

Boletim Gaúcho de Geografia

<http://seer.ufrgs.br/bgg>

O AMBIENTE URBANIZADO E O CLIMA URBANO

Heinrich Hasenack, Feliciano E. V. Flores

Boletim Gaúcho de Geografia, 19: 57-70, maio, 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/bgg/article/view/38015/24499>

Publicado por

Associação dos Geógrafos Brasileiros



Portal de Periódicos UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: portoalegre@agb.org.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/bgg/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - maio, 1992

Associação Brasileira de Geógrafos, Seção Porto Alegre, Porto Alegre, RS, Brasil

O AMBIENTE URBANIZADO E O CLIMA URBANO

Heinrich Hasenack*
Feliciano E. V. Flores*

A urbanização e suas consequências

A urbanização acelerada, em especial neste século, trouxe consigo alterações significativas à superfície da Terra. Segundo DAVIS (1976), este crescimento é consequência coletiva imprevista de uma série de ações individuais deliberadas.

Tendo passado 99% de sua existência em acampamentos nômades ou aldeias (DAVIS, 1976), a transição do Homem para a vida urbana foi um fato histórico muito importante. As cidades ocupam apenas de 1 a 5% da área da paisagem terrestre (ODUM, 1985). Em contrapartida, concentram um terço da população urbana em cidades com mais de 20.000 habitantes e um quinto da população urbana em cidades com mais de 100.000 habitantes (MARCUS & DETWYLER, 1972).

Somente na última década a população mundial aumentou em 450 milhões (UNEP, 1987). As estatísticas também demonstram ser o crescimento urbano bem mais acelerado nos países em desenvolvimento e, em especial, na América Latina, onde em 1920 apenas 14% da população vivia em cidades, em 1980 (estimativa) elevou-se para 43% e deverá atingir 54% no ano 2000. Este crescimento urbano acelerado não pode ser explicado apenas pelo crescimento vegetativo da população mas principalmente pelo êxodo rural que, segundo BOYDEN & CELECIA (1981), é consequência da diferença de investimentos no campo e na cidade. Este fato não produz somente a expansão das grandes metrópoles e capitais regionais, mas gera também o surgimento e evolução de inúmeras cidades de médio e pequeno porte (COPSTEIN, 1987).

Se, por um lado, as cidades são locais onde se misturam as idéias, se trocam informações e se adquire conhecimento, de outro, vemos que se a cidade cresce muito, o seu próprio tamanho passa a ser inconveniente à população (LOMBARDO, 1985), na medida em que acumula e difunde, com a mesma intensidade, desordem, degradação e desperdício (GIACOMINI, 1981). Diante da proliferação de cidades

* Pesquisadores do Centro de Ecologia da UFRGS
- Artigo entregue para publicação em outubro de 1992.

tentaculares no Terceiro Mundo, que fogem a qualquer tentativa governamental de planejamento, as cidades do Velho Mundo perdem muito em importância (BOYDEN & CELECIA, 1981).

As modificações introduzidas pelo Homem moderno tendem a ocorrer mais rapidamente do que aquelas que ocorrem em ambientes não modificados, tendo como conseqüência efeitos mais dramáticos (MARCUS & DETWYLER, 1972). Com o desenvolvimento tecnológico, a dominação local sobre a natureza deu-se baseada na idéia ocidental-cristã tradicional de que o Homem é independente da Natureza e não parte integrante dela (WHITE Jr., 1967).

A convergência de forças antropogênicas (população, urbanização e tecnologia) e do ambiente, no entanto, gerou conflitos. Embora os elementos do meio natural sejam geralmente modificados pelo Homem, em especial nas áreas urbanas, suas características essenciais permanecem e, se de um lado o controle da Natureza pelo Homem aparentemente cresce, cada novo dia traz clara evidência do seu potencial destruidor (MARCUS & DETWYLER, 1972).

A história da urbanização tem mostrado que o avanço tecnológico não está necessariamente associado à qualidade de vida das cidades.

A cidade é a quintessência da capacidade do Homem em iniciar e controlar (*sic*) modificações no seu *habitat* (MARCUS & DETWYLER, 1972). Por se tratar de um ambiente cada vez mais artificializado, o crescimento, a produtividade, o sucesso competitivo e mesmo a fisionomia das cidades são grandemente influenciadas pelas quantidades de energia importada e utilizada (MARCUS & DETWYLER, 1972). A principal razão dos problemas ambientais urbanos, entre outros, parece estar associada à separação Homem/Meio Natural. WHITE Jr.(1967) diz que todas formas de vida modificam seu contexto. O Homem, no entanto, tem sido tão dinâmico que freqüentemente não se sabe exatamente ONDE e COM QUE efeitos as alterações antropogênicas apareceram.

Embora mencione apenas o ambiente atmosférico, KNEESE(1973) ressalta algo que pode ser estendido aos demais componentes do meio físico (*natural*): A necessidade de se conhecer no geral e no particular os efeitos de *feedback* que as atividades humanas exercem sobre seu meio ambiente. Os efeitos têm implicações nas tomadas de decisão que vão desde a disposição geográfica dos povos humanos até a taxa do custo efetivo nas estratégias de controle à poluição.

A cidade como ecossistema

Para que seja seguida a sugestão acima proposta, é necessário ter-se um amplo conhecimento da estrutura, funcionamento, e evolução destes sistemas urbanos, vistos como ecossistemas (MARCUS & DETWYLER, 1972).

Vários autores têm discutido a visão da cidade como ecossistema: MARCUS & DETWYLER(1972), MÜLLER(1980), ODUM(1985) e SCHÄFER(1985).

MARCUS & DETWYLER(1972) denominaram a cidade como **ecossistema** baseados no conceito de que ele **representa os organismos de uma localidade em conjunto com o seu ambiente, considerados como uma unidade**. Este conceito, provavelmente baseado em TANSLEY(1935), citado em SCHÄFER(1985) é correto mas talvez muito simplificado, pois não observa os demais fatores que influem nos níveis tróficos da estrutura deste sistema.

Já a definição de ODUM(1985), de que a **cidade é um sistema heterotrófico ou incompleto, dependente de grandes áreas externas a ele para obtenção de energia, água e matérias-primas**, baseia-se no conceito de ecossistema por ele proposto em 1963 (SCHÄFER, 1985) como sendo **formações de vida e seu ambiente, caracterizadas por certa estabilidade e circuitos internos de troca de substância**. Em conseqüência, ao pretender-se definir cidade como ecossistema, é necessário englobar as relações de entrada e saída supra-regionais (MÜLLER, 1980; ODUM, 1985).

Além de não apresentar circuitos internos de troca de substâncias entre os diferentes níveis tróficos, o sistema CIDADE vive (ecologicamente) da troca de substâncias com outros sistemas circundantes (SCHÄFER, 1985).

O ecossistema heterotrófico CIDADE, afirma ODUM(1985), difere de um ecossistema heterotrófico natural pela grande exigência de energia por unidade de área (metabolismo mais intenso) e pela necessidade de matérias-primas e alimentos para sustentação da própria vida. Em conseqüência, apresenta saídas de resíduos em maior volume e mais tóxicas do que em um ambiente natural.

Para dar uma idéia da extensão das ENTRADAS e SAÍDAS numa cidade, ODUM(1985) diz que, nos Estados Unidos, um hectare de área metropolitana exige 1000 vezes mais energia do que semelhante área em ambiente rural. Uma cidade de um milhão de habitantes que ocupa uma área de 250 km² necessita, para satisfazer suas necessidades de alimentação, vestuário e água, nada menos do que 8.000 km² de áreas produtoras (área aproximadamente 32 vezes maior).

Embora em países menos desenvolvidos o metabolismo urbano seja menor

(menor consumo de energia *per capita*), a falta de infraestrutura para tratamento de esgotos e efluentes industriais resulta num impacto local mais grave. Segundo UNEP(1987), aproximadamente um terço dos habitantes urbanos nos países em desenvolvimento são posseiros e/ou moram em favelas.

O rápido e desordenado crescimento das cidades, em especial no mundo não desenvolvido, tem tornado quase impossível a tarefa de prover a população em suas necessidades biológicas e culturais. O acompanhamento deste crescimento permite constatar que, embora os problemas decorrentes sejam predominantemente de cunho político e sócio-econômico, a adoção de alguns cuidados climatológicos simples, por ocasião do planejamento da renovação e expansão urbana, poderia contribuir para melhorar a qualidade de vida nas cidades.

O que é clima urbano

O clima urbano é consequência da profunda alteração das propriedades meteorológicas do ar imediatamente acima das cidades (CHANDLER, 1976). Estas alterações, segundo WEISCHET(1982) relacionam-se com:

- as características térmicas da superfície;
- a circulação do ar (ventilação);
- a poluição atmosférica.

O excesso de temperatura de uma cidade, gerado pela combinação destes controles, em relação aos seus arredores é denominado de **Ilha de Calor** (BÖHM, 1979).

Por ser um fenômeno de escala local (OKE, 1978; LANDSBERG, 1981), o clima urbano tem como controle climático principal a natureza do substrato (ROCHA, s.d.). É o tipo de cobertura do solo da cidade que, nesta escala, impõe um balanço de energia distinto daquele das áreas rurais cuja variedade climática esta no mesmo nível do urbano.

As diferenças que se desenvolvem entre uma área urbana e uma paisagem rural dependem das condições sinópticas. Elas são, na essência, uma diferenciação de climas locais e, como tal, dependem da não similaridade dos fluxos de radiação e das trocas turbulentas nos dois locais.

Mais intensos sob condições de céu claro e ar calmo, os contrastes tendem a desaparecer sob céu nublado e na presença de vento (ERIKSEN, 1964; LOWRY, 1976; OKE, 1978; LANDSBERG, 1981 e outros). Sob condições sinópticas de alta

pressão, as diferenças urbano-rurais se acentuam. LINKE(1940) caracterizou o clima urbano como um fenômeno de *bom tempo*, que mostra seu maior desenvolvimento sob ar calmo e céu sem nebulosidade.

Do ponto de vista energético, OKE(1978) identifica as causas hipotéticas da Ilha de Calor ao nível da Camada dos Tetos Urbanos (*Urban Canopy Layer*) como sendo:

- o aumento da radiação líquida através da absorção de radiação de onda longa emitida na superfície terrestre e reemitida pela atmosfera poluída;
- a diminuição da perda líquida de radiação de onda longa nos *canyons urbanos*, devido a redução do horizonte local (*sky view factor*) pelos edifícios;
- a maior absorção de radiação de onda curta pelo efeito de geometria do *canyon* sobre o albedo;
- o maior armazenamento de calor diurno devido as propriedades térmicas dos materiais urbanos, e sua liberação noturna;
- a irradiação de calor antropogênico pelas paredes dos edifícios;
- a diminuição da evaporação devido à remoção da vegetação, impermeabilização do solo pela pavimentação e a rede de drenagem pluvial (esgotos);
- a diminuição de perdas de calor sensível pela redução da velocidade do vento no interior da camada dos tetos urbanos.

Em outras palavras,

- o aumento da poluição do ar reduz a quantidade de radiação que chega a superfície e supre a atmosfera com núcleos de condensação adicionais em torno dos quais se formam gotículas das nuvens;
- o aumento da rugosidade, devido à geometria dos prédios, cria a possibilidade de maior retenção da radiação com estagnação do ar. Sob tempo anticiclônico, o aquecimento/sombreamento pode gerar circulação local do ar enquanto sob predomínio da circulação secundária e primária, com ventos moderados e fortes, a cidade

funciona como um quebra-vento;

- a maior quantidade de núcleos de condensação associada à maior rugosidade da superfície pode provocar um aumento do volume de chuva devido aos movimentos ascendentes na massa de ar (UR inferior a 100%) além da redução da velocidade na passagem frontal pela cidade;
- a natureza dos materiais de construção urbana tornam o sistema um armazenador de calor mais eficiente (albedo menor, condutividade térmica maior), além de aumentar a impermeabilização da superfície. A água precipitada, imediatamente escoada pelo esgoto pluvial para fora da área urbana, reduz a evaporação real em consequência, diminui a umidade absoluta do ar urbano;
- as atividades humanas, a presença (densidade maior) e o deslocamento das pessoas na cidade (veículos) tem consequência sobre a composição do ar pelo lançamento de aerossóis e gases na atmosfera local, além do aquecimento artificial do ambiente.

Escalas de abordagem

Para uma melhor compreensão do clima urbano é interessante situá-lo, em termos de hierarquia, no contexto geral da Climatologia.

Embora os extremos da escala climática (macroclima e microclima) estejam claros para a maioria dos autores, o mesmo não acontece com a(s) divisão(ões) intermediária(s), havendo inclusive superposição dela(s) (KRATZER, 1956; OKE, 1978; ROCHA, s.d.; NÜBLER, 1979).

Por serem termos muito vagos, em função das variações das escalas verticais e horizontais, LANDSBERG (1981) prefere o uso do termo LOCAL ao invés de MESO ou MICRO, para destacar as influências da superfície sobre a camada de ar junto ao solo.

Na verdade, nenhum fenômeno atmosférico é independente, mas parte de um contínuo, daí a dificuldade de se chegar a um consenso neste tema (OKE, 1978). É necessário, entretanto, ter-se presente a noção de que um microclima só pode ser compreendido quando tiverem sido estabelecidas as particularidades das hierarquias climáticas superiores sob as quais ele se estabeleceu (ROCHA, s.d.). LANDSBERG (1981) observa, na mesma linha, que cada localidade é governada pelos padrões

meteorológicos de grande escala (escala sinóptica), sendo que cada ambiente modifica, em maior ou menor grau, as condições locais da fina camada de ar acima do solo (camada limite da atmosfera). A interação entre a escala sinóptica e a local oscila continuamente. Algumas vezes predominam condições de grande escala e, em outras, prevalecem as condições locais, embora ambas estejam sempre presentes.

Do ponto de vista metodológico, torna-se importante estabelecer os controles climáticos principais atuantes na escala do clima local.

ROCHA (s.d.) indica como controles climáticos do clima local (denominado por ele de coroclima) a distribuição terra-água, a orientação do relevo, a natureza do substrato e a circulação atmosférica terciária (brisa rural, por exemplo), com reduzida influência do efeito Coriolis e grande influência da topografia.

OKE (1984) sugere que sejam observados dois grupos de controles subjacentes ao clima urbano:

- as camadas turbulentas:
 - camada dos tetos urbanos (*Urban Canopy Layer*);
 - camada limite urbana (*Urban Boundary Layer*).

- as unidades morfológicas:
 - edifício;
 - *canyon* urbano;
 - bairro;
 - classes de uso do solo;
 - cidade.

As combinações entre estes dois grupos oferecem esquemas simples de classificação dos climas urbanos. Neste caso é importante considerar a escala, pois ela ajuda a identificar as superfícies morfológicas relevantes aos objetivos do estudo, contribuindo assim para evitar a confusão entre os fenômenos climáticos urbanos e os sistemas definidos para sua observação ou modelagem (OKE, 1984).

A superfície ativa é um dos controles climáticos mais importantes porque é o local em que ocorrem as trocas de matéria e transformação de energia, e é ela que freqüentemente experimenta os climas mais variados e extremos.

Breve histórico da climatologia urbana

Mesmo não possuindo instrumentos, já na antiguidade o Homem distinguia a atmosfera rural da urbana. Embora fossem observações subjetivas, inúmeros exemplos são citados por YOSHINO(1975) apontando a utilização destas observações na organização e planejamento das cidades. Na Roma antiga, na Índia e no Japão, existiam normas quanto à orientação das ruas, visando o aproveitamento da insolação e do vento, bem como com o objetivo de minimizar a poluição ou os riscos de incêndio. Londres, na Idade Média, era protótipo de poluição urbana. A conhecida expressão de Evelyn (1661) de que a cidade de Londres podia ser percebida a milhas de distância em função do mau cheiro sentido pelos viajantes que para lá se dirigiam, revela que, já naquela época, sua poluição atmosférica era significativa (LANDSBERG, 1981).

Foi apenas no começo do século XIX, porém, que HOWARD(1818), citado em LANDSBERG(1981), publicou de forma sistemática, os primeiros dados relativos às diferenças de temperatura entre a cidade e o campo. Em edições sucessivas do mesmo livro (HOWARD 1920 e 1933), esse químico atribuiu ao uso excessivo de combustíveis o excesso de calor urbano (LANDSBERG, 1981).

Em Paris, Renou(1855 e 1868) observou diferenças entre a cidade e o campo, constatando um retardamento no resfriamento da cidade em relação aos seus arredores, além de verificar que o número de dias com temperaturas inferiores a 0°C era 40% maior na área urbana do que na rural (LANDSBERG, 1981).

Posteriormente, vários estudos surgiram para outras localidades, em especial na Europa, comentando principalmente diferenças térmicas entre a cidade e o campo circunvizinho.

Com SCHMIDT(1927) e PEPPLER(1929) é que se iniciaram os estudos visando as causas do clima urbano. A maior contribuição destes autores foi a introdução do método de medidas móveis de temperatura, com o instrumento instalado num veículo. A correção temporal era feita com auxílio de um ou mais pontos fixos contendo registradores. Hoje, helicópteros, aviões e satélites artificiais também são utilizados (HOFFMANN et al., 1965; LOMBARDO, 1985).

A primeira obra clássica em Climatologia Urbana foi escrita por KRATZER em 1937, sendo reeditada em 1956 (KRATZER, 1956), com acréscimo significativo de trabalhos em climatologia e poluição do ar em cidades.

Dos estudos separativos dos elementos meteorológicos voltou-se, a partir do pós-guerra, para a caracterização do clima de cada local com material mais

detalhado. Esta análise espacial, segundo NÜBLER(1979), passou então a contar com a colaboração de geógrafos, visando não só o conhecimento dos processos que ocorriam na atmosfera urbana, mas também no sentido de minimizar, senão eliminar, os efeitos adversos causados ao clima pela urbanização. A destruição pela II Guerra e a necessária reconstrução das cidades aumentaram o interesse pelos aspectos climatológicos, assim como por outros conhecimentos do ambiente físico a serem considerados no planejamento (LANDSBERG, 1981).

O Simpósio sobre clima urbano e de edificações, em Bruxelas, Bélgica, em 1968 (WMO, 1970), é um marco histórico no desenvolvimento da climatologia urbana, a partir do qual foram definidos objetivos mais amplos em relação às perspectivas e aplicações destes conhecimentos. OKE (1974, 1979, 1982) e CHANDLER(1976) realizaram, talvez, as revisões mais completas dos progressos da climatologia urbana no globo. Um balanço destes estudos mostra uma concentração de interesses em relação a locais em latitudes médias e altas, enquanto nas áreas tropicais e subtropicais estes estudos são ainda bastante reduzidos. Isto se deve, em parte, ao crescimento rápido das grandes cidades e ao fato de serem os problemas advindos deste fenômeno bem mais recentes do que aqueles ocorridos em médias e altas latitudes (JAUREGUI, 1986). Sob o patrocínio da OMM (Organização Mundial de Meteorologia) e da OMS (Organização Mundial da Saúde), foi organizado o Simpósio de Climatologia Urbana com ênfase especial às áreas tropicais, realizado na Cidade do México, em 1984 (WMO, 1986).

Os estudos têm sido realizados predominantemente sobre cidades em latitudes médias e altas (Europa, América Anglo-Saxônica, Japão), onde a urbanização é mais antiga. Para locais em latitudes subtropicais e tropicais ainda é pequena a bibliografia existente, o que gerou, inclusive, a organização, em 1984, do simpósio antes mencionado.

A maioria dos estudos em áreas tropicais têm destacado a preocupação com aspectos meteorológicos (análise separativa dos elementos do tempo) e de poluição do ar (CHATTERJEE, 1964, em Calcutá e PADMANABHAMURTY, 1986, em Delhi, Índia; JAUREGUI, 1973, na Cidade do México, México; DJEN, 1986, em Xangai, China; entre outras).

Clima urbano no Brasil

No Brasil, os estudos do clima urbano tiveram início no princípio da década de 1970. GALLEG0 (1972) escreveu o primeiro ensaio de climatologia urbana no País. Em meados da mesma década, MONTEIRO (1976) lançou as bases teórico-metodológicas da pesquisa em clima urbano no Brasil. Este autor, em sua

revisão dos estudos sobre a climatologia urbana brasileira (MONTEIRO, 1986), agrupou-os segundo a posição dos locais estudados na hierarquia da rede urbana brasileira.

Nas metrópoles nacionais, São Paulo SP e Rio de Janeiro RJ, foram estudados aspectos tais como a análise temporal dos elementos climáticos em duas décadas distintas (CONTI, 1979), a estrutura térmica urbana (LOMBARDO et al., 1983; LOMBARDO, 1985), a relação dos tipos de tempo com o grau de poluição atmosférica (GALLEGO, 1972 e SETZER et al., 1979) além da precipitação na área urbana (MONTEIRO, 1980).

No nível das metrópoles regionais destacam-se Salvador BA e Porto Alegre RS. Na primeira, SAMPAIO (1981) faz uma correlação do uso do solo com a ocorrência da Ilha de Calor. A segunda, foi objeto do primeiro estudo no Brasil visando à caracterização do fenômeno Ilha de Calor (DANNI, 1980) e da aplicação pioneira do método de medidas móveis na determinação da distribuição da temperatura no ambiente urbano (HASENACK et al., 1982). Mais recentemente, além da temperatura do ar, também a umidade relativa foi objeto de estudo em Porto Alegre (LIVI, 1983; DANNI, 1987).

Para cidades de porte médio, são exemplos os estudos realizados por TARIFA (1977), em São José dos Campos SP, com temperatura e umidade em diferentes tipos de cobertura do solo rural e urbano e por SARTORI (1979), no Rio Grande do Sul, comparando as condições climáticas locais de Santa Maria com as de Júlio de Castilhos e São Gabriel sob condições de tempo pré-frontais.

Os trabalhos já realizados em Porto Alegre por DANNI (1980 e 1987), HASENACK et al. (1982), HASENACK & BECKE (1990) comprovam a ocorrência do fenômeno Ilha de Calor, seja em termos médios como, especialmente, sob condição de tempo anticiclônico. Neste caso, a associação entre anomalias térmicas e a cobertura do solo fica bem evidenciada (HASENACK, 1989).

MONTEIRO & TARIFA(1977), ROCHA(1977), HASENACK e ROCHA(1990) são exemplos de trabalhos visando à transferência de conhecimentos básicos de clima urbano para uso dos planejadores urbanos.

Considerações finais

O ambiente urbanizado é um dos mais degradados e alterados. Para melhor compreensão dos componentes e mecanismos que atuam neste ambiente, é necessário analisá-lo como um sistema. Um dos componentes deste sistema é o clima

urbano.

Além de estudos visando ao conhecimento científico de determinados elementos do clima, muitos estudos voltaram-se às aplicações no planejamento, visando minimizar os efeitos adversos da urbanização sobre o clima. Os conhecimentos gerais da climatologia urbana, associados a estudos visando à compreensão e busca de solução para os problemas locais é que poderão fornecer soluções adequadas ao planejamento.

As características regionais do clima e dos diferentes sítios urbanos, no entanto, exigem muito cuidado na transposição dos conhecimentos/aplicações de uma cidade para outra, em especial quando sob climas regionais distintos.

A temperatura tem sido o elemento climático mais estudado, em parte, pela relativa simplicidade da metodologia e dos equipamentos necessários à sua observação. Muitos temas, no entanto, ainda estão em aberto, em especial para locais em latitudes subtropicais e tropicais: Qual a influência dos parques urbanos enquanto «refrigeradores» e «purificadores» do ar? Qual sua localização e tamanho ideal para que este benefício adicional ocorra? De que forma a ventilação urbana pode ser melhorada? Que locais, além dos parques, funcionam como fonte de ar renovado para a cidade e como podem ser preservados? Qual a influência das massas de água (lagos, oceano) sobre o clima?

Cada uma destas questões, entre outras, uma vez estudadas, podem ter aplicação imediata e, desta forma, contribuir para a melhoria da qualidade de vida nas cidades.

Bibliografia

- BÖHM, R. 1979. Meteorologie und Stadtplanung in Wien - ein Überblick. **Wetter und Leben**, 3(2):1-11. (Zeitschrift für Angewandte Meteorologie).
- BOYDEN, S. & CELECIA, J. 1981. A ecologia das megalópoles. **O Correio da UNESCO**, 9(6):24-27.
- CHANDLER, T.J. 1976. **Urban Climatology and its Relevance to Urban Design**. Geneva, WMO. 61p. (Tech. Note 149)
- CHATTERJEE, S.B. 1964. The Microclimates of Calcutta. In: HAMILTON, I.(ed.) 1964. **Abstract of Papers: 20th International Geographical Congress**. London, Nelson. p.59-60.
- CONTI, J.B. 1979. Crescimento urbano e mudanças climáticas: O Estado de São Paulo. **O Estado de São Paulo**, 3(149):3. Suplemento Cultural.

- COPSTEIN, G. 1987. O estudo geográfico de uma cidade. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 15:33-38.
- DANNI, I.M. 1980. A ilha térmica de Porto Alegre. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 8:33-48.
- DANNI, I.M. 1987. **Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982: Contribuição ao estudo do clima urbano.** São Paulo. 2v. Dissertação (Mestrado) USP/FFLCH.
- DAVIS, K. 1976. Introducción. In: SCIENTIFIC AMERICAN. 1976. **La ciudad: su origen, crecimiento e impacto en el hombre.** Madrid, H. Blume. p. xii-xix.
- DJEN, C.S. 1986. Some Aspects of the Urban Climate of Shanghai. In: WMO. 1986. **Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas.** Geneva, WMO. p. 87-109. (Tech. Note 652)
- ERIKSEN, W. 1964. **Beiträge zum Stadtklima von Kiel.** Kiel, Geogr.Inst.Univ.Kiel. 218p.
- GALLEGO, L.P. 1972. **Tipos de tempo e poluição atmosférica no Rio de Janeiro: um ensaio de climatologia urbana.** São Paulo. 104p. Tese (Doutorado) USP-FFLCH.
- GIACOMINI, V. 1981. Por um urbanismo mais humano. *O Correio da UNESCO*, 9(6):23.
- HASENACK, H. 1989. **Influência de variáveis ambientais sobre a temperatura do ar na área urbana de Porto Alegre, RS.** Porto Alegre. 108p. Dissertação (Mestrado) UFRGS-CPG Ecologia.
- HASENACK, H. & BECKE, V.L. 1986. Comparação entre dois métodos de medida móvel de temperatura em ambiente urbano. *Geografia*, 11(22):137-141.
- HASENACK, H. & ROCHA, G.L. 1990. Carta preliminar do clima urbano de Porto Alegre. Poster apresentado no 1_ Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído. ANTAC, Gramado RS, jul 1990.
- HASENACK, H.; SCHMIDT, J.; BECKE, V.L. 1982. Distribuição noturna da temperatura em Porto Alegre, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS, 5., Porto Alegre, 1982. Anais... Porto Alegre, Associação dos Geógrafos Brasileiros. *Anais...* v.1, p.438.
- HOFFMANN, G.; MALKOWSKI, G.; HEUSELER, H. 1965. Versuchsflug mit einem Hubschrauber über West-Berlin zur Erprobung einer elektrischen Temperaturmessereinrichtung für die Untersuchung des sogenannten Stadteinflusses auf die Temperaturverteilung in der Höhe. *Berliner Wetterkarte*. (129):1-4. Beilage.
- HOWARD, L. 1833. **Climate of London deduced from meteorological observations.** 3.ed. London, Harvey & Darton, 3 v.
- JAUREGUI, E. 1973. The Urban Climate of Mexico City. *Erdkunde*, 27:298-307.

- JAUREGUI, E. 1986. Tropical Urban Climates: Review and Assessment. In: WMO. 1986. **Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas**. Geneva, WMO. p.26-45. (Tech. Note 652)
- KNEESE, A.V. 1973. Introduction. In: FRISKEN, W.R. 1973. **The Atmospheric Environment**. Baltimore, John Hopkins University Press. p.1-5.
- KRATZER, A. 1956. **Das Stadtklima**. 2.ed. Braunschweig, Friedrich Vieweg. 184 p.
- LANDSBERG, H.E. 1981. **Urban Climates**. New York, Academic Press. 275 p.
- LINKE, F. 1940. Das Klima der Groszstadt. In: LINKE, F. & DE RUDDER, B.(ed.) 1940. **Biologie der Groszstadt**. Dresden, Theodor Steinkopff. p.75-90.
- LIVI, F.P. 1983. **Análise comparativa da temperatura e umidade relativa do ar na área urbana e rural de Porto Alegre**. Porto Alegre. 87 p. Dissertação (Bacharelado) UFRGS-Dept_ de Geografia.
- LOMBARDO, M.A. 1985. **A ilha de calor nas metrópoles**. São Paulo, HUCITEC. 244 p.
- LOMBARDO, M.A.; CÂMARA, G.; PEREIRA, E.; TARIFA, J.R. 1983. Use of Infrared Images in the Delimitation of São Paulo's Heat Island. Paper presented at the 7th **Symposium on Remote Sensing and Environment**. Ann Arbor, Michigan. 8 p.
- LOWRY, W.P. 1976. El clima de las ciudades. In: SCIENTIFIC AMERICAN. 1976. **La ciudad: Su origen, crecimiento e impacto en el hombre**. Madrid, H. Blume. p.160-169.
- MARCUS, M.G. & DETWYLER, T.R. 1972. Urbanization and Environment in Perspective. In: DETWYLER, T.R. & MARCUS, M.G. 1972. **Urbanization and Environment**. Belmont, Duxbury. p.2-25.
- MONTEIRO, C.A.F. 1976. **Teoria e clima urbano**. São Paulo, USP-Instituto de Geografia. 181 p. (Série Teses e Monografias 25)
- MONTEIRO, C.A.F. 1980. Environmental Problems in São Paulo Metropolitan Area: the Role of Urban Climate with Special Focus on Flooding. 24th **International Geographical Congress**. Tokyo.
- MONTEIRO, C.A.F. 1986. Some Aspects of the Urban Climates of Tropical South-America: The Brazilian Contribution. In: WMO. 1986. **Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas**. Geneva, WMO. p.166-198. (Tech. Note 652)
- MONTEIRO, C.A.F. & TARIFA, J.R. 1977. Contribuição ao estudo do clima de Marabá. **Climatologia**, 7:1-51.
- MÜLLER, P. 1980. **Biogeographie**. Stuttgart, Ulmer. 414 p.
- NÜBLER, W. 1979. **Konfiguration und Genese der Wärmeinsel der Stadt Freiburg**. Freiburg i.Br., Geogr.Inst.I Univ.Freiburg. 113 p.
- ODUM, E. 1985. **Ecologia**. Rio de Janeiro, Interamericana. 434 p.
- OKE, T.R. 1974. **Review of Urban Climatology 1968-73**. Geneva, WMO. 132 p. (Tech. Note 134)

- OKE, T.R. 1978. **Boundary Layer Climates**. London, Methuen. 372 p.
- OKE, T.R. 1979. **Review of Urban Climatology 1973-76**. Geneva, WMO. 100 p. (Tech. Note 169)
- OKE, T.R.(org.) 1982. **Bibliography of Urban Climate 1977-80**. Geneva, WMO-World Climate Programme. 39 p. (Report WCP-45)
- OKE, T.R. 1984. **Methods in Urban Climatology**. **Zürcher Geographische Schriften**. 14:19-29. (25th International Geographical Congress, Symposium n. 18: Applied Geography. Zurich, August, 21, 1984)
- PADMANABHAMURTY, B. 1986. Some Aspects of the Urban Climates of India. In: WMO. 1986. **Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas**. Geneva, WMO. p.136-165. (Tech. Note 652)
- PEPPLER, A. 1929. Das Auto als Hilfsmittel der meteorologischen Forschung. **Z.f.angew.Met.**, 46:305-308.
- ROCHA, G.L. s.d. **Introdução ao estudo climático**. Porto Alegre. 27 p. Datilografado.
- ROCHA, G.L. 1977. **O clima do Parque Delta do Jacuí**. Porto Alegre. (Relatório apresentado à Secretaria Municipal de Planejamento de Porto Alegre)
- SAMPAIO, A.H.L. 1981. **Correlações entre o uso do solo e ilhas de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador**. São Paulo, 103 p. Dissertação (Mestrado) USP-FFLCH.
- SARTORI, M.G.B. 1979. **O clima de Santa Maria, RS: do regional ao urbano**. São Paulo, 162 p. Dissertação (Mestrado) USP-FFLCH.
- SCHÄFER, A.E. 1985. **Fundamentos de ecologia e biogeografia das águas Continentais**. Porto Alegre, EDUFRGS/GTZ. 532 p.
- SCHMIDT, W. 1927. Die Verteilung der Minimumtemperaturen in der Frostnacht des 12.05.1927 im Gemeindegebiet von Wien. **Fortschr.d.Landwirtschaft**, 21(2):681-686.
- SETZER, A.W.; CAVALCANTI, I.F.A.; MARCELINO, B.C. 1979. **Influência meteorológica da poluição atmosférica em São Paulo**. São José dos Campos, INPE. (Relatório Técnico)
- TANSLEY, A.G. 1935. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and their Terms. **Ecology**, 16:284-307.
- TARIFA, J.R. 1977. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos, SP. **Geografia**, 2:59-80.
- UNEP. 1987. **UNEP Profile**. Nairobi, UNEP. 36 p.
- WEISCHET, W. 1982. Thermalluftbilder für die Stadt- und Landesplanung. **Beiträge**, 62:23-38. (Akademie für Raumforschung und Landesplanung)
- WHITE JR., L. 1967. The Historical Roots of Our Ecological Crisis. **Science**, 155:1203-1207.
- WMO. 1970. **Urban Climates**. Geneva, WMO. 390 p. (Tech. Note 108)
- WMO. 1986. **Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas**. Geneva, WMO. 534 p. (Tech. Note 652)
- YOSHINO, M.M. 1975. **Climate in a Small Area**. Tokyo, Univ. of Tokyo Press. 549