

## ESTUDO DE DIFERENTES COBERTURAS E ESPAÇAMENTOS ENTRE CAMADAS DUPLAS SOBRE A TEMPERATURA SUPERFICIAL DA TELHA E DO AMBIENTE

Eduardo Alves de Almeida<sup>1</sup>, Fernando Augusto de Souza<sup>1</sup>, Adhemar Pitelli Milani<sup>1</sup>, Renato Luis Furlan<sup>1</sup>, José Eduardo Pitelli Turco<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> FCAV - Unesp - Universidade Estadual Paulista (Via de acesso professor Paulo Donato Castellane, s/n zona rural, Jaboticabal-SP) – eng.eduardoalves@hotmail.com

Apresentado no  
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014  
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

**RESUMO:** Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a eficiência da instalação de dois tipos de coberturas (Metálica e Fibrocimento) em camadas simples e duplas, variando espaçamento entre camadas duplas de 1cm a 5cm. Foram instalados sensores de temperatura na parte inferior da cobertura e no centro do modelo, obtendo-se a Temperatura da Superfície Interna das coberturas (TSI) e a Temperatura Ambiente (TA) no interior do modelo. Consideraram-se os horários de medição para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Scott-Knott. Para TSI observou-se diferença de 11,3°C às 14h entre a telha metálica simples (42,9°C) e em camada dupla com 5cm de espaçamento (31,6°C), e diferença de 7,6°C entre a telha de fibrocimento simples (39,3°C) e com 5cm entre camadas duplas (31,7°C). Para TA, observou-se valor máximo para a telha metálica simples (36,1°C) e mínimo para a camada dupla com 5cm de espaçamento (30,8°C), já para fibrocimento, observou-se 35,4°C para camada simples e para 5 cm de espaçamento 30,9°C. A utilização de telha metálica e de fibrocimento em camadas duplas foi eficiente, diminuindo os valores de TSI e TA no modelo estudado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Telha, Camadas duplas, Ambiência, Conforto térmico, Bem-estar animal

## STUDY OF THE DIFFERENT COVERS AND SPACING BETWEEN DOUBLE LAYERS ON THE SURFACE TEMPERATURE OF TILE AND THE ENVIRONMENT

**ABSTRACT:** This experiment was conducted at the objective of evaluating the efficiency of the installation of two types of toppings (Metallic and Fibercement) in single and double layers, varying spacing between double layers of 1cm to 5cm. Temperature sensors were installed on the bottom of the cover and the center of the model, obtaining the internal surface temperature of the covers (IST) and the ambient temperature (AT) inside the model. The data were analyzed considering the schedules for each day of measurement assessed with variance analysis performed and Scott-Knott test. For IST we observed a difference of 11.3 °C at 14h between simple metal tile (42.9 °C) and double layer with 5cm spacing (31.6 °C), and difference of 7.6 °C between simple tile fiber cement (39.3 °C) and 5cm between double layers (31.7 °C). For AT was observed maximum value for the simple metal tile (36.1 °C) and minimum for the spacing of 5cm between double layers (30.8 °C). For fiber cement, was observed for single layer 35.4 °C and spacing of 5 cm 30.9 °C. The use of metal tile and fiber cement double layers was efficient in promoting a decrease in the values of IST and AT in this model.

**KEYWORDS:** Tile, Double Layers, Ambience, Thermal Comfort, Animal Welfare

## **INTRODUÇÃO**

Em uma instalação zootécnica, 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 (MICHELS, 2007). 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 a cobertura ameniza as variações e não deixa a flutuação térmica ocorrer de forma 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 possuir superfície superior com alta refletividade solar e alta emissividade térmica e superfície inferior 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 térmico aumenta significativamente o conforto animal, resultando em uma melhor produção (PERISSINOTTO, 2006; NAVARINI, 2009). De acordo com Caneppele et al. (2013), a utilização da telha tipo sanduíche é capaz de proporcionar um ambiente térmico mais favorável, fato esse explicado pela maior capacidade térmica deste tipo de cobertura, favorecendo a inércia térmica da instalação.

Tendo em vista a importância das coberturas em instalações zootécnicas e a necessidade do desenvolvimento de novos métodos de instalação de coberturas que promovam maior conforto térmico, conduziu-se um experimento com o objetivo de avaliar a eficiência de dois tipos diferentes de coberturas em camadas simples e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas, sendo analisados os valores de temperatura no ambiente e na superfície interna das coberturas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia Rural situado na FCAV/Unesp Jaboticabal, a 21°15'22'' S de latitude e 48°18'58'' W de longitude, com altitude de 595 m. O clima, baseado na classificação de Köppen, é do tipo Awa, descrito como tropical de estiagem no inverno, com estação seca definida (abril a setembro) e concentração das chuvas nos meses de verão (outubro a março).

Foram utilizados dois tipos de coberturas, sendo telhas de fibrocimento e telhas metálicas, com dimensões comerciais de 6mm e 0,50mm respectivamente, instaladas em camadas simples e duplas com diferentes espaçamentos (1, 2, 3, 4 e 5cm), colocados sobre protótipos, constituído de caixas de isopor com dimensões internas 340 mm de altura; 741 mm de comprimento; 553 mm de largura e 100 mm de espessura, sendo que para a minimização das interferências dos ventos, os espaços deixados pela telha sobre a caixa de isopor foram vedados com espuma.

Os protótipos foram fixados em placas de cimento, a uma altura de 0,10m do solo, dispostos em um terreno livre de sombreamento. No total utilizaram-se 12 tratamentos (telhas x espaçamentos) (Tabela 1), com dois protótipos para cada tratamento, sendo estudadas as telhas simples (sem utilização de camadas duplas) e instaladas em camadas duplas com diferentes espaçamentos entre telhas. Como repetições adotaram-se os dias de coleta e o número de protótipos, totalizando 30 repetições para cada tratamento (2 protótipos x 15 dias de coleta).

Tabela 1 – Esquema dos tratamentos experimentais.

---

<b>MS</b>	Metálica Simples (Camada simples)
<b>MD1</b>	Metálica com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
<b>MD2</b>	Metálica com espaçamento de 2cm entre camadas (Camada dupla)
<b>MD3</b>	Metálica com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
<b>MD4</b>	Metálica com espaçamento de 4cm entre camadas (Camada dupla)
<b>MD5</b>	Metálica com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)
<b>FS</b>	Fibrocimento Simples (Camada simples)
<b>FD1</b>	Fibrocimento com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
<b>FD2</b>	Fibrocimento com espaçamento de 2cm entre camadas (Camada dupla)
<b>FD3</b>	Fibrocimento com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
<b>FD4</b>	Fibrocimento com espaçamento de 4cm entre camadas (Camada dupla)
<b>FD5</b>	Fibrocimento com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)

---

Para a obtenção dos dados de temperatura interna em cada um dos protótipos utilizou-se 01 termopar tipo T, modelo 105 T, posicionado debaixo da telha e isolado com uma placa de isopor de 60x60 mm e 12mm de espessura, e um termopar semelhante instalado no centro geométrico do protótipo. A leitura para coleta dos dados foi realizada de hora em hora, entre os meses de maio a agosto de 2013, através do sistema de aquisição de dados, Datalogger marca CAMPBELL SCIENTIFIC-INC.

Utilizou-se o PROC MIX do SAS (Statistical Analysis System), para análise com medidas repetidas no tempo, considerando os horários de medição para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Scott-Knott para a comparação de médias, a 1% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se os dados referentes à variação da temperatura média superficial das coberturas das 8h às 18h.

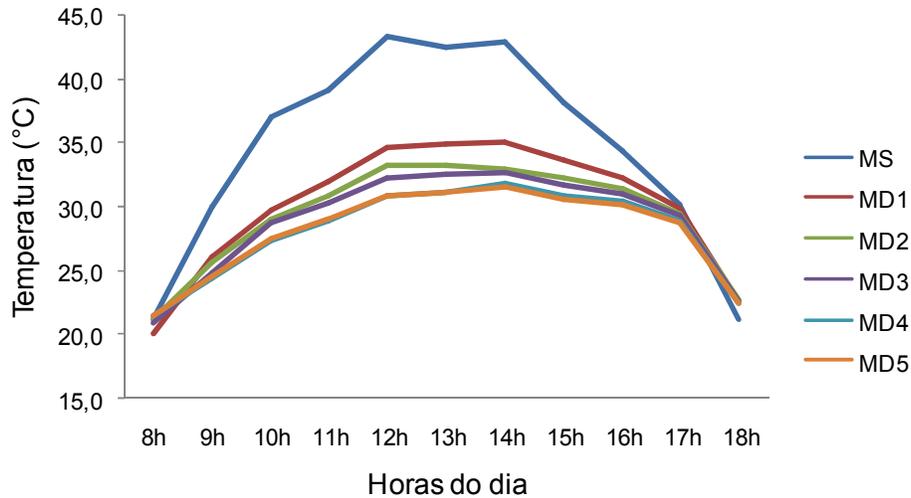


Figura 1 – Temperatura da superfície interna das telhas metálicas nos diferentes horários.

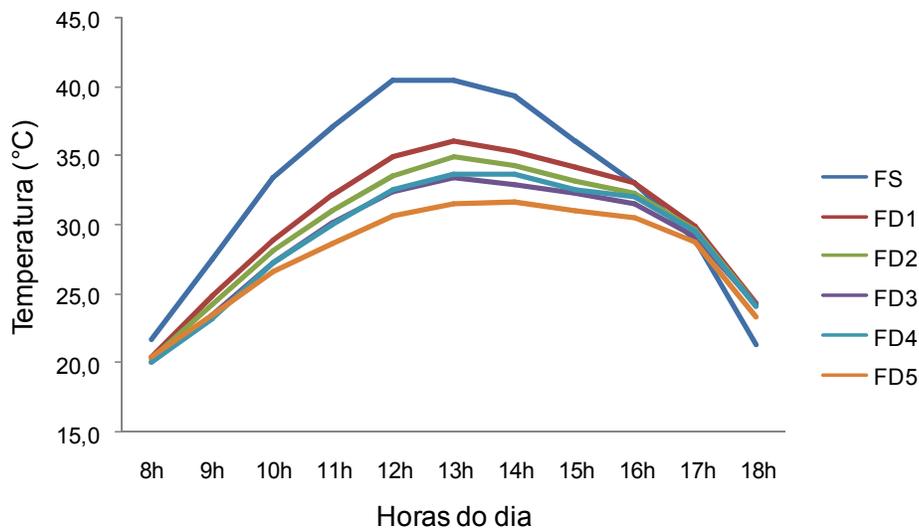


Figura 2 – Temperatura da superfície interna das telhas de fibrocimento nos diferentes horários.

Verificou-se que o comportamento térmico da temperatura superficial interna (TSI) das coberturas seguiu o mesmo padrão, apresentando os menores valores nas primeiras horas do dia e assumindo seu valor máximo próximo às 14h, horário tido como o de máxima radiação solar, e posteriormente decrescendo. Comportamento semelhante foi verificado por Almeida e Passini

(2013), que ao estudarem índices de conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas com diferentes tipos de coberturas, obtiveram uma curva de crescimento desses índices, atingindo seu valor máximo às 14h, decrescendo posteriormente. Fiorelli et al. (2012) também verificaram maiores índices de conforto térmico às 14h, sendo tal comportamento térmico justificado por ser o horário de maior radiação solar.

O uso de camadas duplas promoveu um decréscimo significativo nos valores TSI das coberturas, sendo observados valores de mais de 10°C inferiores em relação a não utilização de camadas duplas às 14h (MS e MD5). Tal fato mostra a eficiência da utilização das camadas duplas, onde a porção de ar presente entre as duas camadas de telha atua como isolante térmico, evitando que parte da energia solar seja transmitida para a superfície interna da cobertura.

Em relação à utilização de camadas simples, verificou-se que a cobertura de fibrocimento apresentou valores menores de temperatura superficial em relação à cobertura metálica, sendo observada às 14h valores de 42,9°C e 39,3°C para as coberturas metálicas e fibrocimento, respectivamente. Tal resultado está de acordo com diversos estudos, sendo resultados semelhantes encontrados por Abreu et al. (2011), que observaram menores valores de TSI em telhas de fibrocimento em relação a telhas metálicas às 14h. Fonseca et al. (2011) também obtiveram resultados semelhantes, ao estudarem coberturas de fibrocimento e zinco na melhoria do ambiente em abrigos para bezerros, verificando uma melhor eficiência térmica da cobertura de fibrocimento em relação a cobertura metálica estudada (zinco). Sampaio et al. (2011), ao estudarem temperatura superficial de telhas e sua relação com o ambiente térmico na instalação, verificaram que as telhas metálicas superaram os 53 °C na sua superfície e foram piores no conforto térmico comparado com as outras telhas estudadas (fibrocimento e barro).

Em relação à utilização de camadas duplas, observou-se que esse mecanismo foi altamente eficiente na redução da TSI das coberturas, sendo os menores valores observados nos tratamentos MD2, MD3, MD4, MD5, FD4 e FD5, onde a maior variação pode ser claramente observada nos horários mais quentes do dia. Observou-se redução máxima da TSI nos tratamentos com a utilização de camadas duplas, sendo os menores valores encontrados para cobertura metálica com espaçamento de 2 a 5cm, e de fibrocimento de 4 e 5cm de espaçamento.

Nas Figuras 3 E 4 encontram-se os dados referentes à variação da temperatura média do ambiente interno dos protótipos nos diferentes tratamentos das 8h às 18h.

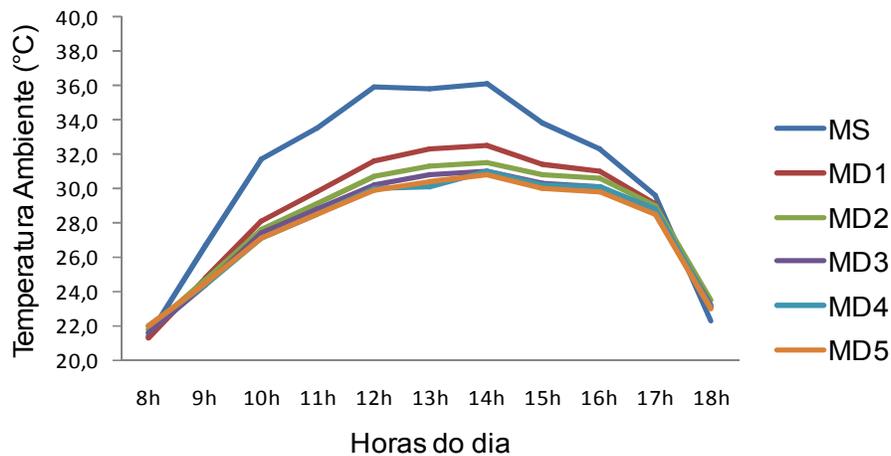


Figura 3 – Temperatura do ambiente interno dos protótipos com a utilização de telhas metálicas.

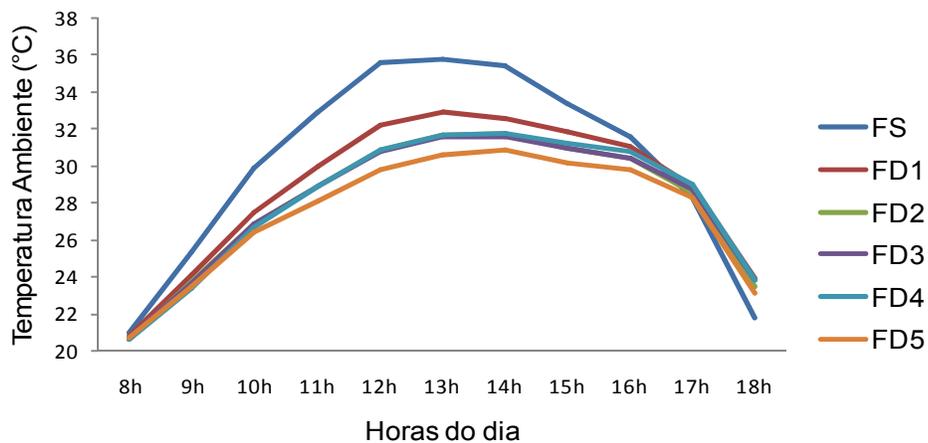


Figura 4 – Temperatura ambiente interno dos protótipos com a utilização de telhas de fibrocimento.

Os valores de temperatura do ambiente (TA) seguiram o mesmo padrão observado para TSI, sendo às 14h foram verificados os maiores valores de TA nos tratamentos com a utilização de camada simples, em relação aos tratamentos em que se utilizaram camadas duplas. Verificou-se também maior inércia térmica das coberturas em camadas duplas, ou seja, uma menor variação de temperatura entre os horários mais quentes e mais frios, algo de extrema importância na produção animal, já que de acordo com Lima et al. (2007) grandes oscilações de temperatura provocam estresse, influenciando negativamente a produção animal, causando grandes perdas nos processos produtivos e reprodutivos.

Observou-se que a utilização de telhas em camadas simples (MS e FS) promoveu uma oscilação de mais de 20°C entre o horário mais frio (6h) e o mais quente (14h), enquanto que as mesmas coberturas instaladas em camadas duplas de 5 cm obtiveram uma variação de 13°C e 14°C,

respectivamente, ou seja, além de diminuir os valores de TA, a utilização de camadas duplas promove um ambiente mais estável, com maior inércia térmica e com variações de temperatura menores.

## CONCLUSÕES

A instalação de telhas metálicas e de fibrocimento em camadas duplas demonstrou uma maior inércia térmica em relação às mesmas coberturas instaladas em camadas simples, promovendo decréscimo nos valores da Temperatura Superficial Interna das coberturas (TSI) e na temperatura do ambiente interno (TA) no modelo estudado, com maior eficiência quando instaladas com espaçamento variando de 2cm a 5cm para telha metálica e de 4cm a 5cm para a telha de fibrocimento.

Telhas metálicas e de fibrocimento instaladas em camadas duplas promovem uma menor oscilação dos valores de temperatura da superfície interna da cobertura e do ambiente onde estão instaladas, promovendo um melhor ambiente térmico em relação a utilização das mesmas instaladas em camada simples.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso do forro. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, p.1014-1020, 2007.
- ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; LOPES, L.S.; CONCEIÇÃO, V.; TOMAZELLI, I. L. Análise termográfica da temperatura superficial de telhas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, n.11, p.1193-1198, 2011.
- ALMEIDA, E.A.;PASSINI, R. Thermal comfort in reduced models of broilers' houses, under different types of roofing materials.Engenharia Agrícola, v.33, n.1, p. 19-27, 2013.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. Ambiência em edificações rurais – Conforto animal. 2º Edição. Editora UFV, 2010. 269 p.
- CANEPPELE, L.B.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; VASCONCELLOS, A.B. Avaliação da eficiência CONCEIÇÃO, M.N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. Piracicaba, 2008, 137 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo, 2008.
- CURTIS, S.E. Environmental management in animal agriculture. Ames, The Iowa State University Press. 409 p. 1983.
- DAMASCENO, F. A. Avaliação de Telhas Ecológicas e sua Influência no Ambiente Térmico de Modelos Físicos de Galpões Avícolas. Lavras, 2008, 195 p. Monografia (Especialista em Gestão e Manejo Ambiental na Agroindústria – Pós-Graduação Lato Sensu) – Universidade Federal de Lavras, 2008.
- FIGLIOLI, J.; SCHMIDT, R.; KAWABATA, C.Y.; OLIVEIRA, C.E.L.; SAVASTANO JUNIOR, H.; & ROSSIGNOLO, J.A. Eficiência térmica de telhas onduladas de fibrocimento aplicadas em abrigos individuais para bezerros expostos ao sol e à sombra. Ciência Rural, v.42, n.1, p.64-67, 2012.
- FONSECA, P.C.F.; ALMEIDA, E.A.; PASSINI, R. Thermal comfort indices in individual shelters for dairy calves with different types of roofs. Engenharia Agrícola, v.31, n.6, p.1044-1051, 2011.

LIMA, K.A.O.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; PERISSINOTTO, M. Estudo da influência de ondas de calor sobre a produção de leite no estado de São Paulo. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, Campinas, v.1, p.63-73, 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, 2009.

PERISSINOTTO, M.; MOURA, D.J.; MATARAZZO, S.V.; 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.