

APLICAÇÃO DA CLIMATOLOGIA AO PLANEAMENTO URBANO. ALGUNS APONTAMENTOS

MARIA JOÃO ALCOFORADO ¹

«Essa criação suprema do Homem que é a cidade» (AMARAL, 1983) tem sido alvo de intensa investigação pelo Professor Ilídio do Amaral, ao longo da sua carreira académica. Incluem-se aqui algumas reflexões referentes ao clima urbano e à possibilidade da sua aplicação prática, uma vez que o planeamento é, cada vez mais, confrontado com questões climáticas relacionadas com as transformações do uso do solo (SCHERER *et al.*, 1999). Mas é também certo que os imperativos económicos prevalecem, quase sempre, sobre os ambientais.

I. EVOLUÇÃO HISTÓRICA DOS ESTUDOS DE CLIMA URBANO

A cronologia dos estudos de climatologia urbana está apresentada em numerosas obras como LANDSBERG (1981), OKE (1984), YOSHINO (1990/91). Serão destacados apenas alguns marcos mais importantes.

Na segunda metade do século XIX, os trabalhos pioneiros de Luke Howard (1772-1864), em Londres, e de Émilien Renou (1815-1902), em Paris, marcam o início da investigação sistemática sobre o clima urbano (LANDSBERG, 1981). Refiram-se outros estudos da mesma época como os de WITTEWITZ (1860, referente à Baviera), KREMSEK (1886, sobre Berlim) e Julius VON HANN ³ (1885), todos citados em OKE (1984). VON HANN escreve sobre as diferenças de temperatura entre as cidades e os arredores. Aliás, a maioria dos estudos iniciais sobre o clima urbano foi baseada na análise da diferença de temperatura entre estações «urbanas» e «rurais».

¹ Investigadora do Centro de Estudos Geográficos. Professora Associada da Universidade de Lisboa. Endereço do CEG no início do volume. E-mail: mjalcoforado@mail.telepac.pt.

² É aliás deste autor a definição de clima, muito frequentemente reproduzida em tratados de climatologia e, por vezes, ainda hoje utilizada (VON HANN, 1903).

Posteriormente, em países de forte tradição naturalista, como a Alemanha, a Áustria e a Suíça, os investigadores compreenderam a falta de representatividade espacial das estações meteorológicas, cuja rede então se adensava. É que, mesmo que uma estação meteorológica esteja «correctamente» localizada, tendo em conta as regras da Organização Meteorológica Mundial, apenas é representativa de determinado clima local (neste caso, espaço aberto, sem obstáculos). Por esta razão, foi então introduzida a técnica das medições itinerantes, primeiro a pé e de bicicleta (SCHMIDT, 1917, 1927 e 1930, citados por LANDSBERG, 1981), depois de automóvel, mais tarde de avião, helicóptero ou satélite. Foi Wilhem Schmidt (1883-1936) que iniciou investigações sistemáticas em climatologia urbana, incluindo estudos fenológicos (em Viena e nos arredores próximos). A. Peppler levou simultaneamente a cabo medições itinerantes, em Karlsruhe. August Schmauss (1877-1954) foi, segundo LANDSBERG (1981), o primeiro a verificar que, em certas condições, a precipitação convectiva é intensificada a sotavento das cidades.

Em 1937, é editado, por um autor alemão, A. KRATZER, o primeiro manual de climatologia urbana, que inclui uma extensa compilação de exemplos de modificações dos diversos elementos do clima pelas edificações e pelas actividades do Homem. A destruição de numerosas cidades durante a segunda guerra mundial e o incremento da industrialização levaram à multiplicação de estudos de climatologia urbana, não só na Europa, mas também na América do Norte e no Japão (OKE, 1984). O manual de Kratzer é reeditado em 1956.

Durante várias décadas, os cientistas (primeiro meteorologistas, depois geógrafos-climatólogos) interessaram-se pela distribuição horizontal de diversos elementos climáticos (OKE, 1984, p. 3); destes, destaca-se o estudo da temperatura, a sua relação com o uso do solo, com a dimensão da cidade, com o tipo de tempo e a sua influência no gradiente térmico vertical.

A partir dos anos 70, a poluição do ar e a sua dependência da estrutura térmica vertical da camada limite urbana atraem a atenção dos investigadores. Os balanços energético e hídrico das cidades são então estudados no âmbito daquilo que OKE (1984) designou por «nova climatologia física», a qual se desenvolve paralelamente com trabalhos de meteorologistas interessados na observação e simulação da camada-limite.

II. CLIMA E PLANEAMENTO URBANÍSTICO AO LONGO DO TEMPO

As estratégias adoptadas pelo Homem para combater impactes climáticos negativos e tirar partido dos elementos positivos da ambiência atmosférica, que o cerca, são patentes na arquitectura tradicional.

Segundo POTCHER (1989), no planeamento das cidades gregas (por volta de 500 a.C.), as condições climáticas já eram consideradas. YOSHINO (1990/91) refere que o engenheiro e arquitecto romano Marcus Vitruvius estabeleceu, no início da era cristã, as seguintes regras: o local de construção ideal será uma

colina (melhor para a saúde e livre de nevoeiros e geadas); a orientação da vertente e a distância a pântanos, lagos e ao litoral também se terão em conta; as ruas principais deverão ter uma direcção intermédia entre a dos dois rumos predominantes do vento (medido numa torre do centro da cidade).

Em YOSHINO (1990/91), encontram-se, ainda, exemplos da Índia e comentários pormenorizados sobre as medidas tomadas em Londres, no século XVII, para tentar minorar as consequências da poluição do ar.

Embora, depois da segunda guerra mundial, parte da investigação em climatologia urbana tenha sido desenvolvida para resolver problemas práticos, durante o século XX, só uma pequena parte é transmitida aos técnicos do planeamento, assimilada e utilizada por eles. De entre as excepções, cabe aqui referir as cidades de Camberra, Brasília e Chandrigarh, construídas «de raiz», a partir de planos em que as características climáticas foram tidas em consideração (OKE, 1984, p.6).

Apesar do aparecimento de algumas publicações que contemplam este assunto (OLGYAY, 1963; GIVONI, 1978), o ambiente exterior é ainda muitas vezes ignorado³. As regras da arquitectura tradicional foram progressivamente substituídas pelo recurso a soluções, que passam pelo emprego de tecnologias avançadas, dando lugar a uma dependência cada vez maior do Homem em relação aos recursos naturais.

A situação tem evoluído muito lentamente, embora numerosos investigadores tenham feito esforços no sentido de diminuir a falta de comunicabilidade entre a climatologia, a arquitectura e o planeamento (EVANS e DE SCHILLER, 1996; SCHERER *et al.*, 1999; COELHO e CABRITA, 1999). Cite-se igualmente o exemplo de um professor de planeamento da Universidade de Pennsylvania (GOLANY, 1996) que considera uma tarefa primordial a «tradução» de dados de climatologia urbana em ferramentas para o desenho urbano. Os edifícios não deverão ser projectados isoladamente; a morfologia urbana (e não apenas cada prédio, isoladamente) deverá ser adaptada, para que o ambiente exterior se torne o mais confortável possível.

A sensibilidade para este tema varia muito de local para local e a bibliografia é escassa. É nas cidades localizadas em áreas de clima mais limitante das actividades antrópicas que, como é óbvio, mais se tem tido em consideração as características climáticas. Exemplos de cidades adaptadas a climas frios, não raro alvo de ventos fortes e de nevões intensos, são *Kiruna*, na Suécia, *Fermont* no Canadá, *Noril'sk* na Sibéria, entre outras referidas por OKE (1984). No outro extremo climático, encontram-se exemplos no trabalho de BITAN (1983): nas margens dos desertos quentes, as cidades são construídas para atenuar o excesso de carga térmica, o *deficit* hídrico e, em certos casos, os ventos de areia.

³ Em certos casos, o ambiente exterior é tido em conta a nível de um edifício isolado, mas muito raramente à escala de um bairro.

Encontram-se, na bibliografia, bastantes artigos em que são tratados temas climáticos, que se nos afiguram de grande interesse para o planeamento (ARNFIELD e MILLS, 1994; BARRING *et al.*, 1985; BRAZEL e MARTIN, 1997; BURT *et al.*, 1982; CLARKE e BACH, 1971; ELIASSON, 1990-91 e 1996; EVANS e DE SCHILLER, 1996; GIVONI, 1991, HOPPE, 1991; MAYER, 1993; MILLS, 1997; OKE, 1997; PLATE, 1999; SAARONI, 1999, entre muitos outros). OKE referia, em 1984, que estudos deste tipo eram pouco utilizados por serem «irrelevantes, incompreensíveis ou inaplicáveis» (páginas 1 e 2).

- *Irrelevante* se o climatólogo não entendeu a natureza do problema do técnico de planeamento e não conseguiu relacionar o seu trabalho com o dele.
- Se a informação climática é relevante, a *incompreensão* pode dever-se à ignorância do técnico de planeamento em relação à climatologia.
- A matéria é considerada relevante e compreensível; contudo persiste uma falta de comunicabilidade, que torna os conhecimentos do clima *inaplicáveis*.

No entanto, nalguns países, tem vindo a ser feito um esforço para estabelecer elos entre clima e planeamento, não só por parte da Universidade, mas também de certos órgãos de poder local. Mesmo em áreas onde o clima não é «tirânico», um conhecimento concreto das condições atmosféricas permitirá seleccionar, quando possível, a melhor localização, posição relativa e orientação para conjuntos de edifícios, a localização e a estrutura mais adequada para os espaços verdes e, até, aconselhar decisões sobre pormenores que poderiam parecer secundários, como a localização das entradas dos edifícios: quando situadas no canto mais ventoso dos mesmos, são um tormento diário para os moradores.

Os exemplos que se seguem não pretendem, de modo algum, dar uma panorâmica exaustiva de todos os estudos sobre estes temas que, não raro, se encontram apenas em relatórios de difícil acesso. Muitas das referências correspondem a trabalhos conhecidos na sequência de contactos de trabalho com diversas Universidades estrangeiras.

No Brasil, depois de estudos iniciais como os de MONTEIRO (1976), MONTEIRO e TARIFA (1977), LOMBARDO (1985), citem-se, a título de exemplo, duas reuniões recentes, uma de arquitectos (*IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, NERY, ed., 1997), e outra de geógrafos (*III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*, actas em CD-ROM, Salvador, 1998), em que foram amplamente tratadas as relações entre clima urbano e o planeamento. Das comunicações, saliente-se ASSIS (1997), BRANDÃO (1998), MENDONÇA (1998), SANTANA e LOMBARDO (1998), SETTE (1998), que ilustram bem a preocupação de arquitectos e geógrafos-climatólogos com o clima do ambiente cons-

truído. A ilha de calor é um dos temas mais tratados, assim como a «reacção» das cidades aos frequentes episódios pluviais extremos. A este respeito, veja-se igualmente ROSA e LACERDA (1997).

Na Suécia, os primeiros trabalhos de climatologia urbana datam dos anos 50 (SUNDBORG, 1950) e, hoje em dia, existe uma certa tradição de elaboração de mapas topoclimáticos para fins aplicados, tal como em LINDQVIST e MATTSSON (1988) e LINDQVIST (1991). O interesse das autoridades municipais por estes temas é evidenciado pelo apoio dado a teses de doutoramento em climatologia urbana aplicada, como a de INEGARD ELIASSON, defendida em 1993, «Urban climate related to street geometry» e a de HILEVI UPMANIS, apresentada em 1999, com o título «Influence of parks on local climate». Aliás, a bibliografia referente à função climática de espaços verdes tem-se vindo a multiplicar, também noutros países (BERNATZKY, 1982; WILMERS, 1988; ALCOFORADO, 1996; POTCHER, 1998; BARRADAS, 1999)

No Japão, depois de alguns estudos preliminares (KAWAMURA, 1964), encontram-se relatórios com uma série de trabalhos que evidenciam o interesse crescente pela utilidade do conhecimento do clima no planeamento. Aquele de que OKIMURA *et al.* (1998) são editores, corresponde às Actas da 2.^a Reunião nipo-germânica, cujo tema foi «Análise climática para o planeamento urbano». Nelas encontram-se exemplos de aplicação a numerosas cidades japonesas e alemãs, assim como reflexões sobre o tema (MATZARAKIS *et al.*, 1998 e TSUTSUMI, 1998).

Na Alemanha, na Áustria e na Suíça existe uma prática sistemática de elaboração de documentos climáticos para o planeamento que, pelo interesse que apresentam, serão descritos em detalhe em III.

III. INFORMAÇÃO CLIMÁTICA PARA O PLANEAMENTO

O estudo aprofundado do clima, nas escalas mesoclimática e local, tem tido como resultado mapas realmente utilizáveis (e utilizados). A maior parte integra relatórios elaborados para as entidades municipais dos países acima mencionados (GROSSMANN *et al.*, 1980; STOCK e BECKRÖGE, 1985; STOCK *et al.*, 1986; STOCK *et al.*, 1991). Um artigo recente de um grupo de investigadores da Universidade de Basileia veio divulgar, em inglês, a metodologia, até agora apenas disponível em publicações de acesso restrito e em língua alemã (SCHERER *et al.*, 1999).

As «análises climáticas» de diferentes espaços urbanos (são mais numerosas na Baviera e na região do Ruhr) constam, na primeira parte, de descrição «clássica» do clima na área em estudo. Na segunda parte, são apresentados e comentados dois tipos de mapas, *mapas sintéticos das funções climáticas* e *mapas de avaliação climática*, acompanhados de «Normas para o Planeamento».

1. *Mapas sintéticos das funções climáticas*

Nestes mapas, são demarcadas áreas, denominadas, em alemão, *Klimatopen*, que são constituídos por elementos da morfologia urbana («baixa», bairro periférico de vivendas, parque, plano de água ou outros) que «interagem» de modo particular com a atmosfera urbana. A palavra foi inicialmente usada em Ecologia da Paisagem. Segundo informação oral de EBERHARD PARLOW, da Universidade de Basileia, para a definição de escalas espaciais, eram usadas as expressões *chorische Dimension* (1 a 5 metros) e *topische Dimension* (até vários hectares). Neste mesmo ramo da Ciência, a palavra *Top* tem sido utilizada para designar uma unidade com características análogas (mesma fonte, referindo-se ao manual de H. Leser, *Landschaftsökologie*). Assim, a palavra alemã *Klimatop* significa uma unidade espacial (até vários hectares) com resposta climática semelhante. Este vocábulo não tinha ainda sido utilizado na bibliografia de língua inglesa (nem tão pouco francesa, espanhola ou portuguesa). SCHERER *et al.* (1999) traduziram-no agora para inglês por *climatope*.

Embora os climatólogos portugueses não se tenham, tanto quanto sei, debruçado sobre este problema particular, João Paulo FERNANDES (1993), num trabalho em que apresenta um modelo de caracterização e avaliação ambiental ⁴, utiliza o conceito e define a expressão *unidades topológicas homogêneas*: «espaços de dimensão local (topológicos) que apresentam as mesmas características morfológicas (forma e posição no relevo, exposição e declive), padrões de drenagem, características pedológicas, geológicas e tipologias de uso» (p. 14). «Constituirão, desta forma, unidades espaciais funcionais de dimensões muito reduzidas, que é suposto apresentarem um comportamento tendencialmente homogêneo em toda a sua extensão». Um sistema de informação geográfica integrará a informação biofísica caracterizadora de cada unidade.

Embora as características climáticas não sejam expressamente indicadas na definição, aquelas são referidas como um dos «descritores de base» (tanto na página 14, como no quadro da página 21). FERNANDES completa a descrição de um modelo operativo, que permitirá avaliar o *potencial*, a *susceptibilidade*, o *risco* e a *aptidão ambientais*, e até determinar *conflitos ambientais*. O modelo «permite, em suma, uma análise localmente referenciada (...) de todas as condicionantes ambientais incidentes sobre uma opção de uso, assegurando, deste modo, um suporte de conhecimento necessário ao desenvolvimento de uma política de desenvolvimento e gestão sustentável do território» (*op.cit.*, p. 17).

Verifica-se que a palavra grega *topos* (local) aparece em ambas as expressões (*Klimatopen* e *unidades topológicas*). Quando apenas o clima é tratado, poder-lhes-emos chamar, *unidades climo-topológicas*?

⁴ Síntese da sua dissertação de doutoramento em Ciências do Ambiente (FERNANDES, 1991, citado em FERNANDES, 1993).

E, uma vez verificada a importância da respectiva delimitação, resta o mais difícil: decidir como passar à prática. Sem fazer qualquer juízo de valor sobre o modelo, por desconhecimento pormenorizado do mesmo, desejava apenas chamar a atenção para a necessidade de dispor de informação de qualidade, referente a cada um dos níveis (*layers*) que constituirão os descritores de base. Referir-se-á, aqui, o caso do clima.

O carácter abstracto do clima é referido frequentemente, por obrigar a justificações das opções seleccionadas em cada tipo de estudo. Não se foge à regra neste caso. Não se trata de enunciar princípios teóricos gerais ou mesmo relativos a determinado espaço, mas de caracterizar e delimitar, num mapa de escala apropriada, as diversas *unidades climo-topológicas*. O trabalho deve iniciar-se pela delimitação de áreas de ocupação semelhante do solo urbano e com topografia análoga (SCHERER *et al.*, 1999). É claro que, por exemplo, um parque no fundo de um vale terá condições climáticas diferentes de outro, com as mesmas características, mas situado no topo de uma colina.

Esta tarefa poderá ser feita subjectivamente, tal como no caso de um anterior projecto sobre a cidade de Lisboa (ALCOFORADO e DIAS, 1994)⁵. No entanto, e à semelhança dos casos referidos no estrangeiro e de, por exemplo, ENDLICHER e FLECHTKER (1997), já se iniciou uma classificação mais objectiva do uso do solo a partir de imagens de satélite nos arredores de Lisboa (LOPES, 1998) e na cidade, numa escala detalhada (investigação em curso). Para cada uma das *unidades climo-topológicas*, será possível determinar as principais características radiativas e térmicas⁶ e até o grau de conforto dos habitantes, como foi feito para alguns locais de Lisboa (ANDRADE, 1998). Essa informação poderá ser cruzada com a de cartas topoclimáticas, tal como as levadas a cabo em ALCOFORADO *et al.* (1999).

Outro elemento primordial a introduzir, em cada unidade, tem a ver com o vento. Na cidade, a velocidade horizontal do vento diminui bastante, devido ao aumento da rugosidade; a complexidade da morfologia urbana origina grandes variações espaço-temporais do rumo e da velocidade do vento; em certos locais, devido a efeitos de canalização ou ao efeito *Venturi*, a velocidade do vento é muito maior do que em terreno aberto, a barlavento da cidade. Estes locais são contíguos a outros quase completamente abrigados do vento pelas construções e/ou pela topografia. Esta informação é indispensável, mas impossível de obter a partir das tradicionais estações meteorológicas. A variação das componentes zonais e meridianas do vento, a várias altitudes, pode ser calculada por modelos numéricos ou por modelos físicos, que passam pela utilização de túneis de vento

⁵ Os exemplos nacionais referir-se-ão à região de Lisboa, área de trabalho que tenho privilegiado.

⁶ O procedimento a seguir é complexo e não será aqui discutido.

(SARAIVA, 1997; MARQUES DA SILVA *et al.*, 1998). A verificação de terreno é levada a cabo a partir de observações fixas ou itinerantes em áreas-padrão ou, em certas circunstâncias, pela utilização de bio-indicadores (ALCOFORADO, 1984). A partir destes modelos, é possível antever a modificação das condições de ventilação na cidade pela construção de edifícios projectados para determinada área.

Os sistemas complexos de brisas, que tanto podem ocorrer em regiões de montanha como junto ao litoral (caso de Lisboa, em ALCOFORADO, 1987), têm efeitos particulares, tanto no que diz respeito ao transporte ou concentração da poluição atmosférica, como ao conforto bioclimático do ser humano (ANDRADE, 1998) e também deverão ser simulados.

No trabalho descrito por SCHERER *et al.* (1999), as *unidades climo-topológicas* foram definidas pelo cruzamento das classes da ocupação do solo com «classes de ventilação», para a elaboração dos mapas sintéticos do clima.

2. *Mapas de avaliação climática*

Nestes são apresentadas normas para o planeamento, em função de diversos objectivos (protecção de áreas sensíveis, atenuação de problemas graves existentes, análise e redução de riscos), assim como recomendações de formas apropriadas de uso do solo.

Os mapas de avaliação já entram em conta com a ocupação do solo projectada para determinada área. Nestes estudos, deverão colaborar diversas instituições, com competências diversificadas e que, assim, poderão unir esforços e, baseadas em casos concretos, demonstrar a importância da informação climática no desenho urbano e avaliar os diversos impactes climáticos de vários planos alternativos para a mesma área, a partir dos mapas sintéticos das funções climáticas, anteriormente elaborados. Para isso, é necessário estabelecer relações sob a forma de leis, regras ou modelos capazes de produzir previsões fiáveis das condições climáticas na vizinhança de edificações pre-vistas. Finalmente será necessário alcançar a capacidade de traduzir os efeitos climáticos em custos económicos, saúde, conforto e segurança (OKE, 1984).

REMATE

Afigura-se-nos de grande interesse a união de esforços e competências para o desenvolvimento deste tipo de estudo em Portugal. Assim, uma das prioridades de um projecto de investigação, actualmente em preparação, é justamente testar esta metodologia, introduzindo-lhe as modificações necessárias para aplicação a Lisboa e arredores.

AGRADECIMENTO

Ao Professor Ilídio do Amaral, meu Amigo, desde que guiou os meus primeiros passos no curso de Geografia.

BIBLIOGRAFIA

- ALCOFORADO, M. J. (1987) – Brisas estivais do Tejo e do Oceano na região de Lisboa. *Finisterra, Revista Portuguesa de Geografia*, XXII, 43: 71-112.
- ALCOFORADO, M. J. (1992) – *O clima da região de Lisboa. Contrastes e ritmos térmicos*. Memórias do Centro de Estudos Geográficos, vol.15, Universidade de Lisboa, Lisboa.
- ALCOFORADO, M. J. (1996) – Comparaison des ambiances bioclimatiques estivales d'espaces verts de Lisbonne. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*; 9: 273-280.
- ALCOFORADO, M. J.; LOPES, A.; ANDRADE, H. (1999) – Climatologie urbaine et aménagement à Lisbonne: cartes thermiques et cartes du risque d'occurrence de basses températures. *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, vol. 12: 433-441
- ALCOFORADO, M. J.; DIAS, M. H. (1994) – Cartografia temática no ordenamento biofísico. A propósito de um projecto de investigação sobre Lisboa. *Cartografia e Cadastro*, 1, Lisboa: 3-8.
- AMARAL, I. do (1983) – A cidade e o futuro. A propósito da explosão urbana mundial. *Memórias da Academia das Ciências*. Classe de Letras. T. XXIII: 147-158.
- ANDRADE, H. (1998) – O desconforto térmico estival em Lisboa – uma abordagem bioclimática. *Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia*, XXXIII(66): 41-58.
- ARNFIELD, A. J.; MILLS, G. M. (1994) – An analysis of the circulation characteristics and energy budget of a dry, assymetric, East-West urban canyon I. Circulation Characteritics. *International Journal of Climatology*; 14: 119-134.
- ASSIS, E. Saad (1997) – Bases teóricas para a aplicação da climatologia no planeamento urbano. *Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente construído*. Universidade Federal da Bahia, Salvador:134-139.
- BARRING, L., MATTSSON, J. O., AND LINDQVIST, S. (1985) – Canyon geometry, street temperatures and urban heat island in Malmo, Sweden. *International Journal of Climatology*, 5: 433-444.
- BARRADAS, V.L. *et al.* (1999) – Energy balance measurements in a suburban vegetated area in Mexico City. *Atmospheric Environment* (no prelo).
- BITAN, A. (1983) – Applied Climatology and its contribution to planning and building: the israeli experience. *Habitat International*, 7 (314):125-145.
- BERNATZKY, A. (1982) – The contribution of trees and green spaces to a town climate. *Energy and Buildings*, 4:301-310.

- BRANDÃO, A. M. (1998) – O Clima urbano e o planeamento da cidade, *Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. Salvador (Ed. CR-Rom).
- BRAZEL, A.; MARTIN, J. (1997) – Town planning, architecture and building. In: THOMPSON, R.; PERRY, A. (ed.) *Applied Climatology, Principles and Practice*, part 3, Routledge, London: 175-186.
- BURT, J. E.; O'ROURKE, A.; TERJUNG, W. H. (1982) – The relative influence of urban climates on outdoor human energy budgets and skin temperature I. Modelling Considerations. *International Journal of Biometeorology*, 26(1): 3-23.
- CLARKE, J. F.; BACH, W. (1971) – Comparison of the comfort conditions in different urban and suburban microenvironments. *International Journal of Biometeorology*, 15(1): 41-54.
- COELHO, A. B.; CABRITA, A. R. (1999) – Espaços Exteriores em Novas Áreas Residenciais. Coleção *Informação Técnica Arquitectura*, ITA n.º 3. Lisboa, Ed. LNEC, 116p.
- ELIASSON, I. (1990/91) – Urban Geometry, surface temperature and air temperature. *Energy and Buildings*; 15-16: 141-145.
- ELIASSON, I. (1993) – *Urban climate related to street geometry*. Ph.D. Thesis, Göteborg, GUNI, Report 33.
- ELIASSON, I. (1996) – Urban nocturnal temperatures, street geometry and land use. *Atmospheric Environment*, 30 (3): 379-392.
- ENDLICHER, W.; FLECHTKER, B. (1997) – La presqu'île de Setúbal en image satellitaire Landsat TM. *Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia*, XXXII (64):3-14.
- EVANS, J. M.; DE SCHILLER, S. (1996) – Application of microclimate studies in town planning: a new capital city, an existing district and urban river front development. *Atmospheric Environment*, 30(3): 361-364.
- FERNANDES, J. P. (1993) – A informação biofísica nos processos de planeamento e gestão do território. *Sociedade e Território*, 6(18):13-21.
- FRANKE, E., ed. (1977) – *Stadtklima, Ergebnisse und Aspekte für die Stadtplanung*. Stuttgart.
- GIVONI, B. (1978) – *L'homme, l'architecture et le climat*. Ed. du Moniteur, Paris.
- GIVONI, B. (1991) – Impact of planted areas on urban environmental quality: a review. *Atmospheric Environment*; 25B(3): 289-299.
- GOLANY, G. S. (1996) – Urban Design morphology and thermal performance. *Atmospheric Environment*; 30(3): 455-465.
- GROSSMANN, K. et al. (1980) – *Klimaanalyse*. Regionaler Grünzug D, Grenzbereich Bochum-Gelsenkirchen Herne-Herten. Planungshefte Ruhrgebiet, KVR. Essen.
- HOPPE, P. (1991) – Improving indoor thermal comfort by changing outdoor condition, *Energy and Buildings*, 15-16: 743-747.
- KAWAMURA, T. (1964) – Some considerations on the cause of city temperature at Kumagaya City, *Geographical Review of Japan*, 37:560-565.
- KRATZER, A. (1937) – *Das Stadtklima*. Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig (2.ª edição em 1956).
- LINDQVIST S.; MATSSON, J. (1988) – Topoclimatic surveying experiences of some swedish applications. *Proceedings of the topoclimatic investigation and mapping study group*, ICU, Christchurch, New Zealand.
- LINDQVIST, S. (1991) – *Local climatological maps for planning*. University of Göteborg. Department of Physical Geography, GUNI Rapport 32.

- LOMBARDO, M. (1985) – *Ilha de Calor nas Metrôpoles. Exemplo de S.Paulo*. Hucitec. S. Paulo.
- LOPES, A. (1998) – Contrastes térmicos nocturnos e acumulação de ar frio em áreas urbanas do Sul da península de Lisboa. *Finisterra. Revista Portuguesa de Geografia*, XXXIII (66): 25-40.
- MARQUES DA SILVA, F.; VIEGAS J. ; GONÇALVES DA SILVA, F.; SANTOS, P. R. e SARAIVA, J. GIL (1998) – *Assessing Natural Urban Ventilation Through an Integrated Model*, AIVC Conference, Oslo:372-380.
- MATZARAKIS, A.; BECKRÖGE, W.; MAYER, H. (1998) – Future perspectives in Applied Urban Climatology. In *Proceedings of the second japanese-german meeting «Klimaanalyse für die Stadtplanung»* Special Report n.º 1 of the Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University, Special Report n.º 1: 109-122.
- MAYER, H. (1993) – Urban Bioclimatology. *Experientia*, 49: 957-963
- MENDONÇA, F. (1998) – O clima no planeamento da cidade: um desafio aos urbanistas na defesa da qualidade ambiental. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. Salvador (Ed. CR-Rom)
- MILLS, G.. (1997) An urban canopy-layer climate model. *Theor. Appl. Climatology*; 57: 229-244.
- MONTEIRO, C.A ; TARIFA, J.R. (1977) – *Contribuição ao estudo de clima da Marabá: uma abordagem de campo subsidiária ao planeamento urbano*. Instituto de Geografia da USP, série Climatologia, 7.
- MONTEIRO, C.A. (1976) – *Teoria e Clima Urbano*. Série Teses e Monografias n.º 25, S.Paulo.
- NERY, J. M.F.G. et al., ed. (1997) – *Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*. FAUBA/LACAM-ANTAC, Salvador.
- OKE, T.R. (1984) – Towards a prescription for the greater use of climatic principles in settlement planning. *Energy and Buildings*, 7:1-10.
- OKE, T. R. (1997) – Urban climates and global environmental change. In: R. D. THOMPSON e E. PERRY, *Applied Climatology*, Routledge, London: 273-287.
- OKIMURA, T.; MORIYAMA, M.; ZIMMERMANN, ed. (1998) – *Proceedings of the second japanese-german meeting «Klimaanalyse für die Stadtplanung»*. Special Report n.º 1 of the Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University.
- OLGYAY, V. (1963) – *Design with Climate*, V.N.R. New York.
- PLATE, E.J. (1999) – Methods of investigating urban wind fields – physical models. *Atmospheric environment*, 33: 3981-3989.
- POTCHER, O. (1989) – Climatic Aspects in the building of ancient settlements in the Land of Israel. Abstracts of the *International Conference on Urban Climate*, Nov. 1989, Kyoto.
- POTCHER, O. et al. (1998) – The effect of tall trees on climatic parameters at the pedestrian level in Mediterranean climatic zones. A case study of Tel-Aviv. *Climate and Environmental Change*. Abstracts of the Meeting of the Commission on Climatology, International Geographical Union. Évora, Portugal: 1-2.
- ROSA, L.P.; LACERDA, W.A. , Coord. (1997) – *Tormentas cariocas*. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro.
- SAARONI, H., BEN-DOR, E., BITAN, A. AND POTCHTER, O. (1999) – Spatial Distribution and microscale characteristics of the urban heat island in Tel-Aviv, Israel. *Landscape and Urban Planning* , no prelo.
- SANTANA, A; LOMBARDO, M.(1998) – Desenho urbano e climatologia em Fortaleza. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. Salvador (Ed. CR-Rom).

- SARAIVA, J. (1997) – O vento, a cidade e o conforto. *Anais do IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente construído*. Universidade Federal da Bahia, Salvador:129-133.
- SCHERER, D. *et al.* (1999) – Improved concepts and methods in analysis and evaluation of the urban climate for optimising urban planning processes. *Atmospheric Environment*, 33:4185-4193.
- SEITE, D. (1998) – O Clima urbano e o planejamento da cidade. *Anais do III Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica*. Salvador (Ed. CR-Rom).
- STOCK, P.; BECKRÖGE, W. (1985) – *Klimaanalyse Stadt Essen*. Planungshefte Ruhrgebiet, KVR, PO 15, Essen.
- STOCK, P. *et al.* (1986) – *Klimaanalyse Stadt Dortmund*. Planungshefte Ruhrgebiet, KVR, PO 18. Essen.
- STOCK, P. *et al.* (1991) – *Klimaanalyse Stadt Bochum*. Planungshefte Ruhrgebiet, KVR, Bochum.
- SUNDBORG, A. (1950) – Local climatological studies of the temperature conditions in an urban area. *Tellus*, 2(3):222-233.
- TSUTSUMI, J. (1998a) – Effects of buildings and greens on urban climate in Naha City, Japan. *Proceedings of the second japanese-german meeting «Klimaanalyse für die Stadtplanung*. Special Report n.º 1 of the Research Center for Urban Safety and Security, Kobe University:149-154.
- TSUTSUMI, J. (1998b) – Modelling of buildings for the simulation of the urban thermal environment. *Climate and Environmental Change*. Abstracts of the Meeting of the Commission on Climatology, International Geographical Union. Évora, Portugal: 85-86.
- UPMANIS, H. (1999) – *Influence of Parks on Local Climate*. Ph.D. Thesis, Göteborg University, Earth Sciences Centre, Rapport A 43.
- VON HANN, J. (1903) – *Handbook of Climatology*. Londres, MacMillan Co. (tradução da 2.ª edição; 1.ª edição de 1893).
- WILMERS, F. (1988) – Green for melioration of urban climate. *Energy and Buildings*, 11: 289-299.
- YOSHINO, M.M. (1990/91) – Development of urban Climatology and problems today. *Energy and Buildings*, 15-16:1-10.