

COMPORTAMENTO TÉRMICO DE COBERTURAS EM CAMADAS DUPLAS SOBRE O AMBIENTE ZOOTÉCNICO

FRANK FREIRE CAPUCHINHO¹, KARINA RABELO FONSECA², KEDINNA DIAS
DE SOUSA³, LAÍS MEDEIROS CINTRA⁴, PATRÍCIA C. DE FRANÇA FONSECA⁵

¹ Engenheiro Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8428-8085, frankfreirec@gmail.com

² Engenheira Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8475-7146, karerabelo@hotmail.com

³ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 9319-0869, kedinnads@hotmail.com

⁴ Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, (62) 9 8279-3454, lais.medeiros@hotmail.com

⁵ Mestre em Engenharia Agrícola, Docente Universidade Estadual de Goiás, 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. Portanto, objetivou-se avaliar a eficiência da cobertura de Fibrocimento, em camadas simples e duplas, com diferentes espaçamentos entre camadas (1, 3 e 5 cm) e comparar a eficiência nos períodos chuvoso e seco. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (período do ano x tipo de cobertura), adotando-se os dias de coleta como as repetições. Foram instalados sensores de temperatura na parte inferior da cobertura e no centro do modelo, a fim de se coletar as temperaturas de superfície interna das coberturas (TSI) e do ambiente (TA) no interior do modelo. Os dados foram submetidos à análise de variância ($P \leq 0,05$) e, quando significativos, foi realizado teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o Software Sisvar 5.6. A cobertura de fibrocimento em camadas duplas, com espaçamento de 5 cm entre as camadas, demonstrou uma maior inércia térmica em relação às coberturas, com decréscimo nos valores da temperatura do ambiente interno (TA) e temperatura superficial interna (TSI) das coberturas, no modelo estudado.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiência, conforto térmico, telha.

THERMAL BEHAVIOR OF COVERINGS IN DOUBLE LAYERS ON THE ZOOTECHNIC ENVIRONMENT

ABSTRACT: A roof has a fundamental role in an installation, being able to prevent much of the solar energy from penetrating and having its temperature. Therefore, the objective of this study was to evaluate the efficiency of the Fibrocement cover in single and double layers with different spacings between layers (1, 3 and 5 cm) and to compare the efficiency in the rainy and dry periods. The experimental design was completely randomized, in a 2x4 factorial scheme (period of the year x type of cover), adopting the days of collection as the repetitions. Temperature sensors were installed in the lower part of the roof and in the center of the model in order to collect the internal surface temperatures of the roofs (TSI) and ambient (TA) inside the model. Data were submitted to analysis of variance ($P \leq 0.05$) and, when significant, a Tukey test was performed at 5% of probability using Sisvar Software 5.6. The double-layer fiber-cement cover, with a spacing of 5 cm between the layers, showed a higher thermal inertia in relation to the roofs, with a decrease in the internal environment temperature (TA) and the internal surface temperature (IST) of the roofs, in the model studied.

KEYWORDS: Ambience, thermal comfort, tile.

INTRODUÇÃO: As variações climáticas representam um desafio em manter a produção animal, pois alteram as condições fisiológicas dos animais ocasionando declínio na produção (FONSECA, 2010). Para os climas subtropicais e tropicais, como os do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são limitantes ao desenvolvimento e à produção dos animais, devido à condição de estresse térmico a qual eles se encontram. Assim, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno seja menos influenciado pela variação climática (PADILHA et al., 2001). As coberturas são grandes responsáveis por promover um ambiente mais adequado à produção animal, visto que a utilização de abrigos com os mais diversos materiais de cobertura, 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 (BAËTA e SOUZA, 2010). O fator mais importante é a quantidade desta radiação 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 et al., 2000). Tendo em vista a importância e a necessidade de desenvolver novos métodos de instalação de coberturas que promovam maior conforto térmico, objetivou-se avaliar a eficiência da cobertura de Fibrocimento, em camadas simples e duplas, com diferentes espaçamentos entre camadas e comparar a eficiência nos períodos chuvoso e seco.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido na Universidade Estadual de Goiás, Campus 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 6 mm, instalada em camadas simples e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas (1, 3 e 5 cm), colocados sobre protótipos, constituído 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 0,10 m 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 1 cm entre camadas (Camada dupla)
FD3	Fibrocimento com espaçamento de 3 cm entre camadas (Camada dupla)
FD5	Fibrocimento com espaçamento de 5 cm 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 12 mm 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 06 e 31 de março e 21 de agosto e 19 de setembro de 2017, por meio do sistema de aquisição de dados, utilizando um Datalogger.

Utilizou-se o Sisvar, para análise estatística, com medidas repetidas no tempo, considerando os horários de medição 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:

De acordo com a Tabela 2, tanto no período chuvoso quanto no seco, a cobertura em camada simples (FS) diferiu significativamente em relação às outras coberturas analisadas, exceto para cobertura FD1 no período seco. No período chuvoso as coberturas instaladas com forro de espaçamento 3 e 5 cm apresentaram menores valores de temperatura do ambiente e não diferiram entre si, demonstrando assim, um maior potencial como tipo de cobertura visando diminuir o calor do ambiente.

A utilização dos maiores espaçamentos de forro FD3 e FD5 proporcionou decréscimo de 3,63 e 4,39 °C para período chuvoso e de 1,96 e 3,65 °C para o período seco em relação a cobertura em camada simples.

Não se notou diferença significativa na temperatura ambiente, em relação aos períodos do ano e a cobertura de fibrocimento em camada simples. Com a utilização do espaçamento entre o forro (1, 3 e 5 cm) verificou diferença estatística entre o período chuvoso e o período seco.

Durante o período de seca os valores médios de temperatura do ambiente foram maiores em relação ao período chuvoso.

Todos os tratamentos de camadas duplas, apresentaram uma diminuição gradativa, à medida que os espaçamentos entre camadas aumentam, mas apenas a cobertura FD1 diferiu-se estatisticamente da cobertura FD5 no período chuvoso, enquanto no período seco FD3 diferiu-se de FD5, porém não diferiu-se de FD1.

TABELA 2. Valores médios de temperatura do ambiente (TA) para o período chuvoso e seco com diferentes tipos cobertura de fibrocimento, instalada em camadas simples (FS) e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas de 1 (FD1), 3 (FD3) e 5 (FD5) cm.

Tratamento/Período	Temperatura do Ambiente (°C)	
	Chuvoso	Seco
FS	25,40 cA	25,92 cA
FD1	24,10 bA	25,39 bcB
FD3	21,76 aA	23,96 bB
FD5	21,01 aA	22,27aB

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 pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à temperatura da superfície interna (Tabela 3), os tratamentos não apresentaram diferenças, quando comparados entre os períodos do ano, exceto para a cobertura em camada simples. Durante os dois períodos analisados todos os tipos de cobertura diferiram entre si para a temperatura da superfície interna do ambiente. O espaçamento de forro de 5 cm apresentou menores médias para esse parâmetro em relação aos demais tipos de forro, demonstrando ser assim melhor opção como tipo de cobertura. A cobertura com forro em camada simples proporcionou as maiores temperaturas de superfície interna, para os dois períodos analisados, chegando ao valor de 37,44 °C para o período chuvoso e de 35,62 °C para o período seco.

TABELA 3. Valores médios de temperatura da superfície interna (TSI °C) para o período chuvoso e seco com diferentes tipos cobertura de fibrocimento, instalada em camadas simples (FS) e com diferentes espaçamentos entre camadas duplas de 1 (FD1), 3 (FD3) e 5 (FD5) cm

Tratamento/Período	Temperatura de Superfície Inferior (°C)	
	Chuvoso	Seco
FS	37,44 dA	35,62 dB
FD1	30,84 cA	30,06 cA
FD3	29,46 bA	28,90 bA
FD5	28,48 aA	27,92 aA

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 pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente 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.

CONCLUSÕES: A cobertura de fibrocimento em camadas duplas, com espaçamento de 5 cm entre as camadas, demonstrou uma maior inércia térmica em relação às coberturas de camada simples e as coberturas com espaçamento de 1 e 3 cm, promovendo decréscimo nos valores da temperatura do ambiente interno (TA) e da temperatura superficial interna (TSI) das coberturas, no modelo estudado. Os tratamentos FD1, FD3 e FD5 apresentaram menores TA no período chuvoso, quando comparados ao período de seca

REFERÊNCIAS:

- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais** – Conforto animal. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. 269 p.
- FONSECA, P. C. DE. Efeito do manejo de cobertura sobre índices de conforto térmico, variáveis fisiológicas e desempenho de bezerros leiteiros. 2010. 67p. Dissertação (**Mestrado em Engenharia Agrícola**) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis.
- 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**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1427-1434, 2000.
- PADILHA, J. A. S.; TOLÊDO FILHO, R. D.; LIMA, P. L. R.; JOSEPH, K.; LEAL, A. F. Argamassa leve reforçada com polpa de sisal: compósito de baixa condutividade térmica para uso em edificações rurais. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.1. p.1-11, 2001.