



VIII CONEFLOR

27 a 29 de agosto | Maceió, AL



ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO URBANO EM DIFERENTES CONTEXTOS DE ARBORIZAÇÃO EM CIDADE DO SERTÃO PARAIBANO

Jailson Medeiros Silva^{1*}, Álvaro Renan Vieira Nunes², Patrícia Carneiro Souto², Maria Eduarda Camargo Lins Pereira², Mellina Nicácio da Luz³, Leonardo José Silva da Costa³, Jefferson Luan de Araújo Regis², Jussara Silva Dantas², Jacob Silva Souto²

Universidade Federal Rural de Pernambuco¹, Universidade Federal de Campina Grande², Universidade

Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”³

jailsonsilvaeng@gmail.com*

RESUMO

O conforto térmico fornecido pelas árvores é fundamental para a qualidade de vida da população urbana. Dessa forma, objetivou-se avaliar o conforto térmico em áreas arborizadas e não arborizadas na cidade de Catolé do Rocha-PB. Utilizou-se delineamento experimental inteiramente casualizado, distribuídos em parcela subdividida com três ambientes, quatro períodos, em três dias consecutivos e com três repetições. Os ambientes estudados foram ruas com arborização, sem arborização e áreas verdes. Aferiu-se *in loco* a temperatura do ar ($^{\circ}$ C), sendo para isso utilizado termo-higrômetros que foram instalados na superfície do solo, na parte central da área delimitada nas ruas e na área central das praças. A comparação das médias dos resultados foi realizada pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Constatou-se diferença significativa entre as médias das praças, ruas arborizadas e das sem arborização. A média entre os valores dos três ambientes analisados em quatro coletas revelou que a temperatura de uma praça arborizada é $1,47^{\circ}$ C menor do que uma rua sem arborização e a temperatura de uma rua arborizada é $0,74^{\circ}$ C menor do que uma rua sem arborização. A ausência da arborização nas ruas de Catolé do Rocha contribui para o aumento da sensação de desconforto para os moradores e transeuntes, podendo ter consequências à saúde humana.

Palavras-chave: Microclima, Infraestrutura verde, Ilhas de calor

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas intensificaram o efeito das ilhas de calor urbanas (UHII), que vêm aumentando a uma taxa superior a $0,1^{\circ}$ C por década durante o dia e $0,06^{\circ}$ C à noite em mais de 60% das áreas urbanas do mundo (YANG et al., 2024). Esse aquecimento resulta em um incremento médio de 23,2% no consumo de energia para resfriamento de edifícios durante o verão, em escala global (LOPEZ-GUERRERO et al., 2022).

Na busca por uma melhor compreensão dos ambientes urbanos, diversos estudos vêm sendo desenvolvidos com o objetivo de subsidiar um planejamento que proporcione condições de bem-estar à população, além de reduzir os impactos ambientais (KRAN, 2005). Torna-se evidente a necessidade de que planejadores e pesquisadores do ambiente construído detenham conhecimento sobre o comportamento das espécies arbóreas em relação ao microclima, de modo que essas informações sejam incorporadas de forma eficiente no planejamento e nas intervenções em espaços abertos, sempre com foco na melhoria da qualidade de vida dos cidadãos (ABREU; LABAKI, 2010).

Diante desse contexto, a arborização dos espaços urbanos deve ser planejada e manejada de forma adequada, visando a melhoria do microclima e do conforto térmico. Contudo, estudos de conforto térmico realizados em ambientes externos, como praças e parques, evidenciam que é fundamental considerar tanto as necessidades da população quanto suas respostas fisiológicas, as quais variam conforme as características climáticas e culturais da região. Além disso, é importante destacar que as pesquisas realizadas em ambientes internos e climatizados apresentam condições controladas, diferindo significativamente dos desafios encontrados nos espaços externos (RUIZ; CORREA, 2015; SALATA et al., 2016).

Considerando os diversos efeitos da radiação solar nos grandes centros urbanos, a vegetação se destaca como um elemento essencial para o equilíbrio do balanço energético nas cidades, atuando, inclusive, como barreira à incidência direta da radiação solar (PAULA, 2014).

Dentre os diversos problemas socioambientais decorrentes de um planejamento urbano inadequado, destacam-se as alterações climáticas, que impactam diretamente os índices de conforto térmico e comprometem a

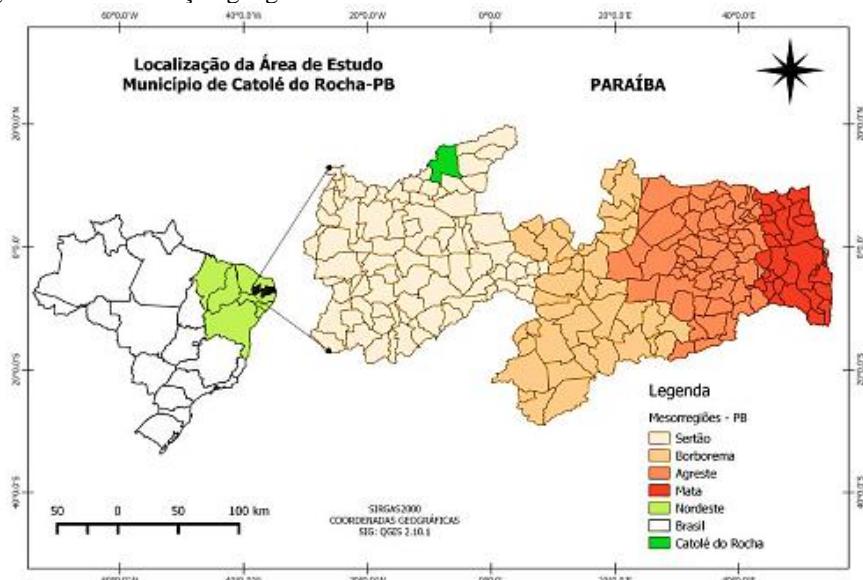
qualidade de vida da população (MARTINI et al., 2013). Segundo Abreu (2008), a escassez de vegetação nas cidades é apontada como um dos principais fatores responsáveis por essas alterações, sendo a vegetação o único recurso natural capaz de atuar na regulação e melhoria do clima urbano.

Diante dessa problemática, este estudo teve como objetivo avaliar o conforto térmico em áreas arborizadas e não arborizadas no município de Catolé do Rocha, Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

As informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), a cidade de Catolé do Rocha, onde foi realizada esta pesquisa, está localizada na mesorregião do Sertão Paraibano (Figura 1), com coordenadas geográficas de 22°48'57" de latitude sul e 47°03'33" de longitude oeste, e altitude de 272 metros. A paisagem do município é composta por relevo suavemente ondulado, formado por elevações que fazem parte do Planalto da Borborema.

Figura 1— Localização geográfica da cidade de Catolé do Rocha-PB.



De acordo com a classificação climática de Köppen (ALVARES et al., 2014), o clima da região é classificado como BSh, característico de clima semiárido, quente e com predominância de chuvas no verão. Ainda segundo a divisão bioclimática do Estado da Paraíba, a área apresenta bioclima 4bTh, definido como de seca média, com duração de 5 a 7 meses secos ao longo do ano. O período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro e julho, com maior concentração de precipitações em fevereiro, março e maio, sendo este intervalo popularmente conhecido como estação chuvosa.

Os dados foram analisados por meio de um delineamento experimental inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, envolvendo três ambientes (ruas arborizadas, ruas sem arborização e áreas verdes), quatro períodos de avaliação e três dias consecutivos em cada período, com três repetições representadas por diferentes ruas. As áreas arborizadas estavam localizadas nas ruas Barão do Rio Branco, Manoel Pedro e Marechal Deodoro da Fonseca. Já os trechos sem arborização foram selecionados nas ruas Bevenuto Gonçalves, Cel. Francisco Maia e também na Marechal Deodoro da Fonseca. As áreas verdes escolhidas foram as praças José Sérgio Maia, Sérgio Maia e Jerônimo Rosado.

Para estimar o conforto térmico nas áreas selecionadas, a temperatura do ar (°C) foi medida in loco por meio de termo-higrômetros. Os equipamentos foram instalados sobre uma base de madeira, a 1,5 metros do solo, posicionados na área central delimitada das ruas (100 m) e no centro das praças.

Os equipamentos foram posicionados diretamente sob a copa das árvores selecionadas e também em áreas abertas, com o intuito de avaliar a influência da cobertura vegetal no conforto térmico. O monitoramento ocorreu durante os períodos chuvoso e seco da região, com coletas realizadas em julho de 2016 (período chuvoso), novembro de 2016 (período seco), abril de 2017 (período chuvoso) e outubro de 2017 (período seco). Os dados foram registrados ao longo de três dias consecutivos em cada período, em todas as áreas selecionadas, com medições feitas a cada 10 minutos durante um intervalo de 10 horas diárias (das 07h00 às 17h00, horário local), para mapear as variações ao longo do dia. A comparação das médias das temperaturas ambientes sob e fora da copa das árvores foi realizada pelo teste de Tukey, considerando-se um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos valores de temperatura registrados (Tabela 1) revelou diferenças significativas entre as médias das praças, ruas arborizadas e ruas sem arborização. Considerando as quatro coletas realizadas nos três ambientes, constatou-se que a temperatura média nas praças arborizadas foi 1,47 °C inferior à das ruas sem arborização, enquanto nas ruas arborizadas a temperatura média foi 0,74 °C menor em comparação às ruas desprovidas de vegetação.

Tabela 1- Média de temperatura nas ruas com, sem arborização e nas praças na cidade de Catolé do Rocha – PB.

Ambiente	Média de Temperatura
Praças	31,7 C
Ruas Arborizadas	32,5 B
Ruas Sem Arborização	33,2 A
CV (%)	2,68
DMS	0,49

Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: Coeficiente de variação.

Ao investigar a influência microclimática da arborização nas praças da cidade de Patos-PB, também localizada no Sertão Paraibano, Zea-Camaño (2016) observou uma redução média de 0,83 °C na temperatura fora da copa da árvore *Azadirachta indica*. A maior amplitude térmica registrada para essa espécie foi de 1,30 °C às 14h00, enquanto a menor amplitude foi de 0,05 °C às 17h15. De forma semelhante, para a espécie *Tabebuia aurea*, foi observada uma diferença de 1,09 °C entre a temperatura média sob a copa e fora de sua influência, com a maior amplitude térmica de 1,48 °C registrada às 14h30 e a menor, de 0,15 °C, às 17h30. Com base nesses resultados, o autor destaca a importância dessas espécies na redução da temperatura em nível microclimático nos ambientes em que estão presentes.

Esses resultados corroboram as afirmações de Mahmoud (2011), que aponta que árvores isoladas, espaçadas amplamente, como geralmente ocorre em ruas urbanas, não promovem um efeito significativo no resfriamento ambiental. No presente estudo, observou-se diferença entre os resultados das ruas arborizadas e das praças, reforçando a ideia, presente em diversos estudos, de que pequenos agrupamentos de árvores como parques, bosques e praças apresentam maior eficiência no controle térmico.

É importante destacar que os dados deste estudo foram coletados em distintos períodos. Dessa forma, ao analisar separadamente os valores registrados nas praças, ruas arborizadas e ruas sem arborização para cada dia e coleta, identificam-se algumas particularidades (Tabela 2).

Tabela 2- Interação da média de temperatura entre o Dia e o Período na cidade de Catolé do Rocha – PB.

Dia	Período			
	jul/16	nov/16	abr/17	out/17
1	31,9 Ba	34,0 Aa	32,5 Ba	32,8 Ba
2	32,1 Aa	32,5 Ab	32,6 Aa	33,1 Aa
3	29,7 Bb	33,1 Aab	32,6 Aa	32,9 Aa
Média				
Geral	31,2	33,2	32,6	32,9
CV (%)	2,68			
DMS coleta	1,08			
DMS dia	0,98			

Médias seguidas de mesmas letras maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. DMS: diferença mínima significativa. CV: Coeficiente de variação

A análise das médias diurnas de temperatura nas diferentes coletas revelou diferenças significativas entre dois grupos, relacionadas aos períodos seco (novembro/2016 e outubro/2017) e chuvoso (julho/2016 e abril/2017). Não houve diferença estatística entre as médias de temperatura das coletas de abril/2017 e outubro/2017. Entretanto, as médias de temperatura registradas nos dias 1 (31,9 °C) e 2 (32,1 °C) de julho/2016 diferiram significativamente da média do dia 3 (29,7 °C), fato possivelmente explicado pelas condições específicas do terceiro dia de coleta naquele mês.

Em Maringá-PR, Lima (2009) analisou praças urbanas e identificou diferenças de temperatura entre 2 °C e 3,8 °C ao comparar áreas sombreadas por árvores com aquelas expostas à radiação solar direta. De forma

semelhante, em estudo realizado na região de Manchester, Europa, Armson, Stringer e Ennos (2012) observaram que o sombreamento promovido pela vegetação reduz a temperatura do ar em aproximadamente 1 a 2 °C.

Nesse contexto, Bowler et al. (2010) ressaltam que a mitigação do calor representa um desafio crescente para os ambientes urbanos, levando muitas cidades a adotarem o plantio de árvores como uma estratégia fundamentada em soluções baseadas na natureza.

CONCLUSÃO

A falta de arborização nas ruas de Catolé do Rocha intensifica a sensação de desconforto térmico entre moradores e pedestres, podendo acarretar impactos negativos à saúde humana. A distribuição mais densa e estratificada da vegetação nas praças da cidade, especialmente na Praça José Sérgio Maia, que é a maior e mais diversificada, contribui significativamente para a interceptação da radiação solar e a redução da temperatura do ar, promovendo uma sensação térmica mais amena e menor desconforto térmico para a população nesses espaços.

REFERÊNCIAS

- ABREU, L.V. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas.** 2008. 80f. Dissertação. Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. Campinas – SP, 2008.
- ABREU, L.V; LABAKI, L. C. Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 4, p. 103 - 117, 2010.
- ALVARES, C.A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P.C.; MORAES, J. L.; GONÇALVES, J. L.M.; Gerd Sparovek. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711–728, 2014.ZEACAMAÑO, J. D. **Serviços ecossistêmicos de regulação climática e da qualidade do ar pela arborização em Patos-PB.** 2016. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais.CSTR/UFCG, Patos - PB. 2016. 79 p.:il.
- BOWLER, D. E. et al. Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. **Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 3, p. 147–155, set. 2010.
- KRAN, F. S. **Qualidade de vida na cidade e Palmas-TO: uma análise através de indicadores habitacionais e ambientais urbanos.** 142 F. Dissertação (Mestrado Em Ciências Do Ambiente) - Universidade Federal Do Tocantins, Palmas, 2005.
- LIMA, D. C. R. **Monitoramento e desempenho da vegetação no conforto térmico em espaços livres urbanos: o caso das praças de Maringá/ PR.** 170 f. Dissertação (Mestradoem Engenharia Urbana) – Departamento de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.
- LÓPEZ-GUERRERO, R. E. et al. How do urban heat islands affect the thermo-energy performance of buildings? **Journal of Cleaner Production**, v. 373, p. 133713, nov. 2022.
- MAHMOUD, A. H. A. Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in na urban park in hot and arid regions. **Building and Environment**; v.46, p. 2641-2656, 2011
- MARTINI, A. et al. Valores extremos do índice de conforto térmico nas ruas de Curitiba-PR: comparação entre ambientes arborizados e sem arborização. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, v.8, n.3, p.52-62, 2013.
- PAULA, R. Z. R. **A influência da vegetação no conforto térmico do ambiente construído.** Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2004. 100 p.
- RUIZ M. A., CORREA E. M. Adaptive model for outdoor termal comfort assessment in na Oasis city of arid climate. **Building and Environment**, n.85, p. 40-51, 2015.
- SALATA F. et al. Outdoor thermal comfort in the Mediterranean área. A transversal study in Rome, Italy. **Building Environment**, n. 96, p. 46-61, 2016.
- YANG, Q. et al. A global urban heat island intensity dataset: Generation, comparison, and analysis. **Remote Sensing of Environment**, v. 312, p. 114343, 30 jul. 2024.