UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA DO SOMBREAMENTO NATURAL DE ALGUMAS ESPÉCIES ARBÓREAS, EM CONDIÇÃO DE PASTAGEM.

JOSÉ LUIS MARTINS

Campinas - SP

Dezembro – 2001

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE TÉRMICA DO SOMBREAMENTO NATURAL DE ALGUMAS ESPÉCIES ARBÓREAS, EM CONDIÇÃO DE PASTAGEM.

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola, área de concentração: Água e Solos.

JOSÉ LUIS MARTINS

Orientadora: Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani

Co-orientador: Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva

Campinas - SP

Dezembro – 2001

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Martins, José Luis
M366a Avaliação da qualidade térmica do sombreamento natural de algumas espécies arbóreas, em condição de pastagem / José Luis Martins.--Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientadores: Maria Ângela Fagnani e Iran José Oliveira da Silva.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Arborização. 2. Produção animal. 3. Bovino-Criação. I. Fagnani, Maria Ângela. II. Silva, Iran José Oliveira da. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. IV. Título.

DEDICO

À minha mãe Conceição e meu pai Jeronymo,
por tudo que fizeram por mim e pelo apoio constante
em todas as horas.

Aos meus avós Benedita e Fulgêncio (in memoriam),
pela preocupação que tudo saísse certo, e pelo
muito que sempre representaram em minha vida".

"A todos aqueles que acreditaram,
mesmo sabendo das asperezas do caminho...
Dedico".

AGRADECIMENTOS

A jornada foi longa, mas com a ajuda dos amigos ela se tornou um momento de alegria.

Agradeço primeiramente aos meus orientadores **Profa. Dra. Maria Ângela Fagnani e Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva**, pelo incentivo, ensinamentos, amizade e principalmente por acreditarem em meu potencial.

À comissão de orientação formada pelas Profas. Dras. **Irenilza de Alencar Nääs** e **Ana Maria Liner Pereira Lima**, pelo acompanhamento no decorrer dos trabalhos e pelas valiosas sugestões.

À minha "família piracicabana": **Domingos, Maria das Graças, Fábio, Isabel, Daniel e Guilherme**, pelo apoio em todo o percurso.

A **Profa. Dra. Sonia Maria Stefano Piedade**, pela valiosa ajuda nas análises e discussões estatísticas dos dados.

Ao corpo docente da **Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP**, pelo muito foi ensinado.

À **Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP Campus Pirassununga** – SP. Em especial a **Profa. Dra. Célia Orlandelli Carrer,** do Departamento de Ciências Básicas, pelo apoio nas fases de coleta de dados. E também aos amigos do Curral de Gado de Corte (Projetão): **Armando, Beto Balduino, Tião Rossi, José Kuel e Pavão**, pela amizade e convívio em todas as fases de coleta de dados, tenho muito a lhes agradecer.

Ao **Prof. Dr. Guido Zanlorenzi** pelo muito que me ensinou na arte de ensinar.

A nossa equipe de trabalho **Profa. Dra. Daniella Jorge de Moura, Dra. Kelly Savegnani**, aos mestrandos **Edilaine Regina Pereira (Mi), Pauletti Karlliem Rocha, Hélinton Pandorfi,** a doutoranda **Soraia Matarazzo** e também **Patrícia Furlan, Mauricio Perissinotto e Luis Carlos Roma**.

Participantes do NUPEA – Núcleo de Pesquisa em Ambiência – ESALQ/USP. Pela amizade e apoio constante em todas as horas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pela concessão da bolsa de estudos e auxílio à pesquisa.

SUMÁRIO

Página

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **IX**
ÍNDICE DE TABELAS ..... **XI**
RESUMO ..... **XII**
ABSTRACT ..... **XIII**
I. INTRODUÇÃO **1**
II. OBJETIVOS **3**
III. REVISÃO DE LITERATURA **4**
3.1. ASPECTOS GERAIS 4
3.2. ARBORIZAÇÃO E AMBIENTE 5
3.2.1. Arborização e áreas urbanas *5*
3.2.2. Arborização e o ambiente natural *6*
3.3. EFEITO DA ARBORIZAÇÃO NO MICRO-CLIMA DO AMBIENTE 7
3.4. ESPÉCIES UTILIZADAS: CARACTERÍSTICAS DESEJÁVEIS E INDESEJÁVEIS 9
3.4.1. Principais espécies utilizadas na arborização urbana *9*
3.4.2. Principais espécies utilizadas na arborização rural *10*
3.5. PARÂMETROS CLIMÁTICOS E ÍNDICES DE CONFORTO TÉRMICO NA PESQUISA PECUÁRIA 14
IV. MATERIAL E MÉTODO **18**
4.1. SELEÇÃO DAS ÁRVORES: 18
4.2. COLETA DOS DADOS: 28
4.2.1. Fase I: Inverno *29*
4.2.2. Fase II: Primavera *29*
4.2.3. Fase III: Verão *30*
4.2.4. Fase IV: Outono *30*
4.3. ESTUDO DA SOMBRA: 31
4.4. FORMA DE ANÁLISE DOS DADOS 33
4.4.1. Seleção dos dias críticos: *33*
4.4.2. Avaliação das sombras: *33*
4.4.3. Delineamento Experimental: *33*
V. RESULTADOS E DISCUSSÃO **35**
5.1. TEMPERATURA DE BULBO SECO (TBS) 35
5.1.1. Para o Inverno 2000 ..... *35*
5.1.2. Para a Primavera 2000 ..... *36*
5.1.3. Para o Verão 2000 ..... *36*
5.1.4. Para o Outono 2001 ..... *37*
5.2. TEMPERATURA DE GLOBO NEGRO (TGN) 40
5.2.1. Para o Inverno 2000: *40*
5.2.2. Para a Primavera 2000 ..... *41*

5.2.3. Para o Verão 2000 ..... *41*
5.2.4. Para o Outono 2001 ..... *42*
5.3. UMIDADE RELATIVA 44
5.3.1. Para o Inverno 2000 ..... *44*
5.3.2. Para a Primavera 2000 ..... *44*
5.3.3. Para o Verão 2000 ..... *45*
5.3.4. Para o Outono 2001 ..... *46*
5.4. NÍVEL DE ILUMINAÇÃO 48
5.4.1. Para o Inverno 2000 ..... *48*
5.4.2. Para a Primavera 2000 ..... *49*
5.4.3. Para o Verão 2000 ..... *50*
5.4.4. Para o Outono 2001 ..... *50*
5.5. ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE RELATIVA (THI) 52
5.5.1. Para o Inverno 2000 ..... *53*
5.5.2. Para a Primavera: *53*
5.5.3. Para o Verão 2000 ..... *54*
5.5.4.Para o Outono 2001 ..... *55*
5.6. ÍNDICE DE TEMPERATURA DO GLOBO NEGRO E UMIDADE (BGHI): 57
5.6.1. Para o Inverno 2000 ..... *57*
5.6.2. Para a Primavera 2000 ..... *58*
5.6.3. Para o Verão 2000 ..... *59*
5.6.4. Para o Outono 2001 ..... *59*
5.7. ÍNDICE DE CARGA TÉRMICA RADIANTE (CTR) 62
5.7.1. Para o Inverno 2000 ..... *62*
5.7.2. Para a Primavera 2000 ..... *62*
5.7.3. Para o Verão 2000 ..... *63*
5.7.4. Para o Outono 2001 ..... *64*
5.8. REDUÇÃO DA CARGA TÉRMICA RADIANTE 66
5.8.1. Para o Inverno2000 ..... *66*
5.8.2. Para a Primavera 2000 ..... *67*
5.8.3. Para o Verão 2000 ..... *68*
5.8.4. Para o Outono 2001 ..... *69*
5.9. TEMPERATURA DE BULBO SECO (LEITURA DOS SENSORES) 71
5.9.1. Para o Outono 2001 ..... *71*
5.10. UMIDADE RELATIVA 72
5.10.1. Para o Outono 2001 ..... *72*
5.11. RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL 73
5.11.1. Para o Outono 2001 ..... *73*
5.12. RADIAÇÃO FOTOSSINTETICAMENTE ATIVA (RFSA) 74
5.12.1. Para o Outono 2001 ..... *74*
VI. CONCLUSÕES 81
VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 82

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1. Árvore Louro Pardo, *Cordia trichotoma* Arrab. ex steud. 20
Figura 2. Árvore Cedro, *Cedrela fissilis* Vell. 20
Figura 3. Árvore Amendoinm do Campo, *Platypodium elegans* Vog. 20
Figura 4. Árvore Mata Pau, *Ficus guaranítica* Schodat. 20
Figura 5. Árvore Açoita Cavalo, *Luehea grandiflora* Mart. Et Zucc. 20
Figura 6. Árvore Jatobá, *Hymenaea courbaril* L. var. stilbocarpa Lee et Lang. 20
Figura 7. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Inverno 2000 21
Figura 8. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Primavera 2000 21
Figura 9. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Verão 2000. 21
Figura 10. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Outono 2001. 21
Figura 11. Árvore Copaíba, *C. langsdorffii* Desf, Inverno. 23
Figura 12. Árvore Copaíba, *C. langsdorffii* Desf., Primavera 2000. 23
Figura 13. Árvore Copaíba, *C. langdorffii* Desf., Verão 2000. 23
Figura 14. Árvore Copaíba, *C. langsdroffii* Desf., Outono 2001. 23
Figura 15. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Inverno 2000. 24
Figura 16. Árvore Pau Pereira, *P. regnellii* Benth., Verão 2000. 24
Figura 17. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Verão 2000. 24
Figura 18. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Outono 2001 24
Figura 19. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Inverno 2000. 25
Figura 20. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Primavera 2000. 25
Figura 21. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Verão 2000. 25
Figura 22. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Outono 2001. 25
Figura 23. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Inverno 2000. 27
Figura 24. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Primavera 2000. 27
Figura 25. Árvore Orelha de Preto, E. contortisiliquum Morong, Verão 2000. 27
Figura 26. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Outono, 2001. 27
Figura 27. Aspecto geral do piquete, durante a reforma do pasto, Primavera 2000. 30
Figura 28. Higrômetro, termômetro de máxima e mínima e de bulbo negro. 32
Figura 29. Equipamento Luximetro marca Minipa. 32
Figura 30. Termo-anemômetro marca ALNOR. 32
Figura 31. Estação meteorológica marca Squitter 32
Figura 32. Variação média da temperatura de bulbo seco, Inverno 2000. 38
Figura 33. Variação média da temperatura de bulbo seco, Primavera 2000. 39
Figura 34. Variação média da temperatura de bulbo seco, Verão 2000. 39
Figura 35. Variação média da temperatura de bulbo seco, Outono 2001 40
Figura 36. Variação média da temperatura de globo negro, Inverno 2000. 43
Figura 37. Variação média da temperatura de globo negro, Primavera 2000. 43
Figura 38. Variação da temperatura de globo negro, Verão 2000 43
Figura 39. Variação média da temperatura de globo negro, Outono 2001 43
Figura 40. Variação média da UR, Inverno 2000. 46
Figura 41. Variação média da UR, Primavera 2000. 47
Figura 42. Variação média da UR, Verão 2000. 47
Figura 43. Variação média da UR, Outono 2001. 48

Figura 44. Variação do nível de iluminação, Inverno 2000. 51
Figura 45. Variação média do nível de iluminação, Primavera 2000..... 51
Figura 46. Variação média do nível de iluminação, Verão 2000. 51
Figura 47. Variação média do nível de iluminação, Outono 2001. 51
Figura 48. Variação média do índice THI, Inverno 2000..... 56
Figura 49. Variação média do índice THI, Primavera 2000..... 56
Figura 50. Variação média do índice THI, Verão 2000. 57
Figura 51. Variação média do índice THI, Outono 2001. 57
Figura 52. Variação média do índice BGHI, Inverno 2000. 60
Figura 53. Variação média do índice BGHI, Primavera 2000. 61
Figura 54. Variação média do índice BGHI, Verão 2000. 61
Figura 55. Variação média do índice BGHI, Inverno 2001. 61
Figura 56. Variação da Carga Térmica Radiante (CTR), Inverno 2000..... 65
Figura 57. Variação média do índice CTR, Primavera 2000. 65
Figura 58. Variação média do índice CTR, Verão 2000. 65
Figura 59. Variação média do índice CTR, Outono 2001. 65
Figura 60. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Inverno 2000. 70
Figura 61. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Primavera 2000. 70
Figura 62. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Verão 2000. 70
Figura 63. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Outono 2001. 70
Figura 64. Variação média da temperatura de bulbo seco (sensores), Outono 2001. 72
Figura 65. Variação média da UR (sensores), Outono 2001. 73
Figura 66. Variação média da Radiação Solar Global, Outono 2001..... 74
Figura 67. Variação média da Radiação Fotossinteticamente Ativa, Outono 2001. 75

ÍNDICE DE TABELAS

Página

Tabela 1. Valores do Índice de Temperatura e Umidade (THI), para bovinos. 16
Tabela 2. Espécies encontradas nos piquetes de pastagem. 19
Tabela 3. Resultado da comparação de médias da temperatura de bulbo seco (^{o}C), pelo Teste Tukey a 1 %. 38
Tabela 4. Resultado da comparação de médias da temperatura de globo negro (^{0}C), pelo Teste Tukey a 1 %. 42
Tabela 5. Resultado da comparação de médias da umidade relativa (%), pelo Teste Tukey, a 1%. 48
Tabela 6.Resultado da comparação de médias do nível de iluminação (Lux) pelo Teste Tukey a 1%. 52
Tabela 7. Resultado da comparação de médias do índice THI, pelo Teste Tukey a 1 %. 55
Tabela 8. Resultado da comparação de médias do índice BGHI, pelo Teste Tukey a 1 %. 60
Tabela 9. Resultado da comparação de médias da CTR (W/m^2), pelo Teste Tukey a 1%. 66
Tabela 10. Redução na carga térmica radiante, em porcentagem, para o período de Primavera. 67
Tabela 11. Redução da carga térmica radiante (CTR), em porcentagem, para o período de Outono. 68
Tabela 12. Redução da carga térmica radiante (CTR), em porcentagem, para o período de Verão. 69
Tabela 13. Redução na carga térmica radiante, em porcentagem, para o período de Outono. 71
Tabela 14. Resultado da comparação de médias da temperatura do ar (leitura dos sensores, em ^{o}C), pelo Teste Tukey a 1 %. 71
Tabela 15. Resultado da comparação de média da umidade relativa (leitura dos sensores, em %), pelo Teste Tukey a 1%. 72
Tabela 16. Resultado da comparação de médias da radiação global (leitura dos sensores, em W/m^2), pelo Teste Tukey a 1 %. 74
Tabela 17. Resultado da comparação de médias da radiação fotossinteticamente ativa (leitura dos sensores, em m/ms^2), peloTeste Tukey a 1% 75

RESUMO

O sombreamento natural é um dos principais elementos do conforto térmico dos animais na pastagem. A definição da qualidade térmica das sombras fornecidas pelas espécies arbóreas é um fator importante na tomada de decisão dos produtores rurais. O presente trabalho tem como objetivos avaliar a qualidade térmica de algumas espécies arbóreas, usando para isto, os dados climáticos e os índices de conforto térmico animal. Foram estudadas as sombras fornecidas pelas seguintes espécies: *Pera glabrata* Baill. (Sapateiro), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaíba), Platycyamus regnellii Benth. (Pau pereira), *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico), *Enterolobium contortisiliquum* Morong (Orelha de Preto). Os registros dos dados foram realizados às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00 e 18:00 horas, analisando, assim, o comportamento da sombra ao longo do dia. Para análise dos resultados foram consideradas as variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, umidade relativa, nível de iluminação e os índices de conforto térmico: BGHI, CTR, THI ao longo das quatro estações do ano. O delineamento estatístico usado foi blocos casualizados. Das espécies arbóreas estudadas, as que proporcionaram a melhore qualidade térmica de sombreamento ao longo do ano, com uma melhor resposta aos parâmetros agroclimáticos estudados bem com uma redução na carga térmica radiante foram a *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico), seguida pela Platycyamus regnellii Benth.(Pau Pereira), vindo a seguir a e a *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaiba), *Enterolobium contortisiliquum* Morong (Orelha de Preto) e com uma resposta menos favorável a espécie *Pera glabrata* Baill.(Sapateiro). As características fenológicas das espécies estudadas tiveram fundamental relevância na qualidade térmica do sombreamento.

Palavras-chave: arborização, sombreamento, conforto térmico, produção animal.

ABSTRACT

Tree's shade is the main element of the thermal comfort for grazing animals The definition of the thermal quality of shadows provided by the arboreal species, is an important factor for rural producer decision making. The current experiment evaluated the thermal quality of some arboreal species using climatic data and animal thermal comfort indexes. The shadow provided by the following species were studied: *Pera glabrata* Baill.(Sapateiro), *Copaifera langsdorffii* Desf. (Copaiba), Platycyamus regnellii Benth.(Pau Pereira), *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico) and *Enterolobium contortisiliquum* Morong (Orelha de preto). The registered climat data were dry bulb temperature, wet bulb temperature, wind speed, relative humidity, black globe temperature, incident radiation and light intensity during the seasons of year. They were recorded at 8:00 A. M., 10:00 A.M., 12:00 P.M., 2:00 P.M. 4:00 P.M. and 6 P.M. to analyze shading behavior during all day long. To analyze the results the answers variables: dry bulb temperature, wet bulb temperature, wind speed, relative humidity, light intensity and thermal comfort: indexes such as WBGT, CTR and THI were considered. The randomized blocks design was used for the statistical analiysis. The arboreal species that provided the best thermal quality of shadow, with a higher reduction on the termal heat load was the, followed by the *Anadenanthera macrocarpa* Brenan (Angico), Platycyamus regnellii Benth. (Pau Pereira), Copaifera langsdorffii Desf. (Copaiba), Enterolobium contortisiliquum Morong (Orelha de Preto), and *Pera glabrata* Baill. (Sapateiro).

The fenotipic characteristics to each studied species had a fundamental influence in the shadow quality.

Keywords: arborization, shadowing, thermal confort, animal production

I. INTRODUÇÃO

No mundo atual, as preocupações sobre conforto ambiental e bem estar animal, estão cada vez maiores, redirecionando a retomada de novos valores, com propostas de condições mais naturais para os animais dentro do sistema de produção, visando, não apenas um produto final impecável, mas, sim todo o processo de produção. Destaca-se a importância do uso de artifícios naturais que possam contribuir para estabelecer o bem estar e o conforto dos animais.

Partindo da premissa de fornecer ao animal condições ideais, a arborização de pastagem se destaca como uma alternativa, não apenas ecologicamente correta, mas também, economicamente viável.

As pastagens ocupam a maior área destinada à exploração agropecuária, ficando também como aquela em que seu aproveitamento é menor e mais problemático como apontam os trabalhos da FAO (1954), BAGGIO E CARPANEZZI (1988) BELTRÃO (1994) e MONTOYA et al. (1994). Pastos limpos sem espécies arbóreas e mal manejados, solos pobres e com alto teor de alumínio, são problemas comuns a grande maioria de pastos no Brasil.

Problemas decorrentes de prática errônea, já no momento da implantação das pastagens, com a retirada total dos componentes arbóreos, deixando os campos limpos, afetam todo o ecossistema, como a reciclagem de nutrientes provenientes das folhas, ramos e galhos das árvores; aumento do número de pragas nas pastagens, com o declínio dos inimigos naturais de tais pragas, notadamente os pássaros, sem árvores para seus ninhos.

Esta prática errônea leva, mais tarde, às questões cruciais da arborização das pastagens, ou sejam, quais espécies usar, qual o numero ideal de árvores por hectare. A carência de informações nesse sentido é crescente. Produtores questionam o quê plantar, qual a melhor espécie, qual oferece a melhor sombra, entre outros.

Apesar dos vários trabalhos que tratam da arborização BUENO (1978), SILVA et al (1996a), GUISELINI at al. (1999), dentre outros, dada à extensa área do Brasil e do número quase infinito de espécies a serem estudadas, a pesquisa, nesta área, ainda é incipiente. Primeiramente, com o estudo de metodologias de avaliação da qualidade térmica do sombreamento SILVA (1991a); a seguir, na seleção de espécies arbóreas com características desejáveis para o sombreamento das pastagens, aplicação destas metodologias nas espécies escolhidas e posterior avaliação e seleção das melhores espécies a serem recomendadas.

Em um segundo momento, inicia-se a quantificação possível de sombreamento em uma área de pasto, ressaltando o trabalho pioneiro de CARVALHO (1998). Vencidas estas etapas, o componente arbóreo voltará a fazer parte da paisagem

A necessidade premente de trabalhos nesta área, onde a carência gera perdas imensas para os produtores, é um dos objetivos deste trabalho.

II. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a qualidade térmica do sombreamento natural fornecido por algumas espécies arbóreas, em condições de pastagem.

Como objetivos específicos:

- Avaliar os parâmetros micrometeorológicos e os índices de conforto térmico animal nas suas variações diárias e anuais, sob a influência da sombra das espécies estudadas.
- Selecionar, as melhores espécies estudadas para o uso em pastagem, visando servir como referência a produtores para implementação de arborização nestes locais.

III. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Aspectos gerais

O estabelecimento da vegetação, nos logradouros públicos ou mesmo em terrenos ou áreas particulares, necessita de maior atenção e busca de informações pelos interessados e/ou responsáveis no encaminhamento de soluções aos problemas que se apresentam. O descaso, a falta de conhecimentos técnicos de quem deveria tê-los, a ausência de coordenação em atividades consideradas imprescindíveis, e que muitas vezes implicam em danos à vegetação, se constituem nos principais casos que impõem situações muitas vezes irreparáveis, (FERREIRA, 1985).

Segundo MONTOYA et al (1994) "além dos impactos favoráveis ao meio ambiente, a arborização se constitui numa prática barata para incentivar o repovoamento florestal de forma parcial e ordenada e com a possibilidade de representar incremento da produção pecuária e florestal".

Nos trabalhos de FAO (1954), BAGGIO e CARPANEZZI (1988), BELTRÃO (1994), MONTOYA et al. (1994), a utilização do sistema agro-florestal no meio rural é descrito com seus problemas e com seu uso racional e otimizado.

Sistema agro-florestal é aquele em que, além do componente arbóreo, existe, também a presença de uma cultura agrícola. Deve-se conhecer bem tanto o ciclo fenológico da cultura como do componente arbóreo. Experiências bem sucedidas no Brasil são a cultura do café e do cacau sombreados. Como exemplo, pode-se citar o estudo de CARAMORI (1997) que, utilizando: Bracantinga (*Mimosa scabrella),* na cidade de Londrina, e Grevilea *(Grevillea robusta*), na cidade de Terra Boa, ambas no Paraná, concluiu sobre a viabilidade do uso da arborização para a produção econômica de café e proteção contra as geadas, no sul do Brasil.

Sistema silvipastoril é aquele que consorcia árvores-pastagens-animais, sendo o maior sistema em área.

Sistema agrossilvipastoril é aquele que consorcia árvores – cultura - animais, podendo ser em seqüência temporal ou concomitante entre os vários elementos explorados. Requer um profundo conhecimento dos elementos que o compõem.

Também BAGGIO e CARPANEZZI (1988), descrevem alguns sistemas silvipastoris tradicionais:

- Na Região semi-árida algumas espécies arbóreas são preservadas devido ao seu valor forrageiro, como as dos gêneros *Acacia, Mimosa, Ziziphus* e *Spondias*. Umbu *(Spondias tuberosa* Arruda) é uma das mais importantes pelas suas múltiplas qualidades.
- Na Região do cerrado, são relacionadas as seguintes espécies: Capoeirão (*Aegiphila sellowiana* Cham.), Abutua (*Cochlospermum regium*), Murici (*Byrsonima verbacifolia*), Cagaiteira (*Eugenia dysenterica*), dentre outras.
- No faxinal, matas mistas de latifoliadas e araucária que ocorrem no Sul do Brasil, destacam-se as seguintes espécies madeireiras: Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifólia* Kuntze), Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*), Imbuia (*Ocotea porosa*), Ipê-amarelo (*Tabebuia alba*), Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.). Como espécies frutíferas destacam-se: Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine), Araticum (*Rollinia spp*), Branquinho (*Sebastiana brasiliensis*), Guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* Berg), dentre outras.
- No Sul do Paraná é freqüente o sistema Araucária/Erva-mate, não derivado dos faxinais mas, sim, resultante de corte seletivo da mata natural, para a implantação de pastagens, em propriedades individuais.

3.2. Arborização e ambiente

3.2.1. Arborização e áreas urbanas

Salientando a correta relação entre o ambiente construído e os elementos paisagísticos da arborização urbana, SATTLER (1992), menciona “que a criação, através da arborização urbana, de ambientes esteticamente aprazíveis e relativamente isentos de ruídos e odores desagradáveis, contribuem para que as pessoas que os ocupem tornem-se

mais tolerantes a condições de leve desconforto térmico. Isto é, pessoas vivendo em um ambiente bem projetado, podem sentir-se confortáveis a temperaturas que perceberiam como desconfortáveis em ambientes menos agradáveis".

A significativa melhoria da qualidade de vida nas zonas urbanas, propiciada pela presença de árvores e áreas verdes provoca efeitos sociais e econômicos benéficos às cidades. Por exemplo, a manutenção de áreas florestadas, em margens de rios contribui para a diminuição de gastos com o tratamento de água para torná-la potável. Da mesma maneira, manter encostas florestadas evitando desmoronamentos ocasiona, em regra, isenção de gastos com recuperação de áreas e diminui riscos de acidentes graves com a população, normalmente dispendiosos e problemáticos, DETZEL (1992).

Outro sistema de criação em que a arborização é muito, usada visando o conforto dos animais e conseqüentemente, aumento na produção, é o sistema de criação de cavalos (haras). "O tratamento paisagístico de um haras tem como objetivo integrar as edificações existentes ao ambiente natural, compondo um local agradável e estético. Além disso, deve-se dispensar especial atenção à arborização das pastagens, dando melhores condições de vida e conforto aos animais, à medida que proporciona abrigo do sol excessivo e dos ventos", segundo LEÃO (1996).

3.2.2. Arborização e o ambiente natural

Este tipo de manejo é encontrado para produção animal (em fazendas para o gado leiteiro e de corte e também em granjas avícolas) e para produção de culturas agrícolas perenes. Como exemplo de produção vegetal, destaca-se o trabalho de CARAMORI (1997), com arborização dos cafezais para proteção contra geadas no sul do Brasil, alertando para a necessidade de novos estudos para selecionar outras espécies com potencial de retorno econômico, adequando-se a densidade de plantio para maximizar a proteção contra geadas e a produtividade do sistema.

Estudo de SILVA et al. (1998**a**), mostra que o maior problema da criação de frangos de corte em densidades elevadas é a qualidade do ambiente interno do galpão, que piora bruscamente devido ao crescimento da quantidade de dejetos, aumento do número de microrganismos, acúmulo de equipamentos que dificultam a circulação do ar, crescente

umidade proveniente da respiração, e elevação do calor produzido pelas aves. O calor é o fator que mais influencia a qualidade de uma criação de frangos de corte, em regiões tropicais, em função do estresse causado às aves, resultando na diminuição do consumo de água e ração, na diminuição da conversão alimentar e em elevada mortalidade do lote. Medidas simples e eficazes, na maioria das vezes, permitem a melhoria do conforto térmico, pois garantem uma sensação térmica agradável e resultam na diminuição do estresse, seja ele por frio ou por calor e, conseqüentemente, maior produção e sucesso do lote de aves alojado.

3.3. Efeito da arborização no micro-clima do ambiente

Os fatores climáticos, cuja interação afeta o bem estar humano e animal, são a umidade, a temperatura, a movimentação do ar e a radiação solar. Em ambientes fechados e interiores de edificações é possível exercer o controle preciso destes fatores com um simples apertar de botões, mantendo as condições micro-climáticas dentro, ou muito próximas dos limites das chamadas "zonas de conforto". Em ambientes externos, o controle do micro-clima também é possível através do plantio de árvores e arbustos possibilitando obter níveis mínimos de conforto, (DETZEL, 1992).

As árvores são importantes, pois atendem algumas necessidades vitais dos seres vivos, sendo inúmeros os benefícios que elas nos conferem. Agem como elementos promotores da renovação do oxigênio do ar, através do processo de fotossíntese, reduzem a poeira levantada pela movimentação de pedestres e veículos nas vias públicas e amenizam a poluição sonora, amortecendo os ruídos estridentes. Além disso, proporcionam proteção contra o sol e ventos excessivos, contribuindo, com sua sombra, na redução da temperatura ambiente, absorvendo raios solares e refrigerando os locais, pela grande quantidade de água transpirada por suas folhas, (CRESTANA, 1994).

Em locais de clima temperado, a colocação de cortinas vegetais próximas às paredes onde há incidência freqüente de ventos no inverno, pode provocar menor perda de calor da edificação resultando em economia de energia nos sistemas de calefação. Em locais de clima tropical ou subtropical, a possibilidade de direcionamento dos ventos pela formação de cortinas vegetais, pode diminuir a necessidade de uso de condicionadores de ar em

interiores, ou, ainda, alterar beneficamente o micro-clima de determinados ambientes abertos, conforme necessário. (DETZEL, 1992).

Com a utilização da arborização, utilizando *Eucaliptus saligna*, SILVA et al. (1998b), constatam que a produção de ovos do aviário na região arborizada foi 23,1 % superior, em comparação com a produção de ovos no aviário sem a arborização.

Em outro trabalho, SILVA et al. (1996a), afirmam que "a importância do sombreamento natural vem sendo discutida cada vez mais no meio acadêmico e científico. A sombra definida como proteção contra a radiação térmica muda o balanço de radiação animal. Uma estrutura de sombra simples pode efetivamente reduzir a carga de calor radiante que incide sobre um animal em 30% ou mais, pela interceptação da radiação solar direta".

Estudos realizados por MULLER (1982)[1], citado em BAGGIO E CARPANEZZI (1988), deixam claro o aumento do ganho de peso em gado de corte, em áreas que a arborização estava presente, ou seja, 1,29 Kg/dia, em contraste com 0,5 Kg/dia, em pastagem a céu aberto, na Califórnia.

Estudo realizado por KRATZER (1956) comprova que as áreas desprovidas de vegetação tornam-se muitos quentes ao meio dia e frias à noite, enquanto áreas densamente vegetadas apresentam uma temperatura sem grandes variações diuturnas, sendo, consideravelmente mais frescas que as anteriores. Configura-se, pois, uma variabilidade considerável nos climas, os quais, por sua vez, dependendo da radiação solar recebida, bem como do regime dos ventos e de precipitação ou umidade, e em conseqüência, da temperatura resultante, definirão mais ou menos conforto para o usuário, seja ele homem ou animal.

De maneira geral, para CAVALHEIRO (1994), algumas considerações devem ser observadas no planejamento de uma arborização, sob o aspecto de conforto ambiental: as árvores possibilitam rebaixamento de temperatura; enriquecimento da umidade relativa do ar, através da transpiração da fitomassa (300-450 ml de água/m^2 de área); diminuem a reflexão da luz solar; consomem gás carbônico e liberam oxigênio, devido à fotossíntese e respiração; filtram o ar, retendo partículas sólidas nas folhas; diminuem a velocidade dos ventos; e atenuam os ruídos.

[1] MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. Porto Alegre: Sulina. 1982. p. 158.

Com relação à criação de frangos de corte sob elevada densidade, segundo SILVA (1998**a**), "a arborização nas proximidades do galpão resulta, em melhorias na temperatura e umidade relativa devido às mudanças nas condições de evapo-transpiração e do micro-clima, além de proporcionar um sombreamento de qualidade. Resultados demonstram que em regiões arborizadas a temperatura interna do aviário é 3°C inferior aos aviários de regiões não arborizadas. No entanto, deve-se ter em mente que é necessária a utilização de árvores que não percam as folhas no verão, de forma a reduzir ainda mais a insolação sobre o galpão e, conseqüentemente, sobre a ave".

De uma maneira geral, com relação ao sombreamento deve-se pensar no que se deseja conseguir com a arborização: se fornecimento de sombra; abrigo para o sol poente; proteção contra vento, ruídos e poeira ou diminuir a refletividade solar, para a escolha adequada da vegetação a ser utilizada. (CAVALHEIRO, 1994)

3.4. Espécies utilizadas: características desejáveis e indesejáveis

3.4.1. Principais espécies utilizadas na arborização urbana

Para a arborização urbana em vias estreitas, CRESTANA (1998) sugere: Chapéu de napoleão (*Thevetia thevetioides*); Flamboyant de jardim (*Caesalpinia pulcherrima*); Hibisco ou Mimo (*Hibiscus rosa-sinensis*); Murta de cheiro (*Murraya exotica*); Resedá (*Lagerstroemia indica*). Ainda no mesmo trabalho CRESTANA (1998), recomenda para ruas e avenidas largas, as espécies de porte médio, dentre as quais cita: Cássia carnaval (*Cassia multijuga*); Ipês (*Tabebuia spp*); Magnólia amarela (*Michelia champaca*); Mirindiba rosa (*Lafoensia glyptocarpa*); Monguba (*Pseudobombax monguba*); Quaresmeiras (*Tibouchina spp*).

Quanto às espécies de grande porte com, por exemplo: Alfeneiro (*Ligustrum lucidum*); Árvore da China (*Koelreuteria paniculata*); Flamboyant *(Delonix regia*); Jacarandá mimoso (*Jacaranda mimosaefolia*); Pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*); Tipuana (*Tipuana tipu*), só deverão ser utilizados em arborização urbana, em casos especiais em que haja espaço suficiente para o completo desenvolvimento da árvore.

3.4.2. Principais espécies utilizadas na arborização rural

No meio rural, apesar de ser o reino do verde por excelência, segundo SOARES (1998), há uma carência de estudos sobre espécies com potencial para uso em arborização.

LEÃO (1996), por exemplo, em seu trabalho sobre arborização de pastagens de haras, sugere que, se o haras está situado em uma região montanhosa, de clima frio, pode-se utilizar árvores como Pinheiros (*Pinus sp*) e Canelas (*Ocotea puberula*). Se for em local de cerrado: Ipês (*Tabebuia sp*), Faveiros (*Dimorphandra mollis*), Angicos (*Parapiptadenia rigida*). Já a faixa litorânea pede Amendoeiras e Quaresmeiras (*Tibouchina spp*). Outra recomendação é não misturar tipos diferentes de vegetação. O paisagismo deve ser harmônico, não se colocando lado a lado plantas de ambientes diversos, como por exemplo, coníferas e palmeiras.

Considerando-se que a sombra é buscada mais no período de verão, sem esquecer de que a mesma, no período de inverno, pode causar problemas sérios e até implicar no corte dos ramos, especialmente quando se trata de espécies de folhas permanentes e dispostas ao norte, em relação às construções, aconselha-se o uso de espécies que perdem as folhas no inverno como exemplo: o Cedro (*Cedrela fissilis* Vell.), os Ipês (*Tabebuia sp*), dentre outras, (FERREIRA, 1985).

BAGGIO (1993)[2], citado por MONTOYA et al. (1994), enumera varias espécies que já foram identificadas e testadas pela pesquisa, porém ainda existem muitas outras que merecem ser estudadas. Desta relação destacam as espécies: Casuarinas (*C. cunninghamiana* e *C. equisetifolia*), Sibipiruna (*Caesalpinea peltophoroides*), Timbauva (*Enterolobium contortisiliquum*), Mata ratos (*Gliricidia sepium*), Grevilea (*Grevilea robusta*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Bracantinga (*Mimosa scabrella*), Maricá (*Mimosa bimucronata*), Angico vermelho (*Parapiptadenia rigida*), Canafístula (*Peltophorum dubium*), Pau jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e Aroeira (*Schinus terebinthifolius*).

No entanto, SOARES (1998), destaca para a arborização rural no Rio Grande do Sul, as seguintes espécies: Eucaliptos (*Eucalyptus sp*), as Figueiras (família das *Moraceas*),

[2] BAGGIO, A. J. Alternativas agroflorestais para a recuperação de solos degradados na região sul do país. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, Curitiba, Anais, 1993, p.126-131.

a Paineira (*Chorisia speciosa*), o Cinamomo (*Melia azedarach*), os Citrus (*Citrus sp*), as Aroeiras (*Schinus sp*), Araçazeiro do campo (*Psidium variabile*), Araticum (*Rollínea exalbida*), Sete capotes (*Breitoa sellowiana*), Ingazeiro (*Ingá affinis*), Pitangueira (*Eugenia sp*), Açoita cavalo (*Luhea divaricata*), Angicos (*Pipatdenia sp*), Branquilho (*Sebastiana klotzchiana*), Cabreuva (*Mirocarpus frondosus*), Cambará (*Moquínea mollíssima*), Camboatá (*Cupania vernalis*), Canafístula (*Pelthophorum dubium*), Canelas (Família das *Lauráceas*), dentre outras.

A falta de trabalhos para a região Sudeste começa a ser sanada: em Lavras - MG, SILVA et al. (1998c) estudaram o efeito do sombreamento natural, na redução da carga térmica de radiação. Foram analisadas a seguintes espécies: Sibipiruna (*Caesaelpinia peltophoroides* Benth.), Sapucaia *(Lecythis pisonis* Camb.) e Tipuana (*Tipuana speciosa* Benth.), concluindo-se que a sombra de melhor qualidade térmica foi a da Sibipiruna, seguida da Tipuana e Sapucaia. Comparadas ainda com um galpão coberto com telhas de fibrocimento e a radiação a céu aberto, houve uma redução da carga térmica de 37,7% para o sombreamento natural e 34,4% pelo telhado de fibrocimento.

BUENO et al. (1998), na região de Campinas avaliou as espécies: Jatobá (*Hymenaea courbaril* Lee at Lang.); Chuva de ouro (*Cassia fistula*); Magnólia (*Michelia champaea*); Ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* Standl.) e Sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides* Benth.). Entre as espécies estudadas, as que apresentaram o melhor desempenho quanto à atenuação da radiação solar foram: em primeiro lugar a Sibipiruna (88,5% de atenuação) seguida pelo Jatobá (87,2%) e a Chuva de ouro (87.3%); em segundo lugar a Magnólia (82,4%) e por último o Ipê roxo com 75,6% de atenuação.

GUISELINI et al. (1999), avaliaram as espécies: Santa Barbara (*Melia azedarah*), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Chápeu de sol (*Terminalia catappa*) e Bambu (*Bambusa vulgaris*) através dos índices de conforto térmico BGHI, CTR e THI, concluindo que, dentre estas espécies a melhor qualidade térmica da sombra foi a do Bambu, seguida do Chapéu de Sol, Santa Bárbara em posição intermediária e com uma qualidade térmica da sombra inferior a Leucena.

3.4.2.1. Características desejáveis para pastagem

Muitas vezes fazem-se erros irreparáveis pela má escolha da espécie a plantar, em geral agravada pela desconsideração das necessidades e exigências elementares da vegetação, quanto a solo, água, luz e ambiente local, (CRESTANA, 1998).

As espécies arbóreas forrageiras podem também ter ramas utilizadas como alimento na época de escassez, no inverno, (OSTERROHT, 1995), com isto conseguindo mais uma fonte de alimento para o gado.

Espécies adaptadas terão desenvolvimento melhor e mais rápido, vida mais longa e geralmente são menos sujeitas a pragas e doenças, (LEÃO, 1996).

MONTOYA et al. (1994), consideram adequada para ser usada em um sistema silvipastoril, a espécie que apresentar as seguintes características: adequação às condições ecológicas ambientais; compatibilidade entre os componentes do sistema; preferencialmente ser perenifólia; crescimento rápido e ereto (em condições de campo e a céu aberto); resistente a ventos (raízes profundas); possibilidade de propiciar alimento (folhas e frutos); capacidade de fixar nitrogênio; capacidade de rebrotar e ter fenologia conhecida.

As árvores, para sombreamento de pastagens, devem possuir características específicas, além da beleza, tais como, crescimento rápido e resistência a ventos. Precisam ter arquitetura favorável, isto é, ter uma copa aberta e porte médio, (LEÃO, 1996). A árvore escolhida deve ter fuste e copa bem definidos, com porte em altura e diâmetro de copa compatível com o local, de maneira a evitar danos às construções ou aplicação de podas drásticas, sempre indesejáveis, (CRESTANA, 1998).

Especificamente no caso de pastagem, a arquitetura da planta é muito importante para a escolha correta. CARVALHO (1999), definiu a importância do uso de espécies que apresentem troncos altos e copa pouco densa, de modo que permitam o máximo possível de interceptação de luz pela pastagem sombreada.

Colaborando com está afirmação sob o ponto de vista da pastagem, estudo de MUOGHALU e ISICHEI (1995)[3], citado por CARVALHO (1998), realizado nas savanas africanas, para verificar o efeito das copas de árvores sobre a produção de gramíneas, observaram que a produção de matéria seca foi significativamente maior sob a copa de árvores com mais de 7 m de altura do que sob árvores menores.

Para BACCARI (2001), árvores frondosas, de folhas perenes com altura mínima de 3 metros para propiciar uma sombra de 20 m^2 e boa ventilação, são as ideais para sombreamento de piquetes com vacas leiteiras, pois secam rapidamente o solo, evitando assim, doenças nos cascos e a incidência de bernes.

Vale a pena observar que a escolha da espécie adequada varia caso a caso, sendo passível de erro o uso de generalizações.

3.4.2.2 Características indesejáveis para pastagem

GRAVES (1988), aponta como desvantagem de árvores em pastos, a dificuldade de manter-se a área ao redor das mesmas limpa e seca. O tráfego de animais e a limpeza dos excrementos, em geral, também matam as árvores.

No caso dos haras, é preciso escolher espécies vegetais que não sejam prejudiciais aos eqüinos. Existem muitas plantas tóxicas, como a espirradeira, a nogueira de íguape e o pinhão paraguaio. Árvores como as mangueiras, com frutos grandes, devem também ser descartadas, uma vez que sua ingestão pode até causar a morte dos cavalos. Também aquelas espécies excessivamente armadas de espinhos pontiagudos são evitadas, pois ocasionam ferimentos nos animais (LEÃO, 1996).

WALDIGE (1994), relata que árvores de folhas largas, copa densa e baixa, não são recomendadas para o sombreamento natural, quando analisadas do ponto de vista do conforto térmico, porque se supõe que o efeito das copas muito densas e de folhas largas, seja de dificultar a ventilação em função da ascensão do ar quente, tendo o mesmo uma maior dificuldade em se dissipar.

Devem ser evitadas espécies tóxicas, hospedeiras de pragas e doenças (prejudiciais aos animais e à pastagem) e espécies com efeitos alelopáticos sobre a pastagem

[3] MUOGHALU, J. I.; ISICHEI, A . D**. Effect of tree canopy coveron grass species in Nigerian Guinea savanna**. Tropcial Agriculture, Trinidad, v. 72, n. 2. p.72-101. 1995.

MONTOYA et al. (1994). BACCARI (2001), alerta para o fato de que as espécies para sombreamento natural em pasto não devem ter nas folhas, frutos e cascas agentes tóxicos para os animais, nem raízes expostas, que dificultam a acomodação das vacas, além de não produzirem frutos grandes, com mais de 5 cm de diâmetro, evitando assim a morte do animal por obstrução do esôfago.

3.5. Parâmetros climáticos e índices de conforto térmico na pesquisa pecuária

A relação animal-ambiente é definida pela interação do animal com todos os fatores físicos, químicos, sociais e climáticos, presentes em seu meio, como exemplos destes fatores, pode-se citar: a temperatura, a umidade relativa, o movimento do ar e radiação; como fatores físicos: a luz, o espaço, o som e equipamentos utilizados.

No presente estudo serão; considerados os fatores climáticos: temperatura, umidade relativa, movimento do ar e a radiação; com fator físico o nível de iluminação.

A) Temperatura de bulbo seco

É definida como sendo a temperatura da mistura do ar e vapor d'água ou simplesmente temperatura do ar, registrada pelo termômetro comum. (SILVA, 1995). Pela classificação climática de Köppen é Cwa tropical de altitude com médias anuais de 19^{o}C e 27^{o}C e pluviosidade média de 1500 mm. Ficando assim no limite superior da zona ternoneutralidade para bovinos, segundo BAÊTA (1997).

Sendo necessário o uso de tecnologias para que esta temperatura fique em níveis não estressantes para os animais.

A) Temperatura de globo negro (Tgn)

Proposto por VERNON (1932), consiste no uso de um termômetro comum com o bulbo dentro de um globo negro (esfera de cobre ou plástico pintado de preto). Fornecendo uma estimativa dos efeitos combinados da energia térmica radiante procedente do meio ambiente em todas as direções possíveis, da temperatura do ar e da velocidade do vento,

dando assim uma medida do conforto térmico proporcionado pelo ambiente nestas condições. Simulando todas as condições naturais que o animal esta exposto no campo.

B) Umidade Relativa (UR)

Não representando isoladamente problema a umidade do ar, no entanto tem uma maior importância quanto mais o organismo depende de processos evaporativos para a sua termorregulação. O ambiente sendo quente, o excesso ou a carência de umidade é prejudicial aos animais. Em ambiente quente e muito seco a evaporação ocorre rapidamente, causando irritação cutânea e desidratação geral, em ambiente quente e muito úmido a evaporação se processa demasiadamente lenta, aumentando o estresse pelo calor.

C) Nível de iluminação

A potencia de radiação visível emitida por uma origem luminosa chama-se fluxo e a sua unidade é o lúmen (lm). O fluxo luminoso, ao incidir sobre uma superfície dá a esta um certa iluminação, cuja unidade de medida é o lux (lx), sendo 1lx= 1lm/m2, segundo definição de NEUFERT (1976).

Para a interpretação dos dados, utilizou-se os índices de conforto térmico:

D) Índice de Temperatura e Umidade Relativa (THI), proposta por THOM (1977):

$$THI = tbs + 0{,}36\ tpo + 41{,}5$$

onde:

tbs = temperatura de bulbo seco (°C);

tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C);

A classificação do ambiente térmico, em função do Índice de Temperatura e Umidade (THI), proposto por HAHN (1985), consta da Tabela 1.

Tabela 1. Valores do Índice de Temperatura e Umidade (THI), para bovinos.

Faixa	Condição
$THI \leq 70$	Normal
$71 \leq THI \leq 78$	Crítico
$79 \leq THI \leq 83$	Perigo
$THI > 83$	Emergência

E) Índice de Globo Negro e Umidade (BGHI), proposto por BUFFINGTON et al (1977).

$$BGHI = tg + 0{,}36tpo + 41{,}5$$

Onde:

tg = temperatura de globo negro, (°C);

tpo = temperatura de ponto de orvalho, (°C).

É uma função da variação da temperatura de globo negro e umidade relativa, representada pela temperatura de ponto de orvalho. Uma outra visão do índice THI, mais acurada no sentido de levar em conta no animal; mantido em ambiente fechado, as trocas térmicas com o ambiente que está incluso.

F) Carga Térmica Radiante (CTR), proposta por ESMAY (1979):

$$CTR = \alpha\ (TRM)^4$$

onde:

α = Constante de Stefan-Boltzmann, $5{,}67 \times 10^{-8}\ k^4.W/m^2$

TRM = Temperatura Radiante Média, (°K)

$$TRM = 100\ \{2{,}51\ Vv^{0.5}\ ((tg + 273) - (tbs + 273) + ((tg + 273)/100)^4)\}^{0{,}25}$$

Onde:

tbs = temperatura de bulbo seco (°C);

Vv = velocidade do vento (m/s).

A TRM é a temperatura média do conjunto de todas as superfícies reais e virtuais ao redor de um animal em um dado local. Esse animal troca com essas superfícies uma quantidade de energia denominada carga térmica radiante, CTR, que pode ser definida

como sendo a quantidade total de energia térmica trocada por um indivíduo através da radiação com o meio ambiente, SILVA (1995).

G) Taxa de Redução da Carga Térmica Radiante

Considerando a carga térmica radiante recebida pela condição a céu aberto como 100%. Fez-se a taxa de redução da carga térmica radiante das espécies estudadas. Sendo esta redução decorrente das características individuais inerentes a cada espécie estudada, com densidade e formato das folhas na copa, altura da copa.

IV. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi realizado no Campus da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA) da Universidade de São Paulo (USP), localizado no Município de Pirassununga – SP, situado entre as coordenadas 21°57'02"S e 47°27'50"W e a uma altitude de 630m). Pela classificação climática de Köppen é Cwa tropical de altitude com médias anuais de 19°C e 27°C e pluviosidade média de 1500 mm.

A área total do campus compreende cerca de 2.269 ha, ocupados por diferentes fisionomias de cerrado (cerrado "sensu strictu", cerradão e floresta ciliar) perfazendo 30% da área total do campus os 70% restantes estão ocupados por cultivos e pastagens, (FINA, 1999).

4.1. Seleção das árvores:

Foram estudadas cinco espécies de árvores isoladas, evitando-se assim, a influência de outras sombras e situadas em locais sem pavimentação.

As árvores foram selecionadas de acordo com a disponibilidade de sua existência isolada, levando-se em conta, ainda, segundo SILVA (1998c): a velocidade de crescimento; o tamanho, altura e forma das copas; tipo de folhas; isolamento de outras árvores e construções; solo, sem pavimentação; grau de toxidez, no caso de sombras em pastos; e idade das espécies.

A pastagem do piquete, onde foram selecionadas as espécies arbóreas para o experimento, é composta por braquiária (*Braquiaria decumbens*)

As árvores encontradas no piquete de pastagem são resultado do corte seletivo do cerrado, com isto foram selecionados espécimes adultos, remanescentes da formação original.

Na fase inicial do trabalho, foi necessário um levantamento das espécies arbóreas existentes no local e a posterior seleção das árvores a serem estudadas, conforme a Tabela 1

Tabela 2. Espécies encontradas nos piquetes de pastagem.

Nome comum	**Nome científico**	**Critério de Exclusão**
Louro Pardo (Fig. 1)	*Cordia trichotoma* Arrab. ex steud	Árvore não isolada
Amendoin do Campo (Fig. 2)	*Platypodium elegans* Vog.	Árvore não isolada e com mata pau
Açoita Cavalo (Fig. 3)	*Luehea grandiflora* Mart et Zucc.	Árvore não isolada
Cedro (Fig. 4)	*Cedrela fissilis* Vell.	Árvore não isolada ou Com mata pau
Mata Pau (Fig. 5)	*Ficus guaranitica* Schodat	Árvore não isolada
Jatobá (Fig. 6)	*Hymenaea courbaril* L. var. stilbocarpa Lee et Lang.	Árvore não isolada
Sapateiro (Fig. 7)	*Pera glabrata* Baill.	Selecionada
Copaíba (Fig. 12)	*Copaifera langsdorffii* Desf.	Selecionada
Pau Pereira (Fig. 17)	Platycyamus regnellii Benth.	Selecionada
Angico (Fig. 22)	*Anadenanthera macrocarpa* Brenan	Selecionada
Orelha de Preto (Fig. 28)	*Enterolobium contortisiliquum* Morong	Selecionada

Das árvores encontradas, foram selecionadas as cinco espécies que atendiam aos critérios estabelecidos de:

- Crescimento rápido;
- Ocorrência no Estado de São Paulo;
- Uniformidade de tamanho;
- Uniformidade de idade.

Figura 1. Árvore Louro Pardo, *Cordia trichotoma* Arrab. ex steud.

Figura 2. Árvore Cedro, *Cedrela fissilis* Vell.

Figura 3. Árvore Amendoinm do Campo, *Platypodium elegans* Vog.

Figura 4. Árvore Mata Pau, *Ficus guaranítica* Schodat.

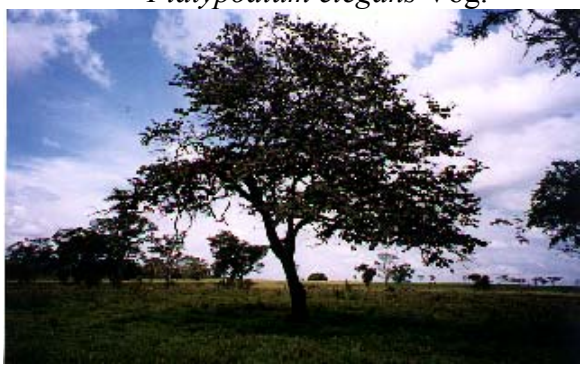

Figura 5. Árvore Açoita Cavalo, *Luehea grandiflora* Mart. Et Zucc.

Figura 6. Árvore Jatobá, *Hymenaea courbaril* L. var. stilbocarpa Lee et Lang.

Nas Figuras de 01 a 06 são apresentadas espécies arbóreas encontradas nos piquetes de pastagem, porém, não selecionadas por não atenderem aos critérios estabelecidos (árvores não isoladas).

As espécies selecionadas para o presente trabalho foram:

A) Espécie 1: Sapateiro*, Pera glabrata* Baill.

Nas Figuras 7, 8, 9 e 10, visão geral da espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, ao longo das quatro estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001).

Figura 7. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Inverno 2000**.**

Figura 8. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Primavera 2000.

Figura 9. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Verão 2000**.**

Figura 10. Árvore Sapateiro, *Pera glabrata* Baill., Outono 2001.

Características morfológicas: Altura de 8-10 m, com tronco de 40-50 cm de diâmetro. Folhas simples, glabras, de 7-11 cm de comprimento por 3-5 cm de largura.

Ocorrência: Rio de Janeiro e Minas Gerais até Santa Catarina, no cerrado e floresta latifoliada semidecídua.

Informações ecológicas: Planta perenifólia, heliófita, encontrada, tanto em terrenos bem drenados de topos de morros como em matas ciliares.

Fenologia: Floresce durante os meses de janeiro-março. Os frutos iniciam a maturação no final de outono, prolongando-se até janeiro. O desenvolvimento das plantas no campo é apenas moderado.

Restrições ao uso: Para o ser humano as sementes causam alergia, não há, no entanto, pesquisa sobre este fator alérgico para bovino.

Dados da espécie selecionada:

Diâmetro da sombra da copa: 12,5 m

Circunferência do tronco à altura do peito: tronco múltiplo: T_1 = 1,52 m, T_2 = 1,50 m.

Altura do fuste (até o primeiro galho): 3,54 m.

B) Espécie 2: Copaíba, *Copaifera langsdorffii* Desf.

Nas Figuras 11, 12, 13 e14, visão geral da espécie Copaíba, *Copaifera langsdorffii* Desf., ao longo das quatro estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001).

Características morfológicas: Altura de 10-15 m, com tronco de 50-80 cm de diâmetro. Copa globosa densa; folhas compostas pinatífidas, com 3-5 jugos; folíolos alternos ou opostos, glabros, de 4-5 cm de comprimento por 2-3 cm de largura.

Ocorrência: Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná, principalmente na floresta latifoliada da bacia do Paraná.

Informações ecológicas: Planta decídua ou semidecídua, heliófita, seletiva xerófita, característica das formações de transição do cerrado para a floresta latifoliada semidecídua.

Fenologia: Floresce durante os meses de dezembro-março. Os frutos amadurecem em agosto-setembro com a planta quase totalmente despida de folhagem.

Restrições ao uso: Não há restrições.

Dados da espécie selecionada:

Diâmetro da sombra da copa: 16,5 m;

Circunferência do tronco à altura do peito, tronco único: T = 2,0 m;

Altura do fuste (até o primeiro galho): 2,3 m.

Figura 11. Árvore Copaíba, *C. langsdorffii* Desf, Inverno.

Figura 12. Árvore Copaíba, *C. langsdorffii* Desf., Primavera 2000.

Figura 13. Árvore Copaíba, *C. langdorffii* Desf., Verão 2000**.**

Figura 14. Árvore Copaíba, *C. langsdroffii* Desf., Outono 2001.

C) Espécie 3: Pau Pereira, Platycyamus regnellii Benth..

Nas Figuras 15, 16, 17 e 18, visão geral da espécie Pau Pereira, Platycyamus regnellii Benth., ao longo das quatro estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001).

Características morfológicas: Altura de 10-20 m, com tronco de 40-60 cm de diâmetro, folhas compostas trifolioladas; folíolos glabros na face superior e ferrugíneo-tomentosas na inferior.

Ocorrência: Sul da Bahia, Espírito Santo, Minas Gerais, Goiás e São Paulo, principalmente na floresta semidecídua de altitude.

Informações ecológicas: Planta decídua, heliófita, seletiva xerófita, característica de terrenos acidentados e pedregosos da floresta semidecídua de altitude.

Fenologia: Floresce durante os meses de setembro-novembro com a planta quase totalmente despida de folhagem. Os frutos (vagens) amadurecem em agosto-setembro.

Figura 15. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Inverno 2000.

Figura 16. Árvore Pau Pereira*, P. regnellii* Benth., Verão 2000.

Figura 17. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Verão 2000.

Figura 18. Árvore Pau Pereira, *P. regnelli* Benth., Outono 2001.

Restrições ao uso: Não há restrições.

Dados da espécie selecionada:

Diâmetro da copa: 15,8 m;

Circunferência do tronco à altura do peito, tronco único: T = 2,00 m;

Altura do fuste (até o primeiro galho): 2,30 m.

D) Espécie 4: Angico, *Anadenanthera macrocarpa* Brenan.

Nas Figuras 19, 20, 21 e 22, visão geral da espécie Angico, *Anadenathera macrocarpa* Brenan, ao longo das quatro estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001).

Figura 19. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Inverno 2000**.**

Figura 20. Árvore Angico*, A. macrocarpa* Brenan, Primavera 2000.

Figura 21. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Verão 2000.

Figura 22. Árvore Angico, *A. macrocarpa* Brenan, Outono 2001.

Características morfológicas: Altura de 13-20 m, com tronco de 40-60 cm de diâmetro. Sua casca varia de uma forma quase lisa e clara até rugosa ou muito fissurada e preta. Seus ramos novos podem se apresentar espinhentos. Folhas compostas bipinadas, de 10-25 jugas; folíolos rígidos, com 20-80 jugos.

Ocorrência: Maranhão e Nordeste do país até São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul, principalmente na floresta latifoliada semidecídua.

Fenologia: Floresce durante os meses de fevereiro-abril. Os frutos iniciam a maturação em agosto com a planta totalmente destituída da folhagem, prolongando-se até o final de setembro.

Informações ecológicas: Planta decídua, pioneira heliófita e seletiva xerófita, característica das capoeiras e florestas secundárias situadas em terrenos arenosos e cascalhentos.

Restrições ao uso: Ocorre a queda freqüente de galhos.

Dados da espécie selecionada:

Diâmetro da copa: 23,7 m

Circunferência do tronco à altura do peito, tronco único: T = 3,68 m;

Altura do fuste (até o primeiro galho): 4,10 m.

E) Espécie 5: Orelha de Preto, *Enterolobium contortisiliquum* Morong.

Nas Figuras 23, 24, 25 e 26, visão geral da espécie Orelha de Preto, *Enterolobium contortisiliquum* Morong, ao longo das quatro estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001).

Características morfológicas: Altura de 20-35 m, com tronco de 80-160 cm de diâmetro. Folhas compostas bipinadas com 2-7 jugas.

Ocorrência: Pará, Maranhão e Piauí até Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul, nas florestas pluviais e semidecídua. É particularmente freqüente na floresta latifoliada da bacia do Paraná.

Informações ecológicas: Planta decídua no inverno, heliófita, seletiva higrófita, pioneira, dispersa em várias formações florestais.

Fenologia: Floresce a partir de meados de setembro, prolongando-se até novembro. A maturação dos frutos ocorre durante os meses de junho-julho, que permanecem na árvore mais alguns meses.

Restrições ao uso: A luz das últimas pesquisas levadas a efeito por AFONSO et al. (2001), a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), foi considerada tóxica para bovinos, no caso da ingestão de suas sementes devido à escassez de alimentos.

Dados da espécie selecionada:

Diâmetro da copa: 20,0 m

Circunferência do tronco à altura do peito: Tronco múltiplo

T_1 = 1.53 m; T_2 = 1.36 m; T_3 = 1.33 m; T_4= 0.98 m;

Altura do fuste (até o primeiro galho): 2,65 m.

Figura 23. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Inverno 2000.

Figura 24. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Primavera 2000.

Figura 25. Árvore Orelha de Preto, E. contortisiliquum Morong, Verão 2000.

Figura 26. Árvore Orelha de Preto, *E. contortisiliquum* Morong, Outono, 2001.

Os dados de características morfológicas, ocorrências, informações ecológicas e fenologia das espécies estudadas foram retirados de LORENZI (1992).

Após a seleção das espécies, foram realizados estudos prévios em cada espécie, no sentido de verificar o deslocamento da sombra ao longo do dia. Isso facilitou a locação dos equipamentos, evitando-se que os mesmos recebessem radiação solar direta.

Em função das observações anteriores, nessa fase do experimento colocou-se o equipamento diretamente sob a sombra projetada da árvore selecionada e a céu aberto.

Foi adotado, por se tratar de conforto animal, uma altura média de 1,60 m, simulando o dorso do bovino, conforme proposto por SILVA et al. (1996a).

4.2. Coleta dos dados:

Os dados foram coletados durante um ano, dividido em quatro fases:

1. Julho/Agosto (Inverno 2000): 25 dias de dados.
2. Outubro/Novembro: (Primavera 2000): 25 dias de dados.
3. Janeiro/Fevereiro: (Verão 2000): 25 dias de dados.
4. Maio/Junho (Outono 2001): 25 dias de dados.

Para leitura dos dados, adotamos os horários de coleta às 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, e 18:00 horas, visando o mapeamento climatológico da radiação solar do dia, metodologia proposta por SILVA et al. (1998c).

Para o estudo dos parâmetros climáticos e índices de conforto térmico foram selecionados os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas, por apresentarem a maior temperatura de bulbo seco, levando com isto, a uma situação de desconforto para o animal.

Para todas as estações do ano estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001), foram realizados os procedimentos que se seguem para obtenção e posterior tratamento estatístico dos dados.

Foram coletados no campo os seguintes dados climáticos: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro, velocidade do vento, nível de iluminação e também para o Outono 2001, os dados dos sensores de temperatura de bulbo seco e umidade do ar, radiação solar global e radiação fotossinteticamente ativa.

Com os dados em mãos, iníciou-se o trabalho de cálculo para os índices de conforto térmico, com as temperaturas de bulbo seco e bulbo úmido mais a altitude (630 m) do local da coleta de dados e utilizando-se o Programa PLUS (Psychrometric Look-Up Substitute) de ALBRIGHT (1990), foram calculados os valores da temperatura de ponto de orvalho (^{o}C), umidade relativa(%), e entalpia (KJ/Kg).

Com estes novos dados foi possível o calculo dos índices: THI, BGHI e CTR.

Com isto, as variáveis: temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, UR, THI, BGHI, CTR, nível de iluminação, além destas variáveis, para a estação Outono 2001

foram acrescentadas: temperatura do ar (sensor), umidade relativa (sensor), radiação solar global (sensor) e radiação fotossinteticamente ativa (sensor).

Ficando prontos para a Análise Estatística, executada pelo Programa SAS™.

Foram realizados gráficos com as médias dos 25 dias de coletas de dados de todas as estações estudadas (Inverno 2000, Primavera 2000, Verão 2000 e Outono 2001) utilizando as variáveis mencionadas acima e também a redução da carga térmica radiante, em porcentagem.

4.2.1. Fase I*:* Inverno

A coleta de dados da fase I, Inverno 2000, foi do dia 22/07/00, até o dia 30/08/00, perfazendo um total de 25 dias (não consecutivos) de dados coletados.

As espécies estudadas sofreram alterações em suas copas (presença ou não de folhas) de acordo com cada estação, ficando as espécies arbóreas no inverno com a seguinte composição não tiveram alteração em suas copas as espécies: Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) a Copaíba (*Coipaifera langsdorffii* Desf.) e a Orelha de Preto *(Enterolobium contortisiliquum* Morong), no entanto, as espécies: Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)* e Angico (*Anadenathera macrocarpa* Brenan) nesta estação encontravam sem folha em suas copas.

4.2.2. Fase II: Primavera

A coleta de dados da fase II, Primavera 2000, foi do dia 09/11/00 até o dia 08/12/00, perfazendo um total de 25 dias de dados coletados.

Na primavera todas as espécies arbóreas estudadas estavam com folhas em suas copas.

O piquete onde foram realizadas as coletas de dados sofreu reforma no pasto nesta estação, onde foram realizados os manejos necessários de arração, gradeação e posterior plantio de pastagem (*Braquiaria decumbens*), ficando o piquete durante a coleta de dados como na Figura 27.

Figura 27. Aspecto geral do piquete, durante a reforma do pasto, Primavera 2000.

4.2.3. Fase III: Verão

A coleta de dados da fase III, verão 2000, foi do dia 23/01/01 até o dia 23/02/01, perfazendo um total de 25 dias de dados coletados.

No Verão todas as espécies arbóreas estudadas estavam com folhas em suas copas.

4.2.4. Fase IV: Outono

A coleta de dados da última fase, Outono de 2001, foi do dia 01/06/01 até o dia 27/06/01, perfazendo um total de 25 dias de dados coletados.

As espécies estudadas sofreram alterações em suas copas (presença ou não de folhas) de acordo com cada estação, ficando as espécies arbóreas no inverno com a seguinte composição não tiveram alteração em suas copas as espécies: Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) Pau Pereira (Platycyamus regnellii.Benth.*)* e o Angico (*Anadenathera macrocarpa* Brenan), no entanto, as espécies: a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Orelha de Preto *(Enterolobium contortisiliquum* Morong) nesta estação encontravam sem folha em suas copas.

4.3. Estudo da sombra:

Para qualificar as sombras das árvores foram estudadas as características psicrométricas do microclima gerado pelas mesmas, de acordo com a metodologia proposta por SILVA et al (1998c).

Foram registrados os dados de temperatura de bulbo seco e bulbo úmido, temperatura de máxima e mínima, velocidade do vento, temperatura do globo negro e o nível de iluminação. Sob a sombra de cada espécie selecionada, foi instalada uma mini-estação meteorológica, de forma a registrar todos os dados inerentes ao micro-clima gerado pela sombra. Além da mencionada altura média de 1,6 m (simulando o dorso do bovino), recomendou-se, com relação à posição horizontal dos equipamentos, que os mesmos fossem colocados a uma distância média de 0,50 m do tronco da espécie ou no centro geométrico da sombra projetada, observando que, em ambos os casos, os equipamentos foram deslocados de acordo como a inclinação do sol e, conseqüentemente, com a movimentação da sombra.

Os equipamentos formaram, uma mini estação meteorológica, que foi colocada embaixo de cada árvore estudada.

Cada mini estação meteorológica, foi composta dos seguintes equipamentos:

1 – Higrômetro (termômetro de bulbo seco e bulbo úmido);

1 – Termômetro de temperatura máxima e de mínima;

1 – Termômetro de globo negro.

Estes equipamentos foram colocados no centro geométrico da sombra das árvores e a céu aberto, de acordo com as Figuras 28 e 31.

Para a medida da velocidade do vento, foi utilizado um termo-anemômetro da marca Alnor, de acordo com a Figura 29. O nível de iluminação foi registrado, utilizando um luximetro da marca Minipa, de acordo com a Figura 30.

Foram utilizados ainda os sensores:

Piranômetro, para as medições da radiação solar direta que apresentava as características;

Marca: Kipp & onenn B.V.;

Sensibilidade: de 19.88 a 21.15 $\mu V/(W/m^2)$;

Impedância: de 95.0 a 98.0 Ohm;

Quantum Sensor (PAR), para as medições da radiação fotossinteticamente ativa com as seguintes características:

Marca: Kipp & Zonen B.V.;

Sensibilidade (± 2%): 4.77 a 5.11 μV/μmol/s/m^2;

Impedância: 240 Olhm;

Website: //www.kippzonen.com

Sensor de Umidade Relativa e Temperatura:

Marca: Rotronic Instrument Corp.;

Modelo: HYGROCLIP;

Website://fwww.rotronic-usa.com.

Figura 28. Higrômetro, termômetro de máxima e mínima e de bulbo negro.

Figura 29. Equipamento Luximetro marca Minipa.

Figura 30. Termo-anemômetro marca ALNOR.

Figura 31. Estação meteorológica marca Squitter

Para a interpretação dos dados foram utilizados os seguintes parâmetros agroclimáticos e índices de conforto térmico animal:

- Temperatura de bulbo seco;
- Temperatura de globo negro;
- Umidade relativa;
- Nível de iluminação;
- Índice de Temperatura e Umidade (THI);
- Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (BGHI);
- Índice de Carga Térmica Radiante;
- Redução da Carga Térmica Radiante (em porcentagem).

4.4. Forma de análise dos dados

4.4.1. Seleção dos dias críticos:

Para a análise dos dados foram selecionados os dias de maior desconforto (considerados críticos), utilizando como parâmetro de seleção, os valores de entalpia, segundo metodologia de SILVA et al. (1991).

4.4.2. Avaliação das sombras:

Foi realizado estudo comparativo dos parâmetros climáticos e dos índices de conforto térmico proposto no item 4.3., com as espécies selecionadas para estudo, durante as 4 fases do experimento.

4.4.3. Delineamento Experimental:

Foram analisados dados de umidade relativa, temperatura de bulbo seco, velocidade do vento, temperatura de globo negro, intensidade luminosa, e os Índices: THI, BGHI e CTR, O delineamento adotado foi o de blocos casualizados e o pacote estatístico usado foi o SAS™.

A análise estatística, constou de 6 tratamentos (referentes às 5 espécies de árvores e testemunha céu aberto) e 25 blocos (representados pelos dias de avaliação).

Esquema da Análise de Variância:

Para cada estação.

Causas de Variância.	Graus de Liberdade.
Blocos	24
Tratamentos	5
Resíduos	121
Total	150

Para a comparação entre as médias, adotou-se o Teste Tukey com 1 % de probabilidade.

V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Temperatura de bulbo seco (Tbs)

5.1.1. Para o Inverno 2000

A média das temperaturas de bulbo seco nesta fase de coleta de dados, inverno, apresentou os resultados mostrados pela Figura 32: as espécies Copaíba (*Copaifera* langsdorffi Desf.i) e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)*, com as menores médias de temperatura de bulbo seco, enquanto as espécies Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.*)* e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)* apresentaram as maiores médias. A céu aberto obteve, como esperado, a maior média da temperatura de bulbo seco.

Os resultados da análise estatística dos dados estão representados na Tabela 3.

Para o horário das 12:00 horas, com um nível de 1% de significância, o tratamento a céu aberto apresentou a maior média de temperatura ambiente, vindo a seguir a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)* e o Pau Pereira (Platycyamus regnellii.Benth.*)*, que não diferiram entre si, logo após a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, que não diferiram entre si, as espécies que apresentaram as menores médias na temperatura de bulbo seco foram a Copaíba (*Copaifera* langsdorffii Desf.) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*),* que não apresentaram diferença estatísticas entre si.

Para o horário das 14:00 horas foram mantidas as mesmas posições do horário das 12:00 horas.

Para o horário das 16:00 horas, os tratamentos que apresentaram as maiores médias foram a céu aberto, o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*) e o Pau Pereira (Platycyamus regnelli* Benth.), que não diferiram estatisticamente entre si. As demais espécies: Orelha de

Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)*, o Angico (*Anadenathera macrocarpa* Brenan*)* e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, apresentaram as menores médias de temperatura de bulbo seco, não diferindo, no entanto, entre si.

5.1.2. Para a Primavera 2000

A variação da temperatura ambiente (temperatura de bulbo seco), nas sombras estudadas, pode ser visto na Figura 33. Verifica-se que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou uma média de temperatura ambiente superior as demais, inclusive a céu aberto. As demais espécies estudadas a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, o Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), apresentaram valores inferiores à condição a céu aberto, mas não apresentaram uma diferença nítida entre elas. Em todos os horários mais quentes do dia este resultado se manteve.

A análise estatística dos dados para esta variável, nos horários mais quente do dia, pode ser observado na Tabela 3. Verifica-se que no horário das 12:00 horas, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)* se diferenciou estatisticamente do céu aberto e das demais espécies: a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, o Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), no entanto, não diferiram entre si.

No horário das 14:00 horas, com as maiores médias, o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e a testemunha céu aberto não diferiram entre si, já as demais espécies apresentaram menores médias, mas não diferiram entre si.

No horário das 16:00 horas, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), com a maior média, diferiu estatisticamente da espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), com a menor média; as demais espécies estudadas ficaram em posição intermediária a estas duas espécies.

5.1.3. Para o Verão 2000

A variação da temperatura ambiente (temperatura de bulbo seco), nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 34.

Verifica-se que, nas horas mais quentes do dia, entre 12 e 16 horas, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), apresentou a maior média de temperatura de bulbo seco, sendo superior a temperatura de bulbo seco a céu aberto. Nas demais espécies estudadas, não houve diferença nos resultados.

De acordo com a análise estatística representada na Tabela 3, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) diferiu das demais espécies estudadas apresentando a maior média de temperatura de bulbo seco. A testemunha céu aberto veio a seguir diferindo também das demais espécies estudadas.

Estatisticamente, entretanto, as demais espécies: Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth*.)*, Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), e Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), não diferiram entre si, valores que se mantiveram nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas).

5.1.4. Para o Outono 2001

A variação das médias da temperatura de bulbo seco, nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 35. Nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) a testemunha céu aberto apresentou a maior média de temperatura de bulbo seco. Nas espécies estudadas não houve nitidez nos resultados.

A análise estatística está apresentada na Tabela 3. Não houve diferença estatística entre as médias de temperatura de bulbo seco, nas espécies estudadas.

Tabela 3. Resultado da comparação de médias da temperatura de bulbo seco (°C), pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	26,6b	25,1cd	26,6b	27,4a	25,0d	25,7c
	Primavera/00	30,0a	27,5c	27,9c	28,8b	27,6c	27,4c
	Verão/00	31,1a	28,7c	29,0bc	29,7b	28,7c	28,9c
	Outono/01	24,4a	24,3a	22,9a	25,8a	23,2a	23,7a
14:00	Inverno/00	28,1ab	26,3c	28,4a	28,7a	26,2c	27,3b
	Primavera/00	31,0a	29,2b	29,1b	30,4b	29,2b	29,1b
	Verão/00	32,9a	30,7c	30,9c	31,7b	30,7c	30,8c
	Outono/01	25,7a	25,6a	24,2a	26,9a	24,5a	25,7a
16:00	Inverno/00	28,1a	26,4b	27,8a	28,1a	26,6b	26,8b
	Primavera/00	30,6a	28,7b	29,0ab	29,9ab	29,0ab	28,5b
	Verão/00	31,0a	29,3c	29,2ab	30,3bc	29,7bc	29,8bc
	Outono/01	25,1a	24,4a	23,7a	25,1a	24,7a	24,8a

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

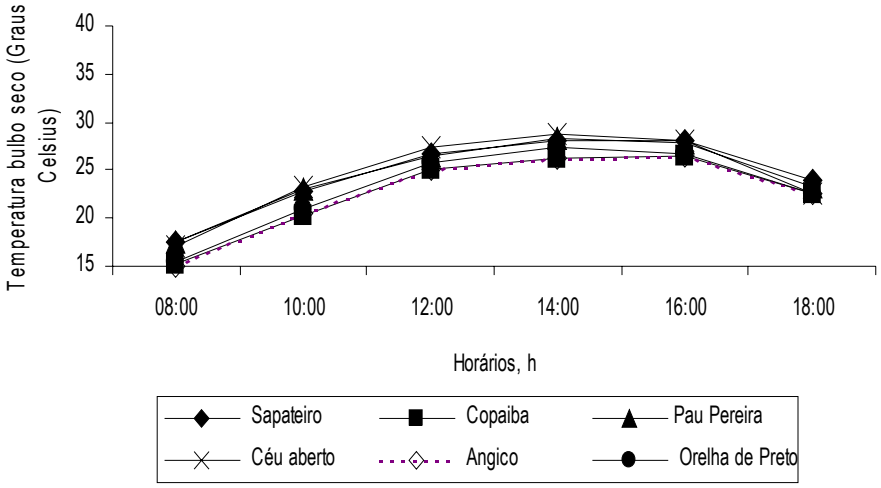

Figura 32. Variação média da temperatura de bulbo seco, Inverno 2000.

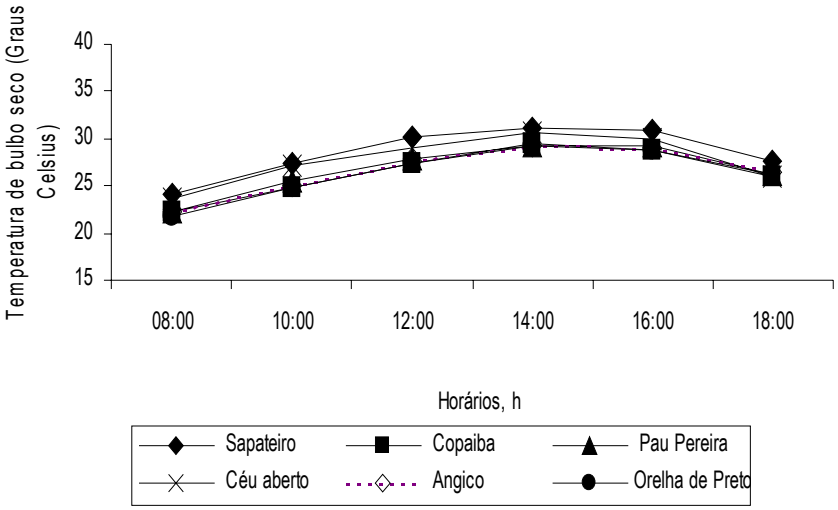

Figura 33. Variação média da temperatura de bulbo seco, Primavera 2000.

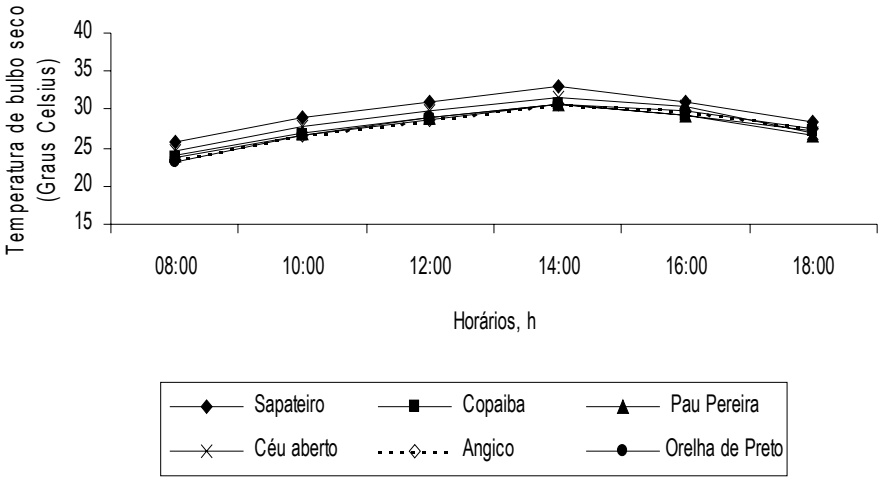

Figura 34. Variação média da temperatura de bulbo seco, Verão 2000.

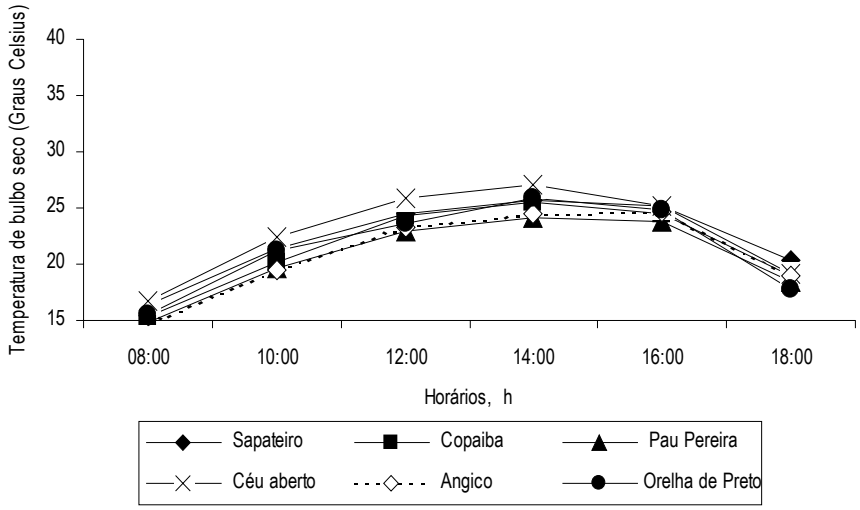

Figura 35. Variação média da temperatura de bulbo seco, Outono 2001.

5.2. Temperatura de globo negro (Tgn)

5.2.1. Para o Inverno 2000:

Os resultados das médias das temperaturas de globo negro, nesta fase de coleta dos dados (inverno), estão representados na Figura 36.

As espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.*)* e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)* foram às espécies com pior desempenho, com uma média maior de temperaturas de globo negro, enquanto que as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentaram as menores médias, ficando a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) em posição intermediária em relação às demais espécies. Como esperado, a céu aberto foi o tratamento que apresentou uma maior média de temperatura de globo negro, dentre todos os tratamentos.

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise estatística ordenada pelos horários da temperatura de globo negro.

No horário das 12:00 horas, a testemunha céu aberto apresentou a maior média de temperatura de globo negro, conforme o esperado, vindo a seguir as espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)* e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*). O Pau Pereira (*Platycyamus regnellii Benth.) e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* ficaram em posição intermediária, apesar de não diferirem estatisticamente do

Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, que apresentou a menor média de temperatura de bulbo negro.

Para os horários das 14:00 e 16:00 horas, as posições não se alteraram.

5.2.2. Para a Primavera 2000

Os valores médios das temperaturas de globo negro apresentaram os resultados constantes na Figura 37. Como esperado a testemunha céu aberto apresentou a maior média de temperatura de globo negro, durante todo o decorrer do dia. As demais espécies estudadas a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, o Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), não apresentando diferenças entre si.

O resultado da análise estatística do termômetro de globo negro está representado na Tabela 4. Verifica-se que apenas a testemunha céu aberto diferiu estatisticamente das demais espécies estudadas que, no entanto, não diferiram estatisticamente entre si.

Em todos os horários estudados esta posição foi mantida constante.

5.2.3. Para o Verão 2000

Os valores médios das temperaturas de globo negro apresentaram os resultados constantes na Figura 38. Nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) a testemunha céu aberto apresentou a maior média de temperatura de globo negro, vindo, a seguir a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong). As demais espécies não apresentaram diferenças.

A análise estatística da temperatura de globo negro esta representada na Tabela 4. Apresentando claramente a testemunha céu aberto com a maior média, como esperado, com isto diferindo das demais espécies estudadas. A espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), vem a seguir, também diferindo estatisticamente das demais. As espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), Pau Pereira (Platycyamus regnellii.Benth.),

Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Angico (*Anadenathera macrocarpa* Brenan), não diferiram entre si. Esta tendência foi mantida nos horários mais quentes do dia.

5.2.4. Para o Outono 2001

As médias de temperatura de globo negro apresentaram os resultados constantes na Figura 38. A condição a céu aberto apresentou a maior média de temperatura de globo negro, para os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas, vindo a seguir as demais espécies estudadas, no entanto entre as mesmas não houve nitidez nos resultados apresentados.

Tabela 4. Resultado da comparação de médias da temperatura de globo negro (^{0}C), pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	26.6a	28.0bc	28.4bc	34.9a	28.7b	29.1b
	Primavera/00	30.9b	30.4b	30.6b	38.0a	29.9b	31.1b
	Verão/00	31.5c	31.4c	31.1c	37.0a	30.9c	32.8b
	Outono/01	25.0b	27.9b	25.5b	34.0a	25.7b	27.8b
14:00	Inverno/00	28.3a	28.8cd	31.0b	36.1a	30.4bc	30.1bc
	Primavera/00	31.0b	31.8b	31.8b	38.7a	31.1b	32.5b
	Verão/00	33.6bc	33.1c	33.3bc	38.7a	32.6c	34.6b
	Outono/01	26.3b	29.1b	27.1b	35.6a	27.2b	29.4b
16:00	Inverno/00	27.7a	27.9c	28.5bc	34.6a	29.6b	29.0bc
	Primavera/00	30.7b	30.9b	31.0b	36.0a	30.1b	30.7b
	Verão/00	31.6b	31.3b	31.2b	35.7a	31.3b	32.7b
	Outono/01	24.9b	26.1b	25.4b	31.7a	27.7ab	27.4ab

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

A análise estatística está representada na Tabela 4. A condição a céu aberto apresentou claramente a maior média de temperatura de globo negro, diferindo estatisticamente das demais espécies estudadas. As espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.),

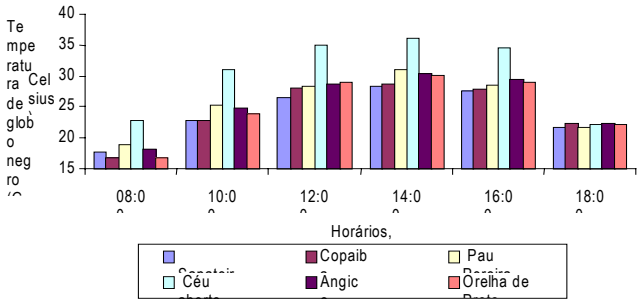

Figura 36. Variação média da temperatura de globo negro, Inverno 2000.

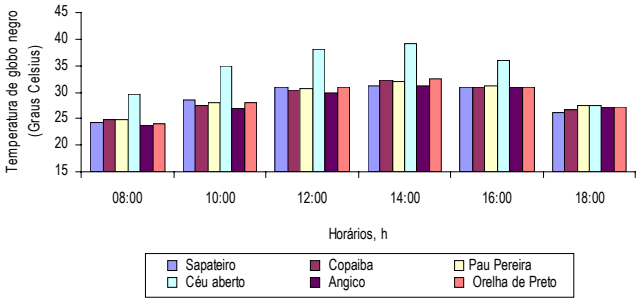

Figura 37. Variação média da temperatura de globo negro, Primavera 2000.

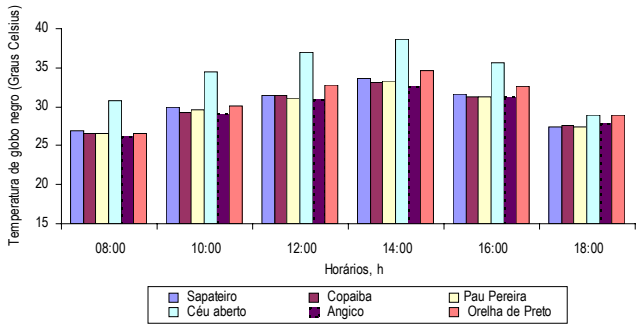

Figura 38. Variação da temperatura de globo negro, Verão 2000.

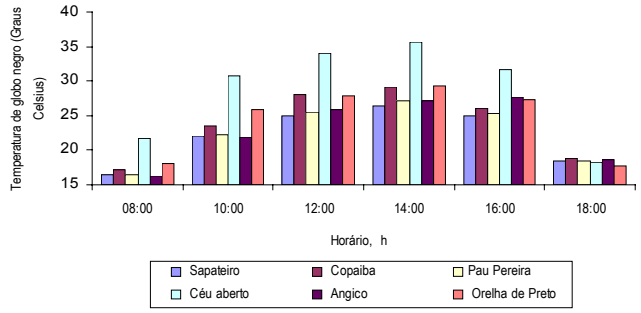

Figura 39. Variação média da temperatura de globo negro, Outono 2001.

não diferiram estatisticamente entre si. Estes resultados se mantiveram nos demais horários (12:00, 14:00 e 16:00 horas).

5.3. Umidade Relativa

5.3.1. Para o Inverno 2000

A variação da umidade relativa, nas sombras estudadas, está representada graficamente na Figura 40. Verifica-se que a umidade relativa na sombra da espécie Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.*)*, foi a que apresentou a mais baixa porcentagem de umidade relativa, inferior a testemunha céu aberto. Enquanto as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*),* Angico *(Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e Sapateiro *(Pera glabrata* Baill.*)*, apresentaram, nesta ordem, uma melhor porcentagem de umidade relativa, nos horários mais quentes do dia entre 12 e 16 horas.

Observa-se, na Tabela 5, a análise estatística para os dados de umidade relativa nos horários mais quentes do dia (12:00. 14:00 e 16:00 horas).

Para as 12:00 horas, os tratamentos que apresentaram a maior média de umidade relativa foi o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* e o Angico (*Anadenathera macrocarpa* Brenan*)*, que não diferiram estatisticamente entre si, a seguir a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), vindo a testemunha céu aberto e finalmente pela espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)*, que apresentou a menor média de umidade relativa para este horário.

Em todos os horários estudados estes resultados foram constantes.

5.3.2. Para a Primavera 2000

Para ao período de primavera a variação da umidade relativa, nas sombras estudadas, está representada graficamente na Figura 41. Verifica-se que nos horários mais quentes do dia a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) apresentou uma maior média de umidade relativa, a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* brenan*)*, apresentou a

menor média de umidade relativa, as demais espécies estudadas e a testemunha céu aberto ficaram em posição intermediária.

Na Tabela 5, a análise estatística da variável resposta umidade relativa é apresentada. No horário das 12:00 horas a espécie Copaíba *(Copaifera langsdorffii* Desf.), que apresentou a maior porcentagem de umidade relativa, diferiu estatisticamente das demais espécies estudadas. A espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), foi a que apresentou a menor porcentagem de umidade relativa, as demais espécies encontram-se em posição intermediária.

No horário das 14:00 horas estas posições foram mantidas.

No horário das 16:00 horas não houve diferença estatística entre as espécies estudadas.

5.3.3. Para o Verão 2000

No Verão variação das médias da umidade relativa foi representada na Figura 42. Observa-se que nos horários mais quentes do dia, as 12:00, 14:00 e 16:00 horas, a espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.), apresentou a maior média de umidade relativa. Vindo a seguir as espécies: Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.). A testemunha céu aberto e a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), apresentaram as menores médias de umidade relativa.

Estatisticamente as médias de umidade relativa apresentaram os resultados constantes na Tabela 5. A espécie Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) diferiu estatisticamente das demais espécies estudadas. As espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, e a testemunha céu aberto não diferiram estatisticamente entre si. A testemunha céu aberto e as espécies: Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), não diferiram estatisticamente entre si, com a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) apresentando a menor média de umidade relativa.

5.3.4. Para o Outono 2001

No Outono a variação das médias da umidade relativa está representada na Figura 43. Pode-se observar que nos horários mais quentes do dia, às 12:00, 14:00 e 16:00 horas, a condição a céu aberto apresentou a maior média de umidade relativa, ficando a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), com a menor média, as demais espécies estudadas ficaram em posição intermediária.

Os resultados da análise estatística da úmida relativa esta representada na Tabela 5. A condição a céu aberto apresentou a maior média de umidade relativa, não diferindo estatisticamente, entretanto, das espécies Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). A espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) ficou com a menor média, diferindo estatisticamente da testemunha céu aberto e da espécie Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) e não diferindo das demais espécies estudadas. Resultado para o horário das 12:00 horas.

Para o horário das 14:00 horas não houve diferença estatística entre as espécies estudadas, já para o horário das 16:00 horas o padrão referente ao horário das 12:00 horas foi mantido.

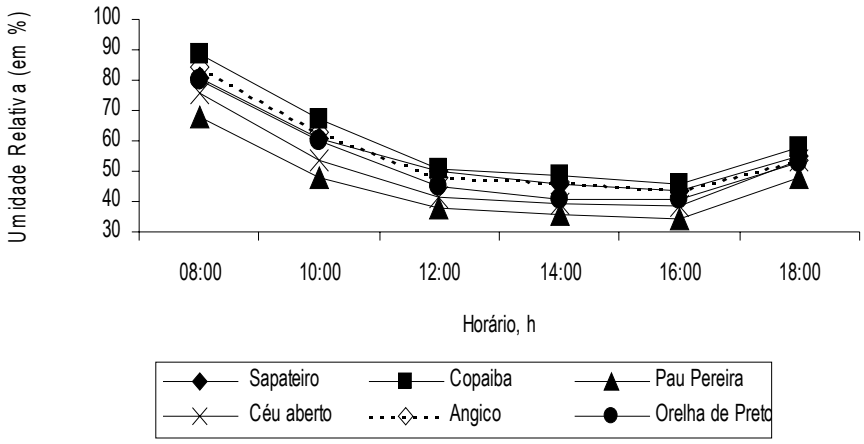

Figura 40. Variação média da UR, Inverno 2000.

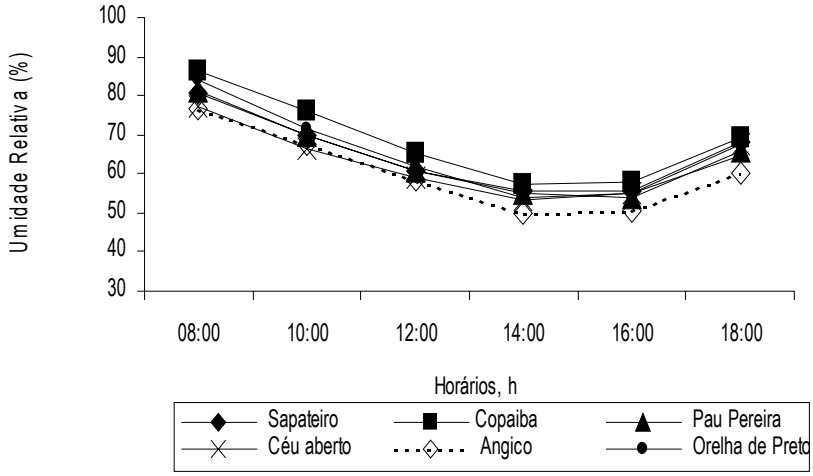

Figura 41. Variação média da UR, Primavera 2000.

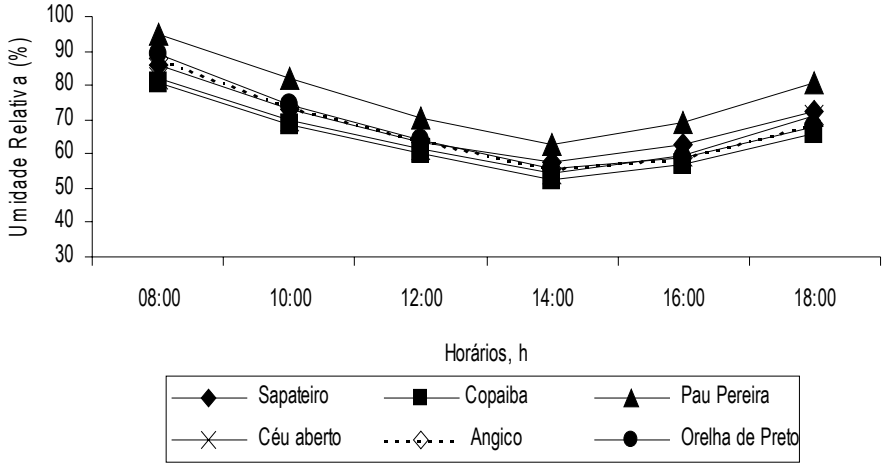

Figura 42. Variação média da UR, Verão 2000.

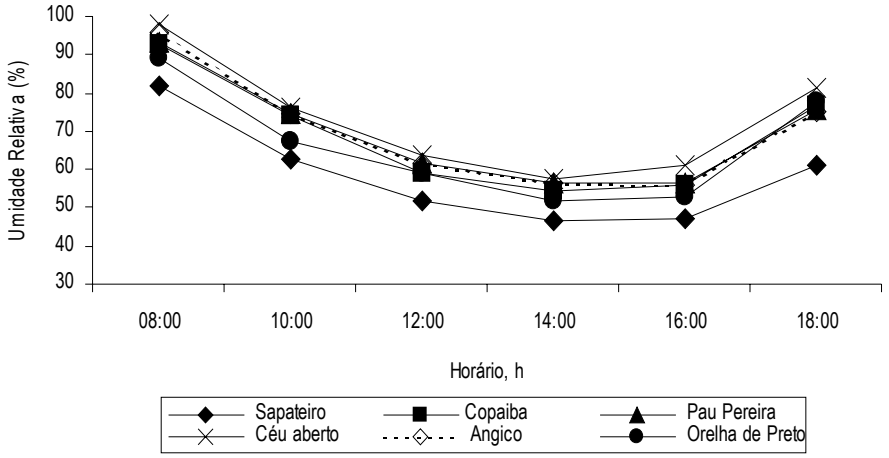

Figura 43. Variação média da UR, Outono 2001.

Tabela 5. Resultado da comparação de médias da umidade relativa (%), pelo Teste Tukey, a 1%.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	50.1a	50.9a	37.9d	41.8c	48.2ab	44.8bc
	Primavera/00	61.5bc	65.7a	61.2bc	60.0bc	59.3c	62.2b
	Verão/00	63.1bc	60.5c	70.5a	61.3bc	64.2b	64.1b
	Outono/01	61.5bc	65.7a	61.2bc	60.0bc	59.3c	62.2b
14:00	Inverno/00	45.5a	48.9a	35.9c	39.2bc	46.6a	40.6b
	Primavera/00	56.3ab	57.9a	55.9ab	54.1bc	51.0c	55.0ab
	Verão/00	57.4b	52.5d	62.9a	54.4cd	55.4bc	55.9bc
	Outono/01	56.3ab	57.9a	55.9ab	54.1bc	51.0c	55.0ab
16:00	Inverno/00	43.8a	46.0a	34.5c	38.4b	43.6a	40.9b
	Primavera/00	56.4a	58.5a	54.4a	55.1a	50.8a	56.2a
	Verão/00	62.5b	57.1c	69.4a	59.3bc	59.2bc	59.0bc
	Outono/01	56.4a	58.5a	54.4a	55.1a	50.8a	56.2a

As médias seguidas de letras iguais na mesma não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

5.4. Nível de Iluminação

5.4.1. Para o Inverno 2000

A variação do nível de iluminação, nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 44. Verifica-se que o nível de iluminação médio ao longo do dia, em condição de céu aberto foi superior às demais. Nos horários de maior nível de iluminação do dia, entre 12 e 16 horas, as espécies: Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)*, Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.*)* e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)* apresentaram um nível de iluminação superior as demais espécies estudadas, porém não nitidamente visível entre elas. As espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, foram as que tiveram a menor variação do nível de iluminação, ficando a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, ligeiramente abaixo da espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*.

Pode-se observar, na Tabela 6, o resultado da análise estatística do nível de iluminação (em Lux) para as espécies estudadas, nos horários mais quentes do dia.

No horário das 12:00 horas a testemunha céu aberto apresentou o maior valor de nível de iluminação diferindo dos demais tratamentos. Em posição intermediária as espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)*, não diferiram estatisticamente entre si. Com menores valores médios as espécies Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.*)*, a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), que não diferiram estatisticamente entre si.

5.4.2. Para a Primavera 2000

A variação do nível de iluminação, nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 45. Verifica-se que o nível de iluminação médio ao longo do dia, em condição de céu aberto foi superior as demais. Para os horários de maior nível de iluminação do dia entre as 12 e 16 horas. Porém, entre as demais espécies estudadas as variações não foram observadas nitidamente no gráfico.

Na Tabela 6, estão apresentados os resultados da análise estatística para a intensidade luminosa. Em todos os horários (12:00, 14:00 e 16:00) a testemunha céu aberto apresentou a maior média de intensidade luminosa, diferindo estatisticamente das demais espécies. Porém, as espécies: Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Angico

(*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), não diferiram estatisticamente entre si.

5.4.3. Para o Verão 2000

As variações médias do nível de iluminação estão apresentadas na Figura 46.

Pode-se verificar que a testemunha céu aberto apresentou, como esperado, as maiores médias. Vindo a seguir a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), para as demais espécies estudadas, as posições não ficaram nítidas. Esta tendência manteve-se nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas).

Os resultados da análise estatística estão representados na Tabela 6. Onde a testemunha céu aberto diferiu estatisticamente das demais, com as maiores médias de intensidade luminosa. As espécies estudadas: Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill), não diferiram estatisticamente entre si. Ficando a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), com a maior e a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) com a menor média de nível de iluminação.

5.4.4. Para o Outono 2001

As médias do nível de iluminação, em Lux, apresentaram os resultados constantes na Figura 47. Como esperado, a testemunha céu aberto apresentou o maior nível de iluminação. Vindo a seguir as espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.*). As demais espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill) foram às espécies que apresentaram os mais baixos níveis de iluminação, sendo a espécie sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) a que apresentou o menor nível de iluminação.

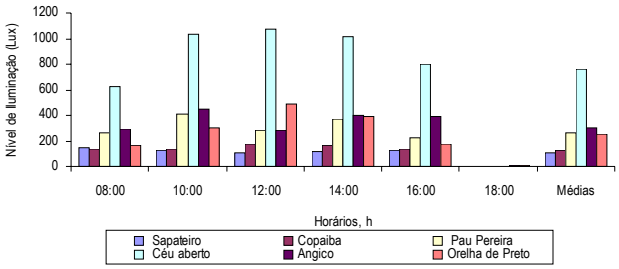

Figura 44. Variação do nível de iluminação, Inverno 2000.

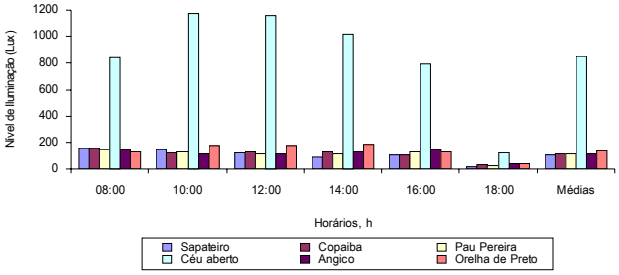

Figura 45. Variação média do nível de iluminação, Primavera 2000.

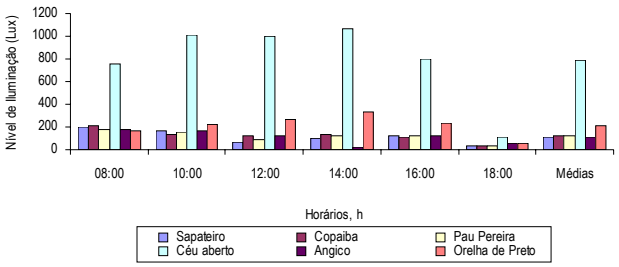

Figura 46. Variação média do nível de iluminação, Verão 2000.

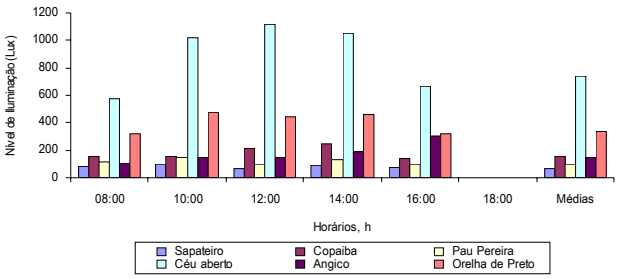

Figura 47. Variação média do nível de iluminação, Outono 2001.

Os resultados da análise estatística do nível de iluminação esta representada na Tabela 6. Observa-se que a testemunha céu aberto diferiu estatisticamente das demais, com as maiores médias de nível de iluminação. A seguir não diferindo estatisticamente entre si as espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). As demais espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), foram às espécies que apresentaram os menores níveis de iluminação, sendo que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) o menor nível de iluminação. Este padrão foi mantido nos horários mais quentes do dia 12:00, 14:00 e 16:00 horas.

Tabela 6.Resultado da comparação de médias do nível de iluminação (Lux) pelo Teste Tukey a 1%.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	104.1c	180.0c	279.7c	1063.2a	280.9bc	491.1b
	Primavera/00	124.7b	138.8b	115.8b	1105.7a	118.1b	177.0b
	Verão/00	71.4b	121.6b	92.4b	998.3a	122.8b	263.1b
	Outono/01	64.8c	216.9bc	98.4c	1116.4a	148.9c	442.6b
14:00	Inverno/00	121.8d	164.4cd	374.9bc	1017.0a	398.3b	386.3b
	Primavera/00	88.0b	129.2b	117.5b	979.5a	134.7b	189.8b
	Verão/00	101.1c	138.6bc	124.8bc	1065.8a	117.8bc	331.8b
	Outono/01	87.7c	243.3bc	132.5c	1053.2a	187.8c	464.2b
16:00	Inverno/00	124.7c	138.4c	225.7c	799.2a	391.2b	178.0c
	Primavera/00	105.6b	112.0b	135.0b	793.1a	147.7b	134.4b
	Verão/00	122.6b	115.0b	121.0b	795.7a	127.0b	235.4b
	Outono/01	74.7c	143.6bc	97.0bc	665.9a	306.2b	318.9b

As médias seguidas de letras iguais não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

5.5. Índice de Temperatura e Umidade Relativa (THI)

Os índices de conforto térmico são indicativos de conforto para os animais. Na realidade são utilizados de forma a associar duas ou mais variáveis do ambiente, resultando num valor adimensional que é padronizado pelas combinações dessas variáveis. Dessa

forma, apresenta-se o resultado relacionado com os índices de Temperatura de Globo e Umidade (THI) estudados.

5.5.1. Para o Inverno 2000

As médias do índice de temperatura e umidade relativa (THI), estão representadas na Figura 48. As espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), foram dentre as espécies estudadas, as que apresentaram os índices de temperatura e umidade relativa maiores, ficando a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)* em posição intermediária. As espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)* e Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, foram às espécies que apresentaram um menor índice de temperatura e umidade relativa. A testemunha céu aberto, como esperado apresentou o maior índice de temperatura e umidade relativa ao longo do dia.

Na Tabela 7, são apresentados os resultados da análise estatística para o Índice de temperatura e umidade (THI).

Verifica-se que, para o horário das 12:00 horas, a testemunha céu aberto e a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, apresentaram as maiores médias e não diferiram entre si. Em posição intermediária encontram-se as espécies Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.*)*, a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong.), que não diferiram entre si. Com as menores médias as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)*, que estatisticamente, não diferiram entre si.

Para os demais horários (14:00 e 16:00 horas) estas posições se mantiveram inalteradas.

5.5.2. Para a Primavera:

A variação do índice de temperatura e umidade relativa (THI), pode ser observada na Figura 49.

Verifica-se que o THI médio ao longo do dia para espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) foi superior aos demais, inclusive a céu aberto que viria a seguir. As demais espécies não apresentaram nitidamente diferenças pelo apresentado na figura.

Os resultados da análise estatística do THI estão representados na Tabela 7. No horário das 12:00 horas a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, com a maior média, superior a condição a céu aberto diferiu estatisticamente das demais espécies, ficando a espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e a Copaíba (*Copaifera* langsdorffii Desf.) com as menores medias do THI, as demais espécies ficaram em posição intermediária.

No horário das 14:00 horas, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), apresentou a maior média, vindo após a condição a céu aberto, as espécies: Copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.)*, a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), vieram a seguir, mas não diferiram entre si.

No horário das 16:00 horas, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), continuou com a maior média, as demais espécies: Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.)*, o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), a Orelha de Preto (Enterolobium contortisiliquum Morong), vieram a seguir, mas não diferiram entre si, a céu aberto apresentou uma posição intermediária.

5.5.3. Para o Verão 2000

A variação do índice de temperatura e umidade (THI) no Verão pode ser observada na Figura 50. Verifica-se que o THI médio ao longo do dia, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou a maior média, vindo após a condição a céu aberto, as demais espécies estudadas vieram a seguir, porém não apresentando nitidez nas posições.

Os resultados da análise estatística do índice de temperatura e umidade (THI), estão representados na Tabela 7. A espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) sobressaiu com uma maior média de (THI), diferindo das demais espécies. A condição a céu aberto vem a seguir, juntamente com a espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), que não diferiram entre si. As demais espécies: Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Des*f.*), não diferiram entre si, ficando a espécie Copaíba (*Copaifera*

langsdorffii Desf.) com o menor índice de temperatura e umidade. Nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) esta tendência foi mantida.

5.5.4.Para o Outono 2001

A variação do índice de temperatura e umidade (THI) no Outono pode ser observada na Figura 51. Verifica-se que, ao longo do dia, a condição a céu aberto apresentou um maior THI médio. Nas demais espécies estudadas não ficaram nítidas as posições, para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas).

Os resultados da análise estatística do THI podem ser observados na Tabela 7, para os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas. A condição a céu aberto apresentou o maior índice, vindo a seguir as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e o Angico (*Anadenantherma macrocarpa* Brenan), que não diferiram entre si. A espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) apresentou o menor índice de THI, porém estatisticamente não diferiram das espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e Orelha de Preto (*Enterolobium contorsiliquum* Morong).

Tabela 7. Resultado da comparação de médias do índice THI, pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	73.16a	71.43b	71.62b	73.46a	70.89b	71.72b
	Primavera/00	79.26a	76.23c	76.30c	77.47b	75.79c	75.84c
	Verão/00	80.91a	77.40d	78.75bc	78.87b	77.76d	78.03cd
	Outono/01	70.79bc	71.36b	69.78c	73.78a	70.14bc	70.57bc
14:00	Inverno/00	74.84a	72.79bc	73.62b	74.78a	72.23c	73.23bc
	Primavera/00	80.04a	77.80c	77.50c	78.99b	77.05c	77.35c
	Verão/00	82.72a	79.24c	80.55b	80.73b	79.57c	79.70c
	Outono/01	71.87b	72.54b	70.98b	74.72a	71.27b	72.47b
16:00	Inverno/00	74.58a	72.60b	72.86b	73.97a	72.56b	72.55b
	Primavera/00	79.41a	77.02b	77.00b	77.95ab	76.62b	76.62b
	Verão/00	80.59a	77.70c	78.77b	79.21b	78.42bc	78.54bc
	Outono/01	71.02ab	71.16ab	70.29b	72.65a	71.46ab	71.37ab

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

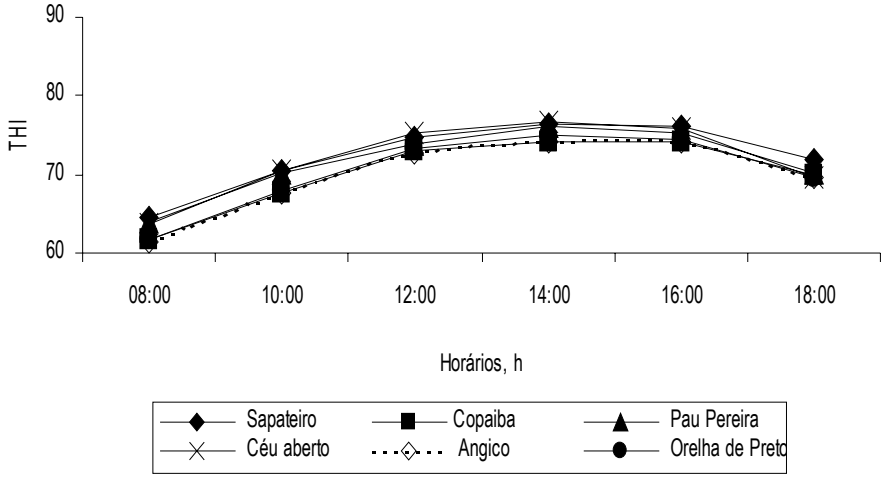

Figura 48. Variação média do índice THI, Inverno 2000.

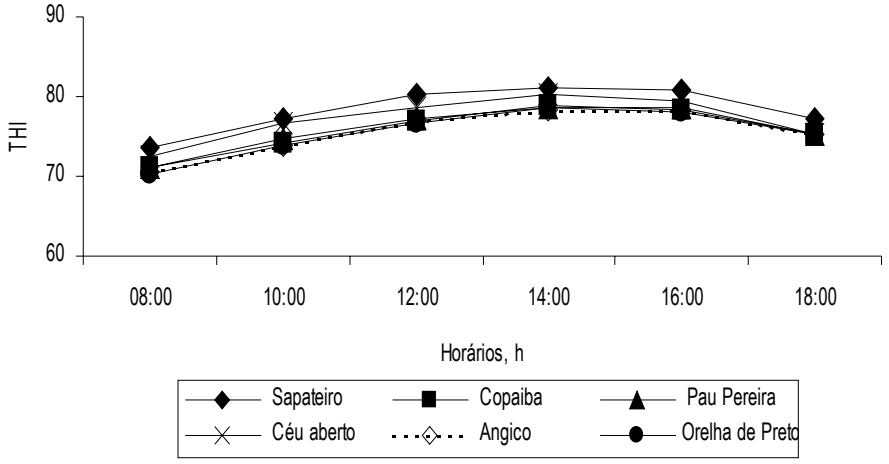

Figura 49. Variação média do índice THI, Primavera 2000.

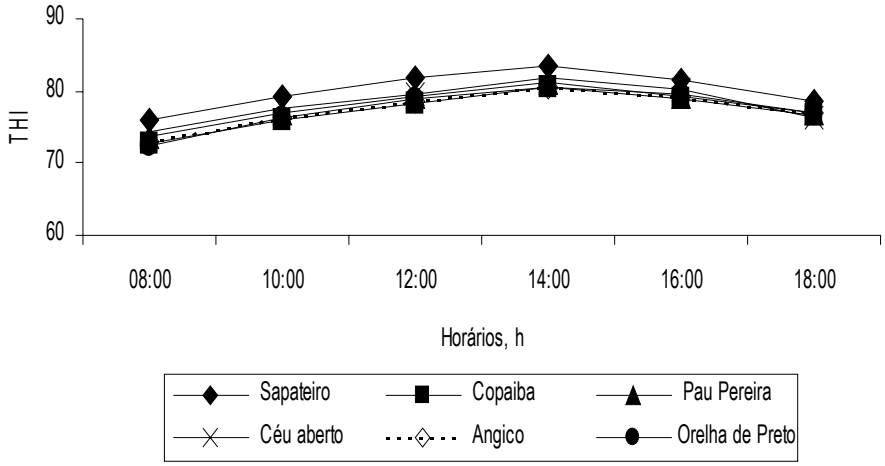

Figura 50. Variação média do índice THI, Verão 2000.

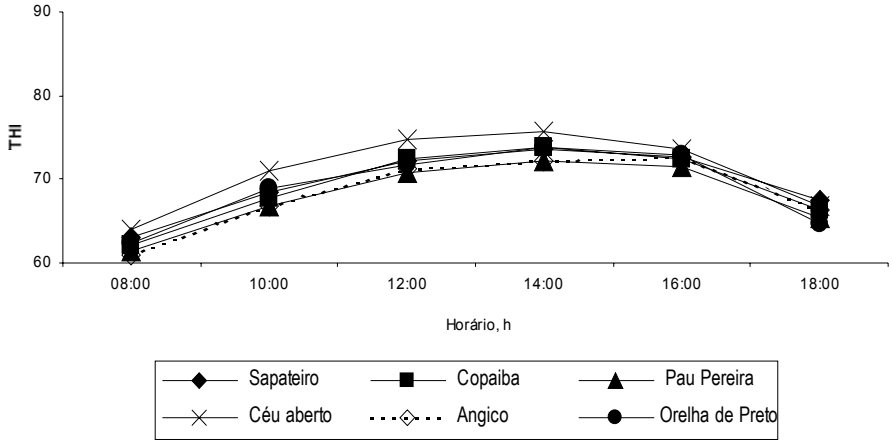

Figura 51. Variação média do índice THI, Outono 2001.

5.6. Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (BGHI):

5.6.1. Para o Inverno 2000

A variação do índice de temperatura do globo negro e umidade (BGHI), nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 52. Verifica-se que o BGHI médio ao longo do dia, em condição de céu aberto foi superior às demais. Nos horários mais quentes do dia

entre 12 e 16 horas, não foram observadas variações nítidas no gráfico entre as demais espécies.

Observa-se na Tabela 8, a análise estatística para o Índice de Temperatura de globo negro e Umidade (BGHI), que apresentou os seguintes resultados. Para o horário das 12:00 horas a testemunha céu aberto foi o que apresentou a maior média, diferindo dos demais tratamentos. As espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), o Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)*, o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) não diferiram entre si. Nos demais horários (14:00 e 16:00 horas) as posições mantiveram-se inalteradas.

5.6.2. Para a Primavera 2000

A variação do índice de temperatura do globo negro e umidade (BGHI), nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 53. Verifica-se que o BGHI médio ao longo do dia, a testemunha a céu aberto foi superior às demais condições, porém, entre as demais espécies estudadas as variações não foram observadas.

Na Tabela 8 é mostrado o resultado da análise estatística para os dados de BGHI. De acordo com os resultados apresentados conclui-se que para o horário das 12:00 horas, a céu aberto apresentou as maiores médias do BGHI, vindo a seguir as espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), e o Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), que não diferiram entre si, as espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), apresentaram as menores médias do BGHI, mas não diferiram entre si.

No horário das 14:00 horas, apenas a céu aberto diferiu estatisticamente das demais espécies. As demais espécies: Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), e o Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)* e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), não diferiram entre si.

No horário das 16:00 horas, as mesmas considerações observadas no horário das 14:00 foram repetidas.

5.6.3. Para o Verão 2000

A variação do índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI) para o Verão, nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 54.

A condição a céu aberto, como esperado foi que apresentou as maiores médias, vindo a seguir a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong). As demais espécies estudadas, não apresentaram diferenças.

Os resultados da análise estatística do índice de temperatura de globo negro e umidade estão representados na Tabela 8. A condição a céu aberto apresentou a maior média, diferindo estatisticamente das demais. As espécies: Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), não diferiram entre si. A espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) apresentou o menor índice de temperatura de globo negro e umidade, porém não diferindo estatisticamente das espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.*) e Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.). Nos horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) esta tendência foi mantida.

5.6.4. Para o Outono 2001

A variação do índice de globo negro e umidade, nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 55. Verifica-se que ao longo do dia, a condição a céu aberto apresentou o maior BGHI médio, as demais espécies estudadas vieram a seguir, porém não apresentando nitidez nas posições.

A análise estatística do BGHI esta representada na Tabela 8. Para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) a condição a céu aberto teve um maior BGHI diferindo estatisticamente das demais espécies estudadas. As demais espécies não diferiram estatisticamente entre si, apresentado a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) com

um maior BGHI enquanto a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou o menor BGHI, as demais espécies estudadas ficaram em posição intermediária.

Tabela 8. Resultado da comparação de médias do índice BGHI, pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	73.2b	74.3b	73.5b	80.7a	74.7b	74.9b
	Primavera/00	80.1b	79.2bc	79.1bc	80.6a	78.0c	79.6b
	Verão/00	81.3bc	80.1cd	80.8bcd	86.2a	80.0d	81.9b
	Outono/01	71.4b	75.0b	72.3b	81.9a	72.6b	74.7b
14:00	Inverno/00	74.9b	75.2b	76.1b	81.8a	76.4b	75.7b
	Primavera/00	80.1b	80.4b	80.1b	87.2a	78.9b	80.7b
	Verão/00	83.4bc	81.6cd	83.0bcd	87.8a	81.3d	83.5b
	Outono/01	72.5b	76.1b	73.8b	83.4a	73.9b	76.1b
16:00	Inverno/00	74.1bc	74.1bc	73.4c	80.1a	75.4b	74.4bc
	Primavera/00	79.6b	79.3b	79.2b	84.3a	78.6b	78.8b
	Verão/00	81.2bc	79.7c	80.8bc	84.7a	80.0c	81.4b
	Outono/01	70.8b	72.8b	71.9b	79.2a	74.4ab	73.9ab

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

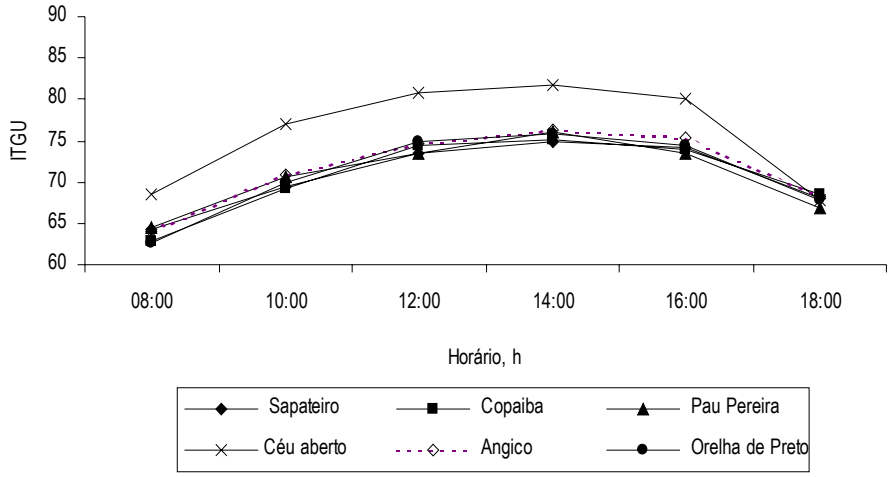

Figura 52. Variação média do índice BGHI, Inverno 2000.

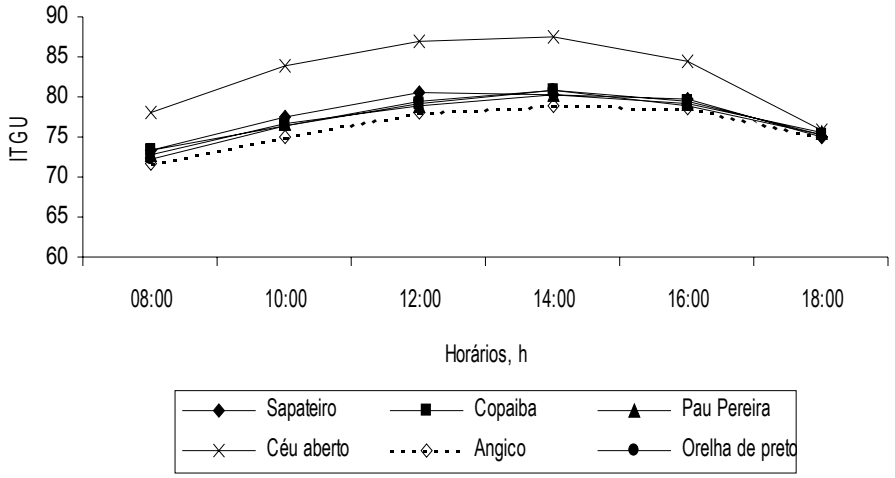

Figura 53. Variação média do índice BGHI, Primavera 2000.

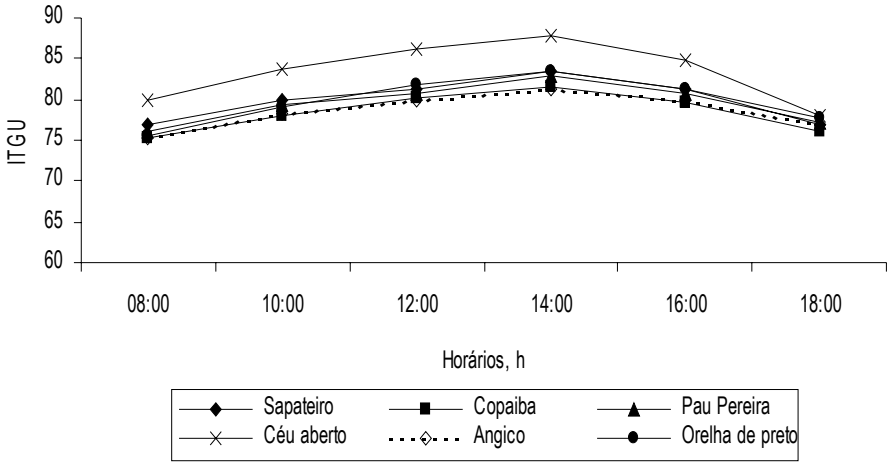

Figura 54. Variação média do índice BGHI, Verão 2000.

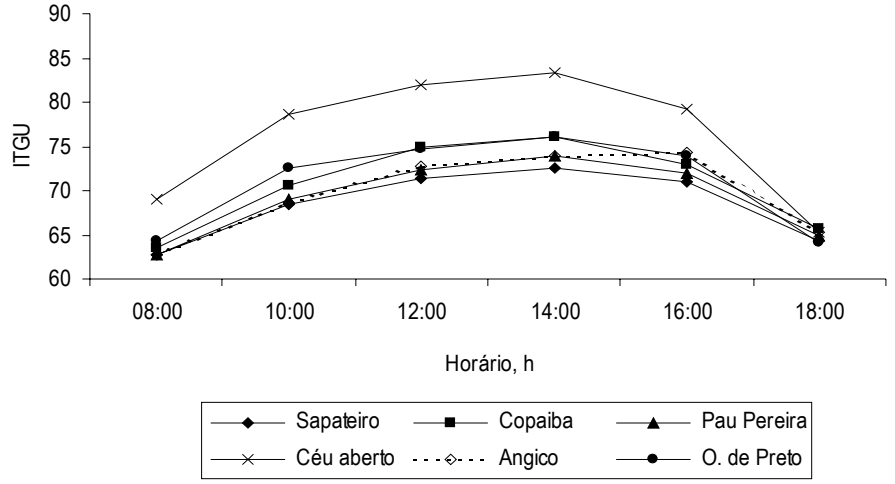

Figura 55. Variação média do índice BGHI, Inverno 2001.

5.7. Índice de Carga Térmica Radiante (CTR)

5.7.1. Para o Inverno 2000

A variação do Índice de Carga Térmica Radiante (CTR), nas sombras estudadas pode ser observada na Figura 56. Verifica-se que o índice de carga térmica ao longo do dia, em condição de céu aberto foi superior às demais. Nos horários mais quentes do dia entre 12 e 16 horas, a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) apresentou um CTR superior às demais espécies estudadas, seguidas pelas espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)*, Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)*, sendo que a espécie que apresentou o menor CTR foi o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*. Observa-se nitidamente a variação da CTR (em W/m^2) nas sombras estudadas. Verifica-se que a espécie que apresenta a melhor qualidade térmica é a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*, e a espécie com o maior CTR é a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*).* A Tabela 9 apresenta o resultado da análise estatística para a variável resposta Carga Térmica Radiante, nos horários mais quentes do dia. No horário das 12:00 horas, a média do Índice de carga térmica radiante foi maior a céu aberto, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em posição intermediária ficaram as espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)*, a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong*)*, a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)*, que não diferem estatisticamente entre si. A menor média foi observada na espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)*. Nos demais horários (14:00 e 16:00 horas) as posições mantiveram-se inalteradas.

5.7.2. Para a Primavera 2000

A variação do Índice de Carga Térmica Radiante (CTR), nas sombras estudadas, pode ser observada na Figura 57. Verifica-se que o índice de carga térmica ao longo do dia, em condição de céu aberto foi superior as demais. Nos horários mais quentes do dia entre 12 e

16 horas, a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) apresentou um CTR superior as demais espécies estudadas. Seguido pela espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.).

Na Tabela 9, verifica-se que nos horários mais quentes do dia, (12:00, 14:00, 16:00 horas), o tratamento a céu aberto se diferencia dos demais. Vindo a seguir a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), seguida pela espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), copaiba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), que não diferiram entre si, as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), também não diferiram estatisticamente, sendo que o sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou a menor média do CTR.

5.7.3. Para o Verão 2000

As médias do índice de carga térmica radiante esta representada na Figura 58. A condição a céu aberto, como esperado, foi a que apresentou os maiores valores de média. Vindo a seguir a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum Morong*), em posição intermediária as espécies: Copaíba (*Copaifera langsdorffii Desf.*), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan). Com os menores valores médios ficou a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.).

A análise estatística do índice de carga térmica radiante, esta representada na Tabela 9. Das espécies estudadas, a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum Morong*), apresentou as maiores médias de carga térmica radiante, diferindo das demais espécies. Em posição intermediária ficaram as espécies: Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e Pau Pereira (*Platycyamus Regnellii* Benth.), que não diferiram estatisticamente entre si. Com a menor média ficou a espécies Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), entretanto, também não diferiu estatisticamente das espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan).

Esta tendência foi mantida para os horários mais quentes do dia (12:00. 14:00 e 16:00 horas).

5.7.4. Para o Outono 2001

As médias do índice de carga térmica radiante (CTR), esta representada na Figura 59. A condição a céu aberto, como esperado, foi a que apresentou os maiores valores de média. Vindo a seguir as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan). A espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) foram às espécies que apresentaram as menores médias de CTR.

Na Tabela 9, está representada a análise estatística da carga térmica radiante, para os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas. A condição a céu aberto diferiu estatisticamente das demais espécies estudadas. Vindo a seguir as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Orelha de Preto (*Enterolobium contorrisiliquum* Morong), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e Pau Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.) diferiram estatisticamente das demais espécies e não diferiram entre si. Apresentado uma menor média de CTR a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) não diferiu das espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), diferindo, entretanto das demais espécies estudadas.

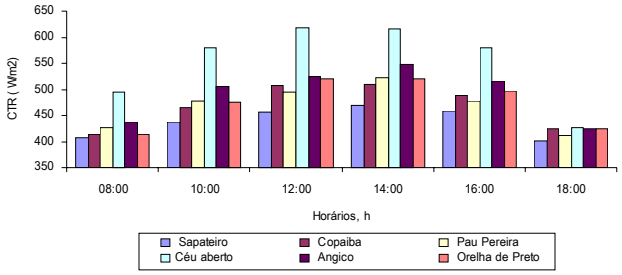

Figura 56. Variação da Carga Térmica Radiante (CTR), Inverno 2000.

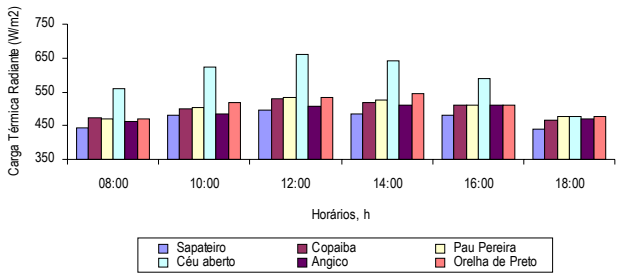

Figura 57. Variação média do índice CTR, Primavera 2000.

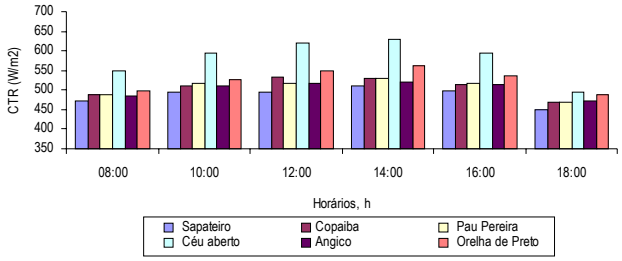

Figura 58. Variação média do índice CTR, Verão 2000.

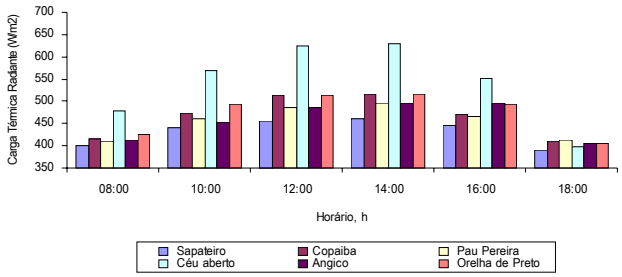

Figura 59. Variação média do índice CTR, Outono 2001.

Tabela 9. Resultado da comparação de médias da CTR (W/m^2), pelo Teste Tukey a 1%.

Horário	Estação	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Céu aberto	Angico	Orelha de Preto
12:00	Inverno/00	455.6c	508.36	494.9b	618.8a	524.4b	520.8b
	Primavera/00	495.7c	527.9bc	532.1b	659.9a	508.5bc	535.6b
	Verão/00	493.6d	532.0bc	517.4cd	620.0a	518.2cd	550.4b
	Outono/01	454.6c	513.8b	484.9bc	624.5a	486.9bc	512.9b
14:00	Inverno/00	469.0d	509.0c	522.5bc	616.1a	548.4b	520.5bc
	Primavera/00	484.3c	518.8bc	524.4b	641.1a	510.9bc	543.2b
	Verão/00	509.8c	530.5bc	530.6bc	628.7a	519.5c	560.8b
	Outono/01	461.7c	515.5b	494.9bc	630.4a	495.3bc	514.9b
16:00	Inverno/00	458.8d	488.0c	478.7cd	5806a	516.6b	496.1bc
	Primavera/00	482.46	509.9b	510.0b	589.7a	511.5b	510.4b
	Verão/00	496.3c	514.8bc	518.5bc	592.9a	513.0bc	537.1b
	Outono/01	445.9b	470.4b	469.0b	551.7a	495.8ab	494.3b

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p.0.01) pelo Teste de Tukey.

5.8. Redução da carga térmica radiante

5.8.1. Para o Inverno2000

As espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) nesta estação perderam as folhas das copas. Nas demais espécies estudadas as copas não sofreram alterações.

A relação de redução da carga térmica proporcionada pelas sombras das espécies arbóreas estudadas está comparada com a exposição a céu aberto, na Tabela 10 e na Figura 60.

De acordo com os dados, a espécie arbórea que proporcionou a maior redução na carga térmica radiante foi o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.*)* com 26.4 % de redução, seguido pelo Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.*)* com 20.0 %, a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.*)* com 17.9 %, a Orelha de Preto (*Enterolobium contortilisiquum* Morong*)* com 15.8%, e com uma redução menor a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan*)* com 15.3 %.

Se for observado o valor das médias diárias de redução nota-se que a tendência foi a mesma.

Tabela 10. Redução na carga térmica radiante, em porcentagem, para o período de Primavera.

Horário	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
8:00	17.6	16.2	13.6	11.2	16.2
10:00	24.8	19.8	17.5	12.8	18.1
12:00	26.4	17.9	20.0	15.3	15.8
14:00	24.0	17.4	15.2	11.0	15.5
16:00	21.0	15.9	17.6	11.0	14.6
18:00	5.8	0.1	3.1	0.1	0.1
Médias	19.9	14.4	14.5	10.0	13.4

5.8.2. Para a Primavera 2000

Nesta estação não houve alteração nas copas, perda de folhas, das espécies estudadas.

Na Tabela 11 e Figura 61, estão representadas a relação de redução de carga térmica proporcionadas pelas sombras das espécies estudadas comparadas com a exposição a céu aberto. Para o horário das 12:00 horas e de acordo com os dados a espécie arbórea que proporcionou a maior redução na carga térmica radiante foi o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) com 25,1 % de redução, logo após a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) com 23,1 % de redução, vindo a seguir a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) com 20,1 % de redução, em quarto o Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) com 19,3 % de redução e por último a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) com 19,1 % de redução. Nos horários estudados, os valores médios, apresentaram a mesma tendência, como pode ser observado na Tabela 11.

5.8.3. Para o Verão 2000

No Verão as copas das espécies estudadas não perderam suas folhas.

A variação da redução da carga térmica radiante está representada na Figura 62 e Tabela 12. Para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas), a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou as maiores reduções da carga térmica radiante, 20.4, 18.9 e 16.3% respectivamente, vindo a seguir a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), com 16.4, 17.4 e 13.5 % de redução, logo após a espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) com 16.6, 15.6 e 12.5% de redução, a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) com 14.2, 15.6 e 13.2% de redução. Apresentando as menores reduções nos horários mais quentes (12:00, 14:00 e 16 horas) a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), com valores de 11.2, 10.8 e 9.4% respectivamente.

Tabela 11. Redução da carga térmica radiante (CTR), em porcentagem, para o período de Outono.

Horário	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
8:00	20.3	20.3	15.9	17.2	15.7
10:00	22.8	19.9	19.3	21.8	16.7
12:00	25.1	20.1	19.3	23.1	19.1
14:00	24.3	19.1	17.9	20.3	15.4
16:00	18.2	13.4	13.5	13.3	13.4
18:00	8.2	2.3	0.6	1.9	0.6
Médias	19.8	15.05	14.41	16.26	13.48

Tabela 12. Redução da carga térmica radiante (CTR), em porcentagem, para o período de Verão.

Horário	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
8:00	13.8	11.1	11.0	11.6	9.2
10:00	16.5	14.2	13.1	13.8	11.4
12:00	20.4	14.2	16.6	16.4	11.2
14:00	18.9	15.6	15.6	17.4	10.8
16:00	16.3	13.2	12.5	13.5	9.4
18:00	9.2	5.4	5.5	5.0	1.6
Médias	15.9	12.3	12.4	13.0	8.9

5.8.4. Para o Outono 2001

As espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) perderam as folhas nesta estação. As demais espécies estudadas: Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), não sofreram alterações nas suas copas.

A variação da redução da carga térmica radiante está representada na Figura 63 e Tabela 13. Para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas), a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou as maiores reduções da carga térmica radiante, 27.2%, 26,8% e 19,2% respectivamente, vindo a seguir a espécie Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) com 22.4 %, 21.5 % e 15.4% de redução. Logo após a espécie Angico (Anadenanthera macrocarpa Brenan) com 22.4 %, 21.4 % e 10.4 % de redução, a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) com 17.9 %, 18.3% e 10.4 % de redução. Apresentando as menores reduções a espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) com 17.7 %, 18.% e 14.8 % de redução.

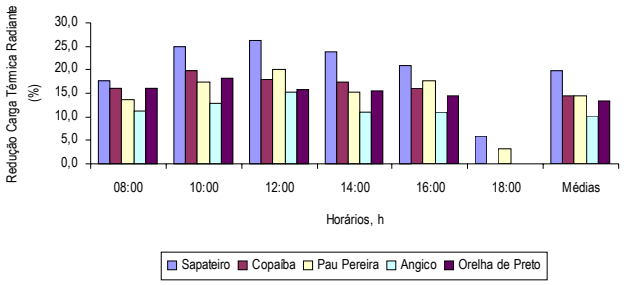

Figura 60. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Inverno 2000.

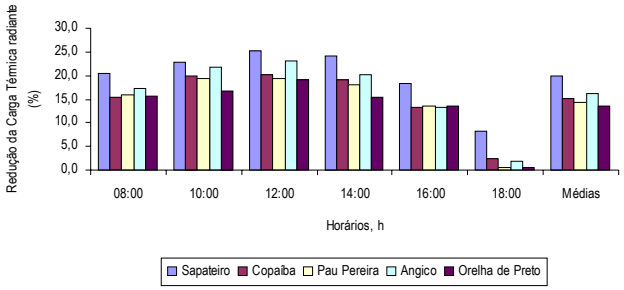

Figura 61. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Primavera 2000.

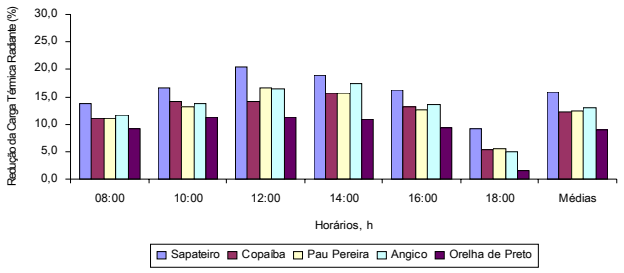

Figura 62. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Verão 2000.

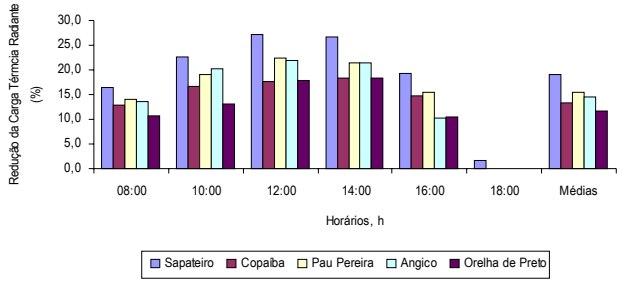

Figura 63. Variação da redução da CTR, em porcentagem, Outono 2001.

Tabela 13. Redução na carga térmica radiante, em porcentagem, para o período de Outono.

Horário	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Angico	Orelha.de Preto
8:00	16.4	12.9	14	13.5	10.7
10:00	22.6	16.7	19.1	20.3	13.1
12:00	27.2	17.7	22.4	22	17.9
14:00	26.8	18.2	21.5	21.4	18.3
16:00	19.2	14.8	15.4	10.1	10.4
18:00	1.7	0.01	.01	.01	2.0
Médias	19.0	13.4	15.4	14.6	11.7

5.9. Temperatura de Bulbo Seco (Leitura dos sensores)

5.9.1. Para o Outono 2001

As médias de temperatura de bulbo seco, medida pelos sensores, constam da Figura 64. Para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas), não houve nitidez nas posições das espécies estudadas.

A análise estatística das médias de temperatura de bulbo seco, leitura dos sensores, está representada na Tabela 14 Não houve diferença estatística entre as espécies estudadas.

Tabela 14. Resultado da comparação de médias da temperatura do ar (leitura dos sensores, em ^{o}C), pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Sapateiro	Copaíba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
12:00	21.9a	22.7a	21.7a	22.5a	22.6a
14:00	23.8a	24.6a	23.4a	24.6a	24.5a
16:00	24.1a	24.8a	23.9a	24.2a	24.7a

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p>0.01) pelo teste de Tukey.

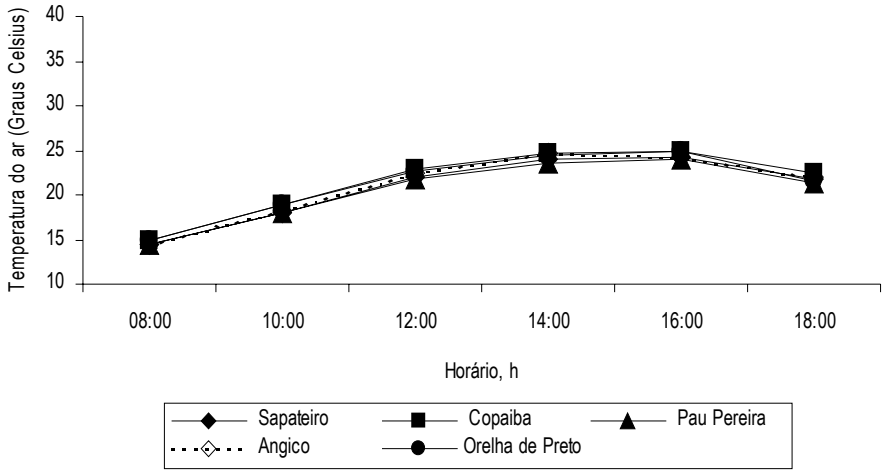

Figura 64. Variação média da temperatura de bulbo seco (sensores), Outono 2001**.**

5.10. Umidade Relativa

5.10.1. Para o Outono 2001

A variação das médias da umidade relativa, no equipamento automatizado, esta representada na Figura 65. Para os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas, não houve nitidez nas posições das espécies estudadas.

A análise estatística da umidade relativa, leitura dos sensores, está representada na Tabela 15. Não houve diferença estatística entre as espécies estudadas.

Tabela 15. Resultado da comparação de média da umidade relativa (leitura dos sensores, em %), pelo Teste Tukey a 1%.

Horário	Sapateiro	Copaiba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
12:00	60.41a	58.7a	59.8a	59.1a	59.0a
14:00	52.5a	50.9a	52.2a	50.8a	51.1a
16:00	49.5a	48.7a	48.5a	48.7a	48.9a

As médias seguidas de letras iguais não apresentaram diferenças estatísticas (p>0.01) pelo teste de Tukey.

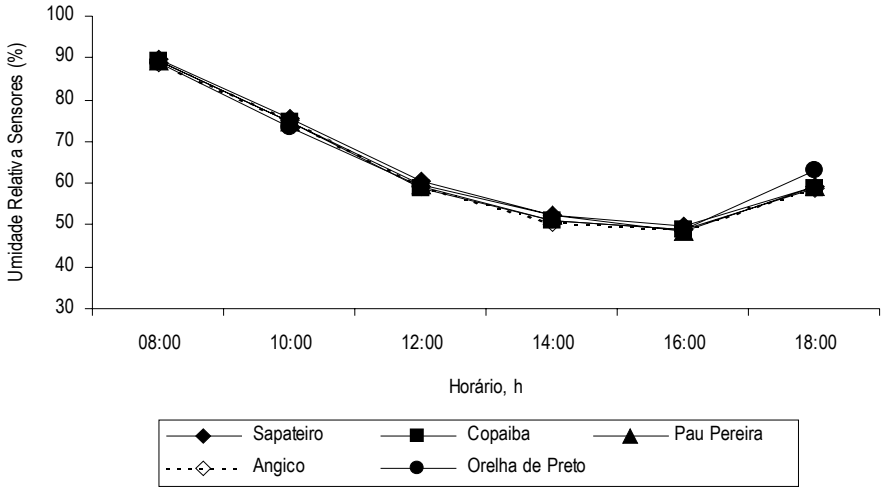

Figura 65. Variação média da UR (sensores), Outono 2001.

5.11. Radiação Solar Global

5.11.1. Para o Outono 2001

A variação das médias da Radiação Solar Global, em leitura dos sensores, esta representada na Figura 66. Para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00 horas) a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) apresentou a maior radiação solar global, seguida pela espécie Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.). As espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platuycyamus regnellii* Benth.) e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), apresentaram as menores radiações. Sendo que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) foi a que apresentou a menor radiação solar global.

A análise estatística para a radiação solar global esta representada na Tabela 16. As espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) não diferiram estatisticamente entre si diferindo, entretanto, das demais espécies. As demais espécies estudadas, Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentaram as menores médias de radiação solar global, sendo que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou a menor radiação solar global.

Tabela 16. Resultado da comparação de médias da radiação global (leitura dos sensores, em W/cm^2), pelo Teste Tukey a 1 %.

Horário	Sapateiro	Copaiba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
12:00	853000b	2432800a	1006880b	1426960b	2488443a
14:00	1398000c	2507560ab	1137520c	1572680bc	2940501a
16:00	838280b	1281560b	867760b	1175480b	1921475a

As médias seguidas de letras iguais na mesma linhanão apresentaram diferenças estatísticas (p>0.01) pelo teste de Tukey.

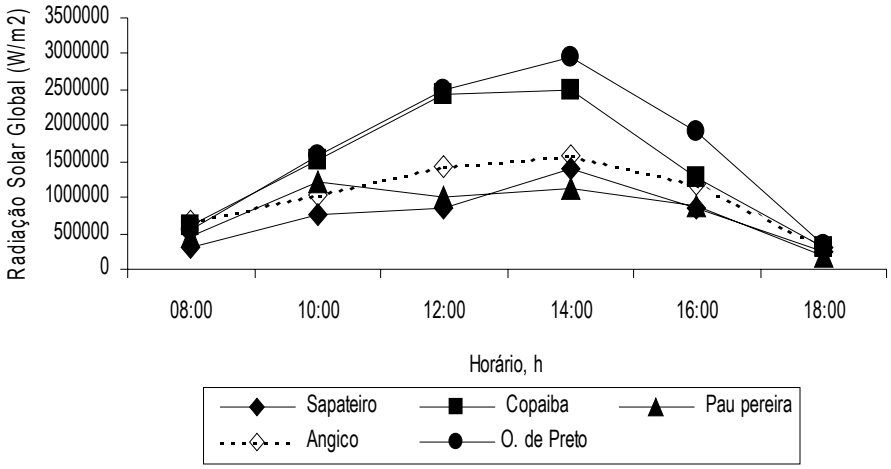

Figura 66. Variação média da Radiação Solar Global, Outono 2001.

5.12. Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFSA)

5.12.1. Para o Outono 2001

A variação das médias da radiação fotossinteticamente ativa esta representada na Figura 67. Para os horários das 12:00, 14:00 e 16:00 horas as espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) apresentaram as maiores médias de radiação fotossinteticamente ativa. A seguir a espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) em posição intermediária. As espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentaram as menores médias de radiação fotossinteticamente ativa.

A análise estatística da radiação fotossinteticamente ativa, está representada na Tabela 17. As espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e Orelha de Preto (*Enterolobium*

Contortisilquum Morong*)* não diferiram estatisticamente entre si diferindo, entretanto, das demais espécies estudadas. As espécies Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) não diferiram entre si e apresentaram as menores médias de radiação fotossinteticamente ativa, sendo que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) a que apresentou a menor radiação fotossinteticamente ativa sob sua copa.

Tabela 17. Resultado da comparação de médias da radiação fotossinteticamente ativa (leitura dos sensores, em m/ms^2), peloTeste Tukey a 1% .

Horário	Sapateiro	Copaiba	Pau Pereira	Angico	Orelha de Preto
12:00	728608b	4777880a	944360b	2072440b	3850433a
14:00	1421680bc	4672360a	1095252c	2896360b	5288099a
16:00	1155520b	2340160a	909952b	1771460ab	2478102a

As médias seguidas de letras iguais na mesma linha não apresentaram diferenças estatísticas (p>0.01) pelo teste de Tukey.

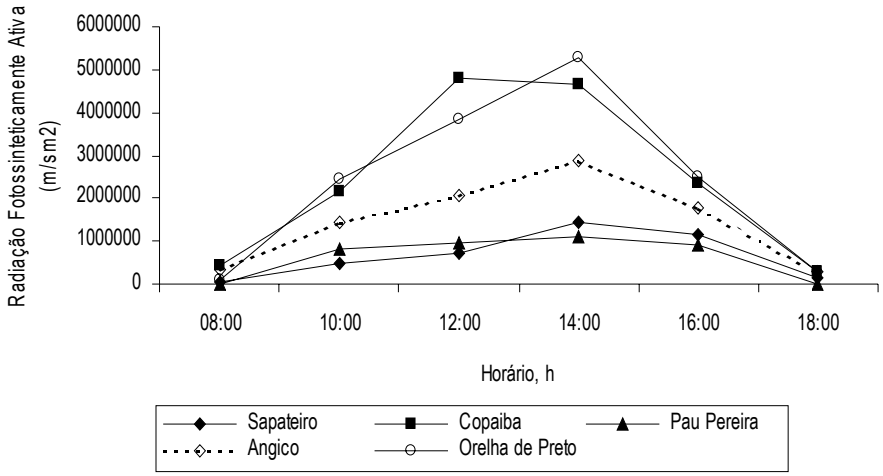

Figura 67. Variação média da Radiação Fotossinteticamente Ativa, Outono 2001.

Analisados os dados dos parâmetros climáticos e dos índices de conforto térmico, segue-se à discussão dos mesmos.

A) Temperatura de bulbo seco

As faixas de conforto térmico para bovinos de origem européia encontram-se entre as temperaturas de –1^{o}C a 16^{o}C, enquanto para bovinos de origem indiana a faixa situa-se dos 10^{o}C a 27^{o}C, fora desta faixa há necessidade do animal acionar os processos de termorregulação, em detrimento da produtividade. Ficando a temperatura crítica superior (TCS) de 27^{o}C para bovinos de origem européia, e 35^{o}C para bovinos de origem indiana. (BACCARI, 2001).

No experimento para os horários mais quentes do dia (12:00, 14:00 e 16:00) a temperatura de bulbo seco variou nas estações e nos tratamentos estudados de 22,9^{o}C, para o outono a 32,9^{o}C, para o verão. Observa-se que as temperaturas de bulbo seco, para todos os tratamentos estudados mostraram-se superiores à faixa ideal para o conforto térmico dos bovinos de origem européia, atingindo níveis acima da temperatura crítica superior (27,0^{o}C), razão pela qual bovinos de origem européia ficam com o rendimento comprometido nas condições climáticas brasileiras. Já para bovinos de origem indiana, mais tolerantes ao calor, a temperatura máxima atingida em um dos tratamentos (32,9^{o}C), ficou abaixo da temperatura crítica superior (35,0^{o}C) para a raça, porém fora de sua faixa ideal de temperatura.

De acordo com WALDIGE (1994), a forma e o tamanho das folhas interferem na evapotranspiração das árvores dificultando o processo de troca gasosa da copa com o meio ambiente. Folhas grandes e únicas tem um pior desempenho nestas trocas em comparação com copas formadas por folhas bipinadas compostas e miúdas.

Verifica-se que as espécies com folhas maiores Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.), apresentaram uma maior temperatura de bulbo seco, decorrente provavelmente da maior dificuldade de troca térmica destas espécies como o meio ambiente, enquanto que as espécies com folhas menores e compostas, Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o

Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) apresentaram as menores temperaturas de bulbo seco.

O processo de desfolha das espécies, no outono para a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e a Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), e no inverno para o Pau Pereira (Platycyamus regnellii Benth.) e para o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), também contribuiu para uma maior temperatura sob a projeção da copa.

B) Temperatura de globo negro

A temperatura de globo negro representa as condições locais de ambiente a que o animal esta sujeito, nos horários mais quentes do dia entre 12:00 e 16:00 horas de acordo com a Tabela 4, as temperaturas de globo negro variaram de 24.9^{o}C para o outono a 34.6^{o}C para o verão, nas sombras das espécies estudadas. Temperaturas estas completamente fora da faixa superior de conforto térmico para bovinos, tanto de origem européia quanto de origem indiana. Ressaltando ainda que as médias de temperatura de globo negro sem a proteção das sombras variaram entre 31.7^{o}C a 38.7^{o}C caracterizando uma situação completamente desfavorável para os bovinos. Esta diferença entre a temperatura com sombra e sem sombra por si só justifica a necessidade de arborização dos pastos, proposta por diversos autores como BAÊTA (1997) e BACCARI (2001).

C) Umidade relativa

As características da copa da espécie Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), maior altura, folhas compostas e miúdas, facilitam a movimentação do ar por entre a copa, auxiliando nas trocas gasosas com o meio ambiente, reduzindo assim a umidade relativa sob sua sombra.

A Umidade Relativa para bovinos nas condições do loca avaliado, não representou problema; no experimento variou de 34.5 %, no inverno, a 70.5%, no verão, ficando dentro da faixa ideal de umidade (abaixo de 75%), proposta por HAHN, (1985).

Nas médias da umidade relativa foram observadas diferenças entre as espécies, decorrentes das características morfológicas de cada espécie, como tamanhos e número de folhas e altura da copa.

D) Nível de Iluminação

As médias de iluminação constantes na Tabela 6 variam de 64.8 lx no outono (para o Sapateiro, *Pera glabrata* Baill.) a 1116.4 lx no outono (para a testemunha céu aberto). O nível de iluminação reflete o quanto de iluminação atravessou a copa da árvore, chegando à cobertura vegetal sob a mesma.

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 7, que a copa de uma árvore pode reter até 94,2% da iluminação total exposta a céu aberto, como foi o caso da comparação entre a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) e a testemunha céu aberto. Os fatores que influenciam nessa retenção da luminosidade estão relacionados com tipo, tamanho e densidade das folhas e das copas.

Um nível de iluminação adequado seria aquele suficiente para que a cobertura vegetal do pasto sob a árvore fosse mantida, variando de 40 a 60% da transmissão de luz em relação às áreas sem sombra, (CARVALHO, 1998).

E) Índice de Temperatura e Umidade Relativa (THI)

De acordo com BAÊTA (1997), o limite ideal de THI ≤ 70, sendo que se o ambiente atingir 79 ≤ THI ≤ 83 caracteriza uma zona de perigo. Dessa forma, de acordo com os dados da Tabela 8, observa-se que as sombras o fornecidas pelas espécies arbóreas estudadas estão fora da zona de conforto térmico para bovinos. Conclui-se com estes resultados que dentre as espécies estudadas as melhores foram a Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) e o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), ficando as espécies Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) em posição intermediária. Nos estações mais quentes, primavera e verão, a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou o maior THI.

F) Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (BGHI)

Aplicando as faixas de conforto do índice THI (do qual é derivado), verifica-se que o BGHI variou de 70.8 para o outono a 87.8 para o verão. Valores maiores que o THI,

variando entre os valores normais abaixo ou igual a 70 e a situação de emergência acima de 83.0. A espécie que apresentou os menores valores de BGHI foi o Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan). Os maiores índices de BGHI foram encontrados na espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.). As demais espécies estudadas ficaram em posição intermediária.

H) Índice de Carga Térmica Radiante (CTR)

As médias de CTR variaram de 659.9 W/m^2 para a testemunha a céu aberto na primavera, a 482.4 W/m^2 para espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) também na primavera. Considerando que a CTR determina a quantidade de energia que chega em determinado ambiente, a melhor condição será a de menor valor. A espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) apresentou os menores valores, os maiores valores ficaram com a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), as demais espécies estudadas Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.) e a Copaíba (*Copaifera langdorffii* Desf.) apresentaram valores intermediários. Demonstrando a importância das características de cada espécie neste resultado, copas com folhas maiores e únicas, copa com uma maior densidade de folhas, interceptam mais a radiação solar. Há uma correlação entre a carga térmica radiante e o nível de iluminação. A espécie que mais interceptou a radiação foi a mesma que ficou com o menor nível de iluminação a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), enquanto a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) obteve nas duas variáveis valores elevados.

I) Redução da Carga Térmica

Esses resultados comprovam a importância que as características morfológicas das espécies estudadas desempenham na redução da carga térmica radiante, a presença ou não de folhas é a principal característica arbórea a ser considerada para um perfeito sombreamento.

A interferência das características morfológicas de cada espécie na redução da carga térmica é visível. A espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.) que não perde as folhas em nenhuma estação do ano apresenta-se como a que melhor reduz a carga térmica radiante. Já as espécies que perdem suas folhas em determinadas épocas apresentaram ao longo das

estações uma maior ou menor redução de carga térmica em razão da existência ou não de folhas, considerando que todas as espécies reduziram a carga térmica radiante.

I) Radiação Solar Global

Comparando os resultados da radiação global, leitura dos sensores, com o calculado pela carga térmica radiante observa-se que a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), nos dois cálculos obteve uma menor radiação global sob sua copa, enquanto a espécie Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong), que no Outono estava sem folhas, obteve a maior radiação global dentre as espécies estudadas. As espécies Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan) e o Pau Pereira (*Platycyamus regnelli* Benth.) ficaram em posição intermediária.

VI. CONCLUSÕES

Pelos estudos apresentados dos parâmetros climáticos: temperatura de bulbo seco, temperatura de globo negro, umidade relativa, nível de iluminação; e dos índices de conforto térmico: Índice de Temperatura e Umidade (THI), Índice de Globo Negro e Umidade (BGHI) e Índice de Carga Térmica Radiante (CTR). Conclui-se que a espécie que apresentou uma melhor qualidade de sombra foi Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), vindo a seguir as espécies Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e com uma resposta menos favorável a espécie Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.).

As características morfológicas das espécies estudadas: Angico (*Anadenanthera macrocarpa* Brenan), Pau Pereira (*Platycyamus regnellii* Benth.), Copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.), Orelha de Preto (*Enterolobium contortisiliquum* Morong) e o Sapateiro (*Pera glabrata* Baill.), foram de suma importância na determinação da qualidade do sombreamento.

VII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, E.; POTT, A. **Plantas no Pantanal tóxicas para bovinos**. EMBRAPA (no prelo).

ALBRIGHT, L. D. **Environment control for animals and plants**. ASAE. St. Joseph, Michigan, USA. 1990. 453p.

BACCARI, F. JR. **Manejo ambiental da vaca leiteira em clima quente**. Londrina: Editora UEL. 2001. 142p.

BAETA, F. C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais – conforto animal**. Viçosa: UFV. 1997. 246p.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, 0. B. **Alguns sistemas de arborização de pastagens**. Curitiba: Boletim Pesquisa Florestal, (17), 39-46, dez. 1988.

BELTRÃO, L. **Fatores para o desenvolvimento florestal do Estado do Rio Grande do Sul: Sistemas Agrossilvipastoris.** Colombo: Documentos EMBRAPA/CNPF, v (26), p. 69-76, 1994.

BUENO, C. L. **Estudo da atenuação da radiação solar incidente por diferentes espécies arbóreas.** Campinas: UNICAMP, 1998, 177p. (Dissertação de Mestrado).

BUFFINTON, D. E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITTI, D.; TATCHER, W.W.; COLLIER, R. J. Black Globe: humidity comfort index for dairy cows. St. Joseph: ASAE. 1977. 10p. (ASAE paper, 77-4517).

CARAMORI, P. H. **Arborização dos cafezais para proteção contra geadas na Região Sul do Brasil**. Revista da Faculdad de Agronomia, Bueno Aires, 17 (1): 145-146, 1997.

CARVALHO, M. M. **Arborização de pastagens cultivadas**. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 37P. (EMBRAPA-CNPGL, Documentos, 64).

CARVALHO, M. M. **Vantagens da arborização em pastagens cultivadas**. **Imagem Rural Leite**. Ano 6. n. 58 Abril/maio. 1999. p.16-21.

CAVALHEIRO. F; DEL PICCHIA, P. C. **Áreas verdes: conceitos, objetivos e diretrizes para o planejamento.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1°. , 1992. Vitória. **Anais...** Vitória: 1992. p. 29-38.

CAVALHEIRO. F. **Arborização urbana: planejamento, implantação e condução**. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2O, ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5º, São LUIZ, 1994**. Anais...** São Luiz: SBAR, 1994. p. 227-231.

CRESTANA, M. S. M.; ERBOLATO JUNIOR, N. **Arborização adequada de cidades** (Curso). Campinas: Apostila do curso, 1994. p. 38.

DETZEL, V. A. **Arborização Urbana: importância e avaliação econômica.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1°, 1992. Vitória. **Anais...** Vitória: 1992. p. 39-52.

ESMAY. M. L. **Principles of animal environment.** Westport: AVI Publishing. 1979. 325 p.

FAO. **El maiz en la alimentación**. Roma, 1954. 100p. (Estudios sobre Nutrición, 9).

FERREIRA, L. A B. **Usos da vegetação**. IN: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1985. Porto Alegre. **Contribuição Técnico-cientifícas...** Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente, 1985. p. 89-94.

FINA, B. G. **Florística e Fitossociologia em área de cerradão, Município de Pirassununga, SP.** Rio Claro: UNESP. 1999. p. 63 (Dissertação de Mestrado).

GUISELINI, C.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. S. **Avaliação da qualidade do sombreamento arbóreo no meio rural**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v.3, n.3, p-380-384.1999.

GRAVES, R. E. **Evite o stress pelo calor**. **Gado Holandês**, v. 54. N. 153 p. 20-21. 1988.

HAHN, G. L. **Management and housing of farm animals in hot environments**. In: Stress physiology in livestock, vol. II (M.K. Yousef. Ed.). Boca Raton, Fla: CRC Press, 1985.

KRATZER, P. B. **The climate of cities**. Braunchweig: vieweg and sohn, 1956. 837p.

LEÃO, J. F. M. **Pastagens dos haras exigem arborização adequada.** A Lavoura, Rio de Janeiro, p. 18-19, Set. 1996.

LORENZI. H. **Árvores brasileiras.** Nova Odessa: Editora Plantarum Ltda. 1992. 368 p.

MONTOYA, L. J.; MEDRADO, M. J. S.; MASCHIO, L. M. A.. **Aspectos de arborização de pastagens e de viabilidade técnica-econômica da alternativa silvipastoril.** Documentos EMBRAPA/CNPF, Colombo, v(26), p. 157-171. 1994.

NEUFERT, E. **Arte de projetar em arquitetura: princípios, normas e prescrições sobre construção, instalação, distribuição e programa de necessidades, dimensões de**

edifícios, locais e utensílios. 5ª edição, São Paulo: Gustavo Gili do Brasil, 1976. 431p.

OSTERROHT, M. **Árvores no pasto**. Economia: São Paulo v. 8:21-21. Março. 1995.

SATTLER, M. A. **Arborização urbana e conforto ambiental.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1°., 1992. Vitória. **Anais...** Vitória: 1992. p. 15-28.

SILVA, I. J. O.; GHELFI FILHO, H.; CONSIGLIERO, F. R. **Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos**. **Engenharia Rural**, Piracicaba, V. 1 n. 2., p. 53-66, jan. 1991.

SILVA, I. J. O. GHELFI FILHO, H.; NÄÄS, I. A. ; GARBOGGINI, I. L. A. **Redução da carga térmica de radiação através do sombreamento natural.** IN: CONGRESSO DE INGENIERIA RURAL, 4°, CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA RURAL, 2°, 1996. Neuquen. **Memorias...** Neuquen: Universidad Nacional del Comahe, Universidad Nacional de La Plata, INTA Centro Regional Patagonia Norte, 1996a. p. 799-807.

SILVA, I. J. O.; NÄÄS, I. A. **Efeito do sombreamento natural, na redução da carga térmica de radiação.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 25°, CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2°, 1996. Bauru, **Resumos...** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola. 1996b. p.428.

SILVA, I. J. O; SILVA, M. A N.. **Fique por dentro de algumas medidas simples, voltadas à climatização da produção de frangos, que podem garantir o sucesso da criação neste verão.** Avicultura Industrial, São Paulo, p. 46-47, Set. 1998a.

SILVA. I. J. O.; NÄÄS, I. A.; MENEZES, J. F. **Uso da arborização e desempenho térmico de aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27°, 1998b, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998b. p. 231-233.

SILVA, I. J. O.; SILVA, K. O.; NÄÄS, I. A. **Arborização: uma metodologia para avaliação da qualidade de sombras por meio dos índices de conforto térmico.** IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2°, 1998, **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998c. p. 177-183.

SILVA. R. G. **Construções Rurais e Ambiência – Bioclimatologia Animal** Campinas: FEAGRI/UNICAMP. p. 167. 1995.

SILVA, R. G. **Bioclimatologia e melhoramento do gado leiteiro**. **Gado Holandês**, ano 53, nº 148. 5-12. 1988.

SOARES, M. P. **Verdes urbanos e rurais – Orientação para arborização de cidades e sítios campesinos.** Porto Alegre: Cinco Continentes, 1998. p. 242.

THOM, E. C. **Cooling degress: day air conditioning, heating, and ventilating.** Transcantion of the American Society of Heating, Refrigeratin and Air Conditioning Enginners, Atlanta, v. 55, n. 7, p-65-72, 1977.

VERNON, H. **The measurement of radiant heat in relation to human comfort**. J. Ind. Hyg. 14: 95-111, 1932.

WALDIGE. V. **Avaliação do sombreamento proporcionado por alguns tipos de árvores em pastagens**. Jaboticabal: UNESP. 1994. p.30.