

## Considerações sobre os estudos em clima urbano

### *Considerations studies on urban climate*

**Jadson Freire da Silva<sup>1</sup>, Henrique dos Santos Ferreira<sup>2</sup>, Marcelo Olímpio dos Santos<sup>3</sup>.**

<sup>12</sup>Dept. Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, Pernambuco.

Email: [Jadsonfreireufpe@hotmail.com](mailto:Jadsonfreireufpe@hotmail.com); [henriquehsf86@homail.com](mailto:henriquehsf86@homail.com)

<sup>3</sup> Av. Cais do Apolo, 222 – 12º andar – Edf. Vasco Rodrigues, Bairro do Recife, Recife, Pernambuco.

---

#### RESUMO:

A problemática ambiental urbana é atualmente uma das principais preocupações da comunidade científica. É no ambiente urbano onde as transformações no espaço ocorrem de forma mais intensa e como consequência ocorrem uma série de problemas socioambientais. O crescimento das cidades atrelado a intensificação das atividades econômicas, sobretudo nos setores de produção e transporte através da emissão de gases é capaz de alterar o balanço energético da atmosfera nas cidades, originando assim, o clima urbano. Alguns dos problemas diretamente ligados ao comportamento do clima nas cidades são: formação das ilhas de calor e de frio, inundações, alagamentos e chuvas ácidas. Tais problemas fizeram surgir na comunidade científica uma série de estudos que focam a temática. Este trabalho buscou realizar uma revisão sobre os principais aspectos dos estudos em clima urbano, os quais surgiram primeiramente na Europa em decorrência da constituição de particularidades climáticas no ambiente citadino, devido ao alto grau de transformação da paisagem natural em um ambiente fortemente artificial. Os primeiros estudos voltados ao tema em questão no Brasil, são de autoria de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em 1976, obra que até o momento atual norteia as pesquisas relacionadas no país.

**Palavras-chave:** Clima Urbano, Ilhas de calor, Problemas socioambientais urbanos.

#### ABSTRACT:

Urban environmental problems is currently a major concern of the scientific community. It is in the urban environment where changes occur in the space of more intense and occur as a result a number of environmental problems. The growth of cities linked to the intensification of economic activities, especially in the sectors of production and transport through the emission of gases can alter the energy balance of the atmosphere in the cities, creating thus the urban climate. Some of the problems directly linked to climate behavior in cities are: formation of heat islands and cold, floods, flooding and acid rain. Such problems did arise in the scientific community a series of studies that focus on the theme. This study attempts to make a revision on the main aspects of urban climate studies, which first emerged in Europe due to the formation of climatic particularities in the city, due to the high degree of transformation of the natural landscape in a highly artificial environment. Early studies focused on the issue at hand in Brazil, are by Carlos Augusto Monteiro de Figueiredo in 1976, work that up to the present guided the related searches in the country.

**Keywords:** urban climate, heat islands, urban environmental problems.

## INTRODUÇÃO

As áreas de cidades abrigam a maior parte de atividades socioeconômicas e culturais, concentrando grandes populações e conseqüentemente, grande demanda de consumo de energia, água e outros insumos. A quantidade de energia usadas nas áreas urbanas se transformam nas maiores fontes indiretas de produção de gases causadores do efeito estufa. Todavia, o rápido crescimento das populações nas cidades auxiliou a uma rápida organização de infraestrutura das cidades brasileiras, provocando baixo planejamento da infraestrutura pela intensificação do uso e ocupação dos solos desordenados, onde este baixo planejamento quando somados as características climáticas locais são os responsáveis de eventos extremos como enchentes, por exemplo (BRUESE, 2003; WMO, 1996).

Vários são os problemas de cunho socioambiental que mostram a importância para a necessidade do crescimento urbano planejado, tendo o destaque para as enchentes e alagamentos ocasionados pela concretização do solo; poluição do ar e das águas; temperaturas na microescala climática urbana cada vez mais elevadas entre outros. Estes problemas estão atrelados ao latente crescimento das cidades que ocorre de forma acelerada e não planejada. Os impactos no clima urbano não fogem as regras citadas anteriormente e configura-se como uma problemática ambiental urbana, Gonçalves (2003) aponta que o processo de crescimento urbano apresenta bastante significância em termos de modificação do clima na escala local.

Neste contexto, a ciência se insere cada vez mais na busca de compreender como a dinâmica urbana interfere no clima local, assim como, apontar os problemas gerados pelo clima urbano. A organização mundial de meteorologia – WMO (1996) genericamente traz as primeiras diretrizes e recomendações para o planejamento e projeto urbano onde o conforto térmico é ressaltado, trazendo diretrizes pontuais como a melhoria do conforto ambiental nas grandes cidades, a redução da demanda de energia para condicionamento artificial dos edifícios, a preservação dos corredores locais de ventilação, a variação da altura dos edifícios e o adequado arranjo e orientação solar dos mesmos.

Com base no que foi apresentado, este trabalho tem como objetivo realizar uma revisão acerca dos principais aspectos dos estudos em clima urbano, pontuando alguns dos principais autores, bem como os principais aspectos abordados nos estudos desenvolvidos sobre a temática.

## REVISÃO

### 1. Evolução das cidades e problemática ambiental

O processo de urbanização fez surgir uma série de problemas de ordem socioambiental. Um dos problemas mais comuns em centros urbanos de médio e grande porte são as alterações na dinâmica do clima local. O crescimento acelerado e desordenado dos centros urbanos somado a impermeabilização do solo, originaram e potencializaram a ocorrência de fenômenos diretamente relacionados com as modificações nos padrões climáticos nas grandes e médias cidades. Podemos citar como exemplo desses problemas as ilhas de calor urbana, os desmoronamentos de encostas, as inundações entre outros (LIMA; VIEIRA; TEIXEIRA, 2009).

Os ambientes fortemente degradados sobretudo pela intensa atividade industrial na Europa, despertou em meados do século XIX o interesse científico no clima das cidades, uma vez que, as cidades com alto grau de modificação e a presença marcante da atividades industrial, passaram a apresentar alterações nos padrões químicos da atmosfera originando o clima urbano. São cada vez mais comuns em centros urbanos a ocorrência das ilhas de calor e de frio e das chuvas ácidas. No Brasil o processo de urbanização tem maior destaque entre os anos de 1950 e 1980, com a intensificação do êxodo rural e crescimento vegetativo da população urbana.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em 2010 a população urbana no Brasil atingiu 84,35% com alguns centros urbanos chegando a 95,8% de sua população vivendo em áreas urbanas. A concentração da população brasileira nos centros urbanos evidenciam vários problemas socioambientais, os quais influenciam diretamente na qualidade de vida urbana (IBGE, 2010). Em sua grande maioria as cidades

brasileiras são despreparadas para atender o imenso contingente de pessoas, o que gera consequências negativas diretamente ligadas aos fenômenos climáticos.

É neste contexto que surgem as preocupações com a degradação do ambiente urbano e a qualidade de vida urbana, despertando o interesse nas ciências no que se refere ao planejamento e gestão urbana. No Brasil o clima urbano em muitas situações não faz parte das políticas de planejamento e gestão do espaço urbano, o que acaba potencializando ainda mais problemas socioambientais que tem relação com o comportamento do clima urbano. Como consequência e necessidade de melhor compreensão do comportamento do clima urbano para direcionamento de medidas de mitigação e desenvolvimento de planos de gestão passaram a ser desenvolvidas algumas propostas metodológicas para estudo do clima urbano.

## **2. Origem e evolução dos estudos em clima urbano**

Os registros sobre os estudos focando o clima urbano datam do século XIX, apesar de estudos anteriores, porém, sem os rigores científicos já terem levantado as discussões sobre a temática. Deste período até o atual vários métodos e abordagens foram desenvolvidos e aplicados no intuito de entender a relação dinâmica entre o crescimento das cidades e seu clima. Na segunda metade do século passado com o despertar das preocupações ambientais grandes volumes de trabalhos sobre o clima urbano passaram a ser produzidos com destaque para os estudos envolvendo a formação de ilhas de calor (GONÇALVES, 2003; RIZWAN; DENNIS; LIU, 2008).

Considerado por muitos autores como um sistema complexo o clima urbano é singular à cidade, pois é neste ambiente que ocorrem fortes alterações nos padrões atmosféricos, impactando a circulação, dispersão do ar, albedo e estocagem do calor, evapotranspiração e balanço de energia na superfície (ARNFIELD, 2003; KANDA, 2006). As ilhas de calor consistem na principal manifestação do clima urbano e um dos principais problemas ambientais do século XXI em ambientes urbanos (RIZWAN; DENNIS; LIU, 2008). Mendonça e Danni (2007), afirmam que “o clima urbano é derivado da alteração da paisagem natural e da sua substituição por um ambiente construído, palco de intensas atividades humanas.

Os trabalhos de Chandler, (1965) e Landsberg, (1956) são consideradas obras clássicas para os estudos de clima urbano. Landsberg comparou o centro urbano de Londres com suas imediações e observou médias térmicas anuais superiores na cidade; Chandler monitorou a ilha de calor urbana também em Londres e encontrou diferenças de até 2°C na área central, no verão, em relação a sua circunvizinhança. Conforme Ayoade (1986) a ilha de calor urbana consiste no aumento das da temperatura em áreas urbanas, onde as áreas urbanas são mais quentes do que a zona rural circundante, particularmente a noite.

Conforme observado por Ayoade (1986), o fenômeno ilha de calor urbana é causado pelos seguintes fatores: as áreas urbanas são mais quentes do que a zona rural circundante, particularmente a noite; a capacidade térmica de calor e a condutividade das superfícies urbanas que acarretam absorção da radiação durante o dia e sua liberação a noite; o acréscimo de calor através da combustão e metabolismo do corpo humano; a secura da superfície urbana implica que não será usada muita energia para evaporação, ficando a maior parte dessa energia disponível para aquecer o ar. Segundo o autor, a secura da superfície é decorrente da remoção do escoamento superficial por sistemas de esgotos urbanos, ausência de cobertura vegetal, lagos e reservatórios de água; redução da troca de ar da cidade com o ar mais frio da zona rural circundante, decorrente da diminuição do fluxo de ventos em função da estrutura das cidades e por fim, o efeito estufa da camada da poluição sobre as cidades. Já Weng, Lu e Schubring (2004), define ilha de calor como uma anomalia térmica onde a temperatura da superfície do ar urbano é mais elevada do que as áreas circunvizinhas, podendo acontecer em diversas escalas, tanto em localizações na própria cidade ou nas áreas rurais.

Para Sene e Moreira (2004), a ilha de calor é um fenômeno climático típico de grandes aglomerações urbanas, que também colabora para aumentar os índices de poluição nas zonas centrais da mancha urbana, sendo uma das mais evidentes consequências das ações antrópicas nas áreas urbanizadas das grandes cidades quando comparadas com as zonas rurais. Alcoforado et al., 2006 apontam as principais causas das ilhas de calor na atmosfera urbana a geometria urbana, a poluição do ar, a emissão de calor a partir dos edifícios, tráfego e metabolismo dos organismos vivos e a cobertura do solo.

Outra definição de ilha de calor urbana pode ser observada em Magnoli e Regina, (2005), os quais definem este fenômeno como sendo as temperaturas médias maiores do que as zonas rurais dominadas pelo mesmo clima nas grandes cidades. Ainda conforme os autores, na área urbana as temperaturas aumentam da periferia em direção ao centro. Já Bertello (2004), define a ilha de calor como um fenômeno típico das cidades, onde a falta de circulação atmosférica e de vegetação, somada a grandes extensões de concreto, provoca um aumento da temperatura no meio urbano.

Monteiro (1976b), define o clima urbano como um sistema complexo, dentro da teoria geral dos sistemas, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere, a transforma substancialmente ao ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente. Os trabalhos de Nobrega e Lemos (2011) sobre o conforto e desconforto térmico na cidade do Recife mostram que em um período de 10 anos a temperatura da superfície de principais pontos da cidade alcançaram valores próximos a 30 graus (Figura 1), com ênfase na zona sul e no centro da cidade. O autor cita que a principal causa dessas zonas de calor é a interferência humana no ambiente natural: a retirada da vegetação, a impermeabilização dos solos, o uso de automóveis é apontado como fatores que potencializam a elevação da temperatura no solo.

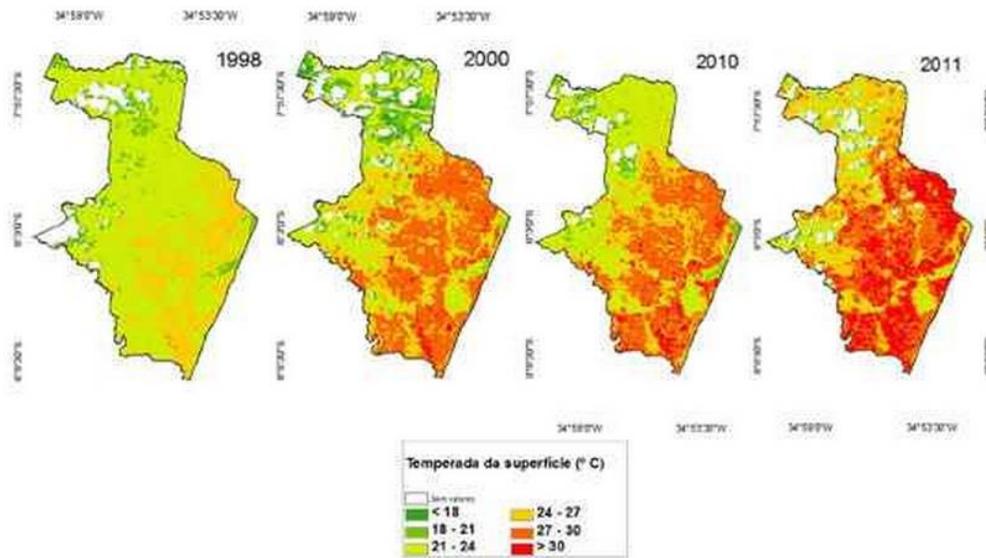
Souza (2004) afirma que as cidades mal planejadas sofrem graves problemas com o fenômeno da ilha de calor, que é definida pelo autor como o aumento da temperatura devido a excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes; onde este nível elevado de temperatura nestas regiões vem prejudicando a saúde dos habitantes.

Atualmente também tem sido estudada uma outra categoria de ilha de calor, a ilha de calor urbana da superfície, a qual difere da ilha de calor urbana por captar a temperatura de superfície através das técnicas de sensoriamento remoto (Figura 2), ao contrário da ilha de calor urbana que é mensurada com a utilização de termômetros de estações convencionais ou automáticas (Figura 3). As ilhas de calor caracterizam-se por três aspectos principais, a forma, intensidade e localização do seu núcleo mais quente. Essas características dependem das condições de cada cidade, época do ano, tempo atmosférico, localização geográfica,

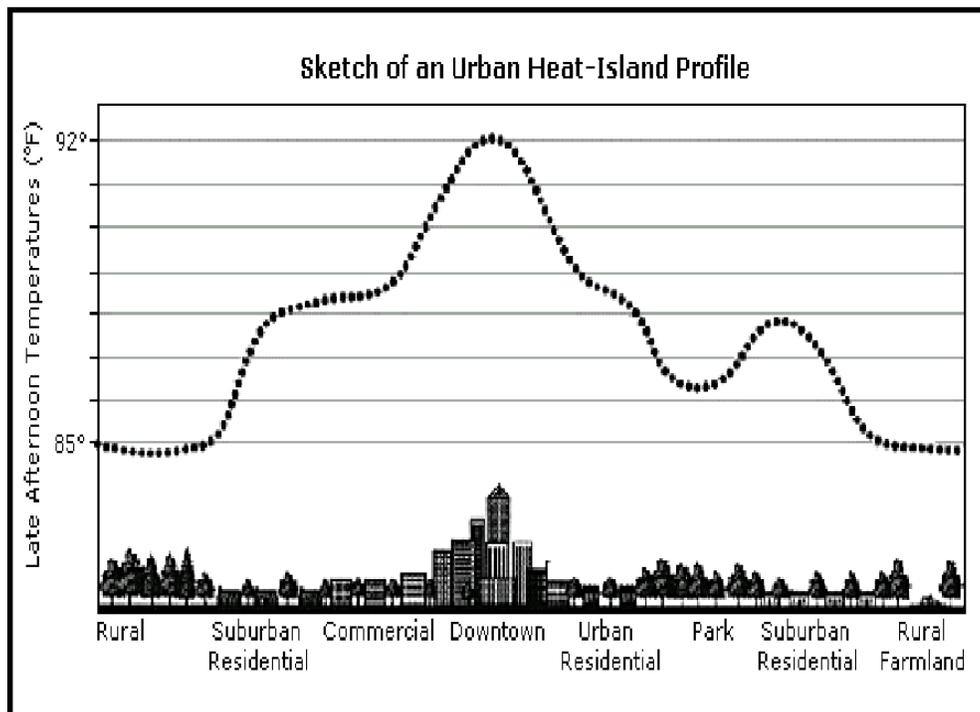
características naturais e das propriedades térmicas dos materiais presentes na superfície (VOOT; OKE, 2003).

A ilha de calor urbana tem sido um dos aspectos mais estudados em clima urbano, no entanto, na atualidade, pesquisas internacionais voltam-se também dentro dos estudos em clima urbano para o comportamento do vento, investigações na área do equilíbrio energético da atmosfera urbana, mitigação de efeitos, bem como modelagem da dinâmica da atmosfera urbana a partir de modelos matemáticos capazes de representar de forma genérica os processos do clima urbano. Conforme observado por Oliveira (2012), as mudanças no uso e cobertura da terra no ambiente urbano tem grande influência nos ciclos energéticos e hidrológicos. O autor ainda pontua que é importante conhecer os componentes do balanço de radiação e de energia considerando os diferentes tipos de uso e cobertura no ambiente urbano, pois, são responsáveis por gerar impactos nas condições do clima urbano.

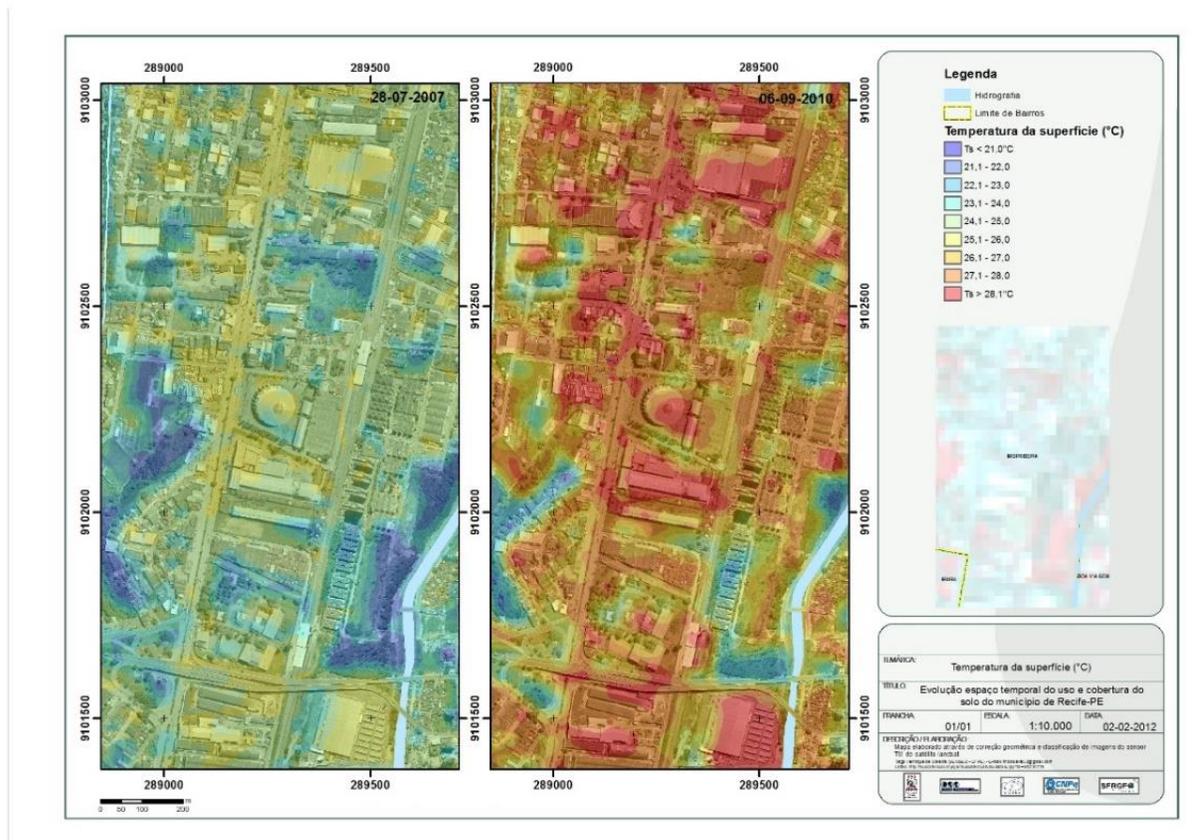
Conforme observações realizadas por Urbina Guerrero (2010), na cidade de Santiago no Chile, a circulação dos ventos dentro da cidade apresenta-se com menor intensidade e fora dos limites urbanos o vento apresenta maior intensidade. Urbina Guerrero (2010), também na cidade de Santiago, observam que nos períodos em que se formam as ilhas de frio, há um aumento na intensidade dos ventos, o que segundo o autor ocorre em função da presença das cidades, exercendo influência também nas características de divergência dos ventos, levando a um aumento da componente descendente dos ventos nas cidades.



**Figura 1.** Evolução das Ilhas de calor na cidade do Recife. Fonte: Diário de Pernambuco



**Figura 2.** Perfil de uma ilha de calor urbana, fonte: Google imagens



**Figura 3.** Espacialização da temperatura de superfície gerada a partir de imagens de sensoriamento remoto em área de grandes lojas e galpões entre as Avenidas Sul (linha de metrô) e Mascarenhas de Moraes, município do Recife – PE. Fonte: Oliveira, T.H (2012).

Dissertação de mestrado.

### 3. Influência da paisagem urbana no clima local

O processo de industrialização é claramente o fenômeno que estimulou o crescimento das cidades e conseqüentemente o aumento da população urbana, com a saída das pessoas do campo para as cidades. Essa condição teve início com o processo de industrialização, o qual foi altamente estimulado pelo estabelecimento das relações capitalistas, fatores que contribuíram sobremaneira para o aumento da produtividade. Este processo ganhou força na Europa a partir do século XIX (LIMA, 2013).

Segundo Lima (2013), o ambiente urbano se constitui na forma mais radical de transformação da paisagem natural. A autora explica que os impactos causados pelo surgimento dos espaços urbanos ultrapassam os limites dos terrenos sobre os quais se desenvolvem, impactando, também, as condições climáticas e ambientais, originando climas específicos de áreas urbanas. As atividades econômicas, a geometria do traçado urbano e o adensamento urbano, podem representar indicadores determinantes na constituição do clima urbano.

Conforme Corrêa (2006), os processos superficiais que ocorrem nas paisagens urbanas são influenciados pelo microclima urbano. O autor realizou uma análise da metrópole recifense considerando a dinâmica geossistêmica urbana, subdividindo o município em unidades de paisagem, as quais segundo o autor se individualizam por apresentar características processuais comuns para cada tipo de paisagem. Na paisagem urbana é possível observar por exemplo: que as características da energia da superfície possuem elementos distintos se comparadas as áreas circundantes, ainda segundo o autor, as superfícies de concreto, asfalto e vidro das cidades conduzem até 3 vezes mais calor que o solo comum.

As complexas interações de trocas de matéria e energia no sistema superfície- - atmosfera são responsáveis pela dinâmica climática em escala global, regional e local. Extensas superfícies concretadas e elevados índices de emissão de gases, são comuns nos aglomerados urbanos. A estreita relação entre a superfície e a atmosfera local, condiciona a existência de um clima peculiar ao ambiente urbano, pois, os processos existentes nesse ambiente, são capazes de modificar as condições dos elementos climáticos da atmosfera local. Nesse sentido, pode-se inferir que ao passo que o ambiente urbano é capaz de modificar a atmosfera local o mesmo ocorre com os processos superficiais nas áreas urbanas, sendo estes controlados pela dinâmica do clima urbano (CORRÊA, 2006; MENDONÇA; DANILIVEIRA, 2007; SANTOS et al., 2013).

Tamanha interação e complexidade de relações dos sistemas naturais entre si e com o socioeconômico, requer uma abordagem de análise integrada, a qual pode ser alcançada através de uma abordagem sistêmica. Bertrand (1972), Tricart (1977) e Sotchava (1977),

desenvolveram trabalhos de cunho sistêmico tendo em comum em suas pesquisas o trato da paisagem como uma categoria de análise geográfica (CHRISTOFOLLETTI, 2004; SANT'ANA NETO, 1998).

#### **4. Os estudos de clima urbano no Brasil**

Os estudos de clima urbano no Brasil tem como grande referência a obra de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, o qual desenvolveu um corpo teórico e metodológico que norteiam as pesquisas dentro da temática no Brasil. Em 1976, Monteiro apresentou o Sistema Clima Urbano (SCU), o qual segundo o próprio autor é definido como um sistema aberto, adaptativo e evolutivo composto pelo clima local e pela cidade. O sistema proposto por Monteiro é subdividido em três subsistemas; Termodinâmico, o qual tem relação com o conforto térmico ambiental, o Físico-químico; trata da qualidade do ar sobre a cidade e o Hidrodinâmico, que trata do impacto meteórico (MONTEIRO, 1976).

A proposta do SCU de Monteiro tem sua fundamentação na Teoria Geral dos Sistemas (TGS), desenvolvida por Bertalanfy em 1973 dentro do escopo da biologia teórica. Segundo Sant'ana Neto (1998), a Teoria Geral dos Sistemas alcançou papel preponderante dentro das ciências naturais, pois permitiu o entendimento do papel dos atributos do clima nos processos dos ambientes naturais e antrópicos.

Claramente os estudo de clima urbano no Brasil baseiam-se nas contribuições de Monteiro (1976). Mesmo com o aumento de estudos sobre a temática nos últimos anos, sobretudo no campo termodinâmico com aplicação de modelos capazes de extrair informações dos dados de sensoriamento remoto, facilitando e permitindo uma maior produção no que se refere a modelagem do clima urbano, a produção científica em clima urbano no Brasil é pouco diversificada.

Lima, Pinheiro e Mendonça (2012), aponta que no que se refere em estudos de clima urbano no Brasil poucas propostas foram desenvolvidas para a elaboração de estudos detalhados, sobretudo com foco na gestão ambiental das cidades. Diante disso, o autor ainda pontua que a metodologia de análise do clima urbano desenvolvida por Monteiro (1976), serviu como base para o desenvolvimento de inúmeras teses e dissertações no Brasil.

A proposta do Sistema Clima Urbano propiciou a elaboração de diagnósticos sobre os impactos do clima urbano sobre a sociedade, bem como forneceu bases para o desenvolvimento de propostas para as soluções dos problemas no ambiente urbano, sobretudo no que se refere às questões do clima urbano (LIMA; PINHEIRO; MENDONÇA, 2012).

Vários estudos no Brasil têm sido desenvolvidos para analisar a distribuição espacial das ilhas de calor de superfície, bem como análises dos balanços energéticos em ambientes urbanos, atributos que influenciam diretamente na condição do clima local através das técnicas de sensoriamento remoto. Dentre os estudos realizados sobre as ilhas de calor de superfície podem ser citados Barros e Lombardo (2013) e Oliveira (2012).

## **CONCLUSÕES**

É evidente diante das questões observadas a necessidade do desenvolvimento de estudos que tratem sobre o clima urbano, sobretudo com trabalhos capazes de subsidiar o planejamento urbano, visto que, o crescimento acelerado e desordenado das cidades caracteriza-se como o principal responsável pelos problemas socioambientais ligados ao comportamento climático urbano.

No Brasil, os estudos de clima urbano ainda necessitam de uma maior diversificação, claramente os esforços dos pesquisadores dentro da temática voltam-se para o entendimento da formação das ilhas de calor urbana. Estudos que foquem também o comportamento dos ventos, balanços energéticos na superfície entre outros, são essenciais para fornecer informações da dinâmica da atmosfera local ao planejamento urbano, o qual também necessita considerar as características do climáticas urbana.

## **REFERÊNCIAS**

ALCOFORADO, M.J; LOPES, A.; ANDRADE, H.; VASCONCELOS, J. Orientações climáticas para o Ordenamento em Lisboa. Relatório 4. Lisboa; Ed. Centro de Estudos Geográficos da Universidade de Lisboa. 2006

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 Climatology**, vol. 23, pp.1–26, 2003.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Ed. DIFEL, SP, Brasil, 1986.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A., Zoneamento climático urbano da cidade do Recife: uma contribuição ao planejamento urbano. **GEOUSP – espaço e tempo**, São Paulo, n. 33, p. 187-197, 2013.

BERTELLO, Edézia. **Minimanual de Pesquisa em Geografia**. Uberlândia, Minas Gerais, **Editora Claranto**, 2004.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. São Paulo, Instituto de Geografia, USP. 27 p. **Cadernos de Ciências da Terra**, 13. 1972.

BRUSE, M. “Assessing urban microclimate using multi-agent simulations: a new approach to answer an old problem?”, in: International Conference on Urban Climate, 5th, 2003, Lódz, Poland. **Proceedings...** Lódz: University of Lódz, 2003, 4p. ISBN: 8391672808 CD-ROM, 2003.

CHANDLER, T. J. **The climate of London**. London, **Hutchinson e Co. Publishers**, 1965.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de Sistemas Ambientais**. São Paulo, Edgar Blücher. 2004.

CORREIA, A. C. B. Contribuição à análise do Recife como um geossistema urbano. **Revista de Geografia – UFPE – DCG/NAPA**. V. 23, n. 3; 2006.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. **Entrevista com Ranyére Nobrega sobre as ilhas de calor**. Recife, 2003. Disponível em: < [http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/04/18/interna\\_vidaurbana,434872/estudo-revela-as-ilhas-de-calor-do-recife.shtml](http://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/04/18/interna_vidaurbana,434872/estudo-revela-as-ilhas-de-calor-do-recife.shtml)>. Acesso em 09/10/2015.

GONÇALVES, N. M.S. Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador. In: MENDONÇA, F de A.; MONTEIRO, C. A. F. (Orgs.). **Clima Urbano**. 192 p. São Paulo: Contexto, 2003.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 25/06/2014.

KANDA, M. "Progress in the scale modeling of urban climate: Review". **Theoretical Applied Climatology**, vol. 84, pp. 23–33, 2006.

LANDSBERG, H. E. The Climate of towns. Ed. THOMAS, W. E., Man`s role in changing the face of the earth. Pub. for the Wenner Grem Foud. **for Antropological Research and the National and Cience Found.** University of Chicago Press; 1956.

LIMA, G. N., A temática da Paisagem nas pesquisas de climatologia. Uma análise baseada no Geossistema. **14º Encontro de geógrafos da América Latina.** Perú, 2013.

LIMA, M. O.; VIEIRA, V. C. B.; TEIXEIRA, M. A. C. M. T. Uso de geotecnologias para análises da cobertura vegetal urbana. **Revista MundoGeo – On-line.** Acesso em: [http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id\\_noticia=13552](http://www.mundogeo.com.br/revistas-interna.php?id_noticia=13552) . Curitiba, 2009.

LIMA, N. R.; PINHEIRO, G. M.; MENDONÇA, C. Clima urbano no Brasil: Análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte.** V. 2, n. 5, p. 626-638, 2012.

MAGNOLI, D; ARAÚJO, R. **Geografia a Construção do Mundo.** São Paulo: Editora Moderna, 2005.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia:** noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007;

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e Clima Urbano.** São Pulo: IGEOG/USP, 1976. 181p. (Série Teses e Monografias, 25).

MOREIRA, J. C; SENE, E. Geografia Geral e do Brasil. São Paulo: **Editora Scipione**, 2004

OLIVEIRA, T. H. **Mudança espaço temporal do uso e cobertura do solo e estimativa do balanço de energia e evapotranspiração diária no município do Recife-PE.** Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CFCH. Programa de Pós-Graduação em Geografia. 154 f., il.; 30 cm. 2012.

RIZWAN, A. M.; DENNIS, Y.C; LIU, C. A. mitigation of Urban Heat Island. **Journal of environmental sciences**, Tokyo, v. 20, n. 1, 2008.

SANT'ANNA NETO, João Lima. Clima e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 119- 131, 1998.

SANTOS, F. M. M et al. Influência da ocupação do solo no clima urbano de Cuiabá, estado do Mato Grosso, Brasil. **Brazilian Geographical Journal:** Geociences and Humanities research médium. v. 4, n. 1, p. 100-121; 2013.

SOTCHAVA, V.B. Por uma teoria de classificação de geossistemas da vida terrestre. São Paulo, **Instituto de Geografia – USP**, 23 p. (Biogeografia), 1977.

SOUZA, L. C. L. Ilhas de calor. **Jornal Unesp**, São Paulo, v.18, n.186, p.11, 2004.

TRICARD, J. O estudo de geossistemas. São Paulo, **Instituto de Geografia, USP**, 23 p. (Biogeografia, 14), 1977.

URBINA GUERRERO, V. V. **Características das circulações locais em regiões metropolitanas do Chile Central**. Dissertação (Mestrado em Ciências Atmosféricas) - Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo; São Paulo, 2010.

VOOT, J. A; OKE, T. R. “Thermal remote sensing of urban climates”. **Remote Sensing of Environment**, vol. 86, pp. 370–384; 2003.

WENG, Q.; LU, D.; SCHUBRING, J. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. **Remote Sensing of Environment**, v. 89, n. 4, p. 467-483, Feb. 2004.

WORLD Meteorological Organization. **Climate and Urban Development**. Geneva: WMO No. 844, 1996.