/apr 1993 Genebra: WMO/TD n. 647, p. 377-390, 1994.

JESUS, E. F. R. *Espaço, tempo e escala em climatologia*. 203f. Tese (Doutorado em Geografia)-Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/Universidade de São Paulo. 1995. São Paulo. 203f.

KATZSCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: ANTAC, p. 49-58, 1997.

LINACRE, E. Características das várias escalas de clima. *Boletim da Sociedade Brasileira de Meteorologia*. Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, 1981

MENDONÇA, F. de A. O Clima e o planejamento urbano: A particularidade das cidades de porte médio e pequeno. *Boletim Climatológico*. Presidente Prudente/Unesp, v.1, n. 2, p. 21-30, 1996

MILLS, G. Progress toward sustainable settlements: a role for urban climatology. *Theoretical and Applied Climatology*. Viena, v. 43 n.84, p. 69-76, 2006.

MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano*. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto de Geografia. Teses e Monografias. n. 25, 1976, 181p.

MONTEIRO, C. A. F. Por um suporte teórico e prático para estimular estudos geográficos do clima urbano no Brasil. *Geosul*. Florianópolis, v.5, n.9, p. 7-19, 1990a.

_____. A cidade como processo derivador ambiental e estrutura geradora de um Clima urbano. *Geosul*. Florianópolis, v. 5, n. 9, p. 80-114, 1990b

OKE, T. R. City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*. Nova York, v. 7, p. 769-779, 1973

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, v. 1, p. 237-254, 1981.

_____. Towards a prescription for the greater use of climatic principles in settlement planning. *Energy and Buildings*. Netherlands. n.7, p. 1-10, 1984.

_____. *Boundary Layer Climates*. Cambridge: Methuen, 1978.