



ESTUDO DAS VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO NA PRAÇA DA SÉ EM CRATO/CE

EDYELEEN MASCARENHAS; CLARICE BRITO DE SANTANA; FRANCISCO TIAGO
FEITOSA TAVARES

RESUMO

Desde o meio do século XX, o Brasil presenciou um rápido crescimento urbano, o qual resultou na ocupação caótica das cidades, já que estas não estavam preparadas para suportar uma grande concentração de pessoas. Com o objetivo de auxiliar no planejamento urbano, tem-se observado um aumento no estudo do conforto ambiental externo. O estudo objetivou analisar as variáveis de conforto térmico e o efeito da vegetação sobre essas variáveis na Praça da Sé em Crato, Ceará. Foram analisados três pontos, nas duas laterais e no centro, onde se aferiu a radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa e a temperatura. Foram analisados 10 dias no período seco e no período chuvoso, anos de 2017 e 2018. Os aparelhos utilizados foram: Radiômetro UVX (radiação solar) e Higrômetro (umidade e vento). Para gerar gráficos utilizou-se os aplicativos *R Core Team* como também o *Microsoft Excel*, com o coeficiente de covariância entende-se que se uma variável aumenta a outra diminui logo o coeficiente é negativo e se as duas variáveis tendem a aumentarem, o coeficiente de correlação é positivo. Conclui-se que a vegetação influencia na sensação de conforto térmico da população. Praças arborizadas melhoram esse conforto devido a evapotranspiração da vegetação, mantém a umidade, diminui a incidência da radiação solar, ameniza a temperatura do ar, ajudam na dispersão de ventos e reduz os poluentes atmosféricos.

Palavras-chave: urbanização; vegetação; regulação; temperatura; umidade relativa.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento urbano acelerado do Brasil, desde meados do século XX, teve como consequência uma ocupação desordenada das cidades, pois as mesmas não possuíam estrutura para receber grande quantidade de pessoas (MARTELLI E SANTOS JR, 2015). Esse crescimento acaba causando danos, como por exemplo, ocupação desordenada do solo o que acaba modificando os ambientes naturais. (ASSIS, 2016).

Para a norma ASHRAE 55:2013, conforto térmico seria a condição em que a mente humana expressa satisfação em relação ao ambiente térmico, envolvendo fatores físicos, fisiológicos e psicológicos. Sendo que, para Xavier (1999), o conforto térmico pode ser do ponto de vista pessoal onde o indivíduo encontra-se satisfeito em relação a sua sensação térmica em determinado ambiente e do ponto de vista ambiental, que é o estabelecimento de uma condição térmica para o meio em questão, considerando as variáveis físicas com o objetivo de gerar o menor grau de pessoas insatisfeitas.

O estudo do conforto ambiental externo tem aumentado com o propósito de auxiliar no planejamento das cidades. Segundo De Dear et al., (2013) acredita-se que esse avanço está relacionado pelas mudanças climáticas, devido ao aumento da temperatura média global prevista, é possível que o clima se torne cada vez mais desconfortável atingindo mais seriamente as áreas urbanas. Outro fator seria o fenômeno Ilhas de Calor que segundo Wong

(2008), é a diferença entre a temperatura de regiões urbanas e seu entorno rural, sendo ocasionado devido à destruição da vegetação nas cidades o que acaba aumenta a sensação de desconforto sentido pelas pessoas.

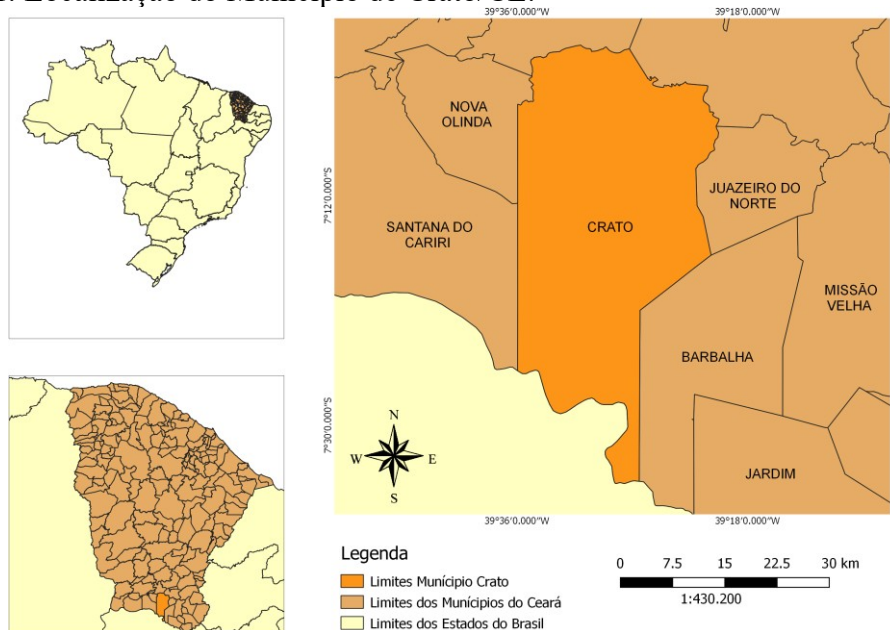
As árvores apresentam grandes benfeitorias ambientais, formam sombras e a evapotranspiração essenciais a regulação de temperatura e umidade na melhoria das condições microclimática, retém a água da chuva por tempo suficiente para permitir um escoamento gradual evitando o runoff e realimentando os mananciais hídricos (ASSIS *et al.*, 2017).

Esse estudo objetivou analisar as variáveis de conforto térmico e o efeito da vegetação nos anos de 2017 e 2018, no período seco e chuvoso na Praça da Sé em Crato, Ceará.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Crato é conhecido como Oasis do Sertão, pelas características climáticas mais úmidas e favoráveis à agropecuária. De acordo com Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE, 2017) tem uma pluviosidade anual de 1090,9 mm, temperatura média de 24° a 26°, onde são encontrados os climas, Tropical Quente Semiárido Brando e Tropical Quente Sub-úmido, demonstrado na figura 1.

Figura 1: Localização do Município de Crato/CE.



Fonte: Autor. **Elaboração:** *Software Qgis.*

O estudo foi realizado na Praça da Sé, localizada no centro de Crato-Ceará a mesma foi escolhida devido ser a praça mais conhecida da cidade, como também ao seu fator histórico.

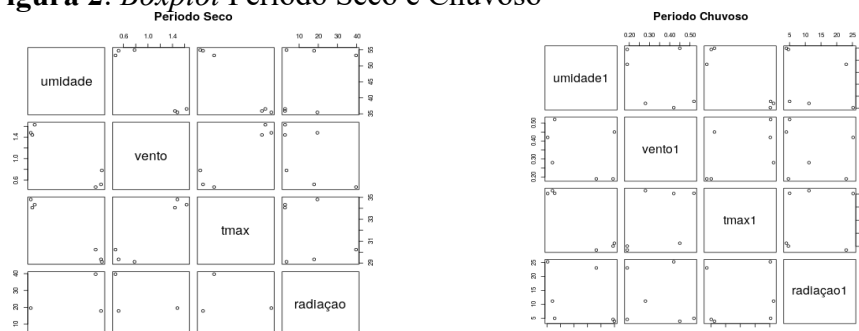
Foram analisados três pontos, nas duas laterais e no centro, onde se aferiu a radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa e a temperatura. Foram analisados 10 dias no período seco e no período chuvoso, anos de 2017 e 2018, nos meses de novembro a dezembro de 2017 e fevereiro e abril de 2018, nos horários de 08 as 10h00min e pela tarde, nos horários de 14 às 16h00min, os aparelhos utilizados foram: Radiômetro UVX (radiação solar) e Higrômetro (umidade e vento). Após, foi feito um levantamento arbóreo e a estimativa do tamanho das árvores, onde também foi medida a área da Praça.

Para realização dos gráficos foi utilizado o aplicativo *R Core Team* como também o *Microsoft Excel* para realização da média aritmética.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao estudarmos o período seco e o período chuvoso que se caracterizam como as principais características climáticas da região estudada, segue a seguir, o gráfico 1 que mostram respectivamente, o período seco mais o período chuvoso.

Figura 2: *Boxplot* Período Seco e Chuvoso



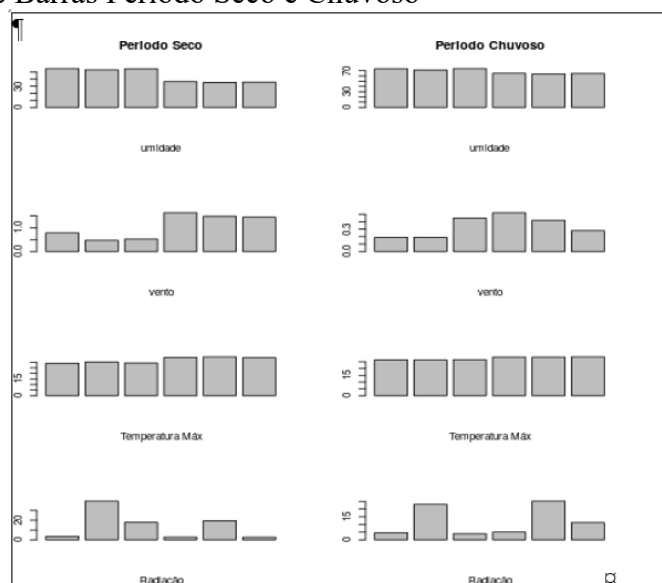
Fonte: Autor. Elaboração: *R Core Team*.

No período seco, a umidade relativa pela manhã apresentou em média 54% enquanto no período chuvoso apresentou 73,0 %, apresentando uma variação de aproximadamente 18%. Entretanto, no período da tarde, verificou-se que no período chuvoso a umidade apresentou valor aproximado de 64,7 % enquanto no período seco, 35,9% mostrando uma variação de quase 29 %. Evidenciando uma grande diferença entre esses períodos, como uma característica principal do clima semiárido.

A temperatura máxima medida em graus (°C) refere-se à temperatura em volta do corpo do homem, sendo uma variável de troca de calor entre indivíduos e o ambiente ao redor (ISSO-DIS 7726,1996 *apud* XAVIER, 1999; MONTEIRO, 2008).

Podemos perceber assim, que no período seco, da manhã, a temperatura média foi de 29,7°C enquanto a tarde foi de 34,6°C, sendo assim havendo variação de 4,9°C. No período chuvoso, pode-se ressaltar que pela manhã a temperatura registrada foi de 26,5°C enquanto que à tarde de 28,7°C uma variação de 2,2°C. Essa variação é devido ao fluxo das massas de ar e da incidência da radiação solar, sendo influenciada principalmente pela taxa de resfriamento e aquecimento da superfície da Terra (GIRALT, 2006). Como demonstrado na figura 3.

Figura 3: Gráfico de Barras Período Seco e Chuvoso



Fonte: Autor. Elaboração: *R Core Team*.

Por meio da figura 3 podemos observar que a umidade relativa no período chuvoso permaneceu quase que constante nos dias analisados nesse estudo enquanto que a radiação solar apresentou uma queda quando comparada com o período seco. Corroborando com o estudo de Giralt (2006) em três praças de Torres- RS, conclui-se que as praças que tinham maiores áreas cobertas com elementos naturais tiveram melhores condições de conforto. Souza, Silva e Silva (2006) em João Pessoa – PB que evidenciam que áreas onde prevalece o uso de concreto e solo exposto apontam maior temperatura de superfície quando igualado com áreas verdes.

A velocidade do vento na figura 3 permanece quase que fixo na maior parte do estudo, possuindo uma maior variação no período seco, da tarde, que mediu aproximadamente 1,52 m/s enquanto, à tarde no período chuvoso 0,41 m/s. Pela manhã, no período seco, foi de 0,59 m/s e no período chuvoso foi de 0,28 m/s. Segundo Nikopoulou (2004) é uma variável constante, alterando em direção e intensidade momentaneamente, anualmente ou sazonalmente, podendo se referir a valores médios como opção.

O vento tem habilidade de resfriamento, especialmente em ambientes quentes e secos, colaborando para trocas de calor por convecção, controle de temperatura superficial e diminuição da carga térmica solar. Sendo intimamente relacionada pela forma do meio urbano, que pode apresentar barreiras aos canais de ventilação, bloqueando os efeitos benéficos da velocidade do vento (MENDONÇA E ASSIS, 2003).

A última variável aferida foi à radiação solar, que pode ser impedida pela vegetação e a topográfica do local, sendo a vegetação, o principal fator interceptador da radiação solar. Os resultados encontrados foram período seco, manhã foi de 20,31 W/m² e 8,26 W/m². Período de estiagem, manhã 10,54 W/m² e tarde 13,81 W/m² (figura 3). Romero (2001) explica, que a vegetação possui uma capacidade calorífica limitada, o que acaba impedindo a passagem da radiação solar. Isso ocorre porque as folhas absorvem parte dessa radiação e refletem o restante, o que pode explicar por que a radiação solar apresenta valores medianos. Além disso, a vegetação também influencia o aumento na taxa de evaporação, o que possibilita a permeabilidade do vento e reduz a velocidade do mesmo.

Shizato *et al.*, (2015) afirma que a presença da vegetação como meio de redução da temperatura nas cidades depende do sombreamento e do processo de evapotranspiração, além de influenciar na direção dos ventos e na filtragem da poluição. Oliveira (2011), a temperatura do ar é mitigada por conta da vegetação por meio do controle da radiação e pela umidade liberadas através das folhas.

Segundo Abreu e Labaki (2010), uma única árvore plantada em uma área gramada é capaz de oferecer conforto ao usuário durante todo o ano, em diversas distâncias em relação ao tronco da árvore. Conclui-se que a sensação de conforto, independentemente dos índices utilizados na análise, varia principalmente devido à densidade da copa da árvore. As copas das árvores da Praça da Sé chegam a ter quatro metros de raio, o que evidencia que essa praça proporciona uma sensação de conforto térmico aos visitantes. A vegetação desempenha um papel fundamental como regulador, pois vários estudos indicam que praças arborizadas apresentam índices de conforto superiores em comparação com praças sem árvores.

Por meio do coeficiente de covariância calculado pela equação 1, o coeficiente de covariância (equação 1) de acordo com Minitab (2018) é a estimativa de grau de uma relação linear entre duas variáveis, sendo que o mesmo assume valores entre -1 e +1

Equação 1: Equação para cálculo do coeficiente de covariância

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{(n-1)s_x s_y}$$

Fonte: Autor.

Para estudo ao calcular o coeficiente de correlação entre a umidade e temperatura do ar do período seco e chuvoso obteve um resultado igual a -0,9834, portanto, se uma variável aumenta a outra diminui logo o coeficiente é negativo e se as duas variáveis tendem a aumentarem, o coeficiente de correlação é positivo. Verificando dessa forma, que a estão intimamente ligadas e são inversamente proporcionais.

4 CONCLUSÃO

A partir desta pesquisa e dos dados adquiridos, podemos concluir que a vegetação exerce influência na sensação de conforto térmico da população. Praças arborizadas contribuem para melhorar tal conforto devido à evapotranspiração vegetal, que mantém a umidade, reduz a incidência de radiação solar, suaviza a temperatura do ar, ajuda a dispersar o vento e diminui os poluentes atmosféricos. Todas as variáveis coletadas estão dentro dos parâmetros indicados por estudos na área, melhorando ainda mais durante o período de chuvas. Portanto, conclui-se que a Praça da Sé em Crato, Ceará, é um ambiente termicamente confortável.

REFERÊNCIAS

ABREU, L. V. DE., LABAKI, C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. 2010. Scielo.

Ambiente construído, vol.10, n.4, pp.103-117. ISSN 1678-8621.

DE DEAR, R. J., AKIMOTO, T., ARENS, E. A., BRAGER, G., CANDIDO, C., CHEONG, K. W. D., ... & ZHU, Y. (2013). Progress in thermal comfort research over the last twenty years. **Indoor air**, 23(6), 442-461.

GIRALT, R. P. Conforto térmico em espaços públicos abertos na cidade de Torres – RS. 2006. 237p. **Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano Regional)** – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MARTELLI, A., & DOS SANTOS JR, A. R. Arborização Urbana do município de Itapira–SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1018-1031, 2015.

MARTELLI, ANDERSON; DOS SANTOS JR, A.R. Arborização Urbana do município de Itapira–SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, 2015, 1018-1031.

MASCARELLO, A. V. S., BARBOSA, L., & DE ASSIS, E. S. Efeitos da vegetação viária no conforto térmico urbano. Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído; **Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído**.

MENDONÇA, R. S. R.; ASSIS, E. S. Conforto térmico urbano: estudo de caso do bairro Floresta de Belo Horizonte, MG. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 45-63, jul./set. 2003.

MONTEIRO, L. M. Modelos preditivos de conforto térmico: quantificação de relações entre

variáveis microclimáticas e de sensação térmica para avaliação e projeto de espaços abertos. 2008. 378p. **Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo)** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

NIKOLOPOULOU, M.; BAKER, N.; STEEMERS, K. Thermalcomfort in outdoor
urbanspaces: thehumanparameter. Solar Energy, v.70, n.3, 2001 *apud* NIKOLOPOULOU, M.
Designing open spaces in theurbanenvironment: a bioclimatic approach. **Centre for
Renewable Energy Sources**, EESD, FP5, 2004.

OLIVEIRA, M. M., & ALVES, W. S. Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de
praças públicas. 2011. 146 f. **Tese (Doutorado)** - Curso de Física Ambiental, Instituto de Física,
Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011.

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: Editora
SHINZATO, P; YOSHIDA, Daniel F. O.; DUARTE, Denise H. S. O impacto da vegetação nos
microclimas urbanos: estimativa do índice de área foliar - IAF pelo método de fotos
hemisféricas. **Anais ENCAC 2015**.

SOUZA, J. F.; SILVA, R. M.; SILVA, A. M. Influência do uso e ocupação do solo na
temperatura da superfície: o estudo de caso de João Pessoa – PB. **Ambiente Construído**,
Porto Alegre, v.16, n. 1, p. 21-37, jan./mar. 2016.

XAVIER, A. A. P. Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de
Florianópolis. Florianópolis, **Dissertação de mestrado**, CPGEC da UFSC, 1999.