SECRETARIA DA EDUCAÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO ENGENHARIA CIVIL

ANA CAROLINA DUAILIBE MURICI LENTINE

A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS URBANAS DE GURUPI-TO

GURUPI
2021

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS GURUPI
CURSO ENGENHARIA CIVIL

ANA CAROLINA DUAILIBE MURICI LENTINE

A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS URBANAS DE GURUPI-TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, *Campus Gurupi*.
Orientador: André Luiz Gonçalves
Coorientador: Rodrigo Araújo Fortes

GURUPI
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

L574i Lentine, Ana Carolina Duailibe Murici
A Influência da Arborização no Conforto Térmico em Áreas Urbanas de Gurupi - TO / Ana Carolina Duailibe Murici Lentine. – Gurupi, TO, 2021.
44 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Gurupi, Gurupi, TO, 2021.

Orientador: Me. André Luiz Gonçalves
Coorientador: Me. Rodrigo Araújo Fortes

1. Arborização urbana. 2. Conforto térmico. 3. Temperatura e umidade. I. Gonçalves, André Luiz. II. Fortes, Rodrigo Araújo. III. Título.

CDD 624

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.
Elaborado pelo sistema de geração automatica de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ANA CAROLINA DUAILIBE MURICI LENTINE

A INFLUÊNCIA DA ARBORIZAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS URBANAS DE GURUPI-TO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, Campus Gurupi.
Orientador: André Luiz Gonçalves
Coorientador: Rodrigo Araújo Fortes

Aprovado em: 06/12/2021

BANCA AVALIADORA

André Luiz Gonçalves

Me. André Luiz Gonçalves (Orientador)
IFTO – *Campus* Gurupi

Paulo Roberto de Oliveira Júnior

Paulo Roberto de Oliveira Júnior
IFTO – *Campus* Gurupi

Me. Vitor Amadeu da Silva Feitoza
IFG- *Campus* Formosa

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu esposo Rodrigo, por me apoiar e incentivar durante a trajetória para a conclusão deste curso e a todos os meus familiares, pincipalmente aos meus pais, irmão, sogros e cunhados pela ajuda nessa fase.
Em especial ao meu Professor orientador, Me. André Luiz Gonçalves pela paciência, dedicação, ensinamentos de grande ajuda na orientação, presentes em todas as etapas do TCC.
Aos amigos obtidos no curso, o qual compartilhamos experiências e conhecimentos.
E a todos que participaram desta jornada de alguma forma.

RESUMO

Nas últimas décadas a expansão do espaço urbano tem sido acelerado, e em conjunto com este crescimento há uma série de problemas sociais e ambientais, principalmente o banimento da fauna local e a extinção da vegetação nativa para a construção de pavimentos asfáltico (ruas e avenidas) e concreto (casas, prédios e outras edificações). Estes materiais apresentam superfícies com baixo poder refletor e consequentemente elevada capacidade de absorção de calor. Com isso, tem-se a formação de ilhas de calor, caracterizado pela maior temperatura das cidades e menor teor de umidade em relação às regiões vizinhas, a exemplo, as zonas rurais. O objetivo desta pesquisa foi avaliar como a vegetação influencia o conforto térmico no período de estiagem na área urbana da cidade de Gurupi/TO. Os dados foram coletados simultaneamente em quatro pontos localizados no Bairro Jardim Sevilha, sendo dois pontos de coletas na área de domínio do IFTO – Campus Gurupi, e os outros dois pontos localizados em dois terrenos próximos a instituição. Na área de abrangência do IFTO-Campus Gurupi, um dos pontos de coleta consta com a presença de cobertura vegetal (espécies arbóreas) e outro ponto desprovido de qualquer tipo de cobertura vegetal, característica esta, também apresentada nos terrenos, ou seja, um deles com ausência de cobertura vegetal e o outro com presença de espécies arbóreas. Foram realizadas coletas durante dezoito dias consecutivos, sendo registrado dados de temperatura e umidade diários entre os períodos das 9h:00min às 17h:00min. Realizou-se a comparação entre as médias diárias de temperatura e umidade entre os pontos de coletas, obteve-se uma diferença média entre os pontos, em relação a temperatura, de 4,51°C e, pela umidade, de 3,99 %, assim evidenciando que a presença de vegetação influencia positivamente no índice de sensação do conforto térmico.

Palavras-chave: Arborização urbana. Conforto térmico. Temperatura do ar. Umidade relativa.

ABSTRACT

In recent decades, the expansion of urban space has been accelerated, and together with this growth there are a series of social and environmental problems, mainly the banning of local fauna and the extinction of native vegetation for the construction of asphalt pavements (streets and avenues) and concrete (houses, buildings and other buildings). These materials have surfaces with low reflective power and consequently high heat absorption capacity. With this, there is the formation of heat islands, characterized by the higher temperature of cities and lower moisture content in relation to neighboring regions, such as rural areas. The objective of this research was to evaluate how the vegetation influences the thermal comfort in the dry period in the urban area of the city of Gurupi/TO. Data were collected simultaneously at four points located in Bairro Jardim Seville, with two collection points in the domain of the IFTO – Campus Gurupi, and the other two points located in two plots close to the institution. In the area covered by the IFTO-Campus Gurupi, one of the collection points has the presence of vegetation cover (tree species) and another point devoid of any type of vegetation cover, a characteristic that is also present on the land, that is, one of them with no vegetation cover and the other with the presence of tree species. Collections were carried out for eighteen consecutive days, with daily temperature and humidity data being recorded between the periods from 9:00 am to 5:00 pm. A comparison was made between the daily averages of temperature and humidity between the collection points, obtaining an average difference between the points, in relation to temperature, of 4.51°C and, for humidity, of 3.99% , thus showing that the presence of vegetation positively influences the thermal comfort sensation index.

Keywords: Urban afforestation. Thermal comfort. Air temperature. Relative humidity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Localização geográfica de Gurupi/TO. 9
Figura 2: Solstícios no hemisfério sul. 12
Figura 3: Camada urbana e camada limite urbana. 15
Figura 4: Efeito regulador da vegetação no clima 19
Figura 5: Localização dos Pontos. 23
Figura 6: Ponto A..... 24
Figura 7: Ponto B..... 25
Figura 8: Ponto C 25
Figura 9: Ponto D 27
Figura 10: Dataloggers. 28
Figura 11: Tripé de Apoio 29
Figura 12: Temperatura Média 29
Figura 13: BOXPLT da temperatura 30
Figura 14: Umidade média..... 31
Figura 15: BOXPLOT da umidade 32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÂO 8
2 REVISÃO DE LITERATURA 10
2.1 CLIMA 11
2.2 CLIMA URBANO 13
2.3 CONFORTO TÉRMICO URBANO 15
2.4 VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS URBANAS 18
2.5 ESTATÍSTICA 21
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS 22
3.1 LOCAL DA PESQUISA 22
3.2 AMOSTRA 27
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 29
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 34
REFERÊNCIAS 35
APÊNDICE A – ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA 39
APÊNDICE B – ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE 40
APÊNDICE C – TABELA ANOVA DA TEMPERATURA 41
APÊNDICE D – TABELA ANOVA DA UMIDADE 42
APÊNDICE E – TABELA DO TESTE DE TUKEY DA TEMPERATURA 43
APÊNDICE F – TABELA DO TESTE DE TUKEY DA UMIDADE 44

1 INTRODUÇÂO

As cidades são áreas urbanas caracterizada pela presença populacional, o aumento dessa acarreta o crescimento das cidades, gerando novas construções, a partir de bairros e loteamentos, como consequência havendo retirada da vegetação sendo substituída por casa e vias. Segundo Abreu (2008) essas construções mudam as propriedades térmicas do solo, visando que os materiais empregados possuem outras variações de transmitância térmica.

Essas construções podem gerar menos impacto adotando a vegetação, pois arborização urbana ajuda a manter a qualidade de vida nas cidades, contribuindo com a redução do impacto das chuvas e ruídos, formando sombras e mantendo a temperatura estável, melhoria na qualidade do ar, no estado psíquico-físico (KAPLAN, 1995 e MCPHERSON et al., 1997).

As atividades praticadas pelo homem no espaço urbano, mesmo em lugares abertos, precisam de ambientes termicamente confortáveis (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002). Sendo assim, a arborização nesses locais demonstra ser de fundamental importância para o bem-estar psicológico humano, proteção e direcionamento do vento, sombreamento, esteticamente agradável, diminuição da temperatura e poluição sonora.

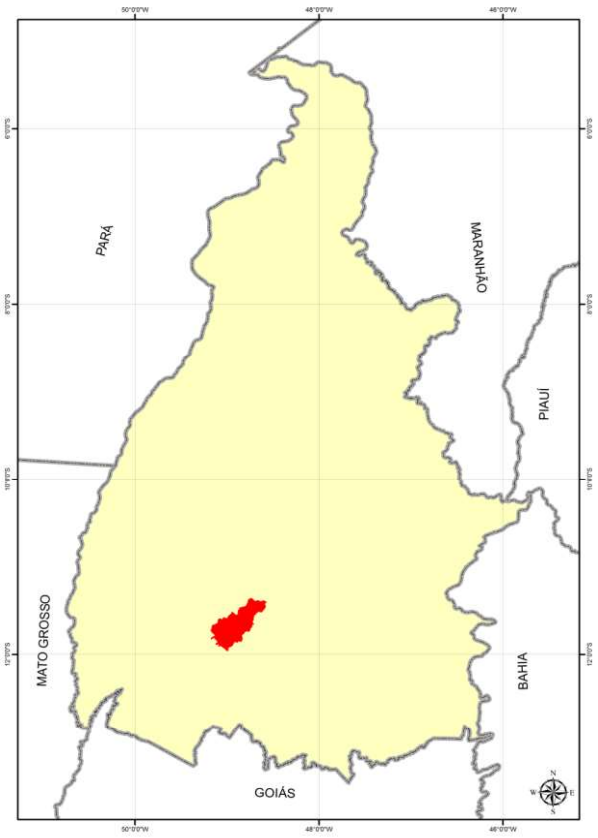
As temperaturas elevadas podem provocar prejuízos à saúde, podendo causar desconforto, desidratação, insolação, doenças de pele entre outras e são vários os fatores que podem influenciar na percepção do conforto térmico de cada indivíduo, tais como a vestimenta utilizada, o metabolismo, a velocidade do vento no local, a umidade do ar, a radiação solar e a temperatura.

Para Lombrado (1985, p. 215), uma maior quantidade de vegetação implica na mudança do balanço de energia, devido à necessidade de as plantas utilizarem do calor em função de seus processos vitais. Gomes e Amorim (2003) estudaram o papel da arborização no conforto térmico das praças públicas de Presidente Prudente, SP, e concluíram que a vegetação atua como regulador térmico que proporcionou menores valores de temperatura criando melhores condições de conforto à população que desfrutava desses espaços.

O estado do Tocantins é o mais novo do Brasil, criado em 1989, sua área territorial é de 277.423,630 km², possui população de 1.590.248 pessoas e contendo

139 municípios (IBGE, 2018). Dentre os 139 municípios do Tocantins, Gurupi é a terceira maior cidade do Tocantins, localizada no sul do Estado, como mostrado na figura 1, às margens da rodovia Belém-Brasília (BR 153), no limite divisório entre as águas do rio Tocantins e do Araguaia, sendo este município distante de aproximadamente 220 Km da capital do Estado.

Figura 1: Localização geográfica de Gurupi/TO.



Fonte: SEPLAN/DPIE, 2015.

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.

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.

Com a expansão dos centros urbanos tornam inevitável a remoção da vegetação local para implantação de conjuntos residenciais, comerciais e consequentemente pavimentação das vias públicas gerando assim alterações ambientais em várias dimensões. Essas mudanças podem encadear situações como sensação térmica mais elevada, maior velocidade dos ventos, aumento do impacto das chuvas e incidência solar direta. Dentre estes conjuntos de alterações, o campo térmico gerado nos centros urbanos é fortemente observado, e diante desta verificação, o presente estudo buscou quantificar quais os efeitos da arborização urbana na maximização do conforto térmico local. A necessidade deste trabalho científico, se dá pelas altas temperaturas registradas durante todo ano na cidade de Gurupi, cidade de estudo.

O estudo do conforto térmico possui importância por afetar diretamente os usuários das áreas urbanas, podendo gerar bem-estar a eles. A arborização urbana se apresenta como fator principal que influencia a temperatura e umidade, sendo a presença de vegetação condicionante fundamental para esse estudo.

A adoção da arborização urbana tende a melhorar a interação humana com o meio ambiente, melhorando tanto esteticamente quanto a qualidade de vida de seus usuários, já que a vegetação ajuda tanto na manutenção do local como também influencia no melhoramento do conforto térmico.

Para a quantificação de como a vegetação influencia o conforto térmico foi utilizado datallogers em locais com e sem presença de arborização, com os dados obtidos foi realizado o estudo estatístico avaliando o conforto térmico por meio da variação da temperatura e umidade, e comparando os valores de cada local.

Diante a importância do desenvolvimento deste trabalho o objetivo é quantificar como a arborização urbana influencia no conforto térmico dos usuários das vias urbanas, por meio da utilização de vegetação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CLIMA

Segundo Varejão-Silva (2006), clima apresenta a seguinte definição:

> "O CLIMA é definido pelo conjunto de fenômenos meteorológicos, como a chuva, a temperatura, a pressão atmosférica, a umidade do ar e os ventos que caracterizam uma região. O CLIMA de um local só é definido após vários anos de observações."

Segundo Dias e Silva (2009), o clima é a média das condições do tempo ao longo dos anos, em que é influenciado por dois fluidos, sendo eles a água e o ar que estão diretamente ligados à incidência solar, essa sendo responsável pelo aquecimento superficial.

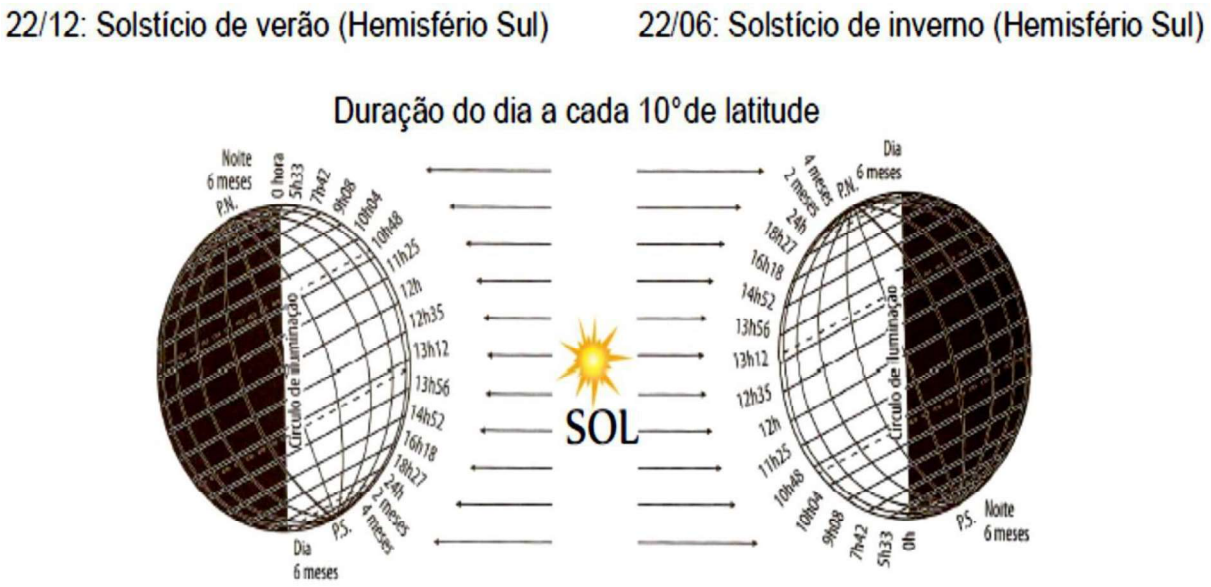
Segundo Conti (2006) clima é "o conjunto dos fenômenos meteorológicos que caracterizam a condição média da atmosfera em cada lugar da Terra".

Os fatores que induz mudanças climáticas, conhecida como fatores do clima, são as características que diversificam a paisagem, influenciados pela latitude, altitude, vegetação, relevo, continentalidade, maritimidade e ações humanas (COSTA, 2003).

Para Paiva (2010) são elementos climáticos a radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar, vento, precipitação, nebulosidade, ondas de calor e frio, sendo essas as características físicas que determinam as propriedades atmosférica de uma região.

A Terra por ter uma inclinação ao redor do eixo de rotação tem relação direta com a latitude, contribuindo com que os trópicos possuam uma maior proximidade da incidência solar, enquanto os polos sejam mais afastados (Figura 2).

Figura 2: Solstícios no hemisfério sul.



Fonte: Borges, 2009.

O Brasil está localizado entre os trópicos, com isso o clima predominante é o tropical, variando em cada região por apresentarem peculiaridades, detendo fatores do clima diferenciados em toda extensão do país.

O clima tropical é caracterizado pela intensa radiação solar, assim sendo a temperatura é elevada durante todo ano, geralmente sempre acima dos 20°C (OLIVEIRA, 2019).

O clima predominante no estado do Tocantins é clima tropical com inverno seco, característico por apresentar um período chuvoso, de novembro a abril, e outro seco, maio a outubro (EMBRAPA, s.d.). Na cidade de Gurupi, que está localizado no sul do estado, possui o clima bem determinado seguindo o que é prevalecente no estado.

A temperatura do ar está diretamente relacionada a infiltração da radiação, quanto maior, mais alta será a temperatura no local (ABREU, 2008). A temperatura é identificada pela sensação que o corpo sente, onde o calor acontece pela temperatura corporal estar menor que do ambiente e o frio quando a temperatura do corpo está maior, esse fenômeno é conhecido por balanço energético na superfície (COSTA, 2003).

A umidade relativa do ar é dada pelas gotículas de água espalhada na atmosfera, sendo geradas pela evaporação de rios, lagos, oceanos, transpiração de árvores e precipitação de chuva. De acordo com Borges (2009) o vapor de água que o ar pode conter varia em relação a temperatura do ar, condicionado longo do dia e

épocas do ano, e regiões da superfície do planeta, onde nos trópicos são maiores que nos polos.

Em Gurupi por ser um clima bem definido com um período chuvoso e outro de seca, consequentemente propicia a sensação térmica diferentes, no primeiro sendo mais cômodo, já o segundo a percepção de quente e muito quente, tornando assim muito incômodo.

2.2 CLIMA URBANO

O processo de urbanização é crescente e global, sendo que nas últimas décadas, as áreas urbanas mostraram um grande aumento da população, do espaço e das atividades, modificando o meio ambiente e as áreas construídas. Segundo Labaki et. al (2011) e Oliveira et. al (2013) essas novas construções sofrem com alterações climáticas, prejudicando a qualidade de vida do ser humano. Esse tipo de crescimento sem planejamento acarreta grande remoção de vegetação para construções de edificações, vias e indústrias. As transformações climáticas pela supressão de espécimes arbóreos causam aumento da temperatura do ar, redução da umidade, maior incidência solar, mudança da direção dos ventos, alteração de precipitações (ABREU, 2008). O autor também afirma que essas modificações causam desconforto térmico aos habitantes, em que estes recorrem a climatizadores artificiais para diminuir o calor, aumentando o consumo com energia elétrica.

No Brasil o desenvolvimento urbano foi realizado de forma rápida e intensa, gerando assim, aglomerados urbanos. Segundo Pires e Ferreira (2014) houve ocupação e acesso a lugares não adequados para as habitações. A partir destes processos as cidades foram grandes fatores de mudanças do clima local, ocorrendo por atividades humanas, levando a supressão de áreas arborizadas, dando lugar para construções e pavimentação, causando assim alteração da temperatura e acumulando calor (GONÇALVES, CAMARGO, SOARES, 2012).

Shams et. al (2009) afirma que o crescimento desordenado das áreas urbanas altera significativamente esses locais, tornando as transformações das características climáticas do meio ambiente um gerador de alterações que altera a qualidade da vida dos moradores e frequentadores da região e afeta a relação entre esses e o meio ambiente.

O aumento da temperatura em áreas urbanas é principalmente por influência da ação humana, tais como a retirada da vegetação, construção de centros industriais em lugares indevidos, tráfego, verticalização de edificações e mudanças topográficas. Essas modificações acarretam ambientes climáticos desagradáveis na área urbana gerando assim desconforto térmico (SANT'ANNA NETO, 2002; BRANDÃO 2003).

O clima urbano é proveniente do clima local que sofreu mudanças, por meio de construções, uso do solo, permeabilidade, modificação da vegetação e materiais adotados que possuem diferentes propriedades térmicas. Para Barbugli (2004) os fatores antrópicos causam variações climáticas nas cidades.

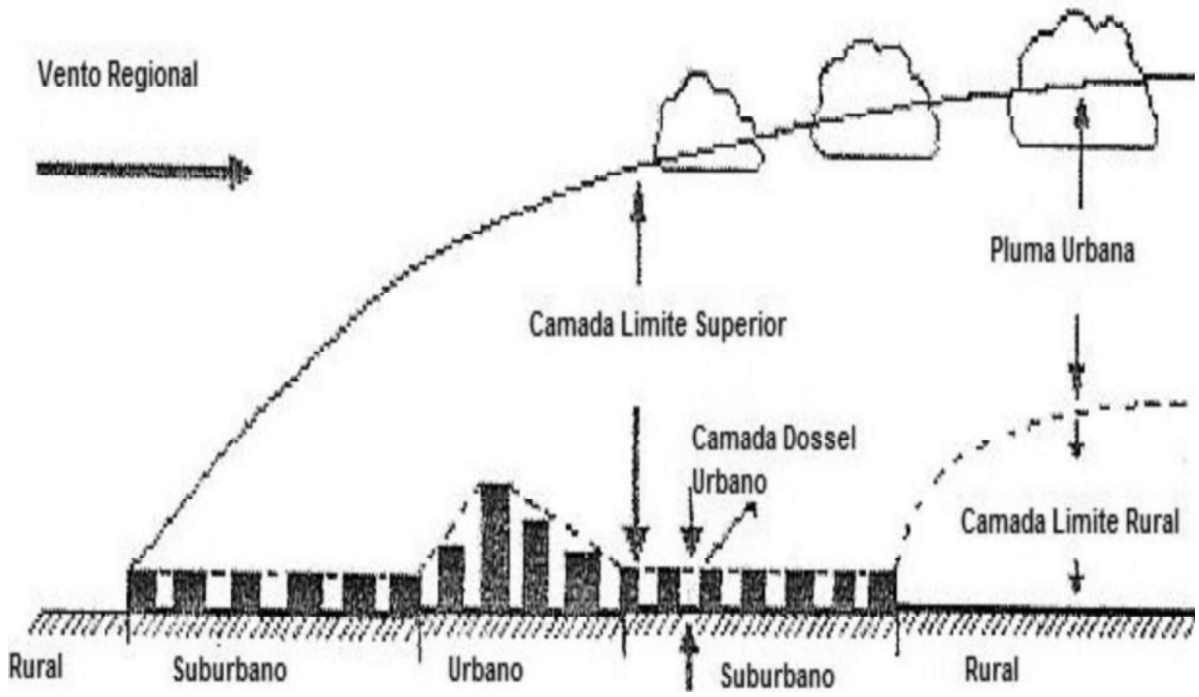
O clima urbano compreende um sistema de um espaço terrestre e sua urbanização (MONTEIRO, 1976, apud MASCARÓ, 1996). Sendo as atividades humanas um fator que provoca alterações climáticas. Neste estudo realizado, apresenta qual o impacto de áreas sem presença de vegetação e áreas arborizadas.

Um agrupamento urbano não é necessariamente causador de mudanças climáticas relevantes (FROTA, 1999). Essa influência pode ser percebida em comparações de pontos específicos próximos, não no macroclima regional.

Monteiro (1987, apud NUCCI, et. al 2003) afirma que alguns fatores como a concentração populacional, as atividades da urbanização e industrialização, podem aumentar as mudanças do meio ambiente e comprometer a qualidade de vida.

A partir da Camada Limite Atmosférica pode-se traçar o perfil das ilhas de calor (Figura 3), em que são divididas em duas camadas, uma a camada urbana, que é traçada do solo até a altura média das coberturas, a outra a camada limite urbana, correspondendo à escala mesoclimática (MENDONÇA, 2003)

Figura 3: Camada urbana e camada limite urbana.



Fonte: Mendonça, 2003.

O processo de urbanização influencia diretamente no clima urbano, como consequência da substituição da vegetação local pela construção de residências, comércios e indústrias para atender a população e seu crescimento. Leão (2008) afirma que essa diferença no clima varia de acordo com a cidade, dependendo da intensidade da ocupação do solo, características geoecológicas e o crescimento populacional.

O aumento da emissão de gás carbônico (CO_2), gerados pela queima de combustíveis fósseis de carros e indústrias, acarretam a elevação da temperatura do ar, além disso os materiais usados nas construções aumentam a absorção da radiação solar que também contribuem para esse fator.

2.3 CONFORTO TÉRMICO URBANO

O conforto térmico resulta das condições térmicas do ambiente que expressa satisfação e bem-estar ao ser humano. Para Gomes e Amorim (2003), o conceito de conforto térmico implica necessariamente na definição de índices em que o ser humano sinta confortabilidade em condições térmicas agradáveis ao corpo, consistindo no conjunto de condições em que os mecanismos de autorregulação são mínimos, ou ainda na zona delimitada por características térmicas em que o maior

número de pessoas manifeste-se sentir bem. Outra definição é que o conforto térmico são as sensações de bem-estar relacionados com variáveis ambientais, tais como a umidade do ar, temperatura, iluminação, velocidade do vento, além de considerar a individualidade do ser humano, em que cada pessoa tem uma sensação diferente (BARTHOLOMEI, 2003).

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) (SILVA et al., 2011). 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.

O ambiente urbano, fruto de alterações antrópicas, deveria ser um local que oferece condições ambientais adequadas para os habitantes inseridos neste ambiente tenham uma qualidade de vida satisfatória (SOUZA et. al. s/d). No entanto, esse ambiente criado através da ação antrópica vem sendo influenciado pela pavimentação do solo, características comuns das cidades, construções de edificações, e principalmente pela supressão de espécies vegetais locais.

A temperatura do ar e a umidade são condicionantes de fundamental importância na variação da sensação de conforto ou não pelo ser humano. Em cada região há mudanças de condicionantes sobre o conforto térmico, visto que os climas são diferentes e o corpo de adapta para as condições do local. Segundo Frota e Schiffer (2006), o conforto térmico varia das condições ambientais, atividades realizadas pelo indivíduo e suas vestimentas.

Segundo Piazza e Miranda (2007) o período de maior incidência e radiação solar é das 10 horas às 15 horas, sendo o intervalo com maiores picos de temperatura.

A tabela 1 apresenta a relação entre a temperatura e umidade, como elas afetam a sensação térmica pelos 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	Umidade relativa em %					
°C	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).

A temperatura e umidade relativa do ar influenciam na sensação térmica do homem. O ser humano é homeotérmico, em que esse mantém sua temperatura em 37°C, fazendo trocas de calor entre o corpo e o ambiente, sendo assim as sensações térmicas do meio ambiente induz a sensação de frio ou calor no homem (FROTA; SCHIFFER, 2006).

Araújo (2012) afirma que os estudos realizados sobre conforto térmico têm obtido muita relevância, já que tenta compreender o efeito sobre o ser humano em seus aspectos de saúde, bem-estar mental e físico. O autor enfatiza que as pessoas podem apresentar doenças associadas ao calor, sendo facilitado quando em conjunto com outros fatores como as características pessoais, ambientais, condições de saúde, além de uso de medicamentos que podem ser agravantes.

A OMS (2012) afirma que o calor excessivo ameaça à saúde pública, cada grau centígrado que aumenta acima de um limite pode ocasionar mais mortes entre 2% e 5%. Ocorrendo em grupos mais vulneráveis, compostos por idosos, crianças, pessoas socialmente isoladas, doentes crônicos e trabalhadores em ambientes expostos.

2.4 VEGETAÇÃO NO CONFORTO TÉRMICO EM ÁREAS URBANAS

Paz (2009) atribui à vegetação urbana uma melhora na qualidade da vida, em que ela controla a radiação solar, temperatura do ar e umidade. Segundo Milani e Dalcin (2000 apud SILVA FILHO, 2003) a vegetação também influencia positivamente o microclima, reduz a poluição atmosférica e sonora, trazendo benefícios estéticos, à saúde humana, político, econômico e social.

A ECAPJr (2017) traz como benefícios da vegetação para o âmbito social e saúde humana o efeito calmante, proporcionando a redução da fadiga e nível de estresse, e ambiental melhorando a qualidade do ar, reduzindo o impacto das chuvas no escoamento superficial, a incidência solar, servindo também de barreira e direcionando os ventos, além de controlar os efeitos das ilhas de calor, já que as folhas absorvem parte dos raios solares, melhorando assim o conforto térmico.

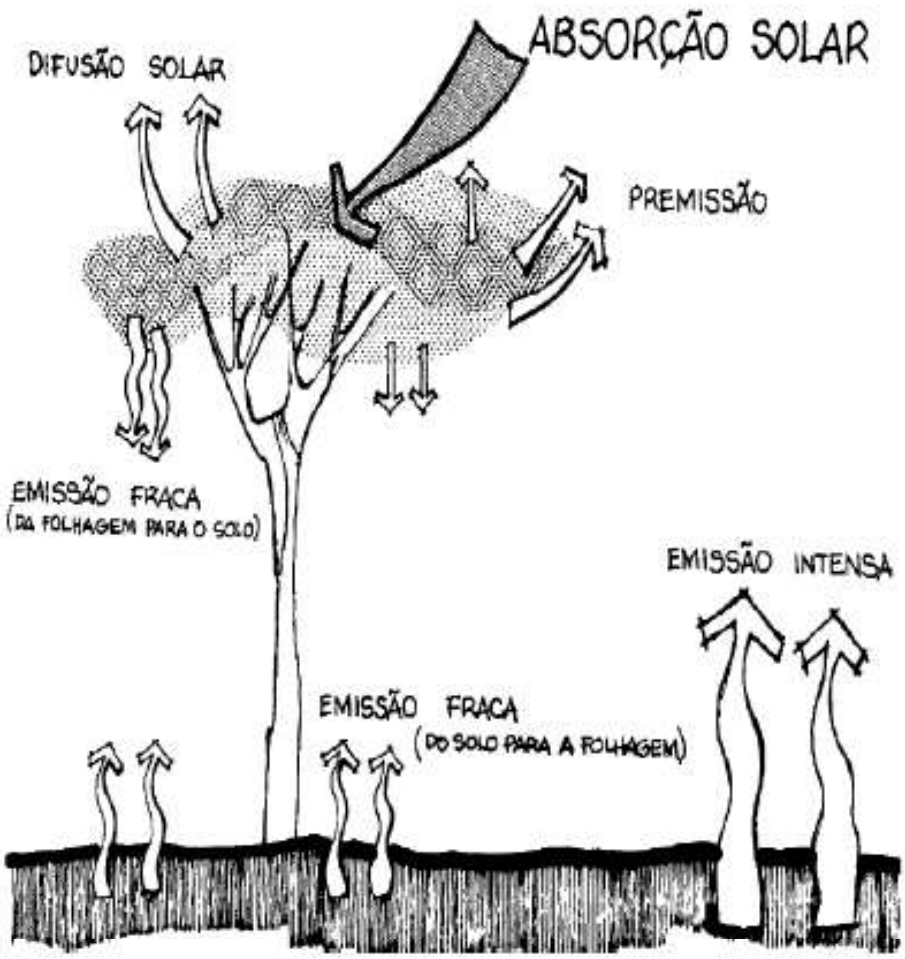
O sombreamento das árvores em locais com predominância de altas temperaturas na maior parte do ano, modifica o lugar deixando-o mais confortável e com sensação de diminuição da temperatura (CARFAN et al., 2010). Para Sardo et al. (2013), essa vegetação possui fundamental influência ambiental, pelo seu efeito de redução no clima.

Romero (2001) confirma a importância da arborização no microclima, diminuindo as variações climáticas, estabilizando o clima em seu arredor. Diz também, que grande massa vegetal tem características isolantes, absorvendo energia para a realização da fotossíntese, ajudando na redução da temperatura do ar.

As árvores no seu processo de fotossíntese absorvem o gás carbono e o utiliza no seu crescimento, fazendo assim a captura desse gás, que como citado anteriormente eleva a temperatura. Segundo Nicodemo e Primavesi (2009) a retenção desse gás é muito maior em regiões tropicais em relação a clima temperado, sendo assim a temperatura possui um melhor impacto causado pela vegetação.

Além disso, o processo de fotossíntese contribui para a umidificação do ar pelo vapor d'água liberado (ROMERO, 2000). Um local que apresenta cobertura vegetal absorve maior quantidade de radiação solar e irradia menos quantidade de calor se comparado com outros tipos de coberturas construídas, isso sendo um fator gerado pela absorção dessa energia no processo metabólico (Figura 4).

Figura 4: Efeito regulador da vegetação no clima



Fonte: Romero (2000).

A vegetação diminui parte da radiação incidente no local, gerando sombras, sendo possível a redução das temperaturas, onde há a projeção dessas. Mostrando assim, que a vegetação melhora e estabiliza o microclima já que existe a redução da temperatura, aumento da umidade (pela evapotranspiração), diminuição da incidência solar e redução da velocidade dos ventos (MILANO & DALCIN, 2000, apud SHARMS et al, 2009).

A arborização urbana pode contribuir com a paisagem urbana, beneficiando o ser humano de forma física e climática. Segundo Gonçalves et al. (2012) essa vegetação sendo bem planejada, pode valorizar as áreas urbanas e edificações em seu entorno.

Com relação aos aspectos relacionados ao conforto humano em espaços abertos Lois e Labaki (2001) relatam que as atividades, tanto ativas quanto passivas dos habitantes urbanos, necessitam de ambientes que sejam confortáveis

termicamente. Neste contexto que se pode considerar o emprego da arborização nesses espaços, desempenha funções essenciais, e dentre elas destacamos as principais:

• ameniza a sensação térmica, diminuindo a temperatura local onde foi plantada;

• melhora o conforto visual;

• ajuda a direcionar o vento;

• proporciona a restauração da flora retirada;

• diminui o impacto da chuva, em que as folhas servem como barreira, reduzindo assim possíveis erosões;

•promove sombra aos pedestres e automóveis.

Segundo Fitch (1997 apud ROMERO, 2000, p.31) analisando os estudos feitos por Rudolph Ceiger mostra que: "no Hemisfério Norte, uma floresta mista de carvalhos e álamos reduz em 69% a radiação solar incidente, fazendo com que as florestas sejam mais frias no verão e mais quentes no inverno". Afirmando também que há uma redução de 63% na velocidade dos ventos se houver uma fileira de árvores, formando assim uma barreira.

Segundo Abrahim (1998, p.50),

> "[...] uma quadra de 100m por 100m, 10.000m^2 ou 1ha, recebe 21.145.070kcal/ano, energia equivalente a um gerador de 2,8MW funcionando 24 horas por dia, 365 dias por ano. Esta quadra, se arborizada, consegue refletir 15%, ou seja, 3.171.760.000kcal/ano e usa 4.885.511.000kcal/ano, 23%. Assim, um total de 8.056.271.000kcal/ano deixa de ser calor somente por causa das árvores."

Assim, outra afirmação que pode ser realizada é que "dos métodos disponíveis e eficientes para diminuir a demanda urbana por energia elétrica, o uso de árvores e superfícies de alto albedo é frequentemente mencionado como o mais adequado na biografia sobre o tema" (MASCARÓ, 2006, p.32).

Segundo Oke (1973 apud Lombardo 1985), uma quantidade de cobertura vegetal suficiente para obter um equilíbrio térmico adequado em áreas urbanas seria por volta de 30%, pois em áreas onde a arborização seja inferior a 5%, possui semelhanças a locais desérticos.

Lugares que apresentam cobertura vegetal possui menores índices de temperaturas e maior teor de umidade, proporcionando melhor conforto térmico, sendo recomendado para regiões de clima quente, visando a utilização da arborização

como forma de diminuir as temperaturas das áreas urbanas (ALMEIDA JÚNIOR, 2005).

2.5 ESTATÍSTICA

A estatística é uma disciplina científica que consiste na “recolha, organização e interpretação de dados de acordo com procedimentos bem definidos” (KACHIGAN, 1986). Murteira (1993) traz algumas ideias nesse mesmo sentido “A estatística é um repositório de instrumentos adequados para: recolher, explorar e descrever, interpretar conjuntos de dados numéricos”.

A análise de qualquer uma dessas definições mostra que a estatística possui uma base de apresentar um conjunto de dados, constituindo assim métodos que serão utilizados para recolher, organizar, descrever e interpretar.

Diante o exposto, com os dados coletados é realizado a análise estatística para a obtenção de valores como médias, medianas, desvio-padrão, porém para que tais afirmações sejam consideradas corretas, é necessário analisar a distribuição dos dados, aplicando teste de Shapiro Wilk para temperatura (Apêndice A) e umidade (Apêndice B). Sabendo que uma distribuição normal padrão ocorre quando o conjunto de dados tem média $\mu = 0$ e desvio-padrão $\sigma = 1$, e a área total da curva de densidade é 1. Para a verificação da normalidade considera as seguintes hipóteses:

- H0: $\mu = 0$ - os dados seguem uma distribuição normal (P-valor > 0,05);
- H1: $\mu \neq 0$- os dados não seguem uma distribuição normal (P-valor <0,05).

Depois do teste de normalidade é realizado análise de variância (ANOVA) que é uma importante verificação de apresentação de variação significativa entre dados analisados, para essa comparação precisa determinar as hipóteses, que nesse caso para as médias de temperaturas e umidade, que são variáveis independentes, entre os locais, são as seguintes:

- H0: $\mu = \mu$ - os dados não possuem diferença significativa;
- H1: $\mu \neq \mu$ - os dados possuem diferença significativa.

Os resultados obtidos pela ANOVA, para a temperatura (Apêndice C) e umidade (Apêndice D), apresentando diferença significativa, segue-se para o teste de Tukey que é baseado na amplitude total estudentizada podendo ser usado para comparar os contrastes de duas médias de dados, em que a quantidade de repetições são as mesmas para as duas amostras (Apêndices E e F).

Esse teste atribui letras a fim de mostrar quais são os dados que se diferem significativamente, em que o primeiro dado admite a letra a, e compara-se com o dado seguinte, caso esse possua diferença significativa do anterior atribui uma nova letra, e assim sucessivamente para todos os tratamentos analisados, caso os dados quando comparados não tenha diferença significativa a letra se repete.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Trata-se de uma pesquisa prática de caráter científico, descritiva, de campo, quanto à abordagem será quantitativa.

Os dados coletados foram em quatros locais distintos, sendo dois pontos com presença de vegetação arbórea e os outros ausentes de cobertura vegetal, e comparados as suas medidas microclimáticas de temperatura e umidade relativa do ar, utilizando representações gráficas e Análise de Variância ou ANOVA. Nesse caso, o resultado da ANOVA evidência se existe diferenças significativas entre as médias amostrais nos valores de temperatura e umidade entre os quatros grupos observados, mas não indica entre quais grupos há essa diferença. Para verificar essa diferença utilizou o teste Tukey.

As análises estatísticas foram feitas utilizando o Excel, um editor de planilhas, e o Past4, que é um software livre para análise de dados científicos, com funções para manipulação de dados, plotagem, estatística univariada e multivariada, análise ecológica, séries temporais e análise espacial, morfometria e estratigrafia.

3.1 LOCAL DA PESQUISA

Os trechos do estudo foram tomados no Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - campus Gurupi, que fica localizado na Alameda Madrid, 545 - Jardim Sevilha, Gurupi - TO, 77410-470, e no setor Jardim Sevilha (Figura 5).

Figura 5: Localização dos Pontos.



Fonte: Google Earth, 2021.

A região que foram realizadas as coletas dos dados apresenta predominância de edificações residenciais baixas (1 a 2 pavimentos), sendo que o ponto A (Figura 6), está localizado no estacionando da Instituição IFTO – Campus Gurupi, com presença de vegetação.

Figura 6: Ponto A



Fonte: Próprio autor, 2021.

O ponto B (Figura 7), situado atrás do Anfiteatro da IFTO – Campus Gurupi, sendo caracterizado pela ausência de cobertura vegetal.

Figura 7: Ponto B



Fonte: Próprio autor, 2021.

O ponto C, apresentado na figura 8, está situado em uma casa nas proximidades da instituição e apresenta arborização.

Figura 8: Ponto C





Fonte: Próprio autor, 2021.

Já o ponto D, figura 9, apresenta ausência de vegetação e como o ponto C está localizado próximo à instituição de ensino.

Figura 9: Ponto D



Fonte: Próprio autor, 2021.

3.2 AMOSTRA

Para o levantamento de dados foi utilizado *datalogger* para obtenção das variáveis de temperatura e umidade relativa do ar. A coleta de dados ocorreu durante 18 dias, dos dia 15 de agosto de 2021 a 01 de setembro de 2021, no período das 9 horas às 17 horas. Os dados foram registrados simultaneamente em cada ponto a cada 1 minuto, totalizando 480 dados por dia, comparando os dados de cada ponto posteriormente.

Os materiais utilizados para a coleta dos dados foram quatro *dataloggers* da marca TZONE (Figura 10), com precisão de aproximadamente 3% umidade relativa e 0,5°C de temperatura.

Figura 10: Dataloggers.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Os quatro tripés de apoio (Figura 11), produzidos manualmente, foram fabricados com:

- três canos de pvc de 50mm, para as pernas;
- suporte de compensado circular;
- discos de isopor, com função de reflexão e proteção dos aparelhos;
- cinco palitos de bambu, para fixar os discos de isopor.

Figura 11: Tripé de Apoio

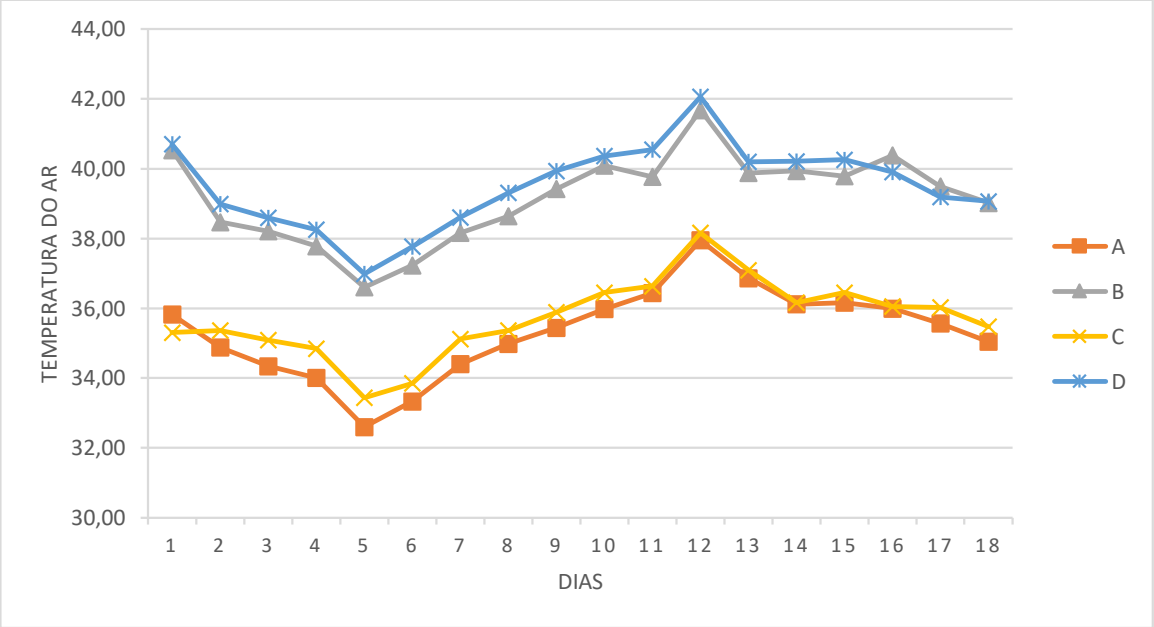


Fonte: Próprio autor, 2021.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir dos registros de temperatura obtido pelos dataloggers, gerou-se o gráfico (Figura 12) apresentando as médias em cada um dos trechos analisados.

Figura 12: Temperatura Média



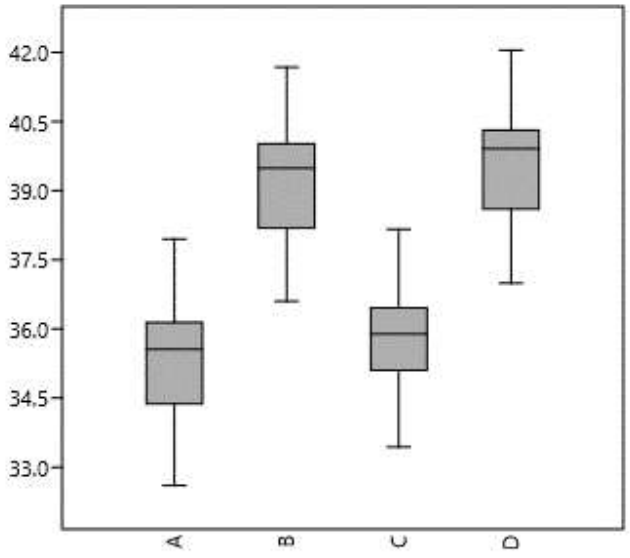
Fonte: Próprio autor, 2021

Observa-se que as curvas indicam oscilações da temperatura, apresentando comportamento ascendente ou descendente em determinados períodos, situação esperada, uma vez que são influenciadas pelas condições do tempo. No entanto, uma outra observação que merece destaque refere-se a médias de temperaturas registradas nos locais avaliados, apresentando diferenças entre os valores máximos e mínimos das médias.

Essas diferenças numéricas são mais relevantes ao comparar os trechos B e D em relação aos trechos A e C, evidenciando que áreas providas de cobertura vegetal apresentam temperaturas menores, situação observada nos pontos A e C. A diferença de temperatura entre os pontos A e B, A e D, C e B e os pontos C e D, é entorno de 3,81°C, já entre os pontos A e C e os pontos B e D, não há diferença significativa entre temperatura, sendo aproximadamente de 0,35°C.

Pelo BOXPLOT (Figura 13) é possível verificar que o conjunto de médias diárias de temperatura são simétricos entre os trechos analisados, não sendo observados a existência de dados discrepantes (*outliers*).

Figura 13: BOXPLT da temperatura



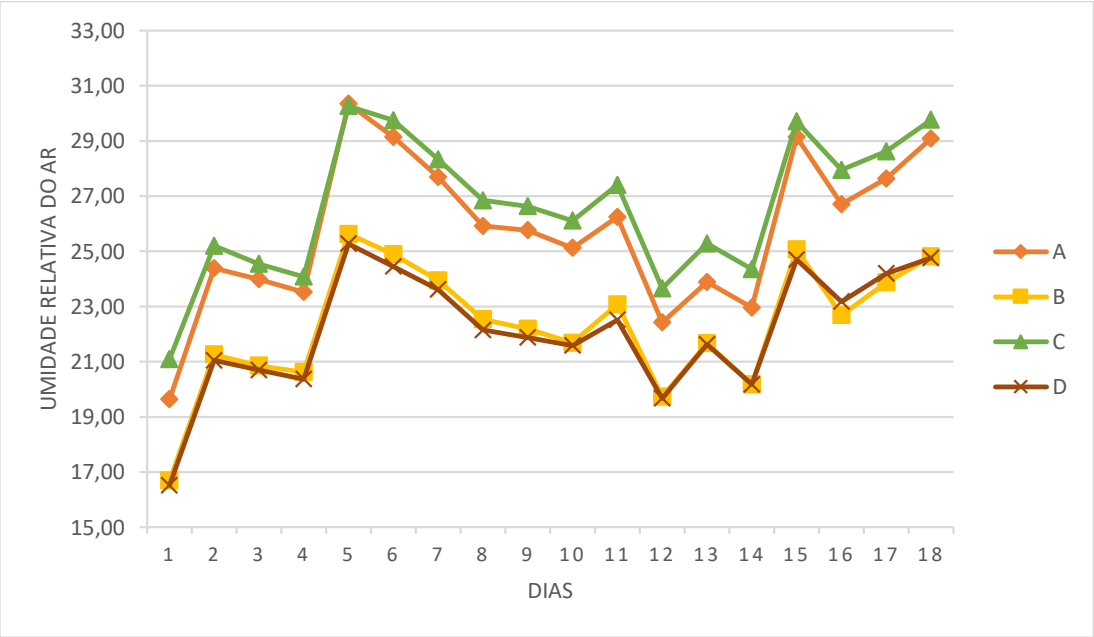
Fonte: Próprio autor, 2021.

Nota-se também que a variabilidade entre o conjunto de dados nos trechos A, B e D são similares, sendo que o no trecho C, apresenta menor variabilidade em relação aos outros trechos. Nos trechos A e C, 75% das médias de temperatura diária observadas são inferiores a menor média de temperatura registradas nos trechos B e

D, evidenciando que nos trechos A e C sofrem influência dado a presença de espécies arbóreas.

No gráfico da figura 14 são apresentadas as médias de umidade relativa do ar.

Figura 14: Umidade média



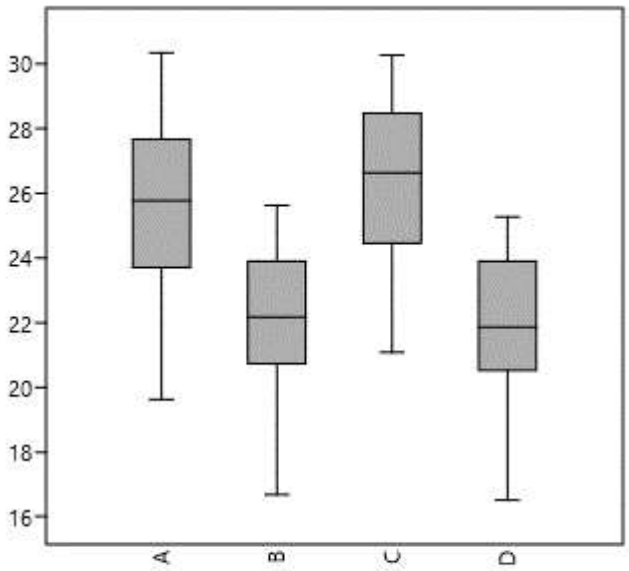
Fonte: Próprio autor, 2021.

Pôde-se verificar maiores diferenças percentuais dos trechos A e C em relação aos trechos B e D. Em cada trecho, porém nesta variável, os pontos A e C tiveram valores percentuais maiores de umidade em relação aos pontos B e D. Os percentuais de umidade relativa observados nos trechos A e C justificam pela tendência de elevados índices estarem, geralmente, associados a temperaturas menores, influenciando sobre o efeito da umidade no conforto térmico.

A diferença de umidade entre os pontos A e B, A e D, C e B e os pontos C e D, é de aproximadamente de 3,99%. Já entre os pontos A e C e os pontos B e D, não há diferença significativa entre a umidade é por volta de 0,53%.

Ao analisar o comportamento dos dados referente a umidade relativa (figura 15) constatou-se que o conjunto de dados nos quatros trechos analisados são simétricos, não sendo observado a presença *outiers*.

Figura 15: BOXPLOT da umidade



Fonte: Próprio autor, 2021.

Cabe ressaltar a variabilidades entre os conjunto de dados foram similar entre os trechos analisados, tendo destaque ao trechos B e D com médias inferiores.

Para os comportamentos de temperatura média e umidade média relativa do ar observados nos gráficos gerados foi possível criar a tabela 3, relacionando essas informações a sensação térmica (Tabela 1) e como a variação de temperatura influencia o conforto térmico relacionando as respostas físicas apresentadas pelo corpo humano (Tabela 2).

Tabela 3: Correlações dos comportamentos

Ponto	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Tabela 1 (°C)	Tabela 2	
				Sensação Térmica	Resposta Física
A	35,33	25,76	35	Quente	Aumento de tensão por transpiração e aumento de fluxo sanguíneo
B	36,71	22,30	40	Muito quente	Problemas de Regulação
C	35,71	26,64	35	Quente	Aumento de tensão por transpiração e aumento de fluxo sanguíneo
D	39,50	22,13	40	Muito quente	Problemas de Regulação

Fonte: Próprio autor, 2021.

Essas correlações que podem ser observadas mostram que quanto menor a temperatura, maior será a umidade, pontos A e C, enquanto nos pontos B e D 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 maior umidade em relação a locais sem presença de árvores.

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 4 se encontram os valores médios para os dados coletados (temperatura e umidade) para os quatro pontos.

Tabela 4: Valores médios de temperatura e umidade.

Ponto	Temperatura (°C)	Umidade (%)
A	35,33a	25,76c
	(0,037)	(0,109)
B	39,17b	22,30d
	(0,033)	(0,102)
C	35,71a	26,64c
	(0,031)	(0,096)
D	39,50b	22,13d
	(0,031)	(0,101)

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

Fonte: Próprio autor, 2021.

A análise de variância indicou uma diferença significativa em pelo menos uma das médias do tratamento, com essa informação aplicou-se o Teste de Tukey (nível de 5% de probabilidade), indicando diferenças significativas entre as áreas arborizadas (Pontos A e C) das áreas sem presença de arborização (Pontos B e D), já entre os pontos A e C não apresentaram diferenças significativas, assim como nos pontos B e D.

Os resultados obtidos no trabalho corroboram com a afirmação de Vianna (2018), onde na mesma área percebe-se a diferença do local com vegetação e sem, podendo essa diferença de temperatura chegar em torno de 14°C e que em áreas próximas que possuem características semelhantes quase não existe variação, em

suas amostragens. Para Araújo, Saraiva e Grígio (2017), Souza (2016) e Silva e Pimentel (2019), a sensação e o conforto térmico em áreas arborizadas apresentavam-se confortável e nos 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.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou identificar se há influência da vegetação no clima urbano no município de Gurupi. Os locais analisados mostraram variações quando comparados, os pontos com presença de arborização dos que não possuía cobertura vegetal, obtendo alterações de condicionantes intrínsecos ao conforto térmico e na relação com os aspectos morfológicos.

A coleta de dados, de temperatura do ar e umidade relativa do ar, realizado com equipamentos apropriados, mostrou indícios de como a vegetação influencia no microclima de Gurupi, constatado que onde apresenta árvores a temperatura foi mais baixa e a umidade mais alta, quando comparados com os locais sem cobertura vegetal.

Um dos resultados que podem corroborar com a conclusão acima, em que a vegetação melhora de forma significativa o conforto térmico, foi a diferença de 4,71°C, temperatura, e 2,94 %, umidade relativa, obtido da temperatura média do dia 15 de agosto de 2021, onde os pontos comparados foram o A e B, ambos localizados no IFTO – campus Gurupi, em que A possui cobertura vegetal e B não tem presença de árvores, estando distante aproximadamente 94 metros. Outro resultado é comparando os pontos C e D, nesse mesmo dia, em que o ponto C em relação ao ponto D, apresentou uma diferença de 5,40°C a menos e umidade de 4,57% a mais, sendo esses pontos distantes aproximadamente 123 metros entre si.

Por fim, a vegetação para regiões de clima tropical, se mostra como uma alternativa para melhorar o conforto térmico, visando que ela diminui a temperatura do ar e aumenta a umidade relativa, além de proporcionar sombreamento e bem-estar físico e social aos habitantes. Sendo assim, a arborização urbana pode ser uma solução adequada tanto na etapa do planejamento urbano, já considerando áreas verdes, quanto para auxiliar em áreas já construídas, sendo de fácil aplicação.

REFERÊNCIAS

ABRAHIM, Roger, Cidade Floresta e Energia. II Seminário Internacional de Arquitetura Tropical de Manaus, Manaus AM ,1998, pág 37-51.

ABREU, L. V. Avaliação da escala de influência da vegetação no microclima por diferentes espécies arbóreas. 154 f. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ALMEIDA JÚNIOR, Nicácio Lemes de. Estudo de clima urbano: uma proposta metodológica. 2005. Dissertação (Mestre em Física e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

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.

ARAUJO, R. R. O Conforto térmico e as implicações na saúde: uma abordagem preliminar sobre os seus efeitos na população urbana de São Luís-Maranhão. Revista Cadernos de Pesquisa. São Luís, v.19, n.3, set./dez. 2012. Disponível em: <http://www.pppg.ufma.br/cadernosdepesquisa/uploads/files/Artigo%203(43).pdf >. Acesso em: 24 de outubro de 2021.

BARBUGLI, R. A. Influência do ambiente construído na distribuição das temperaturas do ar em Araraquara/SP. 2004. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

BARTHOLOMEI, C. L. B. Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído. Tese Doutorado em Saneamento e Ambiente – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas. 186 p., Campinas, 2003.

BORGES, M. G. E. Influência do ambiente construído no microclima urbano: Estudo de caso no campus da Universidade Federal de Santa Catarina. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

BRANDÃO, A. M. P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO, C. A. F; MENDONÇA, F. (Orgs.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003. p.121-153.

CARFAN, A.C.; GALVANI, E.; NERY, J.T. O efeito do sombreamento no conforto térmico. Estudo de caso: cidade de São Paulo. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, 2010.

CONTI, J. B. Objeto e método da climatologia. Revista do Departamento de Geografia, v. 18, p. 89 – 94, 2006.

COSTA, A. D. L. Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2003.

DIAS, M. A. F. S.; SILVA, M. G. A. J. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=6sYjDAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT5&dq=clima&ots=uWm8oaY_hW&sig=9aCADCRDVevDgBv7CFP19nmhATo#v=onepage&q=clima&f=false. Acesso em: 25 de fevereiro de 2021.

ECAPJr. Guia de arborização urbana. Universidade Estadual de São Paulo. São Paulo. 2017. Disponível em: https://www.registro.unesp.br/Home/graduacao5111/2017-meio-ambiente-guia-de-arborizacao-urbana-do-municipio-de-registro-1.pdf. Acesso em: 15 de março de 2021.

EMBRAPA. Climas. S.d. Disponível em: http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm. Acesso em: 25 de fevereiro de 2021.

FROTA A. B., SCHIFFER S. R. MANUAL de Conforto Térmico. 7. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2006. Disponível 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: 08 de março 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 online, v. 7, n. 10, p. 94-106, 2003.

GONÇALVES, A.; CAMARGO, L. S.; SOARES, P. F. Influência da vegetação no conforto térmico urbano: Estudo de caso na cidade de Maringá – Paraná. Anais do III Seminário de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, 2012.

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.

KACHIGAN, S. K. Statistical Analysis – An Interdisciplinary Introduction to Univariate and Multivariate Methods. Radius Press. New York. 1986.

KAPLAN, S. The restorative benefits of nature: toward an integrative framework. Journal of Environmental Psychology, v. 15, p. 169-182, 1995.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BUENO-BARTHOLOMEI, C. L.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. Fórum Patrimônio, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

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.

LOIS, E.; LABAKI, L. C., (2001). Conforto térmico em espaços externos: uma revisão. Anais do ENCAC 2001 - VI Encontro Nacional e III Encontro Latino-americano sobre Conforto no Ambiente Construído, São Pedro.

LOMBARDO, M.A. Ilhas de Calor nas Metrópoles: o exemplo de São Paulo. São Paulo: HUCITEC, 1985. 244p. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/97783. Acesso em: 24 de fevereiro de 2021.

MASCARÓ, L. J. Ambiência urbana: urban environment. Porto Alegre: Sagra D. C. Luzzato, 1996.

MASCARÓ, Juan José. Significado ambiental-energético da arborização urbana. Revista de Urbanismo e Arquitetura, Salvador, v. 7. n. 1. jan/jun 2006 (versão original digitalizada v.1. n.9. jan./ jun. 2006). Disponível em:<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/rua/issue/view/352/showToc>. Acesso em: 23 de outubro de 2021.

MCPHERSON, G.; NOWAK, D; HEISLER, G.; GRIMMOND, S.; SOUCH, C.; GRANT, R.; ROWNTREE, R. Quantifying urban forest structure, function, and value: the Chicago Urban Forest Climate Project. Urban Ecosystems, v. 1, p. 49-61, 1997.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. F. (Org.). Clima urbano. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

MURTEIRA, B. Análise Exploratória de Dados – Estatística Descritiva. McGraw-Hill. 1993.

NICODEMO, M. L. F.; PRIMAVESI, O. Por que manter árvores na área urbana? São Carlos: Embrapa, 2009. Disponível em: http://www.cppse.embrapa.br/080servicos/070publicacaogratuita/documentos/documentos89.pdf. Acesso em: 28 de março de 2021.

NUCCI, J. C. Análise Sistêmica do Ambiente Urbano, Adensamento e Qalidade Ambiental. Artigo publicado na revista PUC SP Ciências Biológicas e do Ambiente, São Paulo, v. 1, n. 1 p. 73-88, 1999.

OLIVEIRA, A. S.; SANCHES, L.; DE MUSIS, C. R.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Benefícios da arborização em praças urbanas - o caso de Cuiabá/MT. v. 9, n. 9, p. 1900-15, fev, 2013.

OLIVEIRA, F. Clima Tropical. [*S. l.*], 22 fev. 2019. Disponível em: https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/clima-tropical. Acesso em: 25 de fevereiro de 2021.

OMS, Organización Mundial de la Salud. Atlas de la salud y del clima. Ginebra, 2012. 64 p. Disponível em <http://apps.who.int/iris/handle/10665/112303>. Acesso em: 24 de outubro de 2021.

PAIVA, J. P. M. Análise microclimática em conjuntos habitacionais: o caso do conjunto Ceará – Fortaleza/CE. 2010. Dissertação (Mestrado em geografia). Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010.

PAZ, L. H. F. A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas-TO. 2009. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

PIAZZA, F. C. P., MIRANDA, M. E. S. Avaliação do conhecimento dos hábitos de exposição e de proteção solar dos adolescentes do colégio de aplicação univali de Balneário Camburiú (SC). 2007. Dispónível em:https://siaibib01.univali.br/pdf/Fatima%20Piazza%20e%20Maria%20Miranda.pdf Acesso em: 29 de setembro de 2021.

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

PIRES, E. G.; FERREIRA, M. E. Monitoramento da temperatura de superfície em áreas urbanas utilizando geotecnologias. In: Simpósio Regional de

Geoprocessamento e sensoriamento remoto, 1, 18- 21 nov., Aracaju. Anais... Aracaju, UFS 2014. p. 477 - 481. Disponível em: <http://www.resgeo.com.br/geonordeste2014/anais/doc/pdfs/88.pdf>. Acesso em: 20 de outubro de 2021.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. 2. Ed. São Paulo:Pró-Editores, 2000.

ROMERO, Marta Adriana Bustos. Arquitetura bioclimática dos espaços públicos. Editora UNB: Brasília, 2001.

SANTA'NNA NETO, J. (Org.). Os climas das cidades brasileiras. São Paulo: Presidente Prudente, 2002.

SARDO, J.; PITZ, J. W.; HILLESHEIM, W. T.; PITZ, I.W.; NEVES, L. O. Análise do índice de sensação térmica para a cidade de Rio do Sul – SC. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer- Goiânia, v.9, n.17 p.54, 2013.

SEPLAN-TO. Perfil econômico dos municípios. Palmas, 2015. Disponível em: https://central3.to.gov.br/arquivo/467904/. Acesso em: 13 de março de 2021.

SHARMS, J. C. A.; GIACOMELI, D. C.; SUCOMINE, N. M. Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos. REVSBAU, Piracicaba – SP, v.4, n.4, p.1-16, 2009.

SILVA, I.M.; GONZALEZ, L.R.; SILVA FILHO, D.F. Recursos naturais de conforto térmico: Um enfoque urbano. Rev. Sbau, Piracicaba-SP, v.6, n.4, p.35-50, 2011.

SILVA FILHO, D. F. da. Silvicultura urbana: o desenho florestal da cidade. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF, 2003. Disponível em: https://www.ipef.br/silvicultura/urbana.asp. Acesso em: 15 de março de 2021.

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.

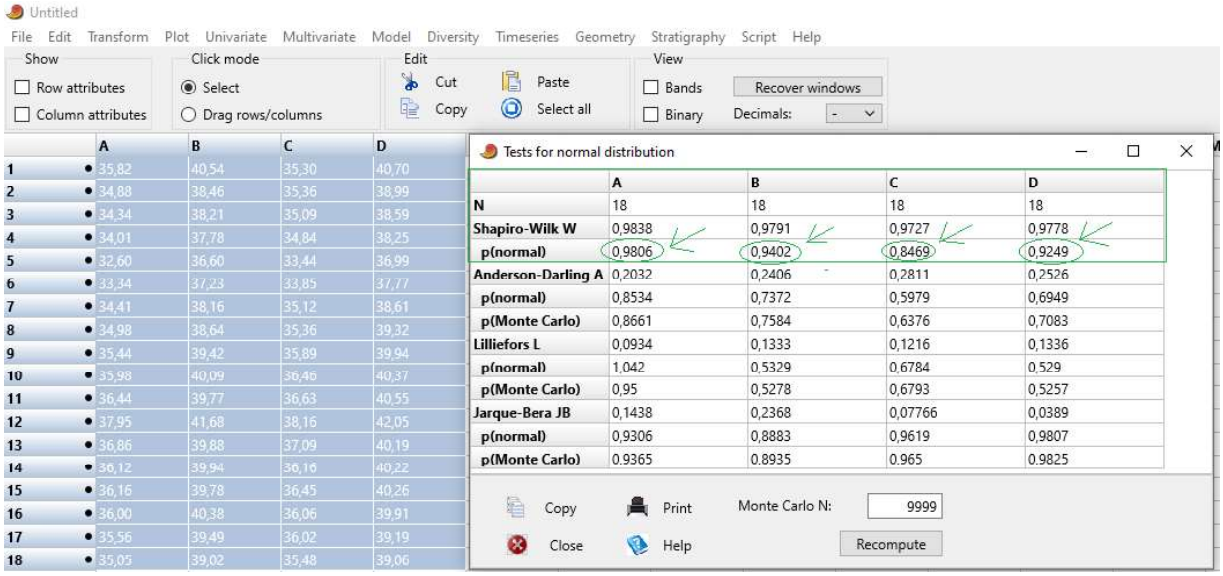
Campus Cuiabá – Bela Vista. Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. 2016.

SOUZA, A. S. et al. Análise do conforto térmico em pontos distintos do Município de Paragominas-PA. (s/d). Disponível em: <http:qwww. http://sic2011.com/sic/arq/374691250886374691250 8.pdf>. Acesso em: 29 setembro 2021.

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia, Versão Digital 2, 2006. v.1. Disponível em: http://www.agritempo.gov.br/publish/publicacoes/livros/METEOROLOGIA_E_CLIMTOLOGIA_VD2_Mar_2006.pdf. Acesso em 24 de outubro de 2021.

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

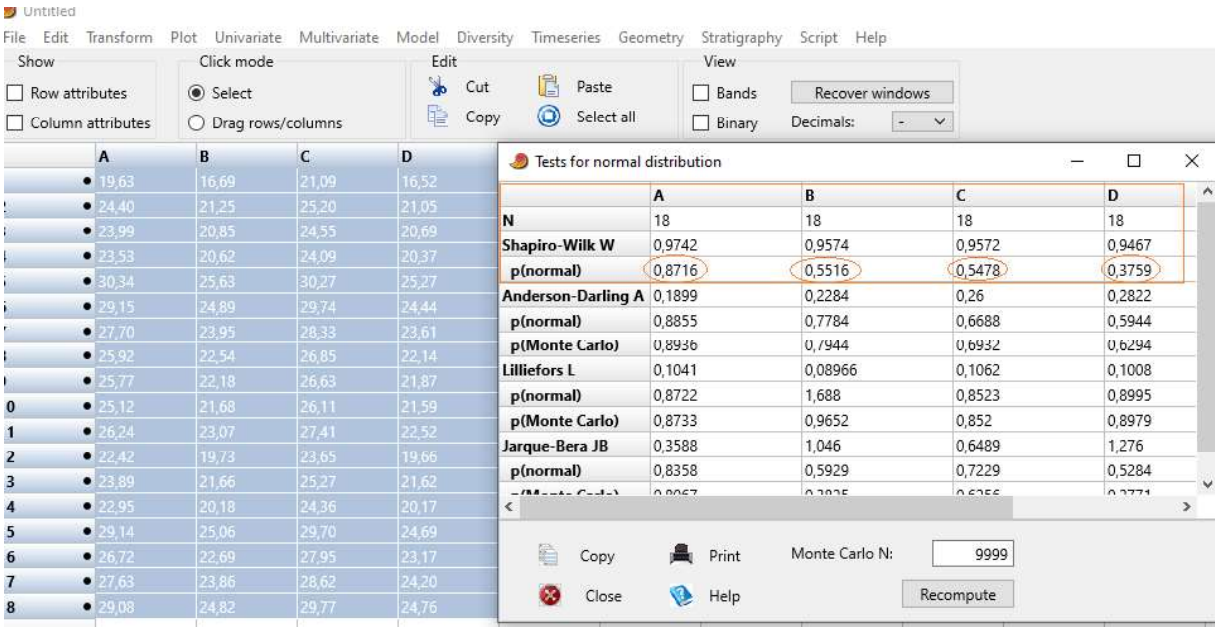
APÊNDICE A – ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA



	A	B	C	D
1	35,82	40,54	35,30	40,70
2	34,88	38,46	35,36	38,99
3	34,34	38,21	35,09	38,59
4	34,01	37,78	34,84	38,25
5	32,60	36,60	33,44	36,99
6	33,34	37,23	33,85	37,77
7	34,41	38,16	35,12	38,61
8	34,98	38,64	35,36	39,32
9	35,44	39,42	35,89	39,94
10	35,98	40,09	36,46	40,37
11	36,44	39,77	36,63	40,55
12	37,95	41,68	38,16	42,05
13	36,86	39,88	37,09	40,19
14	36,12	39,94	36,16	40,22
15	36,16	39,78	36,45	40,26
16	36,00	40,38	36,06	39,91
17	35,56	39,49	36,02	39,19
18	35,05	39,02	35,48	39,06

	A	B	C	D
N	18	18	18	18
Shapiro-Wilk W	0,9838	0,9791	0,9727	0,9778
p(normal)	0,9806	0,9402	0,8469	0,9249
Anderson-Darling A	0,2032	0,2406	0,2811	0,2526
p(normal)	0,8534	0,7372	0,5979	0,6949
p(Monte Carlo)	0,8661	0,7584	0,6376	0,7083
Lilliefors L	0,0934	0,1333	0,1216	0,1336
p(normal)	1,042	0,5329	0,6784	0,529
p(Monte Carlo)	0,95	0,5278	0,6793	0,5257
Jarque-Bera JB	0,1438	0,2368	0,07766	0,0389
p(normal)	0,9306	0,8883	0,9619	0,9807
p(Monte Carlo)	0.9365	0.8935	0.965	0.9825

APÊNDICE B – ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA UMIDADE



	A	B	C	D
1	19,63	16,69	21,09	16,52
2	24,40	21,25	25,20	21,05
3	23,99	20,85	24,55	20,69
4	23,53	20,62	24,09	20,37
5	30,34	25,63	30,27	25,27
6	29,15	24,89	29,74	24,44
7	27,70	23,95	28,33	23,61
8	25,92	22,54	26,85	22,14
9	25,77	22,18	26,63	21,87
10	25,12	21,68	26,11	21,59
11	26,24	23,07	27,41	22,52
12	22,42	19,73	23,65	19,66
13	23,89	21,66	25,27	21,62
14	22,95	20,18	24,36	20,17
15	29,14	25,06	29,70	24,69
16	26,72	22,69	27,95	23,17
17	27,63	23,86	28,62	24,20
18	29,08	24,82	29,77	24,76

	A	B	C	D
N	18	18	18	18
Shapiro-Wilk W	0,9742	0,9574	0,9572	0,9467
p(normal)	0,8716	0,5516	0,5478	0,3759
Anderson-Darling A	0,1899	0,2284	0,26	0,2822
p(normal)	0,8855	0,7784	0,6688	0,5944
p(Monte Carlo)	0,8936	0,7944	0,6932	0,6294
Lilliefors L	0,1041	0,08966	0,1062	0,1008
p(normal)	0,8722	1,688	0,8523	0,8995
p(Monte Carlo)	0,8733	0,9652	0,852	0,8979
Jarque-Bera JB	0,3588	1,046	0,6489	1,276
p(normal)	0,8358	0,5929	0,7229	0,5284

APÊNDICE C – TABELA ANOVA DA TEMPERATURA

RESUMO

Grupo	*Contagem*	*Soma*	*Média*	*Variância*
A	18	635,9534	35,33074	1,666701
B	18	705,0618	39,1701	1,621273
C	18	642,7707	35,70948	1,228631
D	18	710,9635	39,49797	1,461683

ANOVA

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Entre grupos (tratamentos GL: 4-1)	264,0867	3	88,02889	58,89907	7,02E-19	2,739502
Dentro dos grupos (GL_resíduo: (72-4)	101,6309	68	1,494572			
Total	365,7176	71				

APÊNDICE D – TABELA ANOVA DA UMIDADE

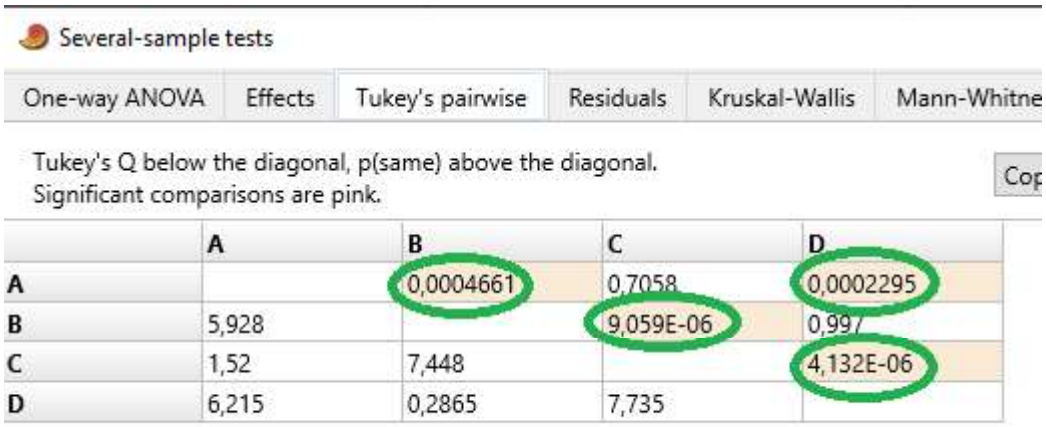
RESUMO

Grupo	*Contagem*	*Soma*	*Média*	*Variância*
A	18	463,6226	25,75681	7,874446
B	18	401,36	22,29778	5,124533
C	18	479,5819	26,64344	6,534365
D	18	398,3442	22,13023	4,9894

ANOVA

Fonte da variação	*SQ*	*gl*	*MQ*	*F*	*valor-P*	*F crítico*
Entre grupos	293,3323604	3	97,77745	15,94886	5,93E-08	2,739502
Dentro dos grupos	416,8866369	68	6,130686			
Total	710,2189973	71				

APÊNDICE E – TABELA DO TESTE DE TUKEY DA TEMPERATURA

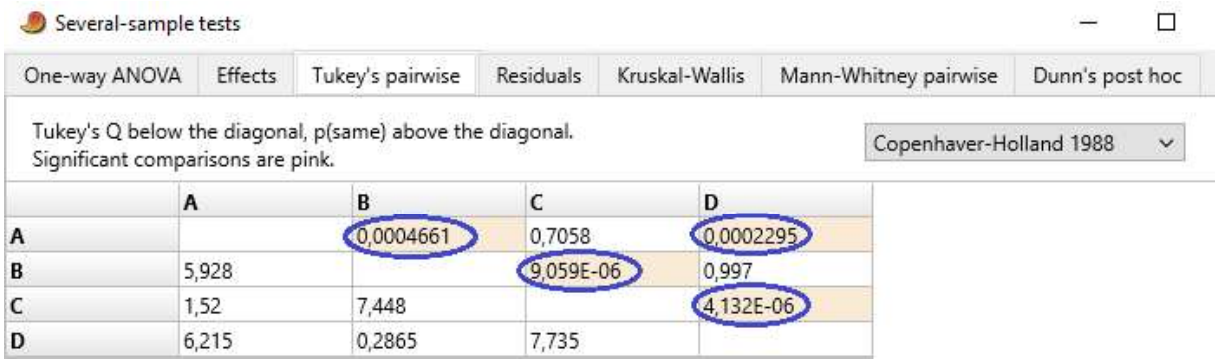


	A	B	C	D
A		0,0004661	0,7058	0,0002295
B	5,928		9,059E-06	0,997
C	1,52	7,448		4,132E-06
D	6,215	0,2865	7,735	

|temp_D- temp_B| =	0,327873	|temp_D - temp_B| < DMS ->	**NÃO rejeita Ho**
|temp_D - temp_C| =	3,78849	|temp_D - temp_C| > DMS ->	rejeita Ho
|temp_D - temp_A| =	4,16723	|temp_D - temp_A| > DMS ->	rejeita Ho
|temp_B - temp_C| =	3,460617	|temp_B - temp_C| > DMS ->	rejeita Ho
|temp_B - temp_A| =	3,839357	|temp_B - temp_D| < DMS ->	**Não rejeita Ho**
|temp_C - temp_A| =	0,37874	|temp_C - temp_D| > DMS ->	rejeita Ho

	QUADRO DE RESUMO	
TEMP_D	39,4979741	(b)
TEMP_B	39,1701013	(b)
TEMP_C	35,7094846	(a)
TEMP_A	35,3307444	(a)

APÊNDICE F – TABELA DO TESTE DE TUKEY DA UMIDADE



	A	B	C	D
A		0,0004661	0,7058	0,0002295
B	5,928		9,059E-06	0,997
C	1,52	7,448		4,132E-06
D	6,215	0,2865	7,735	

|umid_C- umid_A| =	0,89	|umid_C - umid_A| < DMS ->	**NÃO rejeita Ho**
|umid_C - umid_B| =	4,35	|umid_C - umid_B| > DMS ->	rejeita Ho
|umid_C - umid_D| =	4,51	|umid_C - umid_D| > DMS ->	rejeita Ho
|umid_A - umid_B| =	3,46	|umid_A - umid_B| > DMS ->	rejeita Ho
|umid_A - umid_D| =	3,63	|umid_A - umid_D| > DMS ->	rejeita Ho
|umid_B - umid_D| =	0,17	|umid_B - umid_D| < DMS ->	**NÃO rejeita Ho**

	QUADRO DE RESUMO	
UMID_C	26,64	(c)
UMID_A	25,76	(c)
UMID_B	22,30	(d)
UMID_D	22,13	(d)