

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA PARA A CIDADE DE BRASÍLIA: LEITURAS COMPARATIVAS

**Jamilson Sousa; Luciana Viana Carpaneda; Ana Carolina Passos Maciel; Marianna Gomes;
Marta Adriana Busto Romero**

Programa de Pós Graduação da FAU — Laboratório de Sustentabilidade - LaSUS

Universidade de Brasília - UNB – Brasília – DF - Brasil

jamilsonsousa@gmail.com lucarpa@gmail.com romero@unb.br

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar uma leitura comparativa de estudos que tratam das características do clima de Brasília, entre os quais Maciel (2002), Romero (2000 e 2001), Ferreira (1965) e INMET. Os mesmos representam uma fonte padrão de dados do clima da cidade, disponível para utilização pelos arquitetos e urbanistas do LaSUS (Laboratório de Sustentabilidade), no momento da formulação de estratégias bioclimáticas. A partir da análise dos trabalhos citados, foram realizados quadros comparativos, nos quais se destacam as variáveis ambientais que exercem mais influência na sensação de conforto (temperatura do ar, direção e velocidade dos ventos, umidade relativa, insolação e precipitações). Como resultado, este quadro desenvolvido pelo LaSUS facilita a compreensão ou aplicação dos dados climáticos, oferecendo instrumentos práticos e unificados de obtenção de informações necessárias para a escolha de estratégias bioclimáticas para Brasília.

ABSTRACT

The present paper aims to present a comparative reading of studies which approach the climatic characteristics of Brasília, such as Maciel (2002), Romero (2000 and 2001), Ferreira (1965) and INMET. These studies represent the standard source of data about the cities climate and are available for the architects and urbanists from LaSUS (Sustainability Lab), whenever they need to formulate the bioclimatic strategies. Based on the analyses of such data, comparative tables were developed, where the environmental variables which influence the most the sensation of comfort stand out (air temperature, wind direction and velocity, relative humidity, insolation and precipitation). As a result, this table developed by the LaSUS facilitates the understanding and the application of the climatic data, offering practical and unified tools for obtaining the necessary information to choose the bioclimatic strategies for Brasília.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a busca pela sustentabilidade engloba a economia energética e o aproveitamento dos recursos naturais disponíveis, aliados ao bem estar e à qualidade de vida dos indivíduos. As preocupações com as características do clima de determinado local vinculam-se, especialmente, à necessidade de disponibilizar estratégias bioclimáticas que possam oferecer, nos espaços urbanos e edifícios das cidades, além do aproveitamento racional dos recursos naturais, o conforto térmico.

Nesse sentido, muitos trabalhos foram realizados com o intuito de buscar dados referentes aos elementos do clima da cidade de Brasília. Tais estudos foram construídos a partir de métodos e períodos diferenciados, apresentando dados desiguais em função tanto da metodologia escolhida como dos estágios diferenciados de ocupação urbana em que se encontrava a localidade escolhida.

Pesquisadores e profissionais tendem, em geral, a utilizar dados de fontes distintas, obtendo, por consequência, resultados diferentes e que apontam para soluções diversas, nem sempre ideais. Sobre este aspecto, a necessidade de se fixar os dados climáticos de maneira fácil e simplificada é de grande importância, pois, além de facilitar o acesso, permite a comparação do desempenho das estratégias escolhidas.

Sabendo-se da existência de possíveis alterações climáticas decorrentes do processo de urbanização da cidade, torna-se, portanto, extremamente necessário que se faça uma análise comparativa dos estudos existentes, de forma a se definir a partir de quais dados climáticos serão elaboradas as estratégias mais adequadas às solicitações do clima de Brasília, em face do desenvolvimento atual.

O estudo permite a comparação dos dados de estudos onde são abordados autores que buscaram uma caracterização do clima de Brasília:

- Maciel (2002) cujo trabalho se destaca pela definição detalhada do clima local voltada para projeto de arquitetura, incluindo a determinação do ano climático de referência e a avaliação bioclimática, a partir de dados coletados entre os anos de 1982 a 1997;

- Romero (2000 e 2001) que aponta uma caracterização do clima por meio da análise dos fatores climáticos globais, locais e elementos climáticos, estabelecendo uma classificação do clima nas regiões tropicais em função do espaço construído, a autora aponta também princípios bioclimáticos para a escolha do sítio e para a morfologia do tecido urbano, evidenciando aspectos climáticos e morfológicos dos espaços públicos de Brasília. A autora será utilizada como referência já que no tocante aos dados climáticos se utilizou principalmente de dados contidos nos trabalhos de Ferreira e INMET;

- Ferreira (1965), que em seu trabalho pioneiro de caracterização do clima para subsídio de projeto de arquitetura, realizou o tratamento dos dados meteorológicos entre os anos de 1961 e 1965 – período inicial de urbanização da cidade.

Também será realizada análise dos dados oferecidos pelas Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET para Brasília, compreendendo um período de 30 anos de observação meteorológica: 1960 a 1990.

2 CLIMA E CLIMA URBANO

A importância do estudo do clima tem sido demonstrada pelo especial interesse com que vem sendo tratada por meteorologistas e geógrafos, e, no campo da arquitetura e urbanismo se mostra imprescindível para o desenvolvimento de propostas mais adequadas à disponibilidade e preservação dos recursos naturais e também adequadas ao conforto do homem na cidade.

Neste tocante afirma Maciel (2002): *“Entendendo melhor o clima da região é possível evitar, ou pelo menos minimizar, aspectos ambientais indesejáveis, como ventos fortes, altas temperaturas, poluição do ar e outros. Para tanto, é necessário a compreensão das variáveis que compõem o clima e o grau de influência de cada uma delas sobre o ambiente construído”*.

Para Romero (2000) o estudo do clima resulta da combinação de fatores geomorfológicos e espaciais (sol, latitude, altitude, ventos, massas de terra, água, topografia, vegetação, solo, etc) e de elementos como: temperatura do ar, umidade do ar, movimento das massas de ar e precipitações.

Ferreira (1965) define o clima como uma combinação de certo número de componentes (temperatura, umidade do ar, precipitações, vento e duração de exposição do sol) com diversos fatores como latitude, radiação solar, direção do vento, distância do mar, relevo, vegetação, etc.

Givoni (1989) diz que o clima do interior da edificação e suas condições de conforto dependem das condições climáticas do entorno, mas a própria edificação modifica as condições climáticas da atmosfera envolvente.

Muitos problemas atmosféricos urbanos são gerados por não serem considerados as relações existentes entre forma física das cidades e os recursos ambientais. Investigar o modo como uma interfere na outra é, portanto, um passo essencial para que possam ser adotadas medidas preventivas (SOUZA, 1996).

O estudo do clima urbano ocorre a partir da constatação da influência dessas modificações que a urbanização provoca no ambiente natural e por sua vez nas características originais do clima, a partir de análises comparativas entre o ambiente urbano e o rural. Vários autores dedicaram-se ao estudo deste tema, destacando-se: Monteiro (1976), Chandler (1976) e Oke (1978) entre outros.

Os estudos sobre o clima ocorrem em várias escalas geográficas, embora na bibliografia ocorram divergências quanto à abordagem, abrangência e terminologia dessas escalas. Entretanto a classificação mais citada nos trabalhos de climatologia urbana é a de OKE (1978) que propõe duas escalas (fig.1): “*urban boundary layer*”, Camada Limite Urbana, que consiste na cidade e na atmosfera por ela alterada, e “*urban canopy layer*”, Camada de Cobertura Urbana, que consiste na atmosfera intra-urbana definida a partir do seu microclima. (OKE *apud* SOUZA, 1996).

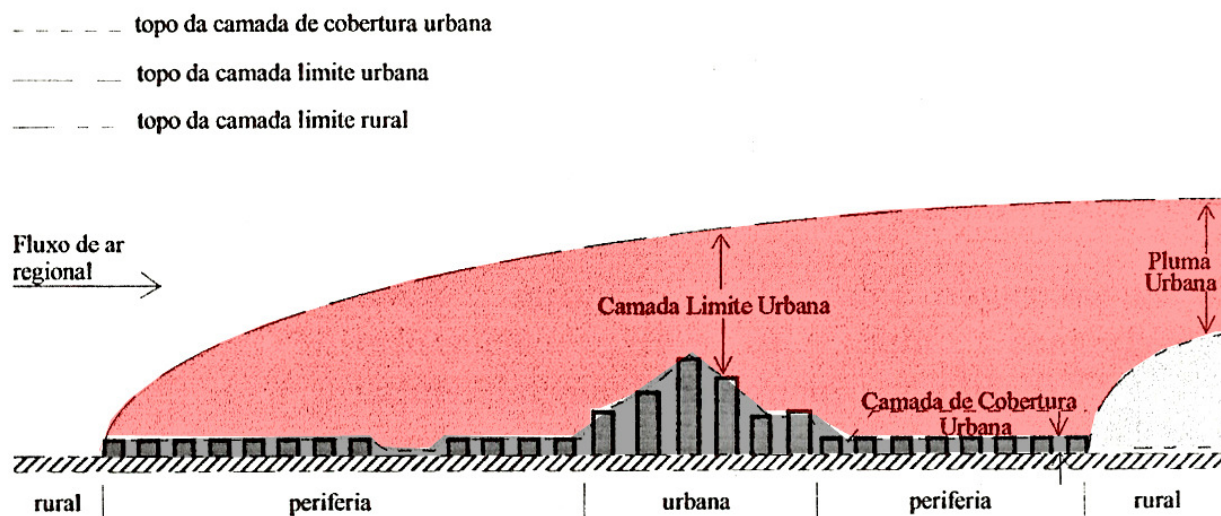


Fig. 1. - Representação da atmosfera urbana em duas camadas térmicas.
Fonte: Oke, 1976, p. 275

Levando-se em consideração as metodologias aplicadas em cada estudo, assim como sua aplicação no estudo de estratégias de projeto arquitetônico e urbanístico, tenta-se através da compilação desses dados chegar a uma tabela que melhor represente o clima de Brasília hoje. Para tanto, segue uma breve explanação acerca das características físicas e ambientais que nortearam a escolha do lugar para sediar a nova capital.

3 BRASÍLIA

Brasília é uma cidade que possui características particulares desde a sua criação. Para a sua localização buscou-se selecionar o sítio, baseado em fatores econômicos e científicos, bem como nas condições do clima e beleza do lugar, evitando problemas correntes em cidades sem planejamento.

Romero (2006) afirma que o sítio de Brasília pode ser descrito por três fenômenos principais:

- Massa continua de chapadas elevadas formando um espaço geograficamente delimitado;
- Uma colina de encostas suaves centralizada neste espaço;
- Rede hidrográfica introduzindo elementos naturais de centralização e direcionamento.

Estes fenômenos configuram o relevo da cidade permitindo a visão de um horizonte de 360°, além disso, em Brasília é possível acompanhar o trajeto do sol ao longo da abóbada celeste. Esta configuração urbana da cidade garante um forte sentido de orientabilidade, que resulta do princípio de localização dos lugares em relação aos quatro pontos cardeais. O plano da cidade soube acomodar o seu traçado à paisagem, valorizando as perspectivas e elementos físicos e ambientais do lugar.

A autora também destaca que a apreciação climática dos sítios foi baseada nas características de temperatura, umidade, precipitação, vento, cobertura de nuvens, altitude e conformação; um nível macroclimático, mesoclimático e microclimático. Destaca ainda a autora que o Sítio Castanho (o Relatório Belcher selecionou, dentro do perímetro já delimitado, alguns sítios mais adequados à construção da nova capital, dentre os quais, a comissão encarregada escolheu o designado Sítio Castanho) é um sítio convexo, aberto a todas as influências dos ventos predominantes, sendo a área do sítio bem drenada, condição que reduzirá a umidade a um mínimo, coberta com uma floresta de árvores baixas que dessa forma reduzirá a temperatura do solo e a influência da radiação noturna. (ROMERO, 2000, p. 81 e 82).

Dessa forma, Brasília encontra-se localizada no centro-oeste do Brasil, a latitude de 16° sul e longitude 48° oeste. Conta ainda com uma altitude média de 1100m. Quanto à classificação climática, há um consenso entre os diversos autores que Brasília apresenta-se como um clima tropical de altitude caracterizando-se por grandes amplitudes diárias e duas estações definidas: quente-úmida (verão) e seca (inverno).

4 QUANTO À METODOLOGIA E CONTEÚDO DOS TRABALHOS ANALISADOS

4.1 Valores Coletados por Cálculos de Médias em Períodos de 30 Anos

As “Normais Climatológicas” (Quadro nº1) oferecidas pelo INMET são obtidas por meio de cálculo das médias de parâmetros meteorológicos. Essas médias referem-se a períodos de trinta anos e para esse trabalho são considerados os dados referentes ao período de 1961-1990.

O conceito de “cálculo das normais” analisa também a homogeneidade e a avaliação de outros elementos descritivos do clima. Contém médias mensais e anuais referentes a nove parâmetros meteorológicos e valores extremos de temperatura e precipitação de duzentas e nove estações meteorológicas (INMET, 1992).

O uso das Normais Climatológicas abrange um período grande de dados, porém por restringir-se a valores médios pode não ser muito representativo do clima real, especialmente em regiões onde há grandes amplitudes térmicas.

Além da ausência das amplitudes térmicas, as Normais também não apresentam dados relativos aos ventos, elemento climático indispensável nas relações do ambiente com o edifício.

4.2 Dados Coletados em Período Anterior ao Processo de Urbanização

Ferreira (1965) realizou importante estudo de caracterização do clima para a cidade de Brasília, destinado à aplicação em projetos de arquitetura. Na sua concepção o conforto no interior do edifício dependerá de quatro variáveis climáticas: temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante média e movimentação do ar.

Os dados climáticos por ela coletados correspondem ao período de 1960 e 1964 (Quadro nº1), oferecendo informações gerais sobre o clima e a distribuição de dados climáticos do ano. Os valores referentes à precipitação, ventos e insolação foram retirados do Atlas Climatológico do Brasil de Adalberto Serra. Além disso, a autora sugere estratégias de projeto baseadas nas características climáticas da região.

Entretanto há de se destacar que seus dados oferecem valores anteriores ao período de fundação da cidade de Brasília (vento, insolação e precipitação) ou referentes ao período inicial da urbanização da capital.

É evidente que houve um crescimento urbano (com conseqüente alteração da superfície: impermeabilização do solo, adensamento e verticalização) nos últimos anos, o que pode provocar uma alteração no clima urbano.

Dessa forma, existe a possibilidade de que estes dados estejam ultrapassados e não condizentes com a realidade atual, exigindo cautela ao utilizá-los fazendo com que se busque por dados que incluam o acréscimo urbano na sua análise.

4.3 Dados Coletados em Período Atual de Urbanização Utilizando a Determinação do ACR

Maciel (2002) também apresenta um estudo do clima local voltado para o projeto de arquitetura. Entretanto aborda o tema a partir de uma metodologia diferente determinando o ACR (Ano Climático de Referência) a partir dos dados coletados entre os anos 1982 a 1997 (Quadro nº1), registrados pela estação sinótica 82370, do aeroporto nacional de Brasília e obtidos através de base de dados do Laboratório de Eficiência Energética em Edificação, Labeec – UFSC.

O ACR vem do inglês TRY (Test Reference Year) e é a base de dados mais precisa para uma análise completa da adequação da edificação ao clima. O ano climático de referência (ACR) determinado segundo a metodologia descrita por STAMPER, foi o ano de 1987. Sua determinação é baseada na eliminação de anos e dados que contenham temperaturas médias mensais extremas, altas ou baixas, até que reste somente um ano.

Quanto aos dados de Insolação e Precipitação médias mensais, a autora sugere, pela proximidade das médias gerais, que sejam utilizados os obtidos pelas Normas Climatológicas.

A abordagem de um período mais recente da urbanização de Brasília, levando em consideração as alterações conseqüentes dessa modificação da superfície e geometria urbana, seriam mais adequadas aos estudos climáticos voltados à arquitetura e urbanismo.

4.4 Método empregado na análise dos estudos selecionados

Após a apreciação dos trabalhos selecionados (INMET, Ferreira e Maciel) o grupo produziu uma tabela comparativa, contendo os aspectos considerados mais relevantes (temperatura média, mês mais seco, mês mais quente, precipitação, umidade, ventos e insolação) para uma compreensão do clima da cidade. Esta tabela dividiu-se em autores e dados climáticos propiciando uma leitura comparativa dos resultados que cada autor apresenta, conforme exposto no Quadro nº1.

Quadro N^o 1. - Tabela Comparativa

CARACTERIZAÇÃO DO CLIMA DE BRASÍLIA			
Autores Dados climáticos	Philomena Chagas Ferreira 1965	Alexandra Albuquerque Maciel 2002	Normais Climatológicas INMET 1961-1990
Temperatura média	21,1° C	21,6° C	21,2°
Períodos	Quente e úmido: Novembro a Maio (TM 22°C) Seco: Maio a Setembro (TM 19°C, variando 23°C a 30,4°C)	Quente e úmido: Outubro a Abril (TM mais de 22°C) Seco: Maio a Julho (TM 19°C) Seco e quente: Agosto e Setembro	-
Mês mais quente e seco	Setembro (média 23°C e 30,4°C)	Mais seco: agosto com 56% de UR em média Mais quente: outubro (TM 23°)	Setembro (média: 22,5°C, mínima: 16,0°C, máxima: 28,3°C)
Mês mais frio	Julho (média: 18°C)	Julho	Julho (média: 19,1°C, mínima: 12,9°C, máxima: 25,1°C)
Regime Pluviométrico	1750 mm anual	1434,98 mm anual	1552,1 mm anual
Mês com maior índice de precipitação	Dezembro 350 mm	-	Dezembro 248,6 mm
Umidade anual	68,1%	70%	67%
Umidade no verão	74% Janeiro 81,9% - mês mais úmido	-	Dezembro: 79% Janeiro: 76%, Fevereiro: 77%.
Umidade no inverno	60% Setembro 47,4% - mês mais seco	Durante o período seco, com exceção de maio, abaixo dos 30%	Julho: 56%, Agosto: 49%, Setembro: 53%
Ventos: Velocidade	Constantes e fracos com velocidade média 2m/s	Predominam as velocidades de 2 à 3 m/s	-
Ventos: Direção média anual	Leste	Leste	-
Ventos Predominantes	Leste	Leste	-
Ventos: Período chuvoso	Norte	Dezembro= noroeste Janeiro= nordeste e norte	-
Ventos: Período seco	Leste e Sudeste	Leste	-
Insolação média (horas e décimos)	2600 horas	2400,3 horas	2364,8 horas
Insolação no verão (horas e décimos)	160 horas	-	Dezembro: 138,1 Janeiro: 157,4 Fevereiro: 157,5
Insolação na seca (horas e décimos)	290 horas	-	Julho: 265,3 Agosto: 262,9 Setembro: 203,2

5 ASPECTOS CLIMÁTICOS ANALISADOS

Um consenso entre os autores (ROMERO, 2000; FERREIRA, 1965 e MACIEL, 2002) é que os principais aspectos climáticos que agem diretamente sobre a edificação e, portanto, no conforto ambiental da mesma são: Temperatura do ar (bulbo-seco), Umidade relativa do ar, Ventos, Insolação e Precipitações.

Para o trabalho, opta-se por separar cada um dos aspectos e verificar os dados fornecidos por cada autor, de forma a escolher o que venha a se adequar melhor à realidade climática atual de Brasília.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados obtidos no levantamento realizado pelo INMET seguem os critérios recomendados pela OMM (Organização Meteorológica Mundial), abrangendo um período superior aos outros estudos abordados pelo artigo, torna-se uma boa base no que tange o estudo do clima voltado ao projeto arquitetônico, apresenta porém algumas dificuldades ao concentrar-se em médias mensais e anuais, e pela ausência de dados referentes ao regime de ventos.

Já o estudo desenvolvido por Ferreira que abrange um período de cinco anos consegue apresentar dados mais coerentes para se atingir o conforto nas edificações em situações extremas, porém baseia-se em levantamento anterior ao período de urbanização da nova capital do Brasil, mas seus resultados ainda são parâmetros para os estudos ambientais pela abrangência dos dados.

O método utilizado e os resultados obtidos nos estudos de Maciel consistem na determinação do ACR (Ano Climático de Referência) que abrange uma análise de 8760 horas, ou seja, consiste em uma fonte de dados representativa da realidade climática atual.

Realizada a análise comparativa podemos constatar que os dados mais coerentes com a sensação térmica de Brasília são os expressos pelas normais climatológicas e Ferreira, notamos uma coincidência de 45% dos dados destes autores, especialmente nos itens: temperatura média, mês mais quente e seco, mês mais frio, mês com maior índice de precipitação e umidade anual, enquanto os dados de Maciel são os mais discordantes.

Concluindo, os dados que melhor representam o clima urbano de Brasília, são os relativos à temperatura média, umidade anual, ventos, insolação média e precipitação, fazendo com que para tais elementos adotaremos os dados obtidos por Ferreira presentes na Tabela Comparativa (quadro nº1), em detrimento dos dados fornecidos pelo INMET por não apresentarem indicação de ventos.

Por conseguinte, os dados adotados pelo LaSUS (Laboratório de Sustentabilidade) passam a ser: temperatura média - 21,1°, umidade anual - 68,1%, ventos - leste, insolação média - 2600 horas e precipitação - dezembro (mês com maior índice de precipitação).

Lembrando que o clima ideal está relacionado à qualidade do ar bem como ao complexo térmico existente em determinada região e que o desenvolvimento de análises bioclimáticas requerem uma compreensão do clima urbano visando respostas climáticas adequadas para o planejamento e desenho urbano.

7 REFERÊNCIAS

FERREIRA, P. C. (1995) **Alguns dados sobre o clima para a edificação em Brasília**. 1965.103 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília.

- GIVONI, B. (1989) **Urban design in different climates**. Genebra, report WMO/TD – nº346, World Meteorological Organization.
- CHANDLER, T.J. (1976) **Urban climatology and its relevance to urban design**. Genebra Technical Note, nº49. World Meteorological Organization.
- GOULART, S. V. C. (1998) **Dados climáticos para projeto de avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras**. 2. ed. Florianópolis: Núcleo de Pesquisa em Construção/ UFSC. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/arquivos/publicacoes/dados_climaticos.pdf
- MACIEL, A. A. (2002) **Projeto bioclimático em Brasília: Estudo de caso em edifício de escritórios**. 2002. 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Curso de pós graduação em engenharia civil, Universidade de Santa Catarina, Florianópolis.
- MONTEIRO, C.A. de Figueiredo. (1976). **Teoria e clima urbano**. São Paulo, IGEOG-USP. Série Teses e Monografias, nº 25.
- MINISTÉRIO DA CULTURA E REFORMA AGRÁRIA. Instituto Nacional de Meteorologia. (1992) **Normais Climatológicas 1961 – 1990**. Brasília, DF.
- OKE, T. R (1978) **Boundary Layer Climate**. London. Methuen. 372p.
- OKE, T. R. (1976) **The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands**. V. 14, n. 4, p. 268-277.
- ROMERO, M. A. B. (2000) **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. São Paulo: ProEditores.
- ROMERO, M. A. B. (2001) **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- ROMERO, M. A. B. (2006) **As Características do Lugar e a Sustentabilidade de Brasília**. P@ranao periódico eletrônico de arquitetura e urbanismo da FAU/UnB. V. 8, 22p.
- SOUZA, L. C. L. (1996) **Influência da Geometria Urbana na Temperatura do ar ao nível do Pedestre**. 1996. 125f. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos.