

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CÂMPUS DOIS VIZINHOS

THATIANA TOMINAGA HIGA

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELO
SOMBREAMENTO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS SOBRE EDIFICAÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2015

THATIANA TOMINAGA HIGA

**ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELO
SOMBREAMENTO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS SOBRE EDIFICAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do Curso Superior de Engenharia Florestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Flávia Gizele König Brun

DOIS VIZINHOS

2015

H634a Higa, Thatiana Tominaga.
Análise do conforto térmico proporcionado pelo
sombreamento de duas espécies arbóreas sobre
edificações / Thatiana Tominaga Higa – Dois Vizinhos :
[s.n], 2015.
104f.:il.

Orientadora: Flávia Gizele König Brun
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curso de
Engenharia Florestal. Dois Vizinhos, 2015.
Bibliografia p.97-104

1. Arborização das cidades. 2. Árvores
sombreadoras 3. Conforto humano I.Brun, Flávia
Gizele König, orient. II. Universidade Tecnológica
Federal do Paraná – Dois Vizinhos.III.Título

CDD: 715.2

Ficha catalográfica elaborada por Rosana Oliveira da Silva CRB: 9/1745

Biblioteca da UTFPR-Dois Vizinhos



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Curso de Engenharia Florestal



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO PROPORCIONADO PELO SOMBREAMENTO DE DUAS ESPÉCIES ARBÓREAS SOBRE EDIFICAÇÕES

por

THATIANA TOMINAGA HIGA

Este Trabalho de Conclusão de Curso II foi apresentado em 26 de Novembro de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Florestal. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof^ª. Dr^ª. Flávia Gizele König Brun
Orientadora

Prof^ª. Dr^ª. Fabiani das Dores Abati Miranda
Membro titular (UTFPR)

Prof. Msc. Makerli Galvan Zanella
Membro titular (UTFPR)

- O termo de aprovação assinado encontra-se na coordenação do curso -

Dedico este trabalho à minha família,
por todo apoio e dedicação que me deram
durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha família, a minha mãe Luci, meu pai, Tsutomu, e minha irmã, Priscilla, que estiveram sempre presentes me dando forças, me incentivando e por estarem sempre presentes me apoiando para que continuasse na luta durante essa importante etapa na minha vida. Não posso deixar de agradecer os meus avós, Shiguemasa e Hisaka por sempre acreditar em mim e sempre me fizeram sentir que eu não estava sozinha nesta batalha.

Com certeza não vou conseguir agradecer a todos que fizeram parte da minha jornada na UTFPR-DV. Assim, peço desculpas aqueles que não forem citados aqui, mas fiquem cientes que sou eternamente grata a cada um que fez parte da minha vida acadêmica.

Um agradecimento especial a Professora Dra. Flávia Gizele Konig Brun, pela orientação no presente trabalho de conclusão de curso, e também pelos acompanhamentos, ensinamentos e companheirismo durante 4 anos de trabalho durante a graduação, com certeza fez uma enorme contribuição para minha formação acadêmica, profissional e pessoal.

Também gostaria de agradecer ao Professor Dr. Eleandro José Brun pelos ensinamentos adquiridos durante 4 anos no PET – Engenharia Florestal, pois cresci muito e aprendi bastante com o professor, passando seus conhecimentos e lições de vida.

Quero agradecer aos meus companheiros do Grupo PET-Engenharia Florestal. Obrigada aos companheiros do PET-EF desde 2012 até 2015. Agradeço também o Grupo de Silvicultura e Ecologia Urbana, pela troca de experiências, vivências e aprendizados.

Aos meus amigos que de alguma forma transformaram este trabalho em realidade. Obrigada de coração pela ajuda: Bruna Pereira, Edriano A. B. de Souza, Antônio Marcos, Charles Coelho, Welton Silva Vieira, Keliane Carolino, Michel Khun, Ludian Vitorelo, Aline Germano.

Agradeço aos meus amigos Fabrícia Lorrane, Jéssica da Mata, Danieli Cristina, Thayllane de Campos, Géssica Rêgo, Tamara Botelho, Suzamara Biz, Sandra Krefta, Diogo Bichon, Nilton Máximo, Aline Germano, Edriano Souza saibam que cada um me proporcionou muita felicidade, boas lembranças e boas risadas que guardarei para sempre dentro de mim.

RESUMO

HIGA, Thatiana Tominaga. **Análise do conforto térmico proporcionado pelo sombreamento de duas espécies arbóreas sobre edificações.** 2015. 104 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

O presente estudo tem por objetivo analisar o conforto térmico proporcionado pelo sombreamento de duas espécies arbóreas: Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz) e Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.) sobre edificações na Universidade Tecnológica Federal do Paraná –Dois Vizinhos. Para a realização do estudo, foram selecionados cinco indivíduos de cada espécie arbórea. As avaliações dos indivíduos e das variáveis ambientais foram realizadas em quatro horários distintos, 9h, 12h, 15h e 18 h a cada 15 dias em 3 dias consecutivos, nas estações de verão, outono e inverno, sendo que essas medições foram realizadas a sol pleno, embaixo da árvore em ambiente aberto e na projeção da sombra na edificação, sendo 6 indivíduos de cada espécie influenciando em 7 edificações, as análises estatísticas foram realizadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro no programa Assistat, onde é realizado a comparação de médias dos dados obtidos. Pode-se dizer que a Sibipiruna apresentou uma área de sombreamento maior que a Grevilha durante o verão e o outono. Concluiu-se que a Sibipiruna apresentou em todas as estações do ano maior área de copa comparando-a com a Grevilha. O formato da copa influencia no conforto, sendo a copa arredondada melhor para o verão e piramidal no inverno. Porém, a espécie que apresentou maior número de variáveis positivas dentro e fora da edificação foi a Sibipiruna.

Palavras-chave: Árvores urbanas. Ambiente construído. Conforto humano.

ABSTRACT

HIGA, Thatiana Tominaga. **Analysis of thermal comfort provided by two species of shade trees on buildings**. 2015. 104 p. Course Conclusion Work (Graduation in Forest Engineer) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2015.

The present study aims to analyze the thermal comfort provided by the shading of two tree species: Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex R. Br) and Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var *peltophoroides* (Benth) LP Queiroz) on buildings in Federal Technological University of Paraná –Dois Vizinhos. For the study, five individuals of each tree species. Assessments of individuals and environmental variables were held in four different times, 9am, 12pm, 15pm and 18pm every 15 days for 3 consecutive days in the summer fall and winter seasons, and these measurements were carried out in full sun, under the tree in an open environment and in the projection of the shadow on the building, and 6 individuals of each species influence in 7 buildings, the statistical analyzes were performed by Duncan test at 5% error probability in Assistat program, which is conducted to compare averages of the data obtained. It can be said that the Sibipiruna showed an area of increased shading that Grevilha during the summer and fall. It was concluded that the Sibipiruna presented in all the seasons most pantry area comparing it to the Grevilha. The cup format influences the comfort, with the best rounded crown for the summer and pyramidal in winter. However, the species with the highest number of positive variables inside and outside the building was Sibipiruna.

Keywords: Urban trees. Built environment. Human comfort.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação da influência no entorno da construção.....	22
Figura 2: Unidade de medição da resistência térmica da roupa. (1 clo = 0.155m ² c/w).....	27
Figura 3: Imagem da Terra com relação às estações do ano.	32
Figura 4: Percurso do Sol durante a estação inverno e verão.	33
Figura 5: localização do município de Dois Vizinhos - PR e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DV.....	35
Figura 6: A) Exemplar de Sibipiruna (<i>Poincianella pluviosa</i> var <i>peltophoroides</i>). B) Sua floração. C) Fruto.....	36
Figura 7: A) Exemplar da Grevilha (<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn ex. R. Br.). B) Seu fruto. C) Sua floração.....	38
Figura 8: Localização das edificações na UTFPR - DV e a disposição das espécies (Sibipiruna: verde e Grevilha: preto) no local.....	39
Figura 9: Localização de alguns pontos da área de estudo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DV. A) Casa Pequena 4 (CP4). B) Casa Grande 3 (CG3). C) Casa Pequena 1 (CP1). D) Casa Pequena 4 (CP4).....	40
Figura 10: Imagem dos aparelhos utilizados para coleta das variáveis do estudo. A) Termo-higrômetro digital (temperatura do ar e umidade relativa. B) Globo negro (temperatura do globo negro (°C), temperatura de orvalho, velocidade do vento, bulbo seco e úmido, WGBTi e WGBTo). C) Termômetro infravermelho (temperatura da superfície). D) Bússola (orientação da sombra).....	41
Figura 11: Instrumentos utilizados para a mensuração da árvore. A) Hipsômetro vertex (altura). B) Trena métrica (DAP e área de copa).	42
Figura 12: Imagem representativa da coleta a área de copa.....	43
Figura 13: Imagem da representação do sombreamento da copa em edificações.....	43
Figura 14: Imagem ilustrando os pontos de coleta em cada indivíduo a pleno sol, em baixo da árvore e no sombreamento da espécie na edificação.	44
Figura 15: Taxa metabólica do corpo (W/m ²) (M).	Erro! Indicador não definido.
Figura 17: Imagem representativa do percurso do sol nas estações verão, outono e inverno de 2015 na área estudada.	53
Figura 18: As edificações ilustradas são as CG2 (casa grande 2), CG3 (casa grande 3), CG4 (casa grande 4), CP4 (casa pequena 4) e CP3 (casa pequena 3), estas estão sendo influenciadas pelas duas	

espécies que representam o sombreamento no verão da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no verão. B) sombreamento das espécies às 12 horas no verão. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no verão. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no verão. 55

Figura 19: Imagem representativa do sombreamento no outono da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no outono. B) Sombreamento das espécies às 12 horas no outono. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no outono. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no outono..... 56

Figura 20: Ângulo de inclinação entre as estações do ano..... 57

Figura 21: Imagem representativa do sombreamento no outono da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no inverno. B) Sombreamento das espécies às 12 horas no inverno. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no inverno. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no inverno..... 58

Figura 22: Imagem da edificação e seu sombreamento recebido durante os quatro horários nas estações de verão, outono e inverno na edificação localizada na UTFPR-DV em 2015. 59

Figura 23: Comparação das médias entre as duas espécies arbóreas nas diferentes estações do ano. . 62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Escala de sensações e conforto térmico segundo o Voto Médio estimado (PMV) pela norma ISO 7730.	47
Tabela 6: Variáveis climáticas, Voto Médio Estimado (PMV) e Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente (PPD) medidos durante a estação verão em baixo da espécie arbórea: Sibipiruna (<i>Poincianella pluviosa</i> var. <i>peltophoroides</i> (Benth.) L. P. Queiroz) da família Proteaceae e Grevilha (<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn ex. R. Br.).....	67
Tabela 7: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação de outono em baixo da espécie na UTFPR-DV.	70
Tabela 8: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação de inverno em baixo da espécie na UTFPR-DV.....	73
Tabela 9: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e Intensidade de corrente de ar (DR)	75
Tabela 10: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e intensidade de corrente de ar (DR) medido durante a estação outono nas edificações.....	77
Tabela 11: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e intensidade de corrente de ar (DR) medido durante a estação de inverno nas edificações.	79
Tabela 12: Valores observados no verão comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.	81
Tabela 13: Valores observados no outono comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.....	85
Tabela 14: Valores observados no inverno comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.....	89

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Temperatura operativa nos período de verão, outono e inverno.....	49
Quadro 2: Porcentagem de pessoas insatisfeitas devido à corrente de ar.....	49
Quadro 3: Valores limite de WBGT (°C) em função do metabolismo e do estado de aclimatização.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS.....	18
2.1	Objetivo geral.....	18
2.2	Objetivo específicos.....	18
3	REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1	Arborização urbana e sua importância na qualidade ambiental urbana.....	19
3.2	Clima urbano.....	20
3.3	Sombreamento da vegetação em ambiente contruído.....	21
3.4	Conforto térmico.....	23
3.4.1	Termorregulação humana	24
3.4.2	Trocas térmicas entre o corpo e o ambiente	25
3.4.3	Metabolismo	26
3.5	Movimentação da Terra e orientação do Sol.....	31
3.6	Planejamento urbano e da vegetação.....	34
4	MATERIAL E MÉTODOS	35
4.1	Descrição da área de estudo.....	35
4.2	Espécies.....	36
4.2.1	Sibipiruna (<i>Poincianella pluviosa</i> var <i>peltophoroides</i>).....	36
4.2.2	Grevilha (<i>Grevillea robusta</i> A. Cunn ex. R. Br.)	37
4.3	Metodologica empregada.....	38
4.3.1	Seleção das espécies e indivíduos representativos para a realização do estudo .	39
4.3.2	Período de avaliações e coleta de dado	40
4.3.3	Avaliação do conforto humano pelo método da ISO 7730 (PMV e PPD).....	44
4.3.4	Temperatura operativa	48

4.3.5	WBGT (Wet Bulb Globe Temperature/ Índice de Stresse Térmico).....	50
4.3.6	Índice de sombreamento arbóreo (ISA).....	51
4.3.7	Cálculo das horas de Sol nas estações	51
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
5.1	Direcionamento estacional das sombras e sua influência nas edificações.....	53
5.2	Índice de sombreamento arbóreo (ISA) das espécies estudadas.....	61
5.3	Análise das variáveis climáticas e do conforto térmico (PMV) em baixo das espécies estudadas.....	66
5.3.1	Em baixo das espécies arbóreas.....	66
5.3.2	Análise das variáveis climáticas no sombreamento das espécies nas edificações.....	75
5.4	Comparativo global das variáveis de conforto nas edificações em diferentes posições.....	80
6	CONCLUSÃO.....	95
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
8	APÊNDICES	105

1 INTRODUÇÃO

Com relação ao panorama mundial da quantidade de pessoas que vivem em áreas urbanas, até 2002 quase a metade da população mundial vivem em áreas urbanas (47%), a aglomeração populacional vem crescendo cada vez mais devido as mudanças dos padrões de consumo, padrões de deslocamento e também pelas atividades econômicas urbanas (ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RETROSPECTIVAS POLÍTICAS, 2002, p. 260). De acordo com o censo 2010, o Brasil apresenta 160.925.792 de pessoas vivendo em área urbana (IBGE, 2010).

O ambiente urbano é resultante da interação humana sobre o espaço natural, sendo inserido na categoria de espaço adaptado, porém pode-se perceber que as alterações no ambiente às vezes não apresentam um espaço adequado para as necessidades biofísicas do ser humano (ANDRADE, 2005, p. 70).

Para Romero (2006, p. 13), as interferências urbanas causam alterações no clima de uma região, pois os materiais que constituem a superfície urbana construída possuem capacidade térmica mais alta. Este efeito associado à poluição, a redução dos espaços verdes e o calor liberado pela indústria, veículos, equipamentos e atividades contribui para o estabelecimento de um campo mais elevado de temperaturas, designado de ilha de calor urbano.

As diferenças simultâneas de temperatura ocorrem entre centro/área urbana que apresentam valores mais altos de temperatura, enquanto que na periferia/área rural os valores de temperatura são mais baixos, denominando-se de ilhas de calor a delimitação dessas áreas mais quentes (NASCIMENTO; OLIVEIRA, 2011, p.114).

Em cidades que apresentam clima quente, o ambiente construído do interior das edificações ou externamente apresenta tendências de elevação das temperaturas ambientais, pois não há uma vegetação que ajude a absorver uma parte da insolação do sol. Sabe-se que, mesmo em climas quentes e densamente construídos, obtêm-se microclimas específicos, chamados ilhas de calor (DUARTE; SERRA, 2003, p.8).

Portanto, as mudanças dos espaços naturais por espaços construídos alteram o balanço energético dos ambientes, gerando alterações nos processos de absorção, transmissão e reflexão da radiação, alterando as condições climáticas dos meios urbanos (VILANOVA;

MAITELLI, 2014, p. 56). Com relação destes dois espaços, o natural e o construído é importante observar quais as influências dadas pelas variáveis climáticas nos locais, assim visando o conforto, como uma melhor qualidade de vida, saúde.

Assim, os efeitos negativos decorrentes da não adaptação das construções ao meio natural vêm preocupando os profissionais que estão relacionados ao meio urbano, são profissionais que atuam diretamente e indiretamente na questão do planejamento em busca da qualidade e conforto térmico do ser humano (BARBIRATO et. al, 2007, p. 19).

As áreas verdes projetadas podem ser utilizadas para proporcionarem essas condições climáticas, ou seja, com vegetação, água, elementos de barreira ou captação do vento e sol, na escala urbana e do edifício, com objetivo de proporcionar melhor conforto térmico das edificações e redução de consumo de energia para fins de condicionamento artificial das edificações (DURANTE; NOGUEIRA, 2013, p. 1981). Assim, para a análise de todas as variáveis é necessário seguir normas de conforto.

Portanto, o bem-estar de um indivíduo tem na atuação da vegetação sobre elementos climáticos em microclimas urbanos colaborando para atenuar a radiação solar, temperatura, umidade do ar, ação dos ventos e da chuva e amenizar a poluição do ar. O tipo de vegetação (porte, idade, período do ano) apresenta diferentes influências com relação à edificação no meio urbano (MASCARÓ; MASCARÓ, 2009, p. 53).

As árvores proporcionam noções de espaço, frescor e ornamentação perante as estruturas dos edifícios, também fornece sombra no qual é o efeito mais desejado pelo indivíduo, pois traz um ambiente mais confortável.

Para os pesquisadores de um ambiente construído, é importante que os mesmos apresentem conhecimento sobre o comportamento das espécies em relação ao conforto térmico no microclima, para que seja introduzido no planejamento urbano, utilizando-se os benefícios dos indivíduos arbóreos, tendo em vista a melhoria da qualidade de vida das pessoas (ABREU; LABAKI, 2010, p. 115).

O intuito de se estudar o conforto climático de árvores aplicado a edificações, tem se tornado cada vez mais constantes a falta de qualidade de vida pela ocorrência de eventos nas mudanças climáticas e aumento desordenado da construção civil nas cidades brasileiras em relação a falta de arborização no entorno dessas edificações.

ISO 7730 (1994, p.3) aplica em indivíduos sadios e utilizam um método pelo índice de conforto térmico para prognosticar a sensação térmica e também a quantidade de indivíduos

insatisfeitos no momento em que são expostos em ambientes térmicos moderados. Ou seja, busca especificar quais condições ambientais são aceitáveis para proporcionar um conforto térmico para as pessoas (RUAS, 1999, p. 46). Sendo assim, é necessário utilizar índices de conforto PMV e PPD.

Portanto, o presente estudo auxiliará os gestores públicos no âmbito do planejamento da arborização das cidades com informações contundentes para o planejamento da mitigação dos efeitos no microclima das cidades propiciado pela Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz e Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.) e alavancando os estudos de outras espécies em potencial para o meio urbano.

Um grande beneficiário que pode ser contemplado seria o setor de construção civil uma vez comprovado que as árvores inseridas junto a edificação trazem novas possibilidades de contribuições a qualidade de vida para a sociedade em um todo, pois proporcionam um bem-estar daqueles que estão instalados nas edificações, ou seja, melhor conforto térmico para os indivíduos que moram ou trabalham na edificação bem como também a redução do consumo de energia elétrica para arrefecimento a e valorização do imóvel, pois a árvore fornecerá um ambiente mais agradável de frequentar, trabalhar e para moradia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O presente estudo tem por objetivo analisar o conforto térmico proporcionado pelo sombreamento de duas espécies arbóreas: Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz) e Grevilha (*Grevillea robusta* a. Cunn ex. R. Br.) sobre edificações instaladas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos.

2.2 Objetivos específicos

O presente trabalho de conclusão de curso teve como objetivos específicos:

- Avaliar o potencial de sombreamento específico de cada espécie e sua influência no conforto térmico nas edificações;
- Atribuir os índices de conforto térmico conforme a normativa ISO 7730 (PMV e PPD) nas variáveis obtidas em baixo das árvores, para observar a influência delas no meio urbano;
- Avaliar a espécie mais adequada termicamente para ser utilizado em ambientes construídos voltados à arborização viária e quintais no meio urbano visando conforto térmico nas edificações;
- Avaliar o direcionamento estacional das sombras e sua influência do sombreamento nas edificações, para observar a eficiência do posicionamento e indicação da espécie mais apta no local.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Arborização urbana e sua importância na qualidade ambiental urbana

Na antiguidade, os jardins e as áreas verdes apresentavam uma funcionalidade de um local para atividades como passeio, descanso e também para exibir luxo. Porém, hoje em dia com a modernização das cidades, a arborização viária tornou-se uma necessidade tanto para a recreação, saúde pública (LIMA; AMORIM, 2006, p. 65).

Assim, para Bonametti (2003, p.52), a vegetação dentro dos centros urbanos vem sendo importante para a quebra do ambiente artificial das cidades, melhorando o microclima do local e o aspecto paisagístico, reduzindo a poluição e principalmente para melhorar a qualidade de vida dos indivíduos.

As árvores reduzem a incidência dos raios solares e através de suas copas proporcionam sombra e reduzem da velocidade dos ventos e ruídos (RESENDE, 2011, p. 14). Paula (2004, p. 15), afirmou que a radiação solar causa vários efeitos nos centros urbanos, como no aumento da temperatura do ar, temperatura da superfície e a vegetação é um dos fatores que pode ser utilizado para minimizar a incidência solar, pois as espécies absorvem as energias da radiação solar.

Em estudos realizados por Shinzato (2009, p.160), onde o objetivo do estudo foi quantificar a intensidade e a distribuição espacial dos efeitos microclimáticos da vegetação, no parque Trianon em São Paulo, apresentou que as diferentes configurações espaciais para a distribuição da vegetação (tanto linear, e em pequenos e grandes agrupamentos) são importantes para maximizar o efeito da vegetação, e onde modelos lineares e a arborização nas calçadas resultaram as melhores temperaturas do ar (facilitam a passagem dos ventos).

Portanto, a arborização em cidades tornou-se necessária e também um fator influenciador no microclima que haverá no local, para isso é interessante entendermos mais sobre o clima urbano.

3.2 Clima urbano

As superfícies de elementos construídos estão sempre trocando calor com o ar em sua volta, aquecendo-o constantemente. As vegetações, desse modo, condicionam o microclima por absorver radiação solar (GREY; DENEKE, 1978, p. 44). Uma vez que as interações que ocorrem entre a vegetação e o ambiente construído são possíveis de serem mescladas, melhorando o desempenho termoenergético dos edifícios (AYRES, 2005, p.1).

A substituição da vegetação pelos materiais de baixa reflectância e elevada inércia térmica, como o asfalto, tijolo e concreto, transformam os centros urbanos em grandes "*canyons*", ocasionando resultados desconfortáveis para o bem estar humano, com noites de verão muito mais quentes que seu entorno (MASCARÓ; MASCARÓ; AGUIAR, 2001, p. 70).

Pezzuto (2007, p. 1) enfatizou os prejuízos econômicos, sociais e de qualidade de vida das comunidades urbanas causados pelo desconforto climatológico, notando-se as diferenças significativas do meio urbano para o natural, devido a influência da complexa estrutura urbana, composta por elementos construídos, gerando grande impermeabilidade do solo, fazendo com que os espaços urbanos se tornem mais quentes.

A necessidade de consumo energético na obtenção do conforto ambiental necessário não deve apenas a um problema decorrente das condições climáticas, mas muitas vezes ao desconforto gerado por uma organização espacial urbana e arquitetônica não compatível com o meio (MASCARÓ e MARCARÓ, 2009, p. 27).

Nesse sentido, o crescimento desordenado das cidades brasileiras despertou a atenção dos planejadores e da população para a percepção da vegetação como um componente necessário ao espaço urbano. Assim, a arborização passou a ser vista nas cidades como importante elemento reestruturador do espaço urbano, pois as áreas bastante arborizadas apresentam uma aproximação maior das condições ambientais normais em relação ao meio urbano que apresenta, entre outras, temperaturas mais elevadas, particularmente nas áreas de elevados índices de construção e desprovido de cobertura vegetal (GOMES e SOARES, 2003, p. 20).

O efeito da arborização nas edificações são que com a presença de árvores, proporciona o controle da temperatura ambiente, atenuando grande parte da radiação incidente, em grupos ou mesmo isoladas desempenham seu papel que a vegetação propicia o

resfriamento passivo, onde através do sombreamento da vegetação proporciona a redução da temperatura de superfície dos objetos sombreados e também através da evapotranspiração na superfície da folha, resfria o ar, ou seja, a vegetação retira o calor do meio e não armazena nos materiais de construção (SHAMS et al., 2009).

Portanto, a arborização de ruas contribui para o bem estar, o conforto ambiental da população, sendo esta um serviço público e devendo ser entendida como patrimônio a ser preservado para as futuras gerações com a função de propiciar o equilíbrio ambiental para melhoria do conforto térmico humano (BIONDI; ALTHAUS, 2005, p.1).

3.3 Sombreamento da vegetação em ambiente construído

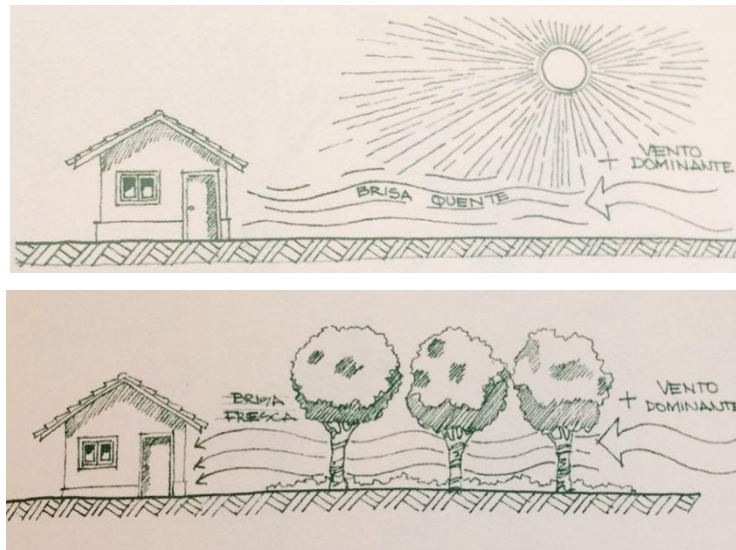
No controle da temperatura do ambiente, ocorre a atenuação de grande parte da radiação incidente, que as árvores, em grupos ou mesmo isoladas desempenham seu papel mais importante, pois, conforme Furtado (1994), a vegetação propicia resfriamento passivo principalmente por dois meios:

I) Através do sombreamento lançado pela vegetação, que reduz a conversão de energia radiante sensível, conseqüentemente reduzindo as temperaturas de superfície dos objetos sombreados;

II) Através do consumo da energia para a evapotranspiração na superfície da folha, resfriando a folha e o ar adjacente dado à troca de calor latente, ou seja, a vegetação retira calor do meio e o transforma e não armazena calor como ocorre nos materiais de construção.

O sombreamento proporcionado pelas árvores afeta na diminuição das temperaturas superficiais dos pavimentos e fachadas das edificações, assim como a sensação de calor dos usuários, tanto pedestres quanto motorizados são uma das funções mais importantes da vegetação no meio ambiente urbano (MASCARÓ; MASCARÓ, 2005, p. 32).

A influência do sombreamento da vegetação nas edificações apresenta ser uma importante ferramenta de melhoria, pois mostra o quanto que uma árvore pode proporcionar um bem-estar para o ser humano em busca do conforto térmico (Figura 01).



Fonte: VENÂNCIO (2011).

Figura 1: Representação da influência no entorno da construção.

Podemos observar na figura 1 que a presença da vegetação no entorno das edificações pode alterar a temperatura de suas paredes e conseqüentemente, do seu interior. Sendo que quando não há presença de vegetação o local têm ventos predominantes de brisa quente, e com presença de vegetação, mostra um vento mais fresco.

Além desse aspecto, a presença da vegetação mantém um ambiente mais umidificado, pois quando há somente a presença de edificações, torna-se um local seco, que não é desejado para a saúde humana. Portanto, a presença da vegetação no ambiente urbano mostrando as influências que elas podem exercer visando o conforto térmico.

Bruse (2004, p.1) estudou o efeito de um parque em Melbourne, Austrália, sobre a questão do conforto térmico para os indivíduos e mostrou que as temperaturas do ar entre o parque e a rua foi de no máximo de 2°C.

Sinzato (2009, p,158) indicou média de 1,5°C entre as temperaturas do ar nas áreas verdes arborizadas e em ruas adjacentes, além de mostrar que as diferenças nas temperaturas superficiais embaixo da copa e nas vias, com diferença em média de 23°C.

Estudos realizados por Velasco (2007, p.110) em São Paulo visando observar o potencial viário para a redução do consumo de energia elétrica, mostrou que houve redução das temperaturas máximas diárias, onde apresentou que locais com maior porcentagem de cobertura vegetal foi onde apresentou menor necessidade de refrigeração artificial no local.

3.4 Conforto térmico

A definição do conforto térmico é como o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. A não satisfação pode ser causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, tornando pessoas insatisfeitas, quando o balanço térmico não é estável, ou seja, quando há diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente (LAMBERTS, 2000, p. 5).

Quando acontece de não obter uma satisfação dos usuários isso pode ser prejudicial à saúde, portanto é importante buscar de soluções para que o indivíduo não fique insatisfeito.

O conforto térmico exprime satisfação com o ambiente térmico, sendo vários fatores que o influenciam entre eles os aspectos físicos relacionados aos processos de trocas de calor: condução, convecção, radiação e evaporação que ocasionam no organismo ganhos e perdas de energia com o meio, através da influência das variáveis meteorológicas como a temperatura, umidade, movimento do ar e radiação responsáveis por uma maior ou menor sensação de conforto térmico (PAGNOSSIN; BURIOL; GRACIOLLI, 2001, p. 151).

O conforto térmico pode ser visto e analisado sobre dois aspectos, entre eles: do ponto de vista pessoal e do ponto de vista ambiental. Com relação ao ponto de vista pessoal, onde uma determinada pessoa que se encontre em um determinado ambiente esteja em estado confortável com relação à sua sensação térmica. Do ponto de vista ambiental, os estudos de conforto propõem o estabelecimento de um estado térmico para determinado ambiente, com relação às suas variáveis físicas, a fim de que um menor número de pessoas esteja insatisfeito com o mesmo (XAVIER, 1999, p.9).

Os primeiros estudos de conforto térmico foram realizados para áreas fechadas, em locais de trabalho, com o objetivo de promover maior rendimento do trabalhador naquele espaço. A estrutura do ambiente interno sofre influência direta do ambiente externo, sendo também necessária a realização de estudos de conforto térmico em áreas abertas visando observar as influências das espécies arbóreas no meio urbano (ACARFAN, 2010, p.1).

Um estudo realizado por Santana e Lombardo (1997), verificou a relação de uso do solo, forma urbana e diferenças de temperatura do ar na cidade de Fortaleza/CE, foram medidas a temperatura do ar, umidade relativa do ar, temperatura radiante do meio, velocidade e direção dos ventos. Os resultados mostraram que a zona com maior densidade de

ocupação de veículos e pessoas apresentou, durante o dia, as temperaturas do ar mais elevadas. E as zonas com presença de vegetação e corpos d'água significativos, e à beira mar, apresentaram as temperaturas do ar mais baixas.

Portanto, podemos dizer que com o crescimento da área urbana as cidades começaram a sentir necessidade de espécies arbóreas pela falta de conforto térmico nestes locais e através de estudos que mostraram os benefícios que uma árvore pode trazer em zona de ilha de calor, por exemplo, tornando um ambiente mais confortável ao homem. Hoje em dia, os planejamentos da vegetação nas cidades vêm aumentando, pois já é de conhecimento da população a diferença que ela traz no meio urbano.

Portanto, é de extrema necessidade realizar estudos sobre o conforto térmico da população, sendo assim é importante obter conhecimento sobre aspectos que influenciam diretamente nesse conforto sendo demonstrados a seguir.

3.4.1 Termorregulação humana

O processo da termorregulação pode ser explicado e observado como a reação ao calor com o verão existe dificuldades para eliminar o calor dos indivíduos devido à alta temperatura do meio (LAMBERTS, 2000, p. 5).

A termorregulação não permite que ocorram grandes variações na temperatura interna do corpo humano para que os sistemas vitais possam atuar normalmente, pois temperatura ambiente influencia na sensação térmica humana, e conjunto com o tipo de atividade realizada no local, o metabolismo reage de forma de perda de calor promovendo desconforto às pessoas (RUAS, 1999, p. 7).

Portanto, com a aplicação do uso de vegetação podem atuar na termorregulação dos indivíduos no conforto térmico proporcionado pelo sombreamento das árvores tanto em baixo da espécie, quanto em edificações, diminuindo as grandes variações na temperatura interna do corpo humano, por que quanto maior forem as variáveis térmicas nas pessoas, mais desconforto haverá.

Além da questão da termorregulação, outro ponto importante é relacionar as trocas térmicas entre o corpo das pessoas com o ambiente.

3.4.2 Trocas térmicas entre o corpo e o ambiente

A função do movimento do ar (ventilação) é a retirada do ar saturado de umidade na camada superficial da pele e substituí-lo por ar menos saturado, auxiliando na troca de calor por convecção e evaporação. Quando o ambiente está muito úmido, fica mais difícil evaporar o suor, principalmente se não houver ventilação (CORBELLA; CORNER, 2011, p. 27).

Nos mecanismos de trocas térmicas, ocorrem trocas térmicas secas que é a troca de calor que envolve variações de temperatura, dentre ela as trocas secas são: radiação, convecção e condução. As trocas térmicas úmidas é a mudança de estado de agregação da água, do estado líquido para o estado de vapor e vice-versa. Um mecanismo de troca úmida é a evaporação (FROTA; SCHIFFER, 2003, p. 36).

Neste processo, a energia radiante é transmitida de uma superfície quente para outra fria por meio de ondas eletromagnéticas, ou seja, se uma pessoa numa sala e a temperatura de seu corpo forem superior a das paredes do ambiente, o homem irá transmitir energia radiante para essas superfícies. Caso contrário, se a temperatura das paredes estiver maior, estas transmitirão energia radiante para a pessoa em questão (BARTHOLOMEI, 2003, p. 9).

A convecção é a remoção de calor que ocorre quando o ar ambiente possui uma temperatura inferior à do organismo, assim o corpo transfere calor pelo contato com o ar frio a seu redor. Por exemplo, se o ar com uma temperatura menor que a superfície é retirada o calor dela, aquece, dilata, e sobe, tirando calor e baixando a temperatura dessa superfície. Ao encontrar-se uma superfície mais fria, entregará calor a ela, aquecendo-a, resfriando-se e aumentando sua densidade (descendo) (CORBELLA; CORNER, 2011, p. 28).

A condução é a troca de calor entre dois corpos que se tocam (FROTA; SCHIFFER, 2003, p. 34), ou seja, é a transferência de energia térmica através de superfícies em contato e com temperaturas diferentes ou através de um corpo sólido, cujas superfícies tenham diferentes temperaturas (CORBELLA; CORNER, 2011, p. 27). A vegetação pode agir diretamente nessa troca de energia, pois proporciona diferentes temperaturas, interceptando a radiação e diminuindo a temperatura da superfície.

Essas reações entre o corpo e ambiente estão interligados ao processo do metabolismo humano nesses ambientes.

3.4.3 Metabolismo

É o processo de produção de energia interna a partir de elementos combustíveis orgânicos, ou seja, através do metabolismo, o organismo adquire energia. Porém, de toda energia produzida pelo organismo humano, apenas 20,0% é transformada em potencialidade de trabalho. Os 80,0% restantes são transformados em calor que deve ser dissipado para que a temperatura interna do organismo seja mantida em equilíbrio (LAMBERTS, 2000, p. 10).

Assim, a taxa de metabolismo está ligada à atividade física executada. No processo metabólico, o homem produz energia para a manutenção das funções vitais do corpo (atividade física) e o restante é liberado na forma de calor. Conforme for aumentado o esforço físico, aumenta essa taxa e liberação do calor (BATHOLOMEI, 2003, p. 10).

A vegetação irá atuar nos processos de troca de calor do corpo com o meio ambiente, atuando pela pele humana a sensação térmica com relação à umidade, temperatura ambiente e corrente do ar, e conseqüentemente influenciam no sistema termorregulador, bem como na sensação de conforto térmico.

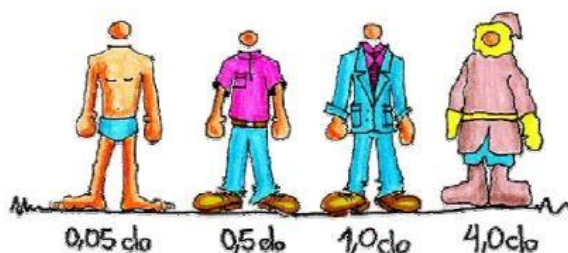
Dessa forma, o metabolismo também irá atuar de diferentes formas relacionando diretamente pelo tipo de vestimenta que a pessoa utiliza no local e para qual atividade está realizando.

3.4.3.1 Vestimenta

A vestimenta equivale a uma resistência térmica interposta entre o corpo e o meio, ou seja, ela representa uma barreira para as trocas de calor por convecção. A vestimenta funciona como isolante térmico, pois mantém junto ao corpo uma camada de ar mais aquecido ou menos aquecido, conforme seja mais ou menos isolante, conforme seu ajuste ao corpo e a porção do corpo que cobre (BATHOLOMEI, 2003, p. 13).

A vestimenta reduz também a sensibilidade do corpo às variações de temperatura e de velocidade do ar. Sua resistência térmica depende do tipo de tecido, da fibra, do ajuste ao corpo, e deve ser medida através das trocas secas relativas a quem usa. Sua unidade é o clo,

originada de clothes (LAMBERTS, 2000, p. 9) (Figura 02). Lembrando que foi utilizado 0,5 clo para a estação de verão e 0,8 clo para o outono.



Fonte: LAMBERTS (2012).

Figura 2: Unidade de medição da resistência térmica da roupa. (1 clo = $0.155\text{m}^2\text{c/w}$).

Em determinadas estações, utiliza-se diferentes tipos de vestimentas, pois o tipo de roupa utilizado influencia no grau da interceptação dos ventos e diminuindo a sensação térmica, por exemplo, no verão são roupas mais leves pela elevada temperaturas e sensação térmica do homem (LAMBERTS, 2000, p. 6).

A vegetação no local pode auxiliar no conforto térmico do indivíduo, fazendo com que na presença da vegetação, o ambiente esteja mais confortável e não haja tanta necessidade de utilizar roupas tão frescas e no inverno, por outro lado, também pode ajudar na estabilização do ambiente, temperatura local fazendo com que o homem sinta-se confortável naquele meio e sem necessitar de tanta vestimenta, como no caso se estivesse em um local sem vegetação nenhum. Assim, além do tipo de vestimenta utilizado pelas pessoas, as variáveis climáticas interferem a capacidade de influência no meio urbano (BATHOLOMEI, 2003, p. 10).

Outras variáveis, como por exemplo, a temperatura do ar é influenciada pelo tipo de vestimenta utilizado pelas pessoas, sendo importante ser estudadas.

3.4.3.2 Temperatura do ar (T_a)

É a principal variável do conforto térmico e a sensação de conforto baseia-se na perda de calor do corpo pelo diferencial de temperatura entre a pele e o ar, complementada pelos outros mecanismos termorreguladores. O calor é produzido pelo corpo através do metabolismo e suas perdas são menores quando a temperatura do ar está alta ou maiores quando a temperatura está mais baixa (LAMBERTS, 2000, p. 11).

A quantidade de calor removido do corpo por convecção é inversamente proporcional à temperatura do ar ambiente, ou seja, quanto menor for a temperatura do ar, maior será a remoção. Se a temperatura do ar for maior que a do organismo, o primeiro cederá calor ao corpo. Em relação à evaporação, a influência da temperatura do ar vai depender da umidade relativa e da velocidade do ar (BARTHOLOMEI, 2003, p. 10). A porção de calor que o corpo é retirado tem relação com a influência das árvores.

Labaki et al., (2011, p.40) mostra que os agrupamentos das árvores exercem influência numa escala maior do que uma única árvore, pois a disposição de elementos arbóreos pode aumentar a capacidade de redução da temperatura do ar e a atenuação da radiação incidente, e também intensificar as sensações de conforto térmico ao usuário num determinado raio, pois o microclima do local é amenizado quando são conjunta com várias árvores, tanto para atenuação da poluição, diminuição dos ruídos, e além de promover uma maior absorção dessa radiação. E também é explicado em situações de espaços com árvores alinhadas ou indivíduos isolados.

Em espaços de grande e médio porte, destinados a atividades específicas de lazer e esportes, como parques, bosques, grandes praças, é desejável a implantação de agrupamentos arbóreos com espécies com boa atenuação da radiação para o sombreamento de bancos, bebedouros e brinquedos infantis. Quando os indivíduos arbóreos isolados são também essenciais na composição do ambiente. Por terem uma boa resposta em relação ao conforto térmico na microescala, são indicados para recuos, frontais ou laterais, quintais, pátios e outras pequenas áreas de transição (BARTHOLOMEI, 2003, p. 12).

Além da temperatura do ar, outras variáveis são necessárias para concluir se um ambiente está confortável para as pessoas, como por exemplo, a temperatura radiante.

3.4.3.3 Temperatura radiante média (T_{rm})

Segundo Ruas (1999, p.8), a temperatura radiante média de um ambiente em relação a uma pessoa é determinada utilizando-se os valores da temperatura de globo negro, da velocidade do ar na altura do globo e da temperatura do ar (temperatura ambiente).

Por outro lado, o papel exercido pela vegetação no controle da incidência de radiação solar e do ganho de calor, da umidificação e depuração do ar tem seu alcance bem determinado, pois suas copas podem influenciar positivamente (absorvendo a radiação solar e

criando barreiras de ventos) ou negativamente (tornando um ambiente abafado ou muito frio), evidenciando seus efeitos benéficos ao microclima urbano e à qualidade do ambiente construído, relacionada com o conforto térmico em espaços externos (LABAKI et al., 2011, p.24).

Como em ambientes externos a atenuação da radiação solar incidente tem papel fundamental na redução das temperaturas, quanto maior for a incidência da radiação solar, a tendência é temperatura local, porém isso varia de acordo com o tipo da árvore. Portanto, em relação ao conforto térmico, deve-se sempre observar a arquitetura das árvores, pois copas densas e baixas dificultam a circulação do vento sob elas, mantendo um ambiente úmido e quente, o que não permite bons níveis de conforto, pois acaba tornando um ambiente mais abafado (SHAMS et al., 2009, p.1).

Existem várias variáveis que determinam o conforto em determinados locais, além da temperatura radiante influência no estudo, pois a quantidade dessa energia incidente mostra o quanto o local irá aumentar a temperatura, e também é necessário observar a velocidade do vento. Portanto, a seguir mostram-se as influências que a ventilação do vento promove nos ambientes urbanos.

3.4.3.4 Velocidade do vento (v)

Para avaliar a capacidade que a ventilação na contribuição da remoção do calor do corpo humano é necessária conhecer a temperatura e a umidade relativa do ar, ou seja, se a temperatura do ar é inferior à pele humana e o ar não está saturado, os processos de evaporação e convecção aumentam diretamente com o aumento da velocidade do ar, pois a umidade do corpo é retirado mais rapidamente e a velocidade da troca de ar que rodeia o corpo é maior (BARTHOLOMEI, 2003, p. 11).

De acordo com Lambert (2005), a umidade do ar juntamente com a velocidade do ar intervém na perda de calor por evaporação. Como aproximadamente 25,0% da energia térmica gerada pelo organismo é eliminada sob a forma de calor latente (10,0% por respiração e 15,0% por transpiração) é importante que as condições ambientais favoreçam estas perdas. À medida que a temperatura do meio se eleva, dificultando as perdas por convecção e radiação, o organismo aumenta sua eliminação por evaporação. Quanto maior a UR, umidade

relativa, menor a eficiência da evaporação na remoção do calor. Isto mostra a importância de uma ventilação adequada.

O vento é um dos fatores mais determinantes na incidência de ilhas de calor em centros urbanos, pois auxilia na circulação das massas de ar quente responsáveis pelos mormaços em áreas urbanas (MOCHIDA e LUN, 2008, p.1499).

As árvores representam um elemento chave para um desenho adequado às exigências de conforto, pois a vegetação possui uma importante função na melhoria e estabilidade microclimática devido à redução das amplitudes térmicas, redução da insolação direta, ampliação das taxas de evapotranspiração e principalmente a redução da velocidade dos ventos (MILANO e DALCIN, 2000, p.1).

Em estudos realizados por Maria (2014) no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Dois Vizinhos, mostrou que a semideciduidade da Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var *peltophoroides*) fez com que essa diminuísse a velocidade do vento, em $0,2 \text{ ms}^{-1}$ no período de inverno de 2014, porque a sua copa atuou com barreira física. Sendo recomendada a utilização da Sibipiruna em cidades de clima subtropical para diminuir a velocidade dos ventos e sensação de frio nos centros urbanos no inverno, porém há diferença entre as estações do ano.

Além da importância se obter a velocidade do vento nos locais onde há a presença das espécies arbóreas, também necessário estudar a umidade relativa do ar e suas diferenças nas estações.

3.4.3.5 Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa do ar é o montante de vapor de água do ar, em relação ao máximo de montante de vapor de água que o ar pode conter a uma determinada temperatura (LAMBERTS, 2008, p.56).

Quando a temperatura do ar aumenta, a quantidade máxima de vapor de água que $1,0 \text{ m}^3$ podemos conter também aumentará, assim vice-versa. Esse fenômeno é explicado pela característica termorreguladora das árvores, que mantém a temperatura e a umidade relativa do ar a seu redor em uma faixa ideal para seu sustento. Em situação da remoção de calor por evaporação, a baixa umidade do ar permite que este, estando relativamente seco, absorva a

umidade da pele mais rapidamente, resfriando-a num menor tempo e quando a umidade relativa é alta esse efeito fica prejudicado (BARTHOLOMEI, 2003, p. 11)

Para McPherson, Nowak e Rowntree (1994, p. 36), as temperaturas mais elevadas, a umidade relativa do ar é menor, isso ocorre devido ao balanço hídrico da planta, onde ocorre o fechamento dos estômatos para controlar a perda de água, deixando as folhas mais saturadas de vapor d'água e conseqüentemente o ar fica menos saturado.

As folhas das árvores possuem células denominadas estômatos, responsáveis pela termorregulação, abrem-se quando encontram temperatura e umidade relativa do ar ideal e fecham-se quando começam a perder água (PEREIRA; GREEN; VILLA NOVA, 2006, p.155).

Em relação à influência das árvores no microclima urbano, pode-se afirmar que todas as espécies arbóreas avaliadas foram capazes de alterar a sensação de conforto térmico no entorno imediato. Nos estudos de Abreu e Labaki (2010, p.115), espécies decíduas, como ipê-amarelo (*Handroanthus chrysotrichus*), proporcionam boas condições de conforto em diferentes distâncias durante o ano. As espécies perenes, como jambolão (*Syzygium cumini*) e mangueira (*Mangifera indica*), têm maior influência na sensação térmica no entorno imediato no período de verão do que no inverno, quando condições mais confortáveis são encontradas à sombra da copa da árvore durante as duas estações.

Sendo assim, os indivíduos arbóreos influenciam principalmente na temperatura do ar e umidade relativa do ar ao longo do ano, numa escala microclimática. Outra questão importante estudar são as movimentações da Terra e a orientação do Sol para que possamos entender melhor o comportamento do Sol e suas influências sobre o conforto térmico das pessoas.

3.5 Movimentação da terra e orientação do sol

Com relação ao movimento da Terra, são ensinados dois movimentos básicos da Terra: Rotação e Translação. O movimento de rotação gera o dia e a noite e o de translação está ligado às estações do ano.

As importantes informações são (TREVISAN e LATTARI, 2003, p.2):

- Rotação 24h - Em torno de seu eixo, de oeste para leste.

- Translação - Em torno do Sol
- Dura 365 dias e 6h
- As Estações do Ano: 1. Solstício (dia e noite com durações diferentes)
- 22 - 23/6 - Solstício de Inverno (H. Sul)
- 23/12 - Solstício de Verão (H. Sul); 2. Equinócio (noite e dias com durações iguais)
- 21/3 - Equinócio de Outono (H. Sul)
- 23/9 - Equinócio de Primavera (H. Sul)

Para um melhor entendimento do comportamento do Sol na Terra, podemos observar na Figura 3 a movimentação e rotação da Terra em relação às estações.

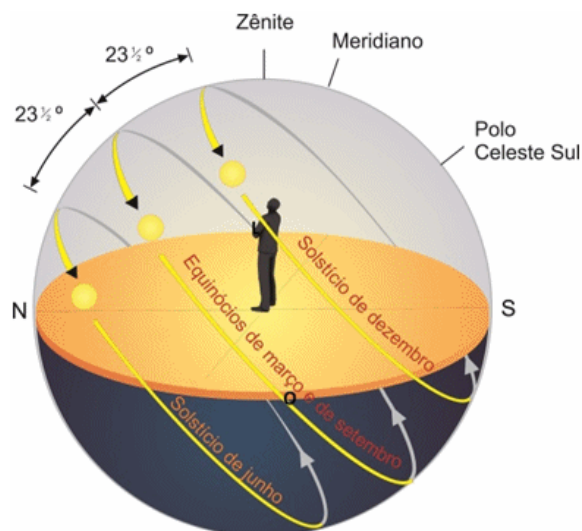


Figura 3: Imagem da Terra com relação às estações do ano.
Fonte: Google imagens (2005).

Existem diversas consequências provenientes desse movimento, dentre as quais se destacam: As estações do ano, resultantes das diferentes posições que a terra ocupa durante o movimento de translação, a desigual duração dos dias e das noites, a desigual distribuição de luz e calor na superfície da Terra conforme a época do ano.

Os movimentos da Terra tem influência no conforto climático, pois estão relacionados com a quantidade de sol que estará atuando no local de estudo. Pois o tempo de Sol atuando no ambiente tem diferentes reações e influências em um ambiente, principalmente quando se trata da influência da vegetação sobre o conforto térmico.

As relações entre o Sol e a Terra são que as estações são causadas pela inclinação do eixo de rotação da Terra (23,5°C) em relação à perpendicular ao plano definido pela órbita da Terra (plano da eclíptica) (MILONE, 2013) (Figura 4).



Fonte: Google Imagens (2005)

Figura 4: Percurso do Sol durante a estação inverno e verão.

Em termos no planejamento urbano de sombreamento, o posicionamento das espécies arbóreas terá grande influência no futuro com relação ao conforto térmico no local, ou seja, até ocorrerá a valorização destes terrenos, pois é interessante que a árvores esteja disposta seguindo a orientação onde consequentemente irão proporcionar sombra nas edificações conforme a movimentação da Terra (TREVISAN e LATTARI, 2003, p.4).

Estudos realizados por Alves e Rodrigues (2004, p.1) avaliando a influência do sombreamento arbóreo e orientação de instalação em empreendimentos avícolas mostrou que os efeitos do sombreamento propiciado em determinada latitude pela espécie arbórea, por meio do índice de sombreamento global. Logo, isso indica a possibilidade de obstrução da radiação solar incidente sobre a edificação, tanto para instalações com orientação leste-oeste, quanto para orientação norte-sul, sendo, no entanto, mais eficiente quando o sombreamento é aplicado em instalações com orientação norte-sul, constituindo-se num modo de amenizar os problemas ambientais gerados pelo uso da orientação incorreta.

Além da movimentação da Terra, é necessário ter o conhecimento do planejamento urbano e da vegetação, pois essa questão é muito importante para que o conforto térmico nos locais seja alcançado.

3.6 Planejamento urbano e da vegetação

A arborização das ruas e avenidas estão condicionados à qualidade de seu planejamento. Assim, é importante que a arborização seja bem planejada independentemente do porte da cidade, pois facilita a implantação quando existe um planejamento. Caso contrário, necessitará que sejam adequados dentro das condições existentes e solucionar problemas gerais (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002, p. 4).

As poluições atmosféricas, hídrica, sonora e visual dos espaços urbanos provocam instabilidade microclimática com relação a distúrbios biológicos e psicológicos entre seus habitantes, causados pelo uso inapropriado da vegetação nas cidades, isso mostra a necessidade de melhorar o planejamento das mesmas e também da manutenção da arborização dos centros urbanos com auxílio de podas adequadas nas árvores (MILANO, 1987, p. 15).

A poluição sonora ocorrente no meio urbano pode ocasionar ao ser humano estresse, fadiga, dores de cabeça insônia, distúrbios neuropsicológicos e até perda da audição, e as vegetações apresentam características que fazem essa poluição sonora diminuir nestes locais, sendo que quando são bem posicionadas absorvem barulhos e ruídos indesejados e também partículas geradas pela poluição, portanto é mais um aspecto importante da presença da vegetação agrupadas no entorno de edificações (VENÂNCIO, 2011, p. 143).

As pesquisas sobre o microclima urbano tornam-se a cada dia mais importantes, embora não estejam incluídos no planejamento das cidades resultantes da interação da natureza e da sociedade, talvez pelas dificuldades das prefeituras estarem conscientes da importância ou até mesmo a falta de informações (DUMKE, 2007, p. 1).

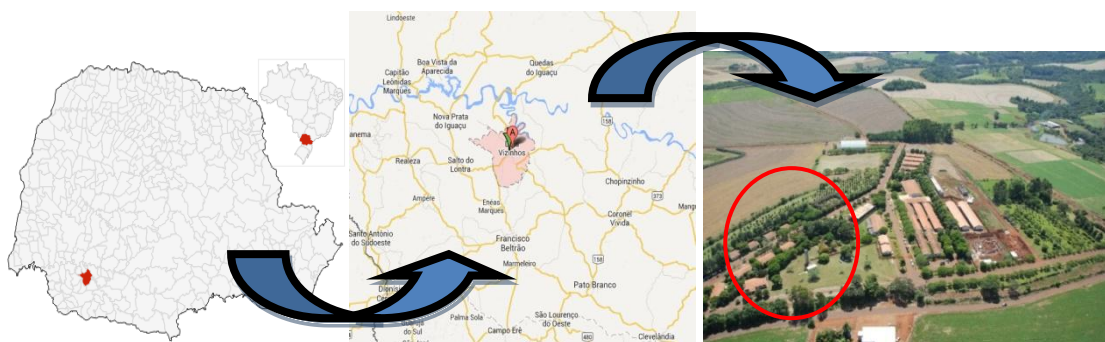
Elencando a questão da importância da arborização, o planejamento, também é importante ter o conhecimento sobre o clima urbano e as interferências que o homem tem feito no meio urbano, é necessário que para obter informações concretas e eficientes, utilizando um auxílio de profissionais aptos como um engenheiro florestal.

E por fim, na função psicológica a arborização é fator determinante da salubridade mental, pois influencia diretamente sobre o bem estar do ser humano, além de proporcionar lazer e diversão.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da área de estudo

O município de Dois Vizinhos está inserido no terceiro planalto paranaense, com vegetação caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual. O município apresenta 418,65 km² de área e uma população de 36.179 habitantes, sendo que a população residente na área urbana é igual a 28.095 pessoas (IBGE, 2010, p. 1). O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, nas edificações onde os docentes estão instalados para trabalho. Na Figura 05 apresenta-se uma vista aérea do campus da UTFPR em Dois Vizinhos e sua localização no Estado do Paraná.



Fonte: Google imagens (2015).

Figura 5: localização do município de Dois Vizinhos - PR e da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DV.

O presente estudo será realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos - PR, localizado entre as coordenadas geográficas 25° 44' 35" S e 53° 44' 35" W, especificamente nas edificações usadas como sala de professores na UTFPR-DV.

O Campus Dois Vizinhos e apresentam atualmente os cursos de Educação do Campo, Zootecnia, Engenharia Florestal, Agronomia, Ciências Biológicas, Engenharia de Software e o também um curso de Engenharia de Processos e Biotecnologia. Atualmente, a universidade apresenta aproximadamente 1.600 alunos e um corpo docente de 116 professores no campus Dois Vizinhos.

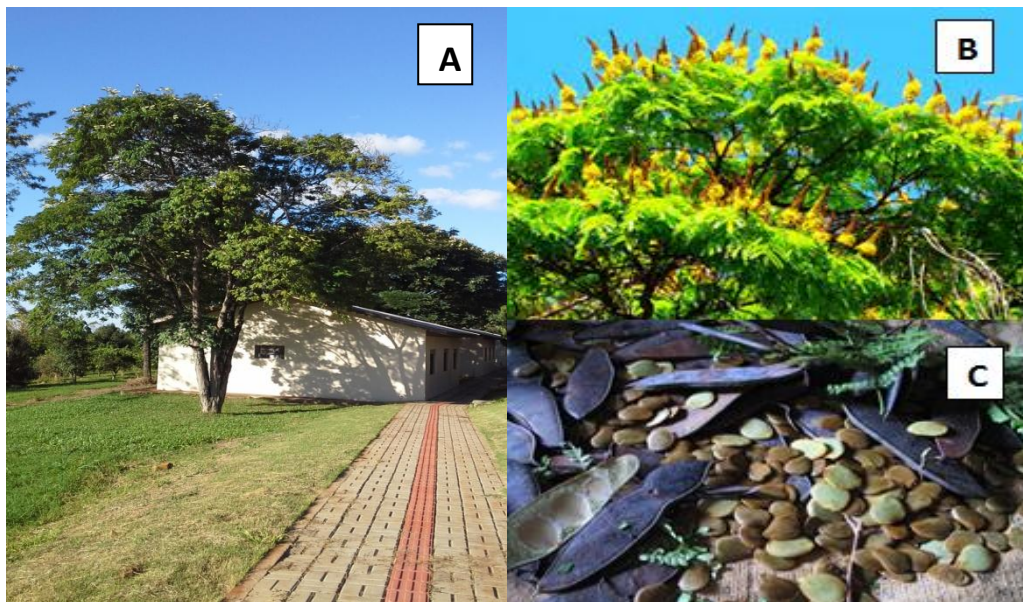
De acordo com a classificação de Alvares (2013, p.717) o clima predominante no município de Dois Vizinhos é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical úmido

mesotérmico, com verões quentes, com precipitação média mensal maior que 40 mm, e a temperatura média do mês mais frio entre -3 e 18°C e do mês mais quente maior que 22°C. Apresenta altitude aproximada de 509 metros. O Campus está localizado na estrada para Boa Esperança do Iguaçu, km 4.

4.2 Espécies

4.2.1 Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var *peltophoroides*)

A Sibipiruna (Figura 04) é uma espécie arbórea nativa que pertence a família Fabaceae. A folhagem cai parcialmente sendo uma espécie semidecídua nos meses de inverno e é composta bipinada sem glândulas no ráquis e de pequenos folíolos. Os frutos são deiscentes de cor bege-claro, tipo legume achatado e as sementes têm cerca de 3 cm de diâmetro. Seu porte é grande e pode chegar até 20,0 metros de altura, com copa arredondada de aproximadamente 15,0 m de diâmetro e seus ramos são ortotrópicos que crescem verticalmente (LORENZI, 1992).



Fonte: O Autor (2015) e Jardineiro (2015).

Figura 6: A) Imagem da espécie Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var *peltophoroides*). B) Sua floração. C) Fruto.

É recomendado para arborização pela sombra proporcionada o ano todo, devido a sua característica de semicaducidade e pela sua exuberante floração.

Além destes aspectos, Silva et al., (2009, p. 548) relatam que a espécie apresenta também grande benefício ambiental no ciclo hidrológico urbano, pois se verifica um potencial médio de interceptação de 60,6% da precipitação pluviométrica, com chuvas variando de 0,2 a 30,8 mm, o que representa uma importante forma de contenção de enchentes no meio urbano.

Em relação à melhoria climática e conforto térmico da população, Mascaró e Mascaró (2005, p. 145) citam que a espécie apresenta um potencial de redução da temperatura em vias arborizadas, no período de verão, de até 9,0°C e aumento na umidade relativa do ar de 15,0% devido, principalmente à densidade e área ocupada pela sua copa.

As árvores são capazes de realizar o sequestro de carbono, onde fala-se que cada árvore em crescimento pode absorver até 180 quilos de gás carbônico da atmosfera por ano, principalmente as árvores que são crescimento mais lento, pois a partir do plantio, já começa a realizar o sequestro do CO₂ da atmosfera, que vão diminuindo esta atividade na fase adulta (PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS, 2015, p.1). Estudos realizados por BRUN (2012, p.145), mostrou que a Sibipiruna na arborização urbana viária apresentou uma relação de alocação diferenciada da biomassa, com galhos>madeira do tronco>folha>casca do tronco, com o maior estoque na copa da espécie, que foi de 87,4%,

Um estudo de Colombo et al., (2011), realizou o levantamento da composição do patrimônio arbóreo do Campus da UTFPR - Dois Vizinhos, PR, estabelecendo a frequência de indivíduos. A arborização do Campus conta com 605 indivíduos divididos em 53 espécies e dentre elas, 70 (12,0%) constaram ser Sibipirunas e 50 (8,0%) indivíduos eram Grevilhas, sendo uma das 5 (cinco) espécies mais frequentes dentro da universidade.

4.2.2 Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.)

Planta da família Proteaceae, é conhecida como Grevilha. É uma árvore originária da região subtropical da costa leste da Austrália, foi introduzida em numerosas partes do globo como planta ornamental, embora também seja cultivada para produção de madeira, pois é uma

planta de crescimento rápido, seu porte é grande chegando de 15 à 35 metros de altura, com densidade média (perde as folhas no inverno).

No Brasil, é também usada como quebra-ventos para proteção de plantações de café e para a arborização principalmente nos municípios do Sul do Brasil. Em Portugal é, sobretudo usada como planta ornamental, podendo encontrar-se em ruas, parques e jardins públicos (JARDIM BOTÂNICO UTAD, 2014, p.1).

A Grevilha (figura 05) apresenta folhas persistentes, alternas, delicadamente denteadas e bipinuladas. As folhas têm geralmente 15-30 cm de comprimento, tem o lado inferior branco acinzentado ou cor de ferrugem e tomentoso. Face superior verde-escura, brilhante e glabra, apresenta uma copa piramidal.

Apresentam flores hermafroditas e são compostas por 4 sépalas, estreitas, amarelas ou cor de laranja-ouro com 12,0 mm de comprimento, curvadas para baixo, sem pétalas e tem floração de Maio a Junho. Seu fruto tem uma cápsula aplanada, coriácea, deiscente, negra na maturação, com uma ponta recurvada na extremidade (JARDIM BOTÂNICO DO PORTO, 2014, p.1) e esta espécie apresenta ser uma espécie com potencial invasor (INSTITUTO HÓRUS, 2015, p.2).



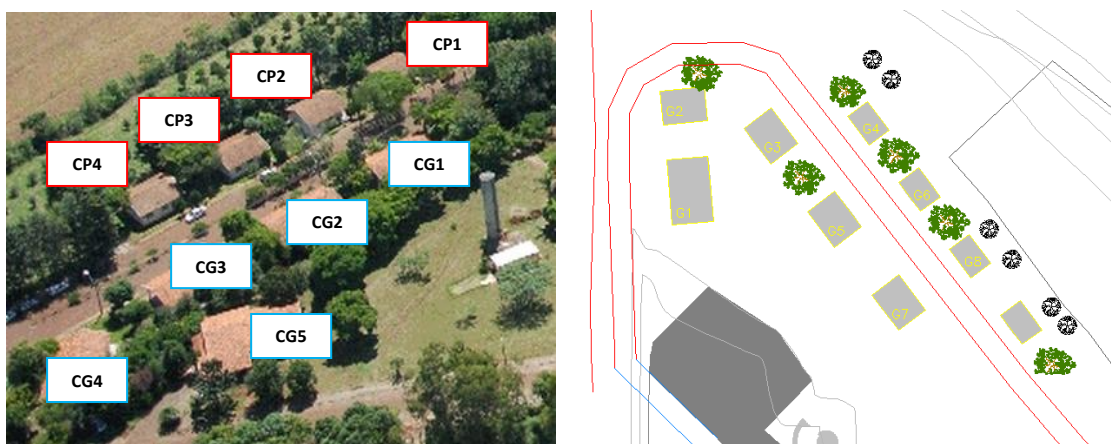
Fonte: O autor (2015) e O botânico (2015).

Figura 7: A) Exemplar da Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.). B) Seu fruto. C) Sua floração.

4.3 Metodologia empregada

4.3.1 Seleção das espécies e indivíduos representativos para a realização do estudo

Para a realização do presente estudo foram selecionados cinco indivíduos de cada espécie arbórea: Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz) da família Leguminosae e Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.) da família Proteaceae, estão localizados próximas às edificações (Figura 06).



Fonte: UTFPR-DV(2014) e O autor (2015).

Figura 8: Localização das edificações na UTFPR - DV e a disposição das espécies (Sibipiruna: verde e Grevilha: preto) no local.

Árvores que proporcionam sombreamento na arborização da UTFPR-DV que foram utilizados no estudo estão dispostas na Figura 07, lembrando que são somente alguns dos pontos de coleta, para fins de localização.



Fonte: O autor (2015).

Figura 9: Localização de alguns pontos da área de estudo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - DV. A) Casa Pequena 4 (CP4). B) Casa Grande 3 (CG3). C) Casa Pequena 1 (CP1). D) Casa Pequena 4 (CP4).

4.3.2 Período de avaliações e coleta de dado

As avaliações dos indivíduos e das variáveis ambientais foram realizadas a cada 15 dias, em três dias consecutivos e em quatro horários distintos, 9h, 12h, 15h e 17 h, nas estações de verão, outono e inverno de 2015 para acompanhar todo percurso do sol para observar o sombreamento das árvores nas edificações, sendo que essas medições foram realizadas a sol pleno, embaixo da árvore em ambiente aberto e na parede da edificação que recebe sombreamento, a fim de avaliar a diferença do efeito da árvore. Foram avaliadas 6 indivíduos de cada espécie.

As variáveis climáticas que foram mensuradas são: temperatura do ar (°C) (Figura 10A), umidade relativa do ar (%) (Figura 10A), com auxílio de medidor de estresse térmico (globo negro) (Figura 10B), foram coletadas: temperatura do globo negro (°C), velocidade do vento, bulbo seco e úmido, WGBTi e WGBT0 (índice de conforto humano), temperatura de superfície (°C) (termômetro infravermelho) (Figura 10C) e a orientação da sombra (bússola) (Figura 10D).



Fonte: O autor, (2015).

Figura 10: Imagem dos aparelhos utilizados para coleta das variáveis do estudo. A) Termo-higrômetro digital (temperatura do ar e umidade relativa). B) Medidor de estresse térmico (temperatura do globo negro (°C), temperatura de orvalho, velocidade do vento, bulbo seco e úmido, WGBTi e WGBTo). C) Termômetro infravermelho (temperatura da superfície). D) Bússola (orientação da sombra).

Após as avaliações a campo, as mesmas foram processadas via planilha eletrônica Microsoft Excel® sendo posteriormente atribuídos os índices de sombreamento, de conforto térmico através da norma ISO 7730.

Foram analisadas estatisticamente por meio de testes de comparação de médias (teste de Duncan) a um nível de significância de 5,0% de erro através do Software ASSISTAT 7.6, através do Delineamento inteiramente Casualizado (DIC), visando obter as espécies mais aptas para o meio urbano em termos de melhoria climática de edificações em centros urbanos.

a) Coleta de dados das variáveis dendrométricas sobre as espécies utilizadas

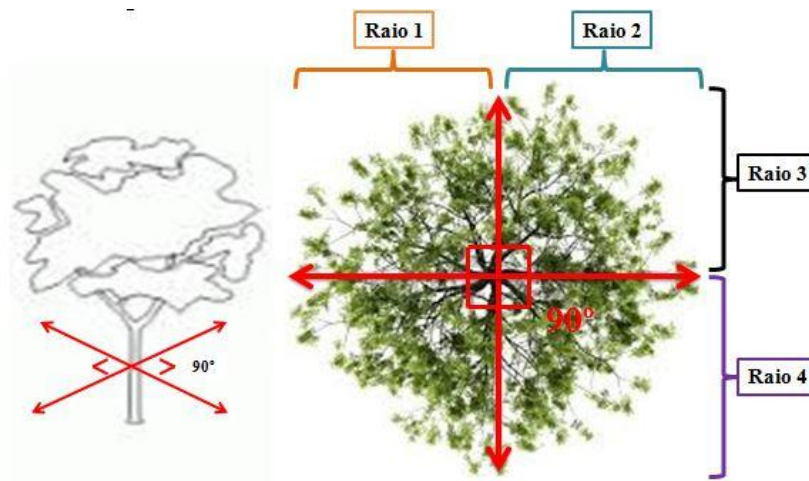
Dentre as espécies a serem avaliadas, foram coletadas: altura total da árvore (hipsômetro vertex) (Figura 11A), diâmetro do tronco (trena métrica) (Figura 11B). O intuito de coletar estes dados são para auxiliar na discussão de dados sobre as espécies e suas influências no ambiente.



Fonte: Google imagens, 2015.

Figura 11: Instrumentos utilizados para a mensuração da árvore. A) Hipsômetro vertex (altura). B) Trena métrica (DAP e área de copa).

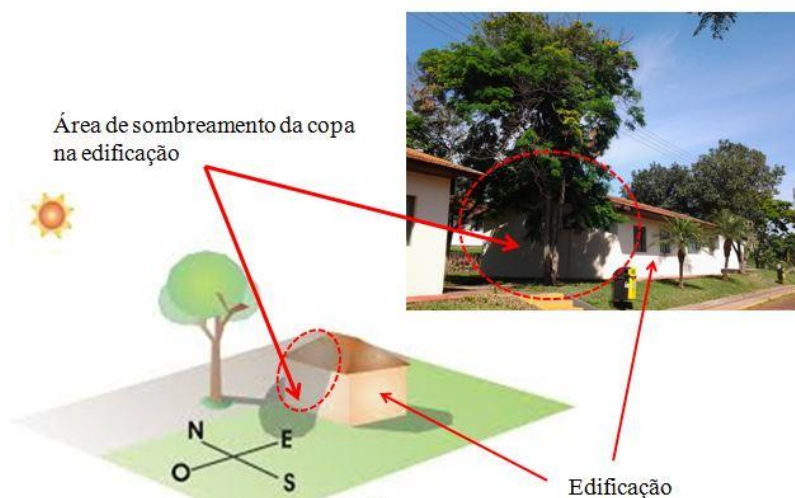
A área de copa foi efetuada quatro medições (raios) no indivíduo por meio de trena métrica formando um ângulo de 90° (entre si) no período Janeiro de 2015 e Julho de 2015 (Figura 12) utilizando a trena, ver a orientação da sombra projetada e da insolação de paredes, orientados pela bússola.



Fonte: O autor (2015).

Figura 12: Imagem representativa da coleta de dados para o cálculo da área de copa dos indivíduos.

Para se entender melhor de como ocorre o sombreamento da copa em edificações, podemos observar na Figura 13 a função das espécies arbóreas no ambiente construído.



Fonte: O autor, 2015.

Figura 13: Imagem da representação do sombreamento da copa nas edificações avaliadas.

O estudo foi realizado em 3 lugares distintos: Em baixo da espécie, no sombreamento da espécie na edificação e em pleno sol nos 4 horários (9h, 12h, 15h e 17h) (Figura 14).



Fonte: O autor (2015).

Figura 14: Imagem ilustrando os pontos de coleta em cada indivíduo a pleno sol, em baixo da árvore e o sombreamento da espécie sobre edificação.

4.3.3 Avaliação do conforto humano pelo método da ISO 7730 (PMV e PPD)

Para a realização da avaliação do conforto humano na área estudada foi empregado o Método da ISO 7730 com emprego do PMV (Voto Médio Estimado) tal método parte da premissa do método desenvolvido por Fanger, onde se assume que o corpo dos indivíduos avaliados assume um estado estacionário, ou em equilíbrio, não ocorrendo portanto o acúmulo de calor em seu interior, encontrando-se assim próximo a neutralidade térmica (LAMBERTS; XAVIER, 2002, p. 69).

Para o cálculo do PMV pela Norma ISO 7730, primeiramente foi estipular a Acumulação de Energia no corpo (S) e a transferência de calor para o ambiente, que é dada pela seguinte equação matemática que posteriormente calculou-se o Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente (PPD). A taxa metabólica de 146 W/s²:

$$S = M - W - 3,05 \times 10^{-3} * [5733 - (6,99 * (M - W)) - p_{vap}] - 0,42 * [(M - W) - 58,15] - 1,7 \times 10^{-5} * [M * (5867 - p_{vap})] - 0,0014 * [M * (34 - T_{ar})] - 3,96 \times 10^{-8} * f_{vest} *$$

$$\left[(T_{vest} + 273)^4 - (T_{rad} + 273)^4 \right] - f_{vest} * h * (T_{vest} - T_{ar}) \quad (1)$$

Onde:

S = acumulação de calor (energia) no corpo ($W m^{-2}$)

M = metabolismo do corpo ($W m^{-2}$)

W = trabalho realizado para o exterior ($W m^{-2}$)

p_{vap} = pressão parcial do valor de água do ar ambiente (Pa)

T_{ar} = Temperatura seca do ar ambiente ($^{\circ}C$)

f_{vest} = fator do vestuário (adimensional)

T_{vest} = temperatura exterior do vestuário ($^{\circ}C$)

T_{rad} = temperatura radiante dos elementos opacos no espaço ($^{\circ}C$)

h = Coeficiente de convecção entre a superfície exterior do vestuário e o ar exterior ($W m^{-2}K$)

Para a acumulação de Energia no corpo (S), está correspondido na diferença entre o metabolismo desenvolvido no corpo está explicado na Tabela1.

Tabela 1: Taxa metabólica do corpo (W/m^2) (M).

Atividade	Metabolismo	
	W/m^2	met
Reclinado	46	0,8
Sentado Relaxado	58	1,0
Atividade sedentária (escritorio, escola, etc.)	70	1,2
Fazer compras, atividades dlaboratorias	93	1,6
Trabalhos domésticos	116	2,0
Caminhando em local plano a 2 km/h	110	1,9
Caminhando em local plano a 3 km/h	140	2,4
Caminhando em local plano a 4 km/h	165	2,8
Caminhando em local plano a 5 km/h	200	3,4

A temperatura da superfície do vestuário foi obtida indiretamente pelo coeficiente de convecção entre a superfície exterior do vestuário e o ar exterior, como pode ser observado nas equações abaixo:

$$h = 12,1 * \sqrt{v} \quad (2)$$

$$h = 2,38 * (T_{vest} - T_{ar})^{0,25} \quad (3)$$

Onde:

h = Coeficiente de convecção natural e forçada ($W m^{-2} K$)

v = velocidade do ar ($m s^{-1}$)

T_{vest} = Temperatura exterior do vestuário ($^{\circ}C$)

T_{ar} = Temperatura seca do ar ambiente ($^{\circ}C$)

Para os cálculos das perdas por evaporação da pele foi considerado as seguintes equações matemáticas descritas em Lamberts; Xavier (2002, p.69):

$$p_{as} = 0,611 * e^{(17,27 * T_{ar} / T_{ar} + 237,3)} \quad (4)$$

$$p_{vap} = \frac{(UR * p_{as})}{100} \quad (5)$$

Onde:

p_{as} = pressão saturada do vapor (kPa)

T_{ar} = Temperatura seca do ar ambiente ($^{\circ}C$)

p_{vap} = pressão parcial do vapor d'água (kPa)

UR = Umidade relativa do ar (%)

Para a determinação do fator de vestuário tomou-se como base que os usuários estarão usando roupas leves de verão para a realização da atividade de caminhada em ambas as áreas avaliadas. Portanto com base nos valores tabelados por Águas (2001, p.16), o valor da Resistência Térmica do vestuário (I_{vest}) para esta condição é de $0,078 m^{-2} K W$, e a equação empregada para o cálculo será:

$$f_{vest} = 1 + 1,290 * I_{vest} \quad (6)$$

Onde:

f_{vest} = fator do vestuário (adimensional)

I_{vest} = Resistência Térmica do vestuário ($m^{-2} K W$)

Após a obtenção da acumulação de calor (energia) no corpo, foi cálculo do Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente num primeiro momento e foi atribuído o Voto

Médio Estimado (PMV) e depois calculou-se a variável conforme as seguintes expressões matemáticas:

$$PMV = (0,303 * e^{-0,036*M} + 0,028) * S \quad (9)$$

$$PPD = 100 - 95 * e^{(-0,03353*PMV^4 - 0,2179*PMV^2)} \quad (10)$$

Onde:

PMV= Voto Médio Estimado (adimensional)

M = metabolismo do corpo ($W m^{-2}$)

S = acumulação de calor (energia) no corpo ($W m^{-2}$)

PPD= Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente (%)

Com base no Voto Médio Estimado (PMV) foi obtido o conforto térmico dos usuários do local avaliado, que é dado pela seguinte escala descrita na Tabela 2.

Tabela 2: Escala de sensações e conforto térmico segundo o Voto Médio estimado (PMV) pela norma ISO 7730.

PMV	Escala de conforto térmico
+3	Muito calor
+2	Calor
+1	Leve calor
0	Conforto
-1	Leve frio
-2	Frio
-3	Muito frio

Fonte: Lamberts (2012)

O método do Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente (PPD) apresenta uma condicionante é que em qualquer condição ambiental, não se consegue menos que 10,0% de usuários descontentes. Portanto, a ISO 7730 admitiu serem aceitáveis ambientes térmicos onde não mais que 10,0% dos usuários se mostrem desconfortáveis.

Este percentual foi construído com base em 1.300 pessoas, para que se possa estabelecer uma equação que permitisse a partir do conhecimento das variáveis ambientais e

personais, estimar a sensação térmica média de um grupo de pessoas (FANGER, 1970; RUAS, 1999; LAMBERTS e XAVIER, 2002).

4.3.4 Temperatura operativa

A temperatura operativa foi definida como a temperatura uniforme de um ambiente hipotético no qual uma pessoa trocava a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente real não uniforme. A referida variável foi obtida com base na seguinte expressão matemática (GOUVÊA, 2004, p. 12). Tal variável é importante ser analisada pelo estudo para observar com relação ao metabolismo das pessoas e a velocidade do vento que conseqüentemente essa temperatura operativa dará que a temperatura encontrada no estudo está adequada ou não para os indivíduos que estão dentro das edificações.

$$T_o = A * t_{ar} + (1 - A) * t_r \quad (11)$$

Onde:

T_o = Temperatura operativa (°C)

A = Constante adimensional

t_{ar} = Temperatura do ar (°C)

t_r = Temperatura de radiação (°C)

Sendo: A = 0,5 para $V_{ar} < 0,2$ m/s

A = 0,6 para V_{ar} de 0,2 a 0,6 m/s

A = 0,7 para V_{ar} de 0,6 a 1,0 m/s

O quadro foi construído através da adaptação dos dados de Lamberts (2008, p.21) outras taxas metabólicas, porém atendendo às temperaturas que seriam adequadas para a taxa metabólica de 146 W/m² que foi utilizada para o estudo. As temperaturas operativas foram analisados com relação ao quadro 1, abaixo:

Quadro 1: Temperatura operativa nos período de verão, outono e inverno.

TAXA METABÓLICA (W/m ²)	TEMPERATURA OPERATIVA		
	VERÃO	OUTONO	INVERNO
146	23.1 ± 2	21.4 ± 2.4	19.8 ± 2.9

Fonte: LAMBERTS, 2008.

Segundo Lamberts; Xavier (2002) a taxa de corrente de ar, foi definida como resfriamento local desejado do corpo, causado pelo movimento de ar. Ela mostra como uma percentagem de pessoas que estão aborrecidas pelas corrente de ar. Pode ser determinada através da seguinte equação empírica:

$$DR = (34 - t_a) * (v - 0,05)^{0,62} * (0,37 * v * t_u + 3,14) \quad (12)$$

Onde:

DR= Percentagem de pessoas insatisfeitas devido à corrente de ar;

T_a= Temperatura do ar no local, em °C;

V= Velocidade média do ar do local, em m/s;

Tu=Intensidade da turbulência local, em % definida como a razão do desvio como a razão do desvio padrão da velocidade do ar local, pela velocidade média do ar local.

A percentagem de pessoas insatisfeitas por causa da corrente do ar está demonstrada no quadro 2, abaixo:

Quadro 2: Porcentagem de pessoas insatisfeitas devido à corrente de ar.

Porcentagem de pessoas insatisfeitas devido à corrente de ar	
DR	DR= 20%

Fonte: LAMBERT, 2008, p. 77.

Através do estudo da percentagem de pessoas insatisfeitas devido a corrente de ar dada por DR, temos dados que podemos analisar como uma percentagem de pessoas que estão incomodadas pelas correntes de ar dentro das edificações.

4.3.5 WBGT (Wet Bulb Globe Temperature/ Índice de Stresse Térmico)

O índice de stress térmico é um índice muito conveniente quando é relacionado ao estudo de medidas de controle, pois facilita a visualização da contribuição dos diversos fatores do ambiente térmico, permitindo também a determinação teórica da eficácia das medidas eventualmente adaptadas.

A procura de um índice de stress térmico que traduza satisfatoriamente a sobrecarga fisiológica para um conjunto amplo de condições ambientais. Entretanto os pesquisadores continuam a utilizar diversos índices de stress térmico que, embora úteis e razoavelmente adequados, não são indicadores de sobrecarga fisiológica.

O WBGT mostrou-se ser um método simples e rápido para ser utilizado na avaliação de postos de trabalho expostos ao calor. A avaliação deste índice segue as Normas ISO / DIS 7243 (1982) -Stress - WBGT para ambientes quentes (LAMBERTS, 2011, p.22).

No quadro 3, podemos observar os valores limite de WBGT (°C) em função do metabolismo e do estado de aclimatização.

Quadro 3: Valores limite de WBGT (°C) em função do metabolismo e do estado de aclimatização.

Metabolismo (w)	Individuo não aclimatado	Individuo aclimatado
M < 115	33,0	32,5
115 < M <= 230	30,0	29,0
230 < M < 350	27,7	25,7
350 < M < 465	26,0	23,0
M < 465	25,0	20,0

Fonte: Lamberts, (2008).

A taxa metabólica de 146 W/m² que foi uma média da atividade metabólica sedentária e atividade leve, pois está relacionado aos indivíduos que estão dentro das edificações que estão geralmente sentados ou caminhando lentamente e o limite considerado foi aclimatado.

4.3.6 Índice de sombreamento arbóreo (ISA)

O Índice de sombreamento arbóreo (ISA) se refere ao percentual de área sombreada em relação à área total. Através dele obtém-se o potencial de sombra resultante da soma das áreas de projeção das copas. Esse índice é definido pela seguinte expressão:

$$ISA = \left[\frac{\text{Área}_{\text{sombreada}} (\text{m}^2)}{\text{Área}_{\text{Total}} (\text{m}^2)} \right] \times 100$$

(13)

O cálculo da ISA é importante para obter o potencial que as árvores estarão fornecendo para conforto pela sua área de projeção da copa. E para este estudo é importante ter o conhecimento do ISA das espécies que há no estudo para saber se as mesmas influenciam no conforto. Para este estudo, tomou-se como base o estudo de Maria (2014, p. 29), onde foi usado a área toda, onde seu estudo foi adaptado do métodos de Lima Neto e Souza (2009, p. 52).

4.3.7 Cálculo das horas de Sol nas estações

O cálculo é baseado em fórmulas de astronomia por Borges (2015, p.1), onde nele calcula-se a duração do dia, para determinada latitude de qualquer lugar da Terra. Assim, o cálculo divide-se em duas partes, subtraindo uma parcela do meio dia para se encontrar o nascer do dia e a outra parcela igual ao meio dia foi para a obtenção do pôr-do-sol.

Para a realização destes cálculos, são necessários os seguintes dados de Dois Vizinhos-PR:

- ✓ Latitude
- ✓ Longitude
- ✓ Fuso horário oficial da cidade

$$T_d = \frac{2}{15} \arccos(-\tan \phi \cdot \tan \delta) \quad (14)$$

Onde:

T_d é o tempo de duração do dia

ϕ é a latitude da cidade (para cidades do hemisfério sul, o sinal é negativo)

δ é a declinação da Terra, que é calculada pela fórmula:

Para encontrar a declinação da Terra, utilizou-se a fórmula abaixo:

$$\delta = 23,45 \operatorname{sen} \left(\frac{360}{365} (284 + n) \right) \quad (15)$$

Onde:

n é o dia sequencial do ano (1º de janeiro é 1, 1º de fevereiro é 32, ... 31 de dezembro é 365 ou 366 se bissexto)

Para realizar o cálculo das horas de sol no dia, utilizou-se a fórmula abaixo.

$$T_d = \frac{2}{15} \arccos \left(0,4357119 * \tan \left(23,45 * \operatorname{sen} \left(\frac{72}{73} (284 + n) \right) \right) \right) \quad (16)$$

Esse cálculo é importante para este estudo, pois é a partir dele que adquirimos a quantidade de horas de Sol que há em cada estação em determinado lugar. Para isso, calculou-se esses valores para associar a quantidade de horas com o conforto térmico.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Direcionamento estacional das sombras e sua influência nas edificações

Através do estudo realizado pode-se observar o direcionamento estacional das sombras das espécies estudadas (Sibipiruna e Grevilha). Assim, diante da Figura 17 pode-se notar o percurso do sol nas três estações avaliadas (verão, outono e inverno), promovendo as sombras no local estudado.

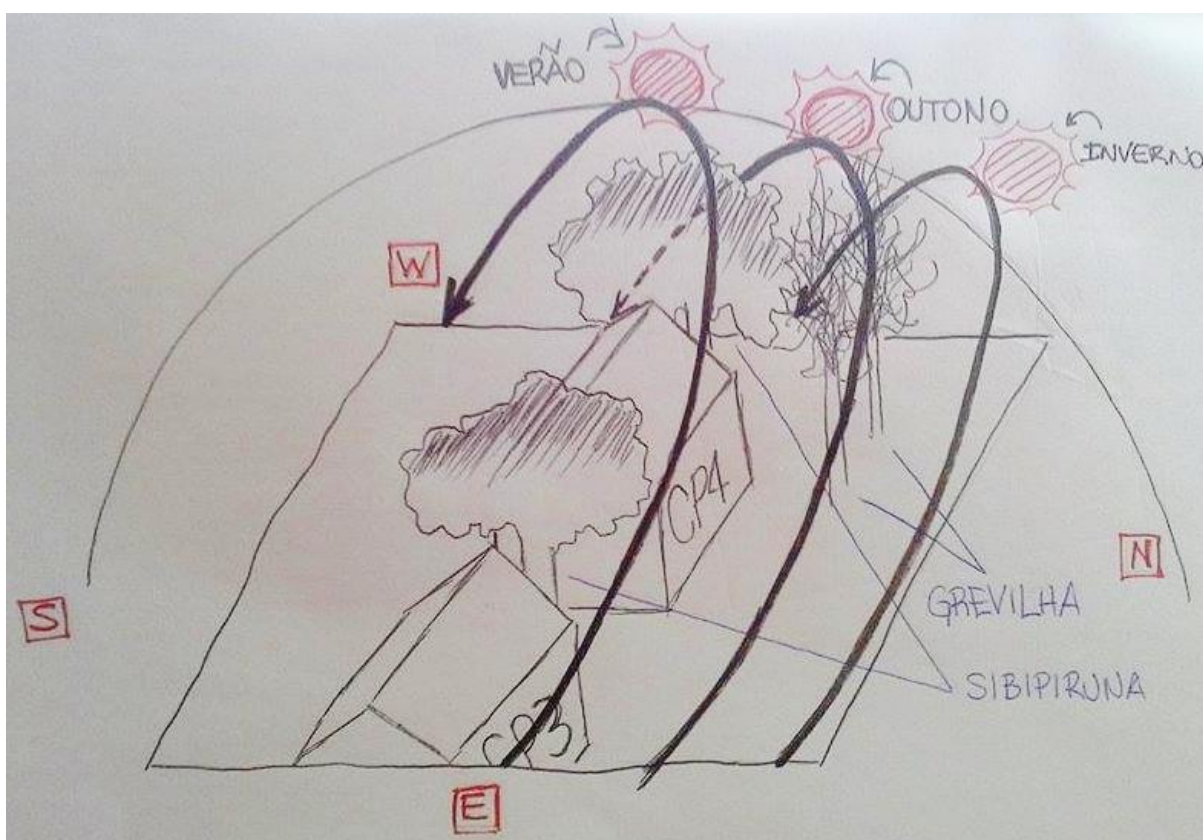


Figura 15: Imagem representativa do percurso do sol nas estações verão, outono e inverno de 2015 na área estudada.

A figura acima demonstra que a inclinação de $23,5^\circ$ de cada estação (verão, outono e inverno) faz com que a orientação da Terra em relação ao Sol muda continuamente enquanto a Terra gira em torno do Sol. A causa das estações é devido a inclinação do eixo de rotação da Terra com relação à sua órbita.

Este ângulo, chamado de obliquidade (inclinação da órbita da Terra em torno do Sol, eclíptica, em relação ao equador da Terra), é de 23° 5'. Por causa da inclinação, à medida que a Terra orbita em torno do Sol, os raios solares incidem mais diretamente sobre um dos hemisférios, proporcionando mais horas com luz durante o dia sobre este hemisfério (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2012).

Assim, ao longo do dia essas horas de luzes são diferentes, devido a essa angulação, mostrando que houve modificações das sombras durante as estações do ano estudadas. Esta inclinação pode afetar diretamente o conforto térmico das edificações, pois podem proporcionar mais ou menos tempo de luz, o que varia na temperatura incidente e na sensação térmica do local, podendo deixar uma edificação quente ou fria.

Portanto, mostra a diferença de altura do Sol, pois no verão o tempo de Sol são maiores, de 13h diárias de Sol, pois a posição que ela se encontra é mais alta, por isso que os dias são mais longos e há mais radiação solar, assim consequentemente causando um desconforto maior pelo calor dentro e fora das edificações, por que o tempo de luz no local é maior, ou seja, a absorção da radiação do sol é mais intensa. Logo, no verão há mais tempo de Sol do que no inverno.

No outono os dias são menos longos, apresentam 11h diárias de Sol, sendo assim apresentando menos radiação que o de verão e por fim, no inverno o tempo de Sol são menores (11h por dia) que a estação de verão, sendo dias mais curtos e havendo menos radiação solar (TREVISAN e LATTARI, 2003, p.3), implicando que o tempo de duração de dia nas estações podem estar ligado ao conforto térmico, relacionando o tempo de luz em cada estação e a capacidade de absorção do calor no local.

Na estação verão, observamos na figura 18 a orientação das sombras das espécies nos horários de 9, 12, 15 e 17h. Nela estão demonstradas algumas edificações e espécies utilizadas para o estudo, então foram estudadas para observar como se comportam os sombreamentos nas edificações em diferentes estações, onde posteriormente foram analisadas a sua eficiência nas edificações.

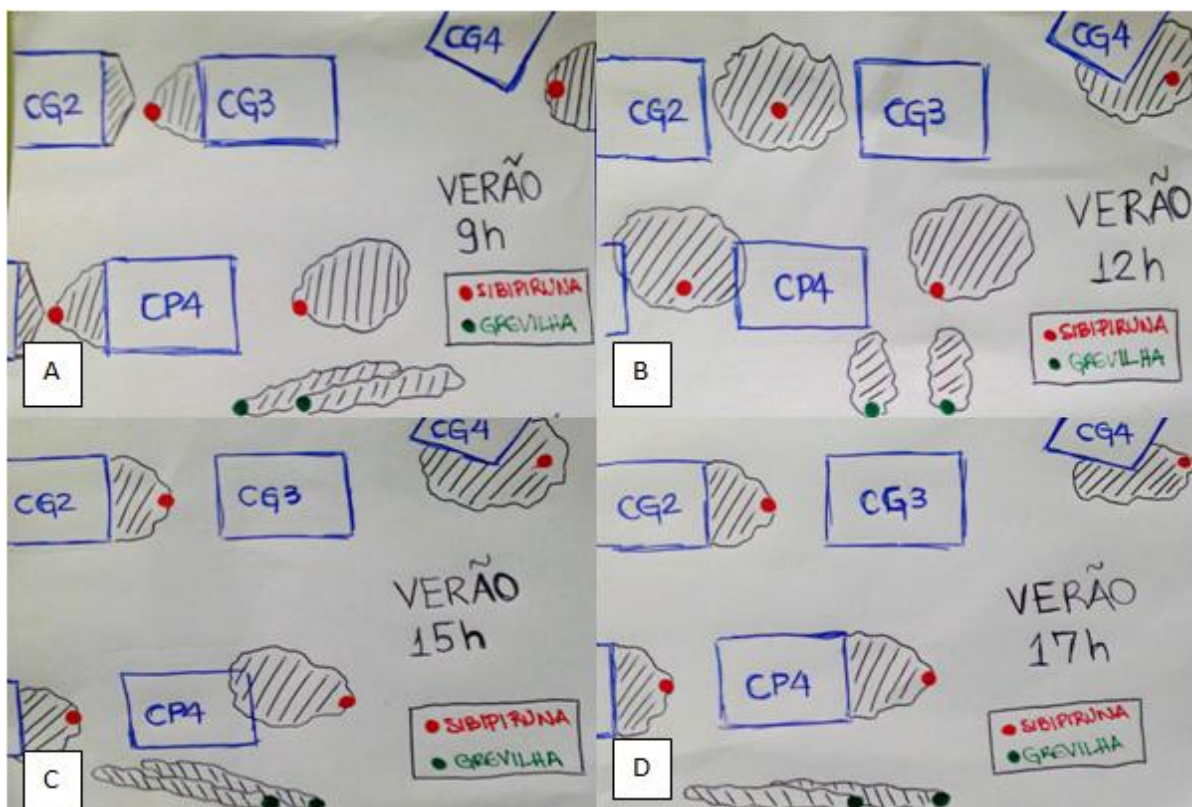


Figura 16: Croqui com as edificações ilustradas são as CG2 (casa grande 2), CG3 (casa grande 3), CG4 (casa grande 4), CP4 (casa pequena 4) e CP3 (casa pequena 3), estas estão sendo influenciadas pelas duas espécies que representam o sombreamento no verão da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no verão. B) Sombreamento das espécies às 12 horas no verão. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no verão. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no verão.

Os sombreamentos ocorridos na estação de outono estão representados pela figura 19. Observa-se claramente que não estão representadas todas as edificações e as espécies em questão, pois é uma demonstração de como as orientações das sombras se comportam, onde seguem a mesma orientação ou direção da sombra das demais árvores, por que o posicionamento das árvores são iguais e a orientação do Sol mostram como as sombras das árvores reagem ao serem expostas ao Sol. Isto mostra a importância do posicionamento da árvore em uma edificação, pois se foram colocadas em posições diferentes em relação à edificação, seu sombreamento também será diferente.

A seguir, estão também representadas as orientações das sombras na estação de inverno durante os horários de 9h, 12h, 15h e 17h na Figura 20. Essas figuras (figura 18,19 e 20) são ilustrações representativas para o melhor entendimento de como se comportam as sombras das espécies estudadas de Sibipiruna e Grevilha durante as três estações do ano (verão, outono e inverno).

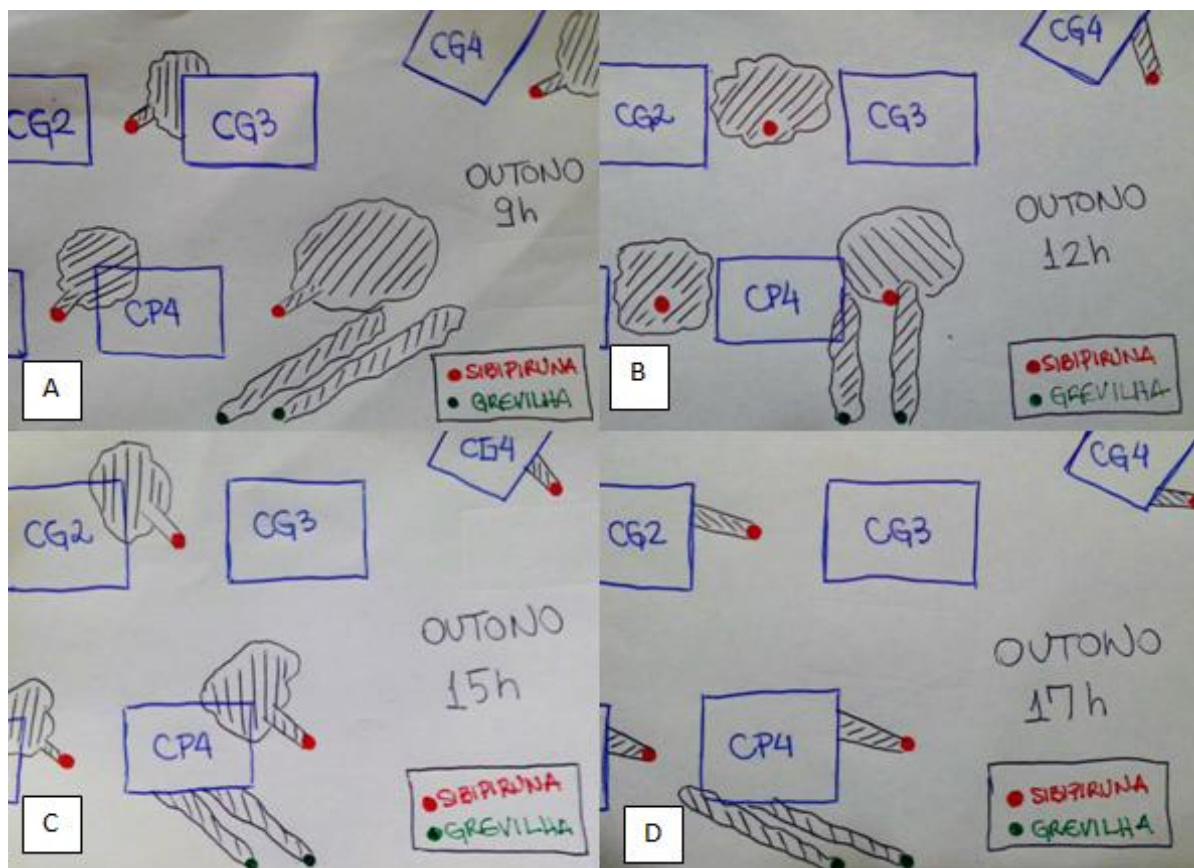
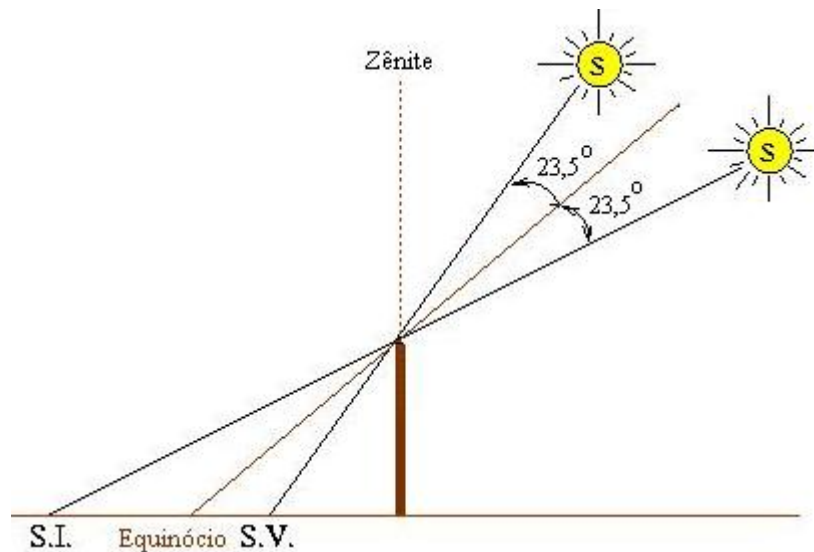


Figura 17: Croqui representativa do sombreamento no outono da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no outono. B) Sombreamento das espécies às 12 horas no outono. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no outono. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no outono.

Pode-se notar que, no inverno em comparação ao verão as sombras das árvores são mais compridas que do verão que são mais curtas, isso pode ser explicado pela inclinação que no caso o inverno esta a uma angulação menor ($-23,5^\circ$ em relação ao equinócio de março a setembro) na figura 20, enquanto que o verão apresenta uma angulação maior de $+23,5^\circ$ em relação ao equinócio de março a setembro.



Fonte: UFGRS, 2015.

Figura 180: Ângulo de inclinação entre as estações do ano.

No entorno, para os indivíduos que estão circulando o local mostra que essa angulação atua diretamente no conforto climático. Sendo que no verão, a intensidade é maior do que no inverno, o tempo de Sol é maior, deixando as temperaturas mais altas e quentes para os usuários.

Com relação ao tempo de Sol nas estações, foi calculado pelo método de Borges (2015), o tempo de duração do Sol nas estações de verão, outono e inverno em Dois Vizinhos - PR. Sendo que no período de todo o verão foi de aproximadamente 1.146,21 horas de Sol (média de 13h de Sol por dia), o outono tem aproximadamente 1.025,79 horas de Sol (média de 11h de Sol por dia) e o inverno tem aproximadamente 1.035,34 horas de Sol durante toda a estação (média de 11h de Sol por dia).

Entretanto, apesar da sua angulação ser de $\pm 23,5^\circ$ em relação ao equinócio de março a setembro (outono), a estação verão proporciona maior tempo de sombreamento nas edificações (apresenta aproximadamente 13h de Sol), por causa do sombreamento das copas de árvores serem mais curtas demonstrada na Figura 18, podendo obter um maior encobrimento da edificação com as sombras das copas das espécies.

Tal fato é positivo para o conforto térmico nas edificações, pois para a estação de verão onde é mais quente deixa que uma menor incidência da radiação solar atinja as edificações que evita que esta alta radiação solar traga uma sensação de temperatura

inadequada aos indivíduos termicamente. Lembrando que além da temperatura, também é importante saber que há outras variáveis climáticas que influenciam no conforto.

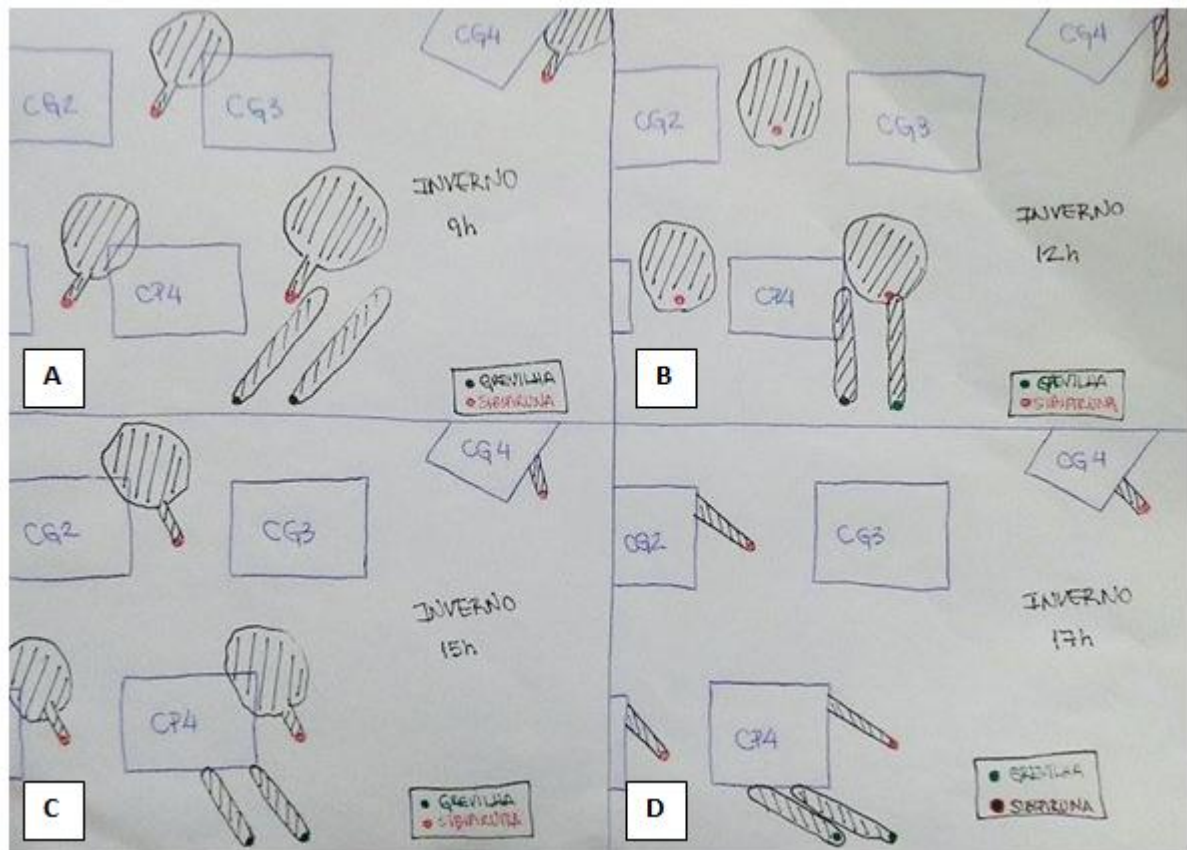


Figura 19: Croqui representativo do sombreamento no outono da Sibipiruna e da Grevilha nas edificações localizadas na UTFPR-DV. A) Sombreamento das espécies às 9 horas no inverno. B) Sombreamento das espécies às 12 horas no inverno. C) Sombreamento das espécies às 15 horas no inverno. D) Sombreamento das espécies às 17 horas no inverno.

A seguir está representado na Figura 22 o sombreamento nas edificações conforme a inclinação das estações de verão, outono e inverno nos diferentes horários de coleta.

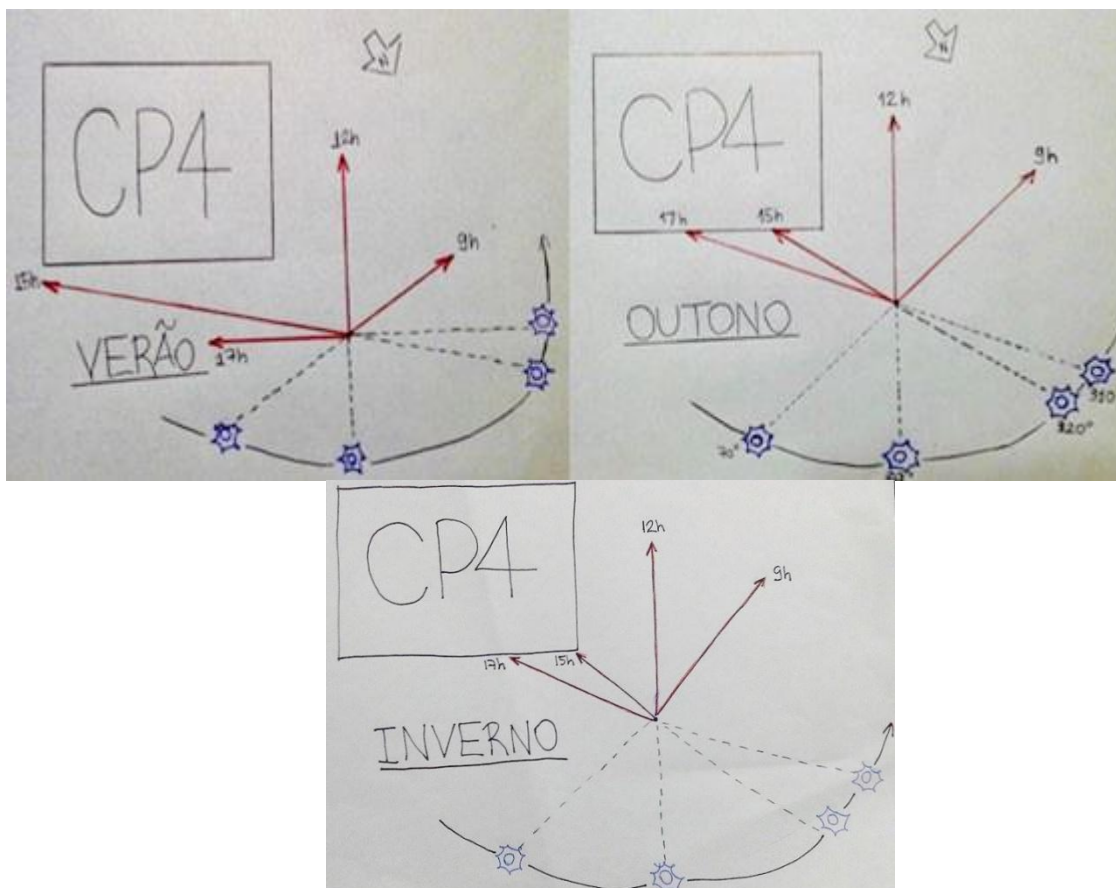


Figura 20: Imagem da edificação e seu sombreamento recebido durante os quatro horários nas estações de verão, outono e inverno na edificação localizada na UTFPR-DV em 2015.

Na figura 22, pode-se notar que as orientações coletadas pela bússola mostram que o Sol percorre na mesma angulação, porém são diferenciadas nas inclinações (Figura 21), que variam de $23,5^\circ$ entre as estações, por isso a distância dos sombreamentos acabaram sendo mais longos (no inverno) ou mais curtos (no verão). Os efeitos causados pelo sombreamento nas edificações tem uma relação diretamente com o conforto, que auxiliam a diminuição de temperatura da superfície da edificação, tornando interiormente mais agradável.

Assim, quanto mais inclinada for a estação (por exemplo, o inverno), a área de sombreamento da espécie arbórea nas edificações será mais comprida, no caso do inverno é desvantagem ter mais sombreamento, pois é uma estação onde as temperaturas são menores e o tempo de radiação na edificação é mais vantajoso (muito frio também é considerado desconfortável tanto dentro quanto fora da edificação), portanto aconselha-se a escolher espécies que perdem suas folhas no inverno (caducifólias) para que a radiação solar ultrapasse a copa e ainda consiga atingir na edificação auxiliando na temperatura do local, podendo assim realizar pequenos manejos de poda.

Quanto menor a inclinação do Sol, mais tempo de radiação terá e conseqüentemente a área de sombreamento que a espécie arbórea pode ter é menor sobre a edificação, por que como a estação verão tem menos inclinação a sua sombra será mais concentrada na própria árvore, ao invés de se projetar nas edificações, sendo assim menos favorável para as condições das edificações estudadas.

Portanto, recomendaria que as pessoas utilizassem espécies arbóreas mais frondosas, com áreas de copa mais densas, para aproveitar o tempo de radiação solar seja interceptada pela copa densa fazendo com que a edificação tenha um sombreamento efetivo durante a radiação solar, lembrando que esta recomendação é mais indicada para estações quentes como no verão que as temperaturas são mais elevadas, não sendo válidas para o ano todo.

Portanto, é importante ter atenção no momento do planejamento da disposição das árvores, pois podem ser essenciais na influência do sombreamento nas edificações e conseqüentemente o seu conforto aos indivíduos dentro delas.

Ao analisar a orientação das sombras das espécies neste caso, podemos observar que a questão do planejamento da arborização é muito importante para a realização da implantação correta, ou seja, é necessário observar:

- Orientação do Sol;
- Localização da edificação no espaço urbano;
- Conhecimentos sobre as espécies arbóreas a serem implantadas;
 - ✓ Porte da árvore;
 - ✓ Comportamento estacional da espécie;
 - ✓ Escolha de espécies adequadas para implantação em áreas urbanas;
 - ✓ Entre outros aspectos.
- Observar a orientação das sombras das espécies escolhidas;
- Onde que será necessário obter sombra;
- Analisar pontos de implantação que seja eficácia;

Além de analisar o comportamento das sombras, é importante observar também o índice de sombreamento arbóreo (ISA), para observar qual a influência das projeções de áreas de copa para o conforto térmico. Pois, isso mostra o quanto que a espécie consegue sombrear em um local.

Apesar de analisar a relação da orientação das sombras e rotação do sol, para avaliar a questão do conforto térmico há necessidade de se aprofundar mais com as variáveis climáticas que serão demonstradas a seguir para uma melhor análise, para assim depois ter a certificação da eficácia ou não da espécie e suas influências no meio urbano.

5.2 Índice de sombreamento arbóreo (ISA) das espécies estudadas

O tamanho da área de copa dos indivíduos arbóreos é um dos fatores determinantes para a melhoria do conforto térmico, pois através da copa atua como:

- ✓ Interceptação da luz;
- ✓ Absorção de energia através da fotossíntese;
- ✓ Controle de umidade;
- ✓ Temperatura do entorno devido à evapotranspiração.

Assim, essa evapotranspiração auxiliará tanto as pessoas no entorno, como também nas edificações, pois aumentará a umidade do local, principalmente nas épocas em que é mais seco.

Para analisar melhor ao longo das três estações do ano estudadas: verão, outono e inverno. Vemos na tabela 3 se ao longo do ano a área de copa das Sibipiruna e da Grevilha estatisticamente.

Tabela 3: Análise estatística pelo teste de Duncan das áreas de copa das espécies em m².nas durante as estações verão, outono e inverno estudadas na UTFPR-DV em 2015.

ESTACÃO	SIBIPIRUNA	GREVILHA
VERÃO	92,23 a	52,59 a
OUTONO	84,22 a	46,85 ab
INVERNO	80,09 a	43,86 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro.

Fonte: O Autor (2015)

Assim, podemos observar que através do Teste de comparação de médias de Duncan, a espécie Sibipiruna não diferiu estatisticamente durante as três estações. Porém na Grevilha, a análise mostrou que em comparação entre verão e outono e entre outono e inverno a espécie não se diferiu estatisticamente, somente entre o verão e o inverno apresentou diferença estatisticamente.

A dimensão da área de copa é um dos fatores determinantes para a melhoria do conforto climático, pois atua na interceptação da luz, pela absorção de energia através da fotossíntese, sequestro de carbono e pelo controle de umidade e temperatura do entorno.

Os dados analisados na figura 23 confirmaram a maior área de copa da Sibipiruna 91,73 m² no período de verão, 84,22 m² no outono e 80,10 m² no inverno, essa diminuição da área foliar corresponde a uma menor área de copa exemplificando a característica de semideciduidade da planta (LORENZI, 1998, p.128). Com a diminuição de área de copa, acaba diminuindo a interceptação da radiação solar no local, porém é importante notar que a Sibipiruna apresenta uma maior copa no verão, onde é mais necessária para a eficiência térmica do ambiente. Logo, a Sibipiruna mostrou-se ser mais adequada para o ambiente para proporcionar conforto térmico no verão.



Figura 21: Comparação das médias entre as duas espécies arbóreas nas diferentes estações do ano.

A maior proporção de sombra em todas as estações foi a Sibipiruna, diminuindo a intensidade luminosa, pois esta apresenta maior abrangência pela área de copa e maior evapotranspiração, melhorando as condições de sombreamento proporcionado pela Sibipiruna em comparação à Grevilha.

A Grevilha apresentou menor (52,59m², 46,86m² e 43,87m²) área de copa em relação a Sibipiruna comparando-a entre estações e entre espécie. Essa diminuição 52,59 m² no verão pra 43,87 m² se explica devido à espécie possuir caráter caducifólio (perde as folhas no período de inverno), principalmente no Sul, devido as temperaturas mais baixas no inverno o que permite a maior entrada de luz pela sua copa no inverno, diminuindo o desconforto causado pelo frio (SILVA e LIMA, 2010, p.1).

Os resultados apresentados devem-se ao porte da copa, pois esta não possui uma copa frondosa, por que a Grevilha apresenta uma copa piramidal e é uma espécie que não apresenta uma copa considerada densa que neutralize com maior eficácia os raios solares ficando restrita a área sombreada durante a estação de inverno. Assim, a Grevilha não consegue durante o dia interceptar as radiações e auxiliar na diminuição da temperatura local.

As copas que apresentam maior dimensão de área foliar atuam efetivamente na diminuição das temperaturas, seja por meio da maior absorção e menor reflexão da radiação solar através das folhas das árvores, ou pela evaporação, que ocasiona o resfriamento local por utilizar a energia para a transpiração e não para o aquecimento (GEORGI e DIMITRIOU, 2010, p. 1402).

É importante ressaltar que a eficiência e as características de cada espécie variam de espécie, do local onde está situada e também ao longo do ano, sendo característica apresentadas mais válida para o Sul do País. Sendo assim, é necessário realizar estudos em diversas regiões no país com diferente espécies para ter o conhecimento se a mesma espécie em uma região reage da mesma forma ou não em outras regiões, repetindo isso com outras espécies também.

Além do fator climático, a copa também é apresentada como barreira física, dificultando a passagem do vento pelo seu interior e até da interceptação das chuvas. No presente estudo, a passagem de vento é muito importante para não ocorrer o abafamento do ambiente devido à copa estar interceptando a radiação solar, então para o conforto do ambiente é de extrema importância a ventilação no local para que a sensação térmica seja agradável, sendo a velocidade do vento uma importante variável para essa questão.

No estudo de Silva et al., (2008, p. 307), a Sibipiruna é uma espécie de porte alto e copas largas, que ajudam no sombreamento e nas condições microclimáticas do local, contribuindo na interceptação da chuva com maior eficácia, pois apresenta as copas sem desfolhamento na época de tempestades tropicais, mostrando sendo uma espécie com

potencial para a arborização urbana. Mostrando assim que a Sibipiruna neste estudo é uma árvore que pode sim influenciar positivamente no entorno.

Na Grevilha, por exemplo, não acontece devido ao seu formato de copa piramidal e os espaços presente na área foliar do indivíduo, possibilitando a passagem do vento e da luminosidade sem impedimento de barreiras físicas.

Ser uma barreira física é necessário nos períodos mais frios do ano, pois as temperaturas são mais baixas e se houver muita ventilação, a sensação térmica irá diminuir mais, tornando desconfortável para os indivíduos. Sendo assim, vendo que no verão é preciso deixar passar vento e sombrear bastante, e no inverno necessita sombrear menos e menos vento, sendo a Sibipiruna ideal para o verão e a Grevilha para o inverno. Lembrando que é importante realizar um arranjo, talvez intercalando as espécies fazendo com que permita que estas situações ocorram tanto no verão, quanto no inverno.

Em relação ao formato de copa a Sibipiruna apresenta copa arredondada e densa o que favorece na melhoria do conforto climático, proporcionando maior sombreamento, menor incidência de raios solares nas edificações. Deve-se tomar cuidado, pois como a área estudada há muitas edificações, acabam se perdendo a questão da corrente de ar, e é um fator importante para resfriar o ar que está abafado em baixo da árvore devido à radiação solar interceptada. A Grevilha apresenta forma de copa piramidal com presença de espaços maiores sobre a copa o que favorece a passagem da luminosidade durante o inverno.

A luminosidade é favorecida durante o inverno, pois é mais frio e geralmente a noite torna se um lugar muito escuro, o que implica que pode tornar um local perigoso e durante o dia também por apresentar dias menos ensolarados e com menos radiação, a forma piramidal tende a tornar um ambiente mais quente por aproveitar a radiação do dia para esquentar. Então, há variações durante o ano com relação a luminosidade, mostrando que é importante observar detalhes como a tipo de copa e como elas reagem nas estações (Tabela 4).

Tabela 4: Análise estatística pelo teste de Duncan do Índice de Sombreamento Arbóreo durante todas as estações do ano.

Espécie	Área média da copa (m²)	∑ Área de copa (m²)	Área da parede (m²)	ISA (%)
VERÃO				
Sibipiruna	91,73 a*	550,37	25,55	359,02 a
Grevilha	52,59 b	315,54	22,40	234,78 b
OUTONO				
Sibipiruna	84,22 a	505,32	25,55	329,63 a
Grevilha	46,86 b	281,13	22,40	209,17 b
INVERNO				
Sibipiruna	80,10 a	480,59	25,55	313,50 a
Grevilha	43,87 b	263,19	22,40	195,83 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro.

Fonte: O Autor (2015)

A Sibipiruna perdeu, entre as estações de verão e inverno, cerca de 45,52% da sua capacidade de sombreamento pelo ISA, passando de 359,02% para 313,50%. Isso é bom, pois diminuiu 45,52% do verão até o inverno, e no inverno é importante a entrada de radiação solar para aumentar a temperatura das edificações que em período de inverno são temperaturas mais baixas. Portanto, este fator demonstra menor área de copa exemplificando a característica de semideciduidade da planta, citada por Lorenzi (1992, p.128), explicando o porquê que a copa da Sibipiruna diminuiu nas estações. Logo, mostrando ser uma espécie ideal para o ambiente.

Na Grevilha, a espécie perdeu a área de copa entre as estações verão e inverno, em torno de 38,95% de sua capacidade de sombreamento pelo ISA, sendo de 234,78% para 195,83%, isso pode ser explicado pelo fato da espécie possuir caráter caducifólio, ou seja, ela perde sua folhagem durante o inverno. Mostrando que durante o inverno, a importância de ter uma espécie que perde sua folhagem auxilia no aumento da incidência de luz no ambiente e também a entrada de radiação solar para se obter um ambiente mais confortável e menos frio durante o inverno. Portanto, a Grevilha é uma espécie que auxilia na estação de inverno, devido a perda de folhagem e aumentando a passagem de luz na estação.

Além de observar sobre a capacidade de sombreamento (ISA), podemos notar que em todas as estações, houve diferenças estatísticas significativas sendo que elas se diferem entre si nas estações verão, outono e inverno, mostrando que as médias de copa de árvore da Sibipiruna são maiores (91,73; 84,22 e 80,10 m²) que as da Grevilha (52,59 ; 46,86 e 43,87), e

também o comparativo entre a ISA das duas espécies nas três estações mostraram-se diferentes estatisticamente significativas, mostrando que o potencial de sombreamento arbóreo da Sibipiruna é superior da Grevilha.

Ao longo do ano, o maior sombreamento é benéfico nas estações mais quentes (verão), para a interceptação da radiação solar, porém em estações mais frias (outono e inverno) é necessário que haja menor sombreamento para que auxilie no aumento da temperatura local e consequentemente conforto térmico dos indivíduos.

Portanto, o ISA ideal seria a espécie que apresentasse uma porcentagem maior durante os períodos mais quentes (primavera e verão) sendo o caso da Sibipiruna que apresenta uma copa arredondada e densa, enquanto que para o outono e inverno é ideal a espécie que apresentar a menor porcentagem de ISA, sendo o caso da Grevilha que apresenta uma copa piramidal e sem copa densa.

Porém, vale ressaltar que apesar da Sibipiruna apresentar uma maior porcentagem de projeção de sombras no inverno, ela apresenta uma maior diferença de perda de área de copa (45,52%) entre o verão e inverno, mostrando que esta espécie também pode auxiliar no conforto durante as estações de inverno.

5.3 Análise das variáveis climáticas e do conforto térmico (pmv) em baixo das espécies estudadas

5.3.1 Em baixo das espécies arbóreas

5.3.1.1 Verão

No período das 9 horas da manhã a maioria dos dados analisados (seis variáveis apresentadas: temperatura do globo negro, temperatura da superfície, umidade relativa, temperatura do ar, PMV e PPD) não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, sendo justificado pela ocorrência do orvalho neste período, onde o mesmo encontra-se em fase de evaporação, contribuindo assim para que a sensação térmica se apresente mais fria,

pois ocorre pouca transpiração da planta e muita evaporação da umidade do ambiente (tabela 6).

Tabela 5: Variáveis climáticas, Voto Médio Estimado (PMV) e Percentual de Pessoas Desconfortáveis Termicamente (PPD) medidos durante a estação verão em baixo da espécie arbórea: Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides* (Benth.) L. P. Queiroz) da família Proteaceae e Grevilha (*Grevillea robusta* A. Cunn ex. R. Br.).

EM BAIXO DA ESPÉCIE								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da superfície (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	PMV	S	PPD (%)
9h								
SIBIPIRUNA	28,9 a	23,8 a	0,5 b	50,1 a	25,5 a	3,1 a	+3	99,4 a
GREVILHA	29,2 a	23,5 a	0,9 a	48,8 a	26,0 a	3,1 a	+3	99,5 a
12h								
SIBIPIRUNA	33,0 a	27,0 a	0,7 a	53,7 a	29,2 b	3,9 a	+3	99,9 a
GREVILHA	33,5 a	27,3 a	0,7 a	43,9 a	29,9 a	2,5 b	+2	93,6 b
15h								
SIBIPIRUNA	33,5 a	28,9 a	0,6 a	45,1 a	30,8 a	2,6 a	+3	95,3 a
GREVILHA	33,8 a	27,9 a	0,7 a	39,9 a	30,9 a	2,6 a	+3	95,4 a
17h								
SIBIPIRUNA	32,2 a	27,9 a	0,4 a	47,6 a	30,0 a	2,4 a	+2	91,2 a
GREVILHA	31,7 a	26,9 a	0,4 a	33,8 b	29,9 a	2,4 a	+2	89,8 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2015).

Assim, para o usuário quando há muita umidade no ambiente no gramado, torna um ambiente mais fresco durante os primeiros horários, conseqüentemente a sensação térmica que os indivíduos sentirão são de frescor e úmido. Portanto, para um usuário que circula nas calçadas é importante que se tenha além da árvore é necessário apresentar uma calçada verde, por que os dois atuarão na absorção de energia, mentem a umidade e no conforto local.

Como as demais variáveis não se diferiram estatisticamente, isso pode implicar que o ambiente para as características das duas espécies ainda não surtiram diferença neste horário (9h). Porém, em uma das variáveis apresentou diferença estatisticamente significativa, que foi o caso na velocidade do vento, onde apresentou na Sibipiruna (0,5m/s²) e na Grevilha (0,9m/s²), porque o formato da copa piramidal da Grevilha por ser menos densa que a Sibipiruna (copa arredondada), deixando que a passagem do vento seja mais intensa durante as 9h.

Isso afetará diretamente no conforto do usuário e da construção ao longo dos horários, pois a radiação irá se intensificar e a questão da ventilação é importante para que o ar mais quente se torne fresco no local.

Com relação ao PMV nesse horário, mostraram-se em uma escala de acordo com Fanger com escala mais alta, ou seja, a mais desconfortável (muito quente) porcentagem de pessoas desconfortáveis (PPD) de 99,4% e 99,5% sendo inadequado para o conforto das pessoas nesse local durante as 9h, porque no verão a temperatura é mais alta.

Para a melhoria do conforto térmico no local, o que se pode fazer, é modificar a composição, com uma disposição mais distribuída das árvores (intercaladas) e direcionando a corrente de ar no sentido mais favorável (passagem de vento no local) para trazer conforto, obtendo espaço entre as árvores e para a passagem de vento. Porém, é importante saber em que direção do vento percorre, senão árvores podem estar no caminho da corrente de ar acabam agindo como barreiras físicas impedindo a sua passagem e eficiência.

Durante às 9h obteve-se tanto na Sibipiruna, como na Grevilha a sensação térmica de +3, sendo considerada como muito quente. Mostrando que através de outra variável (PMV), está realmente desconfortável termicamente para o ser humano, e constatada também pelo PPD (porcentagem de pessoas desconfortáveis (99,4% e 99,5%, respectivamente). Implicando ser um ambiente quente e desconfortável para os usuários frequentes no local.

Maria (2014, p.53) também mostrou resultados sobre a Sibipiruna em seu estudo realizado na UTFPR-DV, que apresentou às 9h uma sensação térmica de +2 (quente) e o PPD de 98,4%, ou seja, durante a estação de verão a porcentagem de pessoas desconfortáveis termicamente é alta, chegando a atingir quase 100%.

Para amenizar ou melhorar esta situação é necessário realizar outros estudos mais específicos das espécies para averiguar se a diferença está no potencial das espécies no conforto térmico das pessoas ou na disposição que são plantadas e também estudar outras espécies aplicada à arborização urbana, analisando a eficiência de cada uma.

No período das 12 horas a Sibipiruna apresentou menor temperatura do ar (29,2°C), isso pode ajudar a tornar um ambiente desconfortável devido a maior densidade da copa a qual delimita a passagem do vento tornando um ambiente mais abafado sendo influenciado também pela temperatura do globo, velocidade do vento e temperatura da superfície, conseqüentemente a sensação e o conforto térmico (PPD) é caracterizado como muito quente (muito calor) e o percentual de pessoas desconfortáveis termicamente (PPD) que foi de

99,9%, apresenta uma condicionante é que em qualquer condição ambiental, não se consegue menos que 10,0% de usuários descontentes. Portanto, recomenda-se analisar a disposição entre as árvores e as edificações, procurando melhorar o conforto deste local.

No período das 15 horas os dados não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, isso se explica devido às condições observadas nas duas espécies. Durante essa hora, a intensidade de radiação solar é mais intensa, e pela presença de barreiras físicas das edificações, mostram que nenhuma das duas espécies conseguiu evitar o desconforto no local, ou seja, a Sibipiruna por apresentar uma localização entre as edificações, tornou um ambiente abafado, sem muita presença de ventos no local e a Grevilha por apresentar uma copa mais rala e pelo seu posicionamento, a radiação solar consegue atingir mais facilmente a edificação tornando mais quente nas edificações.

O que fazer para amenizar esta situação seria talvez fazer uma nova distribuição das Grevilhas conjunto com outras espécies e talvez realizar manejo na Sibipiruna abrindo uma pequena porção da copa para que auxilie na ventilação do local, como a realização de alguns tipos de podas: de limpeza, levantamento, por exemplo, sendo realizados principalmente por pessoas capacitadas e com orientações de um profissional que tenha conhecimento sobre esses tipos de manejo, para não prejudicar a árvore.

Às 17horas a Sibipiruna apresentou maior umidade relativa do ar (47,6%) em relação a Grevilha (33,8%), a diferença estatística para a umidade relativa ocorreu nesse período, pois as características de área maior área foliar da Sibipiruna e de menor área foliar da Grevilha fez com que não houvesse diferenciação nos períodos mais quentes. No final da tarde ocorre também o início da evapotranspiração das folhas onde foram absorvidas durante todo o dia, e pela Sibipiruna apresentar uma copa mais densa a umidade conseqüentemente é maior.

Porém, com o entardecer, a Sibipiruna, por ter mais folhagem, reteve a umidade ideal para o conforto humano, enquanto que a Grevilha por ter menos folhas, não pode atuar da mesma maneira, portanto a Sibipiruna neste horário é a mais indicada, favorecendo melhor condição de conforto.

Talvez o que seria indicado é escolher espécies que no período de verão apresente mais folhagem para que neste horário mantenha a umidade no local. Porém, tais espécies precisam apresentar características como a perda da folhagem no inverno para serem eficientes também neste período mais frio para aumentar a luminosidade. Também seria

importante a árvore apresentar a forma de copa mais ampla para aumentar o sombreamento na estação de verão. Logo, a Sibipiruna seria a espécie que se enquadraria neste quesito.

5.3.1.2 Outono

Com relação ao no período do outono à temperatura do ar no período das 9 horas da manhã a Sibipiruna apresentou menor temperatura (18,5°C) em relação à Grevilha (19,9°C), sendo assim a temperatura do ar no entorno das espécies é basicamente determinado pela reflexão e absorção de luminosidade no entorno das árvores (tabela 6), o que é benéfico, pois a Sibipiruna conseguiu manter o local mais fresco e úmido, tornando mais agradável para os indivíduos que circulam o local pela sombra da árvore.

Tabela 6: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação de outono em baixo da espécie na UTFPR-DV.

EM BAIXO DA ESPÉCIE								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da superfície (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	PMV	S	PPD (%)
9h								
SIBIPIRUNA	21,8 a	20,5 a	0,7 a	80,5 a	18,5 b	2,0 a	+2	80,4 a
GREVILHA	21,5 a	22,8 a	0,5 a	74,5 a	19,9 a	1,8 b	+2	69,0 b
12h								
SIBIPIRUNA	26,0 a	23,7 a	0,4 b	69,8 a	23,9 a	2,8 a	+3	98,2 a
GREVILHA	25,5 a	24,0 a	0,9 a	67,4 b	23,4 a	1,8 b	+2	68,6 b
15h								
SIBIPIRUNA	27,1 a	25,6 a	0,6 a	51,8 b	25,4 a	2,0 a	+2	78,8 a
GREVILHA	27,1 a	25,5 a	0,8 a	60,1 a	25,0 a	2,0 a	+2	78,6 a
17h								
SIBIPIRUNA	25,4 a	23,7 a	0,3 a	66,5 a	23,9 a	1,8 a	+2	68,4 a
GREVILHA	24,8 a	21,8 a	0,3 a	64,6 a	22,6 b	1,7 a	+2	60,7 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2015).

Isso ocorreu devido a menor intensidade luminosa da estação de outono que diminui o aquecimento do solo e conseqüentemente o transporte do calor para o meio. Porém apresentou sensação e o conforto térmico (PPD) caracterizado como quente (calor) e o percentual de pessoas desconfortáveis termicamente (PPD) maior que 10,0% (80,4% e 69,0%), ou seja, o

ambiente ainda está desconfortável para as pessoas durante o outono, porém diminuiu de +3 do verão para +2 no outono.

Durante às 9h, a relação do PPD da Grevilha (69,0%) apresentou ser menor que da Sibipiruna (80,4%), sendo um aspecto bom e constatado que a espécie com menos folhagem no outono apresenta ser uma espécie mais adequada para esse ponto de vista.

Quanto à velocidade do vento, podemos observar a diferença estatística entre as espécies no período das 12 horas, onde a velocidade do vento foi menor (0,4m/s) sob a espécie Sibipiruna em relação à Grevilha (0,9m/s) devido aos parâmetros de velocidade do vento e umidade relativa apresentaram valores favoráveis pela espécie Grevilha,, isso é bom para as pessoas pois aumenta a velocidade do vento e deixa o ambiente mais fresco.

Os mesmos apresentaram diferenças estatísticas quando comparados à sensação e o conforto térmico (PMV) caracterizado como quente (calor) para a Sibipiruna e leve calor para a Grevilha e PPD maior que 10%. Isso é ruim porque tornaram um ambiente desagradável para os usuários e para chegar ao conforto é necessário que as espécies apresentem uma porcentagem menor.

Em estudos realizados por Maria (2014, p.33) realizado na UTFPR-DV com Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *peltophoroides*) e Ipê-amarelo (*Handroanthus crysotrichus*), a sensação térmica adquirida em baixo da Sibipiruna durante a estação de outono foi de -1 (levemente frio), diferentemente do que obtivemos +2 (quente), o que pode ter causado esta diferença na sensação térmica seguindo a escala de Fanger (1982).

O que tornou resultados diferentes foi que as espécies estudadas por Maria (2014, p.33) estavam dispostas diferentemente das Sibipirunas deste estudo, não havia muitas edificações próximas e também as áreas de copas eram diferentes, aumentando a passagem da ventilação e não tendo edificações obstruindo o vento no local e também a questão do fator climático também pode ter sido causador desta diferença, onde ela obteve temperatura da superfície de 12,1°C na Sibipiruna, enquanto que obtivemos 20,5°C na Sibipiruna às 9h. Outro ponto é que no ano de 2014 as temperaturas foram mais baixas em comparação ao ano de 2015 e que podem explicar essa diferença entre os estudos presentes.

Em estudos realizados por Fiori (2001, p.29), em Campinas –SP, comprovou que algumas espécies utilizadas para arborização urbana (como a Tipuana, Ipê-roxo, Sibipiruna) reduziram os efeitos da radiação, sendo que entre as espécies que se destacaram, incluía a

Sibipiruna, com a atenuação de 88,5% da radiação solar, mostrando a eficiência da Sibipiruna e indicada para ser utilizada no planejamento de arborização.

Durante as 15 horas, pode-se observar uma maior umidade relativa (60,1%) no entorno do Grevilha e menor (51,8%) para o entorno da Sibipiruna. Tal fato é demonstrado pelas áreas de copas e pela sua projeção de sombreamento da copa. Assim, devido a maior insolação nas proximidades da Grevilha, devido ao tipo de copa o que favorece a passagem dos raios solares sem que haja impedimento por barreiras físicas, aumento da evaporação da água no solo para a atmosfera mostradas nos dados de área de copa de 209,17% do índice de sombreamento arbóreo ser menor que da Sibipiruna, enquanto que para a Sibipiruna as partículas de vapor d'água evaporadas são retidas da atmosfera e absorvida pelas folhas e pela grama, influenciado pela copa densa que ela apresenta e pela alta incidência de radiação tornando menos confortável.

As diferenças estatísticas da temperatura do ar no período das 17 horas com maior média para a Sibipiruna (23,9°C) em relação à Grevilha (22,6°C), isso se explica pelo fato que a Sibipiruna tem maior volume foliar o que impede a passagem da corrente de ar pela copa, proporcionando um aumento na temperatura, ao contrario da Grevilha que possibilitar maior passagem da corrente de ar sobre a copa, isso pode ser explicado pelo fato da Grevilha estar perdendo as suas folhas no outono.

Segundo Jauregui (1990, p. 459), a sensação de conforto propiciado para a população usuária de áreas verdes está mais ligada ao efeito do sombreamento das árvores, diminuindo a radiação direta e indireta, do que relacionada a temperatura do ar. Porém, a Sibipiruna apresentou maior (23,9°C) temperatura do ar, o que gera maior sensação de desconforto pelo sombreamento, não deixando a radiação passar pela sua copa arredondada e densa e diminuindo a passagem de vento que auxilia na sensação térmica de frescor do ambiente.

Logo, a Sibipiruna não é muito indicada para o período de outono. Sendo assim, a Grevilha apresentou características mais ideais para proporcionar conforto nessa estação.

5.3.1.3 Inverno

No período de inverno (tabela 7) pode se verificar que às 9 horas as espécies apresentaram diferenças estatísticas, a qual se difere pela perda de folhas da Grevilha no

período de inverno o que ocasionou em maiores temperaturas do ar 20,2 °C e temperatura de superfície 21,7 °C.

Tabela 7: Variáveis climáticas, PMV e PPD medidos durante a estação de inverno em baixo da espécie na UTFPR-DV.

EM BAIXO DA ESPÉCIE								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da superfície (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	PMV	S	PPD (%)
9h								
SIBIPIRUNA	19,9 a	19,2 b	0,4 b	80,6 a	19,2 b	1,9 a	+2	73,6 a
GREVILHA	20,1 a	21,7 a	1,1 a	76,1 b	20,2 a	1,6 b	+2	59,7 b
12h								
SIBIPIRUNA	24,5 a	24,5 a	1,9 a	63,9 a	24,1 b	2,1 a	+2	77,7 a
GREVILHA	24,8 a	27,8 a	0,9 b	61,4 a	25,3 a	2,1 a	+2	83,4 a
15h								
SIBIPIRUNA	25,3 a	24,7 a	0,6 a	61,0 a	24,6 a	2,0 a	+2	77,6 a
GREVILHA	24,6 a	24,1 a	0,5 a	60,3 a	24,7 a	2,0 a	+2	78,3 a
17h								
SIBIPIRUNA	23,3 a	21,7 a	0,7 a	62,4 a	22,8 a	1,8 a	+2	70,4 a
GREVILHA	23,1 a	19,9 a	0,5 a	63,8 a	22,8 a	1,8 a	+2	67,3 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5,0% de probabilidade de erro. S= Sensação térmica segundo a escala de Fanger.

Fonte: O Autor (2015).

Ocorrendo um aumento na temperatura do ar e as superfície na época de inverno, aumentando a temperatura do local e possibilitando maior velocidade do vento 1,1 m/s devido a pouca área foliar, e consequentemente menor umidade relativa 76,1%, mas a sensação e o conforto térmico (PMV) caracterizado como quente (calor) e o percentual de pessoas desconfortáveis termicamente (PPD) é menor na Grevilha (59,7%), tornando um ambiente menos desconfortável que na Sibipiruna (73,6%).

Podemos observar que a velocidade do vento durante às 9h na Sibipiruna implica que no inverno torna o local mais quente, obtendo uma corrente de ar baixa (0,4m/s). Portanto, no período de inverno a Sibipiruna consegue tornar o ambiente mesmo com temperaturas mais frias, mais quente devido a sua copa arredondada. Vale ressaltar que na Grevilha a temperatura da superfície foi mais alta por causa da sua folhagem ter sido diminuída, aumentou a passagem de radiação solar e aumentando essa temperatura no solo.

Ter uma umidade relativa muito baixa no inverno não é adequado, pois podem causar problemas de saúde decorrentes desta baixa umidade (entre 20 a 30% já é estado de atenção)

são entre complicações alérgicas, ressecamento da pele, irritação nos olhos, eletricidade estática nas pessoas e até aumento de incêndios em pastagens e florestas (CEPAGRI, 2015, p.1).

Portanto, ao observarmos que apesar da umidade da Grevilha às 9h ser menor que da Sibipiruna, ainda é umidade que não causará problemas de saúde e desconforto aos indivíduos (76,1%). Durante o inverno, às 9h a Sibipiruna obteve a sensação térmica de +2 (PMV de 1,9) sendo considerado por Fanger (1982) como quente, com a temperatura de superfície de 19,2°C, isso pode ter causado pela velocidade do vento ser baixa de 0,4m/s, porém Maria (2014, p.40) obteve +1 (levemente quente) e sua temperatura de superfície de 16,8°C. Isso mais uma vez mostra que o ano de 2014, onde o estudo de Maria (2014) com as Sibipirunas na UTFPR-DV foi um ano diferente em relação à 2015. Mostrando dessa forma, que este ano de 2015 foi um ano mais quente que 2014.

De acordo com CARTA CAPITAL (2015, p.1), constatou que o ano de 2015 devido ao El niño, onde as águas do Oceano Pacífico aumentam suas temperaturas, fez com que a temperatura do mundo aumentasse também, sendo mais quente que o ano de 2014, deixando em Junho de 2015 com as águas 4°C mais quente.

Assim, recomenda-se a utilização da Sibipiruna intercalado com outras espécies aptas em cidades de clima subtropical para diminuir a velocidade dos ventos e sensação de frio nos centros urbanos e maior umidade relativa causada pela maior quantidade de folhas e consequentemente maior evapotranspiração da planta, transferindo umidade para o meio próximo.

Porém, em termos de conforto dos usuários e edificações não é adequado ter uma calçada ou casa úmida no inverno no sul do País pois isso pode ocasionar o aparecimento de mofo nas edificações, portanto é necessário abrir as janelas para sempre ventilar o local.

As calçadas úmidas podem provocar acidentes por conta do crescimento de musgos no local tornando o local perigoso, e sempre é importante ressaltar a importância do tipo de pavimento para construir as calçadas para sempre aumentar a penetração da água.

No período das 17 horas, a Sibipiruna e a Grevilha não diferiu estatisticamente, esse fator se explica devido à baixa radiação solar neste período, fazendo com que as árvores mantenham toda a energia absorvida ao longo do dia e vá se dissipando lentamente sendo assim apresentando a diminuição das temperaturas do globo negro, da superfície em comparação ao horário das 15h.

Além das análises feita em baixo da árvore, foi realizado na edificação com o mesmo intuito de comparação, seguindo os mesmo métodos e comparando nas diferentes estações do ano como representamos na tabela abaixo.

5.3.2 Análise das variáveis climáticas no sombreamento das espécies nas edificações

5.3.2.1 Verão

A seguir, estão dispostos os dados das variáveis climáticas no sombreamento das edificações durante a estação de verão (tabela 8).

Tabela 8: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e Intensidade de corrente de ar (DR) medidas durante a estação verão nas edificações na UTFPR-DV.

SOMBRA NA EDIFICAÇÃO								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da parede (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	WBGT (°C)	Temperatura Operativa	DR(%)
9h								
SIBIPIRUNA	28,3 b	23,4 b	0,6 a	60,9 a	25,4 b	25,8 b	24,9 b	55,1 a
GREVILHA	30,2 a	25,3 a	0,8 a	41,7 b	27,2 a	27,5 a	28,0 a	40,7 b
12h								
SIBIPIRUNA	32,7 a	27,6 b	0,8 a	45,3 a	29,4 b	29,8 a	29,9 a	38,8 a
GREVILHA	33,4 a	29,6 a	1,0 a	40,8 a	30,4 a	30,5 a	31,2 a	38,1 a
15h								
SIBIPIRUNA	29,5 b	30,4 a	0,6 a	36,6 a	30,7 a	32,1 a	28,6 b	21,5 a
GREVILHA	33,6 a	31,0 a	0,7 a	39,3 a	31,1 a	31,2 a	30,3 a	24,6 a
17h								
SIBIPIRUNA	29,8 a	29,9 a	0,4 a	50,4 a	29,9 a	29,9 a	26,9 a	17,7 a
GREVILHA	31,7 a	30,6 a	0,4 a	30,8 b	30,2 a	30,1 a	27,6 a	9,6 b

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5,0% de probabilidade de erro. WBGT é o índice de estresse de calor, o DR é a intensidade de corrente de ar.**

Fonte: O Autor (2015).

Em relação às variáveis analisadas no período das 9 horas pode-se observar a diferença estatística na maioria das variáveis avaliadas, com exceção da velocidade do vento, onde não diferiu estatisticamente. Observa-se que a temperatura operativa na Grevilha (28,0%) apresentou ser maior que da Sibipiruna (24,9°C). O padrão utilizado neste estudo foi que no

verão a temperatura operativa deve-se manter entre 22,1°C à 24,1°C. Mostrando que as duas espécies estão acima do desejado, fazendo com que as pessoas dentro das edificações percam a sua temperatura do corpo.

Nesse caso a Grevilha se sobressai em relação à Sibipiruna esse fator ocorre devido a menor área de copa e menor densidade foliar quando comparado à Sibipiruna, por que a Sibipiruna apresenta um maior encobrimento da sombra na parede da edificação por causa da sua copa densa e arredondada. Assim, a Sibipiruna proporciona mais sombra na edificação durante a estação verão, sendo esta uma característica desejável para o período, pois melhora a sensação térmica diminuindo a sensação de calor das pessoas, representando a vantagens de uma copa frondosa e densa.

A temperatura da parede para a Sibipiruna é menor (27,6°C) no período das 12 horas, causada pela maior quantidade de folhas e conseqüentemente maior evapotranspiração da planta, transferindo umidade para o meio próximo, isso ocorreu pela volta da transpiração no período menos quente, liberando pouco a pouco as partículas de vapor d'água para o ambiente, aumentando a umidade relativa do ar no entorno. Já o WBGT, considerando um ambiente aclimatado, o ideal é do máximo 29,0°C, ou seja, as duas espécies estão acima do ideal 29,9°C (Sibipiruna) e 31,2°C (Grevilha), sendo ambas desconfortáveis nesse horário (12h).

Conseqüentemente a sua área de copa densa auxilia no conforto dos usuários nas edificações, pois intercepta da radiação solar e sua sombra se projeta na edificação diminuindo a temperatura da mesma. Por isso é importante a presença de árvores próximas às edificações.

Durante as 15 horas, pode-se observar uma maior (33,6°C) temperatura do globo negro quando se refere à Grevilha e menor (29,5°C) para o entorno da Sibipiruna. Isso devido a maior insolação nas proximidades da Grevilha, aumento da evaporação da água no solo para a atmosfera, enquanto que para a Sibipiruna as partículas de vapor d'água evaporadas são retidas da atmosfera e absorvida pelas folhas. Sendo para os usuários mais confortáveis no sombreamento da Sibipiruna.

Às 17 horas a umidade relativa é menor para a espécie Grevilha, pelo fato da espécie apresentar uma menor área foliar a qual possibilita a passagem da radiação solar, fazendo com que tenha um aumento na temperatura na edificação e menor umidade (Tabela 9).

Assim, recomenda-se a utilização da espécie Sibipiruna, pois ela tornou-se mais ideal para a população com relação ao conforto térmico nas edificações durante a estação de verão.

5.3.2.2 Outono

A variação climática entre as espécies não variaram estatisticamente período de outono, sendo que às 9 horas apresentou o WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), o que corresponde ao índice de stress térmico sendo significativo para a Sibipiruna (20,3°C) o que se refere a um indivíduo aclimatado dentro da edificação, ou seja, o indivíduo esta em condições ideais e confortáveis dentro da edificação (Tabela 9).

Tabela 9: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e intensidade de corrente de ar (DR) medido durante a estação outono nas edificações.

SOMBRA NA EDIFICAÇÃO								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da parede (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	WBGT	Temperatura Operativa	(DR) (%)
9h								
SIBIPIRUNA	21,4 a	19,6 a	0,5 a	78,8 a	18,0 a	20,3 b	18,8 a	69,6 a
GREVILHA	21,9 a	19,9 a	0,4 a	79,2 a	18,4 a	20,8 a	19,3 a	73,3 a
12h								
SIBIPIRUNA	25,7 a	23,0 a	0,5 a	69,1 a	22,5 a	24,2 a	22,8 a	54,5 a
GREVILHA	25,8 a	25,7 a	0,6 a	68,9 a	22,7 a	24,6 a	23,8 a	46,1 b
15h								
SIBIPIRUNA	25,4 a	25,4 a	0,7 a	57,7 a	23,4 a	25,5 a	23,9 a	91,4 a
GREVILHA	27,1 a	28,0 a	0,8 a	60,8 a	23,1 a	26,2 a	26,5 a	40,5 b
17h								
SIBIPIRUNA	24,8 a	25,2 a	0,4 a	65,1 a	23,3 a	24,9 a	26,1 a	42,3 a
GREVILHA	24,9 a	25,1 a	0,3 a	68,2 a	20,1 b	24,2 a	21,8 b	45,9 a

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5,0% de probabilidade de erro. WBGT é o índice de estresse de calor, o DR é a intensidade de corrente de ar.**

Fonte: O Autor (2015).

Os indivíduos que estão dentro das edificações sob a sombra da Sibipiruna e da Grevilha às 9h, lembrando que é considerado por Lamberts (2008) para a taxa metabólica de

146 W/m² o limite do WBGT é de 29,0°C em locais aclimatados. Assim, mostra que as duas espécies estão dentro do limite (20,3°C e 20,8°C, respectivamente).

Durante às 9h, ambas espécies apresentaram dados confortáveis para os usuários dentro das edificações mostrando o quanto que está havendo de perda de temperatura dos indivíduos. Logo, isso implica que as duas espécies na estação de outono não proporcionam aos usuários um desconforto com relação ao índice de stress térmico neste horário.

Outra variável que mostrou não serem confortáveis foi o DR com 69,6% e 73,3%, apontando que nesse horário há alta porcentagem de pessoas desconfortáveis fazendo com que essas pessoas percam a temperatura não desejada pela corrente de ar. Ou seja, nas duas espécies, as pessoas estão perdendo temperatura por causa desta corrente de ar.

Com relação aos períodos das 12 e 15 horas os dois se diferenciaram estatisticamente apenas quanto ao DR sendo nos dois horários maior 54,5% (12h) e 91,4% (15h) para a espécie da Sibipiruna demonstrando que além de maior área de copa, favorece a presença de barreiras físicas impedindo a passagem do vento, tornando um ambiente desconfortável pela presença de menos correntes de ar fresco no local. Talvez uma solução seria novamente destacar o fato das espécies arbóreas utilizadas para proporcionar conforto aos usuários seria realiza o rearranjo e a intercalação de outras espécies.

Quanto à Grevilha, o vento passa sobre a mesma com mais facilidade sem presenças de barreiras devido a diminuição da área de copa o que implica em maiores temperaturas durante as 12h (25,8 °C para Globo Negro, 25,7 °C temperatura de parede, 22,7 °C temperatura do ar e 23,8 °C temperatura operativa) e proporcionando menor área de sombreamento na estação de outono. Isso é uma vantagem, pois nesses períodos mais frios é interessante a abertura das copas para a entrada de radiação solar.

A temperatura do ar às 17 horas para a Grevilha foi menor (20,1°C) devido a menor refletividade da radiação no seu entorno, isso pode ser explicado pelo fato da Grevilha não apresentar uma copa densa, perdendo rapidamente a energia absorvida e também pela facilidade do vento passar pela espécie, diminuindo a temperatura do ar. Isso implica que a Grevilha fará os usuários sentirem a sensação de frescor dentro das edificações.

Porém devido a maior temperatura do ar 23,3 °C no período das 15 horas, as massas de ar quente são maiores sobre o entorno da Sibipiruna, devido a pouca circulação de ar, o qual é impedindo por barreira física causada pela copa da espécie. Portanto, a Grevilha no outono

torna-se mais confortável que na Sibipiruna, sendo mais indicado para proporcionar conforto térmico para os indivíduos nas edificações.

5.3.2.3 Inverno

Durante a estação de inverno pode-se observar que as variáveis de temperatura e conforto climático foram as que diferiram estatisticamente consideram em todos os períodos observados (Tabela 10).

Tabela 10: Variáveis climáticas, WBGT, temperatura operativa e intensidade de corrente de ar (DR) medido durante a estação de inverno nas edificações.

SOMBRA NA EDIFICAÇÃO								
ESPÉCIE	Temperatura do Globo Negro (°C)	Temperatura da parede (°C)	Velocidade do vento (m/s)	Umidade relativa do ar (%)	Temperatura do ar (°C)	WBGT	Temperatura Operativa	Intensidade de corrente de ar (DR) (%)
9h								
SIBIPIRUNA	19,8a	17,7b	0,6a	79,3a	19,7a	19,0a	17,7a	82,2a
GREVILHA	19,8a	18,9a	0,7a	77,5a	19,8a	19,0a	17,6a	74,6a
12h								
SIBIPIRUNA	23,5b	22,1a	0,9a	65,9a	23,0b	22,3b	20,9a	94,2a
GREVILHA	25,3a	25,5a	0,8a	62,7a	25,5a	23,8a	23,1a	88,5a
15h								
SIBIPIRUNA	25,7a	25,5a	0,9a	59,3a	25,6a	24,4a	23,4a	87,0a
GREVILHA	25,4a	25,5a	0,7a	57,9a	25,6a	23,8a	24,0a	43,4b
17h								
SIBIPIRUNA	24,5a	25,0a	0,2b	64,2a	22,0a	24,5a	25,5a	25,2b
GREVILHA	22,8a	23,0a	0,6a	63,6	22,5a	21,8a	19,5a	80,1a

***Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Duncan a 5,0% de probabilidade de erro. WBGT é o índice de estresse de calor, o DR é a intensidade de corrente de ar.**

Fonte: O autor (2015).

Pode-se observar às 9h que a Sibipiruna apresentou menor temperatura da parede 17,7°C do que a Gevilha 18,9 °C isso devido a maior área foliar da Sibipiruna, o que implica pelo formato da copa da Grevilha ser uma copa piramidal mostrando sombrear diferentemente de uma copa arredondada da Sibipiruna, permitindo uma maior abertura para a passagem da

radiação solar na parede (copa menos densa), não impedindo muito que aqueça parede da edificação. Com relação às demais variáveis nesse período as quais não apresentaram diferenças estatísticas entre elas.

Observa-se que os valores da temperatura operativa na edificação nas duas espécies ficaram abaixo do valor considerado confortável (17,7°C e 17,6°C), o DR mostrou alto valor de pessoas desconfortáveis (82,2% e 74,6%). Isso mostra as perdas da temperatura do corpo com relação à temperatura operativa.

Quanto ao período das 12 horas pode-se relatar as diferenças estáticas referindo-se a maior temperatura do globo negro (23,5°C), maior temperatura do ar (23,0°C) e maior WBGT (22,4°C) para a Sibipiruna, isso se explica devidos as condições da espécie considerando alguns fatores como espécie perenifólia, maior área foliar, tipo de folhas, formato de copa, o que implica em maior sombreamento nas edificações, resultando em menores temperaturas o que no inverno se torna desfavorável por causa das baixa temperatura causando desconforto para o usuário.

Para as 15 horas observa-se diferença estatística quando se refere à intensidade de corrente de ar sendo maior para a espécie Sibipiruna (87,0%) e menor para a Grevilha (43,4%), ou seja, como a taxa de corrente de ar pode ser definida como resfriamento local não desejado do corpo, causado pelo movimento de ar, a Sibipiruna apresentou maior porcentagem de pessoas que estão incomodadas pela corrente do ar.

Pode-se observar que a Sibipiruna apresentou menor velocidade do vento 0,2 m/s e menor intensidade da corrente de ar (DR) 25,2% às 17 horas, onde houve diferenciação estatística entre as espécies. Esse fator é justificado por estar relacionado a estação de inverno, onde as pessoas que estão no local acabam obtendo uma reação indesejável que é perder a temperatura do corpo. .

5.4 Comparativo global das variáveis de conforto nas estações em diferentes posições

5.4.1.1 Verão

As observações realizadas em baixo da árvore, sombra na edificação ou pleno sol mostraram diferenças entre si e podem ser visualizadas na Tabela 11. No verão, em todos os horários, as maiores temperaturas do globo negro e da superfície (maiores que 28,2°C e atingindo valores de 40°C na temperatura da superfície).

Tabela 11: Valores observados no verão comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.

VERÃO										
Espécie	SIBIPIRUNA				GREVILHA					
POSIÇÃO	T gn (°C)	T s (°C)	Vv (m/s)	UR (%)	T ar (°C)	T gn (°C)	T s (°C)	V v (m/s)	UR (%)	T ar (°C)
9h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	28,9 b	23,8 b	0,5 a	50,1 c	25,5 a	29,2 b	23,5 c	0,6 b	48,4 b	26,0 b
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	28,2 b	23,3 b	0,6 a	60,9 b	25,3 a	30,2 b	25,3 b	0,8 ab	41,6c	27,2 a
PLENO SOL	31,4 a	28,2 a	0,6 a	83,3 a	21,5 b	31,5 a	28,2 a	0,9 a	83,3a	21,5 c
12h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	33,0 b	27,0 b	0,7 b	53,7 ab	29,5 a	33,4 b	27,3 c	0,7 c	43,9b	29,9 a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	32,6 b	27,6 b	0,8 b	45,3 b	29,4 a	33,3 b	29,6 b	1,0 b	40,8b	30,3 a
PLENO SOL	36,0 a	40,0 a	1,5 a	63,8 a	26,8 b	36,0 a	40,0 a	1,5 a	63,8a	26,8 b
15h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	33,4 a	28,6 b	0,6 a	45,1 a	30,8 a	33,8 a	27,9 c	0,7 a	39,9b	30,9 ab
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	29,0 b	30,4 b	0,6 a	36,6 b	30,7 a	33,5 a	31,0 b	0,7 a	39,3b	31,1 a
PLENO SOL	34,4 a	34,2 a	0,7 a	51,3 a	30,0 b	34,5 a	34,2 a	0,7 a	51,3a	30,0 b
17h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	32,2 a	27,9 b	0,4 a	47,6 b	30,0 a	31,7 a	26,9 b	0,3 b	33,8b	29,8 a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	29,8 b	29,9 a	0,4 a	50,4 b	29,9 a	31,7 a	30,6 a	0,4 ab	30,8c	30,2 a
PLENO SOL	32,8 a	30,4 a	0,5 a	61,8 a	28,7 b	32,8 a	30,4 a	0,5 a	61,8 a	28,7 b

Onde: T gn (°C): temperatura do globo negro; T s (°C): Temperatura da Superfície; Vv (m/s): Velocidade do vento; UR (%): Umidade Relativa do ar; T ar (°C): temperatura do ar.

O município de Dois Vizinhos apresenta um clima do tipo Cfa, com chuvas bem distribuídas e altas temperaturas (temperatura do mês mais quente acima de 23°C) (PREFEITURA DE DOIS VIZINHOS, 2013).

Assim, as altas temperaturas observadas no verão, juntamente com baixa umidade relativa do ar e baixa velocidade do vento, encontradas nesse trabalho seguem esse padrão climático, conseqüentemente os indivíduos estão sujeitos ao desconforto termino nesse período. Para isso, é importante a inserção de indivíduos arbóreos próximos às edificações de forma intercalada com outras espécies para auxiliarem no conforto destas pessoas.

Às 9h notamos que a umidade relativa do ar é mais baixa na sombra da edificação, devido ao contanto do sol com a edificação ser maior por causa do alcance efetivo do sombreamento não ser total por causa da sua copa ser pouco densa.

Quanto à umidade relativa do ar no geral, as maiores porcentagens foram notadas a pleno sol em todos os horários e para as duas espécies, sendo que a média de umidade girou em torno de 50%. Isso pode ser explicado pelo fato que é possível em locais onde há presença de gramas é comum a umidade ser maior, reforçando a importância da presença de calçadas verdes para a melhoria da umidade do ar em cidades.

É necessário observar que às 9h, tanto na Sibipiruna, quanto na Grevilha ao pleno sol, as temperaturas do ar são mais baixas, isso pode ser explicado devido ao pleno sol apresentar maior umidade relativa por causa da grama e assim influencia diretamente na temperatura do ar e também pela velocidade do vento ser mais alta em todos os horários e nas espécies auxilia na diminuição da temperatura do ar.

Comparando somente em baixo da árvore e na edificação, a temperatura do ar comportou-se de maneira diferente para cada espécie: na Sibipiruna, as maiores temperaturas do ar foram verificadas em baixo da árvore (25,5°C às 9h, 29,5°C às 12h, 30,8°C às 15h e 30,0°C às 17h), enquanto que na Grevilha, as maiores temperaturas foram notadas na sombra na edificação (27,2°C às 9h, 30,3°C às 12h, 31,1°C às 15h e 30,2°C às 17h), em todos os horários.

Uma possível explicação para tal fato seria que durante o verão, a Grevilha mostra ser uma espécie mais eficiente com relação à temperatura do ar em baixo da árvore, por causa da copa da Sibipiruna ser densa, diminuindo a passagem de ar e conseqüentemente a diminuição da intensidade do vento presente auxilie na diminuição da temperatura do ar em baixo dela.

Já na sombra da edificação, a Sibipiruna é mais eficaz no sombreamento das edificações o que mostra que a Grevilha por apresentar uma copa menos densa, não consegue impedir a passagem da radiação solar nas edificações e causando um aumento da temperatura do ar nas sombras das edificações.

Porém, apesar destas variáveis anteriormente discutidas serem menores, o mesmo não pode ser dito com relação à temperatura do globo negro e pela temperatura da superfície, pois mesmo a temperatura do ar ser menor pelo auxílio da grama, a não presença de árvores mostra que a radiação solar transforma o local em um ambiente mais quente em todos os horários estudados, dando destaque à temperaturas chegando a 40°C em sua superfície às 12h em pleno sol.

Assim, demonstra a importância da vegetação rasteira e arbórea para ocorrer a melhoria do conforto dos indivíduos durante a estação de verão, principalmente com está relacionado a edificações também.

Durante às 15h, podemos observar que a temperatura do globo negro em todos os horários na sombra da Sibipiruna nas edificações foram as menores (28,2°C às 9h, 32,6°C às 12h, 29,0°C às 15h e 29,8°C às 17h), isso pode ser explicado pela copa da árvore absorver uma porção da radiação solar que há no momento, e quando isso é transmitida pelo sombreamento das edificações essa radiação solar é amenizada por conta de já ter sido absorvida pelas folhas da Sibipiruna.

Mostrando o porquê da temperatura do globo negro em baixo da espécie ser a segunda maior temperatura do globo, e a primeira maior temperatura ser ao pleno sol, ou seja, a maior temperatura está em pleno sol pois não há cobertura arbórea, e ao interceptar e absorver essa radiação nas folhagens, ao produzir sombra na edificação esta temperatura já está mais baixa, auxiliando no conforto das pessoas nas edificações.

Para isso, analisando em todas as posições a espécie mais indicada para a estação Verão neste estudo foi a Sibipiruna para proporcionar um maior conforto térmico para os indivíduos dentro e fora da edificação.

5.4.1.2 Outono

No outono, para as duas espécies, as maiores temperaturas do globo negro foram de 22,0°C observadas durante no pleno sol às 9h, isso se explica por não possuir barreiras com

espécies arbóreas próximas que possam influenciar com sombreamento no local, pois quando há vegetação arbórea, a radiação solar é absorvida pelas espécies, diferentemente ao pleno sol que a radiação solar é inteiramente captada pelo globo negro sem nada para auxiliá-lo a diminuir a quantidade de radiação emitida pelo Sol, como mostra a Tabela 12.

Tabela 12: Valores observados no outono comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.

OUTONO										
Espécie	SIBIPIRUNA					GREVILHA				
POSIÇÃO	Tgn (°C)	Ts (°C)	Vv (m/s)	UR (%)	Tar (°C)	T gn (°C)	T s (°C)	V v (m/s)	UR (%)	Tar (°C)
9h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	21.8 ab	20.5b	0.7 a	80.5b	18.5a	21.4b	23.8a	0.5b	74.5c	19.9a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	21.4 b	19.6c	0.5 b	78.8b	18.0a	21.9a	19.9a	0.4b	79.2b	18.4b
PLENO SOL	22.0 a	24.1a	0.8a	85.3a	18.4a	22.0a	24.1a	0.8a	85.3a	18.4b
12h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	26.0 b	23.7b	0.4c	69.8a	23.9a	25.5b	24.0b	0.9a	67.4a	23.4a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	25.7 b	23.0b	0.5b	69.1a	22.5b	25.8b	25.8b	0.6b	68.9a	22.7a
PLENO SOL	26.7 a	32.0a	1.0a	69.9 a	23.6a	26.8a	32.0a	1.0a	69.9a	23.6a
15h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	27.1 b	25.6b	0.6a	51.8b	25.4a	27.1b	25.5c	0.8a	60.1a	23.1b
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	25.4 b	25.5b	0.8a	57.7ab	23.4b	27.1b	28.0b	0.8a	60.8a	25.6a
PLENO SOL	29.3 a	34.5a	0.7a	61.2a	25.6a	29.3a	34.5a	0.7a	61.2a	25,6a
17h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	25.4 a	23.7a	0.3a	66.5a	23.9 a	24.8a	21.8b	0.3a	64.5b	22.6a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	24.8 a	25.2a	0.4a	65.1a	23.3a	24.9a	25.1a	0.3a	68.2a	20.1b
PLENO SOL	26.1 a	23.8a	0.3a	66.1a	23.6a	26.1a	23.8ab	0.2a	66.1ab	23.6a

Onde: T gn (°C): temperatura do globo negro; T superfície (°C): Temperatura da superfície; V v (m/s): Velocidade do vento; UR (%): Umidade Relativa do ar; T ar (°C): temperatura do ar.

No outono, durante às 9h podemos observar que a temperatura do ar na Sibipiruna apresentou um certo equilíbrio da temperatura nas três posições, isso pode ser explicado pelo fato da estação ser outono, e diferentemente da estação de verão, ela apresenta temperaturas mais baixas no início da manhã, e também devido ao orvalho.

Observa-se que a umidade na Sibipiruna às 9h também é alta por causa da vegetação ao redor e da presença de grama no local, quando se trata ao pleno sol (85,3%) e em baixo da árvore (80,5%), mostrando a importância da vegetação, pois a umidade na sombra da edificação foi a menor (78,8%), em baixo da Sibipiruna será maior por causa da sua copa, onde proporciona uma umidade maior que na sombra na edificação, pois se trata de uma projeção da sombra.

Para a Grevilha, durante às 9h, a temperatura do globo negro foi mais baixa em baixo da árvore (21,4°C), enquanto que na sombra da edificação foi de 21,9°C e no pleno sol apresentou temperatura de 22°C. Mostrando que a Grevilha acaba conseguindo diminuir a temperatura com relação a temperatura do pleno sol, isso porque apesar da grevilha apresentar uma copa menos densa, ela ainda consegue projetar uma sombra em si mantendo a umidade e a temperatura mais amena, diminuindo a radiação incidente devido a sua sombra..

A umidade relativa da Grevilha em baixo da árvore às 9h é mais baixa (74,5%), isso pode ser explicado por causa da Grevilha apresentar menos folhagem não conseguindo manter tanta a umidade em comparação com a Sibipiruna no mesmo horário das 9h que adquiriu uma umidade de 80,5% em baixo da árvore. A temperatura do ar em baixo na Grevilha é maior em baixo da árvore (19,9°C) e na Sibipiruna também (18,5°C), o que pode talvez dizer seria que a presença de espécies arbóreas mantêm a temperatura do ar, por que a área de copa independente do seu alcance da sombra, as árvores ainda conseguem manter a umidade, interceptação da radiação solar, diminuindo a temperatura local e consequentemente a temperatura do ar.

Durante o primeiro horário estudado, a temperatura do globo negro na edificação mostrou-se mais baixa (21,4°C) em comparação com a posição em baixo da espécie. A explicação possível para isso deve-se que às 9h a Sibipiruna está começando a absorver a radiação solar e assim a temperatura captada em baixo dela torna mais quente, porém na edificação a sua sombra torna-se mais eficaz, pela interceptação da radiação pela árvore,

por que a sua folhagem absorve essa energia, diminuindo a intensidade de energia em suas projeções.

A temperatura da parede sombreada pela Sibipiruna é menor (19,6°C) em baixo da edificação, mostrando que a espécie tem capacidade de diminuir a temperatura da edificação. Isto implica que para os indivíduos mais conforto, pois o local sem a presença de vegetação apresentaria temperaturas mais quentes e consequentemente traria desconforto aos usuários no período do outono às 9h.

Durante às 12h, a menor velocidade do vento foi verificada em baixo da árvore da Sibipiruna (0,4m/s), na Grevilha isso foi inverno, em baixo da espécie foi a velocidade maior (0,9m/s), comparando somente entre as posições em baixo da espécie e na sombra da edificação. No horário das 09 e 12 horas, as maiores velocidades de 0,4 a 1,0 m/s, foram medidas a pleno sol para as duas espécies, enquanto que no horário das 15 e 17 horas, maiores valores foram percebidos na sombra na edificação.

Assim, podemos dizer a que passagem do vento é mais fácil de percorrer na Grevilha, a relação da copa é válida, porém também podemos pensar em relação à disposição em que se encontram as espécies estudadas, pois a Sibipiruna situa-se entre as edificações dificultando mais a passagem do vento, as Grevilhas estão enfileiradas mais distantes das edificação, facilitando mais a passagem do vento. O arranjo das espécies na universidade foi aplicado com o intuito da Grevilha funcionar com uma barreira física, e a Sibipiruna para proporcionar sombras das edificações, por isso elas apresentam composições diferentes na área de estudo.

Em termos de conforto do usuário da edificação às 12h na Sibipiruna, as sombras das espécies vêm sendo eficientes na estação de outono, pois diminuíram as temperaturas do globo negro, ou seja, a radiação solar presente foi absorvida pelas folhas da Sibipiruna, tornando um local mais agradável aos usuários, porque durante às 12h a intensidade do Sol é maior, precisando de uma copa mais densa para impedir que essa radiação chegue aos usuários.

A Grevilha mostrou que durante às 12h nas edificações obtiveram temperaturas mais altas (25,8°C) do que em baixo da espécie (25,5°C), ou seja, seu sombreamento neste horário não foi muito eficiente.

A umidade relativa do ar foi maior a pleno sol nos horários das 09h (85,3%), 12h(69,9%) e 15 horas (61,2%) para ambas as espécies. No entanto, no horário das 17

horas, a umidade relativa do ar medida na Sibipiruna foi maior 6,5% em baixo da árvore e em pleno sol quando comparado a Grevilha, pois esta não apresenta uma copa com muita folhagem para manter a umidade. Isso é um aspecto positivo para o conforto nas edificações, porque proporciona a diminuição da temperatura e assim consequentemente traz conforto para as pessoas.

A temperatura da superfície comportou-se de maneira semelhante, exceto para o horário das 17 horas, onde a sombra na edificação obteve as maiores temperaturas (25,2°C na Sibipiruna e 25,1°C na Grevilha), devido a maior exposição à irradiação solar e também pelo fato da edificação estar na UTFPR-DV exposta o dia todo pela radiação e o material também está absorvendo esta energia fazendo com que sua temperatura fique alta. Levando em consideração que é uma estação mais fria, manter o material mais quente por um tempo maior após o Sol ter diminuído a sua radiação exposta nas edificações, acarreta em manter os usuários dentro das edificações mais confortáveis.

5.4.1.3 Inverno

No inverno, como mostra a Tabela 13, as temperaturas do globo negro, da superfície e do ar variaram entre os horários e locais de medição.

Tabela 13: Valores observados no inverno comparando entre as duas espécies e nas diferentes posições.

INVERNO										
Espécie	SIBIPIRUNA					GREVILHA				
POSIÇÃO	T gn (°C)	T s (°C)	V v (m/s)	UR (%)	T ar (°C)	T gn (°C)	T s (°C)	V v (m/s)	UR (%)	T ar (°C)
9h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	19,9a	19,2a	0,5a	80,6a	27,2a	20,1a	21,7a	1,1a	76,1b	20,2a
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	19,9a	18,9a	0,6a	79,3ab	18,4c	19,8ab	17,8c	0,7b	77,5a	19,8b
PLENO SOL	19,5a	19,6a	0,7a	77,5b	19,8b	19,5b	19,6b	0,6b	77,5a	19,3c
12h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	24,5a	24,5b	1,9a	63,9b	24,1a	24,8a	27,8ab	0,9b	61,4b	25,3ab
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	23,5b	22,1b	0,9b	65,9ab	23,0b	25,3a	25,5b	0,8b	62,7b	25,4a
PLENO SOL	23,3b	31,3a	1,2b	67,7a	24,4a	23,3b	31,3a	1,2a	67,7a	24,4b
15h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	25,3b	24,8b	0,6b	61,0ab	24,6b	24,6a	24,2b	0,6b	60,3b	24,7b
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	25,8a	25,5b	0,9a	59,3b	25,6ab	25,4a	25,5b	0,7b	57,9b	25,6b
PLENO SOL	25,4b	34,1a	0,9a	64,0a	26,6a	25,4a	34,1a	0,9a	64,0a	26,6a
17h										
EM BAIXO DA ÁRVORE	23,3a	21,7a	0,8a	62,5a	22,8b	23,1b	19,9b	0,5ab	63,8a	22,8b
SOMBRA NA EDIFICAÇÃO	24,5a	25,0a	0,2b	64,3a	22,0b	22,8b	23,0a	0,6a	63,6a	22,5b
PLENO SOL	26,1a	22,3a	0,3b	60,7b	24,4a	26,1a	22,3a	0,3b	60,7b	24,4a

Onde: T gn (°C): temperatura do globo negro; T s (°C): Temperatura da Superfície; V v (m/s): Velocidade do vento; UR (%): Umidade Relativa do ar; T ar (°C): temperatura do ar

Em geral, o que observou nas duas espécies foram que as temperaturas da superfície maiores variaram de 19,2 °C a 24,5 °C em baixo da Sibipiruna na manhã (9-12 horas), isso pode ter ocorrido pelo fato que a vegetação auxilia na interceptação da radiação evitando que a temperatura na superfície aumente muito no solo da espécie, porque se aumentar a temperatura da superfície, isso é passado para o ambiente. Também podemos dizer que se a temperatura da superfície for alta, gera uma sensação térmica mais quente, ocasionando um estresse maior das pessoas no local.

No decorrer do dia, a temperatura aumentou de 19,5 °C (9h) para 31,1 °C (12h) a pleno sol, sendo que a temperatura da parede, por exemplo, variou de 17,8°C às 9 horas da manhã na sombra de Grevilha na edificação a 34,1°C as 15 horas a pleno sol. Mostrando o porquê é necessária a presença de vegetação arbórea com o efeito de amenizar a temperatura local do solo, para que o usuário não sinta a sensação de calor dentro da edificação.

É preciso observar que estamos analisando a estação de inverno, e se durante as 12h chegou à 31,1°C, considera-se que é um inverno atípico, sendo assim se na edificação a temperatura é alta, para aqueles que estão dentro das edificações é desconfortável.

Durante às 9h, a temperatura do ar mostrou ser mais alta em baixo da Sibipiruna de 27,2°C, isso de acordo com Lamberts (2005, p. 22) ocorre porque o processo acontece indiretamente: a radiação solar atinge o solo onde é absorvida em parte e transformada em calor. Portanto, a temperatura do solo aumenta e, por convecção, aquece o ar no local. Logo, torna o ambiente mais quente, tornando um ambiente abafado.

Notou-se também a redução da temperatura da superfície do horário das 15 horas (34,1°C) para o horário das 17 horas (22,3°C), devido à aproximação do entardecer com diminuição da temperatura de 11,8°C, ocorrendo também o aumento da umidade, devido à presença de orvalho, diminuição da intensidade de radiação solar no local. Observa-se que as temperaturas para ser uma estação de inverno, são relativamente altas chegando a 34,1°C a pleno sol. Podemos observar que pelo fato de ser inverno, o tempo de Sol é mais curto que de verão, portanto fazendo com que essa temperatura diminua mais rapidamente por causa da diminuição da intensidade de radiação.

Em ruas com zona de alta densidade onde a vegetação arbórea está inserida também tem efeito benéfico, não somente para a melhoria do conforto térmico, mas também pela promoção do bem-estar, porque em ambientes que apresentam ser

desconfortáveis, como por exemplo, muito quente ou muito frio, causará um estresse nas pessoas, o corpo começa a reagir à sensação térmica, trazendo incômodo para a sua saúde mental e física. Vale ressaltar que o sombreamento das árvores é mais desejado do que o de edifícios (LIN et al., 2010). Isso porque a vegetação consegue manter um ambiente mais umidificado, diferentemente de edificações, onde a umidade é mais seca, tornando menos desejado para as pessoas.

Às 9 horas da manhã, a velocidade do vento foi maior a pleno sol para a Sibipiruna, 0,7 m/s e em baixo da árvore para a Grevilha, 1,1 m/s. Tal fato pode ser explicado pela Grevilha estar em um arranjo mais propício para a passagem de vento. Às 12 horas, foi maior em baixo da árvore para a Sibipiruna, 1,9 m/s e a pleno sol para a Grevilha, 1,2 m/s. No final da tarde, às 17 horas, a velocidade do vento reduziu, atingindo valores máximos de 0,8 m/s em baixo da árvore para a Sibipiruna e 0,6 m/s na sombra de Grevilha na edificação. Isso pode ser explicado que o vento percorre em diferentes sentidos em diferentes horários, mudando totalmente a intensidade do vento.

Dacanal et al (2010, p.120) afirmam que em locais com mais árvores (bosques, por exemplo), a velocidade do vento tende a ser menor e com baixa amplitude, devido à rugosidade da vegetação e à interceptação física que as árvores exercem. De certa forma isso é uma vantagem, pois a velocidade dos ventos poderia ser muito alta em ambiente totalmente aberto o que a vegetação pode exercer como barreira física, tornando a velocidade do vento menos intensa mais agradável aos usuários no inverno. Porque se essa velocidade fosse alta, a sensação térmica do local seria mais fria e desconfortável para as pessoas fora da edificação.

Quanto à umidade do ar, observou-se que em baixo da árvore da Sibipiruna, às 9 horas, a umidade foi de 80,6%, enquanto que no mesmo horário, a umidade foi de 77,5% na sombra na edificação e a pleno sol nas medições com Grevilha, esses fatores se explica devido a maior área de copa, maior densidade foliar pela Sibipiruna fazendo com que a umidade seja maior mantendo-a a mais tempo sobre a superfície. Para o Sul do país, durante o inverno, é muito desvantajoso manter um local muito úmido dentro de edificações, pois prolifera mofo. Só é vantajoso ser úmido ai para o Sudeste, onde no inverno a umidade é baixa.

Esta alta umidade realça a sensação térmica, razão pela qual são considerados frios no inverno e quentes e abafados no verão. No ambiente urbano, a ocupação e

pavimentação excessiva provoca uma carência da vegetação que acarreta uma redução da umidade relativa do ar, mostrando vantagem da presença de vegetação no entorno de edificações (ANDRADE, 1996, p.102).

Ao longo do dia, observou-se uma redução da umidade relativa do ar, sendo que às 17 horas, a maior umidade relativa do ar observada foi 64,3% na sombra de Sibipiruna na edificação e 63,8% em baixo da Grevilha, a Sibipiruna consegue manter maior umidade no seu interior devido a pouca passagem da irradiação solar sobre a copa, a densidade da folhagem, sendo na Grevilha é mais fácil de acontecer, devido sua copa ser mais aberta, para quem está fora e dentro da edificação é mais agradável um local mais umidificado.

Isso era algo esperado uma vez que as árvores adicionam umidade ao ar (AGUIRRE-JUNIOR e LIMA, 2007, p.60), além de serem capazes de manter a umidade ao seu redor pela interceptação dos raios solares pela copa. Além disso, deve-se levar em consideração que a umidade relativa do ar em áreas próximas às árvores tende a ser mais elevada devido ao processo de transpiração das plantas (DACANAL et al., 2010, p.122) sendo mais desejados ao invés de um ambiente seco presentes em locais com somente edificação.

Muitos autores confirmam a eficiência das árvores na redução da amplitude térmica e melhoria das condições microclimáticas das cidades (AGUIRRE JUNIOR e LIMA, 2007, p.55). Esse efeito na redução da temperatura foi verificado no presente trabalho, pois as temperaturas do globo negro e da superfície foram menores em baixo das árvores ou na sombra das mesmas nas edificações. Isto implica que sem vegetação, isso não ocorre, tornando um ambiente menos quente. Mantendo um ambiente nas edificações mais agradável.

Abreu-Harbich, Sampaio e Labaki (2014, p.1), em estudo sobre cânions viários e arborização em Campinas – SP e perceberam que locais com arborização apresentaram as melhores performances na diminuição das ilhas de calor, comprovando a eficiência das árvores na redução da temperatura e capacidade de proporcionar mais conforto, reduzindo os efeitos de ilhas de calor. Isso só é possível pela função que a vegetação exerce nas cidades, mantendo o ambiente mais úmido, com amenização das temperaturas do local, uma corrente de ar que proporciona um frescor.

Klein et al., (2011, p.180), em avaliação do conforto lumínico no parque municipal Lago Dourado em Dois Vizinhos- PR, observaram que nos pontos sob vegetação, os

valores de luminosidade foram considerados confortáveis, ou seja, é confortável quando o valor é 500 à 2000 lux pela ABNT, uma vez que as árvores absorvem parte dos raios solares. Essa absorção dos raios solares influencia diretamente a temperatura e umidade do ar nas proximidades da árvore (pela interceptação da radiação e acúmulo da umidade nas folhas): em locais sob a influência da árvore, a temperatura é menor e a umidade do ar é maior por causa da sua área de copa, gerando um maior conforto térmico nessas áreas.

Além disso, uma área sombreada recebe menor quantidade de radiação solar direta incidente, diminuindo, assim, a temperatura radiante daquela superfície e, por sua vez, a emissão de radiação de ondas longas, o que reduz a possibilidade de aumento da temperatura do ar em locais sombreados (OLIVEIRA, 2011, p.130).

Logo, é necessário que a árvore apresente tais características, ou seja, que proporcione sombras às edificações. Assim, neste estudo, quem proporciona mais sombra é a Sibipiruna, porém não é descartada a eficiência da Grevilha, pois apesar dela perder grande quantidade da sua copa no inverno, quando o ambiente está muito frio, copas menos densas proporcionam o aumento na luminosidade e radiação nos locais, aumentando a sua temperatura nos ambientes.

Martini, Biondi e Zamproni (2014, p.4) notaram, em seu estudo da percepção de pessoas sobre o conforto térmico proporcionado pelo Ipê-amarelo em Curitiba - PR, que 96,0% das pessoas afirmaram sentir conforto térmico em locais arborizados, enquanto que em locais sem arborização, o percentual foi de apenas 44,0%, indicando a eficiência das árvores na melhoria climática. Demonstrando ao presente estudo que a presença de arborização é mais positiva com relação ao conforto e quando não há as pessoas conseguem notar tal diferença.

No geral, a Sibipiruna apresentou menor temperatura do globo negro que a Grevilha, variando em torno de 19,9°C a 34,1°C na Sibipiruna, e os maiores valores de umidade relativa do ar chegando a 80,6%, independentemente do local da medição, indicando que essa espécie proporciona um melhor conforto térmico. Porque como o inverno não foi um dos mais frios, apresentou temperaturas mais quentes que o normal, assim para esta situação, a espécie que diminuir a temperatura é a mais indicada para proporcionar conforto.

Isso se deve ao fato de que a Sibipiruna possui uma copa mais densa e folhas mais largas que a Grevilha e indivíduos com copas amplas, densas em folhas largas e espessas

na copa, perenes e com arquitetura arbórea aberta promovem um melhor conforto térmico (OLIVEIRA, 2011, p.139). Logo, torna esta espécie um potencial para conforto térmico para as pessoas, dando importância a utilização desta espécie.

Soma-se a isso o fato de que a Sibipiruna é semidecídua e a Grevilha é caducifólia, onde de acordo com Abreu e Labaki (2010, p.110), espécies decíduas geram boas condições de conforto em diferentes distâncias ao longo do ano, mas espécies perenes influenciam mais no verão devido à presença de uma copa densa, o que se constata neste estudo que realmente fazer diferença, como mostrada pela Sibipiruna com a sua copa arredondada e densa nas estações quentes.

Além disso, os autores afirmam que o que garante uma sensação de conforto térmico para as pessoas que venham a utilizar da sombra das árvores para alívio térmico. A Sibipiruna no inverno apresentou temperaturas mais quentes em baixo dela do que ao pleno sol, mostrando aumentar as temperaturas no inverno. No estudo, demonstrou que realmente a Sibipiruna exerce um melhor papel durante o verão, ou em temperaturas mais quentes, por causa da sua copa arredondada e densa.

A dimensão da área de copa é um dos fatores determinantes para a melhoria do conforto climático, isso se explica por sua maior dimensão da copa e maior densidade foliar consequentemente maior será a sombra projetada pela mesma, reduzindo a temperatura e mantendo a umidade relativa do ar reduzindo a interceptação da luz que atua sobre a mesma, pela absorção de energia através da fotossíntese, e pelo controle de umidade e temperatura do entorno através da evapotranspiração.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados pode-se constatar que: A Sibipiruna apresenta em todas as estações do ano maior área de copa comparando-a com a Grevilha, sendo que no verão a Sibipiruna é 39,14 m² maior que a Grevilha. A Sibipiruna perdeu 11,63m² de área de copa e a Grevilha perdeu 8,72m. A Sibipiruna entre as estações de verão e inverno, o sombreamento pelo Índice de sombreamento arbóreo (ISA), passou de 359,02% para 313,50% e a Grevilha apresentou de 234,78% para 195,83%, mostrando que a Sibipiruna apresenta uma capacidade de projeção de sombreamento maior que a Grevilha.

O formato da copa é influencia na questão do conforto, pois a eficiência destas reagem diferentemente nas estações do ano, devido a sua projeção de sombras, interceptação de radiação solar, do vento, temperatura do ar e umidade. Às vezes podem ser vantajosos e não vantajosos (impedindo a entrada de luminosidade e a radiação solar no frio). Portanto, para isso é importante conhecer o comportamento da árvore e quando necessário realizar uma intervenção adequada quando necessária, por exemplo, uma poda que aumente a luminosidade, deixando-a menos densa.

A espécie Sibipiruna é recomendada para arborização pela sombra proporcionada no verão devido a sua característica de semicaducidade, porém este quesito não é requerido durante todo o ano no Sul do país. Assim, será necessário realizar o manejo das espécies em períodos mais frios onde o sombreamento não é vantajoso, podas de limpeza ou levantamento, lembrando que nunca deve-se realizar podas drásticas.

Os menores valores em área de copa da espécie Grevilha são justificados pelo caráter caducifólio da espécie. Essa característica é recomendada quando se quer maior incidência luminosa em áreas urbanas, por que as copas muito fechadas podem tornar um ambiente escuro necessitando de iluminação artificial no local.

Além de obter informações sobre as espécies que podem ser implantadas em áreas urbanas e rurais, também é necessário ter conhecimento sobre o comportamento do sombreamento das espécies arbóreas, orientação do sol e também o comportamento da espécie durante as estações do ano, por que se o planejamento e manutenção da arborização forem inadequados, podem ocorrer problemas no futuro (risco de queda, não sombreamento na área desejada, desconforto térmico) e o não aproveitamento das

principais características e vantagens da presença de uma vegetação (tanto arbóreo, quanto rasteira) no auxílio do conforto térmico dos indivíduos.

A forma como as espécies estão implantadas não é a melhor forma para garantir conforto térmico tanto para quem está dentro e fora da edificação. O ideal seria repensar em um outro tipo de arranjo para melhorar a eficiência do conforto térmico pelas espécies. A recomendação que faria seria conciliar espécies que apresentam copas densas e espécies de caráter caducifólio e um arranjo intercalado no local, onde em determinadas estações, as espécies auxiliariam na busca do conforto humano.

O conforto térmico proporcionado pelas espécies não é o mesmo para indivíduos que estão circulando ou embaixo da sombra da espécie e dentro da edificação. Cada uma das espécies apresentou em diferentes vantagens e desvantagens em cada variável. Porém, a espécie que apresentou maior número de variáveis positivas foi a Sibipiruna. Sendo assim, para o conforto térmico, tanto dentro como fora em estações quentes como o verão, pela capacidade de sua copa influenciar e diminuir na temperatura local.

Sendo importante sempre a orientação de profissionais qualificados na área para orientar a população sobre tomadas de decisões para que no futuro quando a árvore estiver adulta, não causar insatisfações ou falta de sombreamento ou excesso nas edificações devido a falta de orientação profissional. Para isso, isto pode ser sanado começando dentro de uma administração pública cabendo a eles mostrar incentivos e dando importância a um profissional capacitado para solucionar problemas e ajudar na melhoria climática local e proporcionar educação ambiental para a população.

Vale ressaltar da importância aprofundada em estudos de eficiência de espécies e arranjos paisagísticos com as espécies que aumentem a eficiência da melhoria do conforto climático proporcionado pelas árvores. Porém, muitas pessoas não possuem conhecimento sobre as espécies adequadas para o local, agindo de forma precipitada, depois acabam não entendendo o porquê do resultado esperado não foi atingido, causado pela falta de informação da espécie.

Mesmo percebendo a importância das árvores para a melhoria do conforto térmico das pessoas, ainda são poucas as políticas públicas que abordem a arborização urbana de uma maneira séria. Muitos centros urbanos não realizam planejamento algum da arborização urbana, reduzindo sua eficiência na melhoria do microclima local.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Loyde Vieira; LABAKI, Lucila Chebel, Conforto térmico propiciado por algumas espécies arbóreas: avaliação do raio de influência através de diferentes índices de conforto, **Ambiente construído**, v,10, n, 4, 2010, p, 103 -117.

ABREU-HARBICH, Loyde Vieira.; SAMPAIO, V. H. P.; LABAKI, Lucila Chebel. **Avaliação da influencia da vegetação em canions viários urbanos: caso de Campinas-Brasil**. 2014, p. 231-242.

ÁGUAS, Miguel. **Conforto térmico: Métodos instrumentais em energia e ambiente**. Instituto Superior Técnico. Lisboa, v. 2001, 2000, 15p.

AGUIRRE JUNIOR, José Hamilton; LIMA, Ana Maria Liner Pereira. Uso de árvores e arbustos em cidades brasileiras. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbanav**. 2, n. 4, p. 50-66, 2007.

ALVARES, Clayton Alcarde; STAPE, José Luiz; SENTELHAS, Paulo Cesar; GONÇALVES, José Leonardo de Moraes; SPAROVEK, Gerd, Köppen's climate classification map for Brazil, **MeteorologischeZeitschrift**, Vol, 22, No, 6, 2014, p,711–728.

ALVES, Sulivan P.; RODRIGUES, Edmundo HV, Sombreamento arbóreo e orientação de instalações avícolas, **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v, 24, n, 2, 2004, p. 241-5.

ANDRADE, Henrique, O clima urbano - Natureza, Escalas de análise e aplicabilidade, **Finisterra**, 80, 2005, p, 67-91.

ANDRADE, Suely Ferraz. **Estudo de estratégias bioclimáticas no clima de Florianópolis**, 1996, 135f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Pós-Graduação em Engenharia de Produção - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 135 p.

AYRES, Mário Carlos Rodrigues. **Influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações**, 2004, 129 f, Tese (Doutorado em Agronomia), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agronômicas – Universidade de Estadual de São Paulo (UNESP), Botucatu, SP, 2004.

BARTHOLOMEI, Carolina Lotufo Bueno, **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**, 2003, 189f, Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

BARBINATO, Gianna Melo; SOUZA, Léa Cristina Lucas; TORRES, Simone Carnaúba. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Editora Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, 2007, 164p.

BIONDI, Daniela; ALTHAUS, Michelle, **Árvores de rua de Curitiba – cultivo e manejo**, Curitiba: FUNPEF, 2005, 177p.

BONAMETTI, João Henrique, Arborização Urbana, **Terra e Cultura**, n, 36, 2003, p, 51-55.

BORGES, Roberto Cabral de Mello. Cálculo do nascer e pôr do sol. Disponível em: <http://www.inf.ufrgs.br/~cabral/Nascer_Por_Sol.html>. Acesso em: 02 nov. 2015, p. 1-3.

BRUN, Flávia Gizele König Brun. **Avaliação do potencial de estoque de carbono por Sibipiruna (*Poincianella pluviosa* var. *Peltophoroides* (Benth.) LP Queiroz) na arborização viária de Maringá-PR**. 2012. 163f. Tese (Doutorado Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”), Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais – Universidade de São Paulo, SP, 2012.

BRUSE, Michael. **ENVI-met implemetation of the Jacobs A-gs, Model to calculate the stomata conductance**. Disponível em:<http://www.envi-met.net/documents/new_a_gs.pdf> . Acesso em 05 Nov. 2015, p. 1-9.

CARFAN, Ana Claudia; GALVANI, Emerson; NERY, Jonas Teixeira, O efeito do sombreamento no conforto térmico estudo de caso: cidade de São Paulo, IN: VI SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA E II SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2010, Universidade de Coimbra, **Anais...** Coimbra, 2010, p, 1-13.

CARTA CAPITAL. **El niño**. Disponível <<http://www.cartacapital.com.br/internacional/entenda-por-que-el-nino-sera-especialmente-forte-em-2015-9107.html>>. Acesso em: 05 de Nov. de 2015, p. 1-3.

COLOMBO, Maura; BRUN, Flávia Gizele König; DERENGOSKI, Joseane Aparecida; ANDRADE, Mariana Moura; FIGUEIRA, Franciane Cristina, Levantamento do patrimônio arbóreo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos, In I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR – CAMPUS DOIS VIZINHOS, **Anais...**, 2011, 7 p.

CORBELLA, Oscar; CORNER, Viviane, **Manual de Arquitetura Bioclimática tropical para a redução de consumo energético**, Rio de Janeiro: Revan, 2011, 109 p.

DACANAL, Cristiane; LABAKI, Lucila Chebel; SILVA, Talita Meulman Leite. O conforto térmico em fragmentos florestais urbanos. **Ambiente Construído**, v. 10, n. 2, 2010, p. 115-132.

DUARTE, Denise Helena Silva; SERRA, Geraldo Gomes, Padrões de ocupação do solo e microclimas urbanos na região de clima tropical continental brasileira: correlações e proposta de um indicador, **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v, 3, n, 2, 2003, p, 7-20.

DURANTE, Luciane; NOGUEIRA, Marta Crista de Jesus Albuquerque. Efeitos do sombreamento arbóreo nas condições termohigrométricas e lumínicas de ambientes internos e externos de Edificações, **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria (RS), v,9, n, 9, 2013, p, 1980-1998.

FANGER, Ole. **Thermal comfort: analysis and application in environmental engineering**, Compenhagen, 1970, 244 p.

FELIX, Victor Barbosa; PEREIRA, Marcelo Luiz; MOURA, Danilo; TRIBESS, Arlindo. Análise de desconforto térmico local em ambientes cirúrgicos com o uso de manequim, medição de variáveis ambientais e avaliação subjetiva. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 1, p. 115-129, 2012.

FIORI, A. M. Um método para medir a sombra. **Revista FAPESP Pesquisa**, 2001. São Paulo: Fapesp, 2001, p. 26-29.

FURTADO, Adma Elias, **Simulação e análise da utilização da vegetação como anteparo às radiações solares em uma edificação**, Dissertação (Mestrado em Conforto Ambiental) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 138p, Rio de Janeiro, 1994.

GEORGI, Juliana N.;DIMITRIOU, Dimos.;The contribution of urban green spaces to the improvement of environment incities: Case study of Chania, Greece. **Building and environment**. Athens, Greece, 2010. P. 1401-1414.

GOMES, Marcos Antonio Silvestre; SOARES, Beatriz Ribeiro, A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras, **Estudos geográficos**, v, 1, n, 1, 2003, p, 19 – 29.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). *Caminhos de Geografia*, v. 4, n. 10, 2006, p.94-106.

GOUVÊA, Tatiana Chrispim. **Avaliação do conforto térmico: uma experiência na indústria da confecção**, Campinas, 2004, 75 p.

GREY, Gene ; DANEKE, Frederick, **Urban Forestry**, New York: Jonh Wiley and Sons, 1978, 279 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **População Urbana**. Disponível em: <www.censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em 08 de Nov. de 2015, p.1-4.

INSTITUTO HÓRUS, **Espécies exóticas invasoras**. Disponível em: <http://www.institutohorus.org.br/inf_fichas.htm>, Acesso em: 07 de maio de 2015, p.1-4.

IPMET (CENTRO DE METEOROLOGIA DE BAURU). **Verão**. 2015. Disponível em: <<http://www.ipmet.unesp.br/4estacoes/>>. Acesso em: 21 set. 2015, 1p.

ISO 7730. *Moderate thermal environments – determination of the PMV and PPD indices and specification of conditions for thermal comfort*. **International Standard**, 1984, 19p.

JARDIM BOTÂNICO UTAD. **Espécie Grevilha**. Disponível em: <http://jb.utad.pt/especie/grevillea_robusta>. Acesso em 1 de nov. de 2014, p. 1-3.

JAUEREGUI, E, Influence of a Large urban Park on temperature and convective precipitation in a tropical city. **Energy and buildings**, v,15, n,16, 1990/91, p.457-463.

KLEIN, Danieli Regina; STENGER, Luma Dalmolin; BRUN, Flávia Gizele König; BRUN, Eleandro José. Influência da vegetação arbórea no conforto lumínico no parque municipal Lago Dourado, Dois Vizinhos-PR. In: I CONGRESSO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UTFPR CAMPUS DOIS VIZINHOS, 1, 2011, Dois Vizinhos. **Anais...** Dois Vizinhos: UTFPR, 2011. p. 179-182.

LABAKI, Lucila. **Conforto Humano: aspectos arquitetônicos e urbanísticos**. Campinas: Departamento de arquitetura e construção – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 2011.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; PAPST, Ana L, **Desempenho térmico de edificações**, Universidade Federal, 2000, 82p.

LAMBERTS, Roberto; Xavier, Antônio Augusto de Paula. **Conforto e stress térmico**, Universidade Federal de Santa Catarina, 2008, 108p.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Lucas. **Eficiência energética na arquitetura**. Universidade Federal de Santa Catarina, v. 2, 2005, 100p.

LIN, Tzu-Ping; MATZARAKIS, Andreas; HWANG, Ruey-Lung. Shading effect on long-term outdoor thermal comfort, **Building and Environment**. Building and Environment. 45, 2010, p.213-221.

LORENZI, Harri. **Árvores Brasileiras**. Nova Odessa, SP, editora: Plantarum, v.1, 2ª edição, 1998, 352p.

MARIA, Tamara Ribeiro Botelho de Carvalho, **Potencial de duas espécies arbóreas nativas para a melhoria da qualidade climática de centros urbanos**, 2014, 71f, Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2014.

MARTINI, Angeline; BIONDI, Daniela; ZAMPRONI, Kendra. A percepção do conforto térmico em uma rua arborizada com Ipê-amarelo. In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: IBEAS (Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais), 2014. p. 1-5.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan José. **Ambiência Urbana - Urban environment**. Porto Alegre: Editora Masquatro, 3ª edição, 2009, 200p.

MASCARÓ, Lucia; MASCARÓ, Juan, **Vegetação urbana**. 2,Ed. Porto Alegre: Mais Quatro Editora, 2005, 204 p.

MASCARÓ, Juan José; MASCARÓ, Lucia; AGUIAR, Clarissa Martins de Lucena Santafé. **Cidade: energia, arborização urbana e impacto ambiental**. Ciência & Ambiência, n.22, 2001, p.59-72.

MCPHERSON, Gregory; NOWAK, David ; ROWNTREE, Rowan , **Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project**, Gen, Tech, Rep, NE-186, Radnor, PA: U,S, Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest ExperimentStation,1994, 201 p.

MELLO FILHO, Luiz Emygdio, Arborização urbana, In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, I, 1985, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre, 1985, p.45-49.

MILANO, Miguel Serediuk, O planejamento da Arborização, as necessidades de manejo e tratamentos culturais das árvores de ruas de Curitiba - PR, **Revista Floresta**, n,17. 1987, p. 15-21.

MILANO, Miguel Serediuk; DALCIN, Eduardo, **Arborização de vias públicas**, Rio de Janeiro, RJ: Light, 2000, 131p.

MILONE, André de Casto. Introdução à astronomia e astrofísica, In: XII CURSO DE INTRODUÇÃO A ASTRONOMIA E ASTROFÍSICA, 2009, São José dos Campos, **Anais...** INPE, São Paulo, 2009, 13p.

MOCHIDA, Akashi; LUN, Isaac Yu,Fat,Prediction of wind environment and thermal comfortat pedestrian level in urban área, **Journal of Wind Engineeringand Industrial Aerodynamics**, n, 96, 2008, p.1498–1527.

NASCIMENTO, Diego Tarley Ferreira; OLIVEIRA, Ivanilton José, Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986-2010), **Boletim Goiano de Geografia**; v, 31, n, 2, 2011, p.113-127.

OLIVEIRA, Angela Santana. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. Cuiabá, 2011. 146f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-graduação em Física Ambiental), Instituto de Física, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza Oliveira; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/tempo/mas.htm>>. Acesso em: 03 de Nov. 2015, p. 1-14.

OLIVEIRA, Lidiane Alves, **Conforto Térmico em Edificações**, 2003, 70f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, SP, 2003.

OLIVEIRA, Paulo Armando; FIALHO, Fávio Bello, **Declinação solar em função das estações do ano**, Embrapa Suínos e Aves, 2000, 2p.

PAGNOSSIN, Elaine Medianeira; BURIOL, Galileo Adeli; GRACIOLLI, Michele de Araujo, Influência dos elementos meteorológicos no conforto térmico humano: bases biofísicas, **Disciplinarum Scientia**, v, 2, n,1, 2001, p,149-161.

PAULA, Roberta Zanki Rigitano, **A influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**, 2004, 119 f., Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PEREIRA, Antonio Roberto,; GREEN, Steve; VILLA NOVA, Nilson Augusto, Penman-Monteith Reference Evapotranspiration Adapted to Estimate Irrigated Tree Transpiration, **Agricultural Water Management**, v, 83, p, 153-161, 2006.

PEZZUTO, Claudia Cotrim, **Avaliação do ambiente térmico nos espaços urbanos abertos, Estudo de caso em Campinas**, 2007, 197f. Tese (Doutorado em Arquitetura e construção) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2007.

PIVETTA, Kathia Fernandes Lopes; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira, **Arborização urbana**, (Boletim acadêmico), UNESP/FCA/FUNEP, 2002, 69 p.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MANAUS. **Arborização Urbana**. Disponível em: <<http://www.manaus.am.gov.br/noticias/arborizacao-urbana-6>>. Acesso em: 12 set. 2015, p. 1-5.

PREFEITURA MUNICIPAL DE DOIS VIZINHOS, **Dados Gerais**, 3 p, Disponível em: <<http://www.doisvizinhos.pr.gov.br/>>, Acesso em: 06 de nov, de 2014.

RESENDE, Otávia Melina, **Arborização Urbana**, 2011, 27 f., Monografia (Graduação em Geografia e Meio Ambiente), Universidade Presidente Antônio Carlos – UNIPAC, Barbacena, 2011.

ROMERO, Marta Adriana Bustos, Desenho da cidade e conforto ambiental, **RUA**, v,1, n, 1, 2006, p, 12 -19.

RUAS, Álvaro César, **Avaliação do conforto térmico: contribuição à aplicação prática das normas internacionais**, 1999, 78f, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1999.

SANTANA, Andrea; LOMBARDO, Magda Adelaide, O desenho urbano e a climatologia em Fortaleza, In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, IV, 1997, Salvador, **Anais...** Salvador: ENCAC, 1997, p, 143-148.

SCHIFFER, Sueli Ramos; FROTA, Anésia Barros. **Manual do conforto térmico**, 7ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003, 241p.

SHAMS, Juliana Cristina Augusto; GIACOMELI, Daniele Cristina, SUCOMINE, Nivia Maria, Emprego da arborização na melhoria do conforto térmico nos espaços livres públicos, **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba – SP, v,4, n,4, p,1-16, 2009.

SHINZATO, Paula, **O impacto da vegetação nos microclimas urbanos**, 2009, 173f, Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

SILVA, Aderbal Gomes; PAIVA, Haroldo Nogueira; GONÇALVES, Wantuelfer, **Avaliando a arborização urbana**, Viçosa: Aprenda Fácil, 2007, 346 p.

SILVA, Lenir Maristela, Reflexões Sobre A Identidade Arbórea das Cidades. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v,3, n,3, 2008, p, 65-71.

SILVA, Luzia Ferreira; LIMA, Ana Maria Liner Pereira; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira; COUTO, Hilton Thadeu Zarate, Interceptação da chuva por duas espécies arbóreas em áreas verdes urbanas, **Cerne**, v, 16, n, 4, 2010, p, 547-555.

SILVA, Isadora Mendes; GONZALEZ, Luciana Ruggiero; SILVA FILHO, Demóstenes Ferreira. Recursos Naturais de Conforto Térmico: Um enfoque urbano. **Revista Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Piracicaba, v. 6, n. 4, 2011, p.35-50.

TREVISAN, Rute Helena; LATTARI, Cleiton J. B. Investigando a aprendizagem de astronomia no ensino fundamental, usando um método experimental. In: IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciência (ENPEC), 2003, Bauru. **Anais...** Belo Horizonte: ABRAPEC, 2003, p,1-4.

VELASCO, Giuliana Del Nero, **Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo - SP, aplicações de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor**, 2007, 123f., Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2007.

VENÂNCIO, Heliomar. **Minha casa sustentável**. Disponível em: <<http://WWW.segantiniarquitetura.blogspot.com.br/2011/01/livro-casa-sustentavel-heliomar.html>>. Disponível em: 08 de Nov. de 2015, p. 1-3.

VILANOVA, Silvia Regina Fernandes; MAITIELLI, Gilda Tomasini. Importância da conservação de áreas verdes remanescentes No centro político administrativo de Cuiabá-MT. **UNiciencias**. v. 13, n.1, 2009, p. 55-71.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula, **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis**, 1999, 189f, Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Programa Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 1999.

8 APÊNDICES

Apêndice 1: Dados das variáveis climáticas durante os horários (9,12,15 e 17h) na posição ao pleno sol entre os meses de fevereiro à agosto de 2015.

MESES	POSIÇÃO	T° GLOBO	T° SUP	V. VENTO	WBGTi	WBGT _o	UR	T°ar
9 horas								
FEVEREIRO	PLENO SOL	31,13	26,90	0,80	28,20	27,10	86,33	20,77
MARÇO		31,83	29,50	0,50	28,10	27,53	80,33	22,23
ABRIL		23,17	24,13	0,90	21,97	21,87	92,63	18,23
MAIO		21,02	24,10	0,78	20,48	20,43	78,12	18,67
JUNHO		18,47	18,93	0,23	18,17	18,10	85,67	19,53
JULHO		14,80	15,25	1,20	14,10	13,95	84,00	14,90
AGOSTO		25,37	24,80	0,57	24,87	24,97	63,03	23,37
12 horas								
FEVEREIRO	PLENO SOL	35,10	37,07	1,80	32,03	32,10	67,33	26,33
MARÇO		37,03	43,07	1,23	32,73	32,13	60,33	27,37
ABRIL		28,67	34,13	1,17	27,13	26,83	70,03	24,27
MAIO		24,87	29,98	0,97	24,20	24,07	69,70	22,97
JUNHO		23,95	29,35	1,80	23,15	23,05	74,25	23,15
JULHO		20,20	26,30	1,40	19,25	19,05	73,95	20,25
AGOSTO		25,70	38,20	0,43	28,33	28,20	54,97	29,87
15 horas								
FEVEREIRO	PLENO SOL	37,33	37,67	1,20	34,27	33,90	51,67	30,13
MARÇO		31,57	30,73	0,17	30,53	30,30	51,00	29,97
ABRIL		30,53	35,73	0,93	29,40	29,30	63,00	26,33
MAIO		28,10	33,42	0,57	27,18	27,27	59,43	24,93
JUNHO		24,03	34,20	0,73	23,13	26,95	71,23	24,43
JULHO		19,65	29,50	0,90	23,10	22,55	72,70	24,05
AGOSTO		32,53	38,70	1,03	30,20	30,57	48,17	31,50
17 horas								
FEVEREIRO	PLENO SOL	34,77	31,77	0,90	32,47	32,37	59,00	29,33
MARÇO		30,93	29,20	0,17	30,00	29,87	64,67	28,17
ABRIL		27,73	25,77	0,13	26,93	26,80	66,50	26,13
MAIO		24,48	21,98	0,45	23,32	23,32	65,80	21,10
JUNHO		22,70	20,05	0,45	21,05	20,65	71,55	21,25
JULHO		25,30	20,30	0,10	21,75	21,20	58,85	23,25
AGOSTO		30,40	26,60	0,50	28,50	28,23	51,93	28,97

Apêndice 2: Dados das variáveis climáticas, PMV e PPD durante os horários (9,12,15 e 17h) nas três estações de 2015 ao pleno sol.

ESTAÇÕES	Temperatura do globo (°C)	Temperatura radiante (°C)	PMV	PPD (%)
9 horas				
VERÃO	31,48	27,76	2,86	98,30
OUTONO	22,09	21,88	2,48	93,11
INVERNO	19,54	23,40	2,89	98,53
12 horas				
VERÃO	36,07	39,33	2,06	79,27
OUTONO	26,77	32,15	1,86	69,94
INVERNO	23,28	33,89	2,04	78,63
15 horas				
VERÃO	34,45	46,96	2,48	92,98
OUTONO	29,32	36,57	2,17	84,00
INVERNO	25,41	38,90	2,47	92,80
17 horas				
VERÃO	32,85	43,80	2,35	89,72
OUTONO	26,11	32,15	1,98	75,88
INVERNO	26,13	34,04	2,20	84,84

Apêndice 3: Dados das variáveis climáticas na Grevilha às 9,12,15 e 17h em baixo da árvore entre os meses de fevereiro à agosto de 2015.

MESES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	T° GLOBO	T° SUP	V. VENTO	WBGTi	WBGTo	UR	T°ar	
9 horas										
FEVEREIRO	GREVILHA	EM BAIXO DA ÁRVORE	1	29,30	23,73	0,57	27,30	26,90	56,45	25,37
			2	28,17	24,30	0,37	28,00	27,50	55,69	25,50
			3	27,77	23,30	0,23	27,30	27,10	39,99	25,83
			4	27,87	23,57	1,20	27,60	27,40	48,80	26,03
			5	29,37	24,07	0,70	28,50	28,50	48,37	26,30
			6	29,77	25,70	0,87	29,00	28,70	57,54	26,93
MARÇO	GREVILHA	EM BAIXO DA ÁRVORE	1	30,13	21,70	1,07	27,07	26,67	38,48	26,23
			2	30,30	23,10	1,00	27,33	26,97	55,69	26,27
			3	27,63	23,10	1,73	25,87	25,63	48,37	25,60
			4	28,93	22,93	1,27	26,33	25,97	39,63	25,73
			5	30,77	23,37	1,03	26,97	26,53	43,91	26,03
			6	31,30	23,97	1,20	27,93	27,53	48,80	26,83
ABRIL	GREVILHA	EM BAIXO DA ÁRVORE	1	23,60	23,43	0,23	22,80	22,63	73,07	22,20
			2	23,83	23,50	0,17	22,33	22,10	87,24	21,80
			3	23,03	21,70	0,73	22,17	22,03	88,00	21,97
			4	23,30	22,00	0,37	22,30	22,20	75,56	22,20
			5	23,87	23,33	0,43	22,70	22,57	81,25	22,50
			6	23,97	22,57	0,23	22,70	22,57	93,53	23,30
MAIO	GREVILHA	EM BAIXO DA ÁRVORE	1	20,43	18,53	0,72	19,15	18,93	80,22	19,08
			2	20,35	18,07	0,62	19,08	18,88	72,50	19,53
			3	19,28	17,52	1,15	19,02	19,00	79,75	17,35
			4	19,82	17,73	1,00	19,23	19,15	78,78	17,93
			5	20,20	19,22	1,27	19,52	19,43	79,87	18,55
			6	20,43	18,97	1,73	19,82	19,68	76,33	18,87

JUNHO	GREVILHA	1		17,30	17,70	1,90	16,70	16,60	82,80	17,30
		2		17,30	18,10	0,50	16,70	16,60	83,40	17,00
		3	EM BAIXO DA	17,00	15,40	0,10	16,60	16,60	83,00	17,40
		4	ARVORE	17,00	15,70	0,90	16,60	16,60	84,10	17,10
		5		17,10	15,50	1,40	16,60	16,60	85,30	16,90
		6		17,50	15,40	1,10	17,10	17,00	82,20	17,90
JULHO	GREVILHA	1		17,58	19,78	1,08	16,73	16,60	83,00	18,15
		2		17,15	20,20	0,90	16,55	16,43	84,53	17,78
		3	EM BAIXO DA	16,73	17,90	0,60	16,38	16,30	85,43	17,40
		4	ARVORE	17,35	16,78	0,73	16,60	16,48	86,13	17,53
		5		18,43	18,43	1,23	17,50	17,38	83,05	18,80
		6		18,55	19,00	0,45	17,43	17,25	82,18	19,00
AGOSTO	GREVILHA	1		25,43	32,00	1,80	24,40	24,27	62,33	24,20
		2		25,07	35,93	1,97	24,47	24,40	59,73	26,10
		3	EM BAIXO DA	24,90	28,37	1,60	23,73	23,73	61,83	25,17
		4	ARVORE	24,60	26,27	1,20	24,00	24,00	63,57	25,40
		5		26,90	31,03	2,27	25,33	24,77	58,93	25,90
		6		26,73	27,23	1,83	25,43	25,17	58,63	25,07
12 horas										
FEVEREIRO	GREVILHA	1		34,93	27,10	0,53	32,10	31,80	61,88	29,67
		2		35,23	26,60	1,03	32,40	32,00	50,26	30,20
		3	EM BAIXO DA	31,83	25,90	0,17	31,10	30,90	30,35	29,53
		4	ARVORE	32,40	26,80	1,03	32,70	32,50	46,88	30,23
		5		33,03	26,43	0,47	31,00	30,70	35,10	29,83
		6		33,87	27,17	0,70	31,80	31,50	29,33	30,30
MARÇO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA	36,03	29,87	0,70	31,90	31,40	52,65	30,57
		2	ARVORE	35,83	28,93	1,03	31,40	30,83	46,40	30,07
		3		31,60	25,80	1,13	29,67	29,47	38,48	29,37

		4		31,03	28,07	0,77	30,13	30,07	52,65	29,77
		5		32,23	28,10	0,97	30,07	29,77	46,95	29,67
		6		33,53	26,93	0,27	30,77	30,40	36,09	30,17
ABRIL	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	27,13	26,47	1,37	25,53	25,33	70,10	24,80
		2		27,30	26,43	1,47	25,10	25,00	65,02	24,30
		3		26,13	24,47	0,93	25,20	25,13	70,64	24,67
		4		26,47	26,30	0,40	25,40	25,33	66,35	25,10
		5		27,47	26,27	0,70	25,97	25,93	69,70	25,13
		6		27,63	27,53	0,50	26,00	25,83	66,42	25,13
MAIO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	25,13	23,30	0,65	23,12	23,15	65,95	23,68
		2		24,87	23,93	0,80	23,20	22,77	63,47	22,80
		3		23,05	19,97	1,30	22,43	22,33	68,57	21,32
		4		23,70	20,75	0,87	22,78	22,72	67,33	21,28
		5		23,80	21,77	1,17	22,82	22,72	66,97	22,07
		6		23,65	21,80	0,73	22,62	22,50	68,68	21,48
JUNHO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	25,30	25,70	2,20	24,50	24,00	50,40	26,60
		2		26,00	26,40	1,20	24,90	24,70	57,30	26,50
		3		24,60	20,90	0,30	23,90	23,90	58,90	24,80
		4		25,20	22,90	0,30	24,50	24,40	53,30	27,10
		5		25,60	23,50	0,50	24,80	24,70	52,90	26,30
		6		25,80	21,10	0,50	24,70	24,60	54,10	25,60
JULHO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	19,27	25,67	0,87	17,97	17,77	77,70	19,63
		2		19,30	24,33	1,00	18,13	17,97	77,40	20,30
		3		18,13	18,83	0,80	17,33	17,23	76,60	19,73
		4		18,33	21,23	1,07	17,63	17,53	74,90	19,83
		5		19,20	23,40	1,90	18,23	18,07	78,17	19,07
		6		19,23	21,33	1,60	18,33	18,27	79,43	19,30

AGOSTO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	31,07	41,90	0,77	29,10	28,87	50,60	30,80
			2	31,33	39,63	1,20	29,10	28,77	52,33	30,83
			3	28,77	40,33	0,47	28,03	28,00	54,17	29,23
			4	29,37	31,60	0,77	28,83	28,67	56,10	29,10
			5	29,97	38,63	1,03	29,03	28,87	50,47	30,73
			6	30,17	33,87	0,77	29,33	29,17	51,93	30,03
15 horas										
FEVEREIRO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	37,90	29,73	1,97	34,55	33,55	29,20	32,43
			2	38,30	28,77	1,70	34,05	33,40	54,66	32,00
			3	32,90	25,37	0,47	32,75	30,85	26,80	30,80
			4	33,27	26,47	0,63	31,05	31,60	39,08	31,30
			5	34,63	26,70	0,57	31,75	31,40	34,20	31,10
			6	33,43	26,37	0,87	31,25	31,55	35,10	32,40
MARÇO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	35,30	31,83	0,93	32,20	31,63	40,06	31,17
			2	35,00	32,77	0,57	32,07	31,43	37,02	31,13
			3	31,07	26,20	0,37	29,87	29,67	55,69	29,17
			4	31,40	27,87	0,20	30,10	29,83	40,06	29,97
			5	31,37	26,97	0,50	29,97	29,80	48,80	29,83
			6	31,50	26,77	0,57	29,83	27,97	38,48	29,90
ABRIL	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	28,60	29,10	0,83	27,77	26,60	64,39	28,20
			2	29,13	28,03	0,90	27,70	27,53	69,74	27,97
			3	27,13	26,20	0,70	26,67	26,67	54,18	27,40
			4	27,30	25,80	0,43	26,73	26,70	61,27	27,57
			5	27,43	25,77	0,57	26,90	26,80	60,97	27,23
			6	27,43	25,63	0,87	26,77	26,67	71,58	27,07

MAIO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	28,00	28,34	1,28	26,04	25,76	56,32	24,28
		2		27,38	27,20	1,02	25,54	25,34	54,96	23,86
		3		25,36	22,42	0,72	24,54	24,52	57,62	21,94
		4		25,86	22,56	1,06	24,92	24,86	56,96	22,20
		5		25,82	22,52	0,90	24,80	24,72	57,14	21,50
		6		26,18	23,32	1,42	25,00	24,88	56,36	21,88
JUNHO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	19,90	20,50	0,00	20,10	20,00	70,00	19,90
		2		21,10	21,20	0,10	21,50	21,30	66,60	22,10
		3		21,60	21,60	0,80	21,60	21,20	64,50	21,20
		4		21,20	20,30	0,20	20,10	19,90	69,10	20,90
		5		22,00	19,50	0,40	22,30	21,80	56,20	21,90
		6		21,90	20,40	1,10	23,50	22,90	60,90	21,50
JULHO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	24,60	24,33	0,53	22,20	22,05	67,30	23,53
		2		23,58	21,93	0,60	22,45	21,50	68,35	23,95
		3		20,93	19,55	0,20	20,35	20,38	71,00	22,28
		4		21,43	18,63	0,58	20,25	20,05	72,28	21,58
		5		21,23	19,85	0,60	20,15	20,05	71,55	21,53
		6		21,13	19,78	0,28	20,43	20,33	69,93	22,08
AGOSTO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA ARVORE	32,20	34,73	0,97	30,77	29,77	43,73	31,90
		2		31,73	31,83	1,20	30,33	29,67	42,77	31,67
		3		29,80	31,70	0,83	29,03	28,47	47,40	29,90
		4		29,53	29,33	0,73	29,77	29,10	48,77	29,57
		5		29,87	26,10	0,57	29,07	27,73	49,27	29,93
		6		29,63	34,25	0,83	29,07	28,67	46,63	29,97

17 horas										
FEVEREIRO	GREVILHA	1		34,70	27,67	0,47	31,50	31,10	25,42	30,90
		2		34,00	27,87	0,57	30,60	30,67	44,52	30,43
		3	EM BAIXO DA	30,67	25,37	0,33	29,43	29,40	27,31	29,60
		4	ARVORE	30,43	24,80	0,30	29,47	29,47	26,80	29,63
		5		30,43	25,53	0,37	29,60	29,57	29,20	29,63
		6		30,53	25,90	0,27	30,27	30,23	34,63	29,77
MARÇO	GREVILHA	1		35,07	31,23	0,70	31,80	31,40	43,48	31,00
		2		34,93	30,50	0,23	31,57	31,23	25,79	30,93
		3	EM BAIXO DA	29,97	25,03	0,17	28,90	28,83	39,63	28,97
		4	ARVORE	30,03	26,00	0,13	28,93	28,83	40,88	28,97
		5		30,00	26,57	0,27	29,13	29,07	37,59	29,37
		6		30,13	26,40	0,80	29,17	27,43	31,25	29,40
ABRIL	GREVILHA	1		28,05	25,45	0,30	26,50	26,25	64,05	25,35
		2		27,50	25,35	0,35	26,15	25,90	64,15	25,10
		3	EM BAIXO DA	25,85	22,40	0,75	25,20	25,10	67,80	25,20
		4	ARVORE	25,70	22,80	0,20	25,15	25,20	68,90	25,65
		5		25,75	23,30	0,40	25,05	25,05	68,50	25,60
		6		25,80	23,95	0,15	25,70	25,70	70,55	25,75
MAIO	GREVILHA	1		25,48	21,88	0,36	23,80	23,56	60,18	22,00
		2		24,78	22,44	0,60	23,28	23,06	60,80	20,50
		3	EM BAIXO DA	22,26	18,46	0,10	21,80	21,70	65,32	19,04
		4	ARVORE	22,12	17,98	0,14	21,68	21,66	66,62	19,42
		5		22,26	18,62	0,18	21,66	21,60	66,66	18,60
		6		22,26	19,40	0,14	21,84	22,04	67,80	19,58
JUNHO	GREVILHA	1	EM BAIXO DA	21,30	20,90	0,10	24,80	24,20	60,20	22,50
		2	ARVORE	22,30	21,20	0,40	23,90	23,50	63,50	23,50
		3		20,50	19,50	0,00	20,10	19,80	66,50	21,20

		4		20,30	18,90	1,10	20,20	19,50	67,60	20,50
		5		19,90	20,20	0,90	20,50	19,60	68,70	20,60
		6		19,90	19,60	0,00	21,00	20,80	59,90	21,00
JULHO	GREVILHA	1		24,03	18,67	0,40	21,30	20,90	64,87	22,23
		2		23,13	17,93	0,33	20,63	20,27	68,53	21,47
		3	EM BAIXO DA	19,13	16,37	0,10	18,47	18,70	73,83	18,50
		4	ARVORE	19,10	14,43	0,33	18,20	18,10	74,47	18,43
		5		18,40	15,37	0,67	17,63	17,57	74,20	18,10
		6		18,17	16,30	0,53	17,70	17,60	75,03	18,50
AGOSTO	GREVILHA	1		32,60	25,20	1,30	28,93	28,57	52,47	29,30
		2		30,30	25,20	1,07	27,97	27,83	52,20	28,90
		3	EM BAIXO DA	27,03	23,74	0,73	26,07	25,73	54,93	27,20
		4	ARVORE	27,00	21,90	0,77	26,10	25,90	58,03	25,03
		5		26,47	22,43	0,27	25,63	25,57	55,87	26,93
		6		26,43	20,73	0,13	25,67	25,53	58,23	27,03

Apêndice 4: Dados das variáveis climáticas, PMV e PPD da Grevilha durante às 9,12,15 e 17h nas três estações em baixo da árvore.

ESTAÇÕES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	Temperatura do globo	Temperatura radiante	PMV	PPD	
9 horas							
VERÃO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	27,87	31,68	3,27	99,80
			2	29,37	30,86	3,28	99,81
			3	29,77	28,56	3,05	99,31
			4	29,72	29,55	3,04	99,29
			5	29,23	32,02	3,33	99,86
			6	27,70	32,32	3,44	99,93
OUTONO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	26,12	23,50	2,07	79,75
			2	27,32	23,34	2,16	83,44
			3	27,63	23,23	1,52	52,02
			4	22,02	23,50	1,79	66,64
			5	22,09	23,87	1,80	66,97
			6	21,16	23,94	1,77	65,45
INVERNO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	18,06	20,16	1,34	42,19
			2	18,58	19,86	1,72	62,69
			3	18,83	19,56	1,86	70,32
			4	20,10	19,66	1,77	65,70
			5	19,84	20,89	1,47	49,15
			6	19,54	21,01	1,83	68,38
12 horas							

VERÃO	GREVILHA	1		35,48	38,23	2,51	93,56
		2		35,53	38,30	2,63	95,80
		3	EM BAIXO DA	31,72	32,69	2,50	93,49
		4	ARVORE	31,72	32,41	2,72	96,99
		5		32,63	33,94	2,56	94,61
		6		33,70	35,33	2,46	92,47
OUTONO	GREVILHA	1		26,13	26,96	1,95	74,39
		2		26,08	27,27	1,80	66,95
		3	EM BAIXO DA	24,59	25,27	1,77	65,28
		4	ARVORE	25,08	25,92	1,82	67,86
		5		25,63	26,54	1,86	70,05
		6		25,64	26,72	1,81	67,63
INVERNO	GREVILHA	1		25,21	25,23	2,21	85,17
		2		25,54	22,93	2,32	88,99
		3	EM BAIXO DA	23,83	25,31	2,01	77,32
		4	ARVORE	24,30	25,74	2,14	82,74
		5		24,92	24,31	2,19	84,60
		6		25,07	25,07	2,12	81,71
15 horas							
VERÃO	GREVILHA	1		36,60	38,97	2,96	98,90
		2		36,65	39,19	2,88	98,44
		3	EM BAIXO DA	31,98	32,82	2,46	92,56
		4	ARVORE	32,33	33,01	2,54	94,19
		5		33,00	34,11	2,57	94,80
		6		32,47	32,96	2,79	97,69

OUTONO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	28,30	29,20	2,22	85,46
			2	28,26	29,31	2,16	83,41
			3	26,25	26,90	2,00	76,67
			4	26,58	27,30	2,03	78,05
			5	26,63	27,65	1,94	73,93
			6	26,81	27,87	1,94	74,13
INVERNO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	25,57	25,71	2,06	79,51
			2	25,47	25,49	2,21	85,45
			3	24,11	24,12	2,04	78,50
			4	24,05	24,05	1,96	75,07
			5	24,36	24,36	2,01	77,31
			6	24,22	24,23	2,16	83,37
17 horas							
VERÃO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	34,88	36,76	2,59	95,09
			2	34,47	36,27	2,44	92,12
			3	30,32	30,69	2,28	87,57
			4	30,23	30,56	2,25	86,79
			5	30,22	30,45	2,37	90,18
			6	30,33	30,58	2,52	93,74
OUTONO	GREVILHA	EM BAIXO DA ARVORE	1	26,77	28,27	1,75	64,54
			2	26,14	27,81	1,69	60,96
			3	24,06	24,92	1,67	60,25
			4	23,91	24,48	1,67	59,93
			5	24,01	24,86	1,65	58,88
			6	24,03	24,59	1,67	60,02

		1		25,98	26,50	2,00	76,82
		2		25,24	25,45	2,03	77,90
INVERNO	GREVILHA	3	EM BAIXO DA	22,22	22,22	1,74	63,83
		4	ARVORE	22,13	22,20	1,64	58,31
		5		21,59	21,60	1,74	64,07
		6		21,50	21,54	1,72	63,08

Apêndice 5: Dados das variáveis climáticas da Sibipiruna durante às 9,12,15 e 17h em baixo da árvore entre fevereiro à agosto de 2015.

MESES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	T° GLOBO	V.			UR	T°ar			
				T° SUP	VENTO	WBGTi					
9 horas											
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA		1	26,03	24,67	0,43	26,50	26,30	60,57	25,03	
			2	26,70	23,83	0,80	26,20	26,00	52,65	24,70	
			3	EM BAIXO DA	31,50	23,67	1,07	27,60	26,90	57,54	25,30
			4	ARVORE	29,40	22,67	0,57	27,70	27,30	27,31	25,40
			5		27,63	22,47	0,40	26,80	26,50	48,37	25,50
			6		29,73	23,97	0,63	28,50	28,20	37,67	26,47
MARÇO	SIBIPIRUNA		1	27,60	26,03	0,30	25,73	25,53	59,45	25,40	
			2	27,37	24,63	0,33	24,83	25,00	60,57	25,20	
			3	EM BAIXO DA	31,77	25,43	0,83	27,57	26,97	52,65	25,77
			4	ARVORE	30,47	22,90	0,53	26,77	26,30	46,95	25,67
			5		27,83	22,73	0,33	25,83	25,60	51,84	25,40
			6		31,03	23,20	0,57	27,33	26,90	45,76	26,33

ABRIL	SIBIPIRUNA		1	23,10	23,27	0,23	21,67	21,57	69,31	22,03
			2	22,77	22,40	0,40	21,70	21,53	87,89	21,53
			3	23,07	22,43	1,13	22,10	21,87	59,54	21,70
			4	23,30	19,97	0,67	21,73	21,57	81,70	21,47
			5	22,70	54,77	0,20	21,67	21,70	64,43	21,73
			6	23,83	21,50	0,73	22,50	21,87	61,88	22,27
MAIO	SIBIPIRUNA		1	19,67	19,98	1,05	18,67	18,48	79,32	17,90
			2	20,12	19,73	0,23	18,78	18,77	79,18	18,67
			3	19,80	17,82	0,37	18,60	18,40	78,30	18,05
			4	19,78	17,47	0,35	18,77	18,63	76,57	18,62
			5	19,08	17,00	0,32	18,48	18,42	79,68	17,33
			6	20,48	18,23	0,65	19,78	19,70	76,37	18,22
JUNHO	SIBIPIRUNA		1	16,40	17,70	0,00	16,10	16,10	99,50	16,90
			2	16,30	16,50	0,50	16,00	16,00	99,80	17,20
			3	16,30	16,00	0,60	16,00	16,00	99,70	17,20
			4	16,70	15,50	0,10	16,20	16,20	96,30	17,40
			5	16,40	16,20	0,20	16,10	16,10	99,50	17,10
			6	16,50	16,40	0,40	16,10	16,10	99,50	16,80
JULHO	SIBIPIRUNA		1	16,63	14,97	0,30	15,77	15,67	83,40	16,30
			2	16,93	18,80	0,63	16,27	16,17	84,20	16,83
			3	18,57	17,13	0,20	17,17	16,93	79,30	18,27
			4	17,23	16,63	0,77	16,10	16,00	82,37	16,97
			5	16,17	15,90	0,23	15,63	15,57	85,07	16,27
			6	19,30	18,03	0,80	18,17	18,00	76,97	18,77

		1		25,70	25,23	0,30	24,73	24,60	60,33	22,07
		2		25,73	30,77	0,40	24,93	24,83	63,63	22,40
AGOSTO	SIBIPIRUNA	3	EM BAIXO DA	26,13	21,63	1,27	24,00	23,73	65,90	22,43
		4	ARVORE	25,63	23,00	1,07	24,13	23,93	64,83	23,77
		5		23,93	20,47	0,27	23,23	23,13	55,13	23,60
		6		28,53	25,53	0,93	26,03	25,73	56,23	27,07
12 horas										
		1		28,60	29,47	0,13	30,27	30,11	50,31	28,43
		2		30,73	27,93	0,93	30,91	30,58	66,77	28,57
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	3	EM BAIXO DA	37,63	27,43	0,67	30,91	30,55	60,57	29,43
		4	ARVORE	34,47	25,37	0,70	30,85	30,51	43,91	28,43
		5		31,93	24,47	0,63	30,61	30,38	61,88	29,17
		6		33,73	26,77	0,77	31,07	30,79	28,86	30,13
		1		29,70	29,23	0,73	29,33	29,30	48,80	29,57
		2		32,10	29,13	1,60	29,93	29,57	70,62	29,53
MARÇO	SIBIPIRUNA	3	EM BAIXO DA	35,97	27,40	0,37	31,20	30,67	61,88	28,33
		4	ARVORE	35,27	25,53	0,50	31,07	30,40	64,43	29,63
		5		32,10	25,20	0,57	29,70	29,40	56,45	29,13
		6		33,77	26,83	1,47	30,80	30,47	30,35	30,20
		1		26,47	26,47	0,23	25,23	25,10	69,35	24,93
		2		27,77	26,63	0,10	25,83	25,60	72,30	25,43
ABRIL	SIBIPIRUNA	3	EM BAIXO DA	27,67	25,57	0,57	25,87	25,57	75,43	24,80
		4	ARVORE	27,63	22,37	0,50	25,93	25,60	74,56	24,73
		5		26,63	22,90	0,27	25,27	25,13	76,90	24,80
		6		27,70	23,47	0,83	25,80	25,57	70,37	25,43

MAIO	SIBIPIRUNA	1		23,37	25,47	0,72	22,60	22,62	70,38	22,50	
		2		24,65	26,78	0,45	57,22	23,53	64,60	23,57	
		3	EM BAIXO DA		25,35	23,00	0,47	23,65	23,53	64,58	23,80
		4	ARVORE		26,48	21,53	0,22	24,02	23,73	63,90	24,03
		5			24,28	19,82	0,60	22,43	22,35	67,85	22,05
		6			24,33	20,98	0,32	22,83	23,07	68,17	21,40
JUNHO	SIBIPIRUNA	1		22,60	22,80	2,00	21,90	21,90	66,40	22,40	
		2		23,20	25,00	9,00	22,90	22,80	63,80	23,60	
		3	EM BAIXO DA		25,40	24,20	4,60	23,80	23,60	59,40	23,90
		4	ARVORE		26,60	20,60	2,00	24,40	24,10	56,90	24,70
		5			24,50	20,30	5,00	24,00	21,90	56,90	24,70
		6			24,80	21,70	2,10	24,00	24,00	56,90	24,70
JULHO	SIBIPIRUNA	1		18,40	23,30	0,50	17,47	17,27	81,93	18,33	
		2		19,03	24,13	0,83	18,00	17,83	84,50	19,87	
		3	EM BAIXO DA		20,73	19,23	0,97	18,53	18,23	77,27	19,93
		4	ARVORE		22,37	20,07	0,37	19,80	19,43	72,10	21,00
		5			18,47	15,10	0,30	17,47	17,33	78,60	18,47
		6			19,27	17,27	0,70	18,43	18,27	78,90	19,33
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1		30,00	34,97	0,57	28,10	27,87	57,77	28,40	
		2		29,33	43,83	0,77	27,87	27,70	56,43	28,80	
		3	EM BAIXO DA		29,93	28,60	1,10	28,13	27,87	53,67	29,00
		4	ARVORE		29,63	28,07	1,83	27,83	27,60	53,37	28,40
		5			28,23	25,20	0,33	27,57	27,47	42,80	29,23
		6			29,53	27,53	2,03	28,40	28,30	52,70	29,80

		15 horas								
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1	31,43	31,23	0,63	31,10	31,10	35,78	31,33	
		2	33,80	30,80	0,93	31,90	31,70	51,84	31,20	
		3	EM BAIXO DA ARVORE	38,97	31,33	1,13	33,80	33,10	55,69	32,20
		4		37,67	25,60	1,30	33,00	32,35	50,80	31,30
		5		33,57	25,20	0,53	31,25	31,00	59,54	31,27
		6		34,63	29,03	0,93	32,20	31,95	29,70	31,67
MARÇO	SIBIPIRUNA	1	30,37	29,33	0,23	30,43	30,30	46,95	30,30	
		2	31,40	29,47	0,30	30,47	30,27	46,88	30,43	
		3	EM BAIXO DA ARVORE	33,30	29,73	0,27	30,70	30,20	51,84	30,37
		4		33,30	27,87	0,70	30,93	30,33	41,48	30,37
		5		31,70	24,80	0,17	29,90	29,50	38,14	29,87
		6		31,60	29,80	0,27	30,23	30,07	32,71	30,27
ABRIL	SIBIPIRUNA	1	27,73	29,27	0,30	27,20	27,17	58,60	27,57	
		2	28,10	28,43	1,33	27,40	27,30	64,43	27,40	
		3	EM BAIXO DA ARVORE	29,30	26,97	1,07	27,90	27,70	46,95	27,47
		4		28,07	23,27	0,27	27,17	27,00	44,52	26,90
		5		27,20	23,20	0,20	26,63	26,60	43,03	26,73
		6		27,30	24,47	0,53	26,70	26,60	21,53	26,60
MAIO	SIBIPIRUNA	1	25,50	28,68	0,60	24,80	24,85	61,67	23,62	
		2	26,55	29,75	0,82	25,40	25,37	58,07	24,40	
		3	EM BAIXO DA ARVORE	27,73	27,85	0,87	26,12	25,88	55,15	25,67
		4		26,63	23,28	0,38	25,32	25,18	54,82	24,32
		5		25,43	20,75	0,58	24,48	24,38	56,92	22,62
		6		25,98	22,27	0,48	24,77	24,80	57,02	22,67

JUNHO	SIBIPIRUNA	1		19,90	21,80	0,20	18,50	18,40	70,00	20,00
		2		25,00	21,90	0,00	22,30	22,00	59,00	22,10
		3	EM BAIXO DA	26,20	20,90	0,30	23,40	23,20	56,20	21,10
		4	ARVORE	22,60	20,30	0,40	22,30	22,00	60,10	21,30
		5		20,20	18,40	1,00	20,50	21,10	65,50	20,50
		6		22,50	19,90	0,00	21,90	21,50	64,50	20,80
JULHO	SIBIPIRUNA	1		20,67	20,47	0,23	20,03	19,93	79,07	19,17
		2		26,10	26,07	0,70	22,97	22,40	68,57	24,53
		3	EM BAIXO DA	23,90	23,13	0,17	21,77	21,43	66,17	24,73
		4	ARVORE	22,47	22,40	0,20	21,33	21,20	83,40	22,97
		5		20,30	17,73	0,07	20,27	19,30	72,57	21,53
		6		20,30	19,23	0,30	19,47	19,37	76,07	20,73
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1		29,97	30,70	1,23	28,70	28,60	50,77	29,87
		2		32,37	37,00	1,13	29,60	29,33	46,83	32,20
		3	EM BAIXO DA	31,67	35,37	2,00	30,43	30,10	47,67	31,57
		4	ARVORE	30,33	33,87	1,13	29,03	28,83	47,23	30,17
		5		31,07	29,47	1,00	28,63	28,43	46,73	30,57
		6		30,57	27,40	1,13	28,73	28,63	38,80	29,80
17 horas										
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1		30,10	28,20	0,60	31,10	31,10	34,20	30,50
		2		32,37	29,87	0,37	31,87	31,70	43,91	30,97
		3	EM BAIXO DA	36,17	30,17	0,87	32,83	32,20	41,69	31,37
		4	ARVORE	36,10	25,93	0,23	30,13	29,93	38,48	29,93
		5		31,20	25,77	0,27	29,40	29,33	55,14	29,73
		6		31,13	26,53	0,63	30,17	30,10	38,48	29,70

MARÇO	SIBIPIRUNA	1	EM BAIXO DA ARVORE	30,63	28,90	0,17	30,03	29,93	69,31	30,03
		2		31,57	28,87	0,37	30,30	30,23	48,80	30,37
		3		32,67	29,57	0,47	30,57	30,37	59,54	30,00
		4		32,93	27,70	0,43	30,30	29,97	32,23	29,77
		5		31,40	25,37	0,13	29,63	29,43	59,54	29,23
		6		30,23	28,80	0,43	29,30	29,23	50,80	29,30
ABRIL	SIBIPIRUNA	1	EM BAIXO DA ARVORE	26,75	26,10	0,05	26,35	26,30	68,55	27,30
		2		27,10	27,45	0,30	26,60	26,55	70,05	27,50
		3		28,90	26,40	0,55	27,60	27,40	65,35	27,50
		4		26,60	22,90	0,05	25,60	25,50	71,60	25,70
		5		26,15	22,40	0,30	25,35	25,25	71,65	25,75
		6		25,75	23,05	0,25	25,10	25,10	71,15	26,25
MAIO	SIBIPIRUNA	1	EM BAIXO DA ARVORE	26,90	26,50	0,08	26,30	26,23	65,98	26,98
		2		28,05	28,23	0,25	26,80	26,65	55,90	28,15
		3		29,50	26,18	0,45	27,35	27,10	62,15	27,93
		4		27,38	22,65	0,13	25,60	25,40	57,68	25,80
		5		26,28	21,48	0,25	25,10	24,95	65,64	25,90
		6		25,05	22,98	0,33	24,35	24,33	65,36	25,25
JUNHO	SIBIPIRUNA	1	EM BAIXO DA ARVORE	20,50	18,60	0,00	19,10	19,30	62,40	20,50
		2		21,50	23,00	0,20	21,00	20,60	56,80	21,20
		3		22,30	22,90	1,20	21,80	21,50	65,30	20,30
		4		22,40	20,50	1,10	19,90	19,50	64,60	19,90
		5		20,50	18,60	0,40	19,50	19,90	63,40	20,70
		6		20,80	18,20	0,30	19,60	19,20	67,30	20,50

JULHO	SIBIPIRUNA	1		19,17	18,40	0,37	18,63	18,67	71,40	19,47
		2		21,40	23,90	0,50	19,33	19,27	68,07	21,33
		3	EM BAIXO DA ARVORE	23,70	21,67	0,93	20,43	20,10	64,23	21,63
		4		20,30	18,03	0,53	18,87	18,70	72,43	19,53
		5		19,83	15,97	0,40	18,33	18,17	72,63	19,00
		6		17,97	15,87	0,37	17,23	17,13	76,50	17,97
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1		27,87	25,43	0,43	27,33	27,33	52,37	28,00
		2		29,10	29,00	1,50	26,60	27,63	51,50	29,47
		3	EM BAIXO DA ARVORE	29,80	27,80	1,73	28,20	28,03	52,70	28,80
		4		28,90	27,13	1,77	27,10	26,93	51,80	28,27
		5		28,17	22,63	0,17	26,37	26,27	55,47	27,40
		6		26,30	23,17	2,10	25,50	25,40	55,80	26,60

Apêndice 4: Dados das variáveis climáticas, PMV e PPD da Sibipiruna durante às 9,12,15 e 17h nas três estações em baixo da árvore.

ESTAÇÕES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	Temperatura do globo	Temperatura radiante	PMV	PPD	
9 horas							
VERÃO	SIBIPIRUNA	1		26,82	27,48	3,05	99,32
		2		27,03	27,96	3,02	99,20
		3	EM BAIXO DA ARVORE	31,63	34,97	3,38	99,90
		4		29,93	32,20	3,28	99,81
		5		27,73	28,76	3,13	99,54
		6		30,38	32,38	3,41	99,92

OUTONO	SIBPIRUNA	1		21,38	21,99	2,03	78,29
		2		21,44	22,01	2,20	84,93
		3	EM BAIXO DA	21,43	22,11	1,96	75,08
		4	ARVORE	21,54	22,19	2,12	81,98
		5		20,89	21,47	2,11	81,57
		6		22,16	23,03	2,09	80,69
INVERNO	SIBPIRUNA	1		19,58	20,05	1,95	74,58
		2		19,66	19,98	1,86	70,01
		3	EM BAIXO DA	20,33	20,75	1,87	70,35
		4	ARVORE	19,86	20,01	1,87	70,43
		5		18,83	18,84	1,95	74,38
		6		21,44	21,64	2,12	81,94
12 horas							
VERÃO	SIBPIRUNA	1		29,15	29,18	3,61	99,98
		2		31,42	32,45	3,80	100,00
		3	EM BAIXO DA	36,80	41,17	4,27	100,00
		4	ARVORE	34,87	37,93	4,11	100,00
		5		32,02	33,32	3,89	100,00
		6		33,75	35,44	4,09	100,00
OUTONO	SIBPIRUNA	1		24,92	25,39	2,76	97,46
		2		26,21	26,93	2,95	98,87
		3	EM BAIXO DA	26,51	27,51	2,94	98,81
		4	ARVORE	27,06	28,32	3,00	99,13
		5		25,46	26,37	2,78	97,65
		6		26,02	27,24	2,79	97,72

INVERNO	SIBPIRUNA	1		23,67	23,88	2,41	91,36
		2		23,86	23,86	1,00	26,05
		3	EM BAIXO DA	25,36	25,46	2,05	78,85
		4	ARVORE	26,20	26,41	2,64	95,85
		5		23,73	23,75	2,14	82,65
		6		24,53	24,53	2,43	91,79
15 horas							
VERÃO	SIBPIRUNA	1		30,90	30,92	2,63	95,80
		2		32,60	33,32	2,71	96,84
		3	EM BAIXO DA	36,13	38,54	2,71	96,84
		4	ARVORE	35,48	37,78	2,75	97,31
		5		32,63	33,50	2,49	93,17
		6		33,12	34,02	2,66	96,18
OUTONO	SIBPIRUNA	1		26,62	27,00	2,08	80,19
		2		27,33	27,90	2,19	84,64
		3	EM BAIXO DA	28,52	29,35	2,25	86,52
		4	ARVORE	27,35	28,09	1,98	75,87
		5		26,32	27,01	1,92	72,94
		6		26,64	27,53	1,91	72,74
INVERNO	SIBPIRUNA	1		23,51	23,67	1,85	69,37
		2		27,82	28,45	2,18	84,28
		3	EM BAIXO DA	27,26	27,84	2,16	83,44
		4	ARVORE	25,13	25,22	2,06	79,34
		5		23,86	23,87	2,02	77,56
		6		24,46	24,69	1,90	72,15

17 horas							
VERÃO	SIBPIRUNA	1		30,37	30,39	2,56	94,61
		2		31,97	32,45	2,53	94,12
		3	EM BAIXO DA	34,42	36,19	2,65	96,03
		4	ARVORE	34,52	36,85	2,27	87,28
		5		31,30	32,05	2,28	87,51
		6		30,68	31,12	2,52	93,78
OUTONO	SIBPIRUNA	1		26,83	26,83	2,03	78,15
		2		27,58	27,58	2,27	87,19
		3	EM BAIXO DA	29,20	29,40	2,34	89,32
		4	ARVORE	26,99	27,13	1,89	71,72
		5		26,21	26,23	2,07	79,65
		6		25,40	25,41	2,09	80,45
INVERNO	SIBPIRUNA	1		22,51	22,51	2,49	93,32
		2		24,00	24,00	1,98	75,93
		3	EM BAIXO DA	25,27	25,99	1,80	67,10
		4	ARVORE	23,87	24,40	1,70	61,89
		5		22,83	22,98	1,74	63,66
		6		21,69	21,69	1,68	60,62

Apêndice 7: Dados das variáveis climáticas da Grevilha durante às 9,12,15 e 17h em na edificação entre fevereiro à agosto de 2015.

MESES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	T°	V.			UR	T°ar		
			GLOBO	T° SUP	VENTO	WBGTo			WBGTo	
			9 horas							
FEVEREIRO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	32,13	27,25	1,10	30,57	30,20	39,63	28,50
			2	32,13	27,25	1,10	30,57	30,20	39,63	28,50
			3	29,40	26,28	1,07	28,93	28,83	19,65	27,97
			4	30,37	26,77	0,53	29,90	29,87	41,52	28,40
			5	30,37	26,77	0,53	29,90	29,87	41,52	28,40
			6	30,37	26,77	0,53	29,90	29,87	41,52	28,40
MARÇO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	29,87	21,89	0,40	26,47	26,10	40,88	25,50
			2	29,87	21,89	0,40	26,47	26,10	40,88	25,50
			3	27,53	24,22	1,20	26,27	26,17	39,63	25,83
			4	30,20	25,02	0,93	27,57	25,23	51,84	26,70
			5	30,20	25,02	0,93	27,57	25,23	51,84	26,70
			6	30,20	25,02	0,93	27,57	25,23	51,84	26,70
ABRIL	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	24,17	22,15	0,67	22,90	22,80	78,70	22,33
			2	24,17	22,15	0,67	22,90	22,80	80,17	22,33
			3	22,80	20,69	0,63	21,97	21,87	69,59	21,97
			4	23,90	21,73	0,23	22,77	22,57	86,44	22,40
			5	23,90	21,73	0,23	22,77	22,57	85,90	22,40
			6	23,90	21,73	0,23	22,77	22,57	86,47	22,40

MAIO	GREVILHA	1		20,37	17,93	0,37	19,15	18,98	75,30	19,35
		2		20,37	17,93	0,37	19,15	18,98	75,30	19,35
		3	EDIFICAÇÃO	19,27	17,51	1,02	18,72	18,60	80,23	17,20
		4		20,10	18,63	0,50	19,45	19,35	77,83	18,28
		5		20,10	18,63	0,50	19,45	19,35	77,83	18,28
		6		20,10	18,63	0,50	19,45	19,35	77,83	18,28
JUNHO	GREVILHA	1		17,40	16,40	0,90	16,70	16,60	84,00	17,30
		2		17,00	14,90	0,50	16,60	16,50	83,50	17,30
		3	EDIFICAÇÃO	17,00	14,90	0,50	16,60	16,50	83,50	17,30
		4		17,20	14,90	0,60	16,80	16,80	82,90	17,80
		5		17,20	14,90	0,60	16,80	16,80	82,90	17,80
		6		17,20	14,90	0,60	16,80	16,80	82,90	17,80
JULHO	GREVILHA	1		17,30	17,15	1,18	16,30	16,18	86,80	17,20
		2		17,30	17,15	1,18	16,30	16,18	85,78	16,83
		3	EDIFICAÇÃO	17,15	16,90	0,80	16,20	16,30	86,93	17,50
		4		17,48	16,18	0,83	16,68	16,50	84,65	17,68
		5		17,48	16,18	0,83	16,68	16,50	84,65	17,68
		6		17,48	16,18	0,83	16,68	16,50	84,65	17,68
AGOSTO	GREVILHA	1		25,90	21,83	1,03	24,50	24,03	65,07	25,47
		2		25,90	21,83	1,03	24,50	24,03	65,07	25,47
		3	EDIFICAÇÃO	24,37	23,37	0,93	23,73	23,63	63,57	23,33
		4		24,43	20,80	0,37	23,83	23,70	62,87	24,20
		5		24,43	20,80	0,37	23,83	23,70	62,87	24,20
		6		24,43	20,80	0,37	23,83	23,70	62,87	24,20
12 horas										
FEVEREIRO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	34,87	29,06	0,43	32,90	32,90	28,54	31,60
		2		34,87	29,06	0,43	32,90	32,90	28,54	31,60

		3		31,77	26,57	0,83	31,20	30,90	54,56	29,30
		4		33,57	29,08	0,67	31,60	31,00	40,96	30,40
		5		33,57	29,08	0,67	31,60	31,00	40,96	30,40
		6		33,57	29,08	0,67	31,60	31,00	40,96	30,40
MARÇO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	34,77	31,09	1,03	31,93	31,67	31,59	31,03
		2		34,77	31,09	1,03	31,93	31,67	31,59	31,03
		3		31,60	27,97	1,17	29,70	29,47	41,52	29,40
		4		32,47	31,05	1,80	30,57	30,37	50,26	29,87
		5		32,47	31,05	1,80	30,57	30,37	50,26	29,87
		6		32,47	31,05	1,80	30,57	30,37	50,26	29,87
ABRIL	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	28,13	31,64	0,33	27,37	27,37	59,70	28,00
		2		28,13	31,64	0,33	27,37	27,37	59,70	28,00
		3		26,43	23,03	0,60	24,97	24,83	66,45	24,50
		4		26,93	23,78	0,63	25,63	25,50	77,93	25,37
		5		26,93	23,78	0,63	25,63	25,50	77,93	25,37
		6		26,93	23,78	0,63	25,63	25,50	77,93	25,37
MAIO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	25,87	32,77	1,03	24,93	24,82	68,17	25,00
		2		25,87	32,77	1,03	24,93	24,82	68,17	25,00
		3		23,18	20,63	0,80	22,65	22,48	69,27	21,40
		4		23,77	21,91	0,45	22,92	22,77	67,47	21,78
		5		23,77	21,91	0,45	22,92	22,77	67,47	21,78
		6		23,77	21,91	0,45	22,92	22,77	67,47	21,78
JUNHO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	27,90	32,40	0,30	27,20	27,10	57,90	28,90
		2		27,90	32,40	0,30	27,20	27,10	57,90	28,90
		3		25,10	20,20	1,00	24,50	24,40	57,20	25,30
		4		25,80	24,00	0,50	23,70	23,60	53,20	25,70
		5		25,80	24,00	0,50	23,70	23,60	53,20	25,70
		6		25,80	24,00	0,50	23,70	23,60	53,20	25,70

JULHO	GREVILHA	1	21,33	28,77	0,83	20,73	20,53	79,03	21,60
		2	21,33	28,77	0,83	20,73	20,53	79,03	21,60
		3	17,90	17,40	0,90	17,23	17,23	80,47	18,37
		4	19,50	16,33	0,83	18,37	18,20	75,60	20,03
		5	19,50	16,33	0,83	18,37	18,20	75,60	20,03
		6	19,50	16,33	0,83	18,37	18,20	75,60	20,03
AGOSTO	GREVILHA	1	30,93	39,47	1,70	29,73	29,53	57,87	30,43
		2	30,93	39,47	1,70	29,73	29,53	59,53	30,43
		3	28,70	27,80	0,97	28,07	28,07	52,63	29,33
		4	29,07	24,13	0,73	28,03	27,87	53,73	28,90
		5	29,07	24,13	0,73	28,03	27,10	53,73	28,90
		6	29,07	24,13	0,73	28,03	27,87	53,73	28,90
15 horas									
FEVEREIRO	GREVILHA	1	37,70	31,61	1,67	33,70	33,23	34,63	32,60
		2	37,70	31,61	1,67	33,70	33,23	34,63	32,60
		3	32,53	27,61	1,27	30,47	30,33	51,76	30,37
		4	34,10	30,29	0,87	31,77	31,40	36,59	30,97
		5	34,10	30,29	0,87	31,77	31,40	36,59	30,97
		6	34,10	30,29	0,87	31,77	31,40	36,59	30,97
MARÇO	GREVILHA	1	33,93	33,40	0,33	32,03	31,90	22,44	32,33
		2	33,93	33,40	0,33	32,03	31,90	22,44	32,33
		3	30,77	28,54	0,47	29,97	29,80	40,97	30,17
		4	31,37	31,70	0,23	30,07	29,90	51,84	30,03
		5	31,37	31,70	0,23	30,07	29,90	51,84	30,03
		6	31,37	31,70	0,23	30,07	29,90	51,84	30,03
ABRIL	GREVILHA	1	29,13	29,29	0,93	27,97	27,87	65,37	28,33
		2	29,13	29,29	0,93	27,97	27,87	65,37	28,33

		3		27,00	37,96	0,73	26,57	26,53	66,37	27,27
		4		27,50	26,56	0,77	26,87	26,77	60,45	27,40
		5		27,50	26,56	0,77	26,87	26,77	60,45	27,40
		6		27,50	26,56	0,77	26,87	26,77	60,45	27,40
MAIO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	27,40	31,16	0,85	26,10	26,00	57,08	24,42
		2		27,40	31,16	0,85	26,10	26,00	57,08	24,42
		3		25,15	23,21	0,82	24,43	24,40	60,52	22,00
		4		25,97	24,83	0,98	25,05	24,95	58,93	22,65
		5		25,97	24,83	0,98	25,05	24,95	58,93	22,65
		6		25,97	24,83	0,98	25,05	24,95	58,93	22,65
JUNHO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	25,80	21,50	0,50	23,70	23,60	53,20	25,70
		2		25,80	21,50	0,50	23,70	23,60	53,20	25,70
		3		21,50	20,70	0,20	20,50	20,40	64,60	21,80
		4		22,40	20,90	0,30	21,40	21,30	57,20	21,90
		5		22,40	20,90	0,30	21,40	21,30	57,20	21,90
		6		22,40	20,90	0,30	21,40	21,30	57,20	21,90
JULHO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	24,00	27,73	0,33	22,00	22,55	65,00	24,15
		2		24,00	27,73	0,33	22,00	22,55	65,68	23,15
		3		21,28	21,10	0,88	20,28	20,10	71,45	22,00
		4		21,30	21,23	0,60	20,20	20,05	72,10	22,10
		5		21,30	21,23	0,60	20,20	20,05	72,10	22,10
		6		21,30	21,23	0,60	20,20	20,05	72,10	22,10
AGOSTO	GREVILHA	1	EDIFICAÇÃO	31,73	39,60	0,77	30,50	29,37	44,20	32,23
		2		31,73	39,60	0,77	30,50	29,37	44,20	32,23
		3		30,17	28,43	1,17	28,40	29,10	47,23	29,77
		4		30,10	28,57	1,33	28,87	28,73	48,90	30,57
		5		30,10	28,57	1,33	28,87	28,73	48,90	30,57
		6		30,10	28,57	1,33	28,87	28,73	48,90	30,57

		17 horas								
FEVEREIRO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	35,47	31,89	0,40	32,10	31,70	40,06	31,03
			2	35,47	31,89	0,40	32,10	31,70	40,06	31,03
			3	30,53	28,95	0,40	29,50	29,40	21,53	29,67
			4	30,50	29,77	0,30	30,27	30,30	27,31	30,03
			5	30,50	29,77	0,30	30,27	30,30	27,31	30,03
			6	30,50	29,77	0,30	30,27	30,30	27,31	30,03
MARÇO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	34,03	33,62	0,37	32,30	32,23	23,02	32,17
			2	34,03	33,62	0,37	32,30	32,23	23,02	32,17
			3	30,23	27,69	0,70	20,03	28,90	43,91	28,97
			4	29,83	30,25	0,50	29,03	29,00	32,23	29,27
			5	29,83	30,25	0,50	29,03	29,00	32,23	29,27
			6	29,83	30,25	0,50	29,03	29,00	32,23	29,27
ABRIL	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	28,50	29,71	0,50	27,60	27,55	69,15	28,40
			2	28,50	29,71	0,50	27,60	27,55	69,15	28,40
			3	25,80	24,18	0,10	25,15	25,15	72,70	26,20
			4	25,70	25,18	0,20	25,10	25,10	71,70	26,35
			5	25,70	25,18	0,20	25,10	25,10	71,70	26,35
			6	25,70	25,18	0,20	25,10	25,10	71,70	26,35
MAIO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	24,94	29,07	0,52	23,86	23,78	62,98	22,36
			2	24,94	29,07	0,52	23,86	23,78	62,98	22,36
			3	22,32	20,51	0,22	21,76	21,74	66,88	19,12
			4	22,60	21,39	0,44	22,04	22,04	66,68	19,10
			5	22,60	21,39	0,44	22,04	22,04	66,68	19,10
			6	22,60	21,39	0,44	22,04	22,04	66,68	19,10

JUNHO	GREVILHA	1	20,50	19,90	0,10	19,50	19,30	63,40	20,70
		2	20,50	19,90	0,10	19,50	19,30	63,40	20,70
		3	20,20	20,00	0,30	19,30	19,20	68,50	19,90
		4	20,80	20,40	0,90	19,40	19,00	63,40	20,60
		5	20,80	20,40	0,90	19,40	19,00	63,40	20,60
		6	20,80	20,40	0,90	19,40	19,00	63,40	20,60
JULHO	GREVILHA	1	20,33	23,40	0,80	19,40	19,27	71,27	20,00
		2	20,33	23,40	0,80	19,40	19,27	71,27	20,00
		3	20,93	21,47	0,40	19,67	19,50	69,90	19,70
		4	18,67	18,30	0,40	17,87	17,77	74,50	18,37
		5	18,67	18,30	0,40	17,87	17,77	74,50	18,37
		6	18,67	18,30	0,40	17,87	17,77	74,50	18,37
AGOSTO	GREVILHA	1	31,23	33,80	1,27	28,87	28,53	49,63	29,37
		2	31,23	33,80	1,27	28,87	28,53	49,63	29,37
		3	27,13	26,83	0,30	25,90	26,70	56,77	27,33
		4	26,57	25,43	0,80	25,60	25,57	55,83	27,10
		5	26,57	25,43	0,80	25,60	25,57	55,83	27,10
		6	26,57	25,43	0,80	25,60	25,57	55,83	27,10

Apêndice 8: Dados de T° globo, radiante, WBGT, Temperatura operativa (To) e DR da Grevilha na edificação nas três estações de 2015.

ESTAÇÕES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	Temperatura do globo	Temperatura radiante	WBGT	To	DR	
9 horas								
VERÃO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	31,00	39,68	27,49	28,20	73,94
			2	31,00	39,68	27,49	28,20	73,94
			3	28,47	39,45	26,79	27,37	98,32
			4	30,28	40,96	27,83	28,37	67,12
			5	30,28	40,96	27,83	28,37	67,12
			6	30,28	40,96	27,83	28,37	67,12
OUTONO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	22,27	23,56	20,89	19,05	86,80
			2	22,27	23,56	20,89	19,05	86,80
			3	21,03	19,64	20,36	20,53	136,32
			4	22,00	21,58	21,02	19,14	73,22
			5	22,00	21,58	21,02	19,14	73,22
			6	22,00	21,58	21,02	19,14	73,22
INVERNO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	20,20	24,78	19,12	17,39	92,15
			2	20,07	24,54	19,07	17,33	84,97
			3	19,51	23,61	18,85	18,99	77,38
			4	19,70	24,59	19,01	17,26	64,41
			5	19,70	24,59	19,01	17,26	64,41
			6	19,70	24,59	19,01	17,26	64,41
12 horas								
VERÃO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	34,82	50,11	31,55	32,39	38,89
			2	34,82	50,11	31,55	32,39	38,89
			3	31,68	45,25	29,54	30,05	82,66
			4	33,02	47,16	30,24	30,88	78,76
			5	33,02	47,16	30,24	30,88	78,76
			6	33,02	47,16	30,24	30,88	78,76

				27,00	35,16	26,04	26,71	66,24			
				27,00	35,16	26,04	26,71	66,24			
OUTONO	GREVILHA	3	EDIFICAÇÃO	24,81	27,56	23,56	23,75	94,24			
		4		25,35	28,33	24,16	22,02	76,85			
		5		25,35	28,33	24,16	22,02	76,85			
		6		25,35	28,33	24,16	22,02	76,85			
		1		26,72	39,63	24,53	25,66	81,14			
		2		26,72	39,63	24,53	25,66	81,14			
INVERNO	GREVILHA	3	EDIFICAÇÃO	23,90	33,70	23,07	23,28	112,56			
		4		24,79	34,89	23,48	21,45	85,56			
		5		24,79	34,89	23,48	21,45	85,56			
		6		24,79	34,89	23,48	21,45	85,56			
		15 horas									
							35,82	53,03	32,72	33,47	29,24
				35,82	53,03	32,72	33,47	29,24			
VERÃO	GREVILHA	3	EDIFICAÇÃO	31,65	47,49	30,24	30,68	64,83			
		4		32,73	48,07	30,66	28,12	44,83			
		5		32,73	48,07	30,66	28,12	44,83			
		6		32,73	48,07	30,66	28,12	44,83			
		1		28,27	33,88	26,96	27,46	53,45			
		2		28,27	33,88	26,96	27,46	53,45			
OUTONO	GREVILHA	3	EDIFICAÇÃO	26,08	28,77	25,54	25,81	61,01			
		4		26,73	30,11	25,94	26,19	62,52			
		5		26,73	30,11	25,94	26,19	62,52			
		6		26,73	30,11	25,94	26,19	62,52			
		1		28,27	33,88	26,96	27,46	53,45			
		2		28,27	33,88	26,96	27,46	53,45			

INVERNO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	27,18	40,52	24,58	24,97	28,83
			2	27,18	39,74	24,58	24,97	30,28
			3	24,31	34,11	23,48	23,81	51,84
			4	24,60	34,84	23,52	23,55	49,89
			5	24,60	34,84	23,52	23,55	49,89
			6	24,60	34,84	23,52	23,55	49,89
17 horas								
VERÃO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	34,75	50,82	31,85	29,39	7,72
			2	34,75	50,82	31,85	29,39	7,72
			3	30,38	45,17	29,15	26,71	19,38
			4	30,17	45,98	29,36	26,84	14,43
			5	30,17	45,98	29,36	26,84	14,43
			6	30,17	45,98	29,36	26,84	14,43
OUTONO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	26,72	29,51	25,72	23,70	60,87
			2	26,72	29,51	25,72	23,70	60,87
			3	24,06	23,12	23,48	19,14	32,05
			4	24,15	23,09	23,60	21,60	56,00
			5	24,15	23,09	23,60	21,60	56,00
			6	24,15	23,09	23,60	21,60	56,00
INVERNO	GREVILHA	EDIFICAÇÃO	1	24,02	31,60	22,55	20,65	80,86
			2	24,02	31,60	22,55	20,65	80,86
			3	22,76	29,41	21,52	17,57	51,97
			4	22,01	28,82	21,39	19,58	89,11
			5	22,01	28,82	21,39	19,58	89,11
			6	22,01	28,82	21,39	19,58	89,11

Apêndice 9: Dados das variáveis climáticas da Sibipiruna na edificação de fevereiro à agosto de 2015.

MESES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	Tº GLOBO	Tº SUP	V. VENTO	WBGTi	WBGTº	UR	Tºar
9 horas									
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1	26,32	23,12	0,83	26,45	26,30	56,21	24,33
		2	26,47	22,79	0,97	26,20	26,00	48,80	24,70
		3	29,07	23,47	0,13	27,30	26,80	46,40	25,70
		4	28,15	22,63	0,32	27,05	27,20	55,13	25,15
		5	27,02	23,70	0,58	26,90	26,60	57,27	25,88
		6	29,23	23,00	0,97	28,30	28,00	59,54	26,10
MARÇO	SIBIPIRUNA	1	27,32	24,52	0,48	25,68	25,45	63,11	25,40
		2	27,40	24,19	0,60	25,57	25,30	75,51	24,80
		3	30,57	23,07	0,43	26,60	26,10	81,70	25,57
		4	29,52	23,02	0,88	26,35	25,93	58,79	25,37
		5	27,53	22,92	0,68	25,82	25,62	47,31	25,53
		6	30,87	24,13	1,00	27,40	26,93	81,70	26,20
ABRIL	SIBIPIRUNA	1	25,10	21,48	0,42	21,63	21,53	74,80	21,63
		2	23,00	22,29	0,43	21,80	21,67	92,20	21,83
		3	23,40	20,98	0,40	22,13	22,07	78,53	22,07
		4	23,02	19,84	0,48	22,05	21,33	75,98	21,52
		5	22,78	20,42	0,28	21,72	21,63	79,96	21,87
		6	22,43	20,35	0,20	21,83	21,77	74,26	21,40
MAIO	SIBIPIRUNA	1	19,34	19,08	1,12	18,29	18,15	79,83	17,78
		2	19,90	19,57	0,58	18,88	18,78	77,05	19,05
		3	19,65	18,17	0,30	18,58	18,45	80,08	17,98
		4	19,28	17,21	0,39	18,62	18,41	78,33	17,79
		5	19,14	16,65	0,55	18,61	18,56	79,71	17,38
		6	20,17	19,24	0,93	19,78	19,73	78,15	18,08

JUNHO	SIBIPIRUNA	1		16,35	16,98	0,93	15,98	15,95	87,35	17,65
		2		16,45	17,05	0,25	16,15	16,15	90,40	17,40
		3	EDIFICAÇÃO	16,90	16,25	0,20	16,50	16,45	90,80	17,55
		4		16,88	15,75	0,23	16,35	16,30	90,23	17,28
		5		16,88	15,75	0,23	16,35	16,30	90,23	17,28
		6		16,50	15,20	0,45	16,55	16,45	90,90	17,35
JULHO	SIBIPIRUNA	1		16,72	15,30	0,35	16,35	16,33	90,88	17,23
		2		17,23	15,20	0,45	16,55	16,45	90,90	17,35
		3	EDIFICAÇÃO	18,13	18,90	1,08	18,78	18,70	89,10	19,53
		4		16,60	17,17	0,88	15,82	15,72	81,95	17,03
		5		16,20	16,30	0,45	15,72	15,72	84,13	16,68
		6		18,13	20,27	0,83	17,50	17,40	79,50	18,20
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1		25,33	24,53	1,37	24,30	24,22	65,33	22,67
		2		26,47	23,57	1,00	24,73	24,50	61,60	24,10
		3	EDIFICAÇÃO	24,97	22,00	0,77	23,30	23,00	63,87	23,20
		4		25,65	22,65	1,32	24,18	23,80	62,22	24,45
		5		24,10	21,32	0,60	23,27	23,08	64,73	23,82
		6		28,23	27,23	0,47	24,07	26,30	53,67	27,03
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1		29,70	28,74	0,70	30,60	30,55	50,51	28,68
		2		30,80	27,94	1,33	30,30	30,10	37,67	28,83
		3	EDIFICAÇÃO	35,90	27,66	0,63	31,40	30,90	45,70	29,20
		4		32,52	25,57	0,87	30,20	30,00	43,94	28,88
		5		31,92	26,55	0,48	30,65	30,55	41,51	29,73
		6		33,67	28,02	0,77	31,50	31,00	44,52	30,03

MARÇO	SIBIPIRUNA	1		30,73	29,09	0,45	31,45	29,77	53,25	29,88
		2	EDIFICAÇÃO	31,70	28,59	1,17	27,30	29,03	46,88	28,73
		3		36,20	28,11	0,80	31,63	31,03	43,03	30,27
		4		33,80	25,78	1,00	30,30	29,83	56,61	29,13
		5		31,73	26,20	1,05	29,62	29,42	31,78	29,33
		6		33,60	29,29	1,10	30,90	30,53	48,80	30,43
ABRIL	SIBIPIRUNA	1			26,57	24,96	0,36	25,33	25,18	71,18
		2	EDIFICAÇÃO	27,03	25,53	0,73	25,53	25,23	84,80	24,37
		3		27,10	24,44	0,27	25,57	25,30	66,09	24,83
		4		27,48	21,95	0,70	25,63	25,33	66,86	24,75
		5		26,62	21,83	0,53	25,03	24,87	71,69	24,72
		6		27,53	23,58	0,23	25,57	25,37	66,32	25,70
MAIO	SIBIPIRUNA	1			24,01	23,51	0,82	22,91	22,93	68,07
		2	EDIFICAÇÃO	25,07	25,64	0,98	23,43	23,30	66,45	23,85
		3		24,50	22,76	0,45	23,42	23,10	66,10	23,00
		4		24,99	20,58	0,53	23,63	23,39	66,01	22,60
		5		23,89	19,86	0,62	22,84	22,84	68,12	21,95
		6		24,03	21,88	0,77	23,07	22,97	68,03	21,43
JUNHO	SIBIPIRUNA	1			20,75	22,35	1,05	20,90	20,80	71,80
		2	EDIFICAÇÃO	24,10	23,40	0,50	21,40	21,60	57,80	21,00
		3		22,60	20,90	1,00	20,90	20,60	70,70	21,50
		4		21,70	20,75	0,50	20,90	20,70	67,05	20,35
		5		21,20	18,55	0,55	20,25	20,10	61,65	20,65
		6		21,60	21,00	0,40	20,80	20,50	61,54	20,30

JULHO	SIBIPIRUNA	1	18,75	18,18	1,00	17,47	17,50	81,57	18,97
		2	20,13	19,83	0,43	19,23	18,43	75,77	20,53
		3	19,80	18,63	0,53	18,07	17,83	76,80	19,30
		4	20,38	17,53	0,72	18,98	18,65	76,20	19,83
		5	18,12	15,98	0,57	17,32	17,25	79,92	18,35
		6	19,87	17,90	0,87	18,53	18,33	75,13	19,57
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1	28,50	30,10	1,57	27,42	27,38	59,28	28,13
		2	28,53	29,17	1,93	26,97	26,80	56,10	28,80
		3	29,13	28,10	1,33	27,27	27,27	53,60	29,17
		4	28,48	25,72	1,63	27,23	26,83	57,45	28,57
		5	28,12	25,45	0,98	27,27	27,27	53,68	29,03
		6	30,63	24,87	1,30	28,73	28,50	51,03	29,63
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1	30,65	31,05	0,92	31,83	31,80	36,04	31,60
		2	30,60	31,02	1,07	31,95	31,75	23,93	31,47
		3	30,87	32,19	0,57	33,40	32,90	40,82	31,83
		4	27,65	27,22	1,03	32,05	31,70	30,60	31,20
		5	27,53	27,69	0,38	31,33	30,75	43,88	30,62
		6	28,20	28,90	1,27	31,75	31,40	34,20	31,13
MARÇO	SIBIPIRUNA	1	30,87	39,38	0,75	30,07	29,97	51,73	30,08
		2	31,23	30,67	0,13	30,07	29,93	38,48	30,43
		3	31,03	31,03	0,30	30,90	30,60	34,20	30,60
		4	28,40	28,72	0,30	30,85	64,05	33,67	30,35
		5	28,48	27,96	0,28	29,85	29,67	41,50	29,68
		6	29,00	29,05	0,50	30,37	30,33	30,35	30,27

ABRIL	SIBIPIRUNA	1	28,22	27,96	0,55	27,35	27,30	49,45	27,85
		2	28,13	28,16	1,67	27,40	27,30	29,70	27,60
		3 EDIFICAÇÃO	27,67	27,63	0,60	27,67	27,47	65,60	28,40
		4	24,18	24,12	1,13	26,77	26,70	69,30	27,65
		5	24,22	24,31	0,65	26,57	26,52	72,45	27,55
		6	24,63	24,75	0,23	26,57	26,50	71,40	27,30
MAIO	SIBIPIRUNA	1	26,28	26,43	0,95	25,14	25,12	58,32	23,31
		2	28,90	28,96	0,86	26,02	25,94	54,46	24,76
		3 EDIFICAÇÃO	27,00	26,83	0,60	25,90	25,80	55,44	25,12
		4	22,93	23,04	0,67	25,02	24,91	55,66	23,18
		5	21,24	21,20	0,59	24,26	24,19	53,91	21,93
		6	22,38	22,59	0,90	24,74	24,64	57,40	22,46
JUNHO	SIBIPIRUNA	1	22,00	21,00	0,50	21,10	21,20	69,30	22,10
		2	23,90	22,50	1,20	23,20	23,00	65,20	23,70
		3 EDIFICAÇÃO	24,10	23,40	1,10	23,10	22,80	60,90	24,30
		4	28,70	22,40	1,00	25,50	25,00	53,20	26,20
		5	24,40	22,80	0,60	23,70	23,70	57,30	24,60
		6	25,00	22,10	1,10	24,00	23,80	56,10	25,00
JULHO	SIBIPIRUNA	1	19,63	20,78	0,43	19,35	19,38	77,43	19,95
		2	22,93	28,40	0,58	23,20	22,90	67,65	23,53
		3 EDIFICAÇÃO	22,28	25,45	0,73	22,18	21,83	64,18	22,73
		4	23,98	20,85	0,45	21,63	21,28	66,63	23,25
		5	21,65	18,70	0,48	20,30	20,15	67,48	22,25
		6	21,28	19,05	0,58	20,15	19,98	70,63	21,35

AGOSTO	SIBIPIRUNA	1		26,60	30,73	0,63	26,47	26,97	52,63	29,07
		2		32,43	38,37	1,97	30,10	30,07	51,17	31,00
		3	EDIFICAÇÃO	32,20	36,83	1,20	30,43	30,27	47,80	31,87
		4		31,67	30,20	2,07	30,30	29,90	46,60	30,80
		5		31,33	27,50	0,70	29,20	28,93	46,87	30,53
		6		29,80	27,57	1,07	29,13	28,87	47,10	29,83
FEVEREIRO	SIBIPIRUNA	1		30,52	30,52	0,52	31,23	31,20	46,16	30,60
		2		33,00	31,62	0,90	31,97	31,83	43,91	31,10
		3	EDIFICAÇÃO	31,23	33,62	1,00	32,50	32,17	50,80	31,00
		4		28,18	28,27	0,57	29,72	29,62	42,72	29,68
		5		29,05	27,81	0,58	29,38	29,35	44,24	29,45
		6		29,60	28,87	0,13	29,82	29,71	56,03	29,44
MARÇO	SIBIPIRUNA	1		29,72	29,88	0,58	29,87	29,75	63,15	29,73
		2		30,63	31,07	0,43	30,03	29,90	43,10	29,97
		3	EDIFICAÇÃO	31,47	31,72	0,07	30,60	30,40	50,80	30,03
		4		28,47	29,06	0,28	30,32	30,20	49,80	29,75
		5		27,63	27,70	0,32	29,62	29,30	58,79	29,20
		6		29,23	29,00	0,20	29,33	29,23	55,69	29,27
ABRIL	SIBIPIRUNA	1		26,88	26,81	0,52	59,55	26,20	69,13	26,85
		2		28,17	29,15	1,17	27,00	26,97	68,30	27,60
		3	EDIFICAÇÃO	27,43	27,24	0,50	26,63	26,53	67,35	26,77
		4		24,48	24,54	0,65	25,57	25,42	70,65	24,95
		5		23,87	23,90	0,30	25,25	25,22	72,55	25,47
		6		24,13	24,17	0,33	25,10	25,07	71,95	25,73

MAIO	SIBIPIRUNA	1		21,00	22,23	0,85	20,18	20,15	71,95	16,58
		2	EDIFICAÇÃO	21,10	20,80	0,50	21,40	21,60	57,80	21,00
		3		21,60	21,70	0,40	22,20	22,60	58,30	21,20
		4		20,75	20,13	0,35	20,35	20,00	76,68	20,65
		5		19,93	18,63	0,48	19,70	19,45	74,44	19,73
		6		20,90	20,30	0,20	20,00	19,90	61,00	20,10
JUNHO	SIBIPIRUNA	1			18,98	22,68	1,30	18,58	18,53	65,90
		2	EDIFICAÇÃO	25,10	28,00	0,70	27,80	29,60	61,80	22,60
		3		24,60	27,10	0,80	27,00	28,60	61,30	22,40
		4		22,10	23,53	0,68	20,10	19,68	60,33	21,75
		5		20,65	17,85	0,63	18,68	18,40	64,05	20,05
		6		20,90	20,30	0,20	20,00	19,90	61,00	20,10
JULHO	SIBIPIRUNA	1			28,23	31,93	0,67	27,53	27,55	54,88
		2	EDIFICAÇÃO	26,60	30,70	0,40	30,20	32,60	63,30	23,20
		3		27,10	31,60	0,30	31,00	33,60	63,80	23,40
		4		28,22	29,52	1,30	27,22	27,20	55,45	27,57
		5		27,42	25,45	0,62	26,67	26,55	54,30	27,10
		6		20,90	20,30	0,20	20,00	19,90	61,00	20,10
AGOSTO	SIBIPIRUNA	1			19,50	19,08	0,62	18,57	18,45	66,13
		2	EDIFICAÇÃO	24,61	28,52	1,27	23,58	23,61	55,89	23,99
		3		25,18	29,39	1,13	24,09	23,99	56,01	24,56
		4		25,46	24,50	0,90	23,84	23,52	59,53	24,09
		5		23,57	23,47	0,78	22,53	22,24	60,70	22,91
		6		22,29	20,88	0,64	21,33	21,23	61,53	21,86

Apêndice 10: Dados de T° globo, radiante, WBGT, Temperatura operativa (To) e DR da Sibipiruna na edificação nas três estações de 2015.

ESTAÇÕES	ESPÉCIE	POSIÇÃO	Temperatura do globo	Temperatura radiante	WBGT	To	DR	
9 horas								
VERÃO	SIBIPIRUNA	3 EDIFICAÇÃO	1	26,82	27,67	25,03	25,43	78,67
			2	26,93	27,91	25,00	25,41	89,46
			4	29,82	31,95	26,28	24,33	39,78
			5	28,83	30,61	25,76	23,81	70,73
			6	27,28	27,92	25,75	23,59	69,58
			6	30,05	32,00	26,79	27,32	88,16
OUTONO	SIBIPIRUNA	3 EDIFICAÇÃO	1	22,22	24,69	20,22	20,56	135,19
			2	21,45	22,61	20,50	18,60	94,46
			4	21,53	23,41	20,27	18,52	77,81
			5	21,15	22,92	20,04	18,29	92,29
			6	20,96	22,89	20,27	18,40	91,47
			6	21,30	22,98	20,63	18,67	108,32
INVERNO	SIBIPIRUNA	3 EDIFICAÇÃO	1	19,47	19,55	18,81	19,04	106,18
			2	20,05	20,19	19,25	17,54	76,78
			4	20,00	20,00	19,40	17,62	84,01
			5	19,71	19,71	18,76	16,97	97,61
			6	19,06	19,06	18,44	16,74	64,51
			6	20,96	20,96	19,77	18,25	71,53

VERÃO	SIBIPIRUNA	1		30,22	30,55	29,26	26,67	36,10
		2		31,25	32,34	28,99	29,55	66,67
		3	EDIFICAÇÃO	36,05	39,39	30,67	31,63	37,87
		4		33,16	35,20	29,60	30,27	52,76
		5		31,83	32,82	29,64	30,24	41,47
		6		33,63	35,22	30,63	31,25	39,81
OUTONO	SIBIPIRUNA	1		25,29	26,78	24,05	21,95	80,22
		2		26,05	27,05	24,27	24,55	89,46
		3	EDIFICAÇÃO	25,80	27,15	24,16	22,03	53,34
		4		26,24	28,09	24,42	24,47	80,62
		5		25,25	26,92	23,92	21,75	81,27
		6		25,78	28,11	24,79	22,24	77,03
INVERNO	SIBIPIRUNA	1		22,67	22,69	22,03	20,04	99,54
		2		24,26	24,55	22,61	22,89	95,44
		3	EDIFICAÇÃO	23,84	24,01	22,56	20,49	96,54
		4		23,52	23,73	22,36	22,27	99,83
		5		22,48	22,48	21,86	19,81	83,35
		6		24,03	24,35	22,62	20,46	91,09
15 horas								
VERÃO	SIBIPIRUNA	1		30,76	48,92	46,22	30,71	25,54
		2		30,92	49,19	30,79	27,89	31,39
		3	EDIFICAÇÃO	30,95	49,86	31,34	31,15	22,90
		4		28,03	48,75	27,77	28,19	35,63
		5		28,01	47,20	27,93	25,19	26,26
		6		28,60	48,57	28,70	28,90	43,94

OUTONO	SIBIPIRUNA	1		27,25	31,50	27,06	27,07	90,08
		2	EDIFICAÇÃO	28,52	34,63	28,54	28,43	109,51
		3		27,33	35,42	27,94	24,31	64,44
		4		23,56	31,23	23,49	23,78	102,97
		5		22,73	28,63	22,69	20,61	89,55
		6		23,51	29,72	23,79	21,15	80,56
INVERNO	SIBIPIRUNA	1			22,74	32,34	22,41	23,15
		2	EDIFICAÇÃO	26,42	37,56	25,14	24,97	105,03
		3		26,19	38,07	24,96	22,84	88,93
		4		28,11	39,10	25,40	25,53	92,30
		5		25,79	36,93	24,43	22,24	66,51
		6		25,36	36,03	24,26	22,10	93,16
17 horas								
VERÃO	SIBIPIRUNA	1		30,12	47,25	29,99	27,30	31,93
		2	EDIFICAÇÃO	31,82	48,15	31,95	31,79	32,88
		3		31,35	48,11	31,34	28,20	28,41
		4		28,33	46,14	28,95	25,79	29,85
		5		28,34	45,19	28,25	25,32	33,91
		6		29,42	45,26	29,17	23,24	15,69
OUTONO	SIBIPIRUNA	1			25,48	31,69	25,50	22,88
		2	EDIFICAÇÃO	30,46	35,43	30,81	30,60	107,34
		3		28,06	34,96	27,06	24,58	66,66
		4		22,41	29,53	22,49	20,20	86,38
		5		20,97	29,30	22,15	25,83	66,58
		6		21,86	28,80	21,79	19,62	78,93

		1	19,93	28,50	20,18	18,11	19,93
		2	18,72	27,99	21,81	40,23	32,63
INVERNO	SIBIPIRUNA	3	19,67	26,62	19,59	17,82	17,42
		4	25,88	27,59	26,33	22,78	20,67
		5	33,33	30,92	31,87	29,22	28,89
		6	29,83	32,05	27,66	25,31	31,83
