

CLIMATOLOGIA URBANA E ESPAÇOS VERDES: CONTRIBUTO AO PLANEJAMENTO DAS CIDADES

Max Wendell Batista dos Anjos
Universidade de Coimbra-Portugal
maxgeoline@hotmail.com

Douglas Vieira Gois
Universidade Federal de Sergipe
douglasgeograf@hotmail.com

Rafael da Cruz
Universidade Federal de Sergipe
rafaelcveio2009@hotmail.com

Luana Pereira Lima
Universidade Federal de Sergipe
luanageoufs@yahoo.com.br

O CLIMA DAS CIDADES

Resumo

A ocupação descontrolada do uso do solo provoca alterações climáticas significativas, como por exemplo, a ilha de calor e que pode provocar vários constrangimentos para cidades. Em função das consequências de um balanço térmico particular, os espaços verdes apresentam normalmente temperaturas mais baixas do que o espaço urbanizado em que se inserem, como relevam numerosos estudos de Climatologia Urbana. Nesse contexto, os benefícios climáticos, hidrológicos e biológicos dos espaços verdes, assumem importância crescente no planejamento e ordenamento do território. Entretanto, o reconhecimento dessas benfeitorias, nem sempre se baseiam em estudos devidamente fundamentados, passando muitas vezes por ideias gerais, imprecisas e até mesmo incorretas. Faltam bases claras em relação aos benefícios climáticos dos espaços verdes urbanos, e essa é a intenção deste trabalho que, a partir da literatura existente, visa contribuir para o conhecimento dos aspectos climáticos dos espaços verdes, numa perspectiva de planejamento e ordenamento do espaço urbano.

Abstract

The occupation of uncontrolled use of the soil causes climate change significant, as for example, the island of heat and that can cause various constraints for cities. On the basis of the consequences of a heat balance particular, green spaces usually show lower temperatures than the urbanized area to which they belong, as are numerous studies of Urban climatology. In this context, the benefits climatic, hydrological and biological of green spaces, assume increasing importance in planning and land use planning. However, the recognition of these improvements, not always based on studies substantiated, passing many times for general ideas, inaccurate and even incorrect. Lacking clear foundations in relation to climatic benefits of green spaces urban, and this is the intention of this work, which, from the existing literature, aims to contribute to the knowledge of climatic aspects of green spaces, in the perspective of planning and planning of urban space.

1. Objetivos e Metodologia

Apresentar os aspectos climáticos dos espaços verdes urbanos, possibilitando gerar bases científicas, numa perspectiva de planejamento urbano.

Para tanto a metodologia adotada foi uma revisão da literatura, buscando informações nas mais diversas obras que tratam a respeito do assunto em questão, em livros, periódicos, monografias, teses de mestrado e doutorado, e anais de congressos e/ou encontros.

2. Referencial Teórico e Conceitual

2.1 Contingência Climática Urbana: natureza e métodos avaliativos

Estima-se que, de um total de 5,5 bilhões em 1993, a população mundial alcance os 8,2 milhões em 2025, com uma proporção de população urbana que subirá de 40 a 50% durante o mesmo período. Isto é, a partir do próximo século, a maior parte da população da humanidade viverá e trabalhará sob influências climáticas urbanas.

Com a expansão das cidades, a paisagem natural é substancialmente modificada pela grande concentração de casas, instalações industriais, adensamento populacional e pavimentação asfáltica, que, por sua vez, criam condições para alterar o comportamento da baixa troposfera, em ecossistemas urbanos.

Forma-se, então, um clima característico nesse ecossistema, definido por uma série de modificações climáticas produzidas pela urbanização, que García (2010) cita algumas: i) a situação do solo natural por diversos tipos de pavimentos, como os sistemas de drenagem urbanos, que permitem um escoamento rápido, provocando uma redução da evaporação e da umidade da superfície e do ar; ii) as propriedades físicas existentes nos materiais de construção urbanos, distintas das do solo natural, que apresenta menores albedos, uma maior capacidade calorífica e uma boa condutividade térmica, o que modifica o balanço de radiação urbana e influencia a temperatura do ar; iii) o calor produzido pelas atividades humanas na cidade como fator importante na modificação do balanço de energia. Esse calor antropogênico, provoca um aumento da temperatura do ar em comparação com os arredores; entre outras.

O clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização (Monteiro, 1976; Lombardo, 1985). Lowry (1977) citado por Andrade (2003) expressou a natureza do clima urbano através da equação:

$$M, i, t, x = C, i, t, x + L, i, t, x + U, i, t, x$$

Em que M é o valor assumido por uma dada variável climática, no local urbano x , no momento t e com o tipo de tempo i , C é a componente regional, L a componente local derivada dos elementos não urbanos, como relevo, e U a componente urbana. Sendo assim, o clima urbano resulta da interação dos fatores urbanos com o clima regional e com o meio físico pré-existente. “É um mesoclima que está incluído no macroclima e que sofre, na proximidade do solo, influências microclimáticas derivadas dos espaços urbanos” (LOMBARDO, 1985, p. 22).

A utilização de conceitos e terminologias nos estudos de climatologia urbana, bem como o uso apropriado, sobretudo das escalas espaço-temporais, é de extrema importância na compreensão e mapeamento dos fenômenos que ocorrem na interface superfície e atmosfera. Ademais, é o princípio basilar da prática científica, o que corrobora para informações mais confiáveis sobre os espaços verdes, adequando-os as políticas de planejamento urbano.

2.2 Escalas Espaço-temporais do Clima Urbano

A partir do momento em que se concebe, de modo claro, a distinção das escalas e a relação entre os fenômenos de suas diversas magnitudes, pode-se, enfim, conceber o modelo de relações entre a cidade e sua atmosfera, constituindo-se o clima urbano, o que para Machado (2009) é um modo coerente e satisfatório para explicar essa temática. Antes, no entanto, deve-se deixar claro que modelos não são jamais definitivos, são arbitrários e artificiais, pois os fenômenos atmosféricos são, por natureza, continuum no espaço e tempo.

Segundo Oke (1982,1987) o respaldo das pesquisas de climatologia urbana depende da apreciação correta do conceito de escala. Em 2004, o mesmo autor propõe uma concepção científica de definição de escala espacial e temporal aplicada em áreas urbanas.

2.2.1 Escalas Horizontais

A maior parte dos esquemas de classificação utiliza a escala horizontal de distância como único critério. Existem três escalas de interesse:

Microescala: escala típica utilizada nos estudos de microclimas urbanos, definida pelas dimensões de elementos individuais como edifícios, árvores, estradas, ruas, pátios, jardins, entre outros. Estende-se de 1m a 100 m . As temperaturas da superfície e do ar podem variar de acordo com vários graus de distâncias muito curtas (milímetros) e o fluxo de ar pode ser perturbado por pequenos objetos. A influência destes elementos restringe-se à atmosfera urbana inferior (*Urban Canopy Layer*). O homem cria constantemente novos microclimas (GEIGER, 1966). A construção de novos elementos destrói os microclimas existentes e cria outros novos de grande complexidade, que dependem da geometria, da densidade e a função a que se destinam tais construções (Figura 01).

Escala Local ou Topoclima: Nas áreas urbanas, corresponde a um tipo específico de uso e ocupação do solo, a exemplo dos bairros homogêneos, em termos de morfologia (tamanho e espaçamento de edifícios, materiais de construção frequentes, e de atividades) ou situação topográfica específica. Varia de 100 m a alguns quilômetros. O “sinal” (climático) é a integração de efeitos microclimáticos de áreas circunvizinhas (OKE, 2004). Assim, a **sucessão habitual** de microclimas forma um determinado clima local ou topoclima. Na vertical, a influência dessa organização escalar estende-se ao limite superior da Camada de atrito (*roughness layer*).

Mesoescala: A cidade influencia o tempo e o clima numa área superior às suas próprias dimensões espaciais. Na vertical, essa organização escalar se entende à atmosfera urbana superior (*Urban Boundary Layer*), muito embora, esteja intimamente relacionada aos fenômenos atmosféricos de macroescala.

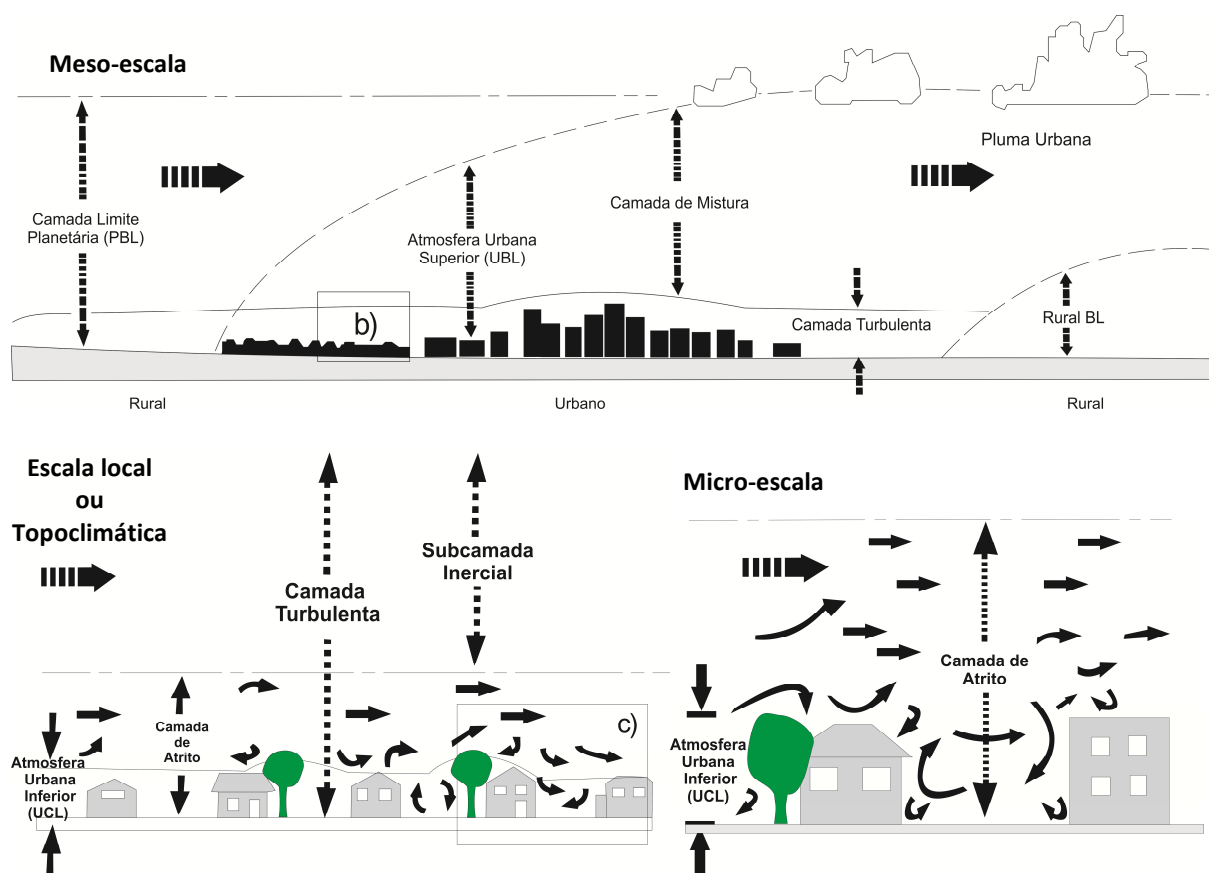


Figura 01: Esquema das escalas climáticas e das camadas verticais nas áreas urbanas, adaptado de Oke (2004). Organização: Max Anjos, 2012.

2.2.2 Escalas Verticais

A Camada Limite Planetária - PBL (*Planetary Boundary Layer*) é um termo genérico que define a camada de ar entre a superfície terrestre e a altura das nuvens¹. É a camada *locus* dos estudos de clima urbano. As trocas de energia e o deslocamento de massa de ar que aí se estabelecem, dependem do tipo de rugosidade da superfície e podem sofrer alterações no decorrer do dia e da noite.

A PBL ainda apresenta duas sub-camadas, cuja estrutura vertical depende das alturas dos elementos rugosos que compõem os diferentes tipos de superfície: Atmosfera Urbana Inferior – UCL (*Urban Canopy Layer*) e Atmosfera Urbana Superior – UBL (*Urban Boundary Layer*)². A UCL é a camada que fica entre o solo e o limite superior dos principais elementos urbanos (altura média dos edifícios).

O aspecto temporal do clima urbano está relacionado ao conhecimento dos tipos de tempo, frequência sazonal e suas interações com as estruturas urbanas (Andrade, 2003) e deve considerar a duração dos vários fenômenos em cada escala climática. No sistema clima urbano, por exemplo, determinados fenômenos meteorológicos chegam a durar meses, semanas e dias; e quando se trata de um fluxo turbulento em escala restrita podem ser de segundos.

2.3 Ilhas de Calor

O mais evidente e documentado exemplo de mudança climática provocada pelo homem (OKE 1987) é o fenômeno da ilha de calor. Esse fenômeno corresponde a um maior aquecimento, positivo, de uma área urbana em relação ao seu entorno ou a uma área rural, que se intensifica à noite, poucas horas após o pôr do sol, e que é melhor visualizado em dias de ventos calmos e céu claro (op. cit.).

Arnfield (2003) revisa os trabalhos mais importantes das duas últimas décadas sobre a climatologia urbana, a partir das publicações na revista *International Journal of Climatology*. Nessa revisão, o autor apresentou vários exemplos de estudos de climas equatoriais úmidos, tropicais seco e úmido, de montanha, subtropicais, desérticos, mediterrâneos e de altas latitudes. O que todos têm em comum, é que se provou a existência de ilhas de calor urbano, embora algumas com características muito diversas. Essa diversidade ocorre devida às diferenças climáticas e às condições locais como a posição topográfica, proximidade ou não do mar, tipo e dimensão da cidade, a densidade populacional e dentre outras.

A ilha de calor (IC) se manifesta de três formas diferenciadas, em função da sua gênese, magnitude e dinâmica temporais (OKE, 1987; ALCOFORADO, 2005): i) a IC de superfície (Camada liminar) corresponde às superfícies urbanas mais quentes do que as superfícies rurais; ii) IC da atmosfera urbana inferior (*Urban canopy layer*), entre o nível do solo e o nível médio do topo dos

¹ Segundo Machado (2009) os climas que se estabelecem nessa camada possuem um relação escalar fundamental com a troposfera e a estratosfera. Assim, a PBL (da ordem de 1km de altura) equivale a apenas 10% da dimensão vertical da troposfera.

² Tradução de Alcoforado (1992).

edifícios; iii) a IC da atmosfera urbana superior (*Urban boundary layer*), que se sobrepõe à anterior e se estende por vezes até à atmosfera livre. Trata-se da parte superior da camada limite, em que as características de temperatura, umidade, turbulência e composição da atmosfera são influenciadas pela presença da cidade.

Segundo Oke (1987), mesmo em localidades muito pequenas pode ocorrer o fenômeno ilha de calor urbana e não há uma causa única para sua formação, trata-se de um conjunto de processos que Alcoforado (2005) tenta resumir a seguir:

Geometria urbana:

- Aumento da absorção da radiação solar devido (i) a maior área de absorção e (ii) ao baixo albedo, em consequência das “reflexões múltiplas” entre os prédios, mas também em consequência dos materiais de construção e cobertura;

- Aumento da radiação de grande comprimento de onda proveniente da atmosfera mais poluída, assim como devido a emissão pelos prédios vizinhos em ruas de baixo Fator de Visão do Céu (*Sky View Factor- SVF*);

- Diminuição da perda de radiação de grande comprimento de onda devido a redução do SVF.

- Redução (em média) da velocidade do vento e consequentemente, das transferências de calor por adição e menor eficácia na remoção de poluentes.

Poluição do ar:

- Aumento da radiação de grande comprimento de onda proveniente da atmosfera mais poluída

Emissão de calor a partir dos edifícios, tráfego e metabolismo dos organismos vivos:

- Aumento do input energético em áreas urbanas

Cobertura do solo e materiais de construção:

- Aumento do armazenamento do calor sensível devido as características térmicas particulares dos materiais de construção (calor específico, condutibilidade térmica, e outros.)

- Redução da evapotranspiração e da transferência de fluxo turbulento de calor latente, devido à diminuição da cobertura vegetal e extensão das superfícies impermeabilizadas nas áreas urbanas.

Particularmente às elevadas temperaturas associadas à ilha de calor podem ser indesejáveis para a cidade, especialmente as de clima quente. Podem resultar, dentre outras consequências negativas, sobre a saúde ao interferir no conforto bioclimático humano e sobre os efeitos econômicos atribuídos ao aumento do consumo de energia para o resfriamento dos edifícios. No entanto, algumas medidas simples podem ser eficazes na mitigação da ilha de calor. Nesse contexto, os espaços verdes inseridos na malha urbana, podem tornar-se importantes ferramentas de planejamento urbano, melhorando dessa forma o conforto climático nos espaços onde

eles se inserem, mitigando os efeitos da ilha de calor, assim como a redução do ruído e poluição atmosférica.

3. Aspectos climáticos dos espaços verdes urbanos

Os espaços verdes urbanos têm funções biofísicas, sociais, econômicas e culturais (Quadro I). Possui valor ecológico e social que ajuda a manter a saúde pública, a melhoria da qualidade ambiental (ANDRADE e VIEIRA, 2005), do bem estar e saúde da população (SANTANA et. al., 2007). O valor estético associado à vegetação pode aumentar a satisfação dos moradores e o espírito de responsabilidade. Além dos valores e funções apontadas, os espaços verdes urbanos também podem fornecer oportunidades para a educação e incentivar a atividade física. A vegetação *per si* pode filtrar o ar fisicamente ao agregar partículas, tais como poeira e gases nocivos, contribuindo assim, para diminuir os riscos de poluição (GANHO, 1996; DIMOUDI e NIKOLOPOULOU, 2003; BECKETT et. al., 1998); pode também reduzir os riscos de inundação, manter e valorizar a diversidade biológica e genética.

Quadro 1 - Principais benefícios dos espaços verdes urbanos

<p>1. Mitigação das alterações climáticas</p> <p>1.1 Fixação de CO₂ (sobretudo no caso de manchas arbóreas extensas)</p> <p>2. Adaptação às alterações climáticas</p> <p>2.1 Redução da ilha de calor urbano</p> <p>2.2 Redução dos riscos de cheias urbanas (favorecimento da infiltração e retenção da água)</p> <p>2.3 Criação de áreas frescas, como refúgio da população, em situações de ondas de calor</p> <p>2.4 Efeitos diretos sobre o comportamento energético dos edifícios (telhados e paredes verdes, ensombramento dos edifícios por árvores próximas)</p> <p>3. Outros benefícios</p> <p>3.1 Biofísicos</p> <p>3.1.1 Melhoria da qualidade do ar (filtragem e fixação de poluentes)</p> <p>3.1.2 Fixação dos níveis de ruído</p> <p>3.1.3 Melhoria do conforto nas ruas, durante o Verão (efeito das árvores de arruamento)</p> <p>3.2 Socio-econômicos e culturais</p> <p>3.2.1 Proporciona áreas de lazer e socialização</p> <p>3.2.2 Benefícios diretos ao nível da saúde física e psicológica</p> <p>3.2.3 Valorização Estética e cultural do espaço urbano</p> <p>3.2.4 Funções de carácter educativo e pedagógico</p> <p>3.3 Económicos</p> <p>3.3.1 Redução dos custos com a saúde</p> <p>3.3.2 Redução do consumo de ar condicionado</p> <p>3.3.3 Redução dos danos associados a cheias urbanas</p> <p>3.3.4 Utilização como atrativo turístico no caso de espaços verdes de particular interesse histórico, cultural ou científico</p> <p>3.3.5 Valorização do património imobiliário próximo de espaços verdes de qualidade</p>

Fonte: Alcoforado, 2010.

No que diz respeito às funções climáticas, vários estudos têm demonstrado que, espaços verdes exercem papel regulador no clima, mitigando os efeitos da ilha de calor urbano e da poluição, constituindo assim um clima próprio em relação ao espaço construído envolvente (GEIGER, 1961; LOMBARDO, 1985; OKE, 1989; JAUREGUI, 1990; LUGO, 1991; SANTOS, 1991; SPONKEN-SMITH, 1994; GANHO, 1996; VECCHIA, 1997; KENKE-OLIVEIRA, 1996; SPONKEN-SMITH E OKE, 1998/99; UPMANIS, et al., 1998/99; ALCOFORADO, 1999; GÓMEZ, 2001; BARBOSA et. al., 2003; POTCHTER et. al., 2006; BARRY e CHOLEY, 2007; LEAL et. al., 2008).

Conforme já referido, a noção de escalar é fundamental nos estudos de climatologia urbana, neste caso, é imprescindível para compreensão do papel da vegetação na cidade, conforme bem assinala Sponken_Smith, (1994, p. 04):

At the microscale, greenspace can impact the climate of buildings and canyons; at the local-scale it impacts the climate of city blocks, while at the mesoscale the urban forest (wich includes all woody vegetation) influences the climate of the land-use zone or the city. In assessing the climate impacto of greenspace, careful consideration must be given to macroscale climate, as well as the scale of influence within the urban canopy. The macroscale climate is the climate background within which the city is located. Depending on the macroscale climate, greenspace can be manipulated in various ways to improve urban climate.

Andrade e Vieira (2005) classificam as consequências climáticas dos espaços verdes de acordo com escala de análise. Nessa classificação, foram tidos em conta dois aspectos diferentes: considerados como “entidades individuais”, em relação ao espaço construído envolvente, neste caso, a escala de influência do espaço verde prende-se, essencialmente com a sua dimensão; por outro lado, a escala de diferenciação climática, no interior de cada espaço verde, em função de condições como tipo de vegetação, a topografia, e outros. Assim, na influência climática dos espaços verdes, a diferentes escalas, é possível distinguir diversos níveis de complexidade:

i) influência sobre o balanço de radiação e de energia, hídrico e quantidade de movimento (OKE, 1989, SPONKEN_SMITH, 1994);

ii) influência sobre elementos climáticos individuais, como a temperatura do ar e a velocidade do vento;

iii) influência dos elementos climáticos sobre o balanço energético do corpo humano, com reflexo sobre a saúde e o conforto térmico (SANTANA et. al., 2007; GANHO, 1996).

A área de influência dos espaços verde depende de vários fatores. No caso da influência térmica, Spronken-Smith e Oke (1998) sugerem que a influência climática terá uma extensão proporcional à dimensão do espaço verde. Em Gotemburgo, Upmanis et. al., (1998) verificaram também que os parques de maior dimensão refrescavam, tanto de dia como de noite, extensões maiores dos bairros próximos.

Segundo Upmanis e Chen (1999) a temperatura do ar em um local específico é determinada pelo balanço de energia, que por sua vez depende de vários fatores geográficos e variáveis meteorológicas. Fatores geográficos, como as propriedades físicas da superfície e do SVF, são as principais razões para a diferença de temperatura, enquanto variáveis meteorológicas, como velocidade do vento e cobertura de nuvens, são fatores que de certa maneira, reforçam essa diferença. A interação desses dois fatores, geográficos e meteorológicos, determina a característica da temperatura de um local e, assim, por exemplo, a magnitude da diferença de temperatura entre a área construída e o espaço verde.

O tipo de tempo também é um fator a considerar. O resfriamento causado pelos espaços verdes é bem representado em noites com tipos de tempo anticiclônico, sem nebulosidade e com vento fraco, nos quais os maiores contrastes térmicos espaciais se verificam, estando as diferenças de temperatura relacionadas com a distância das áreas construídas em relação ao espaço verde (UPMANIS, et al., 1998).

Potcher et. al., (2006), referem ainda a importância da densidade, da qualidade da cobertura vegetal e a temperatura dentro e fora do parque, como fatores igualmente intervenientes e a considerar nestes estudos.

Em função das consequências de um balanço térmico particular, os espaços verdes (de porte arbóreo) apresentam normalmente temperaturas mais baixas do que o espaço urbanizado em que se inserem, como relevam numerosos estudos de Climatologia Urbana em que, paralelamente a observações feitas em locais urbanizados, são também contemplados pontos de observação em espaços verdes integrados no tecido urbano (GANHO, 1996).

Em particular, as cidades brasileiras em que se efetuaram estudos de clima urbano elucidando o papel da vegetação no clima local, ressaltam a maximização dos espaços verdes sobre o tecido urbano. Em São Paulo, por exemplo, registrou uma diferença de temperatura de 10°C do centro em relação a periferia (LOMBARDO, 1985), seguida de Londrina com 10°C (MENDONÇA, 1994); Salvador com 4,6 °C (SAMPAIO, 1981); Rio Claro com 5°C (PITTON, 1997) e, tantas outras cidades, em diferentes contextos climáticos, regionais e topográficos. Em todas elas, os espaços verdes acusou temperaturas mais baixas que o espaço envolvente, formando que na literatura se denominou de ilha de frescura ou “*Park Cool Island, (PCI)*”.

O estudo que se presta a verificar os aspectos climáticos dos espaços verdes voltados ao planejamento urbano deve obedecer ao aspecto escalar, notadamente ao microclimático e topoclimático em que se inserem.

Para o **estudo microclimático** dos espaços verdes deve proceder por uma caracterização da vegetação (biológica) e do espaço construído envolvente, bem como o levantamento de parâmetros meteorológicos, dentre eles, a temperatura do ar, umidade relativa e direção e velocidade do vento entre outros.

A técnica de medição do fator de visão do céu ou SVF pode ser muito útil. A medição do SVF será feita com auxílio de fotografia de lente tipo “fish-eye”, convexa tirada em direção ao zênite, no interior do espaço verde. Na determinação do SVF, vários programas se encontram na internet, entre eles têm-se o Rayman criado por Matzarakis et. al., (2007). Vários estudos mostrou uma forte correlação do SVF com o balanço de energia, e, portanto, a utilização desta técnica, reveste-se de importância para determinar o balanço de energia no interior do espaço verde.

Para o **estudo topoclimático** verifica-se o contraste climático dos espaços verdes em relação à área urbana envolvente. Para tanto, deverá ser analisados os dados das estações meteorológicas fixas no interior e exterior (estação localizada imediatamente ao lado do espaço verde e/ou também no centro da cidade). As medições deverão ser feitas nos períodos considerados satisfatórios para consistência da análise em que a investigação esteja assentada. Complementariamente, pode ser utilizado os transectos móveis, a fim de coletar determinados parâmetros meteorológicos em determinados pontos de mensuração, previamente definidos em virtude de parâmetros como a topografia, o tipo de ocupação do solo e morfologia urbana, distribuídos ao longo de um percurso efetuado com automóvel em movimento.

Uma vez realizados tais estudos, procederá à análise e representação cartográfica dos padrões climáticos encontrados, utilizando por vez o ambiente SIG, de modo a contribuir com um conjunto de cartografia climática detalhada, na qual constitui um instrumento útil ao planejamento urbano. Neste caso, como sugestão, tem-se a metodologia sugerida por Charalampopoulos e Chonopoulou-Sereli (2005).

Considerações Finais

A ocupação descontrolada do uso do solo provoca alterações climáticas significativas, onde um dos exemplos mais emblemáticos é a ilha de calor, que pode provocar vários constrangimentos para cidades de climas quentes, como maiores gastos com energia elétrica, derivado do uso demasiado de sistemas de refrigeração, dentre outras.

Nesse contexto, os sistemas de espaços verdes deveriam, pois, ser elementos obrigatórios na cidade intertropical, em vez de serem vistos como ojeriza por um verdadeiro complexo de inferioridade que conduz ao abate sistemático de árvores e eliminação de resíduos e nichos de vegetação, inclusive nas cabeceiras dos mananciais (MONTEIRO, 2003).

Desse modo, os benefícios climáticos dos espaços verdes, além dos hidrológicos e biológicos, assumem e deve assumir importância crescente no planejamento e ordenamento do território. Entretanto, o reconhecimento dessas benfeitorias, nem sempre se baseiam em estudos devidamente fundamentados, passando muitas vezes por ideias gerais, imprecisas e até mesmo incorretas.

Assim, faltam bases claras em relação aos benefícios climáticos dos espaços verdes urbanos, sobretudo, em cidades de pequeno e médio porte brasileiras em vias de crescimento, onde o crescimento urbano aliado à falta de planejamento do uso do solo urbano cria espaços desconfortáveis do ponto de vista bioclimático.

Referências Bibliográficas

- ALCOFORADO, M. J. **Aplicação da climatologia ao planeamento urbano: alguns apontamentos**. Finisterra, Lisboa, n. 34, v. 67-68, p. 83-94, 1999.
- ALCOFORADO, M. J. **Climatologia Urbana para o ensino**. Núcleo Clima, 3, 179 p. 2010.
- ALCOFORADO, M. **O clima da região de Lisboa**. Contrastes e ritmos térmicos. Lisboa, Memórias do C.E.G, vol. 15, Lisboa: 347 p. 1992.
- ALCOFORADO, M. *et al.* **Orientações climáticas para o planeamento e ordenamento em Lisboa**. Relatório da Área Geo-Ecologia, nº4, Centro de Estudos Geográficos, Lisboa. 2005.
- ANDRADE, H. **Bioclima Humano e a Temperatura do ar em Lisboa**. Dissertação de Doutoramento, Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, p. 435, 2003.
- ANDRADE, H.; Vieira, R. **Estudo climático de um espaço verde de Lisboa: o Jardim da Fundação Calouste Gulbenkian**. Área de Investigação de Geo-Ecologia, Relatório n.º5, CEG, Lisboa. 2005.
- ARNFIELD, A. J. **Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island**. International Journal of Climatology. 23:1-26. 2003.
- BARBOSA, R.V.R; BARBIRATO, G; & VECCHIA, F.A.S. **Vegetação urbana: análise experimental em cidade de clima quente e úmido**. In: VII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO E III CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA SOBRE CONFORTO E DESEMPENHO ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES, CURITIBA. ANAIS. PUC – ANTAC, 2003.
- BARRY, R. G.; CHORLEY, R. J. **Atmosphere, weather and climate**. 7 ed. London: Routledge, p. 421, 2003.
- CHARALAMPOPOULUS, I;CHONOPOULOU-SEREU, A. **Mapping the urban green area influence on local climate under windless and wind condtions**. The case of Western part of Athens, Greece. Acta Climatologica et Chorologica. Universitatis Szegediensis, 38-39, pp. 25-41, 2005.
- DIMOUDI, A.; NIKOLOPOULOU, M. **Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits**. Energy Build, 35:69-76. 2003.
- GANHO, N. **Espaços Verdes no interior do tecido urbano de Coimbra, Portugal: Contrastes Topoclimáticos, influência bioclimática e riscos de poluição atmosférica**. Territorium, 3: 35-55. 1996.
- GANHO, N. **O clima urbano de Coimbra: estudo de climatologia local aplicada ao ordenamento urbano**. Dissertação de Doutoramento, Instituto de Estudos Geográficos, Universidade de Coimbra, 551 p. 1998.
- GARCÍA, M. C. M. **Climatología Urbana**. (Textos Docents). 2. ed. Barcelona, 2010.
- GARCIA, M. C. M. **Estudio del clima urbano de Barcelona: la “isla de calor”**. Tese (Doutorado) – Universidade de Barcelona, Barcelona, p. 193, 1990.
- GEIGER, R. **Manual de microclimatoloaia: o clima da camada de ar junto ao solo**. Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa, 4 ed.1961.
- GÓMEZ, F., TAMARIT, N. & JABALOYES, J. **Green zones, bioclimatic studies and human comfort in the future development of urban planning**. Landscape and Urban Planning, no 55, p. 151-161, 2001.
- HENKE-OLIVEIRA, C. **Planejamento ambiental na cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e

- Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e Saúde, Universidade Federal de São Carlos. 181p. 1996.
- JAUREGUI, E. **Effects of vegetation and new water bodies on the climate of Northeast México City.** Energy Build, 15:447–455.1990-91.
- LEAL, C; GANHO, N; CORDEIRO, A. **A influência dos espaços verdes da cidade de Coimbra (Portugal) no topoclima, no microclima e no conforto bioclimático.** Cadernos de Geografia, 26/27, pp. 333-341. 2008.
- LOMBARDO, M. A. **Ilhas de calor nas metrópoles: o exemplo da cidade de São Paulo.** São Paulo: Hucitec,. 244 p. 1985.
- LUGO, A.L. **Forest and climate reforestation and deforestation: their potential effect on the climate.** In: WORLD FORESTRY CONGRESS, Paris. Annals. Vol. 10, p. 39-48. 1991
- MACHADO, A. J. **Distribuição espacial do fluxo radiativo em ondas longas na Região Metropolitana de São Paulo.** Tese de Doutorado FFLCH – USP. 2009.
- MATZARAKIS, A., RUTZ, F., MAYER, H. **Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model.** International Journal of Biometeorology 51, 323-334. 2007.
- MENDONÇA, F. A. **O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação à cidade de Londrina-PR.** Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 300 1994.
- MONTEIRO, C. A. de. **Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos.** In: Monteiro C. A. de F.; Mendonça, F. de A. Clima Urbano. São Paulo: Contexto. 2003.192p.
- MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia: Problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho.** Climatologia n.1. São Paulo: IGEOG/USP, p.21, 1971.
- MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano.** 1976. 181f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.
- OKE, T.R. **Boundary Layer Climates.** London, Routledge, 2nd ed.1987
- OKE, T. R. **Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites.** Geneva: WMO, 2004. (WMO/TD n. 1250).
- OKE, T. R. **The energetic basis of the urban heat Island.** Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 108, 455, pp. 1-24. 1982.
- OKE, T. R. **The micrometeorology of the urban forest.** Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B 324:335-349,1989.
- PITTON, S.E.C. **As cidades como indicadoras de alterações térmicas.** São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. P.272, 1997.
- POTCHER, O. et al. **Climatic behavior of various urban parks during hot and humid summer in the Mediterranean city of Tel Aviv, Israel.** International Journal of Climatology, 26, pp. 1695-1711. 2006.
- SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre o uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador.** Dissertação (Mestrado em Geografia Física) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 103, 1981.
- SANTANA, P. et., al. **Avaliação da Qualidade Ambiental dos Espaços Verdes Urbanos no Bem-estar e na saúde.** In SANANTA, P. (Coord.). Cidade e a saúde. Edições Almedina, Coimbra, p. 219-237, 2007.
- SANTOS, J. W. M. C. **O clima urbano de Maringá: Ensaio metodológico para cidades de porte médio e pequeno.** 1996. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.
- SPRONKEN-SMITH, R. A. **Energetics and cooling in urban parks.** Thesis Doctor. Faculty of Graduate Studies Department of Geography. University of Otago. p. 225, 1994.
- SPRONKEN-SMITH, R. A; Oke, T, R. **The thermal regime of urban parks in two cities with different summer climates.** International Journal of Remote Sensing. 19, pp.2085-2104,1998.

- UPMANIS, H; CHEN, D. **Influence of geographical factors and meteorological variables on nocturnal urban-park temperature differences — a case study of summer 1995 in Göteborg, Sweden.** Climate Research Clime Res. Vol. 13: 125-139, 1999.
- UPMANIS, H; Eliasson, I; Lindqvist, S. **The influence of green areas on nocturnal temperatures in a high latitude city (Goteborg, Sweden).** International Journal of Climatology, 18, pp. 681-700. 1998.
- VASCONCELOS, J. e VIEIRA, R. **Conforto Bioclimático da Amadora.** In: A cidade e a Saúde, (coord.) Paula Santana, Almedina, Coimbra. 2007.
- VECCHIA, F.A.S. **Clima e ambiente construído: a abordagem dinâmica aplicada ao conforto humano.** São Paulo. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo. (índice de áreas verdes), 316 p, 1997.