XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Configuração urbana e conforto térmico externo: uma avaliação em espaços urbanos na cidade de Maceió-AL

Configuración urbana y confort térmico externo: ina evaluación em los espacios urbanos de la ciudad de Maceió-AL

Urban configuration and external thermal comfort: na assessment in urban spaces in the city of Maceió-AL

Conforto Térmico

Lopes, Franciany Prudente França
Mestra, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, (Maceió –AL, Brasil), franfranca@ctec.ufal.br

Barbosa, Ricardo Victor Rodrigues
Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, (Maceió –AL, Brasil), rvictor@fau.ufal.br

Cavalcanti, Fernando A de M Sá
Doutor, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, (Maceió –AL, Brasil), fernando.antonio@fau.ufal.br

Resumo

A adequação climática dos ambientes externos urbanos é essencial para o conforto térmico humano, especialmente em cidades tropicais, onde muitas atividades ocorrem ao ar livre. Este estudo tem como objetivo analisar a influência da configuração de espaços urbanos no conforto térmico de usuários sob condições climáticas da cidade de Maceió – AL. Foram selecionados pontos de medição com características espaciais distintas em dois bairros, onde se realizaram medições móveis de temperatura do ar, umidade relativa, velocidade do vento e temperatura de globo. Os resultados indicam que variáveis como presença de vegetação, uso de marquises para sombreamento e materiais das edificações influenciam nas condições microclimáticas e na percepção térmica dos usuários. Nos casos analisados, o sombreamento natural e artificial mostrou-se determinante para maior sensação de conforto. Conclui-se que intervenções urbanas adequadas ao clima tropical são fundamentais para melhor representar a realidade térmica dos usuários em espaços urbanos de regiões tropicais.

Palavras-chave: Configuração Urbana. Conforto Térmico Urbano. Microclimas. Espaços externos urbanos.

Resumen

La idoneidad climática de los entornos exteriores urbanos es esencial para el confort térmico humano, especialmente en las ciudades tropicales, donde muchas actividades se realizan al aire libre. Este estudio tiene como objetivo analizar la influencia de la configuración de los espacios urbanos en el confort térmico de los usuarios en condiciones climáticas de la ciudad de Maceió - AL. Se seleccionaron puntos de medición con características espaciales distintas en dos barrios, donde se realizaron mediciones móviles de temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del viento y temperatura global. Los resultados indican que variables como la presencia de vegetación, el uso de toldos para sombrear y los materiales de construcción influyen en las condiciones microclimáticas y la percepción térmica de los usuarios. En los casos analizados, el sombreado natural y artificial resultó determinante para una mayor sensación de confort. Se concluye que las intervenciones urbanas adecuadas al clima tropical son esenciales para representar mejor la realidad térmica de los usuarios en los espacios urbanos de las regiones tropicales.

Palabras clave: Entorno urbano. Confort Térmico Urbano. Microclimas. Espacios urbanos al aire libre.

Abstract

The climatic suitability of urban outdoor environments is essential for human thermal comfort, especially in tropical cities, where many activities take place outdoors. This study aims to analyze the influence of the configuration of urban spaces on the thermal comfort of users under climatic conditions in the city of Maceió, Alagoas. Measurement points with distinct spatial characteristics were selected in two

neighborhoods, where mobile measurements of air temperature, relative humidity, wind speed and globe temperature were performed. The results indicate that variables such as the presence of vegetation, use of awnings for shading and building materials influence the microclimatic conditions and the thermal perception of users. In the cases analyzed, natural and artificial shading proved to be decisive for a greater sensation of comfort. It is concluded that urban interventions suited to the tropical climate are essential to better represent the thermal reality of users in urban spaces in tropical regions.

Keywords: Urban Configuration. Urban Thermal Comfort. Microclimates. Urban Outdoor Spaces.

Introdução

Tradicionalmente nos trópicos, o ambiente externo, as edificações, é considerado tão importante quanto o ambiente interno na vida da população o que se mostra evidente na arquitetura vernácula, integrada às condições climáticas locais. Segundo Barakat et al. (2017), a temperatura do ar é o indicador de conforto térmico humano mais utilizado, mas não consegue expressar a sensação térmica humana e não consiste em um índice preciso para espaços abertos.

No entanto, hoje muitas cidades experimentam um rápido crescimento urbano, muitas vezes sem referência, tanto em relação ao ambiente climático circundante quanto à sensação de conforto térmico externo dos usuários. Consequentemente, a demanda para a obtenção de condições de conforto nos edifícios é significativamente aumentada como resultado da exposição ao ambiente externo desconfortável (AHMED, 2003).

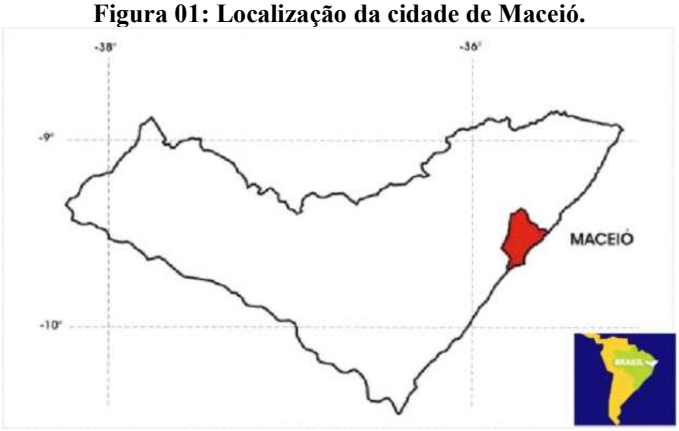
Para a determinação da qualidade ambiental dos espaços urbanos, deve-se levar em consideração, entre outros fatores, as condições microclimáticas e aspectos como os tipos de superfícies, geometria e orientação de quadras, ruas, praças, e se há ou não a presença de vegetação, requisitos importantes para que esses espaços tornem-se confortáveis termicamente. Oke (2003) enfatiza que as condições climáticas específicas num dado local são determinadas pelo seu entorno urbano e em particular, os materiais, a geometria e as propriedades da superfície.

Os espaços urbanos, além das funções sociais, também assumem funções ecológicas e estéticas (HANNES, 2016). As funções estéticas referem-se à construção da paisagem, refletindo a imagem da cidade, embelezando-a e diversificando-a. As funções ecológicas são diretamente ligadas às áreas verdes, que sendo permeáveis, garantem benefícios não somente para a qualidade de vida da região, como também promove benefícios à cidade, em questões como drenagem do solo urbano, diminuição da poluição do ar e conforto térmico, por exemplo.

Este conforto pode ser otimizado com a integração da vegetação ao ambiente urbano e as edificações sendo esta uma importante estratégia para o alcance do equilíbrio climático e para a contribuição à sustentabilidade das cidades. Esta integração pode ser feita de diversas formas, entre elas através da arborização, promovendo o sombreamento do espaço urbano. (SEABRA;KRAUSE, 2012). Algumas alterações na paisagem natural, como a redução das áreas verdes, a impermeabilização das superfícies urbanas por meio de pavimentação intensiva e a construção de edifícios, podem causar o aumento do calor antropogênico liberado para a atmosfera. (Santamouris, 2015).

A cidade de Maceió, capital do estado de Alagoas, está situada no litoral do nordeste brasileiro entre a latitude 9°45’ ao sul em relação ao equador e longitude 35° 42’ oeste em relação ao meridiano de Greenwich. O município abrange uma área de 512,8 km², sendo aproximadamente 200 km² de área urbana, onde reside a maioria da população de cerca de 957,916 mil habitantes (IBGE, 2022). O clima da cidade é caracterizado como quente e úmido com radiação solar intensa, alta umidade relativa do ar e ventos predominantemente constantes, com três meses de período seco, de acordo com a classificação de Koppen citado por NIMER (1989). Figura 01.

Figura 01: Localização da cidade de Maceió.



Em Maceió, as temperaturas médias mensais do ar variam entre 22,9 °C e 27,9°C ao longo do ano. Os meses de abril a agosto possuem, em geral, temperaturas médias mensais do ar mais baixas, enquanto os meses de setembro a março possuem médias mensais de temperatura mais altas. Quanto à velocidade, os ventos em Maceió, assumem valores médios entre 2,2 e 4,0 m/s.

O contexto dos bairros

Os bairros da Pajuçara e Ponta Verde possuem uma distribuição na sua malha urbana entre residências e comércio, sendo áreas da cidade de grande visibilidade para a especulação imobiliária. O bairro da Ponta Verde já possui uma alta taxa de ocupação o que não permite grandes avanços nesse sentido, porém o bairro da Pajuçara, ainda abriga em sua extensão lotes favoráveis a novas construções. Na figura 02, observam-se os limites existentes com os bairros da Ponta Verde e Pajuçara – ao norte tem-se o bairro da Jatiúca, ao sul o bairro do Jaraguá e a oeste o bairro da Ponta da Terra.

Figura 02: Porção da cidade que compreende os bairros Ponta Verde (primeiro plano) e Pajuçara (ao fundo). Mapa de Maceió, com destaque para os bairros da Pajuçara (à esquerda) e Ponta Verde (à direita) Fonte: www.Gloogle.com.br. acesso em: janeiro, 2025.



Objetivos

O presente trabalho tem como **objetivo geral** analisar a influência da configuração de espaços urbanos no conforto térmico de usuários sob condições climáticas da cidade de Maceió – AL, enfatizando a importância da abordagem climática no projeto desses espaços e como **objetivos especificos**, Verificar a possível influência de diferentes configurações urbanas na percepção de conforto térmico dos usuários; Subsidiar possíveis tomadas de decisão para um melhor aproveitamento dos condicionantes climáticos urbanos, com vistas ao conforto térmico.

Metodologia

A metodologia adotada baseia-se em Ahmed (2003), onde estabeleceu seis diferentes configurações espaciais urbanas, sendo essas configurações adaptadas ao contexto da cidade. Foram realizadas medições nos cinco pontos, definidos nos dias 05, 09 e 12 de setembro de 2009, em dois horários (meio dia, das 11:30h às 12:30h e a tarde, das 16:30h às 17:30h).

Utilizou-se como instrumentos de medições um termohigroanemômetro digital e uma estação microclimática (BABUC/A - LST - Laboratori di Strumentazione Industriali - Itália). As medições de temperatura de globo foram realizadas através de um termômetro de globo cinza1 (refletância 0,5). Os equipamentos foram instalados em lugares à sombra ou expostos ao sol, de acordo com as características de cada ponto, para a coleta dos dados climáticos.

Para as medições móveis os equipamentos utilizados registraram os dados a cada minuto, os quais foram observados durante 5 minutos em cada ponto de medição (houve a preocupação em deixar um tempo de espera para a estabilização dos registros dos instrumentos), tendo sido registrados manualmente os valores indicados e considerados, posteriormente, apenas os valores máximos e mínimos registrados, a cada horário, para cada variável. A definição dos pontos foi dada a partir da identificação de locais na cidade de Maceió que possuíssem tais características.

A figura 04 mostra as categorias do espaço urbano estudadas por Ahmed (2003), onde:

- **Categoria A**: Representa uma seção de uma rua típica, onde o usuário está exposto a condições externas;

- **Categoria B e C:** Representa um espaço de transição para o exterior. A categoria B representa um espaço ao nível do solo que está aberto para a rua, enquanto que a categoria C representa um espaço similar em um nível superior. São exemplos dessa categoria espaços como varandas, corredores de circulação, halls de entrada, etc.;

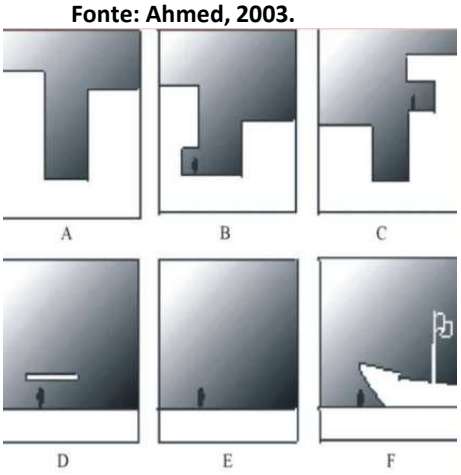
- **Categoria D:** Corresponde a um espaço aberto em todos os lados, mas protegido por marquise;

[1] Foi utilizada a tinta coral plus SB – cor nº 7696 – Acrílico semi-brilho.

- **Categoria E:** Corresponde a um espaço exterior aberto que não seja cercado por prédios e que possa uma considerável distância de qualquer edifício;

- **Categoria F:** Esta categoria espacial é quase semelhante à categoria anterior, exceto que neste caso existe a proximidade de um corpo de água de grandes dimensões.

Figura 04: Configurações do espaço urbano.
Fonte: Ahmed, 2003.



Tal metodologia serviu como aporte para a escolha dos bairros de estudo e dos pontos de medição microclimática. A partir disso foi realizada a coleta de dados climáticos, através de medições móveis, de temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

Com base nessa classificação, utilizou-se para o presente estudo uma porção que compreende os bairros da Pajuçara e Ponta Verde. Este recorte foi escolhido por abrigar todas as configurações espaciais necessárias ao estudo, facilitada ainda, pela proximidade dos pontos para a realização das medições móveis. As configurações espaciais determinadas para o estudo estão distribuidas ao longo dos dois bairros estudados, sendo dois da Pajuçara e três da Ponta Verde, listadas a seguir. A figura 05 mostra a localização das configurações escolhidas dentro da malha urbana de Maceió.

Figura 05: Área estudada com as configurações espaciais escolhidas.
Fonte: a autora, 2008.



Resultados

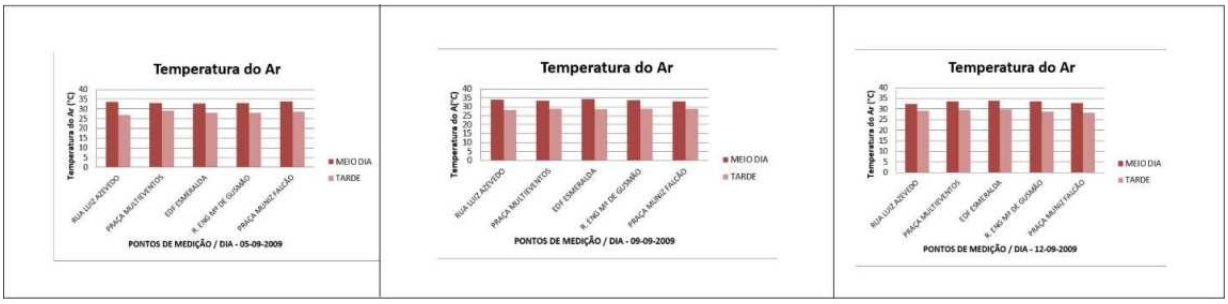
Medições microclimáticas móveis em Setembro 2009

Temperatura do ar

Para as medições durante o mês de setembro, observou-se que o menor valor absoluto de temperatura do ar foi encontrado no ponto 2 da Marquise da Rua Dr. L. Azevedo, de 27,0°C no período da tarde, (entre 16:30h e 17:30h), no dia 12/09, enquanto que o maior valor absoluto de temperatura do ar foi verificado no ponto 3 do Edf. Esmeralda, de 34,3°C no período do meio dia, (entre 11:30h e 12:30h, no dia 09/09.

Já no período da tarde, a máxima temperatura encontrada foi no ponto 3 do Edf. Esmeralda, no dia 12/09, de 29,8°C e a mínima temperatura foi no ponto 2 Marquise da R. Dr. L. Azevedo, no dia 05/09, de 27,0°C. As diferenças entre os valores para os dois períodos, em cada ponto de medição podem ser melhor verificadas nas figuras 12, 13 e 14.

Figura 06,07,08: Valores de temperatura do ar em cada ponto de estudo, para o dia 05, 06 e 12-09-2009.



Confirmaram-se os menores valores de temperatura do ar no período da tarde, sendo a maior diferença de 5,2°C, entre os pontos 2 da Marquise da R. Dr. L. Azevedo e 3 do Edf. Esmeralda. A menor diferença entre os períodos foi de 4,5°C no ponto 3 do Edf. Esmeralda, ponto no qual foram observados os maiores valores de temperatura do ar.

Umidade relativa do ar

Verificou-se um valor máximo da umidade relativa do ar no período do meio dia no ponto 5 da Praça Multieventos, no dia 12/09, de 59,7% e o valor mínimo da umidade relativa do ar para o mesmo período no ponto 3 do Edf. Esmeralda, no dia 09/09, de 49,2%. Já no período da tarde o valor máximo foi encontrado no ponto 4 da Praça Muniz Falcão, no dia 05/09, de 66,6% e o valor mínimo foi encontrado no ponto 5 da Praça multieventos, no dia 12/09, de 52,9%.

Na figura 15, 16 e 17, as diferenças entre os valores para os dois períodos, em cada ponto de medição podem ser melhor observadas.

Figura 09, 10, 11: Valores de umidade do ar em cada ponto de estudo, para o dia 05, 09 e 12-09-2009.



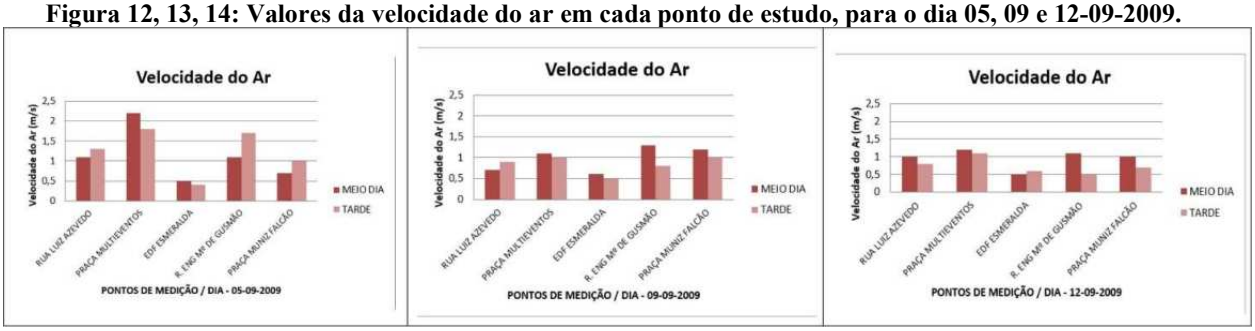
Confirmaram-se (exceto no Edf. esmeralda – por ser um local onde recebe a radiação solar direta durante boa parte do ano (orientação Norte) os menores valores de umidade relativa do ar, no

período da tarde, sendo que a maior diferença 6,9% nos pontos 4 (Praça Muniz Falcão) e 5 (Praça Multieventos), o que justifica-se por serem locais com presença de vegetação e massa d'água. Já a menor diferença foi de 3,7% no ponto 3 (Edf. Esmeralda) e 5 (Praça Multieventos).

Velocidade do ar

Verificou-se que o valor máximo absoluto de velocidade do ar encontrado no período do meio dia foi no ponto 5 da Praça Multieventos, no dia 05/09, de 2,2m/s e o valor mínimo no ponto 3 do Edf. Esmeralda, no dia 05 e 12/09, de 0,5 m/s, representando segundo a escala de Beaufort, aragem leve. No período da tarde o valor máximo de velocidade do ar foi observado no ponto 5 da Praça Multieventos, no dia 05, de 1,8m/s e o valor mínimo no ponto 3 do Edf. Esmeralda, no dia 05/09, de 0,4 m/s. As figuras 21, 22 e 23 mostram comparativamente os valores de velocidade do ar, para os dois períodos de medição nos pontos estudados.

Figura 12, 13, 14: Valores da velocidade do ar em cada ponto de estudo, para o dia 05, 09 e 12-09-2009.



A praça multieventos apresentou as maiores diferenças de valores entre os horários, tendo seu valor mínimo 1,8m/s maior que os valores dos demais pontos em todos os horários. É possível que o fato tenha ocorrido por ser um espaço aberto, próximo a massa d'água o qual sofre a influência da ventilação marítima, enquanto que o Edf. Esmeralda apresentou as menores diferenças valores, ou seja, não ultrapassando 0,6 m/s, por ser um espaço fechado e a localização do edifício nesse período do ano não receber a ventilação sudeste (mais freqüente nesse período), sendo ainda prejudicado pelos edifícios do entorno.

Conclusões

São descritas a seguir as conclusões obtidas através dos resultados das medições climáticas.

Em relação às condições climáticas, observou-se que os pontos de medição mais confortáveis para o mês de setembro foram Marquise R. Dr. L. Azevedo, Edf. Esmeralda e Praça Muniz Falcão e os mais desconfortáveis foram os pontos Praça Multieventos e R. Engº Mário de Gusmão. Sendo o ponto da R. Engº Mário de Gusmão o mais desconfortável e o ponto da Praça Muniz Falcão o mais confortável.

Observa-se nesses resultados que o sombreamento natural é mais eficaz para mitigar o desconforto térmico tanto do ponto de vista físico quanto do ponto de vista subjetivo. Nos espaços onde há presença de vegetação houve redução da temperatura local, e proporciona conforto psicológico. Já o sombreamento artificial, embora funcional, é limitado em sua capacidade de resfriamento e pode gerar ambientes menos atrativos, principalmente se mal projetados. A ausência de sombreamento adequado, principalmente natural, é um fator que pode reduzir o uso do espaço público, principalmente em regiões mais quentes e menos arborizadas.

O planejamento urbano deve, portanto, levar em consideração aspectos climáticos de um local para reduzir os efeitos negativos gerados pela rápida urbanização, indo em busca de melhorias que promovam o conforto térmico aos usuários dos espaços externos, realçando a relação entre o homem e o ambiente em que vive.

Cada uma das configurações apontadas neste trabalho são exemplos da correlação existente entre a configuração do espaço externo e o conforto dos usuários. Sabe-se que algumas medidas simples nos espaços urbanos externos e em particular para os casos estudados, poderiam ser incentivadas, como: a implantação de vegetação bem planejada e distribuída por todos os pontos de estudo, nos dois bairros, bem como no restante da cidade, priorizando-se a utilização de espécies que forneçam sombra para os usuários e estejam adaptadas ao habitat local, requerendo assim menor manutenção; a adequação climática, através da orientação correta dos espaços, emprego de materiais com baixa capacidade de absorção, utilização de marquises sempre que necessário como proteção contra a luz solar direta; um maior cuidado na construção de novos empreendimentos nos bairros, de forma que não sobrecarregue a infraestrutura ou cause impacto ao conforto térmico do usuário do espaço urbano de alguma maneira.

Referências Bibliográficas

AHMED, Khandaker Shabbir. *Comfort in urban spaces: defining the boundaries of outdoor thermal comfort for the tropical urban environments*. Department of Architecture, Bangladesh University of Engineering and Technology, Dhaka 1000, Bangladesh. **Energy and Buildings**, 2003, 103-110p.

FERNANDES, EUGÊNIA MARIA, MASIERO ÉRICO. **Relação entre conforto térmico urbano e Zonas Climáticas Locais.** Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, 2020, 12, e20190247. ISSN 2175-3369.

FRANÇA, F. P. M. **Configuração Urbana e Conforto Térmico Externo: uma avaliação em espaços urbanos na cidade de Maceió – AL.** Dissertação de Mestrado. Maceió - AL. UFAL. 2010.

HANNES, Evy. Espaços abertos / espaços livres: um estudo de tipologias. Paisagem e Ambiente, n. 37, p. 121-144, 2016.

OKE, T.R. *Boundary-Layer Climates.* 2nd ed. New York: Methuen & Co, 2003.

SANTAMOURIS, M. (2015). Regulating the damaged thermostat of the cities – Status, impacts and mitigation challenges. Energy and Building, 91, 43-56. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.01.027.

SEABRA J. E., C. KRAUSE Barroso. **A vegetação integrada ao projeto de edificação: reflexão para diretrizes sobre oportunidades e requisitos de aplicação em clima tropical quente e úmido.** Pluris, 2012.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio financeiro da Fapeal, Fundação e amparo à pesquisa do Estado de Alagoas.