

INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO URBANA NA SENSAÇÃO TÉRMICA NO MUNICÍPIO DE GURUPI - TO

Ana Carolina Duailibe Murici Lentine¹, André Luiz Gonçalves², Rodrigo Araújo Fortes³, Leonardo Silva Juvêncio⁴, Gustavo da Silva⁵

¹Estudante do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. Bolsista do Programa de Iniciação Científica. e-mail: <duailibe.ana@gmail.com>

² Professor Mestre do Instituto Federal do Tocantins – IFTO. e-mail: <andreluiz@ifto.edu.br>

³ Professor Mestre do Instituto Federal do Tocantins – IFTO. e-mail: <rodrigofortes@ifto.edu.br>

⁴Estudante do Curso Superior de Bacharelado em Engenharia Civil – IFTO. e-mail: <leonardo.juvencio018@gmail.com>

⁵Estudante do Curso Técnico Integrado em Administração – IFTO. e-mail: <gustavo.silva11@estudante.ifto.edu.br>

Resumo: O crescimento e urbanização das cidades gera danos à condição ambiental, bem como consideráveis prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida das pessoas. O aumento da temperatura é uma das alterações climáticas favorecida pelo ambiente construído devido às diferenças existentes entre as características térmicas dos materiais de construção e da vegetação. Neste enfoque a inserção e plantios de árvores em ruas, avenidas, praças e parques não resume em apenas plantar vegetais de baixo, médio e alto porte, além da estética de ornamentação, as árvores propicia uma melhoria no microclima, reduz a poluição, fornece sombreamento para transeuntes e veículos, minimiza o efeito da poluição sonora, auxilia na preservação da fauna silvestre e diversos outros aspectos fundamentos em base científica que conferem tais funções. Este trabalho teve como objetivo analisar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar no município de Gurupi - TO, destacando-se pela diferença da vegetação arbórea existente, de modo a subsidiar a discussão da arborização urbana e o conforto térmico. Os resultados obtidos verificaram-se que houve variações significativas tanto na temperatura quanto na umidade da área arborizada em relação ao local sem presença de arborização.

Palavras-chave: Arborização, Planejamento Ambiental, Urbanização

1 INTRODUÇÃO

O conforto térmico resulta das condições térmicas do ambiente que expressa satisfação e bem-estar ao ser humano. No entanto essa satisfação de bem-estar ou condições térmicas agradáveis ao corpo está sujeita a um conjunto de variáveis que podem ser influenciados pelas condições humanas (metabolismo e vestimentas) e ambientais (temperatura radiante, temperatura do ar, velocidade relativa do ar, temperatura radiante e umidade). Essas condições climáticas do local em que se habita o indivíduo irão favorecer a sensação de conforto ou desconforto térmico uma vez que a umidade e temperatura e do ar terão comportamentos diferenciados de acordo com o clima específico de cada lugar (GOMES e AMORIM, 2003).

O clima no estado do Tocantins, dado a sua ampla extensão latitudinal apresenta uma certa homogeneidade, com presença marcante do clima tipo tropical, porém convém destacar uma sensata diferença entre os extremos do estado, dado que no extremo norte do estado do Tocantins a presença marcante do tipo climático tropical úmido e subúmido apresentando estação de seca de curta duração que é compensada com as precipitações. Por outro lado, no sul do Tocantins, onde situa o município de Gurupi, o clima predominante é o tropical com inverno seco, mantendo uma equidade entre meses chuvosos e os períodos de estiagem.

A cidade de Gurupi, localizada no estado do Tocantins, possui 85737 habitantes, e no ano de 2000 a população desse município era de 65034 habitantes (IBGE, 2018). Isso significa que em 18 anos a população cresceu 31,83%. Como o crescimento populacional cresce também as demandas por serviços básicos tais como saúde, educação, infraestrutura e moradia.

A expansão da malha urbana, influenciada pelos surgimentos de novos loteamentos e bairros, faz parte da realidade de cidades que apresentaram um crescimento populacional, e conseqüentemente há a remoção de grande parte da vegetação para construção ou expansão das vias pavimentadas. Essa substituição do solo primitivo (presença de espécimes arbóreas) por materiais construtivos altera as propriedades térmicas dos componentes do solo, gerando maiores trocas térmicas entre as superfícies construtivas e o meio (ABREU, 2008).

Com relação aos aspectos relacionados ao conforto humano em espaços abertos Pivetta e Silva Filho (2002) relatam que as atividades, tanto ativas quanto passivas dos habitantes urbanos, necessitam de ambientes que sejam confortáveis termicamente.

A temperatura do ar e a umidade são condicionantes de fundamental importância na variação da sensação de conforto ou não pelo ser humano. A Tabela 1 apresenta a relação entre a temperatura e umidade, como elas afetam a sensação térmica dos habitantes. Sendo observado que quando maior a umidade relativa do ar, maior será a sensação térmica.

Tabela 1 – Sensação térmica a partir da relação entre temperatura e umidade.

Temperatura °C	Umidade relativa em %					
	30	50	70	80	90	100
20	20	21,1	22,2	22,8	23,4	23,9
25	24	26,7	27,8	28,9	30,0	31,1
30	30	32,2	35,0	37,2	37,8	39,4
35	35	38,2	42,2	44,4	46,7	48,9
40	40	45,0	50,0			

Fonte: Lansberg (1972).

A Tabela 2 mostra como a temperatura influencia o conforto térmico relacionando as respostas físicas apresentadas pelo corpo humano.

Tabela 2 – Temperatura efetiva e sensações térmicas do corpo humano.

Temperatura Efetiva	Sensação Térmica		Resposta Física
	Térmica	Conforto	
40°C	Muito Quente	Muito Incômodo	Problemas de Regulação
35°C	Quente		Aumento de tensão por transpiração e aumento de fluxo sanguíneo

30°C	Temperado		Regulação normal por transpiração e troca vascular
25°C	Neutro	Cômodo	Regulação vascular
20°C	Ligeiramente Fresco	Ligeiramente Cômodo	Aumento das perdas por calor seco
15°C	Frio	Incômodo	Vasoconstrição nas mãos e pés
10°C	Muito Frio		Estremecimento

Fonte: García (1995, p.207).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para análise e comparação da influência da vegetação nos aspectos de conforto térmico, as medições foram realizadas em duas áreas da região central do município de Gurupi - TO, sendo localizadas no Instituto Federal do Tocantins - Campus Gurupi, Alameda Madrid, 545, Bairro Jardim Sevilla. Ambos os trechos possuem predominância de edificações residenciais baixas (1 a 2 pavimentos), sendo que o trecho 01 é caracterizado pela presença de arborização, enquanto o trecho 02 apresenta uma área aberta com ausência de arborização, os trechos estão localizados em frente e trás do anfiteatro da instituição, respectivamente (Figura 1).

Figura 1 – Localização dos Trechos.

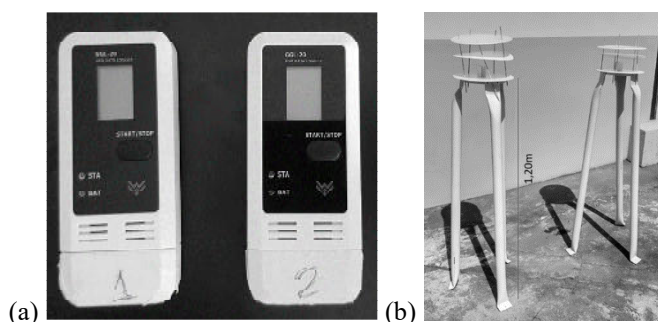


Fonte: Google Earth, 2021.

O levantamento de dados de temperatura e umidade relativa do ar, foi realizado utilizando datalogger da marca GGL-20 (Figura 2a) fixado em um tripé (Figura 2b). A coleta de dados ocorreu por 30 dias, não consecutivos, entre março e abril de 2021, no horário das 13h00min às 14h00min com céu aberto, sem nuvens e sem presença de rajadas de vento, evitando interferência nos resultados coletados.

Os dados foram registrados por 60 minutos simultaneamente em cada um dos trechos, com intervalo de coleta de 1 minuto.

Figura 2 – Dataloggers e tripés



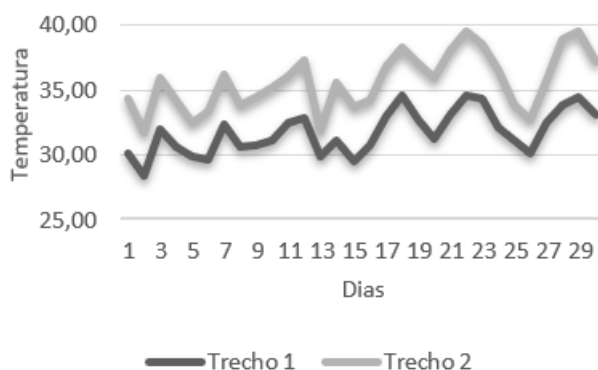
Fonte: Próprio autor, 2021.

Na análise dos dados foram comparados às medidas microclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar dos dois trechos avaliados, aplicando representações gráficas, teste de normalidade de Shapiro-Wilk e a análise de variância (ANOVA). Os programas utilizados na tabulação dos dados e análises estatísticas foram o Excel® e Past.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No gráfico da Figura 3 são apresentadas as médias de temperatura em cada trecho, percebe-se uma diferença delas no local que tem presença de árvores para a área sem, em que o trecho 1 possui menores temperaturas comparadas com o trecho 2.

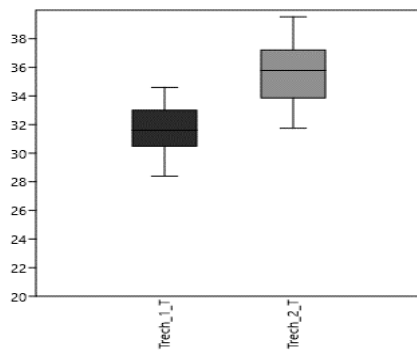
Figura 3 – Temperatura média.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Pelo BOXPLOT (Figura 4) obtemos a mediana e observamos a não existência de dados discrepantes. Para a temperatura a mediana da área arborizada é aproximadamente 31,75°C e o da sem arborização 35,6°C, concluindo assim, que possui uma diferença entre os dois trechos analisados.

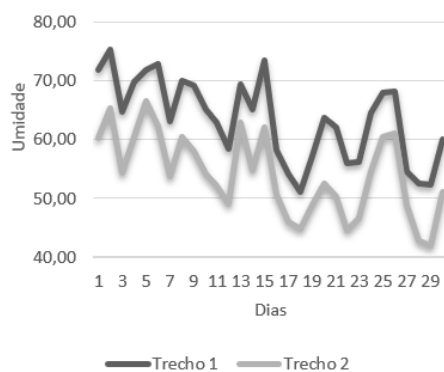
Figura 4 – BOXPLOT da temperatura.



Fonte: Próprio autor, 2021.

No gráfico da Figura 5 são apresentadas as médias de umidade relativa do ar, verificou-se diferença em cada trecho, porém nesta variável, o trecho 1 teve valores maiores de umidade em relação ao trecho 2.

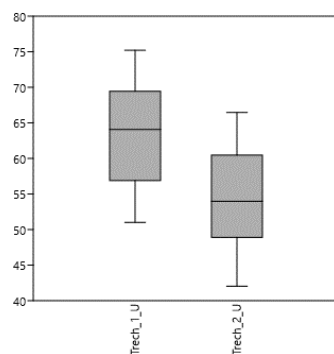
Figura 5 – Umidade média.



Fonte: Próprio autor, 2021.

A umidade, na representação do BOXPLOT (Figura 6), apresenta mediana da área arborizada é aproximadamente 63,4% e o da sem arborização 54%, concluindo assim, que possui uma diferença entre os dois trechos analisados. Verifica também que não há valores discrepantes de dados coletados.

Figura 6 – BOXPLOT da umidade.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Os valores observados no BOXPLOT, chegamos a algumas conclusões relacionando-os as Tabelas 1 e 2, para o trecho 1 em que a mediana da temperatura é 31,75°C e a umidade de 63,4%, a

sensação térmica pela Tabela 1 é de aproximadamente 33,5°C e de temperado na Tabela 2, tendo como resposta física regulação normal por transpiração e troca vascular. Já para o trecho 2 que possui mediana com valores de temperatura de 35,6°C e umidade de 54%, a sensação térmica é em torno de 39°C, pela Tabela 1, e de quente com resposta física de aumento de tensão por transpiração e aumento de fluxo sanguíneo, na Tabela 2.

Outra correlação que pode ser observada é quanto menor a temperatura, maior será a umidade, trecho 1, enquanto no trecho 2 a temperatura é mais elevada e a umidade mais baixa, isso é devido a presença da cobertura vegetal, sabendo que as árvores acarretam a evapotranspiração em seu processo fisiológico, assim contribuindo na oferta de água no ar atmosférico aumentando a umidade local, além de proporcionar sombreamento.

As medições seguiram a tendência esperada, pois em locais arborizados tem a sensação térmica de menor temperatura e mais umidade em relação a locais sem presença de árvores. Pelas Figuras 4 e 6 há o melhoramento da visualização das diferenças de temperatura, entorno de 3,88°C, e umidade, por volta dos 9%.

A análise estatística foi feita através da obtenção de valores das médias, medianas, desvio-padrão e distribuição dos dados. Para essa verificação da normalidade foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk, observando-se uma distribuição normal tanto para os dados de temperatura quanto para os dados de umidade.

Na tabela 3 se encontram os valores médios para os dados coletados (temperatura e umidade) para os dois trechos. A análise de variância indicou uma diferença significativa entre o trecho arborizado do não arborizado.

Tabela 3 – Valores médios de temperatura e umidade.

Trecho	Temperatura (°C)	Umidade (%)
Arborizado	31,75a	63,35a
	(5,29)	(11,11)
Não arborizado	35,63b	54,06b
	(6,24)	(12,82)

Nota: Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente (Teste de Tukey – nível de 5% de probabilidade). Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação (%).

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os resultados obtidos corroboram com o que foi apresentado por Vianna (2018), na mesma área percebe-se a diferença do local com vegetação e sem, em que a diferença de temperatura pode chegar em torno de 14°C, em uma de suas amostragens. Para Araújo, Saraiva e Grégio (2017), Souza (2016) e Silva e Pimentel (2019), a sensação e o conforto térmico em áreas arborizadas apresentavam-se confortável e nos locais sem presença arbórea, desconfortável, afirmando que as árvores ajudam na manutenção do conforto térmico em áreas urbanas aumentando a umidade relativa do ar e diminuindo a

temperatura.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou resultados estatisticamente significativos, ao nível de significância (0,05), demonstrando que existem diferenças de temperaturas e umidades em áreas com presença de arborização comparadas com locais sem arborização, evidenciando que no trecho 01, providas de sombreamento são termicamente mais confortáveis, corroborando assim a importância das árvores para ajudar a melhorar o conforto térmico no ambiente urbano.

A realização de coletas de dados foi feita no período chuvoso, sendo interessante o estudo no período de seca, por apresentar maiores temperaturas e menor umidade, para observar como seria essa relação da vegetação no conforto térmico.

5 AGRADECIMENTOS (Opcional)

Os autores agradecem o apoio recebido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins – IFTO, por meio do edital nº 48/2020/REI/IFTO de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. M.; SARAIVA A. L. B. C.; GRÍGIO, A. M. **Conforto térmico humano: um estudo de caso em três praças públicas do bairro centro, Mossoró (RN)**. Revista GeoInterações, Assú, v.1, n.2, p.31-50, jul./dez. 2017.

ABREU, L. V. **Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas**. Campinas, SP, 2008. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, 2008. Acesso em: https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=0YHkrOiZIHQC&oi=fnd&pg=PA47&dq=conforto+t%C3%A9rmico+humano&ots=2hX3q3Sr_C&sig=x0eL3sjrcbkZoMeHJ7CPDFH2Pw#v=onepage&q=conforto%20t%C3%A9rmico%20humano&f=false. Acesso em: 24 de fevereiro de 2021.

GARCÍA, F. F. **Manual de climatologia aplicada: clima, medio ambiente y planificación**. Madrid: Editorial síntesis S.A. 1985.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Caminhos de Geografia** - Revista on line, v. 7, n. 10, p. 94-106, 2003.

IBGE. **Cidades e Estados**. 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/gurupi.html>. Acesso em: 07 de março de 2021.

LANDSBERG, H.E., Maisel, T.N. **Micrometeorological observations in an area of urban growth**. *Boundary-Layer Meteorol* 2, 365–370 (1972). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF02184776> Acesso em: 24 de fevereiro de 2021.

PIVETTA, K.F.L., SILVA FILHO, D. F. **Boletim acadêmico: Série Arborização Urbana**. UNESP/FCAV/FUNEP, Jacobicabal – SP, 2002.

SILVA, L. H. G.; PIMENTEL, R. M. M. **Estrutura morfológica foliar da arborização urbana na manutenção do conforto térmico.** Journal of Environmental Analysis and Progress V. 04 N. 01 (2019) 104-109. Disponível em: <http://ead.codai.ufrpe.br/index.php/JEAP/article/view/2342/482482900>
Acesso em: 15 de junho de 2021.

SOUZA, S. A. **Avaliação do conforto térmico em praças públicas no período de estiagem na região central de Cuiabá-MT.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso. Campus Cuiabá – Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. 2016.

VIANNA, E. O. **O campo térmico urbano – Ilhas de Calor em Brasília DF.** Tese (Doutorado - Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, 2018.