

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA ,  
INCLINAÇÕES E EXPOSIÇÕES DE TELHADO NA  
TEMPERATURA INTERNA EM MODELOS REDUZIDOS DE  
INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS**

**Thiago Vasconcelos Melo**

Zootecnista

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA  
FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE  
COBERTURA , INCLINAÇÕES E EXPOSIÇÕES DE  
TELHADO NA TEMPERATURA INTERNA EM MODELOS  
REDUZIDOS DE INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS**

**Thiago Vasconcelos Melo**

**Orientador: Prof. Dr. Renato Luis Furlan**

**Co-Orientador: Prof. Dr Adhemar Pitelli Milani**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

JABOTICABAL - SÃO PAULO

Novembro - 2010

Melo, Thiago Vasconcelos  
M528a Avaliação de diferentes materiais de cobertura, inclinações e exposições de telhado na temperatura interna em modelos reduzidos de instalações zootécnicas./ Thiago Vasconcelos Melo. -- Jaboticabal, 2010  
ix, 88 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Renato Luis Furlan

Banca examinadora: Adolpho Marlon Antoniol de Moura, Danísio Prado Munari, Fernando Augusto Curvello, Jorge de Lucas Junior

Bibliografia

1. Ambiência. 2. Avicultura. 3. Galpão. 4. Temperatura. I. Título.  
II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.5:636.083.1

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

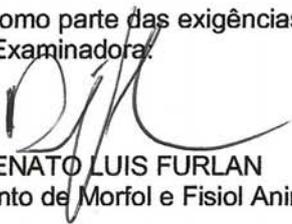
**TÍTULO:** AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA, INCLINAÇÕES E EXPOSIÇÕES DE TELHADO NA TEMPERATURA INTERNA EM MODELOS REDUZIDOS DE INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS

**AUTOR: THIAGO VASCONCELOS MELO**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. RENATO LUIS FURLAN**

**CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. ADHEMAR PITELLI MILANI**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA , pela Comissão Examinadora.



Prof. Dr. RENATO LUIS FURLAN

Departamento de Morfol e Fisiol Animal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



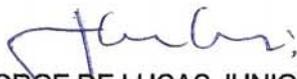
Prof. Dr. FERNANDO AUGUSTO CURVELLO

Departamento de Zootecnia / Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro / Seropedica/RJ



Prof. Dr. ADOLPHO MARLON ANTONIOL DE MOURA

Fundação Oswaldo Cruz / Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães / Recife/PE



Prof. Dr. JORGE DE LUCAS JUNIOR

Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal



Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI

Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 17 de novembro de 2010.

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**THIAGO VASCONCELOS MELO**, filho de Ernesto dos Santos Melo e Ana Lúcia Vasconcelos Melo, nasceu na cidade do Rio de Janeiro, RJ, em 19 de agosto de 1981. Graduou-se aos 21 anos Zootecnista pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em 8 de maio de 2004. Foi admitido em agosto de 2004 em primeiro lugar no Curso de Pós-Graduação em Produção Animal, Mestrado, com concentração na área de Bioclimatologia Animal da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), em Campos dos Goytacazes, RJ. Submeteu-se à defesa de dissertação para conclusão do curso em 21 de março de 2006, onde obteve o título de Mestre aos 24 anos. Foi bolsista de apoio técnico de nível mestrado pela FENORTE de março de 2006 a setembro de 2006 quando ingressou na fazenda Santa Mônica no município de Teresópolis-RJ, onde exerceu as atividades de Zootecnista até ingressar no Doutorado em março de 2007 na UNESP/Jaboticabal. Atualmente trabalha na Agência de Pesquisa e Extensão do Estado de Mato Grosso do Sul - Agência de Desenvolvimento Agrário e Extensão Rural- AGRAER, é membro do núcleo diretivo do Território da Grande Dourados – “Territórios da Cidadania” e membro do Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural do município de Fátima do Sul-MS.

*“Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima.”*  
*(Louis Pasteur)*

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, agradeço a Deus por esta conquista, aos meus pais Ana Lúcia e Ernesto pelo apoio incondicional e amor e aos meus irmãos. À Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado, à CAPES pela concessão da bolsa de estudos enquanto a tive, A UFRuralRJ pela outorga do título de bacharel em Zootecnia, pelas grandes amizades que ali formei e pela grande experiência de vida nos cinco anos que ali fiquei. Ao Prof. e orientador Renato Luís Furlan pela orientação, paciência e confiança. Ao professor Adhemar Pitelli Milani, pela co-orientação e grande ajuda. Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural e aos professores da banca, professor Jorge de Lucas e Danísio Munari pela imensa ajuda. Em especial ao Professor Curvello e ao meu grande amigo esforçado Pesquisador Adolpho Moura. Aos grandes amigos da UNESP/Jaboticabal. Ao bar da Loira por estar sempre a disposição para nos atender e nos ajudar nos momentos difíceis rs. Aos meus amigos da república e agregados: Guilherme Peguete, Felipe Timóteo, Catatau, Rafael, Marcio, Fernando, Marcão (meu estatístico, devo não nego, pago quando puder rs), Mingau, Edson Mineiro, Carcaça, Oscar, Toska, Diércles “Nego”, Thiaguinho, Tico, Diegão falecido “Friederich”, Vidinha, Valadão e Carol, Dona Teresa, Pretinha e *in memoriam* Branquinha pelos grandes momentos vividos em conjunto que vou guardar para sempre. E por último e nem por isso menos importante rs a Jeanne minha grande companheira que foi um anjo que apareceu na minha vida....

***MEU MUITO OBRIGADO!***

*Dedico*  
*este trabalho*  
*a minha querida avó*  
*que nos deixou*  
*este ano.....*  
*muita saudade.....*

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Local do experimento e modelos reduzidos.....	11
<b>Figura 2.</b> Modelo reduzido de compensado de madeira.....	12
<b>Figura 3.</b> Esquema de disposição dos modelos no local de instalação.....	13
<b>Figura 4.</b> Datalogger marca CAMPBELL SCIENTIFIC-INC.....	14
<b>Figura 5.</b> Radiação Solar Global Estimada nas inclinações de 10,20,30,40 e 50% nas exposições Norte e Sul. Figura “a” representa a estação verão, figura “b” a estação primavera, a figura “c” a estação outono e a figura “d” a estação inverno.....	18
<b>Figura 6.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de cerâmica. Figura “a” representa a inclinação de 20%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	19
<b>Figura 7.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de fibrocimento. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	20
<b>Figura 8.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de aço galvanizado. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	21
<b>Figura 9.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de cerâmica. Figura “a” representa a inclinação de 20%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	22
<b>Figura 10.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de fibrocimento. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	23
<b>Figura 11.</b> Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de aço galvanizado. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.....	24

- Figura 12.** Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas diferentes coberturas. Figura “a” representa a inclinação de 30% na exposição Norte, a figura “b” 30% na exposição Sul, a figura “c” 40% na exposição Norte, a figura “d” 40% na exposição Sul, a figura “e” 50% na exposição Norte, e a figura “f” 50% 50% na exposição Sul..... 25
- Figura 13.** Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas diferentes coberturas. Figura “a” representa a inclinação de 30% na exposição Norte, a figura “b” 30% na exposição Sul, a figura “c” 40% na exposição Norte, a figura “d” 40% na exposição Sul, a figura “e” 50% na exposição Norte, e a figura “f” 50% na exposição Sul..... 26
- Figura 14.** Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas inclinações de 20,30,40 e 50% com cobertura de cerâmica e 10,30,40 e 50% com cobertura de fibrocimento e aço galvanizado. Figura “a” representa a cobertura de cerâmica na exposição Norte, a figura “b” cobertura de cerâmica na exposição Sul, a figura “c” cobertura de fibrocimento na exposição Norte, a figura “d” cobertura de fibrocimento na exposição Sul, a figura “e” cobertura de aço galvanizado na exposição Norte, e a figura “f” cobertura de aço galvanizado na exposição Sul..... 27
- Figura 15.** Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas inclinações de 20,30,40 e 50% com cobertura de cerâmica e 10,30,40 e 50% com cobertura de fibrocimento e aço galvanizado. Figura “a” representa a cobertura de cerâmica na exposição Norte, a figura “b” cobertura de cerâmica na exposição Sul, a figura “c” cobertura de fibrocimento na exposição Norte, a figura “d” cobertura de fibrocimento na exposição Sul, a figura “e” cobertura de aço galvanizado na exposição Norte, e a figura “f” cobertura de aço galvanizado na exposição Sul..... 28

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Médias de Temperatura Máxima, Mínima, Média, Umidade Relativa do Ar, Pluviometria e Radiação Solar durante o período experimental na região de Jaboticabal.....	15
<b>Tabela 02.</b> Radiação Solar Global Estimada das inclinações de 10, 20, 30, 40 e 50% nas exposições norte e sul durante o dia mais quente do período experimental na cidade de Jaboticabal.....	18
<b>Tabela 03.</b> Resumo da análise de variância dos dados médios de temperatura interna, durante o verão, primavera, outono e inverno.....	30
<b>Tabela 04.</b> Médias da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre a temperatura interna em °C em todas as estações.....	31
<b>Tabela 05.</b> Médias da Interação entre materiais de Cobertura * Exposição sobre a temperatura Interna em °C dos modelos durante o outono e inverno.....	34
<b>Tabela 06.</b> Resumo da análise de variância dos dados de calor retido estimado durante o verão, primavera, outono e inverno.....	35
<b>Tabela 07.</b> Médias estimadas da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o calor retido estimado (cal) em todas as estações.	36
<b>Tabela 08.</b> Média estimada do Q cal dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante o verão, primavera e inverno.....	37
<b>Tabela 09.</b> Média estimada do Q cal dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante a primavera exposições norte e sul.....	38
<b>Tabela 10.</b> Resumo da análise de variância dos dados de diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$ °C) durante o verão, primavera, outono e inverno.....	39
<b>Tabela 11.</b> Médias da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$ °C) em todas as estações.....	40

<b>Tabela 12.</b> Médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$ °C) dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante o verão, primavera e inverno.....	42
<b>Tabela 13.</b> Médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$ °C) dos modelos durante a primavera e inverno nas exposições Norte e Sul.....	43
<b>Tabela 14.</b> Valores Estimados de Entalpia (kJ/kg) durante as estações nas coberturas, exposições e nas inclinações de 10,20 e 50% Sul.....	45

## LISTA DE TABELAS DO ANEXO

<b>Tabela 13.</b> R <sup>2</sup> , Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade dos dados de temperatura interna durante o verão, primavera, outono e inverno.....	59
<b>Tabela 14.</b> R <sup>2</sup> , Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade dos dados de calor estimado (cal) durante o verão, primavera, outono e inverno.....	60
<b>Tabela 15.</b> R <sup>2</sup> , Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade dos dados de diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$ °C) durante o verão, primavera, outono e inverno. ....	61
<b>Tabela 16.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de outubro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP.....	62
<b>Tabela 17.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de novembro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP.....	63
<b>Tabela 18.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de dezembro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP.....	64
<b>Tabela 19.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de janeiro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	65
<b>Tabela 20.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de fevereiro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	66
<b>Tabela 21.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de março de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	67
<b>Tabela 22.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de abril de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	68
<b>Tabela 23.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de maio de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	69
<b>Tabela 24.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de junho de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	70
<b>Tabela 25.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de julho de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	71

<b>Tabela 26.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de agosto de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	72
<b>Tabela 27.</b> Dados Meteorológicos diários do mês de setembro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP.....	73

**SUMÁRIO**

<b>RESUMO</b> .....	viii
<b>SUMMARY</b> .....	ix
<b>I. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>II. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	2
Ambiência e Instalações Zootécnicas.....	2
Utilização de Modelos Experimentais.....	5
Material de cobertura.....	6
Inclinação e exposição do telhado.....	8
<b>III. OBJETIVOS</b> .....	10
<b>IV. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	10
<b>V.RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>VI.CONCLUSÕES</b> .....	47
<b>VII. IMPLICAÇÕES</b> .....	48
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	50
<b>IX. ANEXOS</b> .....	59

## **AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MATERIAIS DE COBERTURA , INCLINAÇÕES E EXPOSIÇÕES DE TELHADO NA TEMPERATURA INTERNA EM MODELOS REDUZIDOS DE INSTALAÇÕES ZOOTÉCNICAS**

**RESUMO** - o presente trabalho foi desenvolvido junto aos Departamentos de Engenharia Rural e Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/Unesp, Jaboticabal, SP. Teve como objetivo verificar a influencia da inclinação e exposição norte e sul com a telha de telha cerâmica, aço galvanizado e fibrocimento sobre a temperatura interna de modelos reduzidos de instalações zootécnica. Para o desenvolvimento do projeto de pesquisa foram utilizados 48 modelos reduzidos nas dimensões de 1,00 x 1,00 x 0,50 metros. A cobertura foi de uma água, dispostos nas exposições Norte-Sul, laterais e piso de compensado de madeira, sendo 24 modelos na exposição norte e 24 na sul. Foram utilizadas na cobertura, telha de cerâmica, aço galvanizado e fibrocimento. As inclinações variaram de 20, 30, 40 e 50% para telha de cerâmica e 10, 30, 40 e 50% para as demais. No interior dos modelos foram realizadas leituras de temperatura, de hora em hora durante um ano, pelo sistema de aquisição de dados Marca Campbell Scientific-Ínc. Externamente foram medidas e registradas a temperatura do ar, radiação solar global incidente, precipitação, velocidade e umidade relativa do ar pela estação meteorológica do departamento de Ciências Exatas da FCAV/Unesp, Jaboticabal, SP. Os resultados obtidos foram avaliados num modelo linear geral no esquema fatorial aninhado 3X4X2, em que foram considerados: tipo de telha, grau de inclinação e exposição, onde os efeitos de cobertura e exposição foram aninhados no fator inclinação. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram analisadas a temperatura interna, calor retido e diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa. Após análise dos dados observa-se que com o aumento da inclinação na exposição sul, houve decréscimo da temperatura interna no interior do modelo nas coordenadas geográficas da cidade de Jaboticabal.

**Palavras-chave:** ambiência, avicultura, galpão, temperatura

## **EVALUATION OF DIFFERENT MATERIALS OF COVER, INCLINATIONS AND EXHIBITIONS OF THE ROOF IN THE INSIDE TEMPERATURE IN REDUCED MODELS IN ZOOTECHNICS INSTALLATIONS**

**SUMMARY** - The present study was developed in Departamentos de Engenharia Rural e Morfologia e Fisiologia Animal da FCAV/Unesp, Jaboticabal, SP with the objective of evaluating different covering materials, inclinations and exhibitions of the roof in inside temperature in reduced models in zootechnics installations. For the development of the research project 48 built reduced models of wood were used with dimensions of 1,00 x 1,00 x 0,50 meters. The covering was one water, lateral and wood floor, disposed in the exhibitions North-south, being 24 prototypes in the north exhibition and 24 in the south. Were used in the covering roofs of ceramic type, galvanized steel and asbestos. The inclinations varied of 20, 30, 40 and 50% for ceramic tile and 10, 30, 40 and 50% for the others and with two repetitions for inclination. Inside the reduced models temperature readings were accomplished, of hour in hour during one year, for the system of acquisition of Data Logger Campbell Scientific-Ínc and externally the temperature of the air, incident radiation global solar, precipitation, speed and relative humidity of the air were measured. The results obtained during the experimental period of one year were appraised statistically for the statistical package SAS in the factorial outline, where three factors were considered: tile type, inclination degree and exhibition. The obtained averages were compared through the test of Tukey to 5% of probability. After analyzing the data we found that with increasing slope, there was a decrease in inside temperature in the cover prototypes, therefore, using steeper slopes with 50% of tipping ceramics and asbestos, with greater coverage on display South, we have lower temperatures in poultry houses in the geographic coordinates of the city of Jaboticabal.

Keywords: poultry house, temperature, environment, poultry

## I. INTRODUÇÃO

Recordes de produtividade, novos ganhos de eficiência no processo industrial, conquista de novos mercados e exportações em alta vêm sendo comum na agroindústria brasileira nos últimos anos. Brasil e Estados Unidos ocupam hoje 75% do mercado mundial de produtos de frango e em 2008, foram colocados no mercado interno 5,151 bilhões de pintos de corte e 67,3 milhões de caixas de 30 dúzias de ovos (UBA, 2008). Dentro deste contexto o desenvolvimento de estudos que visem assegurar o aumento da produção animal é de fundamental importância para garantir o processo de desenvolvimento do país. A agropecuária brasileira tem se destacado pelo seu alto nível tecnológico, com importante progresso científico verificado na pecuária brasileira, resultado especialmente de contribuições de pesquisas nas áreas de genética, nutrição, manejo e sanidade, contrapondo a pouca atenção que se deu, até recentemente, a métodos que minimizem as perdas ocorridas pelo desconforto térmico.

No entanto, o alto grau de confinamento, associado aos elevados índices de desempenho, trouxe maior vulnerabilidade desses animais, a elementos do ambiente. Dessa forma, torna-se inadmissível, na Zootecnia moderna, negligenciar os aspectos relativos ao ambiente térmico, uma vez que condições que se afastam do conforto térmico, causado principalmente pelas altas temperaturas, provocam maiores desperdícios de energia produtiva. Algumas consequências desse quadro têm sido problemas cardíacos e pulmonares (MATIAS & PATARRA 1995), os quais podem, no entanto, ser amenizados, desde que as aves sejam criadas em condições ambientais apropriadas (SARTOR et al., 2010). Segundo NÄÄS, (2003) o Brasil perde cerca de 25 milhões de dólares, em produção de proteína animal (carne, leite e ovos) a cada 10 dias de altas temperaturas (em torno de 35°C). Estas prejudicam o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade (OLIVEIRA de et al., 2006).

Aproximadamente 60% da produção de frango de corte no Brasil estão sujeitos a condições adversas de temperatura, ou seja, desconforto térmico, especialmente em regiões que concentram altas temperaturas ao longo do ano (NÄÄS et al., 2010).

Podemos então concluir que grande parte de nossa produção se encontra em condições desfavoráveis ao bem estar animal, corroborando com SILVA da et al., (2009) que observaram a necessidade de se investir em melhora nas normas e legislações de bem-estar animal no país. Contudo, ainda há muita carência de investigações acerca do bem-estar para as condições arquitetônicas e construtivas dos galpões avícolas brasileiros (CORDEIRO, et al., 2010). Como os mesmos não são termicamente isolados, as amplitudes críticas de temperatura e umidade externas são imediatamente transferidas para o interior dos galpões, podendo provocar altos índices de mortalidade (NACAS et al., 1995).

## **II. REVISÃO DE LITERATURA**

### **Ambiência e Instalações Zootécnicas**

O Brasil está localizado até a latitude de 30° sul, ou seja, na faixa mais quente do planeta, com médias de temperatura oscilando entre 20°C a 25°C ao longo do ano, o que permite observar que o país inspira uma situação de maior cuidado com os animais, referente ao estresse por calor do que propriamente por frio. Caso não se atente a esse fato ao se planejar uma construção zootécnica, fatalmente ocorrerá uma situação de desconforto térmico por calor (TINOCO, 2001). O ambiente animal, é constituído do efeito combinado dos elementos: temperatura, umidade do ar, vento, radiação, luz, ruído, e outros efeitos interagindo com o próprio animal.

O ambiente é considerado confortável quando o animal está em equilíbrio térmico com o meio, ou melhor, o calor produzido pelo metabolismo animal é perdido normalmente para o meio ambiente, sem prejuízo apreciável na produção (BAETA, et al., 1989). Considerando que a temperatura corporal das aves oscila entre 40-41 °C, a temperatura ambiente indicada para frango de corte, poedeiras e matrizes, segundo FERREIRA (2005), poderá oscilar entre 15 e 28 °C, sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80%. Alguns autores apontam que, entre os fatores ambientais,

os térmicos são os que afetam mais diretamente as aves, pois comprometem sua função vital mais importante, que é a manutenção de sua homeotermia (BARBOSA FILHO, 2009 & DASMACENO et al., 2010)

O abrigo animal tem por objetivo proporcionar conforto para aumentar a produção. Esse conforto não é medido da mesma forma como se faz ao ser humano, mas sob a forma de produção ou produtividade. As construções recebem diretamente a ação do clima (insolação, temperatura, ventos, chuva e umidade do ar), devendo, por isso, serem construídas com a finalidade principal de diminuir estas influências que possam agir negativamente nos animais. O meio mais econômico de ajudar um animal a manter o balanço de energia é controlar a entrada de radiação. Segundo SEVEGNANI et al., (1994), a radiação do sol e do céu, somada à grande carga térmica é simples e substancialmente reduzida com telhados que minimizem a incidência da energia solar, e é sobre este que a radiação solar atua com maior intensidade, sendo um componente crítico das construções de criação, principalmente na avicultura. A habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações (JÁCOME et al., 2007). De acordo com NÄÄS (1995), o fluxo de calor que atravessa um telhado no pico máximo de calor é maior, na ordem de cinco vezes, em relação àquele disperso no ambiente interno.

A tipologia de edificações para abrigo de frangos de corte associada a características do local (clima, topografia e vegetação dos arredores) e os sistemas de manejo (densidade de aves, cortinas, equipamentos e nutrição) influencia as condições internas (MIRAGLIOTTA et al., 2006). Portanto, o efeito da radiação pode ser atenuado por adequado isolamento térmico, razão pela qual é de fundamental importância que o telhado seja projetado de modo a não ser o principal responsável pelo ganho de calor da construção, em regiões cujo verão é mais estressante que a estação fria (CURVELLO, 1999). Além das características de cada material, as inclinações do telhado diferenciadas para cada lado de exposição ao sol, podem minimizar os efeitos da radiação solar.

Uma forma de se influenciar o ambiente térmico das construções é o acondicionamento térmico natural, com ênfase à variação da concepção arquitetônica e

dos materiais de construção (SANTOS et al., 2002). Nas condições brasileiras, o sombreamento proveniente de coberturas reduz entre 20% e 40% da carga térmica radiante no interior de construções para animais (TURCO et al., 1994; ABREU et al., 1995; BAËTA & SOUZA, 1997). ROSA (1984) concluiu que o fluxo de calor através das coberturas, juntamente com as elevadas temperaturas na face inferior das telhas, é a causa principal do desconforto no interior das construções.

Dentre as possíveis estratégias para a redução da carga térmica radiante (CTR) no interior de construções zootécnicas, podem-se fazer uso de diferentes materiais de cobertura e também inclinações de telhado (YANAGI JUNIOR et al., 2001). Para NÃÃS et al., (2001) o telhado é o elemento construtivo mais significativo em uma instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente. Há forte influência da tipologia nas condições ambientais no interior dos galpões, devendo-se observar as normas técnicas para se obter um bom acondicionamento térmico. HASSAB & TIMMONS (1989) afirmaram que devemos voltar à atenção para a utilização dos materiais de cobertura mais refletivos, pois atualmente mais de 50% do investimento numa criação intensiva e semi-intensiva estão concentrados na construção dos abrigos dos animais. Quando a energia solar incide sobre a cobertura, ela é refletida, absorvida ou transmitida, em quantidades que dependem das propriedades físicas dos materiais que as compõem, e também é influenciada pelo grau de inclinação que esta se encontra. A energia radiante absorvida pelas coberturas se transforma em energia térmica ou calor, sendo que parte desta energia pode ser transmitida à superfície oposta, através da condução.

Melhorias adicionais no ambiente térmico interno de construções avícolas podem ser conseguidas com associação entre coberturas e inclinações com suas respectivas exposições. Ainda que não nos seja possível atuar nas variáveis climáticas, aspectos construtivos como orientação, inclinação e exposição e a escolha do material do telhado, devem ser analisados de modo a conferir melhores condições de conforto térmico, com reflexo em melhor sanidade e produtividade animal.

Assim sendo, é de suma importância para a continuidade de crescimento da agroindústria brasileira, o investimento em pesquisas ligadas à área de ambiência, o

que poderá garantir o aumento da produção e muitas vezes o desenvolvimento de várias regiões do país. O conhecimento da influencia de diferentes materiais de cobertura em função da inclinação e da exposição de telhados são fundamentais na elaboração de projetos de construções zootécnicas, para que possam garantir um melhor conforto térmico aumentando a eficiência no processo de produção animal.

Apesar do aumento da construção de galpões climatizados no Brasil, temos que nos atentar que metade da produção de aves no país, ou seja, 50% (MDA, 2010) é produzida pela agricultura familiar, e encontrar meios mais simples e menos onerosos para se construir galpões que proporcionem bons desempenhos zootécnicos é de fundamental importância social e econômica, para se manter na atividade e no campo cerca de 12,3 milhões de agricultores familiares segundo último censo agropecuário 2006 divulgado pelo IBGE em 2009 (MDA, 2010).

O objetivo deste trabalho vai ao encontro das necessidades de estudos para desenvolvimento desta área de construções zootécnicas e conforto animal, pois pesquisas sobre a influência da inclinação e exposição do telhado são escassas.

### **Utilização de Modelos Experimentais**

O desenvolvimento de pesquisas em instalações zootécnicas em escala natural é muito oneroso, não só por serem de grandes dimensões, também pela necessidade de se realizar repetições da natureza estatística ficar impraticável (RODRIGUES, 1998). Portanto o uso de modelos reduzidos tem sido uma boa solução para se resolver os problemas citados acima. Assim sendo, o uso de modelos e modelos é uma ferramenta largamente utilizada na engenharia, porém o seu uso requer o entendimento claro dos princípios que regem a relação entre o modelo e modelo.

Pesquisadores como HANN et al., (1961), FOREHLICH et al., (1975), BOTTCHEER et al., (1986), CELIS e JARA (1990), SYDENSTRICKER (1993) e MOURA (1998), utilizaram modelos em escala distorcida em seus experimentos envolvidos na área em questão. Além de reproduzirem as características e respostas térmicas de instalações naturais, esses modelos reduzem os custos e o tempo de experimentação.

O modelo distorcido é a reprodução de um modelo em escala natural em que mais de uma escala é utilizada para descrever uma determinada dimensão.

Segundo MURPHY (1950), as condições ideais para se trabalhar com modelos em processos termodinâmicos envolvem a similaridade entre as proporções de comprimento e largura do espaço em questão, além do conhecimento da variação de temperatura no modelo e sua eventual resposta em escala real.

De acordo com JENTZSCH (2002), os modelos em escala, atendidos determinados critérios de similitude, podem ser substitutos válidos para estudos do âmbito da engenharia. Estes estudos baseiam-se na teoria da similitude, que tem por finalidade estabelecer relações que permitam previsões reais, feitas a partir de observações em modelos reduzidos.

### **Material de Cobertura**

BOND et al., (1961), os quais mediram a radiação térmica recebida de várias partes da instalação que envolvia um animal, concluíram que 28% da carga térmica radiante provinham do céu, 21% do material de cobertura, 18% da área não sombreada e 33% da área sombreada. Assim estes autores concluíram que a quantidade de carga térmica radiante devido o material de cobertura e sua sombra detêm mais de 50%.

Os fatores que interferem na modificação do ambiente são as paredes, altura do pé direito, piso e principalmente o material de cobertura que recebe toda a radiação solar incidente e é o principal responsável pelo microclima gerado dentro do edifício (GHELFI FILHO, 1991).

PENSO et al., (1995) por meio de um experimento conduzido no período de primavera e verão, com modelo em madeira cobertos com telhas de barro, cimento-amianto, zinco e fibra de vidro, afirmaram que no período da primavera os índices de conforto térmico, temperatura radiante média e carga térmica radiante não apresentaram, estatisticamente, diferenças significativas entre os tipos de telhas, quando medidos nas alturas de 60 cm e 130 cm em relação ao solo. Os valores de ITGU (Índice de termômetro de globo negro e umidade) referentes às coberturas, nas

condições descritas, estiveram dentro da faixa de conforto térmico para a maioria dos animais domésticos.

Ao compararem a eficiência da telha de barro, cimento-amianto, zinco, alumínio ondulada, fibra de vidro e telha, no período de janeiro a fevereiro, instaladas em modelos de duas águas de 2,00m x 1,00m x 1,75m, com estrutura em madeira, SEVEGNANI et al., (1994) concluíram que as telhas de barro proporcionaram maior conforto térmico, seguido pelas telhas de alumínio, térmicas, cimento-amianto simples, zinco e fibra de vidro. As telhas térmicas apresentaram comportamento semelhante ao conforto térmico proporcionado pelas telhas de barro. GHELFI FILHO et al., (1991) consideraram a umidade relativa e temperatura do globo negro para diferenciar a eficiência da telha de barro, cimento-amianto simples e telha dupla de cimento-amianto (duas camadas sobrepostas de telha, com a existência de um colchão de ar de 5 cm de espessura). As telhas foram instaladas em modelos, com estrutura em madeira duas águas e dimensões 2,00m x 1,00m x 1,75m, orientação leste-oeste. O termômetro de globo negro foi instalado a 0,85 m do piso (altura referente ao centro de massa dos animais) no período de outono, primavera e verão. Como conclusões os autores afirmaram que o modelo coberto com telha de barro foi o que apresentou o menor valor de carga térmica radiante e ITGU.

FURTADO et al., (2003) ao avaliarem a telha de amianto sem ventilação artificial; telha de barro sem ventilação artificial; telha de amianto com ventilação artificial; telha de barro com ventilação artificial; telha de amianto com ventilação artificial e nebulização; telha de barro com ventilação artificial e nebulização e telha de amianto com ventilação artificial e aspersão sobre a cobertura durante o período de verão, constataram que a telha de amianto sem ventilação artificial apresentou valores de temperatura considerados acima do ideal.

Estudando o efeito de transmissão de calor em 14 combinações de materiais de cobertura expostos à radiação solar, PARKER (1963) observou que entre as telhas sem forro, os materiais que apresentaram maior conforto térmico, minimizando a intensidade da radiação solar no interior de abrigos foram: aço pintado de branco, folhas de alumínio cobertas com plástico branco e folhas novas de alumínio. Além delas, foram

estudados as telhas de barro, cimento amianto e térmica. Concluiu-se que a telha de barro continuou sendo a mais eficiente e a telha de fibra transparente a de menor eficiência térmica e as demais apresentaram um desempenho intermediário.

VAZ et al., (2007) avaliaram o ambiente térmico pela temperatura de globo negro com modelos, cobertos com telha cerâmica, telha cerâmica pintada de branco, telha reciclada a base de embalagens longa vida e telha de fibrocimento. Concluíram que para Região da Alta Paulista, nenhuma das telhas avaliadas proporcionou conforto térmico adequado a qualquer tipo de criação animal, estando todas as temperaturas acima do ponto crítico de termoneutralidade dos animais. Também ao compararem modelos em escala reduzida com telhas de cerâmica com e sem ventilação forçada, com e sem lanternim e de cobertura de alumínio, SANTOS et al., (2005) observaram que o tratamento que proporcionou as melhores condições térmicas no interior dos modelos físicos de galpões avícolas, construídos em escala reduzida, foi o de cerâmica sem ventilação natural, pois este não diferiu estatisticamente do modelo com ventilação forçada.

JÁCOME et al., (2007) concluíram que nos horários mais quentes do dia o galpão com cobertura de telhas cerâmicas apresentou melhor resultado na CTR, em comparação com o galpão com cobertura de telha de cimento amianto, proporcionando melhor conforto térmico para poedeiras na fase de recria.

### **Inclinação e exposição do telhado**

A observação quantitativa da radiação solar que incide sobre as superfícies inclinadas em relação à superfície horizontal, com diferentes ângulos de inclinação, é utilizada em uma grande variedade de aplicações, incluindo projetos de engenharia para coletores solares, projetos de arquitetura, planejamento urbano, estudos agrônômicos de insolação sobre a vegetação e em estudos micrometeorológicos sobre circulação local. A quantidade total de radiação recebida numa superfície varia de acordo com a exposição e a declividade (COAN, 2008). Neste sentido, para satisfazer qualquer um desses estudos, é necessário conhecer a intensidade da radiação solar

que incide sobre uma superfície inclinada e sua variação sazonal pelo período de um ano (SCOLAR, 2003).

Segundo RODRIGUES & ARAÚJO (1996) as inclinações entre 20 e 30° ocasionaram as melhores condições de conforto térmico no interior da instalação. Resultado semelhante foi encontrado TINOCO, (2001) no qual verificaram que a inclinação do telhado afeta o condicionamento térmico ambiental no interior do galpão em dois pontos básicos: mudando o coeficiente de forma correspondente às trocas de calor por radiação entre o animal e o telhado e modificando a altura entre as aberturas de entrada e saída de ar, e quanto maior a inclinação, maior será a ventilação natural devido ao termossifão. Dependendo do grau de inclinação do telhado, este afeta o condicionamento térmico ambiental no interior do galpão. Segundo o mesmo autor, inclinações entre 20 e 30° têm sido consideradas adequadas, atendendo condicionantes estruturais e térmicos ambientais.

MATOS et al., (1997) ao compararem o efeito de diferentes telhas (cimento-amianto, alumínio e cerâmica) com diferentes ângulos de inclinação (22° telhas de cerâmica e 11° para os demais) e ângulo considerado como mínimo ideal ao conforto térmico (30° para todos os materiais), concluíram que a telha cerâmica apresenta melhor comportamento térmico. Porém a telha de cimento-amianto instalada com uma inclinação mais acentuada (30°) apresentou resultados semelhantes às telhas de barro. Já os telhados com ângulos menores são os que apresentaram piores resultados no conforto térmico.

YANAGI JR, et al., (2001) utilizaram simulação de dados para prever os índices de temperatura de globo negro utilizando inclinações de telhado de 25°, 30°, e 35°, e alturas de pé direito de 3,0 e 3,5 m. Os autores verificaram que a temperatura de globo negro pode ser reduzida 0,12 por cada 5° de aumento na declividade do telhado. A redução máxima de temperatura foi obtida ao comparar as condições de 25° de inclinação de telhado com 3,0 m de altura de pé direito vs. 35° de inclinação e 3,5m de altura de pé direito.

Estudos e pesquisas sobre a melhor inclinação e exposição em associação com o tipo de cobertura para se obter um melhor conforto dentro da instalação, ainda são

incipientes na avicultura nacional e necessitam de dados mais consistentes. Desta forma, a realização de estudos para avaliar estas influências, demonstrar a importância de se determinar a melhor inclinação e exposição para cada região do país, são de extrema importância.

### **III. OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho foi verificar a influencia da inclinação e exposição norte e sul com telha cerâmica, de aço galvanizado e de fibrocimento sobre a temperatura interna de modelos reduzidos de instalações zootécnicas.

### **IV. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias-FCAV/Unesp, Jaboticabal, SP junto aos Departamentos de Engenharia Rural e o Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal. Foram construídos 48 modelos reduzidos com dimensões de 1,00 x 1,00 x 0,50 metros (Figura 1), apresentando assim o mesmo volume de ar no interior de todos os modelos. Foram construídos hastes de madeira com diferentes tamanhos para inclinar os mesmos. O material utilizado foi o compensado de madeira com 6,0 mm de espessura (Figura 2) nas laterais e no piso com o objetivo de evitar ao máximo o efeito das variáveis climáticas do exterior, para que as alterações do ambiente interno sofressem os maiores efeitos provenientes da cobertura.



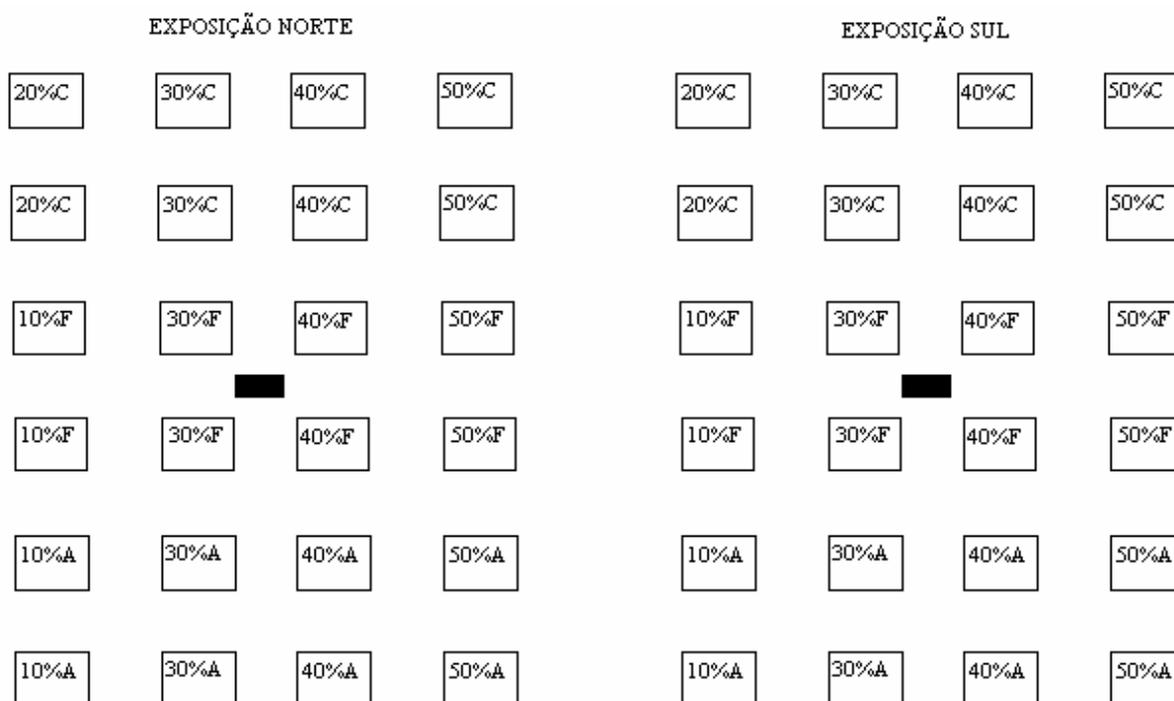
Figura 1. Local do experimento e modelos reduzidos.



Figura 2. Modelo reduzido de compensado de madeira.

Os modelos reduzidos de compensados foram pintados com tinta branca impermeabilizante para, além de aumentar sua refletividade, também sua durabilidade contra as intempéries. As coberturas foram de uma água, dispostos para Norte-Sul, sendo 24 modelos na exposição norte e 24 na sul, e com duas repetições por inclinação (Figura 3). Os modelos foram cobertos com telha de cerâmica tipo romana, aço galvanizado 0,50 mm espessura e fibrocimento 6,0 mm de espessura.

As inclinações dos telhados variaram de 20, 30, 40 e 50% para telha de cerâmica e 10, 30, 40 e 50% para as demais. Na cobertura de cerâmica não foi utilizada a inclinação de 10% devido as especificações técnicas de engenharia, telhas de cerâmica não podem ser instaladas com inclinações menores de 20%. Os modelos foram construídos dentro do Campus da Unesp Jaboticabal, localizado a uma latitude de 21° 14 minutos 05 segundos S, longitude 48° 17 minutos 09 segundos W e altitude de 615,01 metros., utilizando uma área de 160 m<sup>2</sup>.



■ = Datalogger C= Cerâmica F= Fibrocimento A= Aço galvanizado

Figura 3 – Esquema de disposição dos modelos no local de instalação

### Avaliação de coberturas, inclinações e exposição

Foram avaliadas as telhas de cerâmica, aço galvanizado e fibrocimento e diferentes inclinações de telhado e sua exposição quanto à influência na temperatura interna. Os dados do ambiente externo do experimento foram colhidos pelo Departamento de Ciências Exatas da UNESP/Jaboticabal, pela estação meteorológica automática e convencional.

Para a obtenção dos dados de temperatura interna dos modelos foram utilizados dois termopares tipo T, modelo 105T, com acurácia de  $\pm 1^\circ\text{C}$ , devidamente posicionados um no centro do modelo e o segundo a dois centímetros abaixo da cobertura, através de suportes de madeira.

A leitura dos dados de temperatura interna dos modelos foi realizada de hora em hora durante um ano, por meio do sistema de aquisição de dados, Datalogger marca CAMPBELL SCIENTIFIC-INC (Figura 4).



Figura 4. Datalogger marca CAMPBELL SCIENTIFIC-INC.

Depois de colhidos os dados durante um ano, foram filtrados os dias que possuíam uma razão de insolação acima de 85% (obtida na estação meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/Jaboticabal) para evitar dias sombreados e chuvosos. Para análise dos dados, foram utilizados as temperaturas dos horários de 12:00 as 14:00, para maximizar o efeito da temperatura sobre o modelo, e separados entre as estações verão, primavera, outono e inverno. Desses dias foram selecionados dois dias críticos (um dia crítico de inverno e um dia crítico de verão) para análise da variação da temperatura ao longo do dia nas inclinações, coberturas e exposições.

Os dados de radiação solar estimada foram colhidas pela Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP em uma estrutura denominada “Bacia Hidrográfica Experimental”, descrita com detalhes por BENINCASA (1976),

LOPES (1986), ORTOLANI (1987) e TURCO (1997), em que foram utilizados os dias filtrados com razão de insolação acima de 85% e separados entre as estações primavera, verão, outono e inverno.

Na Tabela 1, estão apresentados os dados médios de temperatura Máxima, Mínima, Média, Umidade Relativa do Ar, Pluviometria e Radiação Solar durante o período experimental.

Tabela 1. Médias de Temperatura Máxima, Mínima, Média, Umidade Relativa do Ar, Pluviometria e Radiação Solar durante o período experimental na região de Jaboticabal.

Temp. Máx (°C)	Temp. Mín (°C)	Temp. Média (°C)	UR Média (%)	Pluviometria (mm)	Radiação Solar (Mj m <sup>-2</sup> )
Verão					
30,09	19,80	23,94	76,71	6,13	19,05
Outono					
26,93	14,86	20,08	71,32	1,31	15,87
Inverno					
27,88	15,33	20,96	66,94	2,96	16,08
Primavera					
30,99	18,67	23,99	66,75	4,18	19,90

As variáveis analisadas foram: a temperatura interna, o calor retido, a variação de temperatura externa e interna do modelo ( $\Delta t$ ) e a entalpia.

A quantidade de calor retido e perdido estimado dentro do modelo foi calculada utilizando a seguinte equação:

$$Q = m.c.\Delta t$$

Em que:

Q = Calor retido/perdido;

m = massa;

c = calor específico (cal);

$\Delta t$  = variação de temperatura.

Em que o volume do modelo é igual a 0,5 m<sup>3</sup>, tendo como massa 600 gramas, o calor específico do ar é igual a 0,24 cal/g.°C e para os dados de variação de temperatura no interior do modelo foram utilizados dos horários de 6:00 as 14:00 h.

Para o cálculo de variação de temperatura externa e interna do modelo ( $\Delta t$ ), foram utilizados as temperaturas máximas do interior do modelo menos a temperatura máxima externa.

Para o cálculo de entalpia, foi utilizado o programa computacional da Universidade Federal de Viçosa GRAPSI 6.0®, que considera a temperatura de bulbo seco, umidade relativa e a pressão atmosférica local para estimar o valor de entalpia. Esta, por definição, é a energia do ar úmido por unidade de massa de ar seco (kJ/kg de ar seco), ou seja, é uma variável física que indica a quantidade de energia contida em uma mistura de vapor d'água.

Os resultados obtidos foram avaliados num modelo linear geral pelo pacote estatístico SAS 9.1 software (SAS Institute, Cary, NC, USA) no esquema fatorial aninhado 3X4X2, para os valores considerados: tipo de telha, grau de inclinação e exposição, os efeitos de cobertura e exposição foram aninhados no fator inclinação. As médias obtidas foram comparadas por intermédio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, seguindo-se o modelo estatístico a seguir:

$$Y_{ijkl} = m + C_i + E_j + CE(ij) + I_k : (C_i E_j) + e_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijkl}$  = Observação da cobertura  $i$ , com a inclinação  $j$  e exposição  $k$

$m$  = Média geral;

$C_i$  = efeito do tipo  $i$  de material de cobertura, em que  $i = 1, 2, 3$ ;

$E_j$  = efeito da exposição  $j$ , em que  $j = 1, 2$ ;

$CE(ik)$  = efeito da interação entre tipo  $i$  de material de cobertura e exposição  $j$ ;

$I_k : (C_i E_j)$  = efeitos da interação inclinação  $k$  aninhado entre tipo  $i$  de material de cobertura e exposição  $j$ ;

e  $ijk$  = erro associado a cada observação.

## V. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No anexo encontram-se os dados meteorológicos de todo o período experimental,  $R^2$ , coeficientes de variação, média total e testes de normalidade.

Já na Tabela 2 estão apresentados os dados da radiação solar global estimada nas diferentes inclinações. De acordo com os resultados podemos observar que ao aumentarmos a inclinação da cobertura na exposição sul, obtivemos um decréscimo de radiação solar global incidente. Estes resultados corroboram com os encontrados por LATANZE (1997), que observou uma menor radiação global incidente na exposição Sul. Isto se deve à menor incidência de radiação solar global estimada em superfícies com maior inclinação na exposição sul como representado nas Figura 5 em que estão apresentados os dados de radiação solar global estimada nas diferentes inclinações e exposições nas estações primavera, verão, outono e inverno. Nota-se também que durante o dia crítico de inverno, ocorreu uma diferença de variação de temperatura mais evidente em relação as exposições norte e sul (Figuras 6,7 e 8). Já a diferença entre as exposições foi bem mais tênue no dia crítico de verão (Figuras 9,10 e 11). Isto se deve pela declividade do sol durante as estações, variando a incidência da radiação nas superfícies, pois a inclinação do sol se altera ao longo do ano, e é maximizada no inverno.

Tabela 2. Radiação Solar Global Estimada das inclinações de 10, 20, 30, 40 e 50% nas exposições norte e sul durante o dia mais quente do período experimental na cidade de Jaboticabal.

Radiação Estimada cal/cm <sup>2</sup> /dia										
	10N	10S	20N	20S	30N	30S	40N	40S	50N	50S
Verão	634,5	630,7	627,2	619,7	614,8	603,5	598,1	583,2	578,3	560,2
Primavera	449,9	454,9	440,9	450,8	428,5	442,8	413,2	431,5	396,2	418,0
Outono	503,8	413,8	541,3	365,2	572,5	315,9	597,4	267,6	616,3	221,5
Inverno	495,9	422,8	524,8	380,9	547,8	337,4	565,2	293,9	577,3	251,6

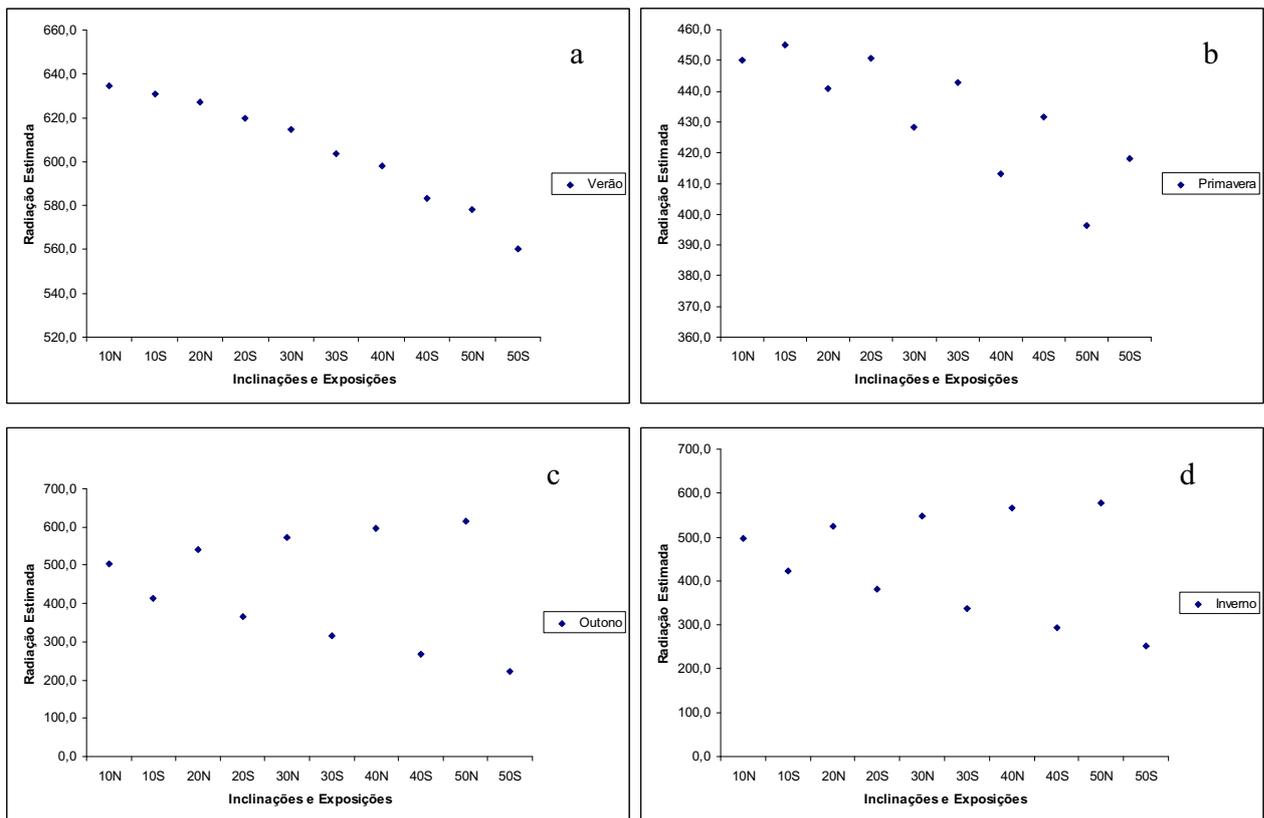


Figura 5. Radiação Solar Global Estimada nas inclinações de 10,20,30,40 e 50% nas exposições Norte e Sul. Figura “a” representa a estação verão, figura “b” a estação primavera, a figura “c” a estação outono e a figura “d” a estação inverno.

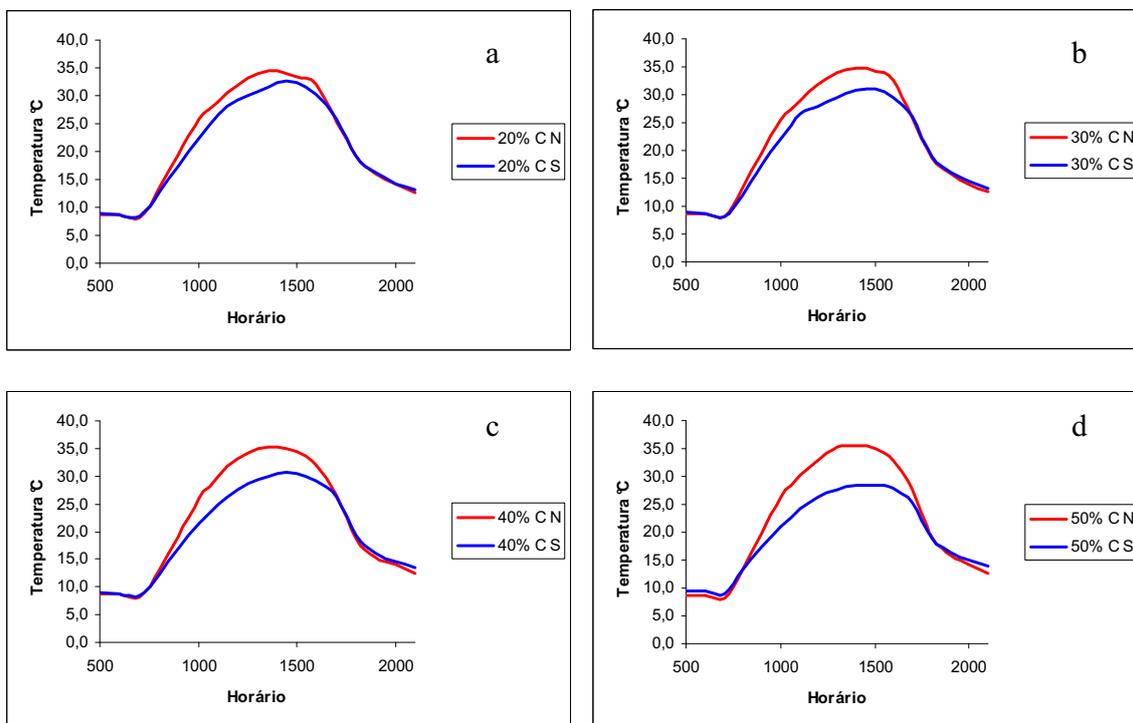


Figura 6. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de cerâmica. Figura “a” representa a inclinação de 20%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação.

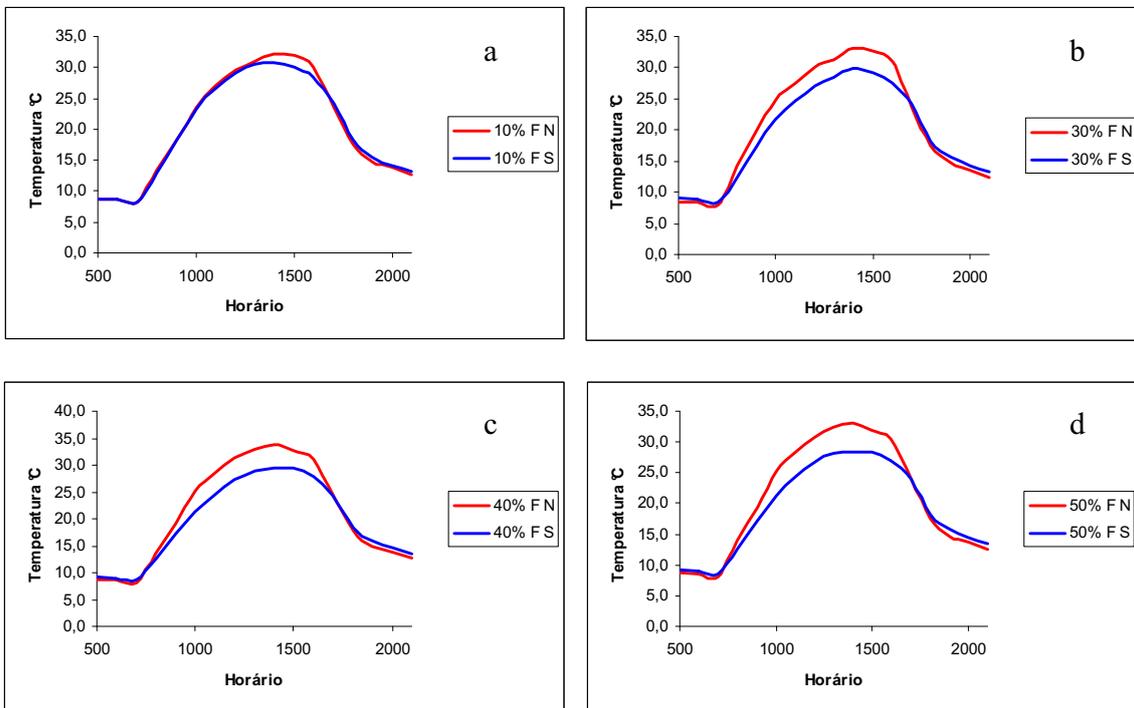


Figura 7. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de fibrocimento. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação

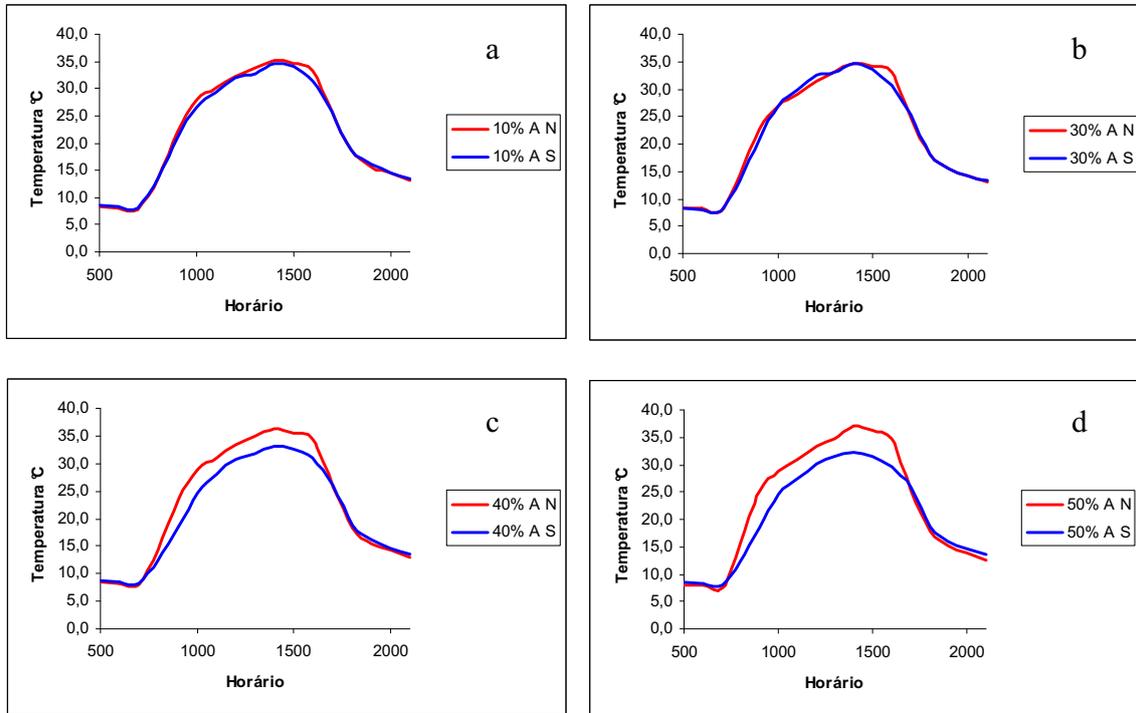


Figura 8. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas exposições Norte e Sul com cobertura de aço galvanizado. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação

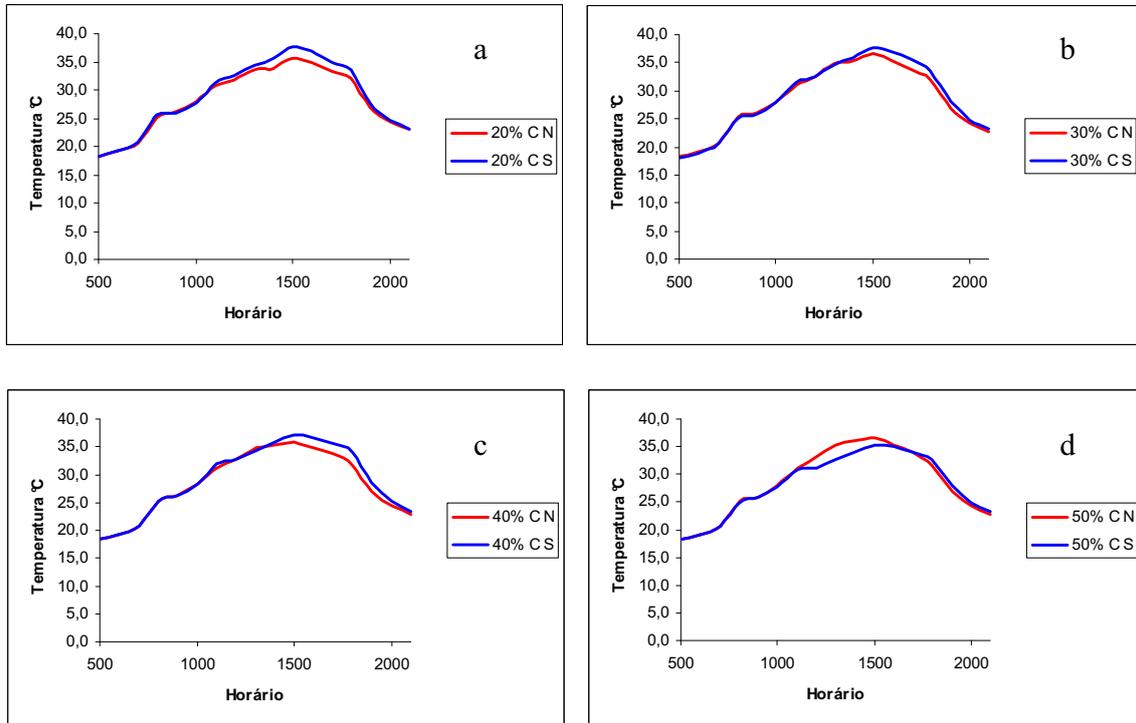


Figura 9. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de cerâmica. Figura “a” representa a inclinação de 20%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação

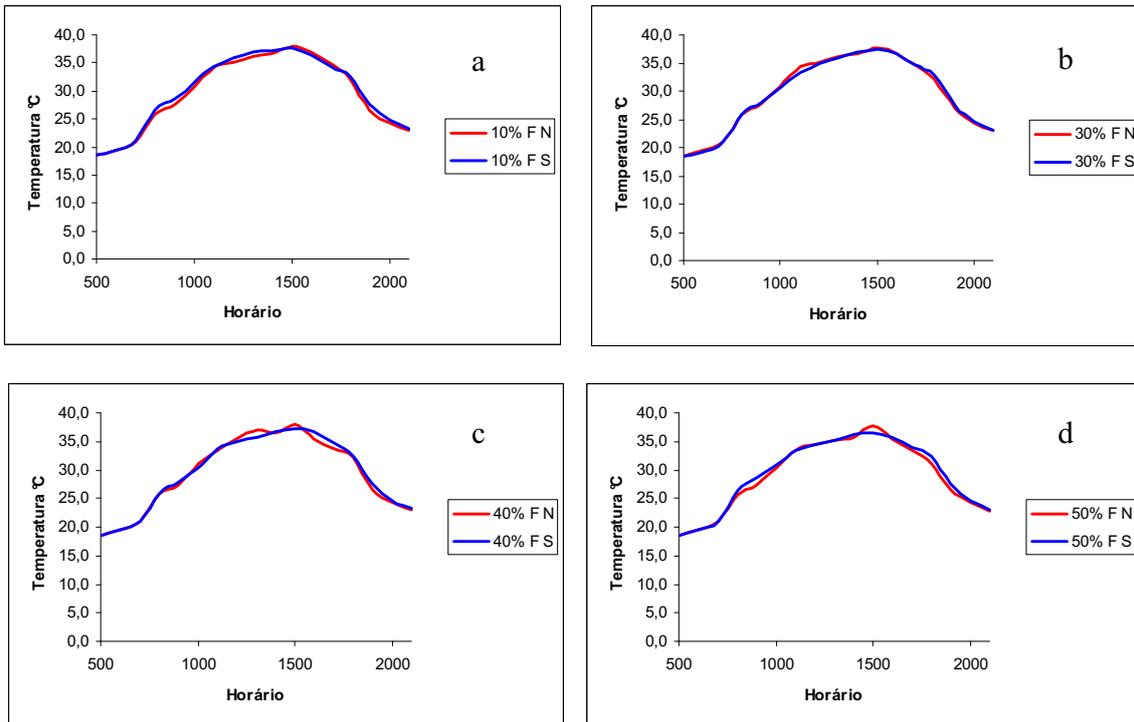


Figura 10. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de fibrocimento. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação

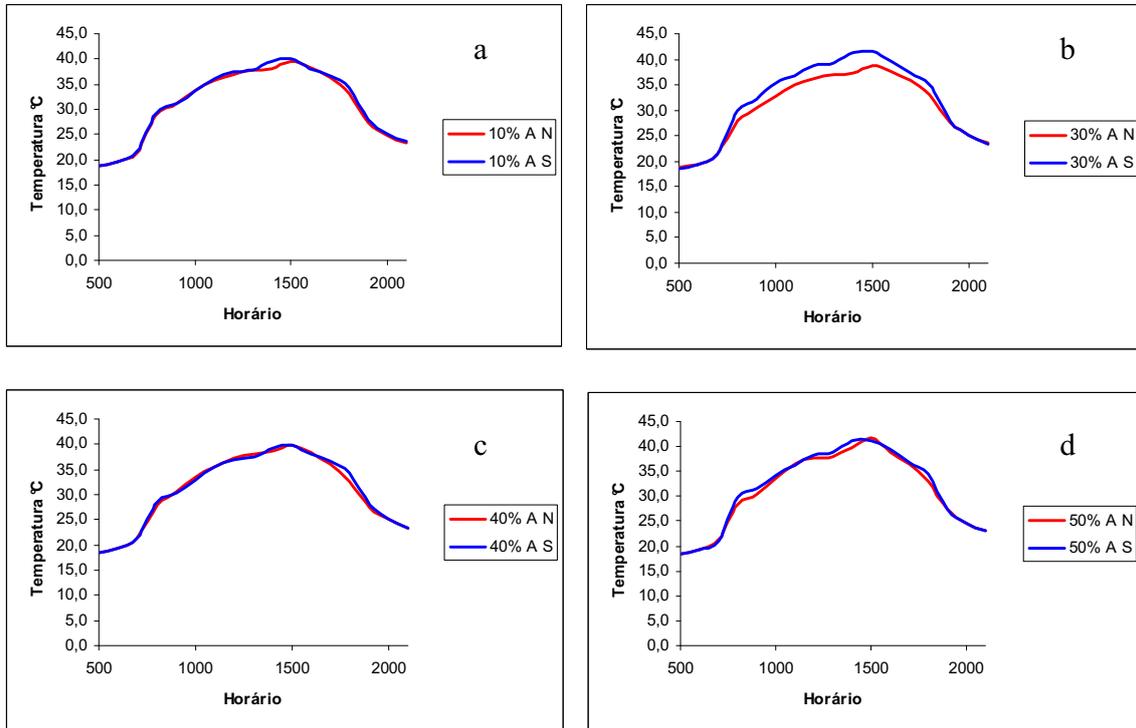


Figura 11. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas exposições Norte e Sul com cobertura de aço galvanizado. Figura “a” representa a inclinação de 10%, a figura “b” 30%, a figura “c” 40% e a figura “d” 50% de inclinação

Demonstrando que a incidência de radiação solar incidente em Jaboticabal na exposição norte é muito maior, principalmente no inverno. Este fato pode ser de muita importância se o interesse é ter uma instalação para pintinhos ou leitegadas, ou ainda em regiões na qual possuem médias de temperatura muito baixas, como em certas regiões do sul do Brasil.

Porém, ao analisarmos as variações de temperatura entre as coberturas, observamos que no dia crítico de inverno (Figura 12), estas foram bem tênues, ao contrário do dia crítico do verão (Figura 13). Com as altas temperaturas ambientes, nota-se a diferença entre as coberturas, podendo observar as características térmicas das telhas, apresentando a telha de cerâmica com curvas de temperaturas menos acentuadas ao longo do dia, demonstrando assim sua melhor capacidade de inércia térmica em relação a telha de fibrocimento e aço galvanizado.

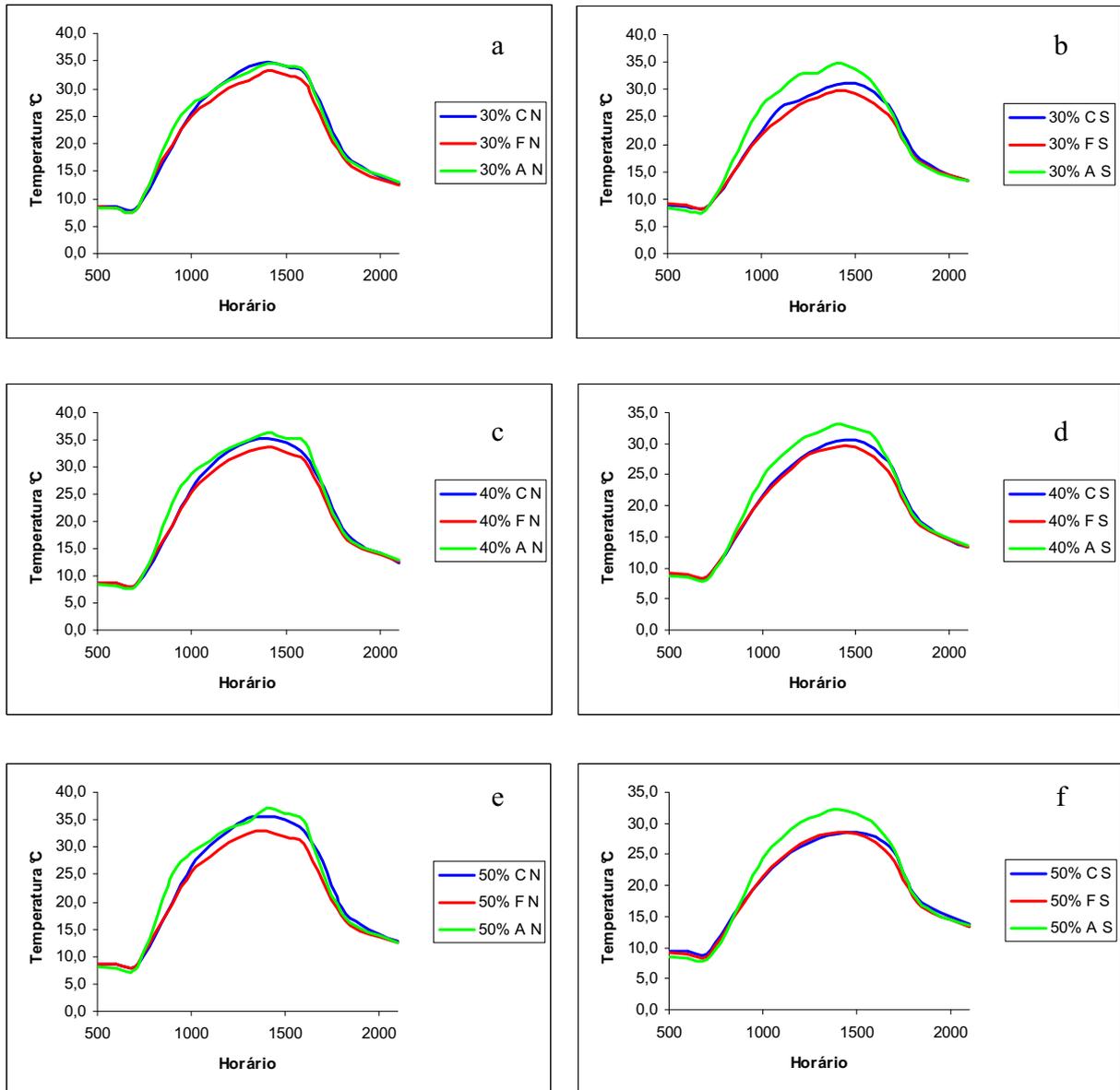


Figura 12. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas diferentes coberturas. Figura “a” representa a inclinação de 30% na exposição Norte, a figura “b” 30% na exposição Sul, a figura “c” 40% na exposição Norte, a figura “d” 40% na exposição Sul, a figura “e” 50% na exposição Norte, e a figura “f” 50% na exposição Sul.

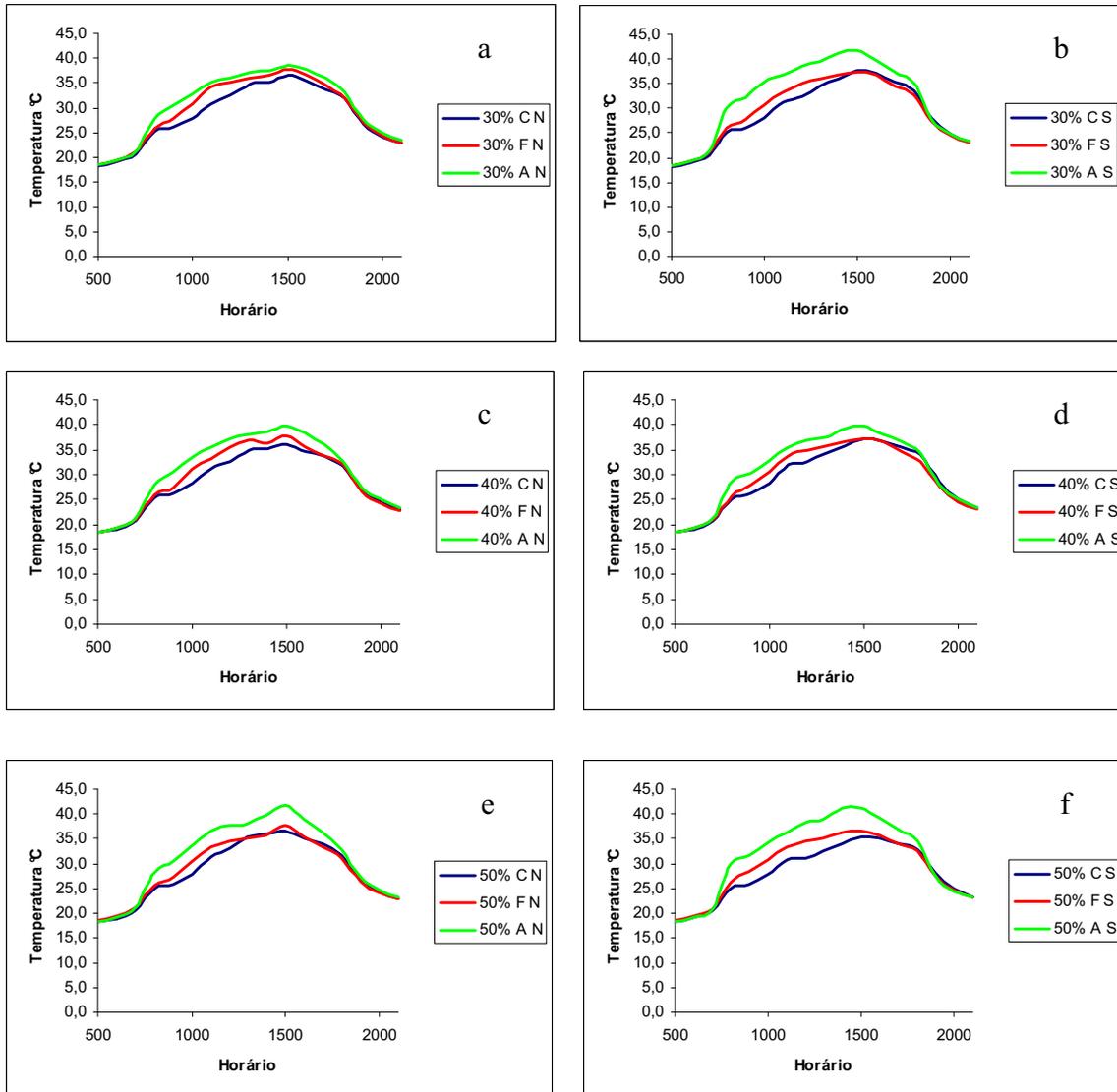


Figura 13. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas diferentes coberturas. Figura “a” representa a inclinação de 30% na exposição Norte, a figura “b” 30% na exposição Sul, a figura “c” 40% na exposição Norte, a figura “d” 40% na exposição Sul, a figura “e” 50% na exposição Norte, e a figura “f” 50% na exposição Sul.

Nas Figuras 14 e 15 pode-se verificar a variação de temperatura nos dias críticos de inverno e verão de acordo com as inclinações. Tanto no dia crítico de inverno como no de verão, nota-se menores temperaturas na inclinação de 50% nas cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado.

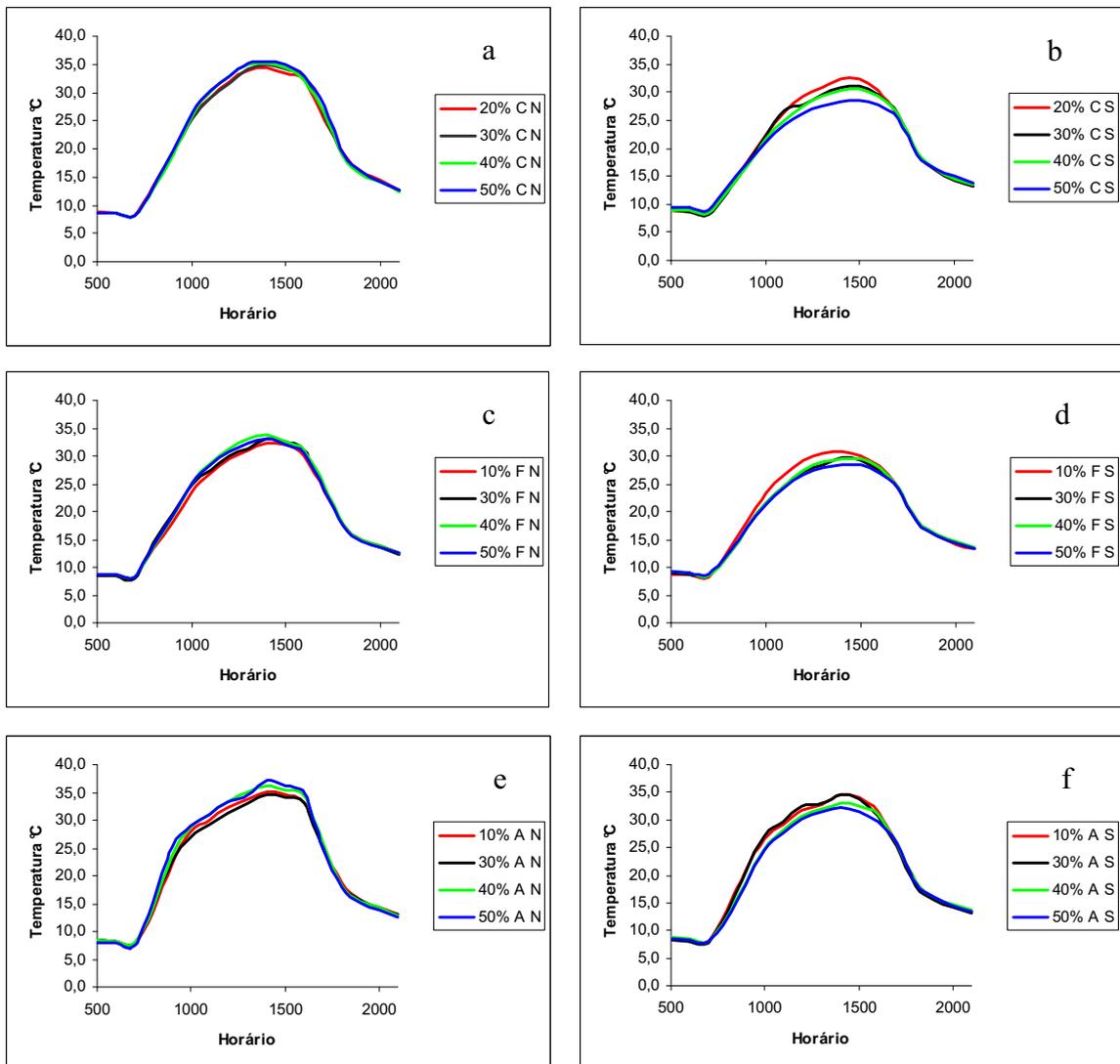


Figura 14. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de inverno nas inclinações de 20,30,40 e 50% com cobertura de cerâmica e 10,30,40 e 50% com cobertura de fibrocimento e aço galvanizado. Figura “a” representa a cobertura de cerâmica na exposição Norte, a figura “b” cobertura de cerâmica na exposição Sul, a figura “c” cobertura de fibrocimento na exposição Norte, a figura “d” cobertura de fibrocimento na exposição Sul, a figura “e” cobertura de aço galvanizado na exposição Norte, e a figura “f” cobertura de aço galvanizado na exposição Sul.

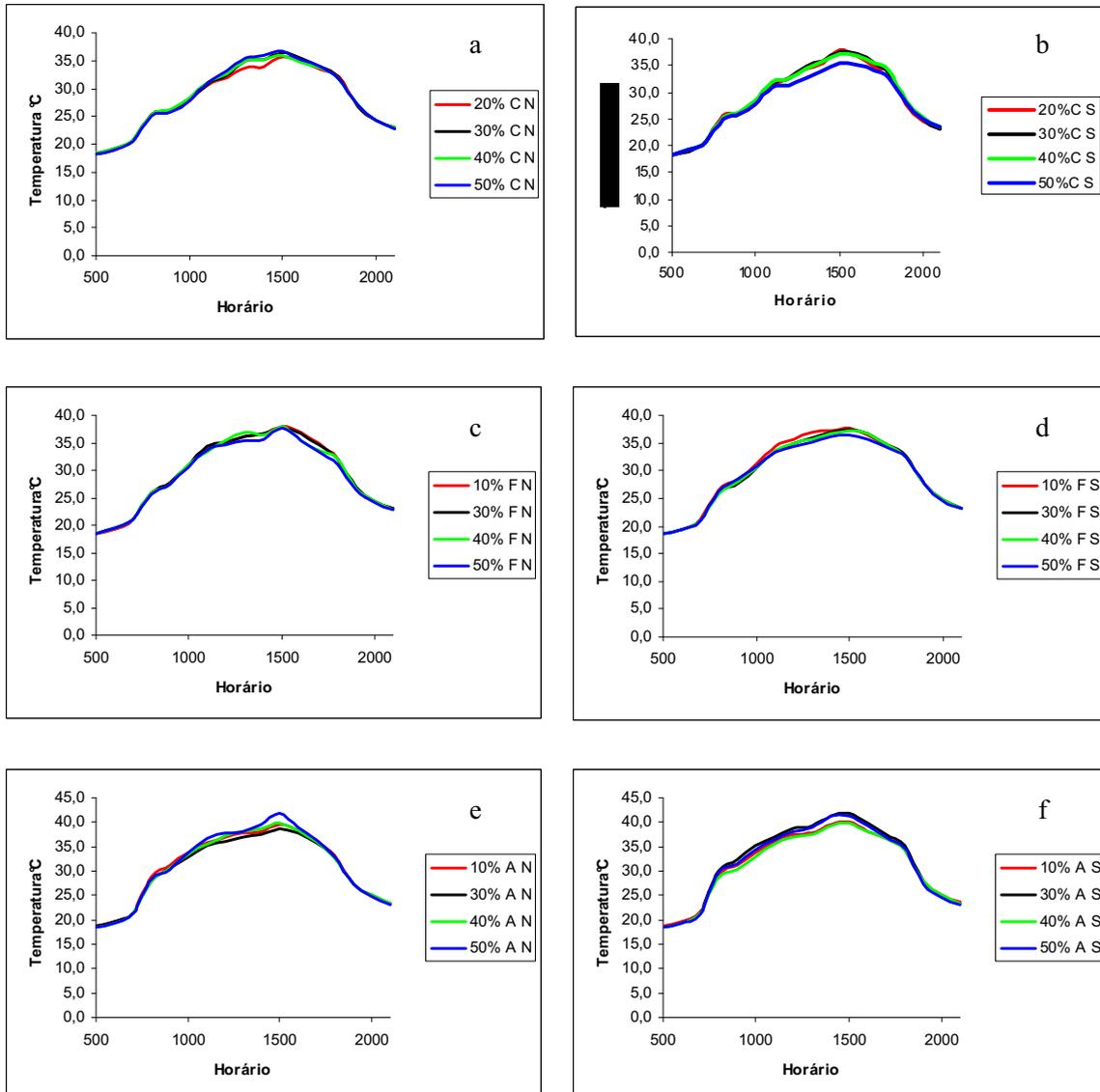


Figura 15. Variação de temperatura ao longo do dia crítico de verão nas inclinações de 20,30,40 e 50% com cobertura de cerâmica e 10,30,40 e 50% com cobertura de fibrocimento e aço galvanizado. Figura “a” representa a cobertura de cerâmica na exposição Norte, a figura “b” cobertura de cerâmica na exposição Sul, a figura “c” cobertura de fibrocimento na exposição Norte, a figura “d” cobertura de fibrocimento na exposição Sul, a figura “e” cobertura de aço galvanizado na exposição Norte, e a figura “f” cobertura de aço galvanizado na exposição Sul.

Nas coordenadas geográficas da cidade de Jaboticabal – São Paulo, já era esperado uma maior incidência de radiação solar na exposição norte, como observado por LATANZE (1997) que durante cinco anos analisou o total anual da radiação solar global, em kcal/cm<sup>2</sup>, incidente em diferentes orientações e exposições. Este autor verificou uma menor incidência da radiação solar na exposição sul com inclinação de 50%, porém não se tinha o conhecimento de quanto numericamente esta diferença seria e, se seria significativa. Segundo PEDRO JÚNIOR et al., (1989) a radiação solar é um elemento importante na caracterização climática das regiões, pois é causa principal de todos fenômenos meteorológicos, e na cidade de Jaboticabal, os valores médios diários de radiação solar global estimada ao nível de solo foi de 513,7 , 492,3 , 437,0 e 383,3 cal/cm<sup>2</sup>/dia no verão, primavera, outono e inverno respectivamente.

MATOS et al., (1997) também concluíram que as maiores inclinações apresentaram os melhores resultados de desempenho térmico. YANAGI JR et al., (2001) em simulação de computador observaram um decréscimo da temperatura do globo negro ao aumentar a declividade do telhado, embora RODRIGUES & ARAÚJO (1996) e TINOCO (2001) indicaram inclinações ideais nas construções de galpões entre 20 e 30°. Somente não se observou esta característica de menores temperaturas internas nos modelos nas coberturas de aço galvanizado.

O resumo da análise de variância dos dados médios de temperatura interna, durante o verão, primavera, outono e inverno estudados estão apresentados na tabela 3. Já a tabela 4 descreve os valores médios da interação entre materiais de cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação em todas as estações.

Tabela 3. Resumo da análise de variância dos dados médios de temperatura interna, durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	24,10245088	12,05122544	11,81	<,0001
Exposição	1	4,76001958	4,76001958	4,66	0,0341
cobertura*exposição	2	2,86604536	1,43302268	1,4	0,2522
incl(i(cobert*exposi)	18	33,99604795	1,88866933	1,85	0,035
Primavera					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	48,98432795	24,49216397	40,79	<,0001
Exposição	1	5,15535603	5,15535603	8,59	0,0045
cobertura*exposição	2	2,79341411	1,39670706	2,33	0,105
incl(i(cobert*exposi)	18	21,2653167	1,18140648	1,97	0,023
Outono					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	71,2329442	35,6164721	63,01	<,0001
Exposição	1	35,0090492	35,0090492	61,93	<,0001
cobertura*exposição	2	5,64195852	2,82097926	4,99	0,0093
incl(i(cobert*exposi)	18	24,50670394	1,36148355	2,41	0,0045
Inverno					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	53,55696280	26,77848140	39,49	<,0001
Exposição	1	53,38177968	53,38177968	78,72	<,0001
cobertura*exposição	2	7,99711548	3,99855774	5,90	0,0043
incl(i(cobert*exposi)	18	25,87869584	1,43770532	2,12	0,0132

Tabela 4. Médias da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre a temperatura interna em °C em todas as estações.

Verão						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	37,76aA	38,42aA	38,31aA	38,32aA
20%	37,39aA	37,87aA	-	-	-	-
30%	37,93aA	37,85aA	37,71aA	37,38aB	38,05aA	38,18aA
40%	38,30aA	37,29aA	37,96aA	37,32aB	38,79aA	38,57aA
50%	38,73abA	35,64cA	37,65abcA	36,85bcB	39,87aA	39,43aA
Primavera						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	36,53aA	36,91aA	37,15aA	37,06aA
20%	35,73aA	35,68aA	-	-	-	-
30%	36,14aA	35,70aA	36,44aA	36,16aAB	37,00aA	36,89aA
40%	36,25abA	35,49bA	36,84abA	36,26abAB	37,57aA	37,39aA
50%	36,73bcA	34,23dA	36,38cA	35,70cdB	38,50 aA	38,25abA
Outono						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	31,29aA	31,47aA	32,93aA	32,93aA
20%	32,13aA	31,46aA	-	-	-	-
30%	32,34abA	31,12bcA	31,56bcA	30,23cB	32,92aA	32,78abA
40%	32,32aA	30,42bcAB	31,92abA	30,28cB	33,42aA	32,51aA
50%	32,55abA	29,17cB	31,58bA	29,50cB	33,91aA	32,55abA
Inverno						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	32,68aA	32,58aA	34,39aA	34,00aA
20%	33,58aA	32,67aA	-	-	-	-
30%	33,70abA	32,28bcAB	33,03abA	31,35cB	34,05aA	33,66abA
40%	33,86aA	31,72bcAB	33,64abA	31,59cAB	34,96aA	33,73aA
50%	34,33aA	30,26bB	33,33aA	30,73bB	34,55aA	33,63aA

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas para linhas e maiúsculas para colunas.

A inclinação de 50% cerâmica na exposição sul (Tabela 4) em todas as estações foi a que obteve melhor resultado numérico, ou seja, apresentou as menores médias de temperatura interna em relação a todas as demais inclinações, porém não diferiu estatisticamente da grande maioria. Resultados que confirmam o melhor desempenho das telhas de cerâmica são abundantes na literatura (PARKER, (1963); GHELFI FILHO et al., (1991); SEVEGNANI et al., (1994); JÁCOME et al., (2007); FURTADO et al., (2003); SANTOS dos et al.,(2005)). Isto se deve as características físicas da telha de cerâmica, principalmente a sua condutividade e inércia térmica, bem como, a massa e calor específico do material constituinte da telha de cerâmica. Segundo RODRIGUES (1998) estas características são fundamentais na eficiência térmica de telhas.

Ao analisarmos as estações mais quentes primavera e verão (Tabela 4), podemos verificar que no verão embora só diferente estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da cobertura de cerâmica exposição norte e aço galvanizado exposições norte e sul, a inclinação de 50% cerâmica na exposição sul quando confrontado com as demais coberturas nas exposições norte e sul de 50% de inclinação, observa-se que houve uma diferença de 3,09, 2,01 e 4,23°C para as coberturas de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado na exposição norte, e de 1,21 e 3,79°C para fibrocimento e aço galvanizado na exposição sul.

Na primavera, esta diferença foi maior, em que a inclinação de 50% cerâmica sul, somente não diferiu estatisticamente da inclinação de 50% fibrocimento sul, embora tenha obtido uma diferença de 1,47°C . Estes resultados permitem inferir que as telhas de cerâmica proporcionaram uma menor temperatura interna nos modelos, fato também corroborado por LEAL (1981), que analisou o comportamento de diversas telhas em modelos reduzidos, concluindo que a telha de cerâmica apresentou os resultados mais satisfatórios.

Ainda na Tabela 4, quando analisamos os dados entre as mesmas coberturas no verão, observamos que na telha de cerâmica 50% de inclinação na exposição sul obteve uma diferença na média de 2,23°C da inclinação de 20% exposição sul. Já na cobertura de fibrocimento a inclinação de 50% exposição sul diferiu em 1,57°C em relação a inclinação 10% exposição sul. Estas diferenças nas médias foram só

numéricas e não estatísticas ( $P>0,05$ ). Na primavera, a cobertura de cerâmica com 50% de inclinação na exposição sul apresentou uma diferença de 1,47°C em relação a inclinação na exposição sul de pior resultado (30%), e para a cobertura de fibrocimento a diferença para a inclinação de 50% exposição sul foi de 1,21°C quando comparada a de 10% exposição sul. Portanto, a quantidade total de radiação solar global recebida numa superfície varia de acordo com a exposição e declividade, demonstrando que podemos obter melhores resultados de desempenho térmico nas coberturas de cerâmica e fibrocimento quando aumentamos a inclinação com uma maior exposição no lado sul. Esta característica é melhor observada, tanto no aumento da inclinação e exposições no outono e inverno, apresentando diferença significativa ( $p<0,05$ ), devido a inclinação do sol ser mais acentuada nessas estações.

Interessante é que possamos talvez chegar a resultados de desempenho térmico da telha de fibrocimento semelhantes ao da telha de cerâmica, quando aumentamos a inclinação da telha da mesma. MATOS et al., (1997), observaram resultados semelhantes da telha de fibrocimento comparado a telha de cerâmica quando aumentaram o grau de inclinação. Fato importante, já que a telha de fibrocimento é mais barata que a telha de cerâmica.

Houve interação significativa ( $p<0,05$ ) entre cobertura e exposição sobre a temperatura interna no outono e inverno. Pode-se observar (Tabela 5) que na exposição sul, foram apresentados os melhores resultados, ou seja, as menores médias de temperatura interna dos modelos de cobertura. No entanto, vale a pena ressaltar que as temperaturas observadas nas estações de outono e inverno estiveram acima da faixa de conforto térmico de frangos, quando no interior dos modelos ocorreram médias de temperatura interna (tabela 04) acima de 28,0°C. Segundo CURTIS (1983) a zona de conforto térmico de frangos está entre 18 a 28°C. Portanto devemos ter muito cuidado nas estações mais quentes como também nas estações que consideramos menos críticas (outono e inverno), para não ocorrerem prejuízos no desempenho dos animais. Deste modo, dependendo da magnitude e duração do estresse térmico por calor sofrido pelas aves, podem ocorrer desde pequenos decréscimos no ganho de peso até prostração e morte.

Estes efeitos podem resultar de um fracasso do mecanismo fisiológico de termoregulação das aves, na tentativa de compensar os efeitos do estresse térmico MOURA (1998). Altas temperaturas, também prejudicam o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade (OLIVEIRA et. al, 2006).

Tabela 5. Médias da Interação entre materiais de Cobertura \* Exposição sobre a temperatura Interna em °C dos modelos durante o outono e inverno.

	Outono	
	Norte	Sul
Cerâmica	32,34 aB	30,54 bB
Fibrocimento	31,59 aB	30,37 bB
Aço Galvanizado	33,30 aA	32,69 aA
	Inverno	
	Norte	Sul
Cerâmica	33,87 aAB	31,73 bB
Fibrocimento	33,17 aB	31,56 bB
Aço Galvanizado	34,49 aA	33,76 aA

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas para linhas e maiúsculas para colunas.

Na Tabela 6 encontra-se o resumo dos dados de calor retido Q (cal/g.°C) durante o verão, primavera, outono e inverno e na tabela 07 os valores da interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o Q (cal/g.°C) em todas as estações. Apenas no outono houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) na cobertura e exposição, aninhados com o fator inclinação sobre o calor retido estimado. Percebe-se que para a cobertura de fibrocimento e cerâmica a inclinação de 50% exposição sul foi a que obteve melhor eficiência térmica (menores valores de calor retido estimado), porém esta diferença estatística não fora observada para a cobertura de aço galvanizado nas inclinações na exposição norte e sul. Esses resultados de menores

índices de calor retido estimado ao aumentarmos a inclinação do telhado ocorre pois a inclinação do telhado afeta o condicionamento térmico ambiental no interior do galpão, mudando o coeficiente de forma correspondente às trocas de calor por radiação entre o animal e o telhado e modificando a altura entre as aberturas de entrada e saída de ar

Resultados de melhora nos índices de conforto térmico no interior de galpões ao se aumentar a inclinação também foram observados por MATOS et al., (1997), TINOCO (2001) e YANAGI JR, et al., (2001).

Tabela 06. Resumo da análise de variância dos dados de calor retido estimado durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	1250349,008	625174,504	19,17	<,0001
Exposição	1	34205,275	34205,275	1,05	0,3092
cobertura*exposição	2	6359,423	3179,711	0,10	0,9072
incli(cobert*exposi)	18	959386,829	53299,268	1,63	0,0740
Primavera					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	835929,0090	417964,5045	15,13	<,0001
Exposição	1	434784,9204	434784,9204	15,74	0,0002
cobertura*exposição	2	74517,0152	37258,5076	1,35	0,2661
incli(cobert*exposi)	18	752784,6787	41821,3710	1,51	0,1104
Outono					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	1251902,532	625951,266	32,60	<,0001
Exposição	1	269830,092	269830,092	14,05	0,0004
cobertura*exposição	2	40834,16	20417,081	1,06	0,3506
incli(cobert*exposi)	18	755624,717	41979,151	2,19	0,0104
Inverno					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	1002316,518	501158,259	19,61	<,0001
Exposição	1	206616,112	206616,112	8,08	0,0058
cobertura*exposição	2	30174,708	15087,354	0,59	0,5568
incli(cobert*exposi)	18	727904,667	40439,148	1,58	0,0882

Tabela 07. Médias estimadas da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o calor retido estimado (cal) em todas as estações.

Verão						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	2928,7	2979,4	3028,80	3021,7
20%	2767,07	2928,4	-	-	-	-
30%	2875,8	2952,1	2920,1	2899,0	3011,3	3008,8
40%	2902,5	2836,0	2920,6	2886,6	3155,3	3081,0
50%	2963,9	2564,3	2874,9	2810,3	3335,2	3263,6
Primavera						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	3383,0	3361,3	3469,9	3420,6
20%	3301,3	3302,6	-	-	-	-
30%	3363,7	3320,7	3321,6	3231,7	3430,2	3421,6
40%	3444,1	3185,5	3449,2	3251,9	3557,4	3469,5
50%	3466,3	2947,2	3326,0	3113,1	3662,4	3534,1
Outono						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	2808,0aA	2817,8aA	2978,5aA	3004,0aA
20%	2947,1aA	2985,0aA	-	-	-	-
30%	3006,9aA	2928,4abA	2825,5abA	2710,9bAB	3033,3aA	3010,6aA
40%	2933,3abA	2758,5abAB	2771,1abA	2689,5bAB	3032,0aA	2967,0abA
50%	2946,7abA	2523,9cB	2771,5bcA	2560,2cB	3170,3aA	2996,0abA
Inverno						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	3039,9	3052,8	3159,1	3148,7
20%	3005,1	3072,0	-	-	-	-
30%	3082,1	3067,1	3022,4	2947,2	3158,2	3147,0
40%	3093,3	2926,7	3047,0	2942,7	3248,2	3172,5
50%	3125,6	2678,5	2990,8	2827,8	3389,3	3264,6

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas para linhas e maiúsculas para colunas.

Nas demais estações (verão, primavera e inverno) não houve interação entre e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o calor retido (Q cal). No entanto ocorreram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as coberturas no verão, primavera e inverno (Tabela 8) e entre as exposições na primavera (Tabela 9), seguindo o mesmo padrão da temperatura interna, em que a exposição sul reteve menos calor, pois a quantidade total de radiação recebida numa superfície varia de acordo com a exposição e a declividade COAN (2008). Sendo assim, os menores valores de calor retido estimado na exposição sul se deve a menor intensidade da radiação solar que incide sobre esta exposição nas coordenadas geográficas de Jaboticabal associada à telha de cerâmica com o menor índice de retenção de calor. Segundo ALMEIDA et al., (1997), a quantidade de calor armazenado por um dado elemento construtivo depende de vários fatores, como as propriedades termofísicas dos materiais que os constituem, a área e a espessura, a distribuição interna das temperaturas, a evolução das temperaturas ambientes dos dois lados do elemento armazenador, a localização desse, e ainda, se esse elemento está ou não sob a ação direta da radiação solar.

Tabela 8. Média estimada do Q cal dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante o verão, primavera e inverno.

Verão		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
2848,7 b	2902,5 b	3113,2 a
Primavera		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
3304,7 b	3304,7 b	3495,7 a
Inverno		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
3006,3 b	2983,8 b	3210,9 a

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 9. Média estimada do Q cal dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante a primavera exposições norte e sul.

Primavera	
Exposição Norte 3431,2 a	Exposição Sul 3296,6 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

Os valores do resumo da análise de variância dos dados de diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$  °C) durante o verão, primavera, outono e inverno estão apresentados na Tabela 10 e, na Tabela 11, as interações entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o  $\Delta t$  °C. Somente houve interação significativa ( $p < 0,05$ ) para  $\Delta t$  °C na cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação no outono.

Tabela 10. Resumo da análise de variância dos dados de diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$  °C) durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	59,82682863	29,91341432	24,04	<,0001
Exposição	1	0,64462964	0,64462964	0,52	0,474
cobertura*exposição	2	0,54696759	0,2734838	0,22	0,8032
incl(i(cobert*exposi)	18	38,42875004	2,13493056	1,72	0,0561
Primavera					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	45,626875	22,8134375	22,27	<,0001
Exposição	1	12,98010417	12,98010417	12,67	0,0007
cobertura*exposição	2	4,23770833	2,11885417	2,07	0,1339
incl(i(cobert*exposi)	18	30,256875	1,6809375	1,64	0,0725
Outono					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	61,140625	30,5703125	44,86	<,0001
Exposição	1	8,16666667	8,16666667	11,98	0,0009
cobertura*exposição	2	2,33770833	1,16885417	1,72	0,1872
incl(i(cobert*exposi)	18	28,685	1,59361111	2,34	0,0059
Inverno					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Cobertura	2	49,34821692	24,6741085	26,1	<,0001
Exposição	1	6,18473397	6,18473397	6,54	0,0126
cobertura*exposição	2	1,93988417	0,96994208	1,03	0,3637
incl(i(cobert*exposi)	18	28,14687518	1,56371529	1,65	0,0693

Tabela 11. Médias da Interação entre cobertura e exposição aninhados com o fator inclinação sobre o diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t^{\circ}\text{C}$ ) em todas as estações.

Verão						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	4,1	4,6	4,8	4,9
20%	3,0	4,0	-	-	-	-
30%	3,6	4,1	3,9	3,9	4,7	4,7
40%	3,9	3,5	4,0	3,9	5,6	5,2
50%	4,3	1,8	3,7	3,4	6,7	6,4
Primavera						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	4,1	4,0	4,8	4,6
20%	3,4	3,5	-	-	-	-
30%	3,9	3,5	3,6	3,2	4,4	4,6
40%	4,4	2,9	4,5	3,4	5,3	4,9
50%	4,7	1,5	3,7	2,5	6,1	5,5
Outono						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	4,5aA	4,7aA	5,7aA	6,1aA
20%	5,4aA	5,7aA	-	-	-	-
30%	5,9abA	5,2abcA	4,6bcA	3,9cAB	6,1aA	6,1aA
40%	5,4abA	4,4abAB	4,2abA	3,9bAB	6,0aA	5,8aA
50%	5,5abA	2,9cB	4,2bcA	3,0cB	7,0aA	5,9abA
Inverno						
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
10%	-	-	7,8	8,0	8,7	8,8
20%	7,6	8,0	-	-	-	-
30%	8,1	7,9	7,6	7,3	8,7	8,7
40%	8,2	7,2	7,8	7,3	9,2	8,9
50%	8,5	5,6	7,5	6,6	10,2	9,5

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%. Letras minúsculas para linhas e maiúsculas para colunas.

Nos resultados de  $\Delta t^{\circ}\text{C}$  (Tabela 11), as inclinações de 50% com cobertura de cerâmica na exposição sul diferiram estatisticamente ( $p < 0,05$ ) das inclinações de 20 e 30% cerâmica exposição sul, bem como, a cobertura de 50% fibrocimento também diferiu estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da inclinação de 10% exposição sul. No verão, a inclinação de 50% de cerâmica na exposição sul foi superior às demais inclinações e suas respectivas coberturas e exposições, com ênfase na diferença de  $2,2^{\circ}\text{C}$  quando comparada a inclinação de 20% cerâmica exposição sul, e de  $1,6^{\circ}\text{C}$  quando comparada ao melhor resultado da cobertura de fibrocimento (inclinação de 50% exposição sul) e  $2,9^{\circ}\text{C}$  para o melhor resultado da cobertura de aço galvanizado (inclinação de 30% exposição norte).

Durante o verão, a inclinação de 50% cobertura de cerâmica na exposição sul obteve uma menor  $\Delta t^{\circ}\text{C}$ , inferindo que pouco calor atravessou a cobertura de cerâmica para o interior do modelo. Na primavera, também a inclinação de 50% cobertura de cerâmica na exposição sul apresentou resultados expressivos quando comparados com os melhores resultados das demais coberturas, obtendo uma diferença de  $1,4^{\circ}\text{C}$  para o segundo melhor resultado da cobertura de cerâmica (inclinação de 40% exposição sul),  $1,0^{\circ}\text{C}$  na inclinação de 50% fibrocimento na exposição sul e  $2,9^{\circ}\text{C}$  para o aço galvanizado com inclinação de 30% exposição norte. Os resultados de melhor desempenho de telhas cerâmicas também foram observadas por PARKER, (1963); GHELFI FILHO et al., (1991); SEVEGNANI et al., (1994); JÁCOME et al., (2007); FURTADO et al., (2003); SANTOS et al., (2005). Isto se deve às propriedades térmicas e mecânicas da telha de cerâmica melhores do que das telhas de fibrocimento e aço galvanizado.

Na Tabela 12, observa-se diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t^{\circ}\text{C}$ ) dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante o verão, primavera e inverno, e na Tabela 13 diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t^{\circ}\text{C}$ ) dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante a primavera e inverno nas exposições Norte e Sul.

As coberturas de cerâmica e fibrocimento obtiveram melhores resultados do que a telha de aço galvanizado (Tabela 12) e uma menor variação de temperatura na exposição sul (Tabela 13), ou seja, a diferença de temperatura interna e externa foi bem menor, devido a menor incidência de radiação solar nesta exposição.

Tabela 12. Médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$  °C) dos modelos com cobertura de cerâmica, fibrocimento e aço galvanizado durante o verão, primavera e inverno

Verão		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
3,57 b	3,96 b	5,41 a
Primavera		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
3,52 b	3,65 b	5,05 a
Inverno		
Cerâmica	Fibrocimento	Aço Galvanizado
7,67 b	7,54 b	9,12 a

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

Tabela 13. Médias da diferença de temperatura máxima interna – temperatura máxima externa ( $\Delta t$  °C) dos modelos durante a primavera e inverno nas exposições Norte e Sul.

Primavera	
Exposição Norte	Exposição Sul
4,44 a	3,71 b
Inverno	
Exposição Norte	Exposição Sul
8,36 a	7,85 b

As médias seguidas pela mesma letra dentro das estações não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%

Deste modo, ao analisarmos separadamente o desempenho térmico da cobertura de aço galvanizado, os resultados devem-se provavelmente a maior condutividade dos materiais metálicos, ou seja, os metais possuem uma maior capacidade de receber calor ou frio, mas também possuem uma maior facilidade em dispersá-los, assim sendo, aqueceriam mais rapidamente que os outros materiais e esfriariam mais rápido conseqüentemente. Quanto mais isolante for o material, menor é o coeficiente de condutibilidade térmica. Segundo IMASA (2010) o coeficiente de condutividade da telha de aço galvanizado é de 39,4 W/mK.

Segundo OLIVEIRA et al., (2009), superfícies com elevada refletância permanecem mais frias quando expostas a radiação solar, pois absorvem menos radiação e emitem mais radiação térmica para o espaço, conseqüentemente, transmitem menos calor para seu entorno. Porém, a telha metálica foi a que apresentou em seu estudo o pior desempenho térmico, mesmo tendo maior taxa de refletância, o que pode ser explicado pela baixa emissividade do material, tornando seu ambiente interno mais desconfortável.

Mas ao observamos a Figura 11, não se notou esta maior capacidade em dispersar o calor retido durante o dia. Pode ser que a capacidade de dispersar o calor

retido mais rapidamente não tenha sido captada na coleta dos dados, pela baixa renovação de ar no interior do modelo o que influenciou o resultado negativo da telha de aço galvanizado. Segundo PARKER (1963) e SEVEGNANI et al., (1994) apresentaram resultados de bons desempenhos térmicos deste tipo de telha, no entanto OLIVEIRA et al., (2009) observaram piores resultados nas características de conforto térmico da telha de aço galvanizada, concluindo que este pior desempenho era devido a sua uma baixa emissividade.

Com os resultados deste trabalho, há evidências de que com a mudança de inclinação e exposição, podemos ter no final de um ano, redução na utilização de ventiladores, nebulizadores e, conseqüentemente, uma economia de energia, pois diminuiremos a temperatura interna. sendo que o custo de energia para um integrado é cerca de 30% da receita de uma criada, pois segundo TURCO et al., (2002) o consumo de energia elétrica em granjas de corte equivale a 0,16 kWh, para cada frango de corte alojado. Na Tabela 14 estão apresentados os valores de entalpia estimada nos horários de pico (12:00 as 14:00).

Tabela 14. Valores Estimados de Entalpia (kJ/kg) durante as estações nas coberturas, exposições e nas inclinações de 10,20 e 50% Sul.

	Verão		Primavera		Outono		Inverno	
	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul	Norte	Sul
Cerâmica	129,7	124,0	107,3	102,6	93,0	85,1	95,9	84,3
Fibrocimento	127,7	126,0	109,0	107,5	89,5	84,4	92,7	85,7
Aço Galvanizado	134,0	135,2	114,3	115,1	97,5	95,7	99,7	96,6
Verão								
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado			
10% Sul	-		131,8		131,2			
20% Sul	128,3		-		-			
50% Sul	115,1		122,1		138,4			
Primavera								
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado			
10% Sul	-		110,9		111,7			
20% Sul	104,6		-		-			
50% Sul	97,5		104,7		118,1			
Outono								
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado			
10% Sul	-		89,1		95,8			
20% Sul	89,0		-		-			
50% Sul	79,4		80,7		94,0			
Inverno								
	Cerâmica		Fibrocimento		Aço Galvanizado			
10% Sul	-		90,0		96,5			
20% Sul	90,4		-		-			
50% Sul	80,3		82,3		94,8			

Entalpia é um índice que ultimamente tem sido usado para classificação do ambiente térmico em galpões de criação de frangos de corte. Os índices de conforto térmico são utilizados para quantificar e qualificar o desconforto térmico animal, que por sua vez, podem estar relacionados às respostas fisiológicas e desempenho produtivo das aves, sendo um método de avaliação indireto e relativamente prático.

Ao observarmos os valores de entalpia estimada no interior dos modelos, percebemos que em todas as estações, mesmo no outono e inverno, os valores estão acima dos considerados ideais, pois segundo BARBOSA FILHO (2004), os limites de entalpia considerados ideais para as aves estão entre 64 e 70 kJ kg de ar seco<sup>-1</sup>.

Mas ao aumentarmos a inclinação e a maior área de exposição ao lado sul, podemos minimizar os valores de entalpia, como observado na Tabela 14. Neste contexto, as avaliações de respostas fisiológicas e desempenho produtivo como a entalpia, são formas de se avaliar a eficiência do sistema de criação e condições de bem-estar de frangos de corte, sendo as variáveis a elas relacionadas sofram interferência direta do ambiente interno de criação.

## **VI. CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados obtidos podemos concluir que:

Com o aumento da inclinação, houve decréscimo da temperatura interna no interior do modelo, assim sendo, utilizando inclinações mais acentuadas com 50% para cerâmica e fibrocimento, com área de cobertura maior na exposição Sul, podem propiciar menores temperaturas no interior de instalações zootécnicas.

Em regiões onde o frio é mais estressante que o calor, a utilização de instalações zootécnicas com a exposição do telhado maior na face norte pode minimizar as perdas ocorridas por estresse por frio.

## VII. IMPLICAÇÕES

Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes materiais de cobertura, inclinações e exposição do telhado na temperatura interna de modelos de cobertura e apresentar critérios que possam auxiliar e orientar técnicos e produtores na definição de projetos de telhados de construções avícolas e contribuir com o desenvolvimento desta área no país. Vale ressaltar que não somente em construções avícolas estes resultados são importantes, mas sim em qualquer tipo de construção zootécnica que busque um melhor conforto térmico no interior da instalação.

Com os resultados obtidos, acreditamos em novas soluções para a construção de instalações, com inclinações mais acentuadas e exposições maiores ao sul, ou seja, sendo uma alternativa quando o produtor não tenha condições de investir em galpões climatizados, já que com estas alternativas podemos minimizar as temperaturas no interior do galpão, ou em regiões que possuem médias de temperatura muito baixas, podemos construir instalações com coberturas maiores para a exposição norte, com o intuito de aumentar a temperatura interna das instalações.

Também podemos observar com os resultados obtidos, que com uma inclinação maior, a telha de fibrocimento pode ter um comportamento próximo ao da telha de cerâmica, economizando assim no custo final de uma instalação, já que a telha de fibrocimento é mais barata que a de cerâmica.

É claro que devemos agora partir pra estudos mais práticos, ou seja, incluindo animais, para poder ter certeza dos resultados obtidos neste experimento.

Finalmente, pode-se afirmar que este estudo atingiu seus objetivos, pois está trazendo importantes informações sobre a influencia de inclinações e exposição sobre a temperatura interna, já que estes resultados são bastante escassos na literatura.

## VIII. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; BAÊTA, F.C.; SOARES, A.R.; ABREU, U.M.N.; MACIEL, N.F. Utilização de piso aquecido eletricamente na criação de aves. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.4, n.12, p.1-19, 1995.

ALMEIDA, M.G; GARCIA, V.; MALDONADO, E e BRAGANÇA, L. A Influencia da temperatura e da radiação solar na capacidade de armazenamento térmico de elementos construtivos. **Engenharia Civil**, Portugal, Numero 5, pgs 3-13, 1997.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações Rurais: conforto térmico animal**. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.

BAÊTA, F. C.; PELOSO, E. J. M.; CAMPOS, A.T.; OLIVEIRA, J. L. Desempenho térmico de galpões com cobertura telha cerâmica ou de cimento-amianto e com ou sem forro. IN. XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, Recife, Brasil, 1989. **Anais** p 907-923.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais utilizando análises de imagens**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; VIEIRA, F.M.C.; SILVA, I.J.O. et al. Transporte de frangos: caracterização do microclima na carga durante o inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.12, p2442-2446, 2009.

BENINCASA, M. **Efeitos de rampas com diferentes declividades e exposições Norte e Sul de uma bacia hidrográfica sobre o microclima e produtividade biológica do Sorghum bicolor (L.) Moench.** Jaboticabal, 1976. 103 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1976.

BOND, T.E., KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. **Agricultural Engineering**, v.36 n.4, p.251-255, 1955.

BOTTCHER, R.W., WILLITS, D.H., BAUGHMAN, G.R. Experimental analysis of wind ventilation of poultry buildings. **Transactions of the ASAE**, 29 (2) 571-578, 1986.

CELIS, J.G. e JARA, J.C. Aplicación Del analisis dimensional para estimar la ventilación natural em galpones para aviários. **Agro Ciencia**, 6 (1) 31-36, 1990.

COAN, R.M. **Crescimento de grama-esmeralda em diferentes exposições e declividades.** . 114 f. Tese Doutorado -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

CORDEIRO, M. B., TINOCO, I. F. F., SILVA, J. N., VIGODERIS, R. B., PINTO, F. A. C. e CECON, P. R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [online]. 2010, vol.39, n.1, pp. 217-224. ISSN 1806-9290.

CURVELLO, F. 1999. Tópicos em ambiência na produção avícola. IN. CONGRESSO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, CONEZ. **Anais**.....1999.

DAMASCENO, F. A., YANAGI JUNIOR, T., LIMA, R. R., GOMES, R. C. C. e MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões

comerciais climatizados. **Ciênc. agrotec.** [online]. 2010, vol.34, n.4, pp. 1031-1038. ISSN 1413-7054.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos.** Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FOREHLICH, D.P.; HELICKSON, M.A. and YOUNG, H.G. Ridge vents effects on model ventilation characteristics. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Michigan, 1975. 18 (4): 690-693.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO de, P. V. & TINOCO, I. F. F.. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, Campina Grande-PB, 2003.

GHELFI FILHO; SILVA, I.J.O.; MOURA, D.J.; CONSIGLIERO, F.R. Índice de conforto térmico e da CTR para diferentes materiais de cobertura em três estações do ano. IN. XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1991. **Anais** ... p 94-110.

HANN, L.; BOND, T.E; KELLY, C.F. Use of models in thermal shades of livestock housing. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, 1961. 4 (1): 45-51.

HASSAB, P.; TIMMONS, M. Climate control principles for open type housing. **Pigs**, Netherlands, v.5, n.4, p.20-23, 1989.

IMASA. Imasa **Construções Metálicas - Tecnologia 100% nacional.** Disponível em : [http://www.acoport.com.br/manual\\_imasa.pdf](http://www.acoport.com.br/manual_imasa.pdf) Acesso em 23/09/2010.

JACOME, I. M. T. D., FURTADO, D. A., LEAL, A. F., SILVA, J. H. V. e MOURA, J. F. P.

Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. [online]. 2007, vol.11, n.5, pp. 527-531. ISSN 1415-4366.

JENTZSCH, R. **Estudos de modelos reduzidos destinados à predição de parâmetros térmicos ambientais em instalações agrícolas**. 2002. 103 f. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

LATANZE, R. J. **Radiação solar instantânea e diária, incidente sobre superfícies com diferentes declividades e orientações**. Jaboticabal, 1997. 23 p. (monografia)

LEAL, P.A.M. **Determinação do microclima gerado dentro de uma estrutura a partir de dados ambientais**. 1981. 79 f. Tese (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1981.

LOPES, L. R. **Efeitos da topografia sobre a variação da radiação solar incidente, temperatura do solo e produção de Cynodon dactylon (L.) Pers cv. Coastcross I**. 1986. 103 f. Tese (Livre-Docência) -Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1986.

MATIAS, I.; PATARRA, P. Genética: a invasão dos pintos avós e sua fórmula secreta. **Revista Avicultura Industrial**, n.9, p.34-60, 1995.

MATOS, M.L.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R. Avaliação do conforto térmico ambiente obtido em modelo de galpões avícolas, sob efeito de diferentes materiais e ângulos de inclinação da cobertura. IN. XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1997. **Anais**.

MDA, 2010. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano Safra Agrícola 2010/2011** Disponível em [www.mda.gov.br/portal/arquivos/view/diversos/plano\\_safra\\_net.pdf](http://www.mda.gov.br/portal/arquivos/view/diversos/plano_safra_net.pdf) . Acesso em 25/8/2010.

MIRAGLIOTTA, M. Y.; NAAS, I. A.; MANZIONE, R. L. e NASCIMENTO, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.) [online]. 2006, vol.63, n.5, pp. 426-432. ISSN 0103-9016.

MOURA, D.J. **Avaliação da eficiência térmica de instalações avícolas com diferentes orientações, sombreamento e ventilação.** Tese de Doutorado (Construções Rurais e Ambiente). Faculdade de Engenharia Agrícola Universidade Estadual de Campinas, 1998.

MORAES, S.R.P. **Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão.** 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

MURPHY, G. Similitude in Engineering. **The Ronald Press Company.** 1950. 302p.

NÄÄS, I. A.; MOURA, W.; LAGANA, C.A. Amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLA, 1995, Campinas. **Anais... Facta**, 1995. p.203-204.

NÄÄS, I. A. **Desenvolvimento de técnicas ambientais e construtivas através de modelagem matemática e desenvolvimento de softwares para redução de perdas na produção industrial de animais: zootecnia de precisão.** Resumo projeto temático. Fac.Eng. Ag./Unicamp, 2003.

NÄÄS, I.A.; SEVEGNANI, K.B.; MARCHETO, F.G.; ESPELHO, J.C.C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I.J.O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betumem,

pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.121-126, 2001.

NÄÄS, I. A., ROMANINI, C. E. B., NEVES, D. P., NASCIMENTO, G. R. e VERCELLINO, R. A. Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.) [online]. 2010, vol.67, n.5, pp. 497-502. ISSN 0103-9016.

NACAS, I. A.; MOURA, D. J.; LAGANÁ, C. A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologias Avícolas, 1995. **Anais...** Campinas: FACTA. 1995, p.203-204.

OLIVEIRA, R. F. M., DONZEL, J. L., ABREU, M. L. T., FERREIRA, R. A., VAZ, R. G. M. V. e CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. [online]. 2006, vol.35, n.3, pp. 797-803. ISSN 1806-9290.

OLIVEIRA, D. C. G; PEREIRA, C. L.; MAC-LEAN, P. A. B.; LIMA, C. G. e JUNIOR, H .S. Avaliação do conforto térmico de galpões avícolas em escala reduzida com diferentes coberturas comerciais. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA – ZOOTEC 2009, Águas de Lindóia, SP, 2009. **Anais**.

ORTOLANI, A. F.; BENINCASA, M.; LOPES, L. R.; LATANZE, R. J. Bacia Hidrográfica: I – um equipamento para estudo das relações solo-planta-clima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 16., Jundiaí, 1987. **Anais...**, p. 646.

PARKER, B.F. Heat transmission characteristics of sloped roofs exposed to solar radiation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.8, n.1, p.1-5, 1963.

PEDRO JÚNIOR, M.J.; ALFONSI, R.R.; CAMARGO, M.B.P.; CHIAVEGATTO, O.M.D.P.; ORTOLANI, A.A. e BRUNINI, O. Disponibilidade de radiação solar global para o estado de São Paulo. **Boletim Técnico**, nº123, Instituto Agronômico de Campinas, março 1989.

PENSO, A.; DE SOUZA, J.L.M.; DA SILVA, E.T. Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de instalações rurais para Curitiba e região. **Revista Agrárias**. V. 14 (1-2), 1995.

RODRIGUES, E.H. **Desenvolvimento e avaliação de um sistema de resfriamento evaporativo por aspersão intermitente, na cobertura de aviários usando modelos de escala distorcida**. Tese de Doutorado (Construções Rurais e Ambiente). Faculdade de Engenharia Agrícola – Universidade Estadual de Campinas, 1998.

RODRIGUES, E.H.; ARAÚJO, R.C. Influencia da inclinação e do beiral do telhado sobre o conforto térmico em instalações para frangos de corte. IN: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 1996. **Anais**.p.116.

ROSA, Y.B.C.J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão, para Viçosa, MG**. Viçosa: UFV, 1984. 77p. Dissertação Mestrado.

SANTOS dos P.A., YANAGI JUNIOR, T., TEIXEIRA, V H., et al. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**., Jaboticabal, v.25, n.3, p.575-584, set./dez. 2005.

SANTOS, R.C.; TINOCO, I.F.F.; PAULO de, M.O. et al. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6, n.1, p.142-146, Campina Grande-PB, 2002.

SARTOR, V.; BAETA, F. C.; LUZ, M. L. e ORLANDO, R. C. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. **Sci. agric.** [online]. 2001, vol.58, n.1, pp. 17-20. ISSN 0103-9016.

SCOLAR, J. **Estimativa da irradiação total sobre uma superfície inclinada a partir da irradiação global na horizontal**. 2003. 93 f. Tese (Doutorado em Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

SEVEGNANI, K.B.; GHELFI FILHO, H.; DA SILVA, I.J.O. Comparação de vários materiais de cobertura através de índices de conforto térmico. **Sci. Agric.** Piracicaba, v 51 (1): p. 01-07, jan./abr., 1994.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B. **Ambiência na produção de aves de postura**. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, 2001. p.150-214.

SILVA, R. B. T. R.; NAAS, I. A. e MOURA, D. J. Broiler and swine production: animal welfare legislation scenario. **Sci. agric.** (Piracicaba, Braz.) [online]. 2009, vol.66, n.6, pp. 713-720. ISSN 0103-9016.

SYDENSTRICKER, K.V. **Análise de lanternin em edificações para suínos, através de modelos em escala**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 1993. 69p.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. Vol 3. nº1. Campinas. Jan./Apr. 2001.

TURCO, S.H.N.; BAÊTA, F.C.; COSTA, P.M.A.; CARDOSO, R.M.; CECON, P.R. Modificações das condições ambientais de verão em maternidades de suínos. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.3, n.11, p.1-12, 1994.

TURCO, J. E. P. **Modelo de crescimento da planta de soja para terrenos com diferentes exposições e declividades**. 1997. 130 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1997.

TURCO, J. E. P.; FERREIRA, L. F. S. A. e FURLAN, Renato L.. Consumo e custo de energia elétrica em equipamentos utilizados em galpão de frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2002, vol.6, n.3, pp. 519-522. ISSN 1415-4366.

UBA, UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. **Relatório Anual 2007/2008**. Disponível em: [http://www.uba.org.br/uba\\_rel08\\_internet.pdf](http://www.uba.org.br/uba_rel08_internet.pdf)

VAZ, R. I.; FIORELLI, J.; MORCELI, J. A. Avaliação da influência de materiais de cobertura na temperatura de globo negro. In: 44ª. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Jaboticabal. **Anais** .... Jaboticabal, SP. SBZ 2007.

YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, G.S.; TEIXEIRA, V.H.; XIN, H. Prediction of black globe humidity index in poultry buildings. In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6., 2001, Louisville. **Proceedings**... Louisville: ASAE, 2001. p.482-9

**IX. ANEXOS:**

Nos anexos se encontram os dados meteorológicos do período experimental dados de  $R^2$ , CV, média total e testes de normalidade.

Tabela 15  $R^2$ , Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade durante dos dados de temperatura interna durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão		
$R^2$	CV	Média Total
0,472137	2,659556	37,98524
Teste de normalidade	W-Sq	PR > W-Sq
Cramer-von Mises	0,066086	>0,250
Primavera		
$R^2$	CV	Média Total
0,643985	2,120285	36,54556
Teste de normalidade	W-Sq	PR > W-Sq
Cramer-von Mises	0,056514	>0,250
Outono		
$R^2$	CV	Média Total
0,77018	2,36361	31,80880
Teste de normalidade	W-Sq	PR > W-Sq
Cramer-von Mises	0,104579	0,0974
Inverno		
$R^2$	CV	Média Total
0,742539	2,48784	33,10028
Teste de normalidade	W-Sq	PR > W-Sq
Cramer-von Mises	0,073988	0,2478

Tabela 16. R<sup>2</sup>, Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade dos dados de Q (cal/g.°C) durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão		
R <sup>2</sup>	CV	Média Total
0,4893	6,111245	2954,83
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,070092	>0,250
Primavera		
R <sup>2</sup>	CV	Média Total
0,513296	4,941208	3363,97
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,055709	>0,250
Outono		
R <sup>2</sup>	CV	Média Total
0,626437	4,807295	2882,97
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,039667	>0,2500
Inverno		
R <sup>2</sup>	CV	Média Total
0,516637	5,212646	3067,06
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,054545	>0,2500

Tabela 17.  $R^2$ , Coeficiente de Variação, média total e testes de normalidade dos dados de  $\Delta t$  °C durante o verão, primavera, outono e inverno.

Verão		
$R^2$	CV	Média Total
0,526067	25,82081	4,320139
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,100401	0,1118
Primavera		
$R^2$	CV	Média Total
0,557949	24,81939	4,078125
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,055657	>0,250
Outono		
$R^2$	CV	Média Total
0,671553	16,10823	5,125
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,035499	>0,2500
Inverno		
$R^2$	CV	Média Total
0,557080	11,99153	8,108681
Teste de normalidade	W-Sq	Pr > W-Sq
Cramer-von Mises	0,06679	>0,2500

Tabela 18. Dados Meteorológicos diários do mês de outubro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	35,6	18,6	27	88,2	23,2	43,8	0	14,7	2,45	NW	16,85	22,94
2	22,5	17,1	19,3	94,8	74	87,9	12,8	13,3	2,46	N	12,85	8,04
3	30,7	15,7	22,8	96,2	35,1	69,2	8,7	0	0,79	E	6,45	22,66
4	32,8	19,4	24,9	85,4	37,1	63,3	0	0	1,96	N	8,05	14,09
5	27,5	19,2	23,1	86	50,5	68,1	0	0	1,77	S	7,25	13,03
6	20,4	17,8	19	92	79,1	88,4	10,7	1,7	1,02	SE	4,85	2,09
7	23,5	16,9	19,9	93,7	66,4	83,5	7,8	0,5	1,75	SE	5,65	5,46
8	28,6	15,9	21,1	89	41,9	67,8	0	0	4,48	SE	11,25	21,74
9	26,8	14,2	19,8	79,5	43,5	64,7	0	0	2,1	E	8,05	15,43
10	30,6	14,6	21,7	85,6	32,2	62,9	0	0,2	1,67	E	8,85	22,52
11	30,3	16,9	22	91,7	30,5	67,5	3,3	6,7	2,64	E	9,65	17,95
12	32,3	18,1	24,2	92,4	29,1	61,9	1,5	0	1,86	NE	8,45	23,82
13	34,3	19,6	27,7	89	36,8	62,9	0	0	1,12	NE	4,15	24,91
14	35,4	20,6	28	73,7	18,7	46,1	0	0	1,26	NW	6,85	25,26
15	36,9	20,7	29,6	68,7	17,7	37,3	0	0	1,71	N	8,05	24,9
16	37,3	21,7	29,3	73,1	17,7	41,2	0	0	2,69	SE	8,85	21,79
17	37	19,6	27,1	80,7	19,9	55,1	0	0	2,84	SE	9,25	23,55
18	26,2	18,5	21,8	90,2	58,2	78,1	0,3	0,9	1,39	SE	9,65	7,71
19	25,2	19,2	21,7	89,6	65,4	80,9	0	0	2,07	SE	5,25	8,79
20	29,6	18,1	22,1	91,8	41,5	72,5	0,8	18,5	1,4	E	8,85	13,93
21	25,2	19	21,5	89,5	58,9	77,5	0	0	1,84	N	6,45	8,04
22	27,6	18,4	22,3	91,4	43,6	73	1	0,8	1,44	NE	7,65	12,12
23	33,1	17,5	25,5	86,5	25,8	53,1	0	0	0,94	NE	8,05	24,86
24	34,8	20	27,4	74,4	23	45,2	0	0	1,08	N	6,45	25,21
25	36,4	22,5	29,1	66,4	17,7	38,5	0	0	1,99	N	8,45	23,53
26	36,8	21,4	28,9	66,3	13,3	40,7	0	0	2,54	NW	9,25	26,28
27	34,9	21,9	28	77,9	27,2	52,6	0	0	1,53	W	11,65	19,42
28	35,7	21,5	27,5	82,3	30,4	58,2	0	0	2,24	SE	9,25	21,6
29	38,7	21,1	28,3	78,7	19,3	54,3	0	2,1	3,18	N	12,45	22,73
30	29,7	20	23,8	91,9	35,2	68,6	2,7	2,5	1,92	S	8,05	11,56
31	31,5	20,3	23,6	86,5	29,4	71	0	0	2,58	SE	8,85	12,83

Tabela 19. Dados Meteorológicos diários do mês de novembro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento				Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s		
1	32,5	18,2	23,1	85,6	37,2	71,6	0	2	1,55	E	9,25	17,47	
2	31,2	20,3	24,2	87,8	37,7	71,5	0	0	2,07	N	9,25	15,5	
3	32,1	20,4	25,5	87,7	37,1	64,9	0	0	1,52	S	6,85	20,61	
4	33,9	19,3	24,3	93	36,1	71,6	0,7	15,8	2,2	NW	11,65	20,42	
5	32,5	19,1	24,6	92,6	37,8	71,9	5,5	0	0,97	NW	5,65	20,19	
6	33,2	20	23,9	91,9	39,9	75,4	0,8	4,7	2,62	NW	13,25	17,94	
7	25,2	19,5	21,2	92,3	67,8	86,8	9,3	5,2	1,52	N	6,05	7,33	
8	31,7	19	25,2	95,2	39	71,1	6,8	0	0,85	NW	5,65	24,93	
9	33,5	20,2	25,7	91,1	31,1	67	1,2	0,8	2,12	S	12,45	23,39	
10	29,7	19,8	24,1	92,4	49,9	74,1	5	0	1,31	SE	5,65	14,56	
11	28,7	18,9	22,9	88,2	50,4	73,8	0	5,8	1,58	SE/W	9,25	15,85	
12	29,5	18,2	23,2	93,3	44,6	74,9	5,3	2,6	1,9	SE	6,05	17,37	
13	30,7	17,4	23	91,8	44,8	72,1	3,2	0,5	1,32	N	6,05	20,9	
14	30,5	19,5	23,4	92,1	76,8	43,9	4,5	4,6	2,14	N	9,65	21	
15	32,6	18,9	25,7	94,3	22,3	59,8	5	0	1,24	NW	6,45	25,99	
16	34,3	19,9	27,3	78,5	20,8	46,1	0	0	2,3	SE	7,65	25,15	
17	34,9	19,2	25,1	94,3	23,5	62,5	1,3	17,7	2,35	SE	15,25	25,44	
18	31,2	18	23,4	89,1	32,7	70,2	0	0	2,1	SE	7,65	23,29	
19	31,2	17,2	23,5	86,4	27,4	59,4	0	0	3,01	SE	8,45	23,6	
20	31,3	14,9	23	81,8	23,4	52,7	0	0	2,88	SE	10,85	26,96	
21	31,3	15,9	22,9	87,7	26,8	60,3	0	0	2,33	E	8,05	26,86	
22	31,1	17,2	23,2	91,9	34,5	65,9	3,3	0	2,27	NE	8,85	23,86	
23	30,9	18,1	23,3	87,6	32,4	67	0	0,7	2,34	NE	9,25	25,5	
24	31,8	17,4	24	89,2	30	60,6	0	0	2,41	SE	10,45	24,74	
25	32	17,6	23,9	87,4	26,2	60,5	0	0	2,15	E	8,85	21,54	
26	31,3	18,1	22,7	89,8	36,8	68,1	0	9,3	2,22	E	12,05	21,99	
27	31,7	17,1	23,4	91,4	30,2	66,3	2	0,9	1,83	E	8,05	24,93	
28	31,8	17,4	24,7	90	32,6	60,8	0	0	2	SE	8,05	25,69	
29	31,5	18,6	23,3	91,8	36,6	69,8	0,8	6	1,83	NE	10,05	23,1	
30	31,7	18,7	24,3	93	29,4	66,6	2	0	1,36	SE	8,05	26,72	

Tabela 20. Dados Meteorológicos diários do mês de dezembro de 2008 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	34,4	18,3	26,7	90,5	23,3	53,3	0,3	0	1,86	N	8,45	26,18
2	34,9	19,9	25,7	93,3	30,7	63,1	3,5	16,8	2,01	NW	10,45	20,42
3	27,9	18,5	22,4	91,9	30,1	63,1	1,2	0	2,07	W	7,25	23,35
4	28,9	14,7	22,1	85,9	26,1	54,5	0	0	1,53	SE	5,65	27,69
5	31,3	16,1	23,7	80,2	23,1	50,4	0	0	1,96	SW	5,65	28,16
6	33,1	17,5	25,4	78,3	25,7	51,4	0	0	2,17	E	6,85	26,19
7	33,8	19,3	26,5	77,6	26,6	54,3	0	2	1,81	E	8,45	27,98
8	32,8	20,6	25,5	83,5	34	62,3	0	0	1,89	N	10,05	21,72
9	35	19,3	26,9	86,2	23,7	53,5	0	0	1,6	E	6,85	26,89
10	34,7	20	25,4	94,2	30,5	63,6	2	31,7	2,53	N	10,05	16,82
11	29,5	19,9	23,4	94,2	47,5	79	7,3	2,5	1,49	N	6,05	15,08
12	26,9	18,9	22,5	94	61,6	79,6	9	0	3	SE	8,85	12,73
13	27,9	16,5	21,8	84,7	49,8	69,6	0	0	2,26	S	6,85	18,93
14	29	17,4	22,8	91,7	51,4	73,9	1,2	0	1,84	NE	6,45	20,04
15	28,8	17,9	22,7	95,3	47,1	80,5	11,2	24,9	1,99	N	6,45	14,85
16	25,2	17,9	20,6	94,8	67,1	86	10,3	9,9	1,62	S	7,65	12,5
17	29,3	17,9	23,1	94,2	40,6	73	8	0	0,97	S	4,85	20,51
18	31,4	18	23,8	91,8	31,5	69,7	1,8	0	1,21	SE	6,05	25
19	31,6	18,4	23,1	90,7	36,7	73,5	1,8	18,4	1,35	E	13,25	24,02
20	30,4	18,6	22,4	95,5	43	79,7	7,3	3,9	1,31	E	10,85	20,9
21	30	16,9	21,9	94,7	45,4	79,7	8,8	33	1,68	N	9,65	21,32
22	29,7	17,4	21,6	94,2	45,7	81,8	10	1,5	1,05	E	8,85	18,79
23	30,6	19	24,4	92,4	43,9	70,7	3	0	1,37	N	6,45	27,15
24	31,5	20,7	25	90,3	45,7	72,4	0,3	26	2,56	N	9,25	24,57
25	27,5	19,4	22,3	95,3	60,7	84,2	7,2	3,2	2,36	N	8,05	11,87
26	26,5	19,7	21,9	95,6	67,3	87,6	9,2	70,4	1,21	SE	7,25	10,18
27	22,8	18,9	20,6	95,1	77,4	89,7	14,2	3,1	1,23	E	6,85	9,94
28	29,8	18	23,6	93,3	54,3	78,3	5,3	0,2	1,4	N	6,05	17,82
29	31,3	21,6	25	94,5	49,2	80,2	7,5	0	1,42	N	8,45	20,55
30	31,1	21,1	25,1	93,7	50,2	78,4	7,3	0,1	1,3	N	7,25	21,1
31	29,8	19,8	23,1	92,4	58,3	81,5	3,2	0	1,8	N	10,05	14,15

Tabela 21. Dados Meteorológicos diários do mês de janeiro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	28,7	19,6	23,9	93,5	55,6	76,2	2,8	0	1,1	N	6,05	15,3
2	29,3	19,7	23	93,7	52,3	82,8	9	16,7	2,35	NW	8,45	13,32
3	27,5	19,8	22,6	95,6	58,3	83	9,3	11,3	2,27	NW	13,25	14,41
4	21,9	18	20,2	93,8	77,8	88,4	10,8	7	1,14	SE	5,25	7,18
5	27,5	16,6	21,3	93,2	44,6	73,5	3,5	0	1,4	SE	5,25	23,59
6	29,8	16	22,5	90,6	31,5	66,4	0,7	0	0,88	S	5,25	27,56
7	30,8	16,6	24	91	29,4	59,8	1,2	0	0,76	W	5,25	28,1
8	32,6	17,9	25,4	86	29	57,5	0	0	0,81	N	5,65	28,3
9	33,8	19,6	24,6	90,5	34,8	70,6	0,5	5,3	1,87	N	13,65	25,91
10	31,1	20	24,4	92,7	48	77,3	6,7	0	1,32	NE	7,25	23,86
11	31	20,9	25,8	86,2	39,7	62,7	0	0	1,11	N	8,45	21,61
12	32,9	20,3	26,6	85,2	28,3	57,5	0	0	1,02	N	6,85	27,11
13	33,7	20,9	27,4	86,1	33,3	59,5	0	1	1,43	N	6,45	28,14
14	34,2	19,8	25	93,7	33,4	73,5	6,8	32,2	1,94	NE	15,65	25,41
15	29	18,8	23,6	94,2	49,6	77,4	7,2	0	1,51	N	6,05	20,35
16	28,5	20,7	23,3	93	53,3	80,9	10,3	3	2,31	N	12,85	16,2
17	29,6	19,8	22,9	94,2	50,1	81,9	12,5	8,8	2,78	N	10,05	16,4
18	29,1	19,9	22	94,4	60,6	86,8	13,7	4,3	1,6	NW	10,85	13,26
19	28,7	19,7	23,6	96	56,7	81,1	9,3	0	1,21	N	5,65	18,71
20	30,3	21,3	24,9	92,9	53,3	78,7	5,2	1	1,48	S	7,25	19,67
21	29,2	20	23,8	91,5	54,3	76,8	4,3	0	2,82	SE	7,25	16,7
22	28,7	19,3	23,4	85,1	53,6	70,2	0	0	3,66	SE	9,65	21,89
23	27,1	17,6	22,5	88,1	55,8	71,8	0	0,4	2,23	SE	7,65	16,58
24	28,9	19,2	22,6	95,5	56,3	80,1	4,2	33	1,26	E	7,65	17,49
25	26,2	20,8	22,6	95,7	71,9	88,6	13,3	9,1	1,48	NE	6,05	12,22
26	26	20	21,4	95,9	72,7	90,5	17,5	16,3	1,28	E	9,25	11,63
27	23,7	20,2	21,6	94,8	74,4	89,1	10,7	21,6	2,29	N	7,25	8,87
28	27,7	19,9	21,6	94,7	61,6	88,7	18,5	30,6	2,98	N	10,85	11,49
29	29,6	19,9	23,5	93,7	53,6	81,4	9,3	6,9	2,18	W	8,45	18,11
30	30,4	20	23,1	94,3	53,7	85,3	12,5	11,2	1,87	N	7,65	14,32
31	30,4	20,1	23,9	94,1	53,9	79,8	8	1	1,6	N	8,85	16,38

Tabela 22. Dados Meteorológicos diários do mês de fevereiro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	32,3	19,5	25,5	90	42,1	69,8	0	0	0,62	N	7,25	23,22
2	30,2	20	23,5	93,2	50,1	80,8	7,5	0	0,99	NE	7,25	16,37
3	31,1	19,4	23,6	93,9	47,8	79,1	8,7	2,3	1,19	N	8,85	22,39
4	28,9	19,7	23	93,6	58,9	81,4	7,5	14,5	1,78	N	18,05	17,61
5	31,8	18,7	24,2	93,7	43,6	74,3	4,7	0	0,64	NW	6,85	22,65
6	32,4	20,1	25	91,3	43,7	72,4	3,3	0	1,07	N	7,65	24,45
7	32,4	20,5	26	92,6	43,8	72,2	3,2	0	1,05	NW	5,65	24,90
8	31,4	21,3	24,4	95,1	48,5	80,7	6,7	12,9	1,25	N	8,45	17,66
9	31,5	20,7	24,3	95	49	81,8	9,8	51,5	1,39	N	6,45	22,03
10	30,1	21,2	24,5	96,1	50,2	81,4	8,7	0,4	1,23	N	5,65	21,48
11	30,9	21,4	24,8	92,4	52,3	79,9	5,8	6,5	1,45	NW	13,25	20,66
12	28,5	19,3	22,4	95	64,2	88,1	15	4,8	1,59	NW	10,05	12,38
13	23,2	19,2	20,4	96,2	84,8	94,2	22,3	41,7	1,5	E	5,25	4,73
14	27,9	19,7	22,3	96,3	61,5	88,7	16,7	11,4	1,96	N	8,85	15,38
15	29	20,6	23,2	94,9	53,2	82,4	8,8	2,2	2,36	N	10,85	17,10
16	28,2	20,7	22,8	94,9	59,3	84,8	9,8	5,4	0,92	N	11,25	14,58
17	31,9	20,1	24,5	93,9	42,4	74,3	8	0	0,87	N	7,25	23,95
18	31,9	18,8	25,6	94	34,3	67,2	1,3	0	0,71	E	6,05	25,88
19	33	20,7	25,7	87,7	34,9	66,3	0	0	1,01	N/NE	6,05	24,89
20	32,4	19,3	25,8	90,4	35,3	64,5	0,2	0	0,95	NE	5,65	26,63
21	33,1	20,7	26,6	89,8	33,9	63,7	0	0	0,96	N	5,25	25,21
22	33,7	20,9	26,4	90,9	35,9	67,9	1	0,2	0,98	N	10,05	23,50
23	31,3	20,7	25,4	91	45	71,4	2,5	0,1	1,51	N	6,85	24,45
24	31,1	20,6	24,7	91,6	38,4	73	1	0	1,27	SE	6,85	24,69
25	29,6	19,9	23,8	91,8	52	78,3	4	5,4	1,36	N	5,65	18,53
26	29,9	20	23,7	93,4	50,7	81,6	12,2	5,5	0,71	SW	9,65	21,79
27	29,9	20,1	24,1	92,9	53,5	79,8	7,5	0	0,46	E	4,45	16,92
28	33,3	20,3	26,1	95,6	38,2	71,7	0,8	0	0,7	E	4,05	24,13

Tabela 23. Dados Meteorológicos diários do mês de março de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1												
2	32,7	18,4	26,4	89,7	32	58,9	0	0	0,88	NE	6,05	26,1
3	33,5	20,5	26,8	88,2	35,2	61,6	0	0	0,36	E	4,45	21,77
4	34,3	21,4	27,4	82,9	35,5	61,3	0	0	0,56	SW	4,85	24,03
5	33,3	22,2	27,8	89,2	39,4	63,3	0	0	0,72	NW	6,45	20,94
6	34,7	21,2	27,8	90,9	27,2	56,8	0,8	0	0,59	S	5,25	26
7	33,9	20,5	25,2	86,1	38,1	69,5	0	14,2	0,74	N	13,2	21,68
8	33	20,3	25,6	91,6	38	70,3	2,2	0	0,82	N	7,65	24,52
9	32,6	19,2	24,2	96,5	34,4	75,8	6,5	57,5	1,81	N	10,05	22,15
10	30,5	19,3	23,2	96,3	50,8	82,8	13,3	30,6	0,82	SE	7,25	19,21
11	29,5	19,7	22,4	96,3	58,6	88,1	16,7	3,2	0,98	N	10,85	13,57
12	30,7	20,4	24,8	94,9	47	76,4	8,9	0,6	0,8	N	5,65	20,95
13	27,3	21,2	22,9	94	66,9	87,2	13,5	14,9	1,55	N	7,65	11,55
14	28,7	18,9	22,7	93,7	55,9	82,4	8,5	0,1	0,7	NW	9,25	15,51
15	28,7	19	22,4	94,2	54,1	83,5	10,3	3,6	0,46	NW	7,65	12,8
16	29,7	18,2	23,6	94,2	44,8	73,9	6,5	0	0,59	SE	5,65	21,12
17	28,1	19,4	23,1	90,2	53,5	76,4	0,2	0	1,52	N	7,65	15,05
18	30	19,5	24,3	93,7	43,6	73,2	4,5	0	1,74	SE	5,65	21,11
19	30,3	20,4	23,7	93,1	48,9	77	4,2	1,2	1,81	S	8,45	19,89
20	28,1	20,2	23,1	93,6	46,5	78,4	9	0	0,88	SE	4,85	13,75
21	28,9	20,6	23,2	91	53,5	78,5	2,2	2,6	1,37	SE	6,85	15,79
22	28,7	19,9	23,5	95,2	53,3	80,7	10,7	1,6	1,08	SE	4,85	15,85
23	29,6	20,1	23,4	95,5	53	83,6	13,3	4,9	0,94	SE	4,85	15,76
24	30,4	19,5	23,3	94,3	47,1	82	11	6,6	1,31	SE	8,05	18,14
25	30,8	18,3	23,5	94,4	46,5	75,6	6,5	0	1,46	SE	5,25	19,98
26	28,9	18,2	23	91,3	52,7	76,4	1,2	0	1,2	E	5,65	17,94
27	28,7	19,7	23,2	93,1	57,5	80,9	3,2	0	0,9	NE	4,05	11,41
28	29,1	20,1	22,6	96	56,8	88,6	16,5	18,1	1,49	N	6,45	9,15
29	28,6	18,3	22,3	96,1	54,6	83,7	10	0	1,27	N	4,45	13,29
30	24,9	19,7	21,9	95,5	75,8	89,8	15,3	1,4	0,65	SE	5,25	7,41
31	28,9	19,6	23,1	96,5	52,3	80,4	9,7	0,1	0,76	S	4,05	16,88

Tabela 24. Dados Meteorológicos diários do mês de abril de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				NDH > 90%	Chuva (mm)	Vento				Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Média			Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s		
1	29,8	18,1	23,3	92,4	39,9	72,1	1,8	0	1,93	SE	5,25	21,88		
2	30	17,6	22,9	86,5	46,4	71,6	0	0	1,51	SE	7,25	20,9		
3	29,6	18,9	23,4	90,1	44,8	71,9	0,5	0	1,34	E	7,25	19,79		
4	27,8	19,5	22,4	93,8	58	82	6	1,3	1,04	E	5,65	11,53		
5	30,9	20,4	24,6	93,3	44,9	76,5	7,5	0	1,11	NW	6,05	19,54		
6	29,4	20,8	23,8	93	48,4	81,4	7,2	0	0,9	SE	6,45	14,27		
7	28,7	19,9	23,2	96	55,1	81,4	8,8	0	0,7	W	3,25	11,46		
8	29,7	19,4	23,7	93	46,8	73,7	5,7	0	1,45	S	6,05	20,07		
9	29,5	17,4	23,1	87,9	42	69,8	0	0	1,2	W	6	21,41		
10	29,9	18,1	23,8	91,3	37,8	65,4	1,2	0	1,25	S	5,65	20,48		
11	31,3	17,2	23,4	89,6	33,1	66,2	0	0	0,99	E	5,65	21,69		
12	29,2	19,7	22,8	93,5	53,5	76,4	4,7	17,2	1,48	NE	7,25	12,55		
13	28,1	19,2	22	96,4	58,9	86,5	15,8	36,1	1,84	SE	8,85	12,61		
14	24,3	18,4	20	96,4	72,7	91,8	17	6,6	1,24	N	5,65	6,31		
15	27,2	17,1	21,1	96,7	54,8	82,3	10	0,1	2,01	SE	6,85	15,46		
16	27,5	15,4	20,8	91,3	45,4	72,8	2,2	0	2	SE	6,05	21,04		
17	28,8	14,7	20,8	89,3	35,2	69	0	0	1,11	SE	4,85	20,79		
18	29	14,5	21,2	91,3	28	63,1	0,7	0	1,07	W	5,25	21,79		
19	29,3	14,5	21,7	88,4	27,9	60,2	0	0	0,97	W	4,45	21,58		
20	29	15,2	21,7	84,8	30,5	58,6	0	0	1,14	SE	5,25	19,9		
21	28,8	16,2	21,5	89,9	27,5	64,9	0	0	1,32	SE	5,25	18,93		
22	29,6	15,4	21,6	91,2	29,5	64,5	1,2	0	1,56	NW	6,45	20,29		
23	29,2	16	22,2	85,8	33,1	62,9	0	0	1,41	W	6,85	18,97		
24	28,6	16	21,4	93,2	36,6	69	3,3	0	1,01	S	5,65	20,34		
25	27	15	20	93,6	40,1	72,9	6	0	1	SE	4,85	18,3		
26	27,5	15	20,8	93,8	34,5	67,4	5,3	0	0,93	S	5,65	18,96		
27	27,2	15	20,7	91,9	34,7	69	3,3	0	1,51	S	6,45	19,24		
28	28,3	15,3	21,2	92,5	32,9	67,2	2,8	0	1,13	SE	5,65	19,25		
29	29,1	15,6	21,9	90,6	30,4	63,5	0,8	0	1,17	SE	4,85	19,58		
30	28,8	17	22	78,2	33,4	59,8	0	0	1,49	SE	6,45	18,47		

Tabela 25. Dados Meteorológicos diários do mês de maio de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				NDH > 90%	Chuva (mm)	Vento				Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Vel Média (m/s)			Direção Pred	Rajada Máx m/s			
												Máxima	Mínima	
1	27,3	15,4	20,6	85,6	44,2	64	0	0	1,61	SE	6,05	18,34		
2	25,2	14,3	18,9	96,4	50,6	79,9	6	0	1,88	SE	5,25	15,36		
3	27,9	15,1	20,2	94,3	40,3	76,6	7,5	0	1,36	N	6,45	18,91		
4	27,3	16	18,8	91,4	47,9	79,1	2	0,1	1,76	N	10,05	14,73		
5	26,4	13,6	19,5	95,9	42,4	73,4	8,5	0,1	1,08	NW	5,65	18,99		
6	27,9	14,9	21	92,9	33,5	66,6	2,5	0	1,02	NW	6,45	18,61		
7	28,2	15,3	21,2	90	41,9	67,9	0	0	0,6	E	4,05	16,38		
8	29,6	16,1	22,1	89,9	36,9	66,2	0	0	0,83	E	4,85	17,26		
9	30	16,4	22,6	87,8	35,3	65,9	0	0	1,51	N	6,85	17,58		
10	30,1	17,1	22,2	91	40,1	70,5	1	0	0,95	N	5,25	17,37		
11	30,4	15,8	22,6	93,3	34,6	67,8	3,2	0	0,69	N	5,25	18,64		
12	29,6	16,6	22,6	90,6	37,8	66,8	0,8	0	0,95	E	4,85	17,89		
13	29,4	16,9	22,5	89	34,5	65,1	0	0	1,68	N	6,45	17,03		
14	29,9	15,7	21,7	93,5	37,6	69,3	3,7	16,7	2,71	N	14,85	17,25		
15	22,8	15,6	18,7	95,7	75,3	89,8	13,2	2,8	1,5	NW	6,05	5,02		
16	22,6	12,1	16,1	95,7	43,7	77,8	9,8	0	0,92	W	4,85	15,31		
17	26,8	11,3	17,8	92,4	41,1	72,6	5,8	0	0,72	SE	5,25	16,66		
18	28,2	14,6	20,3	93,7	45,1	76,1	4,8	0	0,65	NE	4,45	16,46		
19	27,2	15,3	20,5	94,6	36,6	72,6	7	0	1,26	SE	4,85	17,12		
20	26,3	13,6	19,4	90,3	41,5	71,2	0,5	0	1,33	E	6,05	17,81		
21	26	14,4	19,3	94	39,1	70,2	4	0	1,13	E	6,85	17,47		
22	25,8	12,7	19,2	91,8	39	67,3	1	0	1,19	NE	6,85	17,47		
23	27	13,4	19,6	88,6	35,2	67,1	0	0	1,03	N	7,25	17,97		
24	28,6	14	20,9	90,7	41,5	69,5	0,5	0	1,54	N	7,25	17,5		
25	28,9	15,6	21,8	91,5	42,8	70,9	2,2	0	1,54	NW	8,05	16,43		
26	29,8	16,8	22,7	94,2	40,9	71,1	4,7	0	1,74	N	6,05	16,54		
27	28,1	18,2	20,6	89,7	51,3	79,2	0	0	0,87	S	6,05	9,2		
28	30,2	18,2	22	94,2	35,1	73,1	6	0	1,36	SE	5,65	14,67		
29	28,1	18,1	21,9	92,9	50,2	76	5,5	0	1,77	SE	6,45	15,47		
30	28,5	16,1	21,6	91,5	30,3	67,5	1,2	1,8	1,77	N	6,85	15,95		
31	27,1	18,2	21,5	93,9	49,2	77,3	2,8	0,2	2,06	SW	6,85	11,41		

Tabela 26. Dados Meteorológicos diários do mês de junho de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	18,4	9,5	14	92,8	48,8	76	2,5	0	1,79	SW	6,05	15,73
2	17,1	7	11,7	90,7	47	71,1	0,8	0	0,99	W	4,85	12,17
3	19	5,4	11,7	92,1	26,7	63,8	1,8	0	1,26	SE	6,05	18,38
4	24,4	5,7	14,8	86,4	20,7	55,6	0	0	1,1	N	6,05	18,13
5	28,3	12,3	19,2	96,2	32,1	63,1	1,8	0	1,48	NW	8,05	14,18
6	27,5	13,4	19,9	84,9	35,1	60,5	0	0	1,08	S	4,85	15,41
7	24,4	14,4	18,5	82,7	42,5	65,3	0	0	1,72	SE	6,45	11,01
8	24,6	11,8	17,4	87,6	41,6	71,3	0	0	1,07	SE	4,85	12,66
9	24,5	14,8	18,8	88,2	48,5	73,4	4,8	0	1,6	NE	6,85	13,81
10	26,1	14,8	18,8	95,1	49,3	77,6	5	17	1,79	N	8,45	9,33
11	20,7	16	17,7	96,2	77,2	91,8	17,5	2,8	0,7	NW	4,05	5,43
12	19,9	15,5	17,2	96,5	68,7	90,8	17,3	6,8	1,14	SE	4,45	5,58
13	21,9	11,1	15,6	95,2	33,1	73,1	10	0	1,25	SE	5,65	16,14
14	22,5	8,6	14,8	94,2	28,9	67,5	4,3	0	0,87	W	4,05	16,28
15	26,5	9,3	17,1	89,7	29	63,3	0	0	0,89	NE	3,25	16,3
16	23,5	13,8	18	94,4	56,5	81	3,7	0	2,75	W	9,65	9,82
17	22,6	13,9	17,7	94,4	54,9	80,4	8,5	0	1	NW	5,65	10,1
18	23,5	10,4	16,4	93,9	33,4	68,1	5,8	0	0,94	NW	5,25	10,1
19	25,5	9,9	16,8	88,3	32,9	62,3	0	0	0,8	W	4,45	16,75
20	27,7	11,2	18,6	88,1	29,7	62,5	0	0	0,79	NW	4,45	16,59
21	27,4	11,8	19	87,9	29,8	60,8	0	0	0,95	NW	4,45	16,55
22	26,6	11,3	18,7	86,9	23,1	54,8	0	0	1,09	N	5,65	16,77
23	26	10,5	18,3	83,2	29,7	57,3	0	0	1,27	N	6,45	16,68
24	23,9	13,1	18,3	85,6	49,6	70,5	0	0	0,61	NW	3,65	6,99
25	22,1	15,7	18,6	93,8	58,5	81,8	5,2	0,2	0,36	S	2,45	4,58
26	24,5	15,2	19,2	95,8	58,3	81,9	10,7	3,6	1,61	S	5,65	11,53
27	27	15,3	18,8	95,6	46,9	81,6	12,5	5,2	1,76	N	11,25	12,73
28	24,4	13,4	18	96,7	49,9	80,9	10,2	0	0,73	SE	3,25	15,2
29	28,5	13,2	19,8	94,7	38,8	72,8	7,7	0	1,5	N	6,45	16,02
30	27,9	14,4	20,8	89,2	37,6	67,2	0	0	2,09	NW	10,85	13,55

Tabela 27. Dados Meteorológicos diários do mês de julho de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				NDH > 90%	Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	Vel Média (m/s)			Direção Pred	Rajada Máx m/s		
1	27,8	15,9	21,3	90,4	38,3	67,1	3	0	1,57	N	6,45	13,67	
2	26,7	14,9	19,3	91,1	42,3	72,4	0,3	0	2,33	S	8,45	11,36	
3	26,7	14,6	18,4	93,1	46,6	80,2	3,7	0	0,96	S	6,45	9,43	
4	26,5	13	18,6	96,7	43,2	77,4	6,5	0	1,51	SE	4,45	14,41	
5	26,4	13,2	19,2	93,2	45,2	72,6	3,8	0	1,7	E	11,65	15,77	
6	26,7	14,8	19,8	88,9	38,5	70,2	0	0	1,1	NE	6,45	15,38	
7	26,6	14,2	20	91,3	40,5	68,6	2	0	0,95	NE	5,25	14,14	
8	26,4	15,1	20,1	87,3	42,9	68	0	0	1,83	N	6,85	14,57	
9	28	14,9	20,7	86,8	34,9	63,9	0	0	1,97	N	8,05	15,11	
10	28,2	14,6	20,7	86,6	40	67,6	0	0	3,2	N	9,25	11,64	
11	25,1	14,7	19,4	92,1	51,4	75,9	5,8	14,4	2,98	W	10,05	5,47	
12	18,3	8,8	13,3	92	36,8	69,8	2,3	0	0,98	S	4,45	17,86	
13	25,1	6,9	15,2	91,8	21,6	61,4	3,5	0	0,86	NW	3,65	18,24	
14	26,8	10,5	18,5	84,8	35	60,2	0	0	1,61	S	5,25	16,59	
15	27,9	13,1	19,4	81,7	32,6	62,9	0	0	1,2	NE	6,05	16,82	
16	27	14,4	20,1	87,4	36,4	65,9	0	0	1,72	N	6,45	14,49	
17	27,7	14	20,4	93,1	31,1	60,9	0,3	0	1,24	N	6,45	16,75	
18	28,7	14,3	21,3	84,3	33,2	59,8	0	0	1,07	NW	5,65	16,97	
19	27,3	15,1	20,3	90,3	41,3	72,7	0,3	0	2,13	SE	6,05	14,19	
20	24,3	11,5	17,1	86,4	40,1	66,1	0,2	0	1,73	SE	6,85	16,14	
21	28,8	11,2	19,6	90,4	34,2	63,8	0,3	0	1,83	N	5,65	16,55	
22	30,4	15,9	22,3	83,4	25,2	56,5	0	0	3,06	N	10,45	17,73	
23	29,9	15,4	20,5	90,4	35,4	68,5	0,3	0,7	2,45	N	13,25	17,73	
24	20,7	16	17,8	94,8	77,6	88,7	10,5	4,6	1,02	SW	4,05	3,09	
25	22	15	17,5	95,4	70,4	90,5	18,3	2,5	1,29	S	4,85	5,77	
26	27,7	15,5	20,4	96,6	48,4	81,8	10,5	0	1,41	S	6,85	13,17	
27	28,5	17,2	21,8	94,4	44,2	77,5	7,2	0	1,32	S	4,85	11,27	
28	30,6	17,3	23,1	94,5	32,4	67,6	6	0	1,83	NW	8,85	14,83	
29	29,9	16,5	23,1	87,9	37,2	64,6	0	0	1,11	SW	5,65	16,16	
30	29,1	17,4	22,1	94,7	39,2	74,6	4,3	0	1,88	SE	5,25	16,94	
31	30,6	15	21,8	92,3	25,2	66,2	3,5	0	1,55	NE	6,05	17,74	

Tabela 28. Dados Meteorológicos diários do mês de agosto de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento			Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s	
1	29,9	15,6	22,1	89,6	27,1	58,6	0	0	N	8,05	15,27	
2	30,4	16,6	22,8	77,2	27,1	51,1	0	0	N/NW	9,25	12,77	
3	28,1	16,7	21,2	85,2	33,9	65,9	0	0	N	4,85	12	
4	30	15,4	21,9	92	29,3	63,2	2,5	0	E	7,25	17,09	
5	30,7	17,9	23,5	79,1	27,4	54,8	0	0	N	7,25	14,86	
6	31,1	17	24,6	74,5	22,5	43,8	0	0	NW	10,45	17,51	
7	32,2	16	24	79	17,4	44,8	0	0	N	8,85	17,91	
8	30,8	15,3	23,5	76,9	21,6	41,8	0	0	N	8,05	19,73	
9	30	15,6	22,3	71,8	21,1	41,9	0	0	N	8,05	21,02	
10	23,5	12,1	17,6	87,7	40	63	0	0	SW	7,65	19,93	
11	24,6	9,1	16,1	90,1	24,9	61,5	0,2	0	SE	9,25	22,3	
12	30,2	11,3	19,9	89	24,8	60	0	0	E	5,65	20,6	
13	29,1	14,7	21,5	81,8	29,1	53,1	0	0	E	9,25	19,71	
14	28,1	12,8	20,5	74,6	18	42	0	0	W	6,85	21,94	
15	29,2	12,4	20,7	67,4	24,7	45,1	0	0	NE	8,85	21,47	
16	30	15,5	22,2	74,6	21	47,7	0	0	N	10,05	21,48	
17	31,6	15,4	23,1	70,6	24,4	49,3	0	0	N	10,85	20,16	
18	30,4	16,5	20,1	94	27,3	74	7	29,9	SE	12,05	15,21	
19	20,8	15,2	16,7	94,7	70,3	89	16,2	23,2	SE	10,85	5,54	
20	19,9	15,4	17,6	96,3	86,8	93,7	22,3	17,6	NE	6,45	4,37	
21	22,4	12,3	17,8	96	56	82,1	8,8	0	SE	6,45	12,41	
22	22,7	9,7	15,6	88,8	50,3	74	0	1,6	SE	6,85	16,4	
23	16,9	12,9	14,8	96,6	81,1	92,1	15,8	47	SE	7,25	2,69	
24	23,7	14,3	18,3	96,5	60,1	85,3	10	0	N	8,05	11,28	
25	24,1	15,9	19,1	93,7	54	78,6	3,3	0	SE	6,85	10,1	
26	26,2	14,5	19	87,2	42,7	71,5	0	0	E	7,65	17,75	
27	27,2	13,4	20	92,6	30,5	64,3	3,2	0	W	4,85	21,47	
28	28,2	14	20,9	89	28,8	57,7	0	0	S	5,25	20,81	
29	29,5	14,4	21,9	75,2	25,1	51,2	0	0	E	7,25	22,35	
30	30,6	14,9	22,2	75,9	18,2	48,6	0	0	E	7,65	22,79	
31	30,2	14,8	22,6	66,8	22,5	44,4	0	0	NW	6,45	21,91	

Tabela 29. Dados Meteorológicos diários do mês de setembro de 2009 da cidade de Jaboticabal-SP

Dia	Temperatura (°C)			UR(%)				Chuva (mm)	Vento				Radiação Solar Global (MJ m <sup>-2</sup> )
	Máxima	Mínima	Média	Máxima	Mínima	Média	NDH > 90%		Vel Média (m/s)	Direção Pred	Rajada Máx m/s		
1	31,9	15,7	23,4	80,7	28	54,6	0	0	1,17	NW	5,25	21,91	
2	32,9	17,4	25,4	83,9	30,7	55,8	0	0	1,07	N	12,45	21	
3	33,5	19,9	25,7	82,3	30,2	59	0	0	2,7	N	9,65	19,03	
4	24,8	18,7	20,9	95,4	61,2	85,2	9,7	0,9	1,78	N	10,05	8,17	
5	26	17,9	21,8	95,2	60,3	80,9	4,7	0	1,42	NW	7,65	9,8	
6	23,2	17,1	19,8	95,3	70,6	85	7,5	5,6	1,98	N	8,85	8,18	
7	31,4	15,2	23,2	96,2	34,8	68,8	8,2	0	2,74	N	8,45	22,14	
8	32,5	20,2	24,5	90	40,3	70,5	0	1	2,95	E	11,65	16,95	
9	22	18,6	19,6	95,4	81,2	90,8	17,2	31,1	1,87	E	6,85	3,02	
10	27,7	18,2	22,1	96,2	46	79,1	8,2	0	1,61	SE	6,45	14,48	
11	29,7	16,9	22,9	95,3	29,1	63,6	6,3	0	1,52	E	8,45	22,38	
12	30,5	17,3	23,3	86	27,5	57	0	0	1,51	NW	6,85	20,19	
13	31,6	17,2	24,6	81,9	28,3	53,4	0	0	0,95	NW	5,65	21,64	
14	31,8	18	24,1	83,7	31	60,4	0	0	1,74	SE	6,05	18,81	
15	32,1	16,6	23,8	88,3	30,5	63,1	0	0	1,36	S	5,25	22,86	
16	31,2	17,6	23,8	86,9	22,7	59,4	0	0	1,5	S	6,05	23,9	
17	32,4	13,7	23,5	86,8	14,4	49	0	0	1,42	S	5,25	25	
18	33,5	16	25	88,9	24	54,7	0	0,1	1,98	NW	8,85	22,71	
19	24,2	18,6	20,3	94,7	57,5	84,8	8,7	8	1,55	N	6,85	4,71	
20	27,6	17,4	21,8	96,1	53,7	80,2	9	0	0,78	S	4,85	16	
21	30,3	18,4	21,7	95,5	42,2	81,8	9,2	66,5	1,95	S	12,05	13,71	
22	23,4	18,5	20,7	95,7	76	88,1	10,8	1,5	1,46	N	4,85	5,93	
23	24,5	18,4	20,4	95,5	73,4	90,3	19	14,5	2,43	NW	8,85	5,7	
24	25	16,5	20,2	92,7	55,9	81,5	6,8	0	1,85	SE	6,05	12,64	
25	27,2	12,9	19,8	90	33,2	66,8	0,3	0	1,69	SE	6,85	24,44	
26	32,4	15,2	23,3	85,1	34,7	64	0	0	1,41	NE	6,05	24,21	
27	32,7	19,5	26	84,7	27,9	57,4	0	0	3,16	N	9,65	24,79	
28	33,2	18,3	24,6	89,5	36,9	66,8	0	0,4	2,46	NW	10,85	19,38	
29	27,5	18,6	22,9	93,6	57,6	78,7	3,2	0	2,3	SW	8,05	19,4	
30	27,9	15,7	20,7	87,7	42,1	66,4	0	0	3,59	SE	9,65	24,62	