



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



Índices de conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas com diferentes materiais de cobertura¹

André Luiz de Oliveira Cardoso²; Samuel Martin³; Eder Stolben Moscon⁴; Carlos Eduardo Gomes Oliveira²; Flavio Alves Damasceno⁵

¹ Trabalho a ser apresentado no XIX Congresso brasileiro de Agrometeorologia, 23 a 28 ago. 2015

² Eng. Agrônomo, Graduado, FAV, UnB, Brasília – DF, andre.c88@hotmail.com

³ Eng. Agrônomo, Professor, FAV, UnB, Brasília – DF, Fone: (61)3107.7562, samuelmartin@unb.br

⁴ Eng. Agrônomo, Doutorando, PPG/FAV, UnB, Brasília - DF, hederstolben@hotmail.com

⁵ Eng. Agrícola, Professor, UFLA, Lavras – MG, flavio.damasceno@deg.ufla.br APRESENTADOR

RESUMO: Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito de diferentes materiais de cobertura sobre os índices de conforto térmico (Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade – ITGU e Carga Térmica Radiante – CTR) em modelos reduzidos de galpões avícolas. O experimento foi conduzido em Brasília – DF, durante o mês de maio de 2014. Os dados foram medidos entre 10 e 16 horas, para o intervalo de uma hora. No estudo, foram utilizados modelos reduzidos de galpões avícolas em escala de 1:10. Os tratamentos utilizados foram: cobertura cerâmica com inclinação de 30° (CE30); cobertura de fibrocimento com inclinação de 15° (FC15); cobertura de PVC com inclinação de 15° (PVC15). Quanto à instrumentação, externamente às instalações, por meio de uma estação meteorológica foram dispostos equipamentos para coleta de dados de temperatura do bulbo seco (Tbs), temperatura do globo negro (Tgn), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (vv). Internamente aos modelos reduzidos, foram dispostos também equipamentos para a coleta destes mesmos dados. A partir dessas variáveis foram calculados os índices ambientais de conforto térmico ITGU e CTR. Os resultados permitiram concluir que: para o período compreendido entre 13 e 14 horas, não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos, tanto para ITGU quanto para CTR. Para o período estudado, de acordo com os dados obtidos de ITGU e CTR, os três materiais de cobertura podem ser usados em instalações avícolas. Os valores encontrados para temperatura de bulbo seco (Tbs) e Temperatura de globo negro (Tgn) para os diferentes tratamentos possibilitam inferir que a telha cerâmica proporcionou um ambiente com melhores condições de conforto térmico. Recomenda-se a avaliação acerca da viabilidade econômica de cada material, além de testes em condições mais extremas de temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: construções rurais; telhas; ambiência

Thermal comfort indices in scale models of poultry houses with different roofing materials

ABSTRACT: The objective of this study to evaluate the effect of different roofs materials on the thermal comfort indices (Black Globe Humidity Index- BGHI and Thermal Heat Load - THL). The experiment was conducted in Brasilia – DF, during May 2014. Data were measured between 10 a.m. and 4 p.m. hours, for the one-hour interval. In the study, scale models of poultry sheds were used in 1:10 scale. The treatments were: ceramic roof with a slope of 30° (CE30); fiber cement roof with a slope of 15° (FC15); PVC cover with an inclination of 15° (PVC15). Regarding instrumentation, outside to the facilities, via weather station equipment for data collection of dry bulb Temperature (Tbs), black globe Temperature (Tgn), Relative Humidity (UR) and wind speed (vv) were disposed. Inside the small scale models were also disposed equipment for the collection of these same data. From these variables the environmental thermal comfort indices were calculated BGHI and THL. The results showed that: for the period between 13 and 14 hours, there was no statistically significant difference between treatments for both BGHI and THL. For the study period, according to data obtained from BGHI and THL, the three mulches can be used in poultry houses. The values found for the Tbs and Tgn for the different treatments allow to infer that ceramic tile provided an environment with better thermal comfort. It is recommended to review



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

about the economic viability of each roofing material, in addition to tests in more extreme temperature conditions.

KEY WORDS: rural buildings; tiles; ambience

INTRODUÇÃO

Adequar a edificação ao clima de um determinado local significa construir espaços que possibilitem ao animal condições de conforto. Ao projetista cabe tanto amenizar as sensações de desconforto impostas por climas muito rígidos, tais como o de excessivo calor, frio ou vento, como também propiciar ambientes os quais sejam, no mínimo, tão confortáveis como os espaços ao ar livre em climas amenos, para que altos níveis de produtividade sejam atingidos (NÃÃS, 1989).

Tinõco (2001) constatou que a frequente situação de elevadas temperaturas dentro dos galpões avícolas brasileiros, que geram desconforto térmico quase permanente às aves e prejuízo considerável à produção, é devida mais à má concepção, adequação e escolha dos materiais e técnicas de construção do alojamento avícola, do que propriamente ao clima.

Silva et al. (1991) ressaltaram que entre os fatores que influenciam o ambiente interno dos galpões estão os telhados, principalmente devido à carga térmica de radiação incidente, decorrente do tipo de material de cobertura. Moraes (1999) confirma com esta opinião quando diz que dentre as possíveis estratégias para a redução da CTR no interior de instalações zootécnicas, pode-se fazer uso de diferentes materiais de cobertura.

Diante do exposto, mostra-se relevante o desenvolvimento de experimentos que avaliam os índices térmicos proporcionados por diferentes materiais de cobertura, dessa forma, é possível determinar quais materiais proporcionam índices climáticos próximos aos ideais dentro dos galpões, favorecendo o desenvolvimento pleno das aves, e assim, gerando maiores lucros aos produtores e os auxiliando na escolha do material de cobertura mais adequado para determinada região ao se construir um galpão avícola.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Brasília – DF, durante o mês de maio de 2014. Os dados foram medidos entre 10 e 16 horas, para o intervalo de uma hora. No estudo, foram utilizados modelos reduzidos de galpões avícolas em escala de 1:10. Com o processo de redução para a escala 1:10 as medidas dos modelos utilizadas foram: largura de 1,2 metros, comprimento de 1,5 metros – dever-se-ia utilizar 12 metros, entretanto foi utilizado 1,5 metros (equivalente a 3 módulos de 5m) conforme trabalhos de Santos et al. (2005) e Ferreira Júnior et al. (2009) - pé-direito de 0,35 metros, beiral de 0,20 metros e muretas de 1,5 cm. A estrutura foi reforçada com madeira de 3x3 centímetros. As faces leste e oeste dos modelos foram fechadas, sendo que as laterais norte e sul ficaram abertas a partir de uma altura de 1,5 cm, que corresponde as muretas de 15 cm encontradas nos galpões comerciais.

Os tratamentos utilizados foram: cobertura cerâmica com inclinação de 30° (CE30); cobertura de fibrocimento com inclinação de 15° (FC15); cobertura de PVC com inclinação de 15° (PVC15). As inclinações utilizadas foram as recomendadas pelos fabricantes.



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Imagens coletadas durante a preparação dos modelos: (a) modelo a campo com telha de cerâmica; (b) modelo a campo com telha de fibrocimento; (c) modelo a campo com telha de PVC.

Quanto à instrumentação, externamente às instalações, por meio de uma estação meteorológica foram dispostos equipamentos para coleta de dados de temperatura do bulbo seco (Tbs), temperatura do globo negro (Tgn), umidade relativa do ar (UR) e velocidade do vento (vv).

Os instrumentos instalados internamente aos modelos reduzidos procuraram compreender uma área considerada útil dentro do aviário, representando a altura média das aves (cerca de 30 cm); os equipamentos de coleta de dados de Temperatura do globo negro (Tgn), Temperatura do bulbo seco (Tbs), Umidade Relativa do ar (UR) e velocidade do vento (vv) foram alocados com uma altura de 3 cm, para a equivalência mediante a escala na qual os modelos foram construídos, além de estarem centralizados dentro das instalações para evitarem maiores interferências externas.

A partir dessas variáveis foram calculados o ITGU: índice de temperatura de globo negro e umidade e a CTR: carga térmica radiante (Esmay, 1982), conforme Equações apresentadas por Ferreira Junior et al. (2009) e Santos et al. (2005)

Neste estudo foi utilizado o delineamento em blocos casualizados (DBC). Para tanto, os tratamentos foram dispostos em esquema de parcelas subdivididas, com nove repetições (dias de medição), atribuindo às parcelas os modelos construídos em escala reduzida com as diferentes coberturas, e às subparcelas, os horários de medição. As médias de ITGU e CTR para os tratamentos foram comparadas por meio do teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade, com o uso do programa Assistat 7.7 Beta (SILVA & AZEVEDO, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores das variáveis climatológicas e da Temperatura de globo negro (Tgn) obtidos durante a realização do estudo. O tratamento CE30 foi o que apresentou o menor valor tanto de Temperatura de bulbo seco (Tbs) quanto de Tgn e o tratamento PVC15 os maiores valores tanto para a Tbs quanto para a Tgn, indicando que a telha de CE30 proporciona menor aquecimento do ambiente interno em comparação com as outras telhas testadas.

Com base nos dados de ITGU e CTR calculados, constatou-se que houve diferença significativa ($p < 0,01$) entre os tipos de cobertura utilizados nos modelos reduzidos. Também houve diferença estatística significativa para os horários de medição, ou seja, nas subparcelas. Isso ocorreu tanto para o ITGU quanto para a CTR. Porém, ocorreu também interação estatisticamente significativa ($p < 0,01$ e $p < 0,05$) entre as telhas e horários. A interação entre telhas e horários é apresentada na Tabela 2. Os resultados para o índice CTR são apresentados na Tabela 3.

Tabela 1. Valores médios e desvios padrão das variáveis climáticas e Temperatura de globo negro para os diferentes tratamentos

Tratamentos	Tbs (°C)	UR (%)	vv (m/s)	Tgn (°C)
CE30	26,82 ± 1,79	49,55 ± 6,06	0,42 ± 0,26	25,73 ± 1,24
FC15	27,29 ± 1,85	47,48 ± 6,32	0,36 ± 0,21	26,41 ± 1,79
PVC15	27,77 ± 1,94	46,85 ± 6,15	0,44 ± 0,31	26,72 ± 1,37

Tabela 2. Resultados médios de ITGU para as diferentes telhas e horários de medição

TRAT	HORÁRIO						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
CE30	70,58 bC	72,06 bB	72,7 bB	73,61 aA	73,63 aA	73,03 aB	72,79 aB
FC15	70,25 bC	71,97 bB	73,63 aA	74,17 aA	74,45 aA	74,21 aA	73,84 aA
PVC15	71,89 aC	73,4 aA	74,08 aA	74,74 aA	74,52 aA	73,56 aB	73,13 aB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Para CE30, os horários com maior valor de ITGU foram as 13 e 14 horas, sendo que estes horários diferiram significativamente dos demais. Para o tratamento FC15, os maiores valores de ITGU foram observados entre as 12 e 16 horas, os quais não diferiram estatisticamente. No tratamento PVC15 a faixa de horário com maior ITGU foi entre 11 e 14 horas.

Comparando-se as telhas dentro de cada horário, percebeu-se que às 10 e 11 horas, o tratamento PVC15 apresentou os maiores valores de ITGU, diferindo-se estatisticamente dos demais. Para as 12 horas, o menor ITGU foi encontrado no tratamento CE30 e o maior nos tratamentos FC15 e PVC15, os quais não diferiram estatisticamente. Para os demais horários todos os tratamentos apresentaram comportamento estatístico semelhante.

Tabela 3. CTR (W.m⁻²) para diferentes telhas e horários de medição

TRAT	HORÁRIO						
	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00
CE30	439,9 bA	440,54 aA	445,63 aA	451,18 aA	446,11 aA	435,84 bA	440,32 bA
FC15	434,03 bB	437,79 aB	456,71 aA	455,17 aA	454,99 aA	453,58 aA	454,31 aA
PVC15	452,53 aA	449,23 aA	456,91 aA	457,61 aA	450,30 aA	434,27 bB	443,29 bB

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

O tratamento FC15 teve valores mais elevados de CTR que os demais tratamentos a partir das 14 horas, sendo que entre 10 e 13 horas os maiores valores de CTR foram observados para PVC15. Observou-se também que para o tratamento CE30 a CTR não diferiu estatisticamente entre os horários estudados.

A telha cerâmica sempre obteve os melhores resultados tanto para ITGU quanto para CTR, ora indiferente da telha de fibrocimento ora indiferente da telha de PVC, sendo que na maior parte dos horários mais quentes as três telhas não diferiram estatisticamente.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



CONCLUSÕES

Para o período compreendido entre 13 e 14 horas, não houve diferença estatística significativa tanto para ITGU quanto para CTR, para as três telhas testadas.

Para o período e região deste estudo, de acordo com os dados obtidos de ITGU e CTR, a telha cerâmica sempre obteve os melhores resultados, ora indiferente da telha de fibrocimento ora indiferente da telha de PVC.

Os valores encontrados para Temperatura de bulbo seco e Temperatura de globo negro para as diferentes telhas testadas permitem inferir que a telha cerâmica proporcionou um ambiente com melhores condições de temperatura.

Recomenda-se a avaliação da viabilidade econômica de cada material de cobertura para a escolha de um destes, além da realização de testes em condições mais extremas de temperatura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. 2.ed. Westport: AVI Publishing Company Inc, p.325, 1982.

FEREIRA JUNIOR, L.G.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F.; SILVA, E.; SILVA, G.C.A. Ambiente térmico no interior de modelos físicos de galpões avícolas equipados com câmaras de ventilação natural e artificial. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa – MG, v.27, n.3, p.166-178, 2009.

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

NÄÄS, I. A. Princípios de conforto térmico na produção animal. **São Paulo: Ícone**, p.183, 1989.

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

SILVA, I. J. O.; GUELFILHO, H.; CONSIGLIERO, F. R. Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos. **Engenharia Rural**, v.1, n.2, p.43-55, 1991.

SILVA, F. A. S. AZEVEDO, C. A. V. Principal Components Analysis in the Software Assisat-Statistical Attendance. In: **World congress on computers in agriculture**, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

TINÔCO, I. D. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.3, n.1, p.01-26, 2001.