

APLICAÇÕES DA CLIMATOLOGIA URBANA NO PLANEJAMENTO DA CIDADE: REVISÃO DOS ESTUDOS BRASILEIROS

■ Eleonora Sad de Assis

INTRODUÇÃO

As cidades dos países em desenvolvimento, particularmente no Brasil, têm crescido quase sem nenhum controle ou planejamento, superando a capacidade dos governos locais em prover adequada infra-estrutura, habitação e qualidade de vida. Este tipo

Este artigo analisa a produção brasileira nos últimos dez anos, onde observou-se que a maioria dos estudos focalizou os aspectos descritivos, através de medições das variáveis do clima urbano e do ambiente construído. Os modelos físicos em escala são usados principalmente nos estudos sobre a ventilação urbana e a influência de arranjos de edifícios. Os progressos na abordagem descritiva permitiram estabelecer relações entre o clima e as variáveis do ambiente urbano em várias cidades, porém a maior parte desses estudos é empírica. Poucos começaram a lidar com o conceito de balanço de energia através de modelos numéricos ou computacionais. Os temas mais estudados são a relação entre a mudança climática local e o uso e ocupação do solo, a forma urbana, os aspectos de planejamento e a vegetação urbana, mostrando que um grande número deles está direta ou indiretamente ligado aos parâmetros de planejamento e/ou projeto urbano para o conforto térmico.

de processo de urbanização causa sérios danos no ambiente natural e construído, sendo um dos efeitos mais adversos aquele que se manifesta na atmosfera local. Em cidades tropicais a mudança climática local pode levar a uma condição de estresse bioclimático, afetando a saúde humana, danificando os edifícios e aumentando o consumo de energia para a climatização artificial, sem, entretanto, solucionar o problema do conforto ambiental como um todo.

Tal situação aponta para a necessidade de revisão de nossos modelos de cidade, da legislação de construção urbana e dos processos de planejamento e projeto urbanos. O paradigma de cidade produzido pelo Movimento Moderno parece não ser mais sustentável. De fato, a cidade moderna, em razão de seu modo de organização e concentração de atividades, produz mudanças muito significativas sobre seus estratos naturais de suporte, tais como o subsolo, solo e atmosfera. A cidade moderna é também fruto de certos condicionantes energéticos historicamente específicos, tais como a apropriação garantida e maciça de recursos, apresentados em formas facilmente transportáveis e a preços acessíveis.

Esses pressupostos deram apoio, até meados do século XX, à desagregação funcional da Cidade Moderna, como preconizava a Carta de Atenas, documento síntese dos princípios urbanísticos do período. Desse modo, a

■ Escola de Arquitetura da
Universidade Federal de Minas Gerais
elsad@arq.ufmg.br

cidade industrializada contemporânea, que emergiu desses princípios, aplicados com maior ou menor sucesso à praticamente todas as partes do planeta, é resultado de um modelo urbano concentrador e, ao mesmo tempo, dispersador de recursos, que foi respaldado pelo paradigma de um aporte incessante e ilimitado de energia barata. Entretanto, a partir de meados do século passado, uma outra visão veio se desenvolvendo, no sentido de ajustar os assentamentos humanos às novas restrições quanto à utilização de recursos ambientais, particularmente quanto à energia. A geração e apropriação de metodologias e tecnologias para o aperfeiçoamento do desempenho ambiental e energético do parque edificado urbano têm muitas repercussões sobre as dimensões biogeográficas e sócio-político-econômicas das cidades.

O Brasil tem algumas das maiores cidades do mundo, de modo que experiências de aplicação da climatologia urbana no planejamento e na edificação, bem como seus impactos sobre a qualidade de vida urbana, são importantes de serem analisadas para identificar prioridades e lacunas nos estudos, bem como as necessidades e oportunidades de transferência tecnológica na pesquisa.

Jaurégui (2000), em sua revisão sobre a produção mundial em climatologia tropical, verificou que, ainda que esta produção tenha mais que dobrado dos anos 1980 para os anos 1990, eles representavam apenas 20% das publicações em climatologia urbana sobre as cidades de médias e altas latitudes. Os estudos descritivos, que são básicos para investigações mais aprofundadas, são prejudicados por uma rede meteorológica pouco densa nestas regiões e, além disso, há uma deficiência na utilização de equipamentos para a pesquisa na escala urbana, que requer uma instrumentação cada vez mais sofisticada e cara.

No caso brasileiro pode-se constatar um grande desenvolvimento dos estudos sobre clima urbano na última década, principalmente devido ao interesse de arquitetos e engenheiros em explorar os aspectos da qualidade do ambiente construído relacionados a um planejamento e projeto urbanos climaticamente responsáveis. Este artigo analisa esta produção brasileira, identificando os principais aspectos abordados, tais como as variáveis mais estudadas, os métodos mais utilizados, as experiências com modelos empíricos ou computacionais e os principais tópicos considerados nestes estudos.

ESTUDOS DE CLIMA URBANO E SUA CONTRIBUIÇÃO AO PLANEJAMENTO E PROJETO URBANOS

As áreas urbanas concentram atualmente grande parte da população mundial e das atividades econômicas, sociais,

culturais, o que resulta numa demanda e consumo crescentes de energia, água e outras matérias-primas. A energia consumida pelos edifícios nos setores residencial e comercial chega a 40% do total consumido nos países desenvolvidos, enquanto no Brasil estes mesmos setores chegam a consumir 18% do total demandado e 45,7% de toda a energia elétrica produzida no país, de acordo com dados do Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2003). A grande quantidade de energia usada nas áreas urbanas as transforma nas maiores fontes indiretas de produção de gases do efeito estufa. Por outro lado, o rápido crescimento das populações urbanas provoca uma grande pressão sobre o sítio local, pelo intenso uso e ocupação do solo, o que pode aumentar o potencial de mudança climática e, com isso, a frequência de ocorrência de episódios severos e enchentes (WORLD..., 1996).

Os estudos de climatologia urbana são, portanto, importantes para o planejamento e a preservação da qualidade físico-ambiental urbana, mas sua aplicação permanece limitada. Isso ocorre, a nosso ver, não apenas por causa da fragmentação e desintegração entre os diversos campos do conhecimento envolvidos, mas também porque a grande maioria dos trabalhos nessa área, tanto no Brasil quanto no exterior, é apenas descritiva e, assim, seus resultados ficam restritos ao caso estudado. Além disso, em boa parte da literatura especializada, as recomendações para um planejamento e projeto urbanos climaticamente responsáveis são muito genéricos. Por exemplo, em WMO (1996, p. 15) as seguintes orientações podem ser encontradas: (a) melhorar o conforto dos habitantes, dentro e fora das edificações; (b) reduzir a demanda de energia dos edifícios, tanto para o aquecimento no inverno quanto para a refrigeração no verão; (c) reduzir a quantidade e aumentar a qualidade de escoamento da água de chuva. É necessário, portanto, desenvolver critérios e métodos menos genéricos para a aplicação no processo de síntese da forma urbana. Neste contexto, a análise sistemática dos espaços urbanos, o uso de modelos de simulação de variações climáticas e a interação entre estes dois processos, que são complementares, podem auxiliar na concepção desses critérios e métodos.

Os estudos descritivos do clima urbano têm mostrado que, tanto em áreas temperadas quanto tropicais, a mudança climática local está associada ao efeito de transformação de energia na área urbana, influenciada por sua morfologia, pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e pela produção antropogênica de calor. Isto tem como resultado a redução das taxas de resfriamento evaporativo e convectivo, devido à cobertura sistemática do solo, à redução de áreas de vegetação, de infiltração e

dos corpos d'água superficiais, bem como à redução da velocidade dos ventos, causada pelo aumento da rugosidade superficial. Uma visão geral desses estudos descritivos sobre o clima urbano em algumas cidades mostra, entretanto, que o peso das características urbanas no comportamento climático local pode variar bastante, de acordo com as condições sinóticas, o tipo de entorno da cidade (sítio natural, rural ou industrial), as formas de relevo, a influência de massas d'água e o próprio tamanho da área urbanizada.

Uma das vantagens que a abordagem descritiva traz para o planejamento urbano, principalmente aquela que tem como origem o referencial humano (MONTEIRO, 1976; MAYER; HOPE, 1987; KATZSCHNER, 1997 e outros), é a identificação dos elementos importantes da paisagem para o conforto térmico ou a mitigação dos efeitos da ilha de calor urbana, que devem ser preservados ou mobilizados racionalmente pelo projeto urbano. O limite dessa abordagem é que não possibilita a indicação objetiva do melhor arranjo dos edifícios, do tamanho e disposição das áreas verdes e/ou corpos d'água necessários ao efetivo melhoramento das condições climáticas locais. Para este tipo de análise de desempenho, a modelagem torna-se fundamental.

Na literatura internacional nota-se que houve um investimento no desenvolvimento de modelos empíricos até o início dos anos 1980, quando o uso de modelos de balanço de energia mostrou ser uma abordagem mais adequada. De um modo geral, as áreas naturais ou agrícolas próximas à cidade perdem mais calor por meio do resfriamento evaporativo. Nas cidades, ao contrário, as superfícies construídas têm maior capacidade térmica e o grau de cobertura do solo é muito maior, de modo que a maior parte do fluxo térmico é de calor sensível (Q_H). As estruturas urbanas também favorecem o estoque de calor (Q_s), aumentando a importância desse termo no sistema. Assim, durante a noite, a intensidade da perda térmica é função da quantidade de calor estocada e disponível na superfície. Muitos estudos têm mostrado que duas variáveis da forma urbana – a configuração geométrica da área (arranjos entre os edifícios e outros elementos urbanos) e a inércia térmica das superfícies construídas – têm um papel particularmente importante neste balanço, especialmente na formação do fenômeno da ilha de calor urbana.

Entretanto, se tais variáveis claramente têm um papel nas trocas térmicas radiativas (OKE, 1981; ASSIS, 2000), afetando a variação local de temperatura do ar e umidade, não há ainda elementos suficientes para um bom

entendimento da influência dessas variáveis nos outros termos do balanço energético, tais como Q_H e Q_s , bem como as interações com outras variáveis que influenciam o termo de fluxo de calor latente (Q_E), o qual depende da disponibilidade de água no sistema, através das áreas de vegetação, do tipo da vegetação, da presença de corpos d'água, etc. Oke e outros (1999), comparando a relação entre esses termos para uma série de cidades em áreas tropicais e temperadas, concluíram que a influência da morfologia urbana sobre Q_H não deve ser linear, sendo tal relação provavelmente modulada pela disponibilidade de água e pela eficiência da estrutura urbana em estocar calor. A complexidade desses modelos e a dificuldade de acesso aos grupos que os desenvolvem são atualmente fortes obstáculos a um maior uso dos modelos de balanço de energia pelos arquitetos e planejadores urbanos.

Outro problema na aplicação deste tipo de modelos no planejamento urbano é que a questão do conforto térmico urbano não é considerada. Entretanto, os urbanistas e arquitetos precisam avaliar como diferentes soluções de projeto podem afetar as condições de conforto térmico e o comportamento dos usuários diante destas condições para promover, de fato, a melhoria da qualidade do ambiente urbano. Parece que os diversos índices biometeorológicos existentes não são capazes de lidar com os efeitos dinâmicos resultantes da movimentação dos usuários pelas áreas urbanas, apresentando resultados diferentes em termos de respostas de conforto daqueles coletados através de métodos empíricos, como entrevistas com os transeuntes. Assim, um esforço para integrar a resposta de conforto térmico dos usuários à abordagem termodinâmica do clima urbano precisa ser feito.

ESTUDOS DE CLIMA URBANO NO BRASIL

Assis e Pereira (2005) fizeram um levantamento da produção brasileira sobre clima urbano, conforto ambiental e eficiência energética nos últimos dez anos. Esse trabalho fez parte de um levantamento mais amplo sobre o estado-da-arte da produção brasileira em vários temas do conforto ambiental, sob a coordenação do prof. Dr. Leonardo Bittencourt, da Universidade Federal de Alagoas. Mais de 170 trabalhos neste tema foram encontrados, entre livros ou capítulos de livros, teses, dissertações, artigos em periódicos ou em anais de eventos técnico-científicos¹. A Figura 1 mostra a evolução da produção brasileira levantada no período 1995-2005.

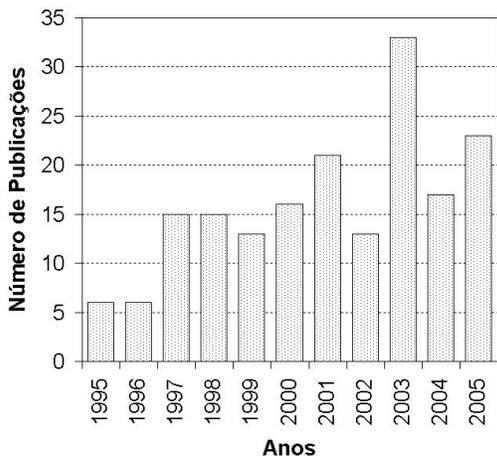


Figura 1 – Evolução das publicações brasileiras sobre clima urbano, incluindo livros ou capítulos de livro, teses, dissertações, artigos em periódicos ou em eventos.

Do total de trabalhos levantados, cerca de 77% foram publicados por grupos de pesquisa das áreas de arquitetura ou de engenharia, enquanto que os outros 23% foram publicados por grupos de outras áreas do conhecimento, como a geografia e a meteorologia. Trinta e dois grupos de pesquisa distribuídos em 23 instituições nacionais de ensino e pesquisa estão envolvidos na produção destes trabalhos. Entretanto, observou-se a concentração das publicações em poucos grupos: 5 deles publicaram mais da metade do total de trabalhos levantados, sendo que apenas um estava ligado à área da geografia.

A maior parte dos trabalhos encontrados (cerca de 68%) trata de aspectos descritivos das áreas urbanas e/ou de variáveis climáticas. O uso de modelos para o estudo do clima urbano revelou-se como a abordagem menos adotada (apenas 5% dos trabalhos), como mostra a Figura 2.

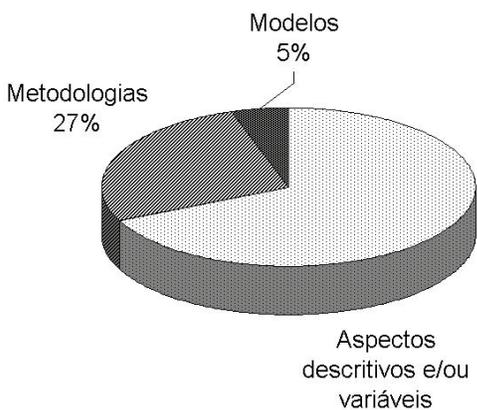


Figura 2 - Principais temas abordados nos trabalhos levantados, período 1995-2005.

A variável mais estudada foi a temperatura do ar em recintos urbanos, em sua distribuição nas escalas horizontal e temporal. Os trabalhos que investigaram esta variável normalmente também abordam o comportamento associado da umidade do ar. O estudo específico desta variável nas áreas urbanas foi desenvolvido em apenas 1% dos trabalhos. As outras duas variáveis mais estudadas foram a radiação solar e o vento (em 16% e 19% dos trabalhos, respectivamente). Os principais aspectos relacionados ao tecido urbano foram o uso e ocupação do solo (23% dos trabalhos), a forma urbana (17%), as áreas verdes (11%) e sua influência sobre o planejamento urbano (13%), e o conforto térmico humano (10%). Estes resultados demonstram que grande parte dos trabalhos objetiva, direta ou indiretamente, a elaboração de parâmetros urbanos que considerem a questão do conforto térmico. A Figura 3 mostra os aspectos mais abordados nestes trabalhos.

A metodologia utilizada em 47% dos trabalhos foi a medição em campo, através de estações climatológicas fixas e/ou móveis. Em certo número deles, as medições de dados climáticos foram feitas enquanto os pedestres eram entrevistados, aplicando métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) em escala urbana. Técnicas de sensoriamento remoto foram raramente utilizadas (cerca de 1% dos trabalhos). Entre os trabalhos que adotaram a modelagem, 62% desenvolveram modelos empíricos. Dezenove por cento destes trabalhos usaram modelos físicos, principalmente os que lidaram com a ventilação urbana através de simulações em túnel de vento.

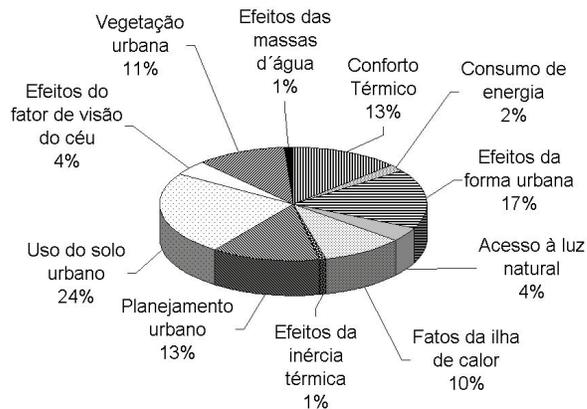


Figura 3 – Principais tópicos considerados nos trabalhos levantados, período 1995-2005.

Os modelos de balanço de energia são ainda pouco utilizados (14% dos casos que adotaram a modelagem) e o

trabalho simultâneo com a modelagem física e numérica, por exemplo em estudos sobre a troca radiativa no ambiente urbano seguindo o experimento de Oke (1981), é ainda menos freqüente (6% dos trabalhos).

Foi também possível observar que tópicos importantes para a análise da eficiência energética em áreas urbanas têm sido pouco estudados, como por exemplo, a influência da inércia térmica sobre a ilha de calor urbana (1%) e o consumo de energia dos edifícios relacionado à sua localização em áreas densamente construídas (apenas 2% dos trabalhos).

DISCUSSÃO

Jáuregui (2000) recomendou o desenvolvimento prioritário da pesquisa em áreas tropicais sobre os seguintes aspectos: (a) o efeito da vegetação urbana sobre as trocas radiativas e o processo de resfriamento evaporativo; (b) a hidrologia urbana diante de episódios climáticos severos; (c) a atividade de descargas elétricas nuvem-solo e seus impactos sobre a segurança das populações, devido à predominância de chuvas convectivas nestas regiões e (d) os processos físicos do clima urbano tropical, uma vez que as condições de fronteira são diferentes daquelas dos climas urbanos em áreas temperadas.

Observa-se, nestas recomendações, que é preciso distinguir o enfoque sobre a climatologia urbana, onde o principal objetivo é estudar o impacto da área urbana sobre a atmosfera, daquele que pode ser realmente aplicado no planejamento e projeto urbanos. Como bem apontou Taesler (1986), do ponto de vista do planejamento urbano e das edificações, o interesse principal vai na direção contrária à típica abordagem climatológica, ou seja, é o de estudar os impactos da atmosfera urbana sobre as funções, a economia e a segurança do ambiente construído, bem como sobre a saúde e qualidade de vida dos habitantes. Além disso, esse autor também salienta que para fazer uma avaliação adequada, inclusive estatisticamente representativa, dos impactos do clima em diferentes alternativas de planejamento, é preciso mais que uma coleção de casos estudados sob condições mais ou menos controladas (como previsto, por exemplo, na metodologia de estudo da ilha de calor urbana). Assim, não apenas é preciso ampliar o “espectro climatológico” da pesquisa na climatologia urbana, como também desenvolver modelos preditivos que possam ser aplicados às alternativas de planejamento, permitindo a comparação entre a situação atual e a prevista pelas ações dos planos e legislações urbanos.

Desse modo, o clima pode ser considerado, do ponto de vista do planejamento urbano, como recurso renovável. Um desenho urbano adequado pode diminuir seus efeitos adversos, levando à diminuição do consumo de energia e contribuindo simultaneamente para aumentar o potencial de uso de fontes renováveis. Assim, o planejamento e o projeto urbanos devem favorecer, por exemplo, o aproveitamento adequado da insolação, dos ventos, da luz natural e das chuvas. Através do planejamento e projeto urbanos também se pode reduzir o risco climático, controlando o potencial de destruição provocada pelas tempestades e enchentes, que provocam sérios danos materiais e sociais, principalmente nas cidades da faixa intertropical.

Os estudos brasileiros mostram um interesse crescente sobre os efeitos da vegetação em áreas urbanas, principalmente aqueles associados à melhoria local das condições de conforto térmico e à preservação das correntes principais de vento em áreas urbanas. Entretanto, os estudos sobre as chuvas, enchentes e eventos de poluição do ar e seus impactos na vida das cidades brasileiras, que eram conduzidos principalmente por meteorologistas e geógrafos, tornaram-se mais raros no período levantado.

Além disso, embora alguns avanços sejam observados na modelagem do clima urbano, com trabalhos que já utilizam o conceito de balanço de energia, os estudos tratando das relações entre a matriz energética urbana, o estilo de vida e atividades dos habitantes e seus impactos sobre o clima local praticamente não existem. Assim, é preciso integrar também na perspectiva dos estudos do clima urbano aplicados ao planejamento algumas iniciativas ligadas à análise da acessibilidade à luz natural e ao uso de fontes de energia renováveis em área urbana, tal como a conversão de energia solar, e suas implicações sobre a volumetria e a densidade urbanas (ASSIS; VALADARES, 1994; PEREIRA, 1994; e outros autores).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta revisão mostrou que a maior parte dos estudos sobre clima urbano no Brasil trata de casos de maneira descritiva, abrangendo cidades de porte médio e áreas metropolitanas em diferentes domínios climáticos. Nos últimos dez anos, parece que houve uma mudança no perfil dos pesquisadores no país. Os estudos eram conduzidos principalmente por geógrafos até a década de 1980, mas atualmente a maior parte das pesquisas e das publicações estão sendo feitas por arquitetos e engenheiros. Infelizmente,

nota-se também a falta de cooperação interdisciplinar entre esses campos do conhecimento.

Em meados dos anos 1990, os primeiros estudos usando modelos empíricos e de balanço de energia começaram a aparecer no país. Entretanto, boa parte desses estudos baseiem-se na abordagem descritiva, construindo modelos empíricos cuja aplicação é restrita ao caso estudado. Embora tais modelos sejam úteis para o desenvolvimento de aplicações no planejamento e projeto urbanos, suas limitações deveriam levar a um esforço no sentido de ampliar o uso de modelos de balanço de energia. Mesmo com esse tipo de limitação, os estudos mostram, como já reportado por Monteiro (1986), que o sítio físico da cidade tem um papel importante na determinação da estrutura térmica urbana em áreas tropicais.

A abordagem do balanço de energia parece ser mais promissora para propósitos de planejamento, pois leva em consideração múltiplas variáveis envolvidas na característica termodinâmica do processo físico de interação entre os elementos da atmosfera e aqueles do tecido urbano e seus arredores. Do ponto de vista das aplicações no planejamento urbano, a busca por uma generalização que permita comparar distintas soluções de projeto, diferentes desempenhos das estruturas urbanas face às condições variadas e dinâmicas do clima, etc., é básica para avaliar os impactos das decisões de projeto sobre o conforto térmico humano e sobre o equilíbrio do ecossistema urbano.

Notas

¹ As revistas pesquisadas foram: Sinopses (FAU/USP), Revista da ANTAC, Revista Terra Livre, Revista GEOSUL (UFSC), Revista GEOUSP (USP) e Revista Geografia (Rio Claro). Os eventos pesquisados nos últimos 5 ou 10 anos, conforme a disponibilidade do material, foram: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído (ENCAC, anais de 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003 e 2005); Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ENTAC, anais de 1996; 1998; 2000; 2002 e 2004); Seminário Internacional do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e Urbanismo (NUTAU, anais de 1998; 2002 e 2004); Seminário sobre Desenho Urbano no Brasil, anais de 1996; Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica (SBCG, anais de 2000; 2002 e 2004); Congresso Brasileiro de Meteorologia (CBM, anais de 1998; 2000; 2002 e 2004); Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, anais de 2004; International Conference on Passive and Low Energy Architecture (PLEA, anais de 1998; 1999; 2000; 2001; 2003) e International Conference on Urban Climate (ICUC, anais de 1996; 1999 e 2003).

Referências

- ASSIS, E. S. *Impactos da forma urbana na mudança climática: método para a previsão do comportamento térmico e melhoria de desempenho do ambiente urbano*. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- ASSIS, E. S.; PEREIRA, I. M. *AET 6: Levantamento das Publicações Existentes sobre o Tema Clima Urbano, Conforto Ambiental e Eficiência Energética*. Relatório Técnico para a Eletrobrás, Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. [Trabalho coordenado pelo prof. Leonardo Bittencourt, Universidade Federal de Alagoas].
- ASSIS, E. S.; VALADARES, V. M. *Modelo Matemático para a Determinação dos Recuos e Volumetria dos Edifícios em Belo Horizonte, considerando a Insolação e Iluminação Natural*. Relatório Técnico para Prefeitura de Belo Horizonte, Belo Horizonte, 1994.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional 2003*. Brasília: Secretaria de Energia, 2003. Disponível em: <www.mme.gov.br/site/menu>. Acesso em 28 abr. 2007.
- JÁUREGUI, E. Tropical urban climatology at the turn of the millennium: an overview. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF BIOMETEOROLOGY AND INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY, 1999, Sydney. *Anais...* Geneva: World Meteorological Organization, 2000, p. 537-540. WCASP-50, WMO-TD 1026.
- KATZCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architecture. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 4., 1997, Salvador. *Anais...* Salvador: FAU-UFBA - ANTAC, 1997, p. 49-58.
- MAYER, H.; HOPE, P. Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, n. 38, p. 43-49, 1987.
- MONTEIRO, C. A. F. *Teoria e clima urbano*. 1976. Tese (Livro Docência em Geografia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- _____. Some aspects of the urban climate of tropical South America: the Brazilian contribution. In: TECHNICAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL REGARD TO TROPICAL AREAS, 1984, Ciudad de Mexico, Mexico. *Proceedings...* Geneva: WMO No. 652, 1986, p. 166-197.
- OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. *Journal of Climatology*, n. 1, p. 237-254, 1981.
- OKE, T. R. *et al.* The energy balance of central Mexico City during the dry season. *Atmospheric Environment*, n. 33, p. 3919-3930, 1999.
- PEREIRA, F. O. R. *Uma Metodologia para Indicações de Ocupação do Ambiente Urbano: controle da obstrução do sol e da abóbada celeste*. Monografia (Concurso para Professor Titular) - Dep. Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.
- TAESLER, R. Urban climatological methods and data. In: TECHNICAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL REGARD TO TROPICAL AREAS, 1984, Ciudad de Mexico, Mexico. *Proceedings...* Geneva: WMO No. 652, 1986, p. 199-236.
- WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *Climate and Urban Development*. Geneva, n. 844, 1996.