

Desempenho e eficiência térmica de forros de cobertura composto de EVA + resíduos para instalações avícolas

Performance and thermal efficiency of EVA compound cover lines + waste for avocol facilities

Raniere Fernandes COSTA [1](#); Marineide Jussara DINIZ [2](#); Ariadne Soares MEIRA [3](#); Rafael Oliveira BATISTA [4](#); Joaquim Odilon PEREIRA [5](#)

Recebido: 15/05/2017 • Aprovado: 12/06/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e métodos](#)
- [3. Resultados e discussão](#)
- [4. Conclusões](#)
- [Referências](#)

RESUMO:

Este trabalho avaliou o desempenho e eficiência térmica de forros a base de partículas de EVA + resíduos na composição de placas sanduíche utilizadas em coberturas de modelos reduzidos. Foram construídos cinco modelos reduzidos, utilizando telhas de fibrocimento associados a quatro tipos de forros e um sem uso de forro, como testemunha. Os forros foram compostos por placas de EVA; EVA+ resíduos da indústria de papel e celulose (RPC); EVA + resíduos da indústria madeireira (RM) e EVA + resíduos cerâmicos (RC). Após análise foi verificado que o modelo composto apenas de EVA foi o mais indicado para aplicação em instalações avícolas, apresentando a menor temperatura de globo negro e o maior atraso térmico em relação aos demais forros.

Palavras chave: isolante térmico; placas sanduíche; atraso térmico.

ABSTRACT:

This work evaluated the performance and thermal efficiency of EVA + particle based linings in the composition of sandwich plates used in reduced model covers. Five reduced models were constructed, using asbestos cement tiles associated to four types of linings and one without lining, as a control. The liners were composed of EVA plates; EVA + waste from the paper and cellulose industry (PRC); EVA + wood industry residues (RM) and EVA + ceramic waste (RC). After analysis it was verified that the model composed only of EVA was the most suitable for application in poultry facilities, presenting the lowest black globe temperature and the highest thermal delay in relation to the other linings.

Keywords: thermal insulation, sandwich plates; thermal lag.

1. Introdução

Nas instalações avícolas, têm-se observado nos últimos anos um grande avanço no que se diz respeito a inovações tecnológicas, visando à melhoria na produção e conforto térmico dos animais, porém, é importante ater-se aquelas de fácil utilização e que podem ser rapidamente incorporadas pelos produtores sem necessidades de grandes investimentos.

Apesar do cenário ser favorável para avicultura brasileira nos próximos anos, é necessário que as integradoras e produtores independentes aprimorem seus galpões avícolas, uma vez que o sucesso dessa atividade depende do micro clima interno das instalações, uma vez que as aves são sensíveis à variação de temperatura (Cravo *et al.*, 2012). Em regiões com temperatura e umidade relativa elevada o maior ganho térmico ocorre principalmente por meio da cobertura, que é a superfície mais exposta a radiação direta. Materiais isolantes em estruturas para exploração animal tem sido um importante foco de pesquisas em regiões com clima quente.

Para isolar termicamente uma cobertura, é necessário utilizar materiais conhecidos como isolantes resistivos, que reduzem a transferência de calor por condução (Vittorino *et al.*, 2003). O material ideal também deve possuir baixo coeficiente de absorção, baixa condutividade térmica e maior retardo térmico (Tonoli *et al.*, 2011), portanto, é importante avaliar o comportamento térmico do materiais e componentes construtivos, em relação a transferência de calor, para facilitar o controle do microclima interno das instalações.

Para tentar amenizar os efeitos da radiação solar sobre os animais, a busca por novas técnicas construtivas e materiais que atuem como melhor isolante térmico em coberturas nas instalações zootécnicas é cada vez maior e o uso de forros de cobertura é uma alternativa eficaz, favorecendo ao acondicionamento térmico, por amenizar o fluxo de calor entre o ambiente externo e a instalação rural.

Camerini *et al.*, (2009) ao realizar um experimento com modelos reduzidos, utilizando resíduos de EVA (Etileno-Acetato de Vinila) como isolante térmico, observou que os modelos com utilização do resíduos de EVA apresentaram valores reduzidos nos índices avaliados tanto do Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU) como da Carga Térmica Radiação (CTR), proporcionando assim um melhor ambiente térmico.

Cunha (2013) relata que como balizadores no processo de tomada de decisões foram elaboradas normas com diretrizes com vista ao desenvolvimento de projetos e, ou especificação de sistemas construtivos; essas normas estabelecem, também, metodologias apropriadas à avaliação do desempenho térmico e energético de edificações, em função dos índices térmicos, das propriedades térmicas dos materiais e das recomendações mínimas adequadas a cada realidade climática específica. Como exemplo, pode-se citar o conjunto de normas brasileiras compostas pela NBR 15220 (ABNT, 2005) e NBR 15575 (ABNT, 2013).

Em vista do exposto, objetivou-se avaliar o desempenho térmico de placas sanduiche de Etileno Acetato de Vinila (EVA) + resíduos da indústria de papel e celulose, madeireira e cerâmica, como forro de cobertura, em modelos reduzidos.

2. Material e métodos

O experimento foi realizado na área experimental do Laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LaCRA) pertencente a Universidade Federal de Campina Grande/PB, cuja coordenadas geográficas são 7°14' latitude Sul e 36°12' longitude Norte. Os modelos alocados na parte superior do LaCRA acerca de 6m de altitude acima do solo, dispostos no sentido Leste-Oeste, com a coleta dos dados realizada durante 141 dias consecutivos, compreendendo o período chuvoso de julho a dezembro.

Os modelos utilizados nessa pesquisa reproduziram as instalações de um aviário comercial com 12 m de largura, 120 m de comprimento e 3,00 m de pé-direito, orientação Leste-Oeste e escalas de 1:20 na largura e 1:100 no comprimento com medidas reais de 0,60 x 1,00 x 1,20 m (largura x altura x comprimento), ilustrado na Figura 1.



Figura 1. Vista da área experimental mostrando os cinco modelos reduzidos

Os modelos mantiveram o distanciamento entre si de 1,50 m no sentido Leste-Oeste e 4,00 m no sentido Norte-Sul permitindo, assim, radiação solar e ventilação natural homogêneas. Para a construção dos modelos reduzidos foram utilizadas peças retangulares de madeira de 3 cm de espessura. As fachadas foram vedadas com folhas de isopor de 20 mm de espessura a fim de evitar interferências do meio externo. Nos pisos utilizou-se madeira compensada distando 10 cm acima do nível do solo.

Todos os resíduos utilizados passaram primeiramente por um processo de trituração a fim de obter uma granulometria necessária para a confecção das placas sanduíches. A classificação granulométrica foi realizada no laboratório de Construções Rurais e Ambiente (LACRA), com o intuito de determinar o tamanho da partícula, como propósito de utilizar a matéria-prima uniforme.

Determinou-se dentro dos estudos e testes prévios, 6 cm de espessura da placa a ser levada a estufa, com 3 cm de EVA na parte inferior, a camada intermediária preenchida pelo resíduo até espessura de 1cm, e completada com camada superior de 2 cm de EVA, onde nessa parte da placa foi atribuída a área da seção A. Nas laterais, denominado área da seção B, ficaram com 3 cm livre, composto apenas de EVA possibilitando a colagem das camadas (Figura 2).

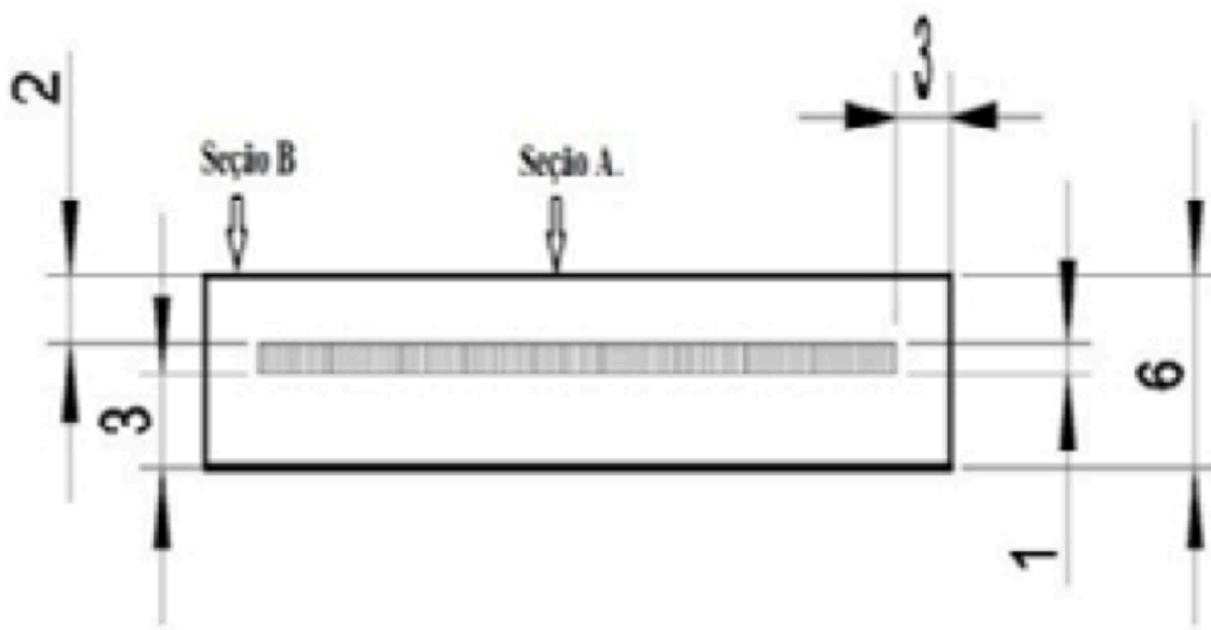


Figura 2. Esquema representativo do forro tipo placa sanduíche

Os resíduos utilizados foram colocados numa fôrma de aço, com as seguintes dimensões: 40 cm de comprimento; 35 cm de largura; 8 cm de altura. Posteriormente, o material nas placas foi nivelado e compactado, adicionando por meio de carga de aproximadamente 8 kg sobre a tampa e colocando logo em seguida, o conjunto (forma, resíduo e carga) em uma estufa modelo SL-102/480 com temperatura de 150 °C, onde permaneceu por cerca de 8 horas, esse procedimento visou a aderência do EVA na 1ª e última camada da placa. Decorrido o período na estufa, as placas foram retiradas, resfriadas ao ar livre por 10 h e, em seguida, desenformadas.

Foi determinada a proporção de 85% de EVA para 15% de resíduos de madeira, papel e celulose e cerâmicos. O material nas placas foi nivelado e compactado, adicionando uma carga de aproximadamente 8 kg sobre a tampa sendo o conjunto (fôrma, resíduo e carga) colocado em uma estufa logo em seguida permanecendo à 150 °C por 8 h. Esse procedimento visou a aderência do EVA na 1ª e última camadas da placa (Figura 3).

A.



B.



C.



D.



Figura 3. a) Corte interno do Forro de EVA. b) Forro de EVA+RPC.
(c) Forro de EVA+RM e (d) Forro de EVA+RC.

A temperatura de globo negro foi medida com o auxílio de uma esfera oca de polietileno, pintados na cor preta fosco, com 4 cm de diâmetro, na qual foi inserido um sensor térmico que registrou a temperatura que, por sua vez, foi imediatamente armazenada no datalogger. Com relação a calibração dos globos, os mesmos foram calibrados apresentando coeficiente de variação R^2 de 0,9998, havendo diferença apenas na segunda casa decimal, portanto, não ocorrendo diferença entre os 5 globos negros. Para medição da temperatura de globo negro os termopares foram localizados a uma altura de 50 cm no interior dos modelos reduzidos.

Os dados obtidos pela temperatura de globo negro, foram submetidos à análise de variância e aplicação do teste de Tukey para a comparação de médias entre os tipos de forros para cobertura, com nível de significância de 5%. As análises de variância foram realizadas utilizando-se o procedimento do software *ASSISTAT*.

Para a coleta e armazenamento dos dados das temperaturas globo negro foram utilizados 20 termopares tipo T (Cobre-Constantan) instalados em um sistema de aquisição de dados modelo CR1000, fabricante Campbell Scientific programado para coletar dados a cada 5 minutos por 24 horas por um período de 141 dias ininterruptos.

Foi feita uma análise estatística, onde, utilizou-se o experimento fatorial, com 2 blocos e 20 repetições, sendo que os bloco foram divididos em fator 1 (sem forro e forro) e fator 2 (horários), utilizando-se dos horários que apresentaram valores médios de maiores incidência de radiação solar que foram das: 10:30 h, 11:30 h, 12:30 h e 13:30 h.

A entalpia (H) foi calculada através do programa computacional Grapsi® onde foram inseridos valores da altitude da área experimental, temperatura do ar e umidade relativa do ambiente interno.

Foram realizados os cálculos dos parâmetros de desempenho térmico das coberturas através dos procedimentos definidos pela norma NBR 15220:2 (2003), calculando-se a resistência térmica (RT), transmitância térmica (U), capacidade térmica (CT), atraso térmico (φ) e fator solar (FS_o) para todos os tratamentos.

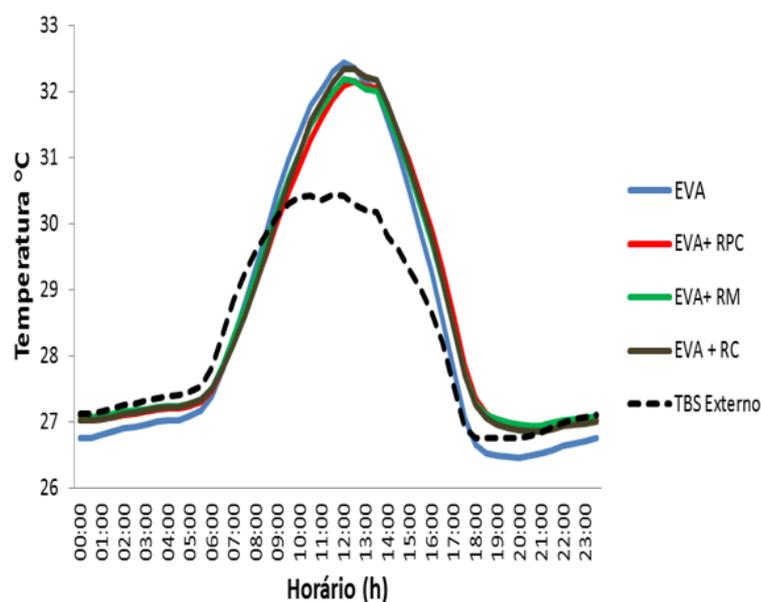
3. Resultados e discussão

Com base nos dados obtidos, observou-se uma retenção maior nas peneiras dos resíduos de EVA e de papel e celulose ambos com: 2,80 mm (40,08%) e 9,52 mm (98,65%), respectivamente. Já os resíduos de madeira e cerâmico por apresentarem partículas de menores dimensões à granulometria média foi de 0,149 mm (29,99%) e 0,59 mm (63,03 g), respectivamente. O resíduo de EVA, por ter partículas heterogêneas, resultou em um forro com a superfície interna e externa mais compactada, contribuindo para um melhor acabamento da placa sanduíche.

Nesta etapa, foram apresentadas as curvas geradas pelos tratamentos, a partir das médias, a cada hora, durante todo o período de coleta dos dados das temperaturas da superfície superior e inferior dos forros TSS e TSI, temperatura de globo negro (T_{gn}) e entalpia (H).

O forro composto apenas de EVA possui uma maior capacidade de receber calor na superfície superior, mas também possui uma maior facilidade em dispersá-lo, assim sendo, aqueceria mais rapidamente que os outros materiais e esfriaria mais rápido, conseqüentemente, é o que acontece na Figura 4 A.

A.



B.

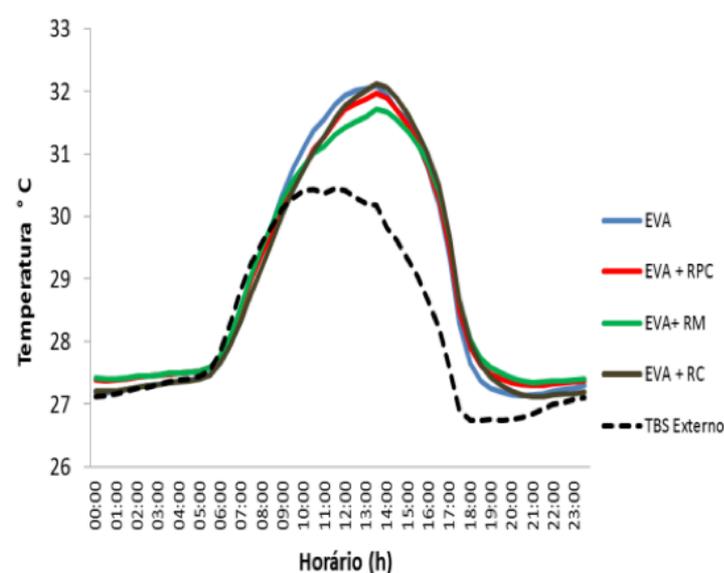


Figura 4. Curvas da temperatura da superfície superior (A) e da temperatura da superfície inferior (B)

Na Figura 4B pode-se observar que o forro de EVA + RM reduziu em até 0,5 °C a temperatura entre as superfícies superior e inferior no horário entre 10 e 14 h, ou seja, apresentou mecanismo de barreira à radiação mais eficiente, se compará-lo ao forro composto apenas de EVA, onde sua redução na temperatura está na ordem de 5,3%, o que pode ser explicado pela baixa capacidade de condução de calor pela madeira. Nos demais tratamentos a menor diferença entre as superfícies foi na placa de EVA + RPC.

A T_{gn} é resultado do efeito combinado entre a temperatura do ar, radiação e velocidade do ar. A radiação solar tem um significado importante para produção pecuária, principalmente nos

tropicos. Por radiação, entende-se o calor recebido de tudo que rodeia o animal: o Sol, as paredes de construção, outras pessoas/animais, entre outros (Ferreira, 2005). A radiação é um componente significativo do ambiente térmico, exercendo influência acentuada no processo de transferência de calor animal ambiente.

Na Figura 5, são apresentadas as curvas correspondentes aos valores observados das médias diárias da T_{gn}, para os cinco tratamentos, onde pode-se observar um comportamento similar entre os tratamentos.

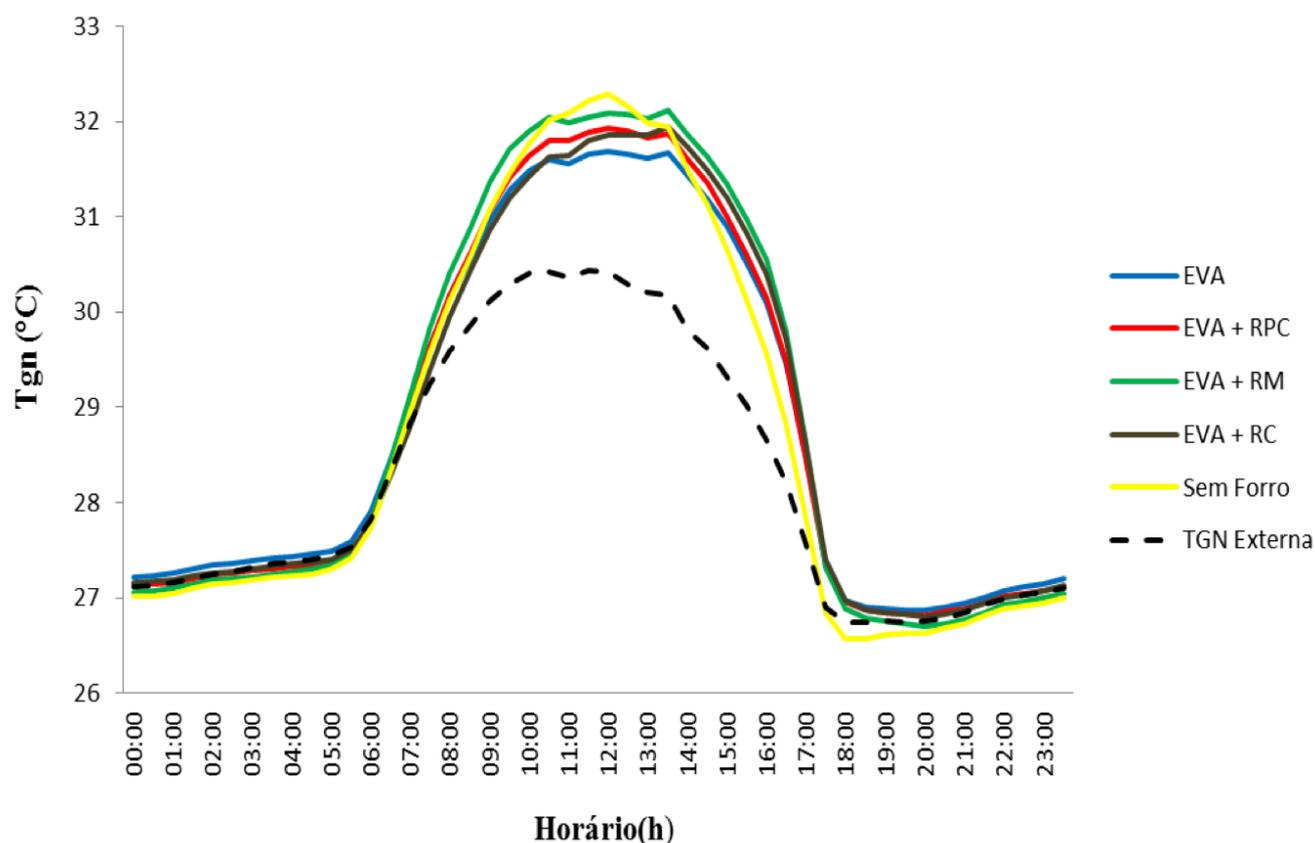


Figura 5. Comportamento da T_{gn} nos diferentes tratamentos e horários de coleta.

No horário de maior incidência de radiação solar das 10:30 às 13:30 h, os forros de EVA, EVA+RPC, EVA+RM e EVA+RC alcançaram valores médios de temperatura de globo negro de 31,60; 31,75; 31,95 e 31,77 °C, respectivamente, e para o tratamento sem uso de forro obteve uma temperatura média de 32,09 °C. A partir das 14h observa-se um decréscimo nos valores de T_{gn}, se estabilizando as 18 h e permanecendo até às 5 h voltando então a aumentar.

No período de maior incidência solar, o forro composto apenas de EVA apresentou menor valor de T_{gn} em relação aos demais forros, com 1,32% a menos que o forro EVA+RM, que obteve o maior valor, o que pode ser explicado devido à menor presença dos resíduos de EVA nos forros sanduíche que possuem o incremento de outros resíduos. Mediante ao que foi exposto, esse resultado confirma o melhor desempenho térmico do forro de EVA como isolante térmico.

Ao mesmo tempo em que o forro de EVA+RM obteve os maiores valores de T_{gn} durante o período de maior incidência solar, o período das 18:00 h às 5:00 h, o mesmo forro apresentou valores mais baixos entre os forros, com média de 27,02 °C, 0,6% a menos que o forro de EVA, que teve maior valor nesse horário. Uma das características físicas da madeira é apresentar baixa capacidade para conduzir calor (Mady, 2008). Pode-se atribuir esse comportamento ao fato de que o forro EVA+RM absorve maior quantidade de calor durante os horários de maior radiação solar, ao mesmo tempo tende a liberar calor mais rápido para o ambiente. Isso se deve ao resíduo apresentar calor específico elevado em relação aos demais resíduos, ocorrendo uma variação térmica ao receber determinada quantidade de calor.

Carvalho (2013), utilizando-se telha de fibro cimento e forros de polietileno em protótipos de aviários com cortinas fechadas, verificou-se que a temperatura média de globo negro nos horários das 12 às 14 h foi de 34,29 °C, bem superior ao registrado com uso de forros composto de EVA+Resíduos.

As 12 h encontra-se a maior média de Tgn, cujo valor foi de 32,29 °C do tratamento sem uso de forro e 32,07 °C para o forro EVA+RM. Ou seja, no tratamento sem uso de forro, a radiação incide diretamente na cobertura e como não há barreira para absorção dessa radiação a temperatura tende a ser mais elevado no interior dos modelos reduzidos, já em relação aos demais tratamentos o uso de forro atuou como uma barreira radiante, amortecendo o fluxo de calor. O uso do forro na cobertura dos aviários justifica-se pelo fato de resultar em melhores condições de conforto térmico para as aves (Abreu *et al.*, 2007).

Na Tabela 1, apresenta-se análise estatística descritiva que contempla a observação da Tgn referente aos diferentes forros em estudo, em função dos horários avaliados.

Tabela 1. Apresenta a análise da variância para experimento fatorial

FV	GL	SQ	QM	F
Fator1(F1)	4	11.48333	2.87083	6.1725**
Fator 2 (F2)	3	0.51546	0.17182	0.3694 ns
Int. F1 x F2	12	4.17354	0.34779	0.7478 ns
<hr/>				
Tratamentos	19	16.17233	0.85118	1.8301*
Resíduos	380	176.73868	0.46510	
<hr/>				
Total	399	192.91101		

¹FV: Fontes de variação ;GL: Grau de liberdade; SQ: Soma dos quadrados; QM: Quadrados médios ; F: teste F; ²** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); * significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$); ns : não significativo ($p \geq .05$);³ Fator 1 : sem e com forros; Fator 2 : horários.

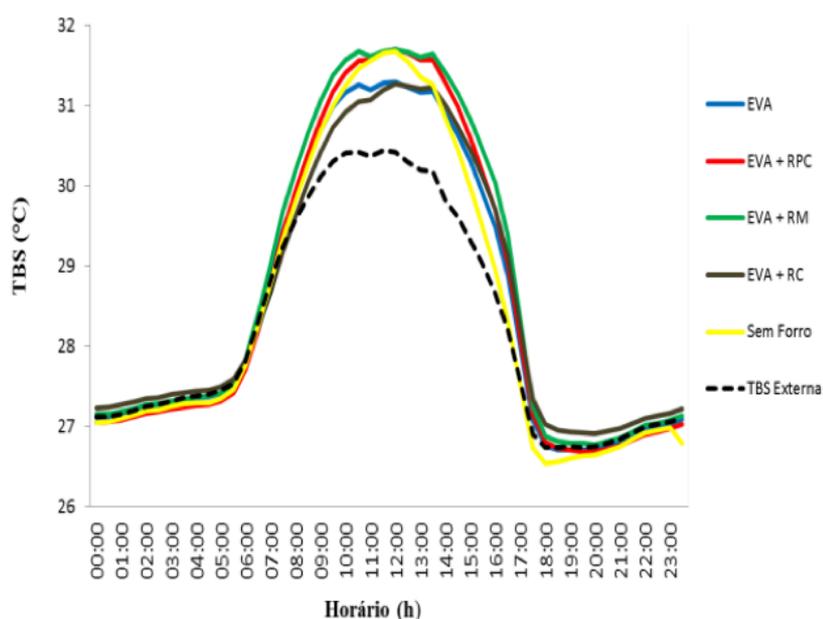
Ao analisar os resultados, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores F1 x F2. Nas médias do fator 1, verificou-se que o modelo reduzido sem forro, apresentou diferença com nível de significância de 5% no teste de Tukey com todos os forros, exceto com o forro EVA+RC, ou seja, o uso do modelo sem forro ou com forro EVA+RC não houve diferença significativa. Os forros de EVA+ RPC, EVA+RM e EVA+RC não houve diferença significativa entre eles, porém, com relação ao modelo sem forro, houve diferença estatística.

Viana (2011), analisando o comportamento térmico do forro composto de EVA+ Estireno Butadieno (SBR) e sem uso de forro em protótipos, obteve valores médios de temperatura de globo negro nos horários mais críticos durante o dia as 12 h de 31 °C em modelo sem uso de forro e 28 °C utilizando-se do forro EVA+SBR. Porém os modelos utilizados não eram totalmente fechados e o material utilizado no fechamento foi compensado de madeira pintado de branco, influenciando assim, na temperatura interna dos modelos. Diferentemente dos modelos utilizados nesse experimento, que eram hermeticamente fechados e utilizou-se isopor

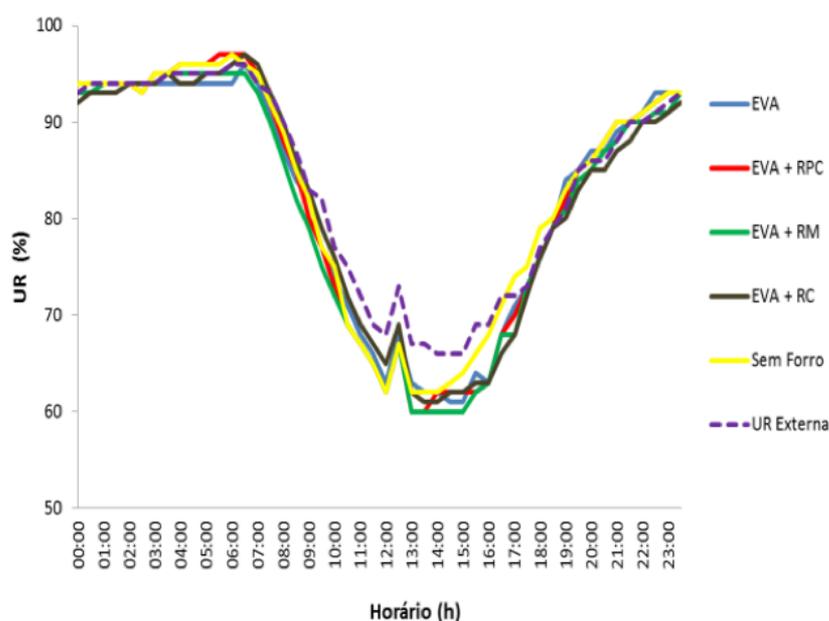
como fechamento.

Pela observação da Figura 6 C, para o ambiente interno a entalpia variou de 71,07 a 93,91 kJ/kg de ar seco, às 7 e 17 h, respectivamente, que de acordo com Barbosa Filho *et al.* (2006) pode ser considerado um ambiente desconfortável para as aves em terminação. A alteração da entalpia foi semelhante à temperatura durante a transição de período do dia, nota-se que para todos os tratamentos durante o período do dia com baixa temperatura e elevada umidade relativa, o calor conservou-se no interior das instalações e manteve-se elevado mesmo quando essas variáveis inverteram-se.

A.



B.



C.

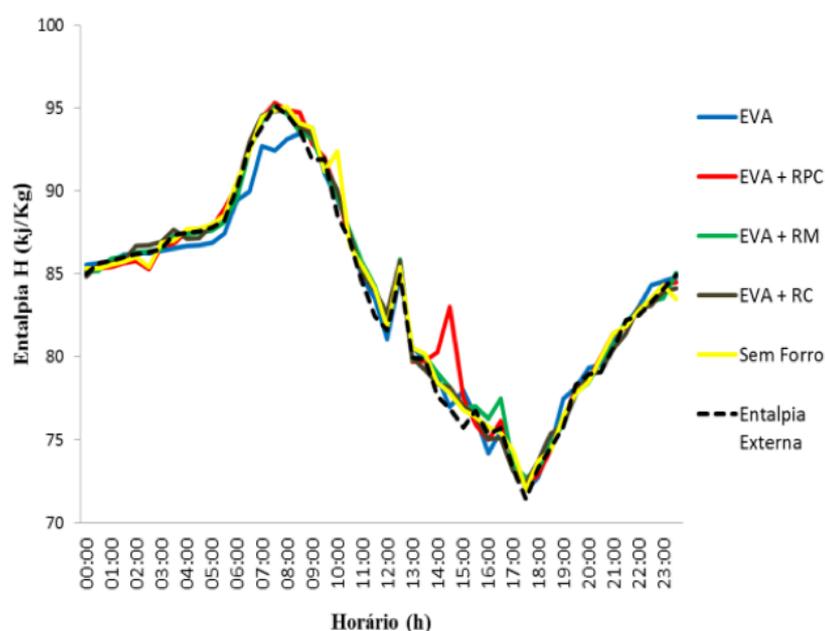


Figura 6. Valores médios da temperatura do ar (°C) (A), umidade relativa (%) (B) e entalpia específica do ar (kJ/kg de ar seco) (C)

Nos dias com maior entalpia, a temperatura de bulbo seco interno variou de 27,8 a 30,74 °C com umidade relativa de 81,5 e 96,16%, mínima e máxima, respectivamente, demonstrando que o uso desse forro pode dificultar a perda de umidade do ambiente. O menor valor de entalpia ocorreu às 17 h 30 min, 71,99 kJ/kg de ar seco com o forro EVA. Castro (2012) observou em seus estudos que para os dias de maior entalpia a temperatura de bulbo seco variou de 17,6 a 29,7 °C com umidade relativa de 59,4 a 100% obtendo valor médio da

entalpia de 71,92 kJ/kg de ar seco, o que pode ser explicado devido as características das instalações não possuírem paredes laterais e maior pé direito além de todo entorno da área experimental ser coberto por grama. Comportamento semelhante foi encontrado por Silva *et al.* (2015) onde observaram que para o dia com maior entalpia o valor médio foi de 72,13 kJ/kg de ar no tratamento com forro de embalagens de Tetra Pak-®.

Utilizando-se os valores de entalpia como parâmetro de avaliação da eficiência térmica dos materiais analisados neste experimento, pode-se dizer que de maneira geral nenhum dos tratamentos ficaram dentro da faixa de conforto, onde de acordo com com Kawabata (2003) e Filho *et al.* (2006), afirmaram que valores de entalpia acima de 70 kJ/kg de ar seco são considerados como entalpia alta. Segundo os dados encontrados nesse experimento com umidade relativa de 60% obtida pelo forro EVA, das 13:00 h às 15:00 h, a entalpia média foi de 76,19 kJ/kg de ar seco, valor esse elevado para Rodrigues *et al.* (2011), em que a faixa de conforto para frango de corte na sexta semana é de 53 kJ/kg de ar seco para umidade relativa de 60. Isto é atribuído ao fato dos modelos serem totalmente fechados, dificultando a troca de ventilação de ar do ambiente interno com o externo, promovendo o aprisionamento da temperatura e umidade no interior, provocando um maior desconforto térmico. Porém, nota-se que as maiores médias foram obtidas no tratamento sem uso de forro, deixando clara a importância do forro como isolante térmico em coberturas.

Na Tabela 2, encontram-se os valores calculados das propriedades térmicas conforme os procedimentos da norma brasileira de desempenho térmico (NBR 15220, 2003).

Tabela 2. Propriedades Térmicas dos Forros Sanduíche

Tratamentos	Resistência Térmica (RT) (m² K) / W	Transmitância Térmica (U) W / (m² K)	Capacidade Térmica (CT) kJ / (m² K)	Atraso Térmico (ϕ) (horas)	Fator solar (FS_o) (%)
EVA	0,55	1,81	18,53	2,32	5,34
EVA+RPC	0,61	1,63	17,87	1,05	4,72
EVA+RM	0,59	1,69	19,44	1,14	4,9
EVA+RC	0,49	2,04	21,53	1,10	5,9

EVA - Etileno Acetato de vinila, RPC- Resíduo de papel de celulose, RM- Resíduo de madeira, RC- Resíduo cerâmico

Analisando os valores obtidos é possível verificar que a maior diferença estabelecida entre os tratamentos são os valores de capacidade térmica. Definem-se dois sistemas distintos, onde dois tratamentos com composição de resíduos mais leves, mas com elevada resistência térmica, formado pelos Forros de EVA+ RPC e EVA+ RM, e um sistema de elevada capacidade térmica e baixa resistência térmica, formada pelo Forro EVA+RC. Isso se dá pela característica do resíduo cerâmico, com alta capacidade de absorver calor, e devido a sua camada fina de partículas, ele tende a apresentar uma baixa resistência térmica.

Através dos valores apresentados na Tabela 2, o maior valor apresentado do atraso térmico foi do forro composto apenas de EVA com 2,32 h, o que pode ser explicado devido à maior presença dos resíduos de EVA em relação aos forros sanduíche que possuem o incremento de outros resíduos.

Cravo *et al.* (2014), avaliaram também a eficiência térmica em coberturas de fibrocimento com

forro ecológico a base de casca de amendoim e fibra da casca do coco, seus resultados demonstraram menor eficiência térmica quando comparados ao forro de EVA, já que seu material possui condutividade térmica superior a outros materiais isolantes comerciais, resultando em maior transmitância e menor resistência térmica.

Os forros EVA+RPC e EVA+RM foram os que apresentaram menores valores de FSo, com 4,72% e 4,9% respectivamente. Isso demonstra que de 100% da radiação solar incidente sobre a cobertura, somente 4,72% para o forro EVA+RPC e 4,9% forro EVA+RM da radiação, passaria para o interior dos modelos reduzidos.

Os valores calculados das propriedades térmicas para cada forro, e os valores recomendados pela norma de referência para ZB08, pôde observar que os valores para a transmitância térmica, atraso térmico e fator solar (Fso) estão dentro do nível recomendável da NBR 15220:3 (2003) que são de $\leq 2,30\text{W/m}^2\text{K}$; $\leq 3,3\text{h}$ e $\leq 6,5\%$.

4. Conclusões

O forro composto por EVA+RM apresentou média com maior diferença entre a temperatura da superfície superior e temperatura da superfície inferior principalmente na faixa de horário mais crítico do dia, evidenciando maior eficiência térmica em relação aos demais.

O modelo com forro mais indicado para aplicação em instalações animais foi o composto apenas de EVA, apresentando maior atraso térmico entre os forros analisados e a menor Tgn no interior dos modelos reduzidos, principalmente na faixa de horário mais crítico do dia, respectivamente.

Referências

- Abreu, P.G; Abreu. A; Coldebella, F. Fjaenisch R.; Paiva, D.P. (2007). Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.59 n.4, p. 1014-1020.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2005). NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro. ABNT.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2003). NBR15220-2: Desempenho térmico de edificações - Parte 2: métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator de calor de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2013). NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho - Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro.
- Barbosa filho, J. A. D.; Silva, M. A. N.; Vieira, F. M. C.; Silva, I. J. (2006). Avaliação direta e prática. **Avicultura Industrial**, v.4, p.54-57.
- Camerini, N. L.; Nascimento, J. W. B. DO.; Fook, M. V. L.; Soares, E.A.; Silva, F.A.S. (2009) Análise de variáveis ambientais em modelos reduzidos de instalações agropecuárias com forro de resíduo de EVA. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v.4.2, p. 40-47.
- Carvalho, H.G. (2013). Materiais de cobertura e suas associações a forros e materiais isolantes no ambiente térmico de protótipos abertos e fechados com vistas a produção de frango de corte em clima quente. Tese (doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. 108 p.
- Castro, A. C. DE. (2012). Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de coberturas em instalações avícolas. Dissertação Mestrado. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 98p.
- Cravo, J. C. M; Sartori, D. L; Nakanishi, E.Y; Fiorelli, J ; Balieiro, J.C.C.; Santos, W.N. (2012). Aplicação de painéis particulados de baixa densidade à base de resíduos agroindustriais como forro para galpões avícolas, Brasília, DF. In: Reunião Anual da sociedade Brasileira de zootecnia

49, Brasília, DF. Anais. Brasília: SBZ.

Cravo, J. C. M.; Sartori, D. L.; Nakanishi, E. Y.; Fiorelli, J.; Balieiro, J. C. C.; Santos, W. N. DOS. (2014). Forro ecológico de resíduos agroindustriais para galpões avícolas. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.44, 8 p.

Cunha, G.C.A. (2013). Influência da tipologia de cobertura e abertura de ventilação no conforto térmico em habitação de interesse social. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 162 p.

Ferreira, R. F. (2005). Maior produção com melhor ambiente para Aves, Suínos e Bovinos. Viçosa. **Ed. Aprenda Fácil**, 371 p.

Kawabata, C. Y. (2003). Desempenho térmico de diferentes tipos de telhados em bezerreiros individuais. Pirassununga – SP. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade de São Paulo, Pirassununga. 108 p

Mady, F.T.M.A. (2008). Condutividade térmica da madeira. **Revista da madeira**. Edição V.112 p.5.

Silva, J. C. P. DE; Campos, A. T.; junior, T. Y.; cecchin, D.; lourençoni, D.; ferreira, J. C. (2015). Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.58–63.

Tonoli, G. H. D.; Santos, S. F.; Rabi, J. A.; Santos, W. N.; Savastano JR., H. (2011). Thermal performance of sisal fiber-cement roofing tiles for rural constructions. **Scientia Agrícola**, v.68, p.1-7.

Viana, M.P.(2011). Análise do desempenho térmico do forro de resíduo de composto EVA+SBR em habitação de interesse social na cidade de Campina Grande-PB. Dissertação. Universidade Federal de Campina Grande Campina Grande-Pb- UFCG.162 p.

Vittorino, F.; Sato, N.M.N.; Akutsu, M. (2003). Desempenho térmico de isolantes refletivos e barreiras radiantes aplicando em coberturas. **Revista de Tecnologia da Construção-Téchne**, n.75, p. 66-70.

1. Mestre em Construções Rurais e Ambiente pela UFCG. Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela UFERSA. Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela UNP. E-mail: ranierengenheiro@yahoo.com.br

2. Professora Adjunta da UFERSA. Graduação, mestrado e doutorado pela UFCG. E-mail: marineide@ufersa.edu.com

3. Mestre em Construções Rurais e Ambiente pela UFCG. Graduação em Engenharia Agrícola pela UFCG. E-mail: ariadnesm_eng@hotmail.com

4. Professor Adjunto da UFERSA. Graduação, mestrado e doutorado em Engenharia Agrícola pela UFV. E-mail: rafaelbatista@ufersa.edu.br

5. Professor Associado da UFERSA. Graduação em Engenharia Agrícola pela UFPB, mestrado em Engenharia Agrícola pela UFV e doutorado em Agronomia pela UNESP. E-mail: jodilon@ufersa.edu.br

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 46) Año 2017
Indexado em Scopus, Google Schollar

[Índice]

[No caso de você encontrar quaisquer erros neste site, por favor envie e-mail para webmaster]