

Clima urbano aplicado ao planejamento de cidades: uma proposta de metodologia de suporte à decisão dos planejadores¹;

Urban climate applied to city planning: a proposed support decision methodology for planners;

Clima urbano aplicado a la planificación de la ciudad: una propuesta de metodología de apoyo a decisión de los planificadores

Daniele Gomes Ferreira
Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável
Eleonora Sad de Assis
Universidade Federal de Minas Gerais

Resumo: A população mundial está concentrada em áreas urbanas e seu maior crescimento é observado em países em desenvolvimento de climas (sub)tropicais, o que traz consequências ambientais severas para as cidades. Contudo, não há um investimento na avaliação do impacto da urbanização no clima destas áreas. O objetivo do artigo é iniciar uma discussão de adequação de metodologia existente, denominada “mapas climáticos urbanos”, capaz de integrar a climatologia urbana e o planejamento urbano através de uma linguagem acessível aos planejadores. O trabalho está em fase inicial e seu objetivo foi delinear as prováveis linhas de desenvolvimento da pesquisa para a adequação da metodologia existente considerando as particularidades da forma urbana de cidades brasileiras e de especificidades do clima tropical.

Palavras-chave: clima urbano, planejamento urbano, mapa climático urbano, balanço de energia urbano

Abstract: The world population is concentrated in urban areas and its greatest growth is observed in developing countries of (sub) tropical climates, which brings severe environmental consequences for cities. However, there is not an investment in the evaluation of the impact of urbanization on climate of these areas. The purpose of the article is to start a discussion of adequacy of existing methodology, called "urban climatic maps", capable of integrating the urban climatology and urban planning through a language accessible to planners. The work is in an early stage and his aim was to outline the likely lines of research development for the adequacy of the existing methodology taking into account the particularities of the urban form of Brazilian cities and specific features of the tropical climate.

Keywords: urban climate, urban planning, urban climatic map, urban energy balance

¹ Trabalho apresentado no 1º Seminário de Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação do Programa de Pós-graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável da UFMG: Patrimônio Cultural, Ambiente Construído e Desenvolvimento Sustentável, Belo Horizonte | 17, 18 e 19 de Outubro de 2016.

Resumen: La población mundial se concentra en las zonas urbanas y su mayor crecimiento se observa en países de climas tropicales (sub), o que trae graves consecuencias ambientales para las ciudades. Sin embargo, es una inversión en la evaluación del impacto de la urbanización sobre el clima de estas zonas. El propósito del artículo es iniciar una discusión de la adecuación de la metodología existente, denominada "mapas climáticos urbanos", capaz de integrar la climatología urbana y planificación a través de un lenguaje accesible a los planificadores. El trabajo está en una etapa temprana y su objetivo fue esbozar las líneas de desarrollo de la investigación para la adecuación de la metodología existente teniendo en cuenta las particularidades de la forma urbana de las ciudades de Brasil y características del clima tropical.

Palabras clave: clima urbano, planificación urbana, mapa climático urbano, balance de energía urbano

Introdução

A concentração da população mundial em áreas urbanas é crescente e hoje mais da metade desta vive em cidades (UNITED NATIONS, 2015). O crescimento maior da população urbana nas últimas décadas ocorreu em países em desenvolvimento localizados em climas tropicais e subtropicais, os quais muitas vezes não dispõem de recursos financeiros, tecnológicos e científicos adequados para mitigar os efeitos da urbanização, tendo como consequência o surgimento de problemas ambientais em várias escalas (ROTH, 2007).

Diante da rápida urbanização, a influência humana no clima fica evidente, pois altera o comportamento das variáveis climáticas em âmbito local, o que provoca impactos nos sistemas humanos e naturais tanto em nível local, mas também pode atingir níveis regionais e até global. Isso porque há uma interconexão entre os climas local, regional e global através dos fenômenos atmosféricos, os quais têm interação direta com a superfície terrestre.

As estratégias para a mitigação e adaptação diante das possíveis consequências das alterações do clima, por sua vez, dependem de políticas integradas em várias escalas (internacional, nacional, regional etc.) (IPCC, 2014). Quanto às questões urbanas, o que se observa é que as iniciativas para responder aos problemas nas cidades ocorrem majoritariamente em escalas locais, não havendo uma resposta internacional coordenada para as alterações climáticas provocadas pela urbanização (AYLETT, 2015).

A pouca ênfase nos estudos urbanos associados ao clima e sua aplicação no planejamento urbano no mundo pode ser um reflexo de como esta questão é abordada pelas estruturas institucionais de governo. Em pesquisa realizada com mais de 300 municipalidades em todos os continentes (AYLETT, 2015), verificou-se que a maioria das equipes de planejamento climático está localizada em agências ambientais, o que, do ponto de vista das estruturas institucionais, é uma posição marginal e com menos recursos e jurisdição nos governos locais do que os órgãos de planejamento urbano, por

exemplo. Ao mesmo tempo, a pouca aplicabilidade destes estudos está associada à dificuldade de comunicação entre pesquisadores e planejadores, pois as informações produzidas pelos primeiros não conseguem ser aplicadas em atividades de planejamento (TAESLER, 1986; MILLS, 2015). Isso se deve principalmente à linguagem utilizada nas pesquisas, as quais não são facilmente apropriadas pelos planejadores, sendo necessária uma aproximação entre ambas as abordagens.

Uma possibilidade para diminuir esta lacuna existente entre a climatologia urbana e o planejamento está no uso de uma plataforma de comunicação e colaboração interdisciplinar, capaz de transferir o conhecimento climático para a linguagem do planejamento (REN et al, 2011). Uma técnica que pode ser aplicada para maior integração interdisciplinar é o mapa climático urbano (*urban climatic map – UCMaP*). Este mapa é uma ferramenta de informação e avaliação que integra considerações sobre fatores climáticos e de planejamento urbano, representados cartograficamente e que podem ser avaliados e aplicados no planejamento com o auxílio de mapas de referência (VDI, 2015).

A metodologia utilizada é quali/quantitativa, derivada da consolidação da experiência alemã que, a partir dos anos 1990, começou a produzir normas técnicas sobre o assunto. O procedimento de integração de dados climáticos associados à forma urbana é derivado da constatação de que as características do clima urbano típico dependem não somente do tamanho da cidade, mas também são influenciadas pelo relevo, pela morfologia urbana, pelos tipos de superfícies, pela proporção de espaços abertos, etc. (PLANNING DEPARTMENT OF HONG KONG, 2006).

Mais de 15 países desenvolveram seus próprios mapas climáticos, utilizando medições climáticas e propondo recomendações para a prática do planejamento local (REN et al, 2011). A maioria deles está na Europa e, em menor proporção, na Ásia (China, Japão e Tailândia). Na América do Sul os estudos ainda são escassos, com experiências de aplicação desta metodologia no Chile e no Brasil. No caso brasileiro, a cidade de Salvador foi a pioneira na aplicação desta metodologia (NERY et al, 2006), seguida por João Pessoa (SOUZA, 2010) e Belo Horizonte (FERREIRA et al, 2016), contudo ainda não há implementação das pesquisas no planejamento urbano.

Assim, apesar de se saber que mais de 80% da população brasileira é urbana (IBGE, 2010), que metade desta população se concentra nos 25 maiores aglomerados urbanos distribuídos no país (IPEA, 2016) e de entender que a urbanização causa efeitos no clima local, as cidades brasileiras ainda não consideram as questões climáticas em suas legislações urbanísticas.

Diante deste contexto e reconhecendo a lacuna de estudos sobre clima urbano aplicados ao planejamento no Brasil, é que se pretende desenvolver uma metodologia adaptada à realidade climática e de urbanização brasileira para suporte à decisão dos planejadores utilizando como ferramenta a estrutura dos mapas climáticos. Para implementar e avaliar a metodologia, a cidade de Belo Horizonte será tomada como estudo de caso.

O mapa climático urbano e o embasamento teórico para sua construção

O princípio básico que envolve a construção do mapa climático é o balanço de energia no ambiente urbano que, de modo geral, é determinado por fatores de ganho, perda e armazenamento de energia na camada atmosférica acima da superfície urbana (camada limite urbana). Há um equilíbrio entre a energia que entra na atmosfera e aquela que sai (princípio da conservação de energia – 1ª Lei da Termodinâmica) e, nos ambientes urbanos, parte da energia é armazenada. Neste caso, o balanço de energia é dado pela soma de todas as trocas de calor entre as superfícies e a atmosfera. Uma equação que representa esta relação é seguinte (OKE, 1978):

$$Q^* + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A \quad (1)$$

Onde: Q^* é o fluxo de radiação; Q_F é o fluxo de energia antropogênica introduzido no sistema; Q_H é o fluxo turbulento de calor sensível; Q_E é o fluxo turbulento de calor latente; ΔQ_S é o fluxo de energia estocado pela estrutura urbana; ΔQ_A é a advecção horizontal de calor sensível e latente

Na formulação e construção do mapa climático, a equação do balanço de energia é considerada como uma referência para avaliar a contribuição das variáveis urbanas e naturais. Neste sentido, é preciso entender a interação entre a estrutura urbana e os elementos naturais da superfície com a atmosfera, se estes componentes contribuem para o ganho ou a perda de energia do sistema que representa o clima urbano.

O mapa climático urbano - *UCMap* é composto por dois componentes principais (REN et al, 2011): o mapa climático urbano analítico (*urban climatic analysis map – UC-AnMap*), que é um mapa sintético de funções climáticas, e o mapa climático de recomendações para o planejamento (*urban climatic planning recommendation map – UC-ReMap*).

A construção dos mapas tem como base a classificação de áreas geográficas que possuem características microclimáticas similares e que atuam em seu entorno de forma análoga. Estas áreas homogêneas são denominadas climatopos (SCHERER et al, 1999). Tal classificação é feita por meio da avaliação concomitante de vários dados de entrada, utilizando um sistema geográfico de informação (SIG) e aplicando técnica de análise multicritério (álgebra de mapas) para a representação espacial.

Alguns dos elementos necessários para a composição dos mapas são informações sobre uso do solo, edificações e topografia. Estes parâmetros podem ser representados por camadas de mapas de volume edificado, densidade de ocupação, composição da vegetação, declividade e rugosidade da superfície (VDI, 2015). Cada parâmetro, por sua vez, determina uma condição do clima urbano que contribui para o balanço de energia, podendo representar ganho ou perda de energia no sistema. Os ganhos são considerados efeitos negativos, pois aumentam a carga térmica, e as perdas são positivas por reduzirem a carga térmica no ambiente urbano. Ao mesmo tempo avalia-se o potencial dinâmico local que, por sua vez, contribui para a redução da carga térmica.

O parâmetro carga térmica representa o armazenamento de calor pelas estruturas urbanas, em especial do volume edificado das construções, mas depende também da

topografia e da disponibilidade de áreas verdes. Já o potencial dinâmico avalia a rugosidade do solo e, conseqüentemente, a disponibilidade de ventos, as trocas de massa de ar frio em áreas de terreno natural em encostas e a proximidade de áreas abertas (PLANNING DEPARTMENT OF HONG KONG, 2006).

Para cada variável é determinado um peso considerando sua contribuição no balanço de energia urbano. Geralmente estes pesos são derivados do conhecimento empírico de especialistas na área. A partir da álgebra dos mapas é possível identificar os tipos específicos de climatopos, representado pelo mapa climático urbano analítico (*UC-AnMap*) ou mapa sintético de funções climáticas (Figura 1).

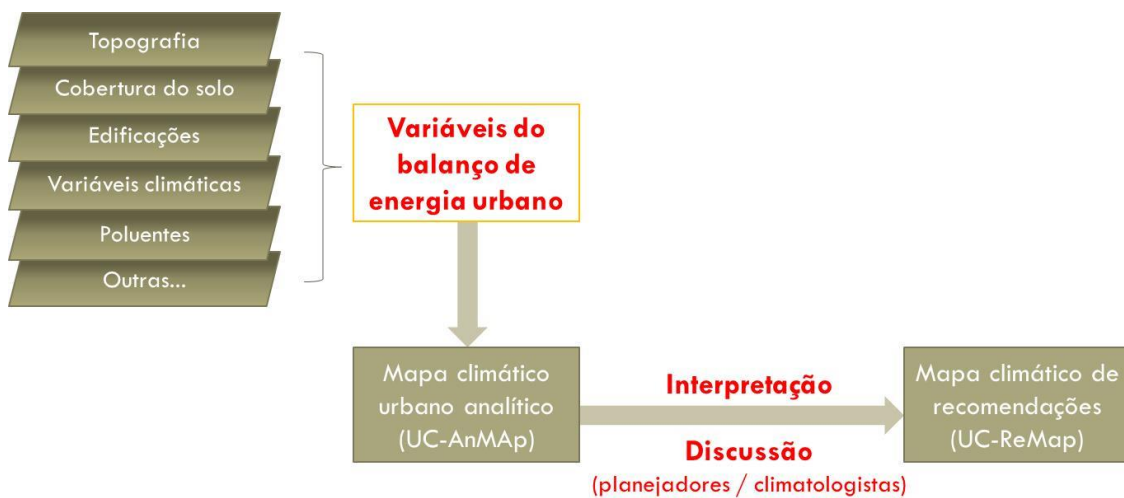


Figura 1: Estrutura da construção de um mapa climático.
Fonte: produzido pelos autores.

Desta forma é possível representar os resultados da análise climática em uma linguagem compreensível pelos planejadores, o que é considerado fundamental para que as questões do clima urbano possam ser apreendidas nos processos de planejamento das cidades. A partir desta representação parte-se para a construção das recomendações ao planejamento, que serão apresentadas no mapa climático urbano de recomendações (*urban climatic planning recommendation map – UC-ReMap*).

O *UC-ReMap* tem como finalidade destacar as áreas da cidade que são relevantes quanto ao clima e a qualidade do ar, considerando que tanto o clima quanto as condições de vento são determinadas por parâmetros de larga escala que regem os fenômenos da atmosfera (VDI, 2015). Assim como o *UC-AnMap*, o mapa de recomendações ao planejamento é derivado do conhecimento de especialistas em climatologia urbana. As denominações das áreas classificadas no mapa são explicadas com maiores detalhes em uma análise do mapa do clima correspondente, o que facilitaria o entendimento pelos planejadores das recomendações e sua associação com os fenômenos climáticos locais.

Apontamentos sobre a metodologia existente

Os mapas climáticos, conforme já mencionado, surgem da experiência alemã de incorporação de aspectos do clima urbano ao planejamento das cidades. A metodologia já foi implementada em vários países, principalmente no Hemisfério Norte, contudo ainda é necessário aprofundamento em alguns aspectos.

Ren et al (2011), fazendo a revisão estudos dos mapas climáticos no mundo, pontuou algumas das limitações das metodologias e aplicações, dentre elas:

- O *UC-AnMap* e o *UC-ReMap* são resultados sintéticos e avaliativos para fins de planejamento. São mapas construídos a partir de informações climáticas coletadas de medições das variáveis climáticas, mas também de dados empíricos, o que depende da experiência de especialistas e avaliação qualitativa dos climatologistas urbanos.
- Os climatopos são definidos principalmente pelo uso do solo. Para melhor entendimento do padrão de distribuição destes climatopos, há uma tentativa de calibração e verificação quantitativa nas áreas de estudo. Contudo, os métodos para esta calibração precisam ser melhorados.

Os autores apontam ainda tendências e necessidades para estudos futuros sendo que uma delas é o investimento em pesquisas e a incorporação da noção do clima no planejamento urbano de países em desenvolvimento e regiões cujos ambientes climáticos foram gravemente afetados ou mesmo degradados. Indicam que é necessário realizar programas internacionais de estudos dos mapas climáticos nesses países e regiões para orientar o desenvolvimento local de forma mais sustentável. Ao mesmo tempo levantam uma questão que é a falta de bases de dados geográficos, de informações climáticas e de medições meteorológicas nestas áreas, sugerindo estudos de mapas climáticos simplificados.

Conforme já mencionado, o maior crescimento populacional nos últimos anos ocorreu em países em desenvolvimento localizados em climas tropicais e subtropicais. É fato que o número de estudos em clima urbano realizados nestas áreas ainda é pequeno – menos de 20% de todos os estudos em clima urbano (ROTH, 2007). Assim, é preciso aprofundar os estudos nestas regiões reconhecendo as especificidades do clima local e da forma e do tipo de uso e ocupação do solo das cidades, que se diferenciam se se comparar os países desenvolvidos e em desenvolvimento, para que seja possível avançar no planejamento urbano associado ao clima urbano.

A partir destes apontamentos preliminares, verifica-se que pelo menos duas questões perpassam a aplicação de metodologia dos mapas climáticos em climas tropicais e subtropicais, quais sejam: a) a representação da forma urbana, e b) a contribuição dos elementos urbanos e naturais no balanço de energia urbano. É principalmente nestas lacunas que se pretende avançar. Como a pesquisa está em sua fase inicial, o objetivo aqui é nortear o estudo, tentando construir os principais questionamentos que podem balizar este processo exploratório.

A representação da forma urbana

A composição dos mapas climáticos considera características de edificações e uso do solo como um dos componentes de análise da contribuição da cidade no balanço de energia. Para a representação destas características, muitas vezes utilizam-se modelos de classificação do tecido urbano, com identificação de áreas urbanas e suas diferentes densidades, áreas verdes, espaços abertos etc. Como todo o modelo é uma representação simplificada da realidade, é preciso atentar para o nível de generalização destas representações.

A norma alemã (VDI, 2015), na definição dos diferentes climatopos, faz referência ao tipo de uso e ocupação do solo a eles relacionados. Nas descrições dos usos do solo são apresentadas informações sobre número de pavimento das edificações, porcentagem de área impermeável, relação de densidade de ocupação e usos predominantes, o que representaria as classes a serem identificadas na cidade. Baumüller (2015), considerando sua experiência como meteorologista e climatologista urbano, além da sua contribuição na elaboração da norma alemã, sugere que os dados de uso do solo podem ser agrupados em oito classes: a) uso comercial e industrial, b) alta densidade de edificações, c) baixa densidade de edificações, d) ruas, e) áreas de ferrovias, f) espaços abertos, g) floresta, h) água.

Outros autores propõem diferentes classificações de uso do solo para estudos do clima urbano. Uma delas, denominada sistema de classificação de “zona climática local” (*local climate zone – LCZ*), foi definida a fim de fornecer uma estrutura de pesquisa para estudos de ilha de calor urbana e padronizar o intercâmbio mundial de observações de temperatura urbanas (STEWART; OKE, 2012). Nesta classificação são representadas classes de áreas urbanas e rurais considerando as respostas destas categorias ao clima.

Observa-se que há uma tentativa de estabelecer sistemas de classificação do solo urbano que possam ser aplicados em todo o mundo, contudo a tipologia representada está associada aos padrões urbanos de países do hemisfério norte. A heterogeneidade da forma urbana de cidades como as brasileiras, por sua vez, dificulta a implementação de classificações do tecido urbano já estabelecidas. Em estudo envolvendo a cidade Belo Horizonte, isso foi constatado quando se pretendeu estimar parâmetros de rugosidade da superfície para aplicação em estudos de estimativa de velocidade do vento para a cidade (FERREIRA et. al., 2008). O trabalho concluiu que as características heterogêneas da forma urbana em Belo Horizonte dificultam a estimativa de um valor médio da rugosidade para os diferentes tecidos urbanos, já que não há um padrão de organização do desenho urbano.

Assim, é preciso definir uma melhor forma de representação da cidade que seja compatível com a urbanização de países como o Brasil e é nesse sentido que a pesquisa pretende avançar.

A contribuição dos elementos urbanos e naturais no balanço de energia urbano

Estudo realizado por Roth (2007), em que foi feita uma revisão das pesquisas de clima urbano em regiões (sub)tropicais, apresenta alguns apontamentos quanto ao balanço de

energia em climas tropicais e temperados. Os estudos em climas tropicais analisados foram realizados em condições de céu claro e tempo seco. Apontou-se que nestas condições há diferença quanto a magnitude e/ou importância relativa em respostas a certas características, como a disponibilidade de água, por exemplo.

Roth et al (2016), por sua vez, analisando uma área residencial de Singapura (clima equatorial) a partir de dados medidos no período de 2006 a 2013, mostraram que as mudanças anuais no clima e nos fluxos de energia são menores do que o observado em cidades localizadas fora dos trópicos. A análise individualizada de dados de períodos secos, úmidos e claros mostrou um aumento na variabilidade sazonal do balanço de energia e de particionamento de energia. Além disso, recomendou uma avaliação dos modelos de parametrização utilizados na microescala e na mesoescala.

Ferreira (2010), em estudo do balanço de energia para a cidade de São Paulo, também demonstrou a variabilidade sazonal dos termos do balanço. Recomendou a investigação do impacto que a variabilidade espacial e temporal da temperatura, vento, umidade e precipitação podem ter no balanço de energia na superfície de São Paulo.

Diante do exposto, o que se apreende é a necessidade de investigar melhor as relações dos termos do balanço de energia, se há diferenças entre climas temperados e tropicais, por exemplo. E é neste sentido que também que se pretende conduzir a abordagem desta pesquisa.

Considerações finais

O presente trabalho objetivou traçar uma visão geral da pesquisa que se deseja desenvolver como parte do doutorado. Ainda é uma formulação inicial, que precisa de maior aprofundamento para seu delineamento.

O objetivo da pesquisa centra-se no desenvolvimento de uma metodologia adaptada à realidade climática e de urbanização brasileira para suporte à decisão dos planejadores utilizando como ferramenta a estrutura dos mapas climáticos. Para atingi-lo, algumas linhas de estudo se constroem no seguinte sentido:

- Avaliação e/ou proposição da representação da forma urbana enquanto um modelo representativo para análises climáticas;
- Avaliação da contribuição dos elementos urbanos e naturais no balanço de energia urbano.

Os mapas climáticos são instrumentos utilizados como suporte ao planejamento urbano em várias cidades no mundo. No Brasil, os estudos ainda são incipientes, porém observa-se que é possível empregar a metodologia já utilizada, com adequações e adaptações às condições locais para fins de planejamento. E é nessa lacuna de adaptação e adequação metodológica que se insere a pesquisa.

Referências

- AYLETT, A. **Institutionalizing the urban governance of climate change adaptation: results of an international survey**. Urban Climate, v. 14, p. 4-16, 2015.
- BAUMÜLLER, J. **A summary of key methodologies**. In: Ng, E. e Ren, C. (Editors). The Urban Climatic Map: A Methodology for Sustainable Urban Planning. 1ed. New York: Taylor & Francis Group, 2015.
- FERREIRA, D. G.; ASSIS, E. S.; KATZSCHNER, L. **Construção de um mapa climático para a cidade de Belo Horizonte, Brasil**. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, INTEGRADO E SUSTENTÁVEL (Pluris), 7, 2016, Maceió: Viva Editora. Anais...
- FERREIRA, D. G.; FERREIRA, C. M. O.; COSTA, S. M. M.; ASSIS, E. S. **Comparação entre métodos morfométricos para determinação de parâmetros de rugosidade para a cidade de Belo Horizonte, Brasil**. In: CONGRESO LATINOAMERICANO DE INGENIERÍA DEL VIENTO, 1, 2008, Montevideo. Anales....
- FERREIRA, M. J. **Estudo do balanço de energia na superfície da cidade de São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Ciências) – Departamento de Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo.
- IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 out. 2016.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, Switzerland: IPCC, 2014.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (relator). **Relatório brasileiro para o Habitat III**. Brasília: ConCidades, IPEA, 2016.
- KATZSCHNER, L. **The contribution of urban climate studies to a new urbanity**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENCAC), 8, 2005, Maceió, p. 912-920. Anais...
- MILLS, G. **Chapter 1: Introduction**. In: Ng, E. e Ren, C. (Editors). The Urban Climatic Map: A Methodology for Sustainable Urban Planning. 1ed. New York: Taylor & Francis Group, 2015.
- NERY, J.; FREIRE, T.; ANDRADE, T.; KATZSCHNER, L. **Thermal comfort studies in a humid tropical city**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATE (ICUC), 6, 2006, Göteborg, p. 234-237. Preprints...
- OKE, T. R. **Boundary layer climates**. London: New York, 1978, 372p.
- PLANNING DEPARTMENT OF HONG KONG. **Urban climatic map and standards for wind environment - Feasibility Study: Final Report**. Hong Kong: ARUP; The Hong Kong University of Science and Technology; PlanArch Consultants Ltd.; Universitat Kassel, 2006. Disponível em

<http://www.pland.gov.hk/pland_en/p_study/prog_s/ucmapweb/ucmap_project/content/reports/final_report.pdf>. Acesso em: abr. 2015.

REN, C., NG, E. e KATZSCHNER, L. **Urban climatic map studies: a review**. International Journal of Climatology, v. 31, p. 2213–2233, 2011.

ROTH, M. **Review of urban climate research in (sub)tropical regions**. International Journal of Climatology, v. 27, p. 1859-1873, 2007.

ROTH, M.; JANSSON, C.; VELASCO, E. **Multi-year energy balance and carbon dioxide fluxes over a residential neighborhood in a tropical city**. International Journal of Climatology (Accepted June 2016), 2016. doi:10.1002/joc.4873.

SCHERER, D.; FEHRENBACH, U.; PARLOW, E. **Improved concepts and methods in analysis and evaluation of the urban climate for optimizing urban planning processes**. Atmospheric Environment. v. 33, p. 4185-4193, 1999.

SOUZA, V. S. **Mapa climático urbano da cidade de João Pessoa – PB**. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

STEWART, I. D.; OKE, T. R. **Local Climate Zones for urban temperature studies**. Bulletin of the American Meteorological Society, v. 93, p. 1879-1900, 2012.

TAESLER, R. **Urban climatological methods and data**. In: TECHNICAL CONFERENCE ON URBAN CLIMATOLOGY AND ITS APPLICATIONS WITH SPECIAL REGARD TO TROPICAL AREAS, 1986, Geneva: WMO. Proceedings...

United Nations; Department of Economic and Social Affairs; Population Division. **World Population Prospects: The 2015 Revision, Key Findings and Advance Tables**. Working Paper. New York: ESA/P/WP, 2015.

VDI (Verein Deutscher Ingenieure). **VDI-Guideline 3787, Part 1: Environmental Meteorology - Climate and Air Pollution Maps for Cities and Regions**. Berlin: VDI, Beuth Verlag, 2015.