

AVALIAÇÃO DA TEMPERATURA INTERNA E EXTERNA DE COBERTURAS ALTERNATIVAS UTILIZADAS EM INSTALAÇÕES AVÍCOLAS.*

Eduardo Alves de Almeida¹, Wanessa Mesquita Godoi², Roberta Passini³

¹Engenheiro Agrícola, Mestrando em Zootecnia – Universidade Estadual Paulista (Unesp) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal/SP. eng.eduardoalves@gmail.com

²Graduanda em Engenharia Agrícola, Voluntária de Iniciação Científica, Universidade Estadual de Goiás – UnUCET, Anápolis/GO.

³Professora Dsc., Orientadora, Universidade Estadual de Goiás – Anápolis/GO.

* Parte extraída do trabalho de conclusão de curso do primeiro autor, Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPQ.

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido objetivando comparar diferentes tipos de coberturas em instalações para aves por meio da Temperatura da Superfície Externa (TSE) e Temperatura da Superfície Interna (TSI) das coberturas. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, composto por cinco tratamentos: CA–Cimento Amianto; BA–Bambu; BAP–Bambu pintado de Branco; FB–Fibra vegetal e Betume; FBP–Fibra vegetal e Betume Pintada de branco, com 15 repetições, sendo as repetições os dias de medição. Como variáveis ambientais foram coletadas a temperatura da superfície interna e externa das coberturas, às 8h, 10h, 12h, 14h, 16h e 18h. Os dados foram analisados pelo programa SisVar 5.1®, através da análise de variância e teste de Skott Knott para a comparação de médias, a 1% de significância. A cobertura FB apresentou o pior desempenho térmico quando comparada as demais coberturas, sendo o melhor resultado observado na cobertura BAP na região estudada.

Linha Temática: Qualidade de Vida e Meio Ambiente.

Palavras-Chave: conforto térmico, sustentabilidade, telhas alternativas, aves, radiação.

INTRODUÇÃO

Em uma instalação de produção, o ambiente térmico é muito influenciado pelo telhado, pois este absorve grande parte da energia proveniente da radiação solar e transmite para o interior das edificações, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna. Tal fato deve-se à grande área de interceptação de radiação (MICHELS, 2007), isso acontece pelo fato de ser o fechamento de maior dimensão relativa. De acordo com Sampaio et al. (2011), em áreas não sombreadas as variações de temperatura tendem a acompanhar o clima local, enquanto no interior das instalações há um comportamento térmico mais suave no decorrer do dia,

pois a cobertura ameniza as variações e não deixa a flutuação térmica ocorrer de forma mais abrupta. Entre as características do telhado que influenciam no ambiente térmico do interior de uma instalação, destaca-se o material constituinte das telhas, sua natureza superficial e a existência e efetividade de isolantes térmicos e forros (DAMASCENO, 2008; CONCEIÇÃO et al., 2008). Para Curtis (1983), o material ideal para cobertura deve atender as recomendações onde, a superfície superior tenha alta refletividade solar e alta emissividade térmica e a superfície inferior tenha baixa refletividade solar e baixa emissividade térmica.

As coberturas são responsáveis por promover um ambiente mais adequado à produção animal, sendo que a utilização de abrigos com os mais diversos materiais de cobertura (sombrite, fibrocimento, etc.) promovem a diminuição de até 30% da carga térmica de radiação quando comparada a recebida pelo animal ao ar livre, melhorando a situação de conforto térmico (BAÊTA e SOUZA, 2010). Vale ressaltar que, a diminuição das condições de estresse aumenta significativamente o conforto animal, resultando em uma melhor produção (PERISSINOTTO, 2009; NAVARINI, 2009). O uso de coberturas alternativas tem sido amplamente estudado, com o objetivo de diminuir a temperatura no interior da instalação a um custo menor para o produtor. Uma boa alternativa é o uso de coberturas fabricadas com bambu, que além de ser uma matéria prima encontrada em grande quantidade no Brasil e possuir baixo custo, quando tratado apresenta ótima resistência e alta durabilidade, e quando associado a forros reflexivos podem apresentar resultados superiores as coberturas de cimento-amianto (GOMES et al., 2007). Outros exemplos de materiais alternativos utilizados como coberturas que têm sido estudados são os fabricados a partir de fibras vegetais (CONCEIÇÃO, 2008).

Um artifício amplamente utilizado em instalações de produção animal é a pintura reflexiva na face externa da cobertura. Conforme SARMENTO et al. (2005), a cor branca da superfície externa é um artifício simples e eficiente na redução da temperatura da superfície interna da cobertura, reduzindo em até 9°C a temperatura nos horários mais quentes.

Tendo em vista a importância das coberturas em instalações avícolas e o surgimento de novos materiais de cobertura, conduziu-se um experimento objetivando avaliar a eficiência de diferentes tipos de coberturas na redução da temperatura da superfície interna e externa de diferentes tipos de coberturas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas (UnUCET), Anápolis-GO, nos meses de abril e maio de 2011. O município encontra-se na latitude 16°22'56,76"S e longitude 48°56'45,46"W, estando a cerca de 1.017m acima do nível do mar. A classificação climática do município, segundo Köppen, é AW

(Tropical Úmido), com duas estações definidas, sendo uma estação seca, caracterizada por um período mais frio que se estende de maio a setembro, e uma estação úmida, caracterizada por um período mais quente que se estende de outubro a abril.

Os dados meteorológicos referentes ao período de realização do experimento foram obtidos através de uma estação meteorológica localizada a aproximadamente 20 metros da área experimental, sendo os dados fornecidos pelo Sistema de Meteorologia e Hidrologia do Estado de Goiás (SIMEHG). Durante o período experimental, foram observados os seguintes valores na região: velocidade média do vento: 5,5 m.s⁻¹, velocidade máxima do vento: 6,6 m.s⁻¹, umidade relativa máxima: 100%, umidade relativa mínima: 33%, umidade relativa média: 68%, temperatura máxima do ar: 32°C, temperatura mínima do ar: 12,5°C, temperatura média do ar: 21,2°C, radiação solar média diária: 19,5 MJ/m².

O delineamento adotado foi inteiramente casualizado (DIC), sendo utilizados cinco modelos reduzidos de galpões avícolas, onde cada modelo recebeu um tipo diferente de cobertura de maneira aleatória, onde foram coletados temperatura de bulbo seco (T_{bs}), temperatura de globo negro (T_{gn}), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (V) às 8, 10, 12, 14, 16 e 18h, durante 15 dias não consecutivos, sendo considerados como repetição os dias de coleta.

Os modelos reduzidos foram construídos em alvenaria, em escala distorcida com dimensões de 1,5m x 1,0m x 1,0m (CxLxH) , sendo fechadas somente as faces leste e oeste, mantendo-se um espaçamento de quatro metros entre os modelos (Figura 1). Para a construção dos telhados adotou-se uma inclinação de telhas de 25°, valor considerado ideal de acordo com Vigoderis (2007) que recomenda inclinação de telhado entre 20° e 30° em instalações avícolas.

Para compor os tratamentos foram utilizados os seguintes tipos de coberturas: CA – Telha de Cimento Amianto; BA – Telha de Bambu; BAP – Telha de Bambu pintado de branco; FB – Telha de fibra vegetal e betume; FBP – Telha de fibra vegetal e betume pintado de branco.



Figura 1. Modelos reduzidos com as respectivas coberturas instaladas.

Utilizou-se telha de cimento amianto com espessura de 5mm, sendo esta instalada em um dos abrigos, objetivando comparar seu desempenho com as coberturas alternativas.

Para a coleta das temperaturas superficiais das coberturas, utilizou-se um termômetro de infravermelho (precisão $\pm(2\%+2^{\circ}\text{C})$ de 0°C a 180°C (Figura 2), sendo as temperaturas coletadas em três pontos das superfícies interna e externa (Figura 3) das coberturas, e posteriormente calculada a média de temperatura em cada horário de coleta.



Figura 2 - Termômetro de infravermelho.



Figura 3 – Coleta da temperatura da superfície interna e externa das coberturas

Os dados foram analisados pelo programa SisVar 5.1® (Ferreira, 2008), através da análise de variância e teste de Scott-Knott para a comparação de médias, a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias dos valores de Temperatura Superficial Externa (TSE) e Temperatura Superficial Interna (TSI), nos diferentes tratamentos encontram-se descritas na Tabela 1 com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

TABELA 1 - Médias das Temperaturas Superficiais Externas (TSE) e Internas (TSI), com os respectivos coeficientes de variação e probabilidades estatísticas.

Variável	Tratamentos					Média	C.V (%)	Prob. F
	CA	BA	BAP	FB	FBP			
TSE	29,2 b	31,4 c	25,6 a	36,5 d	25,3 a	29,6	9,53	0,001
TSI	28,1 b	28,3 b	26,2 a	33,3 c	26,3 a	28,5	8,27	0,001

CA = Telha de cimento amianto, BA = Telha de bambu, BAP = Telha de bambu pintada de branco, FB = Telha de fibra vegetal e betume, FBP = Telha de fibra vegetal e betume pintada de branco, Externo = Ambiente fora dos abrigos.

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) para TSE e TSI entre os diferentes tratamentos estudados. Para TSE o maior valor foi encontrado no tratamento FB ($36,5^{\circ}\text{C}$), seguido de CA ($29,2^{\circ}\text{C}$) e BA ($31,4^{\circ}\text{C}$). Os tratamentos que apresentaram menores valores de TSE foram FBP ($25,3^{\circ}\text{C}$) e BAP ($25,6^{\circ}\text{C}$), demonstrando que a pintura reflexiva sobre a cobertura é um artifício eficiente na redução da TSE.

Para TSI o maior valor foi encontrado no tratamento FB ($33,3^{\circ}\text{C}$), e os menores valores encontrados em BAP ($26,2^{\circ}\text{C}$) e FBP ($26,3^{\circ}\text{C}$), ficando os demais tratamentos com valores intermediários. O comportamento da TSE refletiu na TSI, sendo que nesse estudo o tratamento que apresentou o pior desempenho térmico, ou seja, a menor capacidade de redução da TSE e TSI foi o tratamento FB, enquanto os tratamentos BAP e FBP apresentaram o melhor desempenho, o que demonstra a eficiência da pintura reflexiva na redução do calor absorvido pela cobertura.

A Tabela 2 demonstra a variação da TSE e da TSI nos diferentes horários estudados.

TABELA 2 - Valores médios de TSE e TSI nos diferentes horários de coleta.

Variável	Horários					
	8h	10h	12h	14h	16h	18h
TSE	22,0 b	31,8 d	39,7 f	36,7 e	29,6 c	17,7 a
TSI	19,3 a	28,1 c	35,7 e	35,9 e	30,6 d	21,1 b

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott, a 1% de probabilidade.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os horários analisados para TSE e TSI. Para TSE verificou-se que os valores diferiram entre si em todos os horários analisados, sendo que o horário que apresentou maior valor foi às 12h ($39,7^{\circ}\text{C}$), e o menor valor observado às 18h ($17,7^{\circ}\text{C}$). Para TSI os horários que apresentaram os maiores valores foram às 14h ($35,9^{\circ}\text{C}$) e às 12h ($35,7^{\circ}\text{C}$), sendo o menor valor de TSI observado no primeiro horário de coleta, ou seja, às 8h ($19,3^{\circ}\text{C}$).

O comportamento da TSE e da TSI pode ser melhor visualizado na Figura 4.

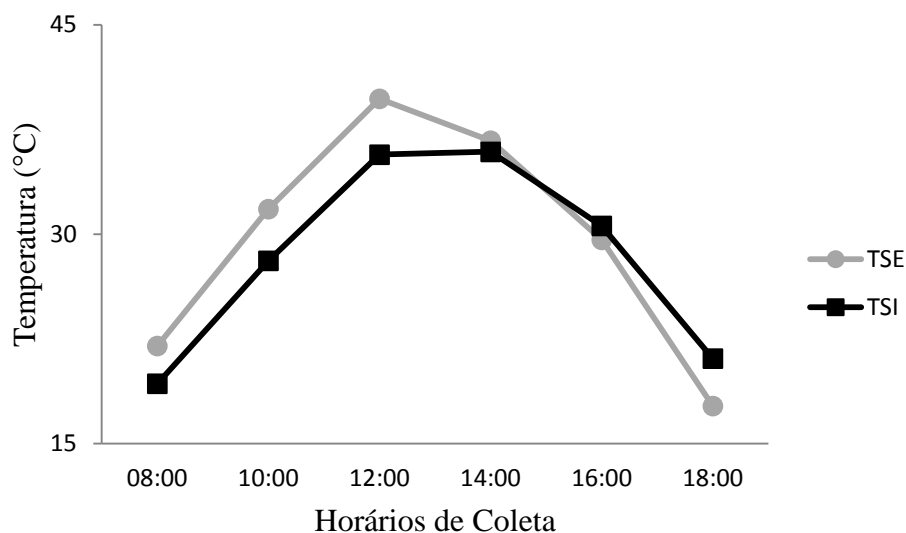


Figura 4 - Comportamento do TSE e TSI nos diferentes horários.

No gráfico é possível observar que a média da TSE permaneceu acima da média da TSI até por volta das 14h, nesse horário a TSE e a TSI praticamente se igualaram, sendo que a partir das 16h a TSE passou a apresentar valores inferiores à TSI. Observou-se que até as 12h as coberturas estão absorvendo o calor proveniente da radiação solar, por isso ocorre um aumento gradativo da TSE até esse horário, a partir das 12h a face externa da cobertura começa a perder calor para o ambiente, o que faz com que ocorra um decréscimo gradual no valor de TSE nos horários seguintes. O calor absorvido pela face externa das coberturas é gradativamente conduzido pelo material de cobertura até aquecer a face interna das mesmas. Entre às 12h e às 14h verificou-se que praticamente não ocorreu oscilação na TSI, pois nesse período a absorção de calor pela face externa é mínima, contribuindo para a não elevação da TSI. A partir das 14h a média da TSI sofre um decréscimo gradual, apresentando às 16h e as 18h valores numericamente superiores a TSE.

Os valores referentes à variação da TSE, nos diferentes tratamentos e horários de coleta encontram-se descritos na tabela 3.

TABELA 3 - Médias de TSE nos diferentes tratamentos e horários de coleta.

Tratamentos	Horários					
	8h	10h	12h	14h	16h	18h
CA	22,1 bB	31,2 dB	38,0 fB	35,3 eB	29,7 cB	19,0 aB
BA	23,1 bB	33,8 dC	41,8 fC	40,1 eC	31,3 cC	18,3 aB
BAP	18,1 aA	26,5 bA	33,5 dA	31,6 cA	26,5 bA	17,2 aA
FB	28,4 bC	41,3 dD	52,6 fD	45,7 eD	33,5 cD	17,3 aA
FBP	18,2 bA	26,4 cA	32,7 eA	31,0 dA	27,1 cA	16,7 aA

CA = Telha de cimento amianto, BA = Telha de bambu, BAP = Telha de bambu pintada de branco, FB = Telha de fibra vegetal e betume, FBP = Telha de fibra vegetal e betume pintada de branco, Externo = Ambiente fora dos abrigos.

*Letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

**Letras maiúsculas diferentes, dentro das colunas, diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre os horários de coleta para todos os tratamentos, sendo que o horário que apresentou os maiores valores de TSE em todos os tratamentos foi às 12h. Foi observada também diferença significativa entre os tratamentos nos diferentes horários de coleta, sendo que em todos os horários os tratamentos que apresentaram os menores valores de TSE foram BAP e FBP, comprovando que a pintura reflexiva é eficiente na redução do calor absorvido pela cobertura. Às 12h, horário em que a TSE é máxima, o tratamento que obteve o pior desempenho foi FB ($45,7^{\circ}\text{C}$), apresentando a TSE significativamente superior aos demais tratamentos no mesmo horário. Em todos os horários analisados com exceção das 18h, o tratamento FB apresentou os maiores valores de TSE, mostrando que esse tipo de cobertura tende a absorver uma maior quantidade de calor em comparação aos outros tipos de coberturas estudadas.

Para melhor visualização do comportamento da TSE nos diferentes tratamentos e horários de coleta, confeccionou-se um gráfico (Figura 5).

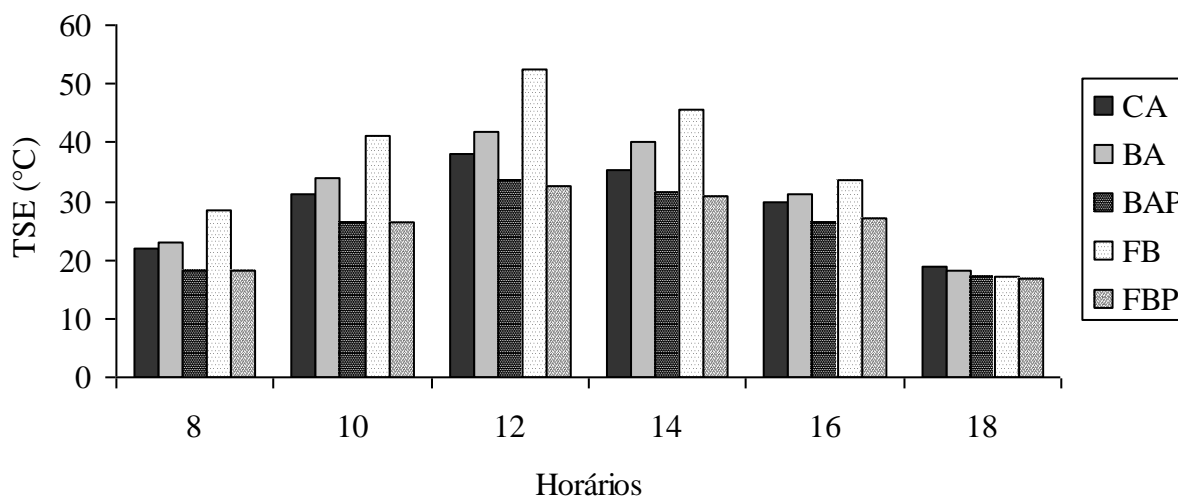


Figura 5 - Comportamento da TSE nos diferentes tratamentos e horários.

Observando o gráfico verifica-se que, os tratamentos FBP e BAP apresentaram um comportamento muito semelhante, sendo esses dois tratamentos os mais eficientes na redução da TSE, demonstrando que o uso da pintura branca sobre as coberturas foi altamente eficiente, pois, o tratamento FB foi o que apresentou pior desempenho, enquanto a mesma cobertura associada à pintura reflexiva (FBP) apresentou o melhor desempenho. O mesmo ocorreu com o tratamento BA, onde a utilização da pintura reflexiva sobre a cobertura (BAP) foi capaz de reduzir a TSE significativamente.

Os valores referentes à variação da TSI, nos diferentes tratamentos e horários de coleta encontram-se descritos na Tabela 4.

TABELA 4 - Médias de TSI (°C) nos diferentes tratamentos e horários de coleta.

Tratamentos	Horários					
	8h	10h	12h	14h	16h	18h
CA	18,9 aB	27,7 cB	35,1 eB	35,4 eB	30,3 dB	21,2 bB
BA	18,9 aB	27,1 cB	34,6 eB	35,7 fB	30,7 dB	23,2 bC
BAP	17,6 aA	25,0 cA	31,4 eA	32,2 eA	29,1 dA	22,0 bB
FB	22,8 bC	34,6 cC	45,4 eC	43,7 dC	33,6 cC	19,4 aA
FBP	18,3 aB	26,0 cA	32,1 eA	32,6 eA	29,2 dA	19,9 bA

CA = Telha de cimento amianto, BA = Telha de bambu, BAP = Telha de bambu pintada de branco, FB = Telha de fibra vegetal e betume, FBP = Telha de fibra vegetal e betume pintada de branco, Externo = Ambiente fora dos abrigos.

*Letras minúsculas diferentes, dentro das linhas, diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

**Letras maiúsculas diferentes, dentro das colunas, diferem estatisticamente pelo Teste de Scott Knott a 1% de probabilidade.

Foi observada diferença significativa ($P < 0,01$), entre os horários de coleta para todos os tratamentos. No tratamento FB o maior valor de TSI foi obtido às 12h ($45,4^{\circ}\text{C}$), em BA o maior valor foi obtido às 14h ($35,7^{\circ}\text{C}$), enquanto nos demais tratamentos os maiores valores de TSI foram encontrados às 12h e às 14h. Foi observada também diferença significativa ($P < 0,01$) para TSI entre os tratamentos nos diferentes horários de coleta, sendo que FB apresentou os valores mais elevados de TSI durante todos os horários de coleta, com exceção das 18h.

Verifica-se que às 12h, a utilização da pintura reflexiva sobre a cobertura de fibra vegetal e betume foi capaz de proporcionar uma redução de $13,3^{\circ}\text{C}$ na TSI da cobertura. Resultado semelhante foi verificado por Sarmento et al. (2006), que observou uma redução de $9,0^{\circ}\text{C}$ na TSI de coberturas de cimento amianto, quando utilizada a pintura reflexiva.

Para melhor visualização do comportamento da TSI nos diferentes tratamentos e horários de coleta, confeccionou-se um gráfico (Figura 6).

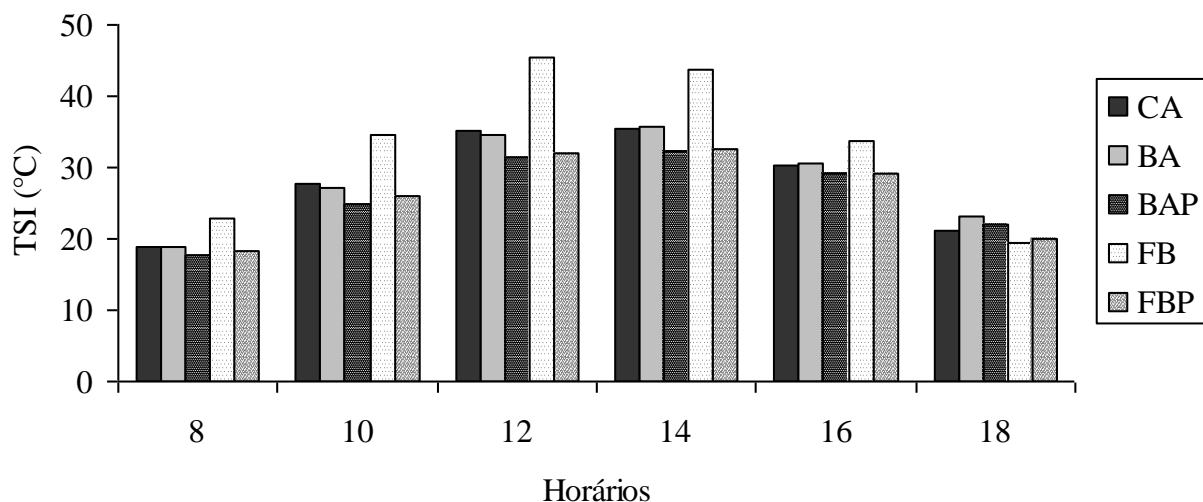


Figura 6 - Comportamento da TSI nos diferentes tratamentos e horários.

O gráfico do comportamento da TSI é semelhante ao comportamento da TSE, onde o tratamento FB mostra a menor eficiência entre os tratamentos, apresentando valor de TSI significativamente superior aos demais tratamentos ao longo de todo o dia, com exceção das 18h. No gráfico pode-se observar que, os tratamentos que apresentaram os menores valores de TSI ao longo do dia foram BAP e FBP, comprovando que a pintura reflexiva sobre a cobertura é capaz de proporcionar uma redução significativa da TSI nos horários mais quentes do dia.

CONCLUSÕES

A telha de fibra vegetal e betume apresentou o pior desempenho térmico quando comparada as demais coberturas, sendo que no modelo reduzido em que esta foi instalada foram observados as maiores médias diárias de TSE e TSI.

A pintura reflexiva sobre a cobertura foi capaz de reduzir significativamente a temperatura das superfícies externa e interna das coberturas de bambu e fibra vegetal com betume, melhorando a inércia térmica dessas coberturas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Além de todos os pontos negativos mencionados da cobertura de fibra vegetal e betume, verificou-se também que esse tipo de cobertura não possui uma boa impermeabilização, sendo que nas primeiras horas do dia, o orvalho depositado sobre as coberturas foi absorvido pela cobertura de fibra vegetal e betume, formando uma camada com gotículas de água na face interna da cobertura. Essa situação pode ocasionar diversos problemas na criação de animais, tendo em vista que o excesso de umidade no interior de uma instalação de produção avícola é altamente prejudicial.

Nas horas mais quentes do dia, a cobertura de fibra vegetal e betume tende a exalar um forte odor, característico do betume, sendo necessários estudos para verificar se esse odor tem influência negativa na saúde animal e/ou humana.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** – Conforto animal. 2º Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.

CONCEIÇÃO, M. N. **Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames, The Iowa State University Press. 409p. 1983.

DAMASCENO, F. A. **Avaliação de Telhas Ecológicas e sua Influência no Ambiente Térmico de Modelos Físicos de Galpões Avícolas**. 2008. Monografia (Especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria – Pós-Graduação Lato Sensu) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium** (Lavras), v. 6, p. 36-41, 2008.

GOMES, R.C.C. **Conforto térmico para aves em diferentes coberturas utilizando materiais alternativos**. 2007. 62p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. 2007.

MICHELS, C. **Análise da Transferência de Calor em Coberturas com Barreiras Radiantes**. 2007. 119 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. A.; ALMEIDA, C. P. Conforto Térmico de Bovinos da Raça Nelore a Pasto sob Diferentes Condições de Sombreamento e a Pleno Sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.29, n.4, p.508-517, out./dez. 2009.

PERISSINOTTO, M. ; MOURA ; MATARAZZO ; SILVA, I. J. O. ; Lima, K.A.O. . Efeito da utilização de sistemas de climatização nos parâmetros fisiológicos do gado leiteiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, p. 663-671, 2006.

SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P. Temperaturas Superficiais de Telhas e sua Relação com o Ambiente Térmico. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p. 230-236, mar./abr. 2011.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.26, n.2, p.117-122, 2005.