



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Luiz Fernando Nogueira Silva

**FLORESTA URBANA: MICROCLIMAS E CONFORTO TÉRMICO EM
FRAGMENTOS DO CERRADO E DA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Bauru
2022



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO

Luiz Fernando Nogueira Silva

**FLORESTA URBANA: MICROCLIMAS E CONFORTO TÉRMICO EM
FRAGMENTOS DO CERRADO E DA FLORESTA ESTACIONAL
SEMIDECIDUAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Bauru, como requisito final para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Solange Gurgel de Castro Fontes.

Coorientador: Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria

Bauru
2022

S586f Silva, Luiz Fernando Nogueira
Floresta urbana: microclimas e conforto térmico em fragmentos do cerrado e floresta estacional semidecidual / Luiz Fernando Nogueira Silva. -- Bauru, 2022
83 p. : tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru
Orientadora: Maria Solange Gurgel de Castro Fontes
Coorientador: João Roberto Gomes de Faria

1. Microclima urbano. 2. conforto térmico. 3. fragmentos florestais.
I. Título.

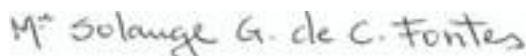
Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Câmpus de Bauru

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE LUIZ FERNANDO NOGUEIRA SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES, COMUNICAÇÃO E DESIGN - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 29 dias do mês de março do ano de 2022, às 09:00 horas, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de LUIZ FERNANDO NOGUEIRA SILVA, intitulada **Floresta urbana: Microclimas e conforto térmico em fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof.^a Dr.^a MARIA SOLANGE GURGEL DE CASTRO FONTES (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo/FAAC/Unesp/Bauru, Prof. Associado MAXIMILIANO DOS ANJOS AZAMBUJA (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo/FAAC/Unesp/Bauru, Prof. Dr. RICARDO VICTOR RODRIGUES BARBOSA (Participação Virtual) do(a) Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo / PPGAU/FAU/UFAL. Após a exposição pelo mestrando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: Aprovado. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Prof.^a Dr.^a MARIA SOLANGE GURGEL DE CASTRO FONTES

AGRADECIMENTOS

À Deus, por conduzir o meu caminho, sustento e me fortalecer.

À Ana Beatriz, minha companheira, minha esposa e conselheira pela força e confiança. Ao Rafael e ao Luiz Felipe, meus filhos, pelas palavras de incentivo e apoio, meu repouso e minha esperança.

Aos meus pais, Daniel e Maria Rita (in memoriam) pelo incentivo, suporte e apoio incondicional, sem os quais seria absolutamente impossível o início dessa jornada e com certeza comemoram essa conquista lá no céu.

À Prof^a Dr^a Maria Solange Gurgel de Castro Fontes pela honra ter sido minha orientadora que pela sua dedicação, pelo dom e maestria na arte do ensino, pela compreensão nas horas difíceis, pela orientação generosa e competente que tornou possível a conclusão do meu mestrado.

Ao Prof. Dr. João Roberto Gomes de Faria pela coorientação desta dissertação.

Aos integrantes das bancas de qualificação e de defesa Prof. Dr. Maximiliano dos Santos Azambuja e Prof. Dr. Ricardo Victor Rodrigues Barbosa, pelas análises, críticas e sugestões valiosas que engrandeceram o trabalho realizado; em especial ao Maximiliano, por ter me oportunizado períodos de aprendizagem em estatística.

Aos amigos Murilo Cruciol Barbosa e Luiz Vitor Crepaldi Sanches que ajudaram nas medições em campo, a Lucia minha cunhada pela ajuda técnica e ao amigo Leonardo Diba Gonçalves Padovan que como docente do curso de Arquitetura e Urbanismo das Faculdades Integradas de Ourinhos – FIO forneceram os equipamentos para as medições microclimáticas.

Ao IPMet – Centro de Meteorologia de Bauru – FC/Unesp pelo fornecimento de dados meteorológicos.

E a muitas pessoas e instituições que contribuíram para a realização deste trabalho e a todas elas desejo expressar o meu profundo agradecimento.

Muito obrigado

RESUMO

As floresta urbanas podem contribuir para a criação de espaços mais agradáveis ao convívio humano e constituir espaços de resiliência frente ao sobreaquecimento urbano, intensificado pelas mudanças do clima. Nesse contexto, este trabalho visa identificar os microclimas e as condições de conforto térmico em uma floresta urbana, constituída por fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, com o objetivo de verificar se existem diferenças significativas entre os dois fragmentos e também entre eles e local externo a floresta (dados do Centro de Meteorologia de Bauru – IPMet). Para isso, a pesquisa foi conduzida no percurso da trilha do Jardim Botânico de Bauru-SP, que possui fragmentos com esses dois tipos de mata, através do monitoramento das variáveis temperatura do ar, temperatura de globo (necessário ao cálculo do índice PET- Temperatura Fisiológica Equivalente), velocidade do ar e umidade relativa do ar, além do levantamento do Fator de Visão do Céu (FVC). Nas condições de tempo “quente e úmido”, a floresta urbana contribuiu para redução máxima de até 2,8 °C na temperatura do ar e aumento de 17,5 % de umidade relativa do ar em relação ao IPMet, com redução microclimática média de 0,5 e 1,8 °C nos fragmentos do Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, respectivamente; diferenças entre os valores máximo do índice PET de até 1,5 °C entre os fragmentos (25,2 – 32,5 °C no Cerrado e 25,5 – 31 °C na Floresta Estacional). No período “quente e seco”, a floresta urbana contribuiu para uma redução máxima de até 1,2 °C na temperatura do ar e aumento de 13,2 % de umidade relativa do ar em relação ao IPMet, com redução das temperaturas média de 0,9 e 1,5 °C nos fragmentos do Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, respectivamente; diferenças entre os valores máximo do índice PET de até 3,8 °C entre os fragmentos (21,1 – 35,7 °C no Cerrado e 21,4 – 32,3 °C na Floresta Estacional). O Tratamento estatístico dos dados evidenciou diferenças significativas entre todos os locais avaliados no período quente e úmido. No entanto, no período quente e seco, as diferenças foram entre os dois fragmentos de mata e apenas entre a Floresta Estacional Semidecidual e o IPMet.

Palavras-chaves: Microclimas urbanos, Conforto térmico, fragmentos florestais.

ABSTRACT

Urban forests can contribute to the creation of more pleasant spaces for human coexistence and constitute spaces of resilience in the face of urban overheating, intensified by climate change. In this context, this work aims to identify the microclimates and conditions of thermal comfort in an urban forest, consisting of fragments of the Cerrado and the Seasonal Semideciduous Forest, with the objective of verifying whether there are significant differences between the two fragments and also between them and the location outside the forest (data from the Bauru Meteorology Center – IPMet). For this, the research was conducted along the trail of the Botanical Garden of Bauru-SP, which has fragments with these two types of forest, by monitoring the variables air temperature, globe temperature (necessary to calculate the PET-Temperature Equivalent Physiological), air velocity and relative humidity, in addition to the Sky View Factor (FVC) survey. In “hot and humid” weather conditions, the urban forest contributed to a maximum reduction of up to 2.8 °C in air temperature and an increase of 17.5 % in relative humidity in relation to IPMet, with an average microclimatic reduction of 0.5 and 1.8 °C in the Cerrado and Semideciduous Seasonal Forest fragments, respectively; differences between the maximum values of the PET index of up to 1.5 °C between the fragments (25.2 – 32.5 °C in the Cerrado and 25.5 – 31 °C in the Seasonal Forest). In the “hot and dry” period, the urban forest contributed to a maximum reduction of up to 1.2 °C in air temperature and an increase of 13.2 % in relative humidity in relation to IPMet, with a reduction in average temperatures of 0.9 and 1.5 °C in the Cerrado and Semideciduous Seasonal Forest fragments, respectively; differences between the maximum values of the PET index of up to 3.8 °C between the fragments (21.1 – 35.7 °C in the Cerrado and 21.4 – 32.3 °C in the Seasonal Forest). The statistical treatment of the data showed significant differences between all sites evaluated in the hot and humid period. However, in the hot and dry period, the differences were between the two forest fragments and only between the semideciduous seasonal forest and the IPMet.

Keywords: Urban microclimates, Thermal comfort, forest fragments

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da cidade de Bauru-SP	24
Figura 2 - Imagem aérea localização na trilha dos pontos de medição.....	26
Figura 3 - Placa dentro da trilha mostrando o percurso.....	26
Figura 4 -Trajeto na floresta estacional.....	26
Figura 5 – Localização Jardim Botânico e Unidade conservação.....	27
Figura 6- Registrador modelo <i>HOBO data logger</i>	29
Figura 7 - Ponto de medição na floresta estacional	29
Figura 8 - Ponto de medição cerrado	29
Figura 9 - Câmera fotográfica Nikon olho de peixe.....	29
Figura 10 - Imagens hemisféricas dos pontos.....	33
Figura 11 -Gráficos dos valores médios de temperatura e umidade.....	35
Figura 12 – Gráfico da umidade absoluta.....	35
Figura 13 – Gráfico tipo boxplot de temperatura quente úmido.....	38
Figura 14 – Gráfico tipo boxplot de umidade quente úmido.....	39
Figura 15 – Grafico dos valores médios do PET.....	40
Figura 16 - Imagens hemisféricas dos pontos.....	42
Figura 17 - Gráficos dos valores médios de temperatura e umidade.....	43
Figura 18 - Gráfico da umidade absoluta.....	44
Figura 19 - Gráfico tipo boxplot de temperatura quente seco.....	47
Figura 20 - Gráfico tipo boxplot de umidade quente seco	48
Figura 21 - Grafico dos valores médios do PET.....	49
Figura 22 - Síntese das variações microclimáticas.....	50

APÊNDICES

Apêndice I – Dados de temperatura e Umidade em condições de tempo quente e umido.....	61
I.a - Dados do IPMet.....	61
Tabela de dados dia 22/02/2021.....	61
Tabela de dados dia 24/02/2021.....	62
Tabela de dados dia 15/03/2021.....	63
I.b Medições dos pontos: cerrado e floresta estacional semidecidual.....	64
Tabela de dados cerrado dia 22/02/2021.....	64
Tabela de dados floresta dia 22/02/2021.....	65
Tabela de dados cerrado dia 24/02/2021.....	66
Tabela de dados floresta dia 24/02/2021.....	67
Tabela de dados cerrado dia 15/03/2021.....	68
Tabela de dados floresta dia 15/03/2021.....	69
I c – Dados das médias de temperatura e umidade dos pontos.....	70
Tabela das médias de temperatura cerrado.....	70
Tabela das médias de temperatura floresta.....	70
Tabela das médias de umidade relativa cerrado.....	70
Tabela das médias de umidade relativa floresta.....	70
Tabela das médias de temperatura IPMet.....	71
Tabela das médias de umidade relativa do IPMet.....	71
Tabela resumo das temperaturas.....	71
Tabela resumo das umidades relativas	71
Tabela umidade absoluta.....	72
Tabela PET cerrado.....	72
Tabela PET floresta.....	72
Tabela resumo PET.....	72
Apêndice II – Dados de temperatura e Umidade em condições de tempo quente e seco.....	73
II.a - Dados do IPMet.....	73
Tabela de dados dia 16/08/2021.....	73

Tabela de dados dia 17/08/2021.....	74
Tabela de dados dia 18/08/2021.....	75
I.b Medições dos pontos: cerrado e floresta estacional semidecidual.....	76
Tabela de dados cerrado dia 16/08/2021.....	76
Tabela de dados floresta dia 16/08/2021.....	77
Tabela de dados cerrado dia 17/08/2021.....	78
Tabela de dados floresta dia 17/08/2021.....	79
Tabela de dados cerrado dia 18/08/2021.....	80
Tabela de dados floresta dia 18/08/2021.....	82
I c – Dados das médias de temperatura e umidade dos pontos.....	82
Tabela das médias de temperatura cerrado.....	82
Tabela das médias de temperatura floresta.....	82
Tabela das médias de umidade relativa cerrado.....	82
Tabela das médias de umidade relativa floresta.....	82
Tabela das médias de temperatura IPMet.....	83
Tabela das médias de umidade relativa do IPMet.....	83
Tabela resumo das temperaturas.....	83
Tabela resumo das umidades relativas.....	83
Tabela umidade absoluta.....	84
Tabela PET cerrado.....	84
Tabela PET floresta.....	84
Tabela resumo PET.....	84

LISTA DE ABREVIações, SÍMBOLOS E SIGLAS

FVC – Fator de Visão do Céu

PET – Temperatura Equivalente Fisiológica

IPMet – Centro de Meteorologia de Bauru – FC/Unesp

IUFRO - União Internacional de Organizações de Pesquisa Florestal

ASHRAE American Society of Heating and Refrigerating Engineers

UTCI - Universal ThermalClimate

THI –Índice de Temperatura e Umidade

WBGT - Temperatura de Globo de Bulbo úmido

JBMB – Jardim Botânico Municipal de Bauru

RVS - Refúgio da Vida Silvestre

ARIE – Área de relevante interesse ecológico

UTM - Sistema de coordenadas - Universal Transverso de Mercator

NUCAM – Núcleo de Conforto Ambiental

FIO - Faculdades Integradas de Ourinhos

PVC - Policloreto de Vinila

ISO - Organização Internacional de Normalização

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivos.....	14
1.2.Estrutura geral da dissertação.....	15
2.FLORESTAS URBANAS	16
2.1. Definição de Florestas Urbanas.....	16
2.2. Microclimas em Florestas Urbanas.....	18
2.3. Conforto Térmico em Florestas Urbanas.....	21
3.MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Caracterização da área de estudo	25
3.2. Caracterização Botânica.....	27
3.3. Monitoramento de dados microclimáticos.....	28
3.4. Cálculo das Condições de Conforto Térmico.....	30
3.5. Tratamento estatístico dos dados.....	31
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Microclima e conforto térmico em condições de tempo Quente e Úmido..	32
4.1.1. Variações microclimáticas entre fragmentos florestais e IPmet.....	33
4.1.2. Tratamento estatístico em condições de tempo Quente e Úmido.....	37
4.1.3. Análise do conforto térmico.....	39
4.2. Microclima e conforto térmico em condições de tempo Quente e Seco....	40
4.2.1. Variações microclimáticas entre fragmentos florestais e IPmet.....	41
4.2.2. Tratamento estatístico em condições de tempo Quente e Seco.....	46
4.2.3. Análise do conforto térmico.....	48
4.3. Síntese dos resultados.....	49
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
7.APÊNDICES	61

1. INTRODUÇÃO

Nas cidades, a vegetação constitui um componente importante da estrutura urbana, em razão de suas funções ambientais, que proporcionam melhorias da qualidade de vida (MONTEIRO, 2015). Seja em forma de árvores isoladas ou agrupadas, a vegetação contribui para a criação de microclimas mais amenos, que favorecem o convívio social (LIMA NETO, 2011).

O agrupamento arbóreo em ruas, praças e parques, ao amenizar os microclimas, pode contribuir para o conforto térmico ao nível do pedestre. De acordo com Gartland (2010), a vegetação pode ainda amenizar os efeitos adversos da urbanização (causados pelo adensamento urbano, calor antropogênico, de veículos, processos industriais, entre outros) que geram o sobreaquecimento e a formação das ilhas de calor (SHASHUA-BAR; PEARMUTTER. ERELL, 2009; NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2011; EPA, 2011; KONG et al., 2014; CHEN et al. 2014; BROWN et al., 2015).

A busca pela qualidade térmica urbana tem gerado um incentivo as florestas urbanas em várias partes do mundo, como forma de estímulo a qualidade de vida, através da melhoria das condições ambientais (JIANG et al., 2015). Segundo Biondi (2015), floresta urbana é toda cobertura vegetal situada dentro da área urbana, que pode ser de domínio público ou particular e que se divide em áreas verdes e arborização de ruas. De acordo com esse conceito, todas as árvores situadas no perímetro urbano constituem a floresta urbana (ARAÚJO; ARAÚJO, 2011).

Apesar da importância de florestas urbanas para a qualidade ambiental, ainda existe uma carência de áreas verdes em cidades brasileiras, e a legislação do parcelamento do solo urbano em vigor (BRASIL, 1979) exige destinação de 35% de áreas públicas, mas que incluem circulação, equipamentos públicos de lazer, educação e saúde e espaços livres públicos em geral. A melhoria dessa questão exigiria uma regulamentação sobre diferentes padrões de adensamento arbóreo, com mais incentivos aos fragmentos com vegetação, com o objetivo de preservar a biodiversidade da flora e fauna locais.

Estudos sobre florestas urbanas no Brasil têm como foco o impacto das florestas no seu entorno imediato. A maioria dos trabalhos foi desenvolvida na região sul, especialmente em remanescentes de Florestas Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), porém há poucos em outros biomas como o cerrado em transição, da região centro oeste e no interior de São Paulo, e a Floresta Estacional Semidecidual de transição com a Mata Atlântica (BARROS,et.al. 2010), (ABREU,et.al.2011).

Nesses estudos sobre microclimas em florestas urbanas o foco é o impacto nos microclimas imediatos (MARTINI et al. 2017), constituídos por pontos fora da mata. No entanto, há carência em relacionar os microclimas em diferentes tipos de mata e o impacto nas condições de conforto térmico. Nesse contexto, essa pesquisa busca contribuir com essa questão ao propor identificar as condições microclimáticas e de conforto térmico em dois fragmentos de mata (Floresta Estacional Semidecidual e do Cerrado) em uma trilha no Jardim Botânico, localizado na cidade de Bauru-SP, uma Unidade de Conservação Estadual e Municipal e importante ponto turístico da cidade e região.

1.1 Objetivos

Geral:

Identificar se existem diferenças microclimáticas significativas em fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual de uma floresta urbana e o quanto elas impactam os microclimas externos (sem influência da vegetação) e as condições de conforto térmico locais, em condições de tempo quente.

Específicos:

- Identificar as variações de temperatura e umidade do ar nesses fragmentos em condições de “tempo quente e úmido” e “quente e seco”;
- Verificar as variações dos índices PET (Temperatura Fisiológica Equivalente) em condições de “tempo quente e úmido” e “quente e seco”;
- Determinar as características morfológicas dos fragmentos de mata, em condições de “tempo quente e úmido” e “quente e seco”.

1.2.Estrutura geral da dissertação

Com fim de organizar o conteúdo, a dissertação foi estruturada em quatro capítulos, que inicia pela introdução, que contextualiza o tema Florestas Urbanas, caracteriza e destaca a importância do estudo e expõe sobre os objetivos geral e específicos.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica focada na Floresta Urbana, em relação as definições utilizadas por diferentes autores, aborda o conceito usado para designar o conjunto da vegetação arbórea nas cidades como Arborização Urbana e Floresta Urbana, além de estudos que relacionam os microclimas com as condições de conforto térmico.

O terceiro capítulo é sobre materiais e métodos, apresenta os processos e equipamentos utilizados, detalha a caracterização do local de pesquisa, trata do monitoramento microclimático e a da avaliação do conforto térmico.

O quarto capítulo apresenta os resultados e discussões com abordagem sobre os microclimas e conforto térmico em condições de tempo quente e úmido e em tempo quente e seco. Completando com uma discussão conjunta dos dois períodos avaliados, entre os pontos IPMet, Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, com os testes estatísticos para avaliar se as diferenças encontradas foram estatisticamente significativas.

2. FLORESTAS URBANAS

A revisão bibliográfica é focada no tema floresta urbana em relação as definições por diferentes autores, aos estudos que monitoram seus microclimas e abordam o impacto em relação as bordas e o entorno imediato sem a influência da vegetação, além de estudos que relacionam os microclimas com as condições de conforto térmico.

2.1 Definição de Floresta Urbana

No Brasil, a arborização e floresta Urbana constituem termos para designar toda a vegetação arbórea presente nas cidades, os quais foram influenciados pelas definições utilizadas no Canadá e Estados Unidos, a partir da década de sessenta (GREY; DENEKE, 1986). Devido ao crescimento das cidades e a influência do conjunto arbóreo criando um crescente interesse por métodos e técnicas para melhor aproveitamento surgiu o conceito de “*Urban Forest*” (Floresta Urbana).

Grey e Deneke (1986) explicam que o autor canadense Erik Jorgensen, no ano de 1970, descreveu a Floresta Urbana como o conjunto de todas as árvores da cidade (nas ruas, áreas de recreação, bacias hidrográficas, entre outras) e suas interfaces e espaços de influências. De acordo com esses autores, a maneira mais fácil de entender o conceito de Floresta urbana é através de imagem aérea da cidade, como as disponíveis no *google maps*, que possibilitam a visualização de todas as área verdes, seja os fragmentos de florestas, assim como a cobertura da copa das árvores isoladas ou agrupadas.

A floresta urbana é toda vegetação arbórea presente nas cidades e ao redor dela (em ruas, praças, parques, áreas de conservação, entre outras), desde as pequeno porte até as grandes regiões metropolitanas (MILLER, 1997). Essa definição foi rejeitada por muitos autores (HULTMAN, 1976; RYDBERG; FALCK, 2000), que discordaram que o conjunto de árvores isoladas da cidade é parte integrante de uma floresta. Para esses autores, árvores e florestas devem ser entendidas como componentes distintos, principalmente em relação ao tratamento e administração. Hultman (1976), por exemplo, cita que a IUFRO (União Internacional de Organizações de Pesquisa Florestal) adotou os termos

"*Arboriculture and Urban Forestry*" (Arboricultura e Manejo de Florestas Urbanas), os quais distingue a arborização urbana da floresta presente nas cidades .

A Floresta urbana está relacionada com cobertura vegetal dos diversos espaços do perímetro urbano (ROSETTI et al., 2010), assim, a floresta urbana resultaria da soma das áreas verdes sejam públicas, privadas, além da arborização de ruas, também denominada de arborização viária (KIRCHNER et al., 1990).

Biondi (2015), ao citar diferentes autores (RATHMANNA et.al. 2020; SU et al. 2020; BATISTA et al., 2018; MARTINI et.al., 2017), mostra o efeito benéfico da presença da vegetação nas cidades, especialmente sua contribuição na criação de microclimas mais amenos.

2.2 Microclimas em Florestas Urbanas

Os microclimas em áreas urbanas são determinados pelo balanço de energia, que depende de fatores geográficos e morfológicos, como as propriedades das superfícies e as variáveis meteorológicas (MINELLA, et.al. 2011). O efeito sobre a temperatura do ar é proporcional à parcela de céu visível (Fator de Visão do Céu – FVC) e às características termofísicas dos materiais das superfícies, dentre outros fatores temporais e espaciais. Conforme observado por Yang et al. (2013), há forte correlação entre a elevação da temperatura do ar e o aumento do FVC.

Assim, diferentes valores para o FVC definem a variação no balanço de radiação e, conseqüentemente, os distintos níveis de armazenamento de energia, que podem afetar as variações de temperatura e umidade do ar. Essas constatações são confirmadas em pesquisas desenvolvidas por OKE (1981), que observou a influência da geometria urbana e o papel do FVC na formação de ilhas de calor noturna em condições atmosféricas estáveis.

O FVC também é determinado nos estudos em área com vegetação, para estimar o nível de sombreamento em diferentes espaços dentro de um parque como o estudo desenvolvido por Lin et al. (2012). Os autores obtiveram forte

correlação entre o FVC de cada área do parque e as condições do ambiente térmico mais adequado aos usuários nas estações de verão e inverno.

Além da determinação da relação entre nível de sombreamento e microclimas, estudos sobre florestas urbanas (RAYMUNDO et al., 2020; MARTINI; BIONDI, 2015; SILVA et al., 2014, WANG et al., 2015, entre outros) enfatizam seus microclimas em relação ao entorno, e mostram que a vegetação urbana pode influenciar as temperaturas locais por meio de seus efeitos biofísicos no balanço de energia da superfície. No entanto, o resfriamento ou aquecimento da vegetação depende muito das características climáticas locais, bem como do estado de vegetação. Ainda segundo esses autores, as observações de campo, restritas a poucas cidades, limitam um maior entendimento dos efeitos microclimáticos. No entanto, evidenciam que o resfriamento proporcionado pela vegetação é geralmente mais forte durante os períodos diurnos, em estações quentes, em zonas de baixa latitude, enquanto o aquecimento geralmente ocorre em contextos opostos.

A presença de vegetação em ambientes urbanos contribui para os processos de evapotranspiração e absorção da radiação (SABRIN et al., 2021), que favorecem o aumento da umidade do ar. Como reforça Zheng et al. (2021), a transpiração das árvores promove resfriamento e umidificação dos ambientes onde estão inseridas, além de ser uma fonte para o fluxo de calor latente.

Raymundo et al. (2020) analisaram a influência microclimática entre floresta urbana com Araucária (Floresta Ombrófila Mista Montana), a partir de monitoramento dentro do fragmento de floresta conhecido como “Capão do Tigre”, no Jardim Botânico da Universidade Federal do Paraná em Curitiba-PR, e outro fora desse fragmento. Em todas as estações do ano, o ponto fora do fragmento apresentou as maiores médias de temperatura em relação a borda e centro do fragmento florestal. A maior diferença de temperatura entre os locais foi na estação do outono (3,31 °C), seguido da estação do verão (3,10 °C), inverno (2,69 °C), e por último a estação da primavera (2,44 °C). Para a umidade relativa, a variação foi inversa da temperatura, com valores maiores na borda e no interior do fragmento, cuja maior diferença foi de 13,5 % na estação do outono, entre os pontos dentro e fora do fragmento.

Silva et al. (2014) também detectaram uma diferença de 17,8% entre a umidade relativa do ar no interior e o exterior do fragmento no Bosque João Carlos Hartley Gutierrez em Curitiba - PR. O maior percentual de umidade nas áreas de florestas está relacionado à densidade e à área da copa, a altura da árvore e seu efeito em atenuar a radiação solar, e o processo de evaporação e a transpiração do solo e plantas (evapotranspiração), que contribui para retirar calor e liberar umidade no ar.

Esse fato também ocorreu na pesquisa desenvolvida por Martini e Biondi (2015), no Parque Municipal do Barigui em Curitiba - PR, cujas temperaturas máximas registradas foram de 24,1 °C no exterior, e de 19,8 °C no centro do fragmento florestal. A amenização microclimática de 4,3 °C ocorreu devido ao sombreamento proporcionado pelas árvores e a diferença de características dos materiais (asfalto, cimento, edificações, etc.), que contribui para que o ambiente sem vegetação emitia mais calor às superfícies (MARTELLI; SANTOS JR, 2015).

Para Wang et al. (2015), o efeito de resfriamento proporcionado pelas árvores na estação do verão duplica em relação aos dias frios. No período frio, a morfologia vegetal é diferente e altera o desempenho das árvores. Esse resultado também é compartilhado por Soldera, Batista e Martini (2014), em pesquisa realizada no mesmo local. Esses autores verificaram que a maior diferença de temperatura entre o interior e o exterior do fragmento é encontrada na estação do verão (5,19 °C), seguido da estação do outono (4,57 °C), inverno (3,16 °C), e por último a estação da primavera (2,86 °C).

Dacanal, Labaki e Silva (2010) realizaram comparações entre as médias das variáveis microclimáticas obtidas no interior de áreas verdes públicas, classificadas como parques e bosques públicos pela Prefeitura Municipal de Campinas, e constataram que a temperatura média do ar no período de verão é 1,76 °C mais baixa nos bosques do que na estação meteorológica. No outono essa diferença aumenta para 2,76 °C, e no inverno, para 2 °C. A diferença entre as médias das temperaturas máximas torna ainda mais evidente o frescor do interior dos bosques, pois a temperatura máxima do ar é aproximadamente 2,86 °C mais amena nos bosques no período de verão, 3,17 °C no outono e 2,53 °C no inverno.

O estudo microclimático do Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá MT, realizado por Barros et.al. (2010), em área formada por fragmentos de cerrado e mata ciliar, analisou os microclimas em três pontos: fora do parque, na borda e interior de uma trilha. Os resultados mostraram que a temperatura do ar no interior do parque apresentou amenizações máximas de 5 °C e na borda de 3,5 °C. Os resultados também indicaram que nas trilhas que seguem o contorno da área alagada ou a margem dos córregos constituíram microclimas com umidade relativa do ar em média 12% acima das registradas no ponto fora.

Segundo revisão realizada por Su et al. (2020), a vegetação urbana pode influenciar as temperaturas do ar por meio de seus efeitos biofísicos no balanço de energia da superfície. Esses efeitos produzem gradientes entre a temperatura do ar em espaços de vegetação e a temperatura do ar em espaços abertos, proporcionando resfriamento ou aquecimento da vegetação. Através de estudo em trinta e cinco cidades de cinco continentes, os autores mostram que o resfriamento proporcionado pela vegetação é geralmente mais forte durante os períodos diurnos, em estações quentes, em zonas de baixa latitude, para terras florestais e na fase de crescimento das folhas, enquanto o aquecimento da vegetação geralmente ocorre em contextos opostos. A vegetação urbana começa a exercer consideráveis efeitos de resfriamento quando a temperatura média do ar externa (fora da floresta) é maior que 10,0 °C, mas tem um ligeiro efeito de aquecimento quando é menor 10,0 °C. Além disso, o resfriamento da vegetação aumenta drasticamente quando a evapotranspiração é menor que 61,7 mm/mês ou quando a área de vegetação urbana é maior que 35,2 ha.

2.3 Conforto Térmico em Florestas Urbanas

As florestas urbanas, ao permitirem o contato da população com a natureza, podem contribuir para aumentar a resiliência ao estresse ou mesmo reduzi-lo, promover a saúde física e mental, ter um impacto positivo no humor das pessoas. Isso ocorre, pois os parques urbanos e áreas verdes residenciais, ao permitirem a recreação, atuam como ambiente terapêutico, que podem ainda influenciar o conforto térmico humano, que é subjetivo.

Do ponto de vista climatológico, as florestas urbanas e espaços verdes contribuem para a criação de microclimas agradáveis ao reduzir a temperatura do ar no interior e borda em relação a espaços mais afastados. Por isso, as condições térmicas favoráveis contribuem para neutralizar os efeitos nocivos à saúde e ao conforto urbano, como demonstra o estudo realizado por Rathmann et al. (2020), que conecta o bem-estar humano com as condições bioclimáticas dentro de uma floresta urbana de Augsburg, no sudeste da Alemanha.

Martini e Biondi (2015), além de estudarem os microclimas em fragmento de floresta urbana localizado dentro de um campus da Universidade Federal do Paraná, avaliaram as condições de conforto térmico, através do índice UTCI - Universal ThermalClimate (ISB, 2003), que foi desenvolvido pela Sociedade Internacional de Biometeorologia. Os autores compararam esse fragmento, constituído por um bosque de pinus, com uma área gramada e um estacionamento. Os resultados mostraram diferenças estatisticamente comprovadas entre as áreas, cujas condições de conforto no bosque apresentou a classe predominante “sem estresse” em todas as estações do ano.

Oliveira (2021) demonstra haver forte correlação positiva entre dados microclimáticos (temperatura do ar e umidade relativa do ar) com os índices de conforto térmico. O autor indica que acréscimos de valores de temperatura do ar, seja isolada ou em conjunto com diminuição da umidade relativa do ar, são responsáveis diretos por aumentos significativos no estresse térmico de ambientes urbanos.

Chow et al (2016) avaliaram microclimas em um parque urbano de Cingapura (Jardim Botânico) para identificar como as diferentes coberturas do solo (uma floresta tropical, vale de palmeiras, um corpo d'água e um centro de visitação do parque) influenciam as condições de conforto objetivas (conforto calculado), e subjetivas (condições de conforto real, levantadas junto a 1575 usuários). Para o conforto calculado, os autores utilizaram os índices de Temperatura e Umidade (THI), a Temperatura Equivalente Fisiológica (PET) e Bulbo Úmido Temperatura de Globo (WBGT).

Os resultados mostraram diferenças entre microclimas e conforto calculado e medido em diferentes locais e estações monitoradas; variações entre usuários aclimatados ao clima tropical com correlações mais fortes entre conforto

percebido e calculado em relação aos não aclimatados. Esses autores confirmaram, ainda, que a cobertura vegetal (dossel) que afetam a exposição ao sol e aos ventos são fatores importantes para o conforto térmico ao ar livre. Eles sugerem também que os trabalhos futuros sobre as condições de conforto térmico em ambientes tropicais considerem os aspectos de umidade e ventos para melhor explicar os níveis de conforto/desconforto.

O índice PET, utilizado por de Chow et al. (2016), foi desenvolvido por Mayer & Höppe (1987) e é muito utilizado para calcular o conforto térmico em ambiente externos, como os estudos de: Hirashima (2010), Amaral et al. (2012), Faustini (2017), Dacanal et al. (2010). Ele representa a temperatura fictícia resultado das inter-relação das variáveis ambientais e físicas de um determinado ambiente real, calculada com base em modelo de balanço energético para indivíduos de Munique (MEMI). Segundo Höppe (1993, 1999), a PET é equivalente a temperatura do ar de um determinado ambiente típico, cujo valor da temperatura radiante média é igual à temperatura do ar quando a velocidade do ar é de 0,1 m/s e a pressão de vapor d'água é de 12 hPA.

A grande aplicabilidade da PET, especialmente em estudos sobre conforto térmico ao ar livre, deve-se, em parte, à facilidade de uso através do software RayMan (MATZARAKIS et al., 2007). No entanto, ele deve ser calibrado em diferentes contextos climáticos, como a pesquisa desenvolvida por Labaki et al. (2012) para cidades do interior Paulista, que definiu a faixa de 18-26 °C como confortável. Ressalta-se que essa mesma faixa de conforto também foi proposta por Monteiro e Alucci (2007) para espaços abertos da cidade de São Paulo. As várias faixas de PET podem caracterizar diferentes sensações térmicas do usuário e definir o seu nível de estresse térmico.

Para o cálculo do PET é necessário determinar todos os parâmetros meteorológicos importantes para o balanço energético do corpo humano a uma altura biometeorologicamente significativa para os humanos, por exemplo, 1,10 m acima do solo (altura média do centro de gravidade de uma pessoa de pé na Europa). O PET, portanto, possibilita a uma pessoa leiga avaliar o componente térmico do clima com base em sua experiência pessoal, comparando o efeito integral das complexas condições térmicas exteriores com suas percepções em ambiente interno (HÖPPE, 1999).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para cumprir com o objetivo de identificar diferenças nos microclimas de uma floresta urbana com fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, e seus impactos no conforto e nos microclimas extenos (área sem influência da vegetação) a pesquisa foi conduzida em Bauru SP (figura 01) em uma trilha ecológica do Jardim Botânico da cidade (22°18'54" de latitude sul e 49°03'39" de longitude oeste, altitude média é 526 m, área de 673,488 km²).

A cidade de Bauru possui porte médio (364.562 hab.), está localizada a 326 km da capital, com densidade de 541,3 hab./km² (IBGE 2014) e faz limites com os seguintes municípios: Arealva, Reginópolis, Piratininga, Agudos, Pederneiras, Duartina e Avaí. O clima local é do tipo Cfa, segundo classificação de Köppen, caracterizado por subtropical com verões quentes (ALVARES, 2014). A temperatura média anual é de 22,6°C, precipitação máxima de 226,5 mm (no mês de janeiro) e mínima de 25,0 mm (no mês de agosto).

Figura 01 – Localização da cidade de Bauru-SP



Fonte: <https://www2.bauru.sp.gov.br/bauru.aspx?m=2>

A metodologia é dividida em 3 partes: a primeira mostra uma caracterização da área de estudo, a segunda trata do monitoramento microclimático e a terceira da avaliação do conforto térmico.

3.1 Caracterização da Área de Estudo

A Trilha Ecológica do Jardim Botânico Municipal de Bauru (JBMB), aberta à visitação pública na década de 1990, possui 1.080 metros e proporciona ao visitante um contato direto com os ambientes naturais, através da observação de diferentes tipos de formações vegetais e espécies de plantas nativas. Além disso, é um excelente local para aulas de campo, especialmente para o ensino de ciências e de Educação Ambiental. A trilha (figuras 02, 03 e 04) é composta por dois fragmentos de mata: Floresta Estacional Semidecidual (parte inicial e final da trilha) e Cerradão (meio da trilha).

Devido à importância na conservação do cerrado no município, a reserva ecológica do Jardim Botânico Municipal de Bauru passou a integrar à Unidade de Conservação Estadual “Refúgio da Vida Silvestre (RVS) Aimorés”, de acordo com o Decreto Estadual nº 63.893, de 05 de dezembro de 2018.

O RVS Aimorés (Unidade de Conservação de Proteção Integral) possui área de 1.724,237 hectares, e se localiza nos municípios de Bauru e Pederneiras. Essa nova Unidade de Conservação, em conjunto com a “Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Leopoldo Magno Coutinho” (Unidade de Conservação de Uso Sustentável), constituem o Mosaico de Unidades de Conservação do Cerrado Paulista (figura 05), cujo objetivo é de conservar importantes remanescentes de vegetação do Bioma Cerrado localizados na região de Bauru.

Atualmente com 321,71 hectares, o JBMB conserva 280 hectares de cerrado, representando uma das maiores reservas (com mais de 200 hectares) do estado de São Paulo, sendo considerado, portanto, área prioritária para a conservação desta vegetação. Nessa reserva também ocorrem fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual, que ocupa cerca de 5 a 7 ha e área ainda possui 1ha de vegetação de brejo.

Figura 02 - Imagem aérea da localização na trilha dos pontos de medição



Fonte: Adaptado do google Earth. Acesso em 05/07/21

Figura 03 - Placa dentro da trilha mostrando o percurso



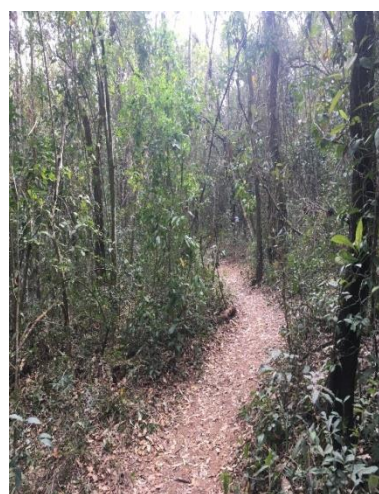
Fonte: Autor

Figura 04 trajeto na Floresta Estacional (A)



Fonte: autor

trajeto no Cerrado (B)



Fonte: autor

Figura 05 – Visão da localização do Jardim Botânico com o mosaico das Unidades de Conservação.



Legenda

- Refúgio da Vida Silvestre (RVS) Aimorés
- Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Leopoldo Magno Coutinho

Fonte: <https://www.jardimbotanicobauru.com.br/nossa-historia>. Acesso em 05/07/21

3.2 Caracterização Botânica dos fragmentos do Cerrado e Floresta Estacional

O Bioma Cerrado ocupa uma grande extensão no Brasil, e possui uma ampla diversidade de litologias, formas de relevo, cotas altimétricas e solos. Em relação ao clima, possui sazonalidade quanto à pluviosidade, e médias anuais de temperatura (ADÂMOLI et al. 1986, NIMER; BRANDÃO 1989, IBGE 2004a). A alta heterogeneidade ambiental desse bioma contribui para que a vegetação seja uma das mais diversificadas do Brasil, com predominância da savana ou Cerrado stricto sensu, intercalado por campos e florestas (OLIVEIRA-FILHO; RATTER 2002, IBGE 2004b).

As florestas (ou matas) do Cerrado estão presentes em todos os compartimentos do relevo regional e são assim classificadas: florestas de galeria ou florestas ciliares, as que ocorrem ao longo dos cursos d'água, e as florestas estacionais, cuja dinâmica está ligada à sazonalidade climática (OLIVEIRA-FILHO; RATTER 2002, IBGE 2004b).

A Floresta Estacional Semidecidual possui como característica uma perda de folhas menor durante a época de estiagem: apenas uma média que varia entre 20% e 50% das árvores sofre com a queda de folhas durante os meses mais secos. Em geral, esse tipo de vegetação é encontrado em regiões mais altas e frias, especialmente nos estados das regiões sul e sudeste; apresentam uma alta densidade de árvores, que servem de abrigo para diversos animais e plantas menores, que são essenciais para a sobrevivência humana e para a manutenção do ciclo de oxigênio (PEREIRA et al. 2011).

A Floresta Estacional Semidecidual está presente no Cerrado por um conjunto de disjunções ou fragmentos naturais, distribuídos por todo o bioma e que coincidem com áreas de solos bem drenados e de média a alta fertilidade (EITEN 1994, OLIVEIRA-FILHO; RATTER 2002).

3.3 Monitoramento Microclimático

O monitoramento de dados microclimáticos (temperatura do ar e de globo e umidade relativa do ar) foi realizado em dois pontos fixos em cada fragmento de Mata, Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, segundo proposta metodológica de Leal et al. (2011). Esses pontos foram georeferenciados em UTM como: ponto Floresta Estacional Semidecidual (22 K 0704509 7527836) e ponto Cerrado (22 K 0704517 7527481), separados por uma distância em linha reta de aproximadamente 360 metros. Dados obtidos no IPMet (Centro de Meteorologia de Bauru), localizado próximo ao Jardim botânico distante dos pontos de medição, em linha reta de aproximadamente dois mil metros, serviram de referência de monitoramento fora da mata.

A pesquisa de campo ocorreu no período de três dias em condições de tempo quente e úmido (22 e 24/02/2021 e 15/03/2021) e três dias em condições

de tempo quente e seco (16/08/2021, 17/08/2021 e 18/08/2021), nos horários das 9 às 16 h, período liberado pela administração local para visitação da trilha.

Para o monitoramento das variáveis ambientais foram utilizadas duas miniestac es meteorológicas com equipamentos atualizados e calibrados, formados por registrador modelo HOBO data logger U12 – 013 temp/RH/2ext channels marca Onset (Figura 06, 07 e 08), com sensores de umidade, de temperatura do ar, temperatura de globo (globo cinza, construído com uma bola de ping-pong oficial, pintado na cor cinza médio), disponibilizados pela Institui o de Ensino e Faculdades Integradas de Ourinhos – FIO da Funda o Educacional “Miguel Mofarrej”. Esses equipamentos foram protegidos abrigo ventilado confeccionado em PVC (pertencentes ao NUCAM – Núcleo de Conforto Ambiental da FAAC/UNESP) fixados a uma altura de aproximadamente 1,10m do chão, de acordo ISO 7726 (1998), essa medida corresponde   altura média do centro do corpo das pessoas em p  no local. Como as medi es foram feitas dentro dos fragmentos de mata, foi adotado o valor de 0,0 m/s para a velocidade do ar.

Figura 06 - Registrador modelo *HOBO data logger*



Fonte: o autor

Figura 07 - Ponto de medi o na Floresta Estacional **Figura 08 - Ponto no Cerrado**



Fonte: autor



Fonte: autor

Os monitoramentos foram realizados em condições de tempo quente e úmido, característico dos meses de verão, e em condições de tempo quente e seco, em dias de outono ou inverno sem influência de frentes frias. As características da morfologia vegetal foram determinadas através do cálculo do Fator de Visão do Céu (FVC).

Para o cálculo do FVC, foi adotado o seguinte procedimento: levantamento de imagens hemisféricas com câmera fotográfica Nikon coolpix 4500 com lente Olho de Peixe de 180° (Nikon fisheye converter FC-E8 0,21x, disponibilizada pelo NUCAM, figura 09), com orientação do topo da foto para a direção Norte, no mesmo local das medições, na altura de 1,10 m (a mesma das medições microclimáticas); edição de imagens e inserção no Software *RayMan* (MATZARAKIS, 2007) para determinação dos valores do FVC em cada ponto e período monitorado. O valor do FVC varia de 0 (zero) a 1, sendo o valor 1 correspondente a uma área sem qualquer obstáculo que se interponha entre o ponto de observação e o céu (OKE, 1981).

Figura 09 - Câmera fotográfica Nikon olho de peixe



Fonte: o autor

3.4 Cálculo das Condições de Conforto Térmico

Os dados monitorados serviram, ainda, para o cálculo do índice PET, índice de conforto térmico introduzido por Höppe e Mayer (MAYER; HÖPPE, 1987, HÖPPE, 1999). Para o cálculo do índice PET horário, em cada ponto de medição, foi utilizado o software *RayMan* (versão 1.2), desenvolvido pelo Meteorological Institute of Freiburg (MATZARAKIS et al., 2007), a partir de um usuário padrão (dados do pesquisador: idade 56, sexo M, peso 100 Kg, altura 1,77 m, taxa metabólica 297 W, nível de isolamento da roupa 0,5 clo), além de dados microclimáticos. Os dados obtidos com os valores de PET serviram, ainda,

de comparação com a faixa de 21-30°C (LABAKI et al., 2012), considerada confortável para a cidade de Bauru.

3.5 Tratamento estatístico dos dados

Os resultados obtidos dos monitoramentos dos dados foram tratados estatisticamente no sentido de identificar diferenças significativas entre os dois fragmentos de mata e entre eles e o ponto de externo (Dados do IPMet) com a utilização do software IBM SPSS statistics (disponível em: <https://www.ibm.com/br-pt/analytics/spss-statistics-software>). Inicialmente foi realizada a análise estatística descritiva através da mediana e desvio padrão.

Realizou-se também comparação entre os dados para avaliar a existência, ou não, da correlação de normalidade e variância. Após estas análises, os gráficos de intervalos foram criados para avaliar e comparar o intervalo de confiança das médias dos diferentes horários/dias/interfaces do local estudado mostrando a variabilidade das distribuições amostrais. Os gráficos Boxplot foram estabelecidos para a avaliação e comparação de seu formato, tendência central e a variação das distribuições das amostras.

Utilizou-se o teste não paramétrico de Kruskal- Wallis, o teste de Wilcoxon-Mann-Whitney para comparar a distribuição de duas amostras e o teste de Kruskal-Wallis para realizar a comparação de três ou mais grupos em amostras independentes, adotando-se um nível de significância de 0,05.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são apresentados em 3 etapas. A primeira trata dos microclimas e conforto térmico em condições de tempo quente e úmido; a segunda aborda os microclimas e conforto térmico em condições de tempo quente e seco. Em cada uma dessas etapas iniciais são apresentados os resultados dos tratamentos estatísticos. Na terceira e última etapa é apresentada uma discussão conjunta dos dois períodos avaliados, em que se destaca as diferenças entre os dois fragmentos de mata e entre eles e espaço externo.

4.1 Microclimas e conforto térmico em condições de tempo quente e úmido

O monitoramento microclimático na trilha do Jardim Botânico de Bauru foi realizado em dois pontos no interior e um fora da mata (IPMet), nos dias 22 e 24 de fevereiro e 15 de março de 2021. O mês de fevereiro é considerado o segundo mais chuvoso para a maioria dos municípios paulista e a cidade de Bauru registrou de 169,9 mm de precipitação acumulada na cidade, contabilizada em treze dias com chuvas, que ficou abaixo em 19 % a média climatológica (211 mm) esperada para o mês. O mês de março teve um acumulado mensal de 125,7 mm e o mês terminou em 8 % abaixo da média climatológica (136 mm), sendo o terceiro mês consecutivo do ano com volume de chuva inferior à média mensal.

O mês de fevereiro de 2021 em Bauru apresentou temperaturas máximas acima da média climatológica (30,7°C) quase diariamente, com exceção de alguns dias, especialmente entre os dias 11/02 a 15/02, onde ocorreu maior nebulosidade e chuvas mais constantes na cidade. As tardes foram quentes e o recorde da temperatura máxima foi 34,8°C no dia 03/02 e a 34,7°C no dia 23/02. A menor temperatura máxima foi 24,1°C ocorrida no dia 17/02. As temperaturas mínimas ficaram abaixo da média climatológica (20,0°C) em boa parte do mês e o recorde da temperatura mínima, 16,9°C, foi registrado no dia 14/02. A maior temperatura mínima, 21,8°C, ocorreu no dia 04/02

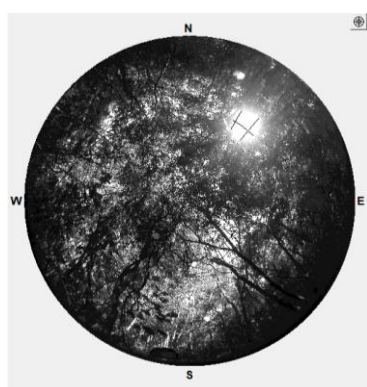
De acordo com o IPMet, esses dias de medições foram caracterizados por temperatura máxima de 33,1°C, em torno das 14h30 min do dia 24 de fevereiro, e temperatura mínima de 24,3°C às 9 h do dia 15 de março e chegou a registrar em um mesmo dia uma variação térmica de 8,1 °C. A umidade relativa do ar nesses dias variou de 73,8% a 35,2% registradas as 9h15 min e 14 h15 min, respectivamente.

Nessas condições de tempo foi possível observar um impacto positivo da floresta urbana em relação ao IPMet, assim como variações microclimáticas (de temperatura e umidade) e das condições de conforto térmico entre os pontos de medição, conforme apresenta os itens a seguir.

4.1.1 Variações microclimáticas entre Fragmentos Florestais e IPMet

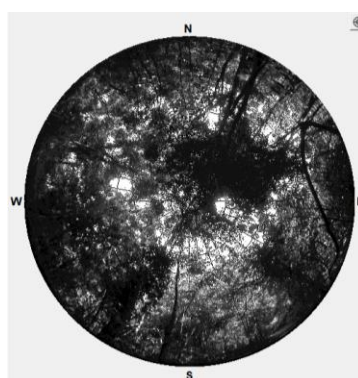
Durante o monitoramento de dados no período quente e úmido, a morfologia vegetal dos fragmentos, representada pelo FVC foi muito semelhante: o fragmento do Cerrado apresentou o FVC = 0,07 e da Floresta Estacional Semidecídua FVC = 0,08, conforme pode ser visulizado através das fotos hemisféricas mostradas na figura 10. No entanto, a altura de cada dossel foi diferenciada, mas não foi medida nessa pesquisa.

Figura 10 – Imagens hemisféricas dos pontos monitorados do fragmentos do Cerrado (a) e da Floresta Estacional Semidecidual (b)



(a)

Fonte: autor



(b)

Fonte: autor

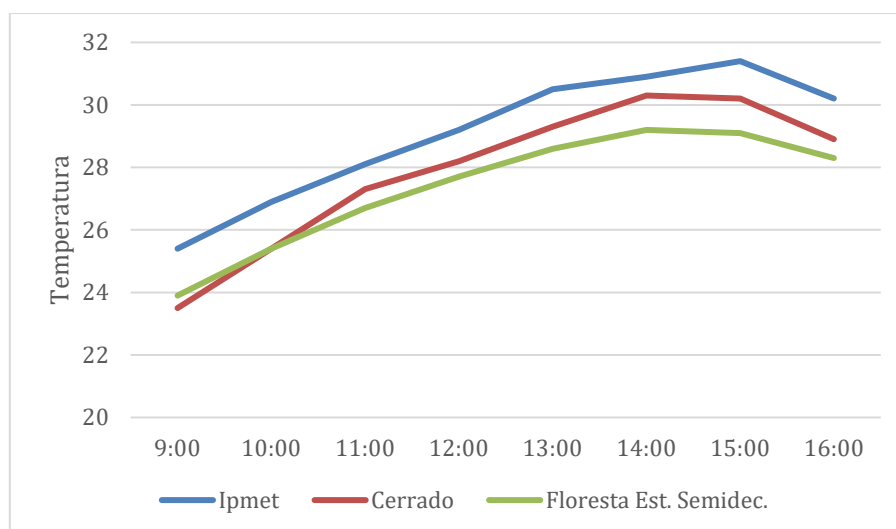
Os gráficos das variações médias horárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar obtidas no IPMet e na Floresta Urbana, constituída por fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, são mostrados na figura 11. Observa-se que em todos os horários a floresta urbana apresentou menores valores de temperatura e maiores umidades relativas do ar.

Para os valores de temperatura, as médias foram de 29,1 °C no IPMet, 27,8 °C no Cerrado e 27,3 °C na Floresta Estacional Semidecidual, ou seja, os valores evidenciaram diferenças entre os pontos dentro e fora da floresta de 0,5 e 1,8 °C, respectivamente. Enquanto a umidade média foi de 54,8 % no IPMet, 68,3 % no Cerrado e 70,3% na Floresta Estacional Semidecidual, com diferenças de 2 a 15,5 % entre os pontos dentro e fora da floresta, respectivamente.

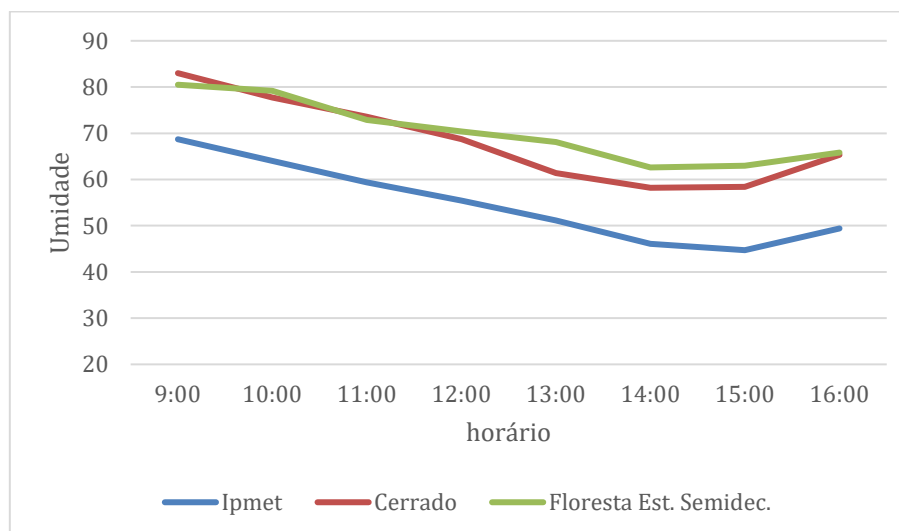
Para as temperaturas máximas médias, ocorridas entre 14 e 15 h, o maior valor foi obtido pelo IPmet com 31,4 °C, seguido do Cerrado (30,3 °C) e a Floresta Estacional Semidecída (29,2 °C). Para os valores de temperatura mínima foram obtidos os seguintes resultados: 25,4 °C no IPMet, 23,5 °C no Cerrado e 23,9 °C na Floresta Estacional Semidecidual. Esses valores contribuíram para variações térmicas de 6,0 °C no IPMet, 6,8 °C no Cerrado e 5,3 °C na Floresta Estacional Semidecidual.

Para os valores de umidades relativas do ar máxima e mínima foram obtidos os seguintes registro 68,7 e 44,7 % no IPMet, 83 e 58,2 % no Cerrado e 80,5 e 62,6 % na Floresta Estacional Semidecidual, repectivamente. Esses dados conferem variações de umidade de 24, 24,8 e 17,9 %, nesses locais, respectivamente. Para a umidade absoluta (figura 12) os valores médios foram de 15,8 g/m³ para o IPMet (variação de 14,8 – 16,5 g/m³), 18,5 g/m³ para o Cerrado (17,7 a 19,5 g/m³) e 18,6 g/m³ para a Floresta Estacional (17,6 – 19,3 g/m³).

Figuras 11 a e b - Gráficos dos valores médios horários de temperatura (a) e umidade relativa do ar (b) entre os fragmentos florestais e o IPMet

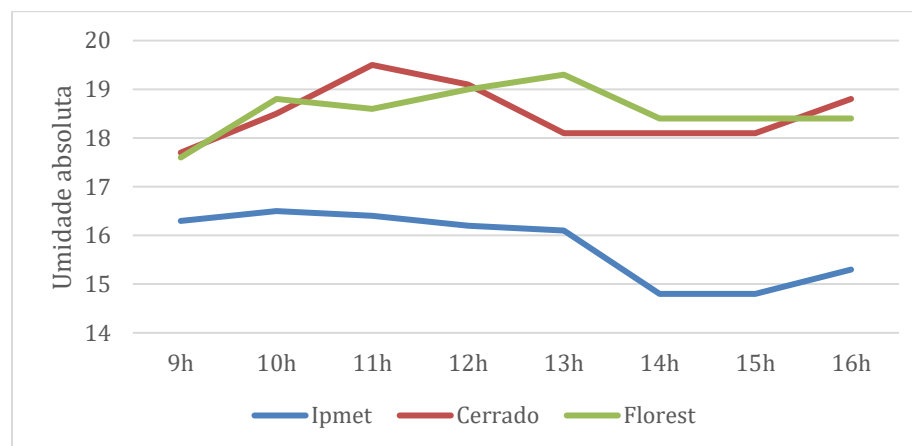


(a)



(b)

Figura 12 – Gráfico umidade absoluta período quente e úmido



Fonte:autor

Através da comparação entre as variáveis microclimáticas dos fragmentos florestais urbanos e da estação meteorológica (fora da floresta), verificou-se uma melhoria microclimática proporcionada pela floresta urbana, uma vez que apresentou menores valores de temperatura (até 2,8 °C) e maiores umidades relativas do ar (17,5%) nos pontos dentro e fora da floresta.

Esses resultados vêm ao encontro das pesquisas de Martini et al. (2017), que também comprovaram os benefícios da vegetação, responsável pela amenização das temperaturas em até 1,22 °C; Biondi et al. (2015) também apresentam menores valores microclimáticos em mata de pinus de até 3,5 °C. Esses resultados demonstram o papel da vegetação na amenização das temperaturas e sua importância para criação de microclimas mais amenos no espaço urbano.

De uma maneira geral, o fragmento de mata da Floresta Estacional Semidecidual apresentou temperaturas mais baixas em relação ao do Cerrado (0,5 °C para o valor médio, 1,1 °C para as temperaturas máximas). No entanto, em relação aos valores de temperatura mínima média, o cerrado foi 0,4°C menor. Ressalta-se que, o fragmento do Cerrado chegou a registrar valor máximo de temperatura de até 2,1 °C maior que a Floresta Estacional, no segundo dia de monitoramento, às 14h30min.

Em relação as variações térmicas médias (mínima e máxima nos horários de medições), os fragmentos de mata apresentaram menores variações em relação ao IPMet (dados fora floresta). A variação térmica média foi menor na Floresta Estacional (5,3 °C para 6,8 °C no Cerrado), ou seja, a Floresta Estacional apresentou menor oscilação térmica.

Conforme afirmam Hernandes et al. (2002), as florestas exercem importante papel na atenuação da temperatura máxima do ar quando comparadas com ambientes mais abertos, devido a barreira proporcionada pelo dossel das copas das árvores que impedem a penetração no interior da floresta da maior parte da radiação solar. Essa menor quantidade de radiação solar incidente implica em menor aquecimento do solo, que por consequência emite menos radiação de ondas longas e menor aquecimento do ar no espaço entre o solo e as copas das árvores. Por isso também apresentam menores oscilações térmicas.

Sobre os dados de umidade relativa do ar, a floresta urbana apresentou maiores valores em relação ao Ipmet, até 17,5 % maior, entre às 9 h e 9h30 min. Entre os fragmentos a menor umidade relativa foi registrada no fragmento do cerrado e a maior diferença média foi de 7,5 % entre 14 h e 15h30 h.

Segundo Biondi et al. (2017), que estudou diferentes tipologias de floresta urbana na cidade de Curitiba-PR, a floresta urbana é essencial para a atenuação dos extremos meteorológicos. Os autores revelaram que o remanescente Florestal estudado apresentou menores valores de temperatura máxima e maiores valores de umidade relativa nas estações do verão e inverno.

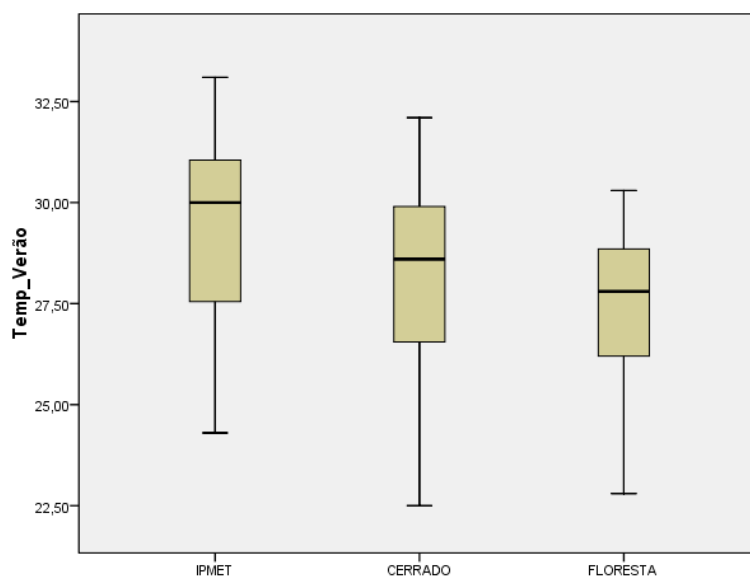
4.1.2 Tratamento estatístico em condições de tempo quente e úmido

Os resultados dos dados de temperatura obtidos nos dois pontos da floresta urbana e no IPMet não puderam ser submetidos a testes paramétricos típicos, pois não apresentaram dados contínuos. Assim, foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis, não paramétricos. O valor de $p < 0,001$ evidenciou a existência de diferença estatística entre as temperaturas no período quente e úmido para IPMet, Cerrado e Floresta Semidecidual.

A análise por pares, através do teste de Mann-Whitney mostrou que existem diferenças estatísticas entre as temperaturas no período quente e úmido para Ipmet e Cerrado ($U = 2.647,5$; $p < 0,001$); para o IPMet e Floresta Semidecidual ($U = 1.958,5$; $p < 0,001$) e também para o Cerrado e Floresta Semidecidual ($U = 2992,50$; $p = 0,017$).

A figura 13 apresenta o gráfico tipo boxplot para os dados de temperatura no período quente e úmido, com a distribuição dos limites superior e inferior e mediana obtidos para os dados do IPMet, Cerrado e Floresta Estacional, cujo valores centrais (50%) geram em torno do valor da mediana (IPMet 30,0, Cerrado 28,6 e Floresta 27,8).

Figura 13 - Gráfico Boxplot para os dados de temperatura período quente úmido

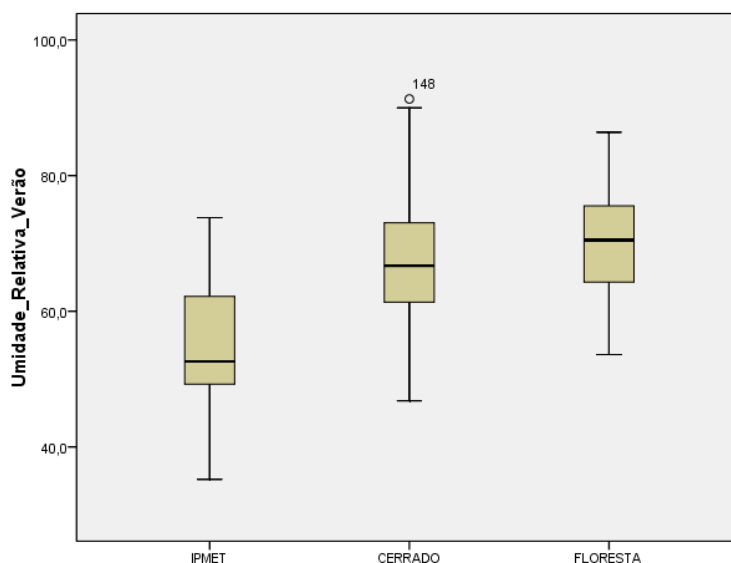


Os resultados dos dados de umidade relativa também foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis. O valor de $p < 0,001$ evidenciou a existência de diferença estatística entre as umidades relativas no período QUENTE e ÚMIDO para IPMet, Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual.

A análise por pares, através do teste de Mann-Whitney, mostrou que existem diferenças estatísticas entre as umidades relativas no período quente e úmido para IPmet e Cerrado ($U = 1388,00$; $p < 0,001$); para o IPMet e Floresta Semidecidual ($U = 805,50$; $p < 0,001$) e também para o Cerrado e Floresta Semidecidual ($U = 3085,00$; $p = 0,035$).

A figura 14 apresenta o gráfico tipo boxplot com os dados de umidade no período quente e úmido, a distribuição dos limites superior e inferior e mediana obtidos para os dados do IPMet, Cerrado e Floresta Estacional, cujo valores centrais (50%) geram em torno do valor da mediana (IPMet 52,6, Cerrado 66,7 e Floresta 70,5).

Figura 14 - Gráfico Boxplot para os dados de umidade período quente úmido



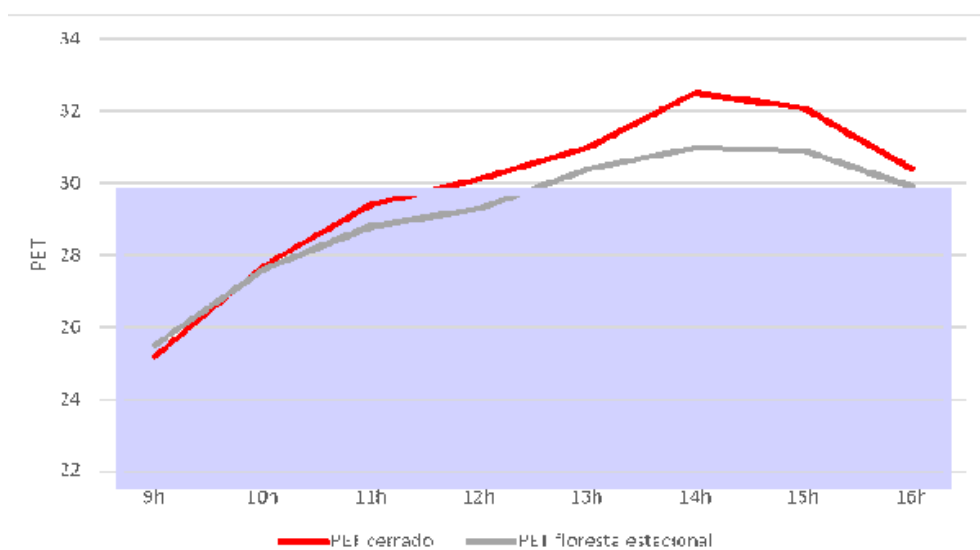
4.1.3 Análise do Conforto Térmico

A figura 13 apresenta as variações médias horárias do índice PET calculados para os fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual. Observa-se que o Cerrado apresentou variações entre 25,2 – 32,5 °C, enquanto a Floresta Estacional Semidecidual as variações foi de 25,5 – 31 °C. Com exceção no horário das 9 h, em todos os horários foram menores e apresentaram diferença média de 0,7 °C e máxima de 7,3 °C.

Ao comparar esses resultados com a pesquisa desenvolvida por Labaki et al. (2012), calibrado para cidades do interior Paulista, que definiu a faixa de conforto térmico entre 21 - 30 °C para espaços de passagem em Bauru, observa-se que: o conforto é atingido em 37,5 % no Cerrado e em 62,5 % na Floresta Estacional Semidecidual.

Mesmo com poucas variações térmicas médias o maior impacto dos microclimas nos dois fragmentos é sentido nas condições de conforto térmico. No entanto, resalta-se que neste trabalho não foi realizado entrevista com os usuários para calibração do índice PET que poderia ampliar os limites de conforto térmico, uma vez que é um espaço de lazer.

Figura 15 - Graficos dos valores médios horários do PET entre os fragmentos florestais



Fonte: autor

4.2 Microclimas e conforto térmico em condições de tempo quente e seco

O segundo período de monitoramento microclimático na trilha do Jardim Botânico de Bauru (16, 17 e 18 de agosto de 2021) foi caracterizado por grande parte dos seus dias quentes e secos com céu claro e poucas nuvens com índices de umidade relativa do ar críticos nas horas mais quentes do dia, além de grande amplitude térmica, ou seja, noites e manhãs relativamente frias e tardes bem quentes.

A estação meteorológica do IPMet registrou apenas 1 dia com chuva na cidade, com o volume de 15,0 mm no dia 28/08, ficando abaixo 57 % da média do mês (35 mm). A média da temperatura máxima (29,5°C) em agosto, ultrapassou em 1,6 graus a média climatológica (27,5°C) e o maior valor da temperatura máxima foi de 35,3°C no dia 28/08, considerado o maior valor do ano da temperatura, até agora.

Observa-se que na análise dos anos no período de 2001 a 2021, recorde da temperatura máxima para o mês de agosto ocorreu em 2019, que registrou 35,7°C. O segundo valor mais elevado é 35,3°C, registrado em agosto/2021 e também em agosto/2011, conforme os dados da estação do IPMet. Outros valores elevados de temperaturas máximas que foram computados na cidade de

Bauru durante o mês foram: 35,0°C no dia 24/08 e 34,0°C nos dias 18/08 e 23/08. A média mensal (15,3°C) da temperatura mínima em Bauru, superou em 1,1°C a média climatológica de agosto (14,2°C). Praticamente toda a segunda quinzena do mês, entre os dias 16 a 31, registrou valores diários de temperaturas mínimas acima da média do mês, apresentando um comportamento semelhante as temperaturas máximas que ficaram acima da média no mesmo período. A maior temperatura mínima foi 20,4°C ocorrida no dia 25/08, seguida por 20,1°C no dia 26/08, e 15,0°C no dia 26/07 dentro do período mais quente do mês.

De acordo com o IPMet, nesses três dias de medições, a temperatura máxima foi de 33,6 °C, em torno das 14h e 15 horas (18/08/2021), a temperatura mínima foi de 19,6 °C às 9 h (17/08/2021) e a variação térmica foi de 13,7 °C. A umidade relativa do ar variou de 64,9 % a 15,5 % às 9h e 15h30 min, respectivamente.

Nessas condições de tempo foi possível observar um impacto positivo da floresta urbana em relação ao IPMet, com reduções das temperaturas e aumento da umidade relativa do ar, porém com a maioria dos horários fora das condições de conforto térmico nos dois fragmentos de mata

4.2.1 Variações microclimáticas entre Fragmentos Florestais e IPMet

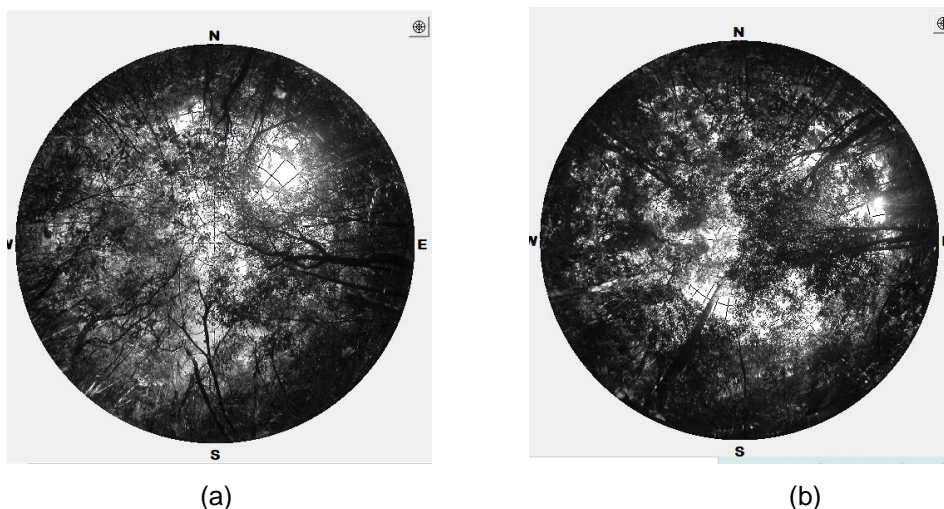
Durante o monitoramento de dados no período quente e seco a morfologia vegetal representado pelo Fator de Visão do céu foram praticamente iguais, pois o fragmentos do Cerrado apresentou o FVC = 0,07 e da Floresta Estacional Semidecidual FVC = 0,08, conforme pode ser visulizado através das fotos hemisféricas mostradas na figura 16.

Os gráficos das variações médias horárias de temperatura do ar e umidade relativa do ar obtidas no IPMet e na Floresta Urbana, constituída por fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual são mostrados na figura 14. Observa-se que em todos os horários a floresta urbana apresentou menores valores de temperatura e maiores umidades relativas do ar.

Para os valores de temperatura, as médias foram de 29,1 °C no IPMet, 28,5 °C no Cerrado e 27,6 °C na Floresta Estacional Semidecidual, ou seja, apresentou diferenças entre os pontos dentro e fora da floresta de 0,9 e 1,5 °C,

respectivamente. Enquanto a umidade relativa média foi de 32,6 % no IPMet, 43,9 % no Cerrado e 46,7 % na Floresta Estacional Semidecidual, com diferenças de 2,8 a 11,3 % entre os pontos dentro da floresta e fora (IPMet), respectivamente.

Figura 16 – Imagens hemisféricas dos pontos monitorados do fragmentos do Cerrado (a) e da Floresta Estacional Semidecidual (b)



Fonte: autor

Fonte: autor

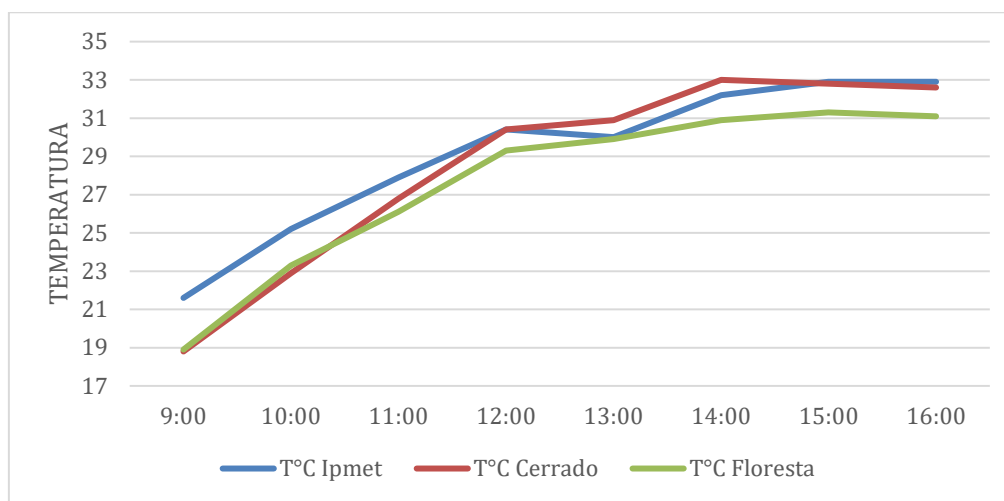
Para as temperaturas máximas médias, ocorridas entre 14 e 16 h, o maior valor foi obtido pelo IPMet com 32,9 °C, seguido do Cerrado 33 °C e a Floresta Estacional Semidecidual registrou 31,3 °C. Para os valores de temperatura mínima foram obtidos os seguintes resultados: 21,6 °C no IPMet, 18,8 °C no Cerrado e 18,9 °C na Floresta Estacional Semidecidual. Esses valores contribuíram para variações térmicas de 11,3 °C no IPMet, 14,2 °C no Cerrado e 12,4 °C na Floresta Estacional Semidecidual.

Em relação aos valores de umidade relativa do ar máxima e mínima foram obtidos os seguintes registros: 57,7 e 19,3 % no IPMet, 77,3 e 27,8 % no Cerrado e 77,4 e 32,4 % na Floresta Estacional Semidecidual, respectivamente. Esses dados conferem variações de umidade de 38,4 %, 49,5 % e 45 %, nesses locais, respectivamente. Para a umidade absoluta, os valores médios foram de 9,0 g/m³ para o IPMet (variação de 6,9 – 11,1 g/m³), 11,6 g/m³ para o Cerrado (9,9 a 13,3 g/m³) e 12,0 g/m³ para a Floresta Estacional (10,6 – 13,1 g/m³).

A comparação entre as variáveis microclimáticas dos fragmentos florestais urbanos e da estação meteorológica (fora da floresta) evidencia uma melhoria microclimática proporcionada pelo fragmento da floresta urbana, uma vez que apresentou menores valores de temperatura (até 1,1°C) e maiores umidades relativas do ar (13,2 %) em relação aos dados externos, obtidos no IPMet.

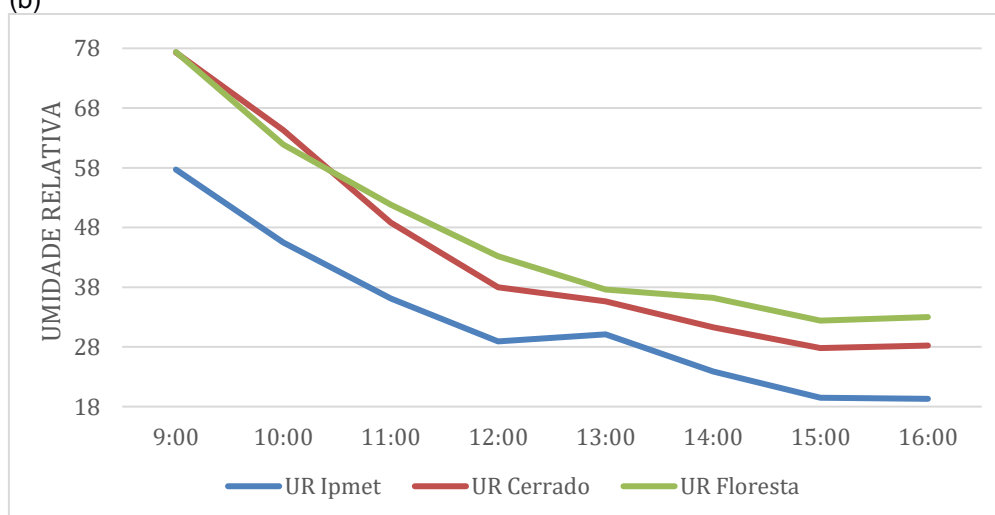
Figura 17 a e b - Gráficos dos valores médios horários de temperatura (a) e umidade (b) entre os fragmentos florestais e o IPMet.

(a)



Fonte: autor

(b)



Fonte: Autor

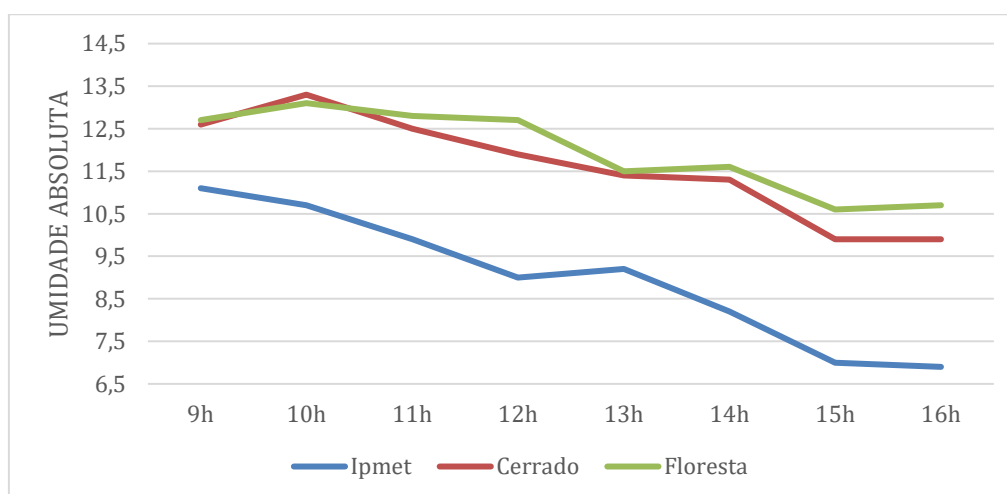
De uma maneira geral, o fragmento de Floresta da Floresta Estacional Semidecidual apresentou temperaturas mais baixas em relação ao do Cerrado

(0,9 °C para o valor médio, 1,5 °C para as temperaturas máximas). No entanto, os fragmentos apresentaram valores de temperatura mínima média similares, pois o Cerrado foi apenas 0,1°C menor. O fragmento do Cerrado registrou valor máximo de temperatura de até 2,3°C maior que a Floresta Estacional no terceiro dia de monitoramento, entre 14 h e 14h30min.

Em relação aos dados de temperatura média, máxima e mínima, pode-se afirmar que: os fragmentos de mata obtiveram valores mais amenos em relação ao ponto fora da mata (registros do IPMet); o fragmento da Floresta Estacional Semidecidual apresentou pouca diferença de temperatura em relação ao fragmento do Cerrado em situação de tempo quente e seco; a variação térmica média (das 9 às 16h) foi menor na Floresta Estacional Semidecidual (12,4 °C para 14,2 °C no cerrado), ou seja, a Floresta Estacional apresentou menor oscilação térmica.

Sobre os dados de umidade relativa do ar, a floresta urbana apresentou maiores valores em relação ao IPMet (ponto externo), até 13,6 % maior, às 9 h. Entre os fragmentos, a menor umidade relativa foi registrada no do cerrado e a maior diferença média de 2,9 % entre 14 h e 15h30min. Para os dados da umidade absoluta (figura 16), os valores médios variaram de 8,9 g/m³ para o Ipmet (variação de 6,9 a 10,6 g/m³), 10,4 g/m³ para o Cerrado (9,9 a 13,3 g/m³) e 12 g/m³ para a Floresta Estacional (variação de 10,6 a 13,1 g/m³)

Figura 18 – Grafico umidade absoluta periodo quente e seco



Fonte:autor

Esses resultados reforçam a importância da cobertura vegetal em áreas urbanas para o controle térmico, como destaca Camacho et al. (2021), no sentido de proporcionar o bem-estar das populações residentes diante do crescente efeito das mudanças climáticas que afetam os centros urbanos. Deivid et al. (2021) também discutem essa questão ao demonstrarem que planejar a arborização, criar e manter florestas urbanas e corredores verdes com fins ecológico e paisagístico, traz como benefícios o conforto térmico e a economia de energia elétrica ao reduzir a necessidade de climatização artificial no ambiente doméstico, entre outros aspectos.

Biondi et al. (2020) também demonstram a importância das florestas como ambientes de amenização microclimática, pois identificaram diferenças de 3,31 °C na estação do outono (a maior), 3,10 °C no verão), 2,69 °C no inverno e de 2,44 °C na primavera.

Martini et al. (2017) também comprovaram que a vegetação é responsável pela amenização das temperaturas mais elevadas e outros benefícios nas cidades ao apresentar uma amenização de até 1,22 °C.

Para Martini (2018), a maior diferença de temperatura e umidade relativa foi no Remanescente Florestal, por se tratar de uma área com significativa quantidade de vegetação arbórea e presença de sub-bosque em vários estratos, desta forma, refere-se à tipologia com maior densidade de vegetação e superfície evapotranspirativa.

A pesquisa de Melo et al. (2019) também evidenciou a importância da floresta urbanas. Os autores demonstraram que o fragmento de Floresta Estacional Semidecidual (Mata do Açude) proporciona microclima mais confortável do que as demais florestas analisadas (Mata da Roda d'água e o Parque Ecológico do IPSEG,) estes da fisionomia cerrado, todos localizados na cidade de Jataí – GO.

Esses dados também vem ao encontro com a pesquisa de Wang et al. (2018), que avaliou as variáveis em diferentes tipos de florestas na China. Esses autores concluíram que locais que apresentaram árvores grandes (com elevada altura e área de projeção de copa) proporcionam maior efeito de sombreamento, resfriamento e umidificação. De acordo com Heberle (2017), a cobertura vegetal

influência tanto na entrada de luz e umidade relativa quanto nas variações de temperatura, uma vez que a luminosidade favorece o aumento da temperatura.

4.2.2 Tratamento estatístico em condições de tempo quente e seco

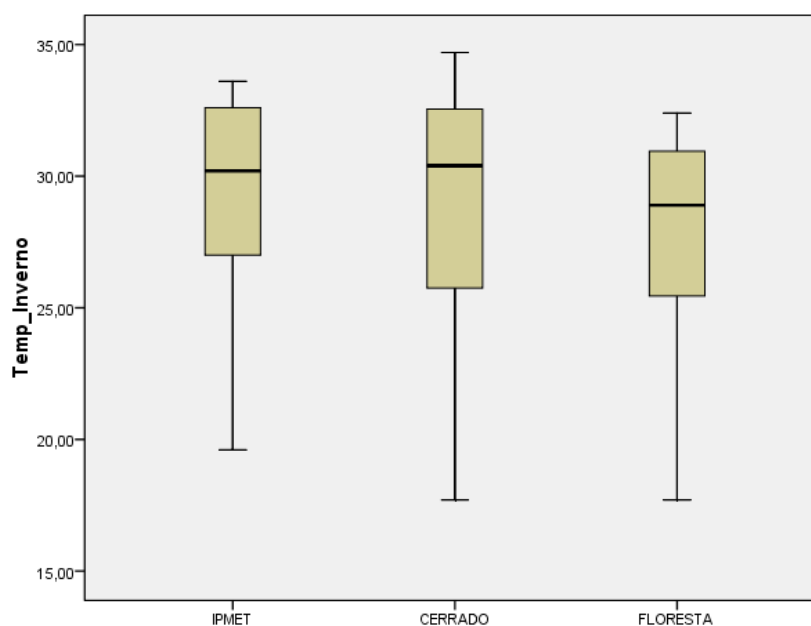
Assim como no período quente e úmido, os resultados dos dados de temperatura obtidos nos dois pontos da floresta urbana e no IPmet também não puderam ser submetidos a testes paramétricos típicos, pois não apresentaram dados contínuos. Assim, foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis. Assim, o valor de $p < 0,005$ mostrou que existe diferença estatística entre as temperaturas no período quente e seco para IPmet, Cerrado e Floresta.

A comparação entre os pares, através do teste de Mann-Whitney, mostrou que não existe diferença estatística entre as temperaturas período quente e seco para IPMet e Cerrado ($U = 3.690,5$; $p = 0,777$). No entanto existem diferenças estatísticas para IPMet e Floresta Semidecidual ($U = 2.760,5$; $p = 0,002$) e para o Cerrado e Floresta ($U = 2.947,00$; $p = 0,012$).

Esses dados mostram que, no período quente e seco, a única comparação em que não existiu diferença estatística foi entre o IPMet e o Cerrado. Esse fato pode ser explicado pelas próprias características morfológicas do Cerrado, de perder maior quantidade de folhas em relação a Floresta Estacional Semidecidual, apesar desse fator por não ter sido comprovado através do SVF, que foram semelhantes. Ressalta-se que, nas medições das 13 e 14h, o Cerrado apresentou temperaturas maiores que no IPMet, mas maior umidade.

A figura 19 apresenta o gráfico tipo boxplot para os dados de temperatura no período quente e seco, com a distribuição dos limites superior e inferior e mediana obtidos para os dados do IPMet, Cerrado e Floresta Estacional, cujo valores centrais (50%) geram em torno do valor da mediana (IPMet 30,4, Cerrado 30,4 e Floresta Estacional Semidecidual 28,9).

Figura 19 - Gráfico Boxplot para os dados de temperatura período quente seco



Os resultados dos dados de umidade relativa também foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis, não paramétricos. O valor de $p < 0,001$ evidenciou a existência de diferença estatística entre as umidades relativas no período quente e seco para IPMet, Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual.

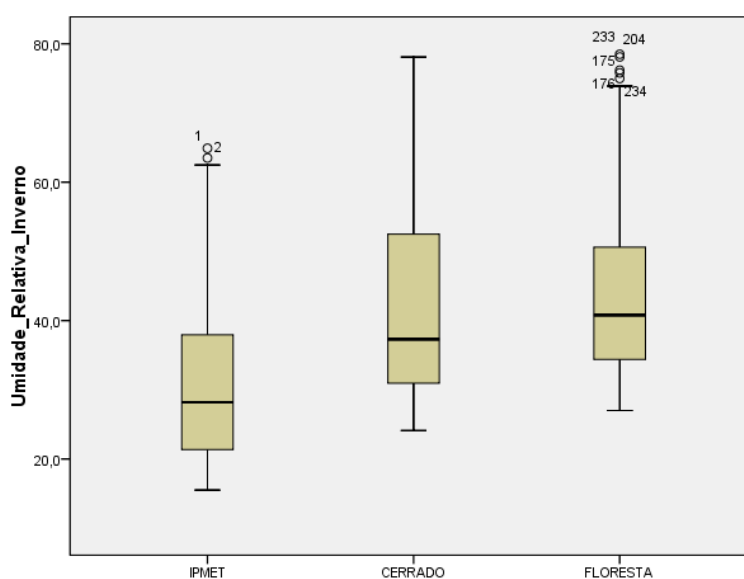
A análise por pares, através do teste de Mann-Whitney mostrou que existem diferenças estatísticas entre as umidades relativas no período quente e seco para IPmet e Cerrado ($U = 2138,00$; $p < 0,001$); para o IPMet e Floresta Semidecidual ($U = 1647,00$; $p < 0,001$), porém para o Cerrado e Floresta Semidecidual não apresentou diferença estatística ($U = 3135,5$; $p < 0,51$).

A figura 20 apresenta o gráfico tipo boxplot com os dados de umidade no período quente e seco, a distribuição dos limites superior e inferior e mediana obtidos para os dados do IPMet, Cerrado e Floresta Estacional, cujo valores centrais (50%) geram em torno do valor da mediana (IPMet 28,2, Cerrado 37,3 e Floresta 40,8).

Esperava-se que, nesse período, houvesse diferença estatística entre Cerrado e Floresta Estacional, assim como diferenças entre a morfologia vegetal, representada neste trabalho pelo FVC (fator de Visão do Céu), uma vez

que o cerrado costuma perder mais folhas nesse período. Mesmo assim, apesar de ambos fragmentos apresentarem desconforto térmico, essas condições são mais adversas no Cerrado. Ressalta-se que, em nenhum momento os valores de umidade relativa na Floresta Estacional Semidecidual foram abaixo de 30%, que é considerado estado de atenção (segundo Organização Mundial de Saúde (OMS), mas no Cerrado sim, em pelo menos um horário durante as medições.

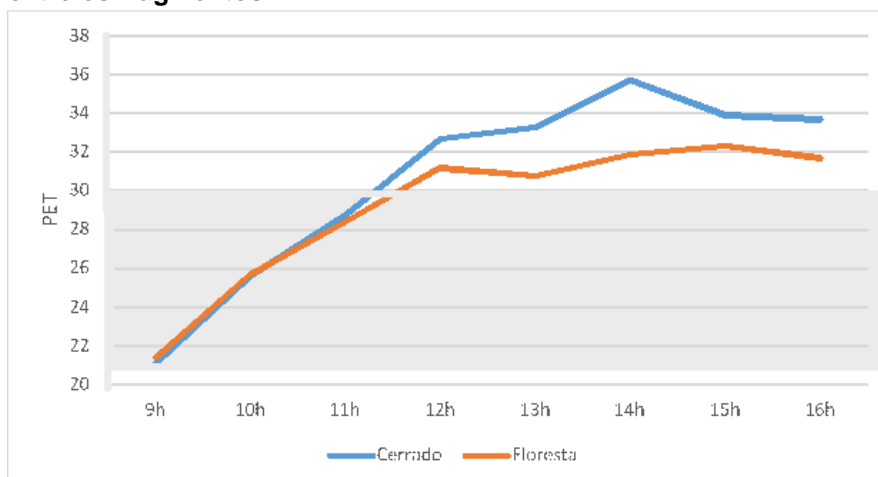
Figura 20 - Gráfico Boxplot para os dados de umidade período quente seco



4.2.3 Análise do Conforto Térmico

A figura 17 apresenta as variações médias horárias do índice PET calculados para os fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual. Observa-se que o Cerrado apresentou variações entre 21,1 – 35,7 °C, enquanto a Floresta Estacional Semidecidual as variações foi de 21,4 – 32,3 °C. Com exceção no horário das 9 h, em todos os horários foram menores, com diferença média de 1,4 °C e máxima de 14,6 °C.

Figura 21 - Gráfico dos valores médios horários do PET segunda medição (agosto 2021) entre os fragmentos



Fonte: autor.

Ao comparar esses resultados com a pesquisa desenvolvida por Labaki et al. (2012), calibrado para cidades do interior Paulista, que definiu a faixa de conforto térmico entre 21 - 30 °C para espaços de passagem em Bauru, observa-se que: o conforto é atingido em 37,5 % tanto no Cerrado como na Floresta Estacional Semidecidual e desconforto para ambos em 62,5 %.

As variações térmicas ocorreram após o horário das 12 h com o maior pico às 14 h e mesmo assim o impacto dos microclimas nos dois fragmentos não foi sentido nas condições de conforto térmico. No entanto, ressalta-se que neste trabalho não foi realizado entrevista com os usuários para calibração do índice PET, que poderia ampliar os limites de conforto térmico, uma vez que é um espaço de lazer.

4.3 Síntese dos resultados

A análise dos resultados, cujos dados estão sintetizados na figura 22, evidencia algumas características distintas nas duas condições do tempo analisadas. Para as condições de tempo quente e úmido (nos dias 22/02, 24/02 e 15/03/2021), o tratamento estatístico dos dados, através de testes não paramétricos, evidenciou diferenças significativas dos dados entre o IPMet, Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, além de diferenças entre pares IPMet/Cerrado, IPMet/Floresta Estacional e Cerrado/Floresta Estacional Semidecidual. Para a Floresta urbana, constituída por fragmentos do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, os microclimas foram mais amenos, com

temperaturas mais baixas, umidades relativas e absolutas mais elevadas. Quanto aos dois fragmentos de mata, a Floresta Estacional obteve um desempenho térmico pouco melhor, mas que teve significado estatístico e impactou as condições de conforto térmico, um vez que a Floresta Estacional Semidecidual apresentou maior percentagem para o conforto térmico (62.5 %) em relação ao Cerrado (apenas 37,5 %).

No entanto, os valores mais baixos da temperatura média do ar no fragmento de Floresta Estacional Semidecidual, em relação ao do Cerrado, não resultaram de maiores valores de umidade, pois ambos fragmentos foram semelhantes; nem podem ser explicado com menor FVC, pois os dois fragmentos foram similares. No entanto esse fenómeno pode ser explicado por outro parametro da morfologia local como maior altura do dossel que por ser maior na floresta Estacional pode ter contribuido para maior troca térmica nesse fragmento em relação ao do Cerrado.

Figura 22 - Tabela da síntese das variações microclimáticas nas condições de tempo quente e Úmido e quente e seco

Variáveis Microclimáticas		Condições de tempo					
		Quente e Úmido			Quente e Seco		
		IPMet	Cerrado	Floresta	IPMet	Cerrado	Floresta
Temperatura do ar(°C)	Média	29,1	27,9	27,4	29,2	28,5	27,6
	Máxima	31,4	30,3	29,2	32,9	33	31,3
	Mínima	25,4	23,5	23,9	21,6	18,8	18,9
	Variações	6,0	6,8	5,3	11,3	14,2	12,4
Umidade Relativa do ar (%)	Média	54,8	68,3	70,3	32,6	43,9	46,7
	Máxima	68,7	83	80,5	57,7	77,3	77,4
	Mínima	44,7	58,2	62,6	19,3	27,8	32,4
	Variações	24,0	24,8	17,9	38,4	49,5	45,0
Umidade absoluta (g/m3)	Média	15,8	18,5	18,6	9,0	11,6	12,0
	Máxima	16,5	19,1	19,3	11,1	13,3	13,1
	Mínima	14,8	17,7	17,6	6,9	9,9	10,6
	Variações	1,7	1,4	1,7	4,2	3,4	2,5

Para as condições de tempo quente e seco (nos dias 16/08, 17/08 e 18/08/2021), o tratamento estatístico dos dados de temperatura, também realizados por testes não paramétricos, evidenciou diferenças significativas entre IPMet, Cerrado e Floresta estacional Semidecidual ($p < 0,005$). No entanto a análise por pares (teste de Mann-Whitney) evidenciou diferenças entre IPmet/Floresta estacional e Cerrado/Floresta, mas mostrou que não existe diferenças entre IPMet/Cerrado ($p < 0,777$). No entanto existem diferenças estatísticas para IPMet e Floresta Estacional Semidecidual ($p < 0,002$) e para o Cerrado e Floresta Semidecidual ($p < 0,012$).

Para os dados de umidade relativa do ar, não foram identificados diferenças significativas entre os dois fragmentos, mas existe diferença para IPMet e Cerrado e IPMet e Floresta Estacional Semidecidual. As baixas umidades (relativa e absoluta) nos dois fragmentos, aliadas às altas temperaturas, impactaram negativamente as condições de conforto térmico nos dois fragmentos, uma vez que ambos obtiveram 62,5 % de desconforto. No entanto, os valores dos índices PET para o Cerrado foram maiores que os calculados para a Floresta Estacional Semidecidual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de um estudo microclimático em uma floresta urbana, constituída por fragmentos de Floresta do Cerrado e da Floresta Estacional Semidecidual, foi possível analisar a existência de diferenças entre os dois fragmentos e entre eles e um ponto fora floresta (dados do IPMet), em condições de tempo quente e úmido e quente e seco. Os dados serviram, ainda, para identificar o impacto dessas variações microclimáticas nas condições de conforto térmico, calculada através do índice PET.

Nas condições de tempo quente e úmido, a floresta urbana tem um impacto positivo nos microclimas ao contribuir para a redução das temperaturas locais e aumento da umidade relativa ar e absoluta, em relação as áreas sem influência da vegetação, que neste trabalho foi representada pelos dados da estação meteorológica local (IPMet), localizada próxima a floresta. Entre os dois fragmentos de mata, a Floresta Estacional Semidecidual possui melhor desempenho térmico, que contribui para o favorecimento de uma maior porcentagem de tempo dentro da zona de conforto para a cidade de Bauru-SP (62.5 % na Floresta Estacional Semidecidual e 37,5 % no Cerrado).

Para as condições de tempo quente e seco, a floresta urbana também tem um impacto térmico positivo. No entanto, não há diferença significativa entre o fragmento do Cerrado e os dados do IPMet, mas existem diferenças entre Floresta Estacional Semidecidual e IPMet e entre os dois fragmentos de mata. Para os dados de umidade relativa do ar, apenas não há diferenças entre os dois fragmentos de mata. Os microclimas adversos, nesse período, impactam negativamente as condições de conforto térmico locais nos dois fragmentos, que ficam fora dos limites em 62,5%. No entanto, o Cerrado apresenta piores condições.

Com base nesses resultados é possível afirmar o papel da floresta urbana como locais de resiliência, frente as altas temperaturas do espaço urbano, ao apresentar melhores condições microclimáticas em relação às áreas sem influência da vegetação. Por isso, ressalta-se a importância da conservação dos fragmentos florestais nas áreas urbanas, que além de constituírem locais de lazer, são verdadeiros oásis para o conforto térmico humano.

Em relação aos dois fragmentos de mata, as diferenças entre os valores de temperaturas e umidade são significativas para o período quente e úmido. Nas condições de tempo quente e seco apenas as diferenças entre os valores de temperatura são significativas. Ressalta-se que se esperava diferenças significativas nos dados de umidade relativa do ar, em virtude do Cerrado perder mais folhas e reduzir a capacidade de reter umidade.

No entanto, os dados da morfologia vegetal representados pelo Fator de Visão do Céu (FVC), nesse período, apresentaram valores semelhantes, que podem justificar esse resultado. Nesse sentido fica a questão a ser respondida em trabalhos similares com período mais longos de monitoramento de dados, especificamente nas condições de tempo quente e seco: a partir de qual diferença entre os FVCs, ou outro parâmetro da morfologia vegetal, é possível identificar a capacidade da Floresta Estacional Semidecidual reter mais umidade que o Cerrado e contribuir para aumentar diferenças entre os dois tipos de mata?

Outra contribuição importante é o desenvolvimento de estudos similares em florestas urbanas constituídas por fragmentos de outros biomas brasileiros, juntamente com pesquisas junto aos usuários para permitir a calibração do índice PET específica para a situação analisada. Ressalta-se, ainda a necessidade de calcular outros parâmetros da morfologia vegetal (altura do dossel, densidade e índice de área foliar), fundamentais para o entendimento das variações microclimáticas entre diferentes fragmentos florestais.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. V.; LABAKI, L.C.; SANTOS, R.F.; BARTHOLOMEI, B.; LOTUFO, C.; Vegetação e Conforto Térmico em Espaços Urbanos Abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.
- ADÂMOLI, J.; MACEDO, J.; AZEVEDO, L.G.; NETTO, J. M.. Caracterização da região dos Cerrados. In: GOEDERT, W. J. (Ed.). Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. Brasília, DF: **Embrapa-CPAC**, 1986. p. 33-74.
- AMARAL, C.C.; FONTES, M. S. G. C.; Conforto Térmico em Corredores Urbanos: estudo de Caso em Bauru- SP. **Anais Congresso Pluris**, 2012, p 45-53.
- AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. **Mercator**, Fortaleza, número especial, p. 71-90, 2010.
- ARAÚJO, M. N.; ARAÚJO, A. J. Série de cadernos técnicos da agenda parlamentar: arborização urbana. Curitiba: CREA-PR, 2011.
- BATISTA, A. C.; MARTINI, A.; BIONDI, D. A Influência das Diferentes Tipologias de Floresta Urbana no Microclima do Entorno Imediato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 997-1007, jul.- set., 2018.
- BIONDI, D. Floresta urbana: conceitos e terminologias. **Floresta urbana**. Curitiba, p. 11-27, 2015.
- BIONDI, B.; BOBROWSKI, R. Morfometria das espécies florestais plantadas nas calçadas, **REVSBAU**, v. 12, p.1–16, 2017.
- BRASIL. Lei n. 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o Novo Código Florestal. Brasília, DF, 1965.
- BRASIL. Lei n. 6766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências. Brasília, DF, 1979.
- BROWN, R. D. et al. Designing urban parks that ameliorate the effects of climate change. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 138, p. 118-131, 2015.
- CAMACHO, V.A.L.; MOSCHINI, L.E. Planejamento Ambiental Urbano: a Relação entre a Cobertura Vegetal e Temperatura Superficial na Cidade de São Carlos, São Paulo, Brasil Fronteiras: **Journal of Social, Technological and Environmental Science** – ISSN 2238-8869, v. 10, n. 2 (2021) <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2021v10i2.p116-131>.
- COUTO, H. T. Z. Métodos de amostragem para avaliação de árvores de ruas. In: Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 2, 1994, São Luis. Anais... São Luis: **SBAU**, 1994. p.169- 179.
- CHOW, W. T.L.; AKBAR, S. N. A.B.; HENGA, S.L.; ROTH, M. Assessment of measured and perceived microclimates within atropical urban forest, **Urban Forestry & Urban Greening** 16 (2016) 62–75.

- CHEN, A. et al. Effect of urban green patterns on surface urban cool islands and its seasonal variations. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 13, p. 646-654, 2014.
- DACANAL C.; LABAKI L. C.; SILVA T. M. L.; Vamos passear na floresta! O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 115-132, abr./jun. 2010.
- Dados geográficos da cidade de Bauru site da Prefeitura Municipal de Bauru, <http://www2.bauru.sp.gov.br/bauru.aspx?m=2> acesso em: em 09/06/19.
- EITEN, G. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (Org.). Cerrado: caracterização ocupação e perspectivas. 2. ed. Brasília, DF: **Editora da UnB**, 1994. p. 17-73.
- EPA. Reducing Urban Heat Islands: Compendium of strategies. Urban Heat Island Basics.2011.p. 1-22. Disponível em: <http://www.epa.gov/heatisd/resources/compendium.htm>. Acesso em: 20 setembro 2021.
- FAUSTINI, F. B. Conforto térmico e tempo de permanência em espaços abertos de lazer: Influência de diferentes níveis de sombreamento, Dissertação - Mestrado Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, SP. 2017.
- FERREIRA, R.C.; HERRMAN, C. R. A. Influência de Espécies Arbóreas no Microclima e Conforto Térmico de seu Entorno Imediato sob Condições Climáticas do Cerrado Goiano. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.11, n.1, p. 14-33, 2016.
- GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2010. 223 p.
- GONÇALVES, W. Florestas Urbanas. **Ação Ambiental**. Viçosa. Ano n, Número 9, p 17- 19.2000.
- GREY, W.G. ; DENEKE, F. J. 1986 **Urban Forestry**. JoJm Wiley & Sons. 1986. 279p.
- HERNANDES J.L., PEDRO JUNIOR M.J., BARDIN L. Diferenças estacionais entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto meteorológico em Jundiaí (SP). **Bragantia**, 61(2):169-180.2002. doi: 10.1590/S0006-87052002000200010.
- HEBERLE, M.; SILVA, B. M. D. C; LIMA, C. S.; QUINTAL, R. S.; REMPEL, C. DALZOCHIO, M. S. Variações no microclima e características do solo em paisagens com diferentes coberturas vegetais: ação de campo junto ao Morro da Harmonia – Teutônia/RS. **Destaques acadêmicos**, Lajeado, v. 9, n. 3, p. 283-295, 2017.

HIRASHIMA, S. Q. S. Calibração do índice de conforto térmico temperatura fisiológica equivalente (PET) para o município de Belo Horizonte, MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura. Belo Horizonte MG. 2010, 225f;il.

HÖPPE, P. The physiological equivalent temperature PET – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 71-75, 1999.

HOPPE, P. Heat Balance Modelling. **Experientia**, 1993, Basel, 9,741-746.

HULTMAN, S. Urban Forests in Sweden: their use for recreation and timber growing. 1976. In: Proceedings of Papers Presented During Symposia -Trees and Forests for Human Settlements **IUFRO**. Toronto. p36- 42.

ISO 77726. Ergonomics of the Thermal Environment-Instruments for measuring physical Quantities. International Organization for Standardization, Geneva. 1998.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE - Cidades, 2014**. Disponível em <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=320530>>. Acesso em 20 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Mapa da vegetação do Brasil. Rio de Janeiro: **IBGE, 2004b**. Escala 1:5.000.000.

JIANG, B. et al. A dose–response curve describing the relationship between tree cover density and landscape preference. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 139, p. 16-25, 2015.

JORGENSEN, E. Urban Forestry in Canada. The Forestry Chronicle downloaded from pubs.cif-ifc.org. by 179.247.183.55 on 07/15/21.16pp.1970.

KIRCHNER, F. F.; DETZEL, V. A.; MITISHITA, E. A. Mapeamento da vegetação urbana. In: Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana, 3, 1990, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FUPEF do Paraná, 1990. p.72-85.

KONG, F.; YIN, H.; WANG, C.; CAVAN, G.; JAMES, P.; A satellite image-based analysis of factors contributing to the green-space cool island. Intensity on a city scale. **Urban Forestry & Urban Greening**, Amsterdam, v. 13, p. 846-853, 2014.

LABAKI, L.C.; FONTES, M.S.G.C.; BARTHOLOMEI, C.L.B.; DACANAL, C. Conforto térmico em espaços públicos de passagem: estudos em ruas de pedestres no estado de São Paulo **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 167-183, jan./mar. 2012.

LEAL, L.; MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A. C. Levantamento meteorológico expedito para análise da influência microclimática do Bosque

Estadual João Paulo II, Curitiba - PR. In: Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 4., 2011, Pelotas/RS. **Anais...** Pelotas: SBMET, 2011. P.1-9.

LEAL, L.; BIONDI, D. BATISTA, A.C. Extremos de Temperatura na Cidade de Curitiba – PR e Estratégias para Amenização Microclimática. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11 n.21; p. 3137 .2015.

LIMA NETO, E. M. Aplicação do sistema de informações geográficas para o inventário da arborização de ruas de Curitiba, PR. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LIN, T-P.; TSAI K-T.; HWANG, R-L.. MATZARAKIS A. Quantification of the effect of thermal indices and sky view factor on park attendance. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, n.107, p.137-146, 2012.

MARTELLI, A.; SANTOS JR, A. R.. Arborização Urbana do município de Itapira – SP: perspectivas para educação ambiental e sua influência no conforto térmico. **REGET/UFSM**, Itapira, v.19, n.2, p.1018-1031, 2015.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e conforto térmico de um fragmento de floresta urbana em Curitiba, PR. **Floram Floresta e Ambiente**, Curitiba, v.22, n.2, p.182-193, 2015.

MARTINI, A.; BIONDI, D.; BATISTA, A.C.. Influência das diferentes tipologias de floresta urbana na atenuação dos extremos meteorológicos. **Advances in Forestry Science**, Cuiabá, v.4, n.3, p.125-129, 2017.

MARTINI, A.; BIONDI, D; BATISTA, A. C. Tempo de conforto térmico proporcionado pela arborização de ruas. **Acta Biológica Catarinense**. 2019 Out-Dez;6(4):5-14.

MARTINI, A.; BIONDI, D; BATISTA, A. C; A influência das diferentes tipologias de floresta urbana no microclima do entorno imediato. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 997-1007, jul.- set. 2018.

MASCARÓ, L. R. **Ambiência Urbana**. Porto Alegre: Sagra -D.C. Luzzatto, 1996.

MATZARAKIS, A. Human-biometeorological assessment of the climate in Greece. (In Greek with extended summary in German) PhD Thesis, University Thessaloniki, 1995 apud.

MATZARAKIS, A.; MAYER, H. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. **International Journal of Biometeorology**, v. 43, p. 76- 84,1999.

MATZARAKIS, A.; RUTZ, F.; MAYER, H. Estimation and Calculation of the Mean Radiant Temperature within Urban Structures. In: DE DEAR, R. J. et al. (Eds.). **Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of the**

Millenium: selected papers the conference ICBICUC`99. Sydney: WCASP-50, WMO/TD, 2000.

MATZARAKIS A, RUTZ F, MAYER H. Modelling radiation Fluxes in Simple and Complex Environments: application of the RayMan model. **International Journal of Biometeorology**, v. 51, p. 323-334, 2007.

MELO, B. M.; DIAS, D. P.; Microclima e Conforto Térmico de Remanescentes Florestais Urbanos no município de JATAÍ – GO. **REVSBAU**, Curitiba – PR, v.14, n.2, p. 01-15, 2019.

MILANO, M.S. A cidade, os espaços abertos e a vegetação. h1: Anais do 1. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana. 1992. Vitória. Sociedade Brasileira Arborização Urbana. 1992. Vo1.1. p3-14.

MILLER, R.W. Urban Forestry - Planning and Managing Urban Greenspaces. 2ªEd. **Prentice Hall**. 1997.502p.

MINELLA, F. O.; ROSSI, F. A.; KRUGER, E. J. Análise do efeito diurno do fator de visão do céu no microclima e nos níveis de conforto térmico em ruas de pedestres em Curitiba. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, p. 123-143, 2011.

MONTEIRO, M.M.G. Caracterização da floresta urbana de Curitiba-PR por meio de sensoriamento remoto de alta resolução espacial. 2015. 147 p.Tese, (Doutorado) Programa de Pós Graduação, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

MONTEIRO, L. M.; ALUCCI, M. P. Conforto Térmico em Espaços Abertos com diferentes brangências Microclimáticas: parte 2: proposição de calibração de modelos preditivos, **Anais do IX Encontro Nacional de Conforto no Ambiente e V Encontro Latino-Americano sobre conforto no Ambiente Construído**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 8-10 agosto 2007.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A. & KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v.403, n.6772, p.853-858, 2000.

NASCIMENTO DTF, OLIVEIRA IJ (2011) Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986 - 2010). **Boletim Goiano de Geografia**, 31(2): 113-127. doi:10.5216/bgg.V31i2.16849.

Nossa História. Jardim Botânico Bauru. 2021. Disponível em: <https://www.jardimbotanicobauru.com.br/>. Acesso em: 25 de junho de 2021.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. A study of the origin of central Brazilian forests by the analysis of plant species distribution patterns. **Edinburgh Journal of Botany**, Edinburgh, v. 52, n. 1, p. 141-194, 1995.

OLIVEIRA-FILHO, A. T.; RATTER, J. A. Vegetation physiognomies and wood flora of the bioma Cerrado. In: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Eds.). **The**

Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical Savanna. New York: Columbia University Press, 2002. p. 91-120.

OLIVEIRA, Nicole Alves Oliveira. A influência da cobertura vegetal no conforto térmico urbano em uma região do semiárido Norte Mineiro. Orientador: Stanley Schettino. 2021. 53 f. Dissertações (Mestrado em Ciências Florestais) Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros. 2021.

OKE, T. R. Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations. **International Journal of Climatology**, London, vol.1, n.3, p. 237-254, 1981.

Plano Municipal de Bauru para Conservação e Manutenção da Mata Atlântica e Cerrado.2020. Disponível em: https://www2.bauru.sp.gov.br/arquivos/arquivos_site/sec_meioambiente/plano_mata_atlantica.pdf. Acesso em: 10 de janeiro de 2021.

PEREIRA, B.A.S; VENTUROLI, F.; CARVALHO, F.A. Florestas estacionais no cerrado: uma visão geral. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 446-455, jul./set. 2011.

RATHMANN, J. et al.; Towards quantifying forest recreation: Exploring outdoor thermal physiology and human well-being along exemplary pathways in a central European urban forest (Augsburg, SE-Germany) **Urban Forestry & Urban Greening** 49 (2020) 126622.

Raymundo, E.P.B.; Biondi, D.; Dacol, F.V.; Leal, M.S.; Reksidler, K; Efeitos microclimáticos de um fragmento de floresta urbana em Curitiba-PR. **REVSBAU**, Curitiba – PR, v.15, n.3, p.18-27, 2020.

RESOLUÇÃO SMA Nº 37, DE 4-4-2018 Dispõe sobre os procedimentos preparatórios para a criação do Mosaico de Unidades de Conservação do Cerrado Paulista, que abrange o Refúgio de Vida Silvestre Aimorés e Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE Leopoldo Coutinho, localizados nos Municípios de Agudos, Bauru e Pederneiras – SP. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

ROSSETTI, A. I. N; PELLEGRINO, P.R.M; TAVARES, A. R. As árvores e suas interfaces no ambiente urbano. **REVSBAU**, Piracicaba – SP, v.5, n.1, p.1-24, 2010

RYDBERG, D.; FALCK, J. Urban Foresty in Sweden from a silvicultural perspective: a review. **Landscape and Urban Planning**. V.47 n.1-2, 2000. P.1-18.

SHASHUA-BAR, L.; PEARLMUTTER, D.; ERELL, E. The cooling efficiency of urban landscape strategies in a hot dry climate. **Landscape and Urban Planning**, Amsterdam, v. 92, p. 179-186, 2009.

SABRIN, S.; KARIMI, M.; NAZARIA, R.; PRATT, J.; BRYK, J. Effects of different urbanvegetation morphology on the canopy-level thermal comfort and the cooling

benefits of shade trees: case-study in Philadelphia. **Sustainable Cities and Society**. v. 66, e102684, 2021.

SILVA, D. A.; BIONDI, D.; MARTINI, A.; VIEZZER, J. Influência microclimática do bosque gutierrez na cidade de Curitiba – PR, Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.2327--2338, 2014.

SILVA, D. G.; DEVIDE. A. C. Proposta de floresta urbana como corredor ecológico em Pindamonhangaba – SP. maio. 2021. ISSN 1516-5868 **Revista Brasileira de Ecologia** (prelo).

SILVA, W. Arborização de vias urbanas: potencial de sombreamento das espécies, UNESP, Dissertação de mestrado, 76p., Bauru, 2016.

SOLDERA, C.; BATISTA, D. B.; MARTINI, A. Microclima e conforto térmico na trilha do Capão do Tigre – espaço com atividades de educação ambiental. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.10, n.19, p.2348-2359, 2014.

SU, Y.; LIU, L.; LIAO, J.; WU, J.; CIAIS, P.; HE, X.; LIU, X.; CHEN, X.; YUAN, W. ZHOU, G.; LAFORTEZZA, R.; Phenology acts as a primary control of urban vegetation cooling and warming: A synthetic analysis of global site observations. **Agricultural and Forest Meteorology** 280 (2020) 107765.

WANG, Y.; BAKKER, F.; DE GROOT, R.; WORTCHE, H.; LEEMANS, R. Effects of urban trees on local outdoor microclimate: synthesizing field measurements by numerical modelling. **Urban Ecosystems**, Netherlands, v.18, n.4, p.1305-1331, 2015.

WANG, W.; WANG, H.; XIAO, L.; HE, X.; WANG, Q.; WEI, C. Microclimate regulating function of urban forests in Changchun City (northeast China) and their associations with different factors. **iForest – Biogeosciences and Forestry**, v. 11, p. 140-147, 2018.

YANG, W.; WONG, N.H.; JUSUF, S.K. Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. **Building and Environment**. 426e435. 2013.

ZHENG, S.; GULDMANN, J-M.; WANG, Z.; QIU, Z.; HE, C.; WANG, K. Experimental and theoretical study of urban tree instantaneous and hourly transpiration rates and their cooling effect in hot and humid area. **Sustainable Cities and Society**.v. 68, 2021.

7. APÊNDICE I – Dados de temperatura e Umidade em condições de tempo quente e umido

I.a - Dados do IPMet

Dia 22/02/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
09:00	24,8	68,8
09:15	24,9	69,1
09:30	25,4	67,9
09:45	26,2	65,8
10:00	25,8	67,5
10:15	26,4	65,4
10:30	26,8	64,9
10:45	26,9	63,7
11:00	27,2	63,2
11:15	27,4	62,1
11:30	27,4	62,9
11:45	28	62,7
12:00	28,6	59,7
12:15	29,2	58,1
12:30	30,1	55,8
12:45	29,4	57,2
13:00	30,6	52,2
13:15	29,7	53,8
13:30	30,4	53,1
13:45	30,6	51,2
14:00	30,6	49,7
14:15	31,4	44,5
14:30	31,4	46,1
14:45	30,2	50
15:00	31,1	42,8
15:15	31,9	44,4
15:30	32,3	40,4
15:45	32,9	39,2
16:00	32,5	41,3

Dia 24/02/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
09:00	27,2	64,2
09:15	27,6	62,3
09:30	28,6	60,3
09:45	28,1	61,7
10:00	29,4	55,7
10:15	30,3	53,2
10:30	30,5	52,1
10:45	30,3	52,4
11:00	30,4	52,8
11:15	31,3	51,9
11:30	31,7	48
11:45	31,9	46,1
12:00	30,8	50,4
12:15	31,3	48,7
12:30	31,2	48,8
12:45	31,8	46,1
13:00	31	49,3
13:15	31,1	49,6
13:30	30,7	50,1
13:45	32	44,9
14:00	32	38,1
14:15	32,7	35,2
14:30	33,1	39,3
14:45	33	41,4
15:00	32,9	39,8
15:15	31,5	41,7
15:30	30,5	46,5
15:45	29,3	52,8
16:00	27,8	57,7

Dia 15/03/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
09:00	24,3	73
09:15	24,7	73,8
09:30	24,9	72
09:45	25,3	71,3
10:00	25,5	68,8
10:15	25,3	71,1
10:30	26,2	68,6
10:45	26,8	66,2
11:00	26,6	62,3
11:15	27,5	58,4
11:30	28,2	59,5
11:45	28,4	57,2
12:00	28,2	56,1
12:15	28,5	57,3
12:30	28,7	55,6
12:45	29,3	51,4
13:00	29,8	51,8
13:15	29,7	52,6
13:30	29,7	51,5
13:45	30,4	49,9
14:00	30	50,7
14:15	30,4	49,6
14:30	31,1	48,5
14:45	29,7	53,3
15:00	30,2	51,5
15:15	30,5	51,6
15:30	30,2	52
15:45	30,5	50
16:00	30,3	49,2

I.b MEDIÇÕES DOS PONTOS: CERRADO E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Cerrado 22/02/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	23,3	23,3	23,3	79,0
09:15	23,8	24,1		80,6
09:30	24,2	24,4		80,1
09:45	24,8	25,2		78,2
10:00	25,3	25,7	25,9	74,7
10:15	25,7	26,6		75,0
10:30	26,3	26,9		72,0
10:45	26,7	27,1		73,6
11:00	27,1	27,3	27,4	72,5
11:15	27,4	27,9		68,1
11:30	27,8	28,1		67,7
11:45	28,0	28,6		69,7
12:00	28,7	28,9	29,0	65,6
12:15	28,8	29,6		68,1
12:30	29,3	30,0		66,1
12:45	29,7	30,4		61,5
13:00	29,8	30,4	30,7	61,7
13:15	29,4	29,9		63,2
13:30	30,1	30,9		58,4
13:45	30,4	32,4		58,2
14:00	30,3	31,6	32,3	62,6
14:15	30,2	30,9		60,1
14:30	30,7	31,2		57,0
14:45	30,7	31,3		56,1
15:00	30,9	31,3	31,5	54,8
15:15	30,7	30,9		54,9
15:30	30,7	31,1		52,5
15:45	30,4	30,5		57,5
16:00	30,2	30,3	30,3	59,6

Floresta estacional Semidecidual 22/02/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	23,7	23,6	23,6	76,4
09:15	23,8	24,2		79,7
09:30	24,4	25,0		76,6
09:45	25,1	25,7		78,4
10:00	25,5	25,9	26,1	73,9
10:15	25,9	26,5		74,0
10:30	26,5	27,0		70,0
10:45	26,6	26,9		68,5
11:00	27,0	27,4	27,6	69,5
11:15	27,4	28,0		72,6
11:30	27,4	27,4		67,9
11:45	27,9	28,4		67,3
12:00	28,0	28,0	28,0	66,9
12:15	28,0	28,6		70,5
12:30	28,5	28,9		67,4
12:45	28,6	28,8		67,9
13:00	29,1	29,5	29,7	63,6
13:15	28,8	28,6		64,7
13:30	29,3	29,8		62,6
13:45	29,5	29,9		60,4
14:00	29,6	30,0	30,2	62,8
14:15	29,7	29,9		64,4
14:30	29,7	29,9		57,5
14:45	29,7	30,1		62,9
15:00	29,9	30,5	30,8	56,3
15:15	29,9	30,3		53,6
15:30	29,9	30,2		59,8
15:45	29,9	30,3		56,5
16:00	29,6	29,6	29,6	63,6

Cerrado 24/02/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	24,5	24,6	24,6	84,1
09:15	25,1	25,4		83,3
09:30	25,7	26,3		80,4
09:45	26,4	26,8		77,3
10:00	27,1	28,2	28,8	73,2
10:15	27,6	28,5		69,3
10:30	28,4	29,5		68,4
10:45	28,9	29,1		67,2
11:00	29,1	29,8	30,1	67,7
11:15	29,7	30,4		63,1
11:30	30,0	30,5		63,9
11:45	29,8	29,7		67,2
12:00	28,9	28,3	28,0	68,4
12:15	28,7	29,0		65,2
12:30	28,2	28,2		72,2
12:45	30,0	31,3		60,0
13:00	30,0	30,3	30,4	57,3
13:15	29,3	29,1		65,9
13:30	30,4	31,4		61,9
13:45	30,7	33,4		51,1
14:00	30,8	31,7	32,2	49,0
14:15	31,6	32,6		46,8
14:30	32,1	32,8		49,6
14:45	31,9	32,3		48,3
15:00	31,9	32,5	32,8	49,9
15:15	30,7	30,3		54,2
15:30	29,2	28,9		59,4
15:45	28,2	27,9		62,9
16:00	27,6	27,4	27,3	65,7

Floresta estacional Semidecidual 24/02/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	24,8	24,8	24,8	81,0
09:15	25,0	25,3		80,6
09:30	25,6	26,3		81,9
09:45	25,9	26,1		82,3
10:00	26,5	27,3	27,7	77,7
10:15	26,5	27,0		75,1
10:30	27,6	28,6		74,6
10:45	27,8	28,1		75,1
11:00	27,8	28,1	28,2	72,5
11:15	28,3	28,8		71,2
11:30	28,6	28,9		66,8
11:45	28,5	28,7		70,5
12:00	28,2	27,9	27,8	73,6
12:15	28,2	28,5		74,6
12:30	27,9	27,9		77,9
12:45	29,2	30,3		65,3
13:00	28,9	29,0	29,0	68,2
13:15	28,2	28,1		67,9
13:30	29,3	29,7		67,0
13:45	29,4	29,7		57,8
14:00	29,3	29,7	29,9	58,2
14:15	29,4	29,9		57,8
14:30	30,0	30,7		63,6
14:45	30,3	30,8		58,2
15:00	30,3	30,7	30,9	57,6
15:15	29,8	29,5		54,3
15:30	28,8	28,3		63,1
15:45	28,2	27,9		62,2
16:00	27,7	27,5	27,4	64,4

Cerrado 15/03/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	22,5	22,1	21,9	85,9
09:15	22,5	22,7		89,2
09:30	23,0	23,7		91,3
09:45	23,4	23,9		90,0
10:00	23,7	24,0	24,1	85,2
10:15	24,2	24,8		89,1
10:30	24,8	25,8		84,0
10:45	25,1	25,8		84,3
11:00	25,5	26,1	26,4	80,4
11:15	26,1	26,8		76,9
11:30	26,2	27,0		72,6
11:45	26,8	27,7		72,9
12:00	27,0	27,3	27,4	72,2
12:15	27,5	28,2		64,5
12:30	27,9	28,5		67,6
12:45	28,1	28,7		66,7
13:00	28,1	28,0	28	65,2
13:15	28,5	29,3		61,2
13:30	29,1	30,5		66,4
13:45	29,4	30,2		61,6
14:00	29,7	30,2	30,4	62,9
14:15	29,8	30,3		62,1
14:30	29,2	29,2		64,8
14:45	28,3	27,2		69,9
15:00	27,8	28,4	28,7	70,4
15:15	28,4	28,5		67,7
15:30	28,6	29,0		62,0
15:45	28,9	29,3		60,6
16:00	28,7	28,8	28,8	70,6

Floresta estacional Semidecidual 15/03/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	23,1	22,4	22	84,0
09:15	22,8	22,9		82,0
09:30	23,2	23,6		86,4
09:45	23,6	23,9		85,2
10:00	24,0	24,3	24,4	86,0
10:15	24,5	24,9		77,0
10:30	24,7	25,1		83,7
10:45	24,9	25,2		81,8
11:00	25,3	26,0	26,4	76,6
11:15	25,8	26,1		75,9
11:30	25,7	25,9		75,4
11:45	25,9	26,5		73,8
12:00	26,7	27,1	27,3	70,7
12:15	26,9	27,3		73,3
12:30	27,1	27,8		71,3
12:45	27,5	27,9		73,4
13:00	27,6	27,9	28	72,3
13:15	27,9	28,5		66,9
13:30	28,4	28,8		66,7
13:45	28,6	29,0		60,8
14:00	28,6	29,0	29,2	66,6
14:15	28,5	28,8		64,2
14:30	27,9	27,6		68,4
14:45	27,2	26,6		75,8
15:00	26,9	27,2	27,3	75,0
15:15	27,2	27,1		75,7
15:30	27,5	27,9		71,2
15:45	27,4	27,7		74,1
16:00	27,5	27,8	27,9	69,3

I c – Dados das médias de temperatura e umidade dos pontos

Cerrado – Média Temperatura (°C)				
Hora	22/0 2	24/02	15/0 3	Valor MÉDIO
09:00	23,3	24,5	22,5	23,5
10:00	25,3	27,1	23,7	25,4
11:00	27,1	29,1	25,5	27,3
12:00	28,7	28,9	27,0	28,2
13:00	29,8	30,0	28,1	29,3
14:00	30,3	30,8	29,7	30,3
15:00	30,9	31,9	27,8	30,2
16:00	30,2	27,6	28,7	28,9

Floresta – Média Temperatura (°C)				
Hora	22/0 2	24/02	15/0 3	Valor MÉDIO
09:00	23,7	24,8	23,1	23,9
10:00	25,5	26,5	24,0	25,4
11:00	27,0	27,8	25,3	26,7
12:00	28,0	28,2	26,7	27,7
13:00	29,1	28,9	27,6	28,6
14:00	29,6	29,3	28,6	29,2
15:00	29,9	30,3	26,9	29,1
16:00	29,6	27,7	27,5	28,3

Cerrado – Média Umidade relativa (%)				
Hora	22/0 2	24/02	15/0 3	Valor MÉDIO
09:00	79,0	84,1	85,9	83
10:00	74,7	73,2	85,2	77,7
11:00	72,5	67,7	80,4	73,6
12:00	65,6	68,4	72,2	68,7
13:00	61,7	57,3	65,2	61,4
14:00	62,6	49,0	62,9	58,2
15:00	54,8	49,9	70,4	58,4
16:00	59,6	65,7	70,6	65,3

Floresta – Média Umidade relativa (%)				
Hora	22/0 2	24/02	15/0 3	Valor MÉDIO
09:00	76,4	81,0	84,0	80,5
10:00	73,9	77,7	86,0	79,2
11:00	69,5	72,5	76,6	72,9
12:00	66,9	73,6	70,7	70,4
13:00	63,6	68,2	72,3	68,1
14:00	62,8	58,2	66,6	62,6
15:00	56,3	57,6	75,0	63
16:00	63,6	64,4	69,3	65,8

IPmet – Média Temperatura (°C)				
Hora	22/02/2021	24/02/2021	15/03/2021	T°C Média
09:00	24,8	27,2	24,3	25,4
10:00	25,7	29,4	25,5	26,9
11:00	27,2	30,4	26,6	28,1
12:00	28,6	30,8	28,2	29,2
13:00	30,6	31	29,8	30,5
14:00	30,6	32	30	30,9
15:00	31,1	32,9	30,2	31,4
16:00	32,5	27,8	30,3	30,2

IPmet – Média Umidade relativa (%)				
Hora	22/02/2021	24/02/2021	15/03/2021	UR % MÉDIA
09:00	68,8	64,2	73	68,7
10:00	67,5	55,7	68,8	64
11:00	63,2	52,8	62,3	59,4
12:00	59,7	50,4	56,2	55,4
13:00	52,2	49,3	51,8	51,1
14:00	49,7	38,1	50,7	46,1

Temperatura (°C)			
Hora	Ipmet	Cerrado	Floresta
09:00	25,4	23,5	23,9
10:00	26,9	25,4	25,4
11:00	28,1	27,3	26,7
12:00	29,2	28,2	27,7
13:00	30,5	29,3	28,6
14:00	30,9	30,3	29,2
15:00	31,4	30,2	29,1
16:00	30,2	28,9	28,3

Umidade relativa (%)			
Hora	Ipmet	Cerrado	Floresta
09:00	68,7	83	80,5
10:00	64	77,7	79,2
11:00	59,4	73,6	72,9
12:00	55,4	68,7	70,4
13:00	51,1	61,4	68,1
14:00	46,1	58,2	62,6
15:00	44,7	58,4	63
16:00	49,4	65,3	65,8

Tempo quente e úmido			
Umidade Absoluta (g/m ³)			
Hora	IPmet	Cerrado	Floresta
09:00	16,3	17,7	17,6
10:00	16,5	18,5	18,8
11:00	16,4	19,5	18,6
12:00	16,2	19,1	19
13:00	16,1	18,1	19,3
14:00	14,8	18,1	18,4
15:00	14,8	18,1	18,4
16:00	15,3	18,8	18,4

PET Cerrado				
Hora	22/02/202 1	24/02/2021	15/03/2021	Média do PET
09:00	25,1	26,5	24,1	25,2
10:00	27,5	29,8	25,9	27,7
11:00	29	31,3	27,9	29,4
12:00	30,6	30,6	29	30,1
13:00	31,8	31,6	29,6	31,0
14:00	33	32,8	31,6	32,5
15:00	32,6	33,6	30	32,1
16:00	31,7	29	30,5	30,4

PET - Floresta estacional Semidecidual				
Hora	22/02/202 1	24/02/2021	15/03/2021	Média do PET
09:00	25,4	26,7	24,4	25,5
10:00	27,6	29	26,2	27,6
11:00	29	29,8	27,7	28,8
12:00	29,6	29,7	28,7	29,3
13:00	31	30,6	29,6	30,4
14:00	31,5	31	30,6	31,0
15:00	31,8	32	28,9	30,9
16:00	31,1	29,1	29,4	29,9

hora	PET cerrado	PET floresta estacional
09:00	25,2	25,5
10:00	27,7	27,6
11:00	29,4	28,8
12:00	30,1	29,3
13:00	31	30,4
14:00	32,5	31
15:00	32,1	30,9
16:00	30,4	29,9

Apêndice II – Dados de temperatura e Umidade em condições de tempo quente e seco

II.a - Dados do IPMet

Dia 16/08/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
09:00	20,9	64,9
09:15	21,3	63,5
09:30	22,7	57,9
09:45	23,2	55
10:00	24,7	49,4
10:15	24,7	48,6
10:30	25,9	43,8
10:45	26,2	43,3
11:00	27,2	37,5
11:15	28,4	34,5
11:30	28,7	32,8
11:45	29,4	30,1
12:00	30,5	28,2
12:15	30,2	27,6
12:30	31,4	24,7
12:45	29,3	31,3
13:00	27	40,8
13:15	29,3	33,2
13:30	30,2	29,5
13:45	31	27,2
14:00	31,6	25,4
14:15	31,5	23,5
14:30	32,2	22,5
14:45	32	21,4
15:00	32,3	20,5
15:15	32,6	19,9
15:30	32,7	18,5
15:45	32,8	18,3
16:00	33	18,5

Dia 17/08/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (°C)
09:00	19,6	62,5
09:15	20,5	59,3
09:30	21,4	56
09:45	22,6	51,9
10:00	23,5	48,6
10:15	24,3	46,1
10:30	25,1	42,3
10:45	26,2	38,4
11:00	26,9	37,2
11:15	27	37,1
11:30	27,5	35,3
11:45	28,5	32,6
12:00	28,8	32,8
12:15	28,8	32,9
12:30	29,5	31
12:45	30,1	29,1
13:00	30,2	28,1
13:15	31,4	26,9
13:30	31,2	27,4
13:45	31,4	27,3
14:00	31,4	26,8
14:15	32	24,3
14:30	33,1	23,6
14:45	32,6	23,1
15:00	32,8	21,1
15:15	32,9	21,1
15:30	33,3	21
15:45	32,6	22,6
16:00	32,4	20,7

Dia 18/08/2021		
Hora	Temperatura (°C)	Umidade Relativa (°C)
09:00	24,2	45,8
09:15	25,1	43,3
09:30	25,7	41,7
09:45	26,3	41,1
10:00	27,5	38,4
10:15	28	36,9
10:30	28,4	35,4
10:45	29	34,4
11:00	29,5	33,7
11:15	29,9	32,4
11:30	30,9	30,9
11:45	31,5	27,6
12:00	31,8	25,7
12:15	32,5	23,7
12:30	32,9	22,7
12:45	32,8	22,3
13:00	32,8	21,3
13:15	32,5	20,7
13:30	33,1	20,2
13:45	33,1	19,7
14:00	33,6	19,4
14:15	33,2	19,3
14:30	33,1	19,1
14:45	33,3	17,8
15:00	33,6	16,8
15:15	33,2	16,8
15:30	33,1	15,5
15:45	33,4	16,8
16:00	33,2	18,7

II.b MEDIÇÕES DOS PONTOS: CERRADO E FLORESTA ESTACIONAL SEMIDECIDUAL

Cerrado 16/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	19,2	19,8	20,1	77,6
09:15	19,9	20,5		76,8
09:30	20,9	21,9		75,4
09:45	22,2	22,7		66,9
10:00	22,7	23,8	24,4	64,0
10:15	23,3	24,1		63,5
10:30	24,2	25,3		59,2
10:45	25,0	26,0		54,5
11:00	25,8	26,7	28,1	54,7
11:15	27,1	28,3		47,9
11:30	28,2	29,3		44,1
11:45	29,5	31,1		40,4
12:00	30,3	31,5	32,2	39,9
12:15	30,2	30,7		36,2
12:30	30,8	32,2		34,5
12:45	30,6	30,2		38,0
13:00	28,3	27,9	27,7	43,2
13:15	29,1	30,5		42,1
13:30	30,3	31,5		37,4
13:45	30,9	33,4		36,7
14:00	31,8	33,6	34,7	33,2
14:15	31,5	31,9		32,7
14:30	32,0	34,1		31,4
14:45	32,0	31,9		31,5
15:00	31,5	32,4	32,9	29,5
15:15	32,2	32,8		29,0
15:30	32,5	33,3		27,8
15:45	32,4	32,9		26,5
16:00	32,3	32,8	33	25,7

Floresta estacional Semidecidual 16/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	19,4	19,7	19,8	75,8
09:15	19,8	20,0		76,2
09:30	20,7	21,9		73,9
09:45	22,1	22,8		65,6
10:00	22,5	23,5	24,1	68,3
10:15	23,2	24,2		63,4
10:30	23,9	25,1		59,7
10:45	24,9	26,0		54,1
11:00	25,2	26,0	26,4	55,3
11:15	25,7	26,7		50,8
11:30	27,1	28,1		48,7
11:45	27,8	29,8		47,2
12:00	28,4	29,3	29,8	47,6
12:15	28,5	29,2		43,2
12:30	28,9	30,0		41,5
12:45	29,3	29,3		37,5
13:00	28,1	27,5	27,2	44,2
13:15	28,1	28,9		44,0
13:30	28,7	29,6		41,6
13:45	29,2	30,0		40,7
14:00	29,8	30,4	30,7	40,7
14:15	29,8	30,0		38,9
14:30	30,2	30,7		35,3
14:45	30,4	30,8		36,8
15:00	30,1	30,9	31,3	32,8
15:15	30,7	31,5		34,2
15:30	31,1	34,2		31,5
15:45	30,8	31,0		35,1
16:00	30,4	30,5	30,5	38,1

Cerrado 17/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	17,7	18,1	18,3	78,1
09:15	18,5	19,2		76,9
09:30	19,4	20,2		72,7
09:45	20,6	21,7		66,9
10:00	21,7	22,6	23,1	65,9
10:15	22,9	24,0		60,2
10:30	24,2	25,4		56,8
10:45	25,3	26,3		47,7
11:00	25,9	27,0	27,6	48,5
11:15	26,7	27,7		44,4
11:30	27,6	28,6		43,1
11:45	28,3	29,9		42,3
12:00	29,0	30,7	31,7	42,1
12:15	29,2	30,1		40,1
12:30	29,8	30,8		38,3
12:45	30,4	31,6		37,3
13:00	31,0	32,6	33,5	36,2
13:15	31,3	32,4		34,2
13:30	31,6	34,0		34,8
13:45	32,2	35,1		35,1
14:00	32,6	34,5	35,6	33,3
14:15	32,5	33,3		33,2
14:30	32,7	35,1		31,8
14:45	32,8	33,3		30,9
15:00	32,8	33,7	34,1	30,0
15:15	32,8	33,4		32,5
15:30	32,6	33,7		30,9
15:45	32,6	32,9		31,7
16:00	32,4	32,6	32,7	31,5

Floresta estacional Semidecidual 17/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	17,7	18,2	18,5	78,5
09:15	18,8	19,2		70,1
09:30	20,3	21,3		68,1
09:45	21,9	23,8		58,3
10:00	22,3	23,0	23,4	59,6
10:15	23,0	23,9		60,4
10:30	24,0	24,7		55,0
10:45	25,2	25,9		48,7
11:00	25,7	26,0	26,1	49,8
11:15	26,2	26,4		47,6
11:30	26,8	27,4		44,6
11:45	27,7	29,6		42,4
12:00	28,5	30,0	30,9	40,3
12:15	28,7	28,9		40,8
12:30	28,7	29,1		44,7
12:45	29,1	29,6		40,2
13:00	29,7	30,2	30,4	38,7
13:15	30,0	30,3		40,1
13:30	30,2	30,5		36,6
13:45	30,3	30,6		37,1
14:00	30,5	30,8	30,9	34,9
14:15	30,7	31,0		33,4
14:30	30,9	31,3		34,6
14:45	31,1	31,6		33,4
15:00	31,3	31,7	31,9	35,4
15:15	31,4	31,8		32,6
15:30	31,6	31,8		34,1
15:45	31,1	31,1		36,0
16:00	31,0	31,1	31,1	33,0

Cerrado 18/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	19,6	20,3	20,7	76,2
09:15	20,7	21,4		73,1
09:30	21,7	22,6		65,6
09:45	23,1	24,0		65,7
10:00	24,4	25,4	26	63,0
10:15	25,7	26,8		54,8
10:30	26,9	28,5		50,5
10:45	27,9	28,8		45,8
11:00	28,6	29,4	29,8	43,1
11:15	29,5	30,5		41,9
11:30	30,4	31,2		39,3
11:45	31,2	31,8		36,1
12:00	32,0	33,7	34,7	32,1
12:15	32,3	33,8		32,9
12:30	32,7	33,5		31,0
12:45	33,2	34,1		29,4
13:00	33,5	36,9	39,2	27,3
13:15	33,7	35,5		27,6
13:30	33,8	36,2		26,3
13:45	34,3	36,6		26,8
14:00	34,7	37,1	38,6	27,4
14:15	34,2	34,8		26,0
14:30	34,3	35,9		25,3
14:45	34,4	35,0		26,1
15:00	34,1	34,4	34,5	24,1
15:15	33,9	34,6		24,2
15:30	33,9	35,1		24,6
15:45	33,3	33,7		28,0
16:00	33,1	34,5	35,3	27,4

Floresta estacional Semidecidual 18/08/2021				
Hora	Temperaturas – T. (°C)			Umidade Relativa (%)
	Tar	T.globo	T.rad. média	
09:00	19,5	20,1	20,4	78,1
09:15	20,4	21,3		75,0
09:30	21,5	23,4		73,2
09:45	23,3	26,4		69,2
10:00	25,0	26,1	26,7	57,8
10:15	26,5	28,3		47,9
10:30	26,9	27,8		46,8
10:45	26,8	27,2		49,9
11:00	27,4	27,8	28	50,4
11:15	28,2	29,2		45,7
11:30	28,7	29,6		43,5
11:45	30,4	33,2		37,1
12:00	30,9	31,5	31,8	41,7
12:15	30,6	30,8		37,9
12:30	31,1	31,7		36,9
12:45	31,6	32,2		30,6
13:00	31,8	32,2	32,4	30,0
13:15	32,1	32,5		33,3
13:30	32,2	32,9		28,6
13:45	32,3	32,5		32,9
14:00	32,3	32,5	32,6	33,2
14:15	32,3	32,7		30,4
14:30	32,4	32,6		31,1
14:45	32,4	32,7		28,3
15:00	32,4	32,6	32,7	29,0
15:15	32,1	32,2		31,1
15:30	32,4	33,1		27,0
15:45	32,3	32,3		27,6
16:00	32,0	31,9	31,9	28,3

II c Dados das médias

Cerrado – Média Temperatura (°C)				
Hora	16/ago	17/ago	18/ago	média
09:00	19,2	17,7	19,6	18,8
10:00	22,7	21,7	24,4	22,9
11:00	25,8	25,9	28,6	26,8
12:00	30,3	29	32	30,4
13:00	28,3	31	33,5	30,9
14:00	31,8	32,6	34,7	33
15:00	31,5	32,8	34,1	32,8
16:00	32,3	32,4	33,1	32,6

Floresta – Média Temperatura (°C)				
Hora	16/ago	17/ago	18/ago	média
09:00	19,4	17,7	19,5	18,9
10:00	22,5	22,3	25	23,3
11:00	25,2	25,7	27,4	26,1
12:00	28,4	28,5	30,9	29,3
13:00	28,1	29,7	31,8	29,9
14:00	29,8	30,5	32,3	30,9
15:00	30,1	31,3	32,4	31,3
16:00	30,4	31	32	31,1

Cerrado – Média Umidade relativa (%)				
Hora	16/ag	17/ago	18/ago	média
09:00	77,6	78,1	76,2	77,3
10:00	64	65,9	63	64,3
11:00	54,7	48,5	43,1	48,8
12:00	39,9	42,1	32,1	38
13:00	43,2	36,2	27,3	35,6
14:00	33,2	33,3	27,4	31,3
15:00	29,5	30	24,1	27,8
16:00	25,7	31,5	27,4	28,2

Floresta – Média Umidade relativa (%)				
Hora	16/ago	17/ago	18/ago	média
09:00	75,8	78,5	78,1	77,4
10:00	68,3	59,6	57,8	61,9
11:00	55,3	49,8	50,4	51,8
12:00	47,6	40,3	41,7	43,2
13:00	44,2	38,7	30	37,6
14:00	40,7	34,9	33,2	36,2
15:00	32,8	35,4	29	32,4
16:00	38,1	33	28,3	33

IPmet – Média de Temperatura (°C)				
Hora	16/ao	17/ago	18/ago	Média
09:00	20,9	19,6	24,2	21,6
10:00	24,7	23,5	27,5	25,2
11:00	27,2	26,9	29,5	27,9
12:00	30,5	28,8	31,8	30,4
13:00	27	30,2	32,8	30
14:00	31,6	31,4	33,6	32,2
15:00	32,3	32,8	33,6	32,9
16:00	33	32,4	33,2	32,9

IPmet – Média de Umidade relativa (%)				
Hora	16/a go	17/ago	18/ago	MÉDIA
09:00	64,9	62,5	45,8	57,7
10:00	49,4	48,6	38,4	45,5
11:00	37,5	37,2	33,7	36,1
12:00	28,2	32,8	25,7	28,9
13:00	40,8	28,1	21,3	30,1
14:00	25,4	26,8	19,4	23,9
15:00	20,5	21,2	16,8	19,5
16:00	18,5	20,6	18,7	19,3

Temperatura (°C)			
Hora	Ipmet	Cerrado	Floresta
09:00	21,6	18,8	18,9
10:00	25,2	22,9	23,3
11:00	27,9	26,8	26,1
12:00	30,4	30,4	29,3
13:00	30	30,9	29,9
14:00	32,2	33	30,9
15:00	32,9	32,8	31,3
16:00	32,9	32,6	31,1

Umidade relativa (%)			
Hora	Ipmet	Cerrado	Floresta
09:00	57,7	77,3	77,4
10:00	45,5	64,3	61,9
11:00	36,1	48,8	51,8
12:00	28,9	38	43,2
13:00	30,1	35,6	37,6
14:00	23,9	31,3	36,2
15:00	19,5	27,8	32,4
16:00	19,3	28,2	33

Umidade Absoluta (g/m ³)			
Hora	IPmet	Cerrado	Floresta
09:00	11,1	12,6	12,7
10:00	10,7	13,3	13,1
11:00	9,9	12,5	12,8
12:00	9,0	11,9	12,7
13:00	9,2	11,4	11,5
14:00	8,2	11,3	11,6
15:00	7,0	9,9	10,6
16:00	6,9	9,9	10,7

PET _ Cerrado				
Hora	16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	MÉDIA
09:00	20,8	20,3	22,3	21,1
10:00	25,4	24,4	26,9	25,6
11:00	28,1	28,1	30,3	28,8
12:00	32,3	31,6	34,3	32,7
13:00	29	33,3	37,5	33,3
14:00	34,5	35,1	37,5	35,7
15:00	32,9	34,1	34,6	33,9
16:00	33,1	33,2	34,9	33,7

PET – Floresta estacional Semidecidual				
	16/08/2021	17/08/2021	18/08/2021	MÉDIA
09:00	21,7	20,4	22,1	21,4
10:00	25,2	24,6	27,4	25,7
11:00	27,3	27,2	28,9	28,4
12:00	30,3	30,9	32,4	31,2
13:00	28,6	31	32,7	30,8
14:00	31,2	31,5	33,1	31,9
15:00	31,5	32,4	33,1	32,3
16:00	31,1	31,7	32,4	31,7

	PET CERRADO	PET FLORESTA
09:00	21,1	21,4
10:00	25,6	25,7
11:00	28,8	28,4
12:00	32,7	31,2
13:00	33,3	30,8
14:00	35,7	31,9
15:00	33,9	32,3
16:00	33,7	31,7