

## COMPORTAMENTO TÉRMICO DE COBERTURAS EM CAMADAS DUPLAS SOBRE O AMBIENTE ZOOTÉCNICO NO PERÍODO SECO

LAÍS M. CINTRA<sup>1</sup>, FRANK F. CAPUCHINHO<sup>2</sup>, KARINA R. FONSECA<sup>3</sup>, KEDINNA  
D. SOUSA<sup>4</sup>, PATRÍCIA C. DE FRANÇA FONSECA<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8279.3454, lais.medeirosc@hotmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8428.8085, frankfreirec@gmail.com

<sup>3</sup> Engenheira Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8475.7146, karerabelo@hotmail.com

<sup>4</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 9319.0869, kedinnads@hotmail.com

<sup>5</sup> Mestre em Engenharia Agrícola, Docente Universidade Estadual de Goiás - UEG, patriciafranca\_engagri@hotmail.com

Apresentado no

XLVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2019  
17 a 19 de setembro de 2019 - Campinas - SP, Brasil

**RESUMO:** A cobertura tem papel fundamental em uma instalação, sendo capaz de impedir que grande parte da radiação solar penetre e eleve a sua temperatura. O presente experimento foi conduzido na UEG, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas - Anápolis - GO, com o objetivo de avaliar a eficiência da cobertura de Fibrocimento, no período seco, em camadas simples e duplas com diferentes espaçamentos entre camadas de 1cm, 3cm e 5cm. No total utilizaram-se 4 tratamentos, e como repetição adotou-se os dias de coleta. 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. Os dados foram analisados utilizando-se o Sisvar, considerando as médias diárias de cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Para TSI observou-se uma diferença de 7,7°C entre a cobertura simples (35,6°C) e em camada dupla com 5cm de espaçamento (27,9°C). Para TA observou-se valor máximo para a cobertura simples (25,9°C) e mínimo para a camada dupla com 5cm de espaçamento (22,3°C). A utilização de cobertura de Fibrocimento em camadas duplas foi eficiente, promovendo decréscimo nos valores de TSI e TA no modelo estudado.

**PALAVRAS-CHAVE:** telha, ambiência, conforto térmico.

## THERMAL BEHAVIOR OF COVERINGS IN DOUBLE LAYERS ON THE ZOOTECHNIC ENVIRONMENT IN THE DRY PERIOD

**ABSTRACT:** The cover has a fundamental role in a facility, being able to prevent much of the solar radiation to penetrate and raise your temperature. The present experiment was conducted at the UEG, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas - Anápolis - GO, with the objective of evaluating the efficiency of the Fibercement in single and double layers with different spacings between layers of 1cm, 3cm and 5cm. In total, 4 treatments were used, and as a repetition the days of collection were adopted. Temperature sensors were installed in the lower part of the cover and in the center of the model, obtaining the Internal Surface Temperature of the coverages (IST) and the Ambient Temperature (AT) inside the model. The data were analyzed using Sisvar, considering the daily averages of each day evaluated, and analysis of variance and Tukey test at 5% of significance. For IST, a difference of 7.7°C was observed between the single coverage (35.6°C) and double layer with 5cm of spacing (27.9°C). For AT it was observed a maximum value for single coverage (25.9°C) and minimum for double layer with 5cm of spacing (22.3°C). The use of double layer

Fibercement coating was efficient, promoting a decrease in IST and AT values in the model studied.

**KEYWORDS:** tile, ambience, thermal comfort.

**INTRODUÇÃO:** Uma forma do ambiente térmico das instalações ser influenciado é o acondicionamento térmico natural, por meio de técnicas construtivas e dos materiais de construção e segundo Moraes (1999), dentre os materiais de construção utilizados nas instalações rurais, merecem destaque os das coberturas, os quais constituem um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior das instalações.

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.

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. O fator mais importante é a quantidade da radiação, recebida pela cobertura, que chega até os animais, a qual é determinada pelo tipo de material de cobertura ou pela presença de um isolante térmico abaixo desta. O uso de forro sob o telhado é um dos tipos de isolamento térmico mais utilizado, o qual melhora o conforto dos animais, reduzindo a transmissão térmica e aumentando sua inércia térmica (OLIVEIRA J. E. et. al., 2000).

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido no período de agosto a setembro de 2018, na Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Universitário de Ciências Exatas e Tecnológicas (CCET), Anápolis – GO. O município encontra-se na latitude 16° 22' 56,76''S e longitude 48° 56' 45,46''W, estando a cerca de 1.017 m de altitude. A classificação climática do local, segundo Köppen, é 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).

Foi utilizada a cobertura de fibrocimento, com dimensão comercial de 6mm, instalada em camadas simples e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas (1, 3 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 e os protótipos foram fixados em um terreno livre de sombreamento, fixados em placas de cimento, a uma altura de 0,10m do solo.

No total foram utilizados quatro tratamentos (Tabela 1), e como repetição foi adotado os dias de coleta totalizando 20 repetições para cada tratamento.

TABELA 1. Esquema dos tratamentos experimentais.

---

FS	Fibrocimento Simples (Camada simples)
FD1	Fibrocimento com espaçamento de 1cm entre camadas (Camada dupla)
FD3	Fibrocimento com espaçamento de 3cm entre camadas (Camada dupla)
FD5	Fibrocimento com espaçamento de 5cm entre camadas (Camada dupla)

---

Para a obtenção dos dados de Temperatura da Superfície Interna (TSI) e Temperatura do ambiente (TA) em cada um dos protótipos utilizou-se 01 sensor de temperatura, acoplado abaixo da telha e isolado com uma placa de isopor de 60x60 mm e 12mm de espessura e um termohigrômetro instalado no centro geométrico do protótipo. A leitura para coleta dos dados foi realizada no horário das 8h, 10h, 12h, 14h e 16h, entre os dias 21 de agosto e 19 de setembro de 2017, através do sistema de aquisição de dados, utilizando um Datalogger.

Utilizou-se o Sisvar, para análise, com medidas repetidas no tempo, considerando as médias diárias para cada dia avaliado, sendo realizada análise de variância e teste de Tukey para a comparação de médias, a 5% de significância.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A utilização de camadas duplas, com espaçamento de 5cm, promoveu uma diminuição nos valores de TA e TSI, sendo observado diferença significativa de 3,6°C e 7,7°C, respectivamente, em relação a não utilização de camadas duplas, como mostra a Tabela 2.

TABELA 2. Médias de Temperatura do Ambiente (TA) e Temperatura da Superfície Interna (TSI).

Variáveis	Tratamentos				Média	C.V	Prob. F
	FS	FD1	FD3	FD5			
TA (°C)	25,9 c	25,4 bc	24,0 b	22,3 a	24,4	8.06	0,00
TSI (°C)	35,6 d	30,1 c	29,0 b	27,9 a	30,6		

FS: Fibrocimento Simples (Camada simples); FD1: Fibrocimento com espaçamento de 1cm entre camadas; FD3: Fibrocimento com espaçamento de 3cm entre camadas; FD5: Fibrocimento com espaçamento de 5cm entre camadas; CV: coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de camadas duplas promoveu um decréscimo significativo nos valores de TSI das coberturas observando-se diferença estatística significativa ( $P < 0,05$ ) entre todos os tratamentos estudados, para esta variável. À medida que o espaçamento entre as camadas das coberturas aumenta, percebe-se a diminuição nos valores TSI. Essa diminuição dos valores de TSI, com a utilização de camadas duplas, deve-se a formação de um bolsão de ar entre as duas camadas, que, devido à baixa condutividade térmica do ar, este atua como isolante térmico, impedindo que parte da radiação absorvida pela cobertura seja transmitida para o interior da instalação, dissipando essa energia para o meio.

Analisando a variável TA, observou-se que a cobertura de Fibrocimento Simples apresentou temperatura mais elevada, 25,4°C, diferindo-se estatisticamente dos tratamentos FD3 e FD5, porém não diferiu-se do tratamento FD1, mostrando que o espaçamento de 1cm não foi suficiente para uma redução significativa da temperatura do ambiente. Todos os tratamentos, de camadas duplas, apresentaram uma diminuição gradativa, à medida que o espaçamento entre camadas aumenta, mas apenas a cobertura FD1 diferiu-se estatisticamente da cobertura FD5.

Na figura 1 observa-se que o comportamento da TA é diretamente proporcional ao comportamento TSI, ou seja, à medida que a TSI decresce, a TA na instalação demonstra ter o mesmo comportamento. Esse resultado reflete a importância de se aumentar o isolamento térmico das coberturas, sendo que de acordo com D'Orazio et al. (2010), o aumento da densidade de isolamento do telhado reduz os gastos com resfriamento artificial no interior das instalações.

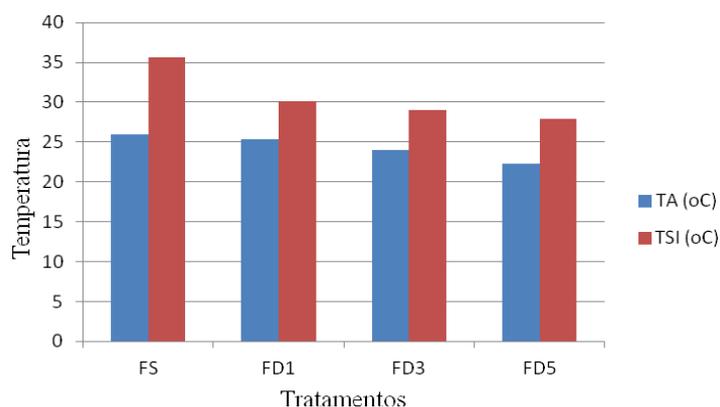


Figura 1. Relação entre a TSI e a TA nos diversos tratamentos.

**CONCLUSÕES:** A cobertura de fibrocimento em camadas duplas, com espaçamento de 5cm entre as camadas, demonstrou uma maior inércia térmica em relação às coberturas, com espaçamento de 1cm e 3cm e em camada simples, promovendo decréscimo nos valores da Temperatura do Ambiente interno (TA) e Temperatura Superficial Interna (TSI) das coberturas, no modelo estudado.

#### REFERÊNCIAS:

- CANEPPELE, L.B.; NOGUEIRA, M.C.J.A.; VASCONCELLOS, A.B. Avaliação da eficiência energética e custo benefício no uso de coberturas metálicas em supermercados empregando o software energyplus. **Revista eletrônica em gestão, educação e tecnologia ambiental**, v.9, n.9, p.1971-1979, 2013.
- CONCEIÇÃO, M.N. Avaliação da influência do sombreamento artificial no desenvolvimento de novilhas leiteiras em pastagens. 2008, 138 p. 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.
- D'ORAZIO, M.; DI PERNAX, C.; DI GIUSEPPEA, E. The effects of roof covering on the thermal performance of highly insulated roofs in Mediterranean climates. *energy and Buildings*, v.42, p.1619-1627, 2010.
- MORAES, S.R.P. Conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, para diferentes coberturas, durante o verão. 1999. 73p. (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- OLIVEIRA, J.E.; SAKOMURA, N.K.; FIGUEIREDO, A.N.; LUCAS JÚNIOR, J.; SANTOS, T.M.B. Efeito do isolamento térmico de telhado sobre o desempenho de frangos de corte alojados em diferentes densidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1427-1434, 2000.
- 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, 2011