

## Análise da influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias\*

N. L. Camerini<sup>1\*\*</sup>, J. W. B. do Nascimento<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande

Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongó, CEP 58109-970

(Recebido em 15/11/2011; revisado em 28/11/2011; aceito em 20/01/2012)

(Todas as informações contidas neste artigo são de responsabilidade dos autores)

### Resumo:

O presente trabalho teve como objetivo analisar a influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias, construídos em escala reduzida (1:10). O conforto térmico foi avaliado e classificado por meio do índice de temperatura e umidade (ITU). Dois modelos reduzidos foram construídos com telhas de alumínio, sendo que um modelo reduzido possuía forro de resíduo de EVA. Com base nos resultados, pode-se concluir que a presença de forro de resíduo de EVA proporcionou melhores condições térmicas no interior do modelo reduzido de instalações agropecuárias.

**Palavras-chave:** Forro; resíduo de EVA; ambiente térmico.

### Abstract:

The present work aimed to analyze the influence of EVA coating residue in thermal comfort of agricultural facilities, built on a small scale (1:10). The thermal comfort was evaluated and classified by the temperature and humidity index (ITU). Two reduced models were built with tiles aluminum, and a reduced model had lining of EVA residue. Based on the results, it can be concluded that the presence of lining EVA residue provided better thermal conditions inside the reduced model of agricultural facilities.

**Keywords:** Lining, EVA residues, thermal environment.

## 1. Introdução

O bem-estar animal, diante de um determinado ambiente, atualmente, é considerado de extrema importância para o setor de produtos de origem animal. A qualidade de vida de animais confinados, com objetivo de grandes produções – leite, carne e ovos – depende dos cuidados que lhe são atribuídos. Este fato transformou-se em assunto de interesse da sociedade.

Os estudos sobre bem-estar animal começaram a ganhar ênfase não somente pelo estudo propriamente dito, mas também pelo interesse econômico e público sobre como os animais são criados [1].

O confinamento é a forma de se obter maior controle sobre a produção e a saúde animal, porém, problemas relacionados ao bem-estar animal alteram sua produtividade, devido à necessidade de adaptação para alcançar o estado de conforto, e isto resulta em respostas neuroendócrinas, fisiológicas e comportamentais que visam manter a homeostase animal [2].

Para reduzir a transferência de calor de um corpo para o outro, é necessário a presença de um material que não seja

bom condutor térmico. Não existe nenhum material que possa impedir totalmente a passagem de calor. Um bom isolante térmico é um material cuja condutividade térmica é baixa em relação à dos materiais usuais. Normalmente, os materiais isolantes térmicos são formados por células de gás ou simplesmente de ar, pois gases estagnados são maus condutores [3].

Por outro lado, o resíduo de EVA é obtido através do processo de copolimerização dos monômeros de acetato de vinila e etileno em um sistema de alta pressão. Os EVA's utilizados na indústria de calçados, em geral, possuem teores de acetato de vinila, variando entre 18% e 28% [4]. O EVA é um polímero semicristalino e de fácil reticulação [5]. Essa resina possui uma excelente compatibilidade com diferentes termoplásticos e cargas inorgânicas. Apresenta bom conjunto de propriedades mecânicas, especificamente no que se refere à resistência às intempéries, ao impacto e a baixas temperaturas. O EVA é amplamente usado na indústria calçadista, na confecção de placas expandidas para o corte de solados, palmilhas e entressolas [4]. O EVA-19 (o número indica o teor percentual de acetato de vinila no copolímero) é usado na

\* Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, área de concentração "Construções Rurais e Ambiente"

\*\* Email: [nerandi@gmail.com](mailto:nerandi@gmail.com) (N. L. Camerini)

confeção de brinquedos, de móveis e de brindes injetados. Este tipo de resina apresenta ótima miscibilidade com ceras, com parafinas e com agentes de pega, podendo fazer parte da composição de adesivos Hot-Melt (BRASKEM® S/A). O uso de modelos reduzidos oferece condições para avaliar os fatores ambientais que têm maior influência sobre o conforto térmico ambiental: temperatura, umidade relativa do ar, movimento do ar, radiação solar [6]. Entretanto, a utilização isolada destes fatores não permite caracterizar adequadamente o ambiente térmico. Por esta razão, vários autores têm proposto a utilização de índices para caracterizar o ambiente térmico como: índice de temperatura e umidade (ITU), que combinam o efeito de dois ou mais fatores e que são parâmetros importantes para subsidiar o planejamento e o projeto de sistemas produtivos.

O índice de temperatura e umidade - ITU, originalmente desenvolvido por [7] tem sido o mais empregado para determinar o índice de conforto ambiente, sendo dado por:

$$ITU = 0,72 (tbs + tbu) + 40,6 \quad (1)$$

Em que:

tbs = temperatura de bulbo seco, °C;

tbu = temperatura de bulbo úmido, °C;

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar a influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias.

## 2. Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados modelos físicos de instalações agropecuárias, alocados na área Experimental de Construções Rurais e Ambientais do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, durante os meses de Julho à Outubro de 2008, nas coordenadas geográficas de 7° 14' latitude Sul e 36° 12' longitude norte no agreste paraibano. O clima do município, segundo a classificação climática de Köppen, é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico) com total anual médio de chuva (P) em torno de 750 mm.

Para a execução do experimento, foram construídos dois modelos reduzidos em escala 1:10 de instalações agropecuárias com cobertura de alumínio, conforme indicado na Figura 1.

Na construção dos modelos, utilizou-se como base uma seção de uma instalação agropecuária, com 10,0 m de largura, 20,0 m de comprimento, pé-direito de 3,5 m. As águas das coberturas de telhas de alumínio tinham inclinação de 15°, tendo ambos os beirais de 1,0 m. Na confecção, foram utilizadas caibros de madeira com 0,05m de espessura. Após a construção, os modelos passaram a ter as dimensões de 1,0m de largura, 2,0m de comprimento, pé direito de 0,35m e beiral de 0,10m. As faces leste e oeste dos galpões foram totalmente fechados com isopor de 16 mm de espessura.



Figura 1. Modelos reduzidos no campo

O forro utilizado no modelo reduzido foi confeccionado com EVA adquirido no comércio calçadista. O resíduo de EVA (Etileno-Acetato de Vinila) utilizado foi pesado e classificado na proporção de 1,250 kg/placa. Após a pesagem, colocou-se em uma forma de aço, com dimensões de 0,40m de comprimento por 0,35m de largura e 0,08m de altura, a qual foi uniformizada e, posteriormente, adicionou-se uma tampa de aço. Em seguida, adicionou-se uma carga de 8 kg sobre a tampa e colocou-se o conjunto (forma, resíduo e carga) em uma estufa com temperatura de 100 °C, que permaneceu 12 horas. Após este período, retirou-se a placa da estufa onde ficou aproximadamente 12 horas para esfriar completamente.

Após a confecção, as placas de EVA (Etileno-Acetato de Vinila) Figura 2, as mesmas foram utilizadas para simular um forro. A Figura 3 representa o forro no modelo reduzido que foi alocado na altura do pé.



Figura 2. Placa de resíduo de EVA



Figura 3. Forro de resíduo de EVA

Todas as variáveis ambientais foram medidas durante um período de 25 dias consecutivos em condições de período frio e de período quente durante as 24 hs do dia. Para a medição da temperatura do bulbo seco (TBS) e temperatura de bulbo úmido (TBU), utilizou-se fios de sensor termopar tipo T, sendo utilizado um sistema de aquisição de dados composto por um módulo de medição e de controle, modelo CR1000, que pode ser observado na Figura 4.



Figura 4. Sistema de aquisição de dados

### 3. Resultados e Discussão

A qualidade do ambiente foi avaliada pelos valores médios do Índice de temperatura e umidade (ITU), correspondente aos tratamentos experimentais aos modelos reduzidos sem forro (SF) e aos modelos reduzidos com forro (CF) na altura de aproximadamente 0,05m medidos durante 24 h, de Julho a Agosto, correspondendo ao período frio e de setembro a outubro, correspondendo o período quente.

Na Figura 5, observam-se os valores de ITU do período frio, em que se verificam valores máximos de 76 no modelo reduzido (SF) e de 75 no modelo reduzido (CF) nos horários mais críticos que vai das 13h00min às 15h00min. Após as 15h00min, os valores de ITU começaram a diminuir gradativamente, mantendo-se iguais até 07h00min.

Verifica-se, na Figura 6, o comportamento do ITU nos modelos reduzidos (SF) e (CF) no período quente, observa-se que maiores valores são encontrados no modelo reduzido (SF) que atinge 80,5 e que o modelo reduzido (CF) atinge 75,6, representando uma diferença maior quando comparada com os modelos reduzidos (SF) e (CF) do período frio.

Este fato dos fatores do ITU do modelo reduzido (CF) ser inferior ao modelo reduzido (SF) expressa a importância de se ter material com propriedades de isolamento térmico que isole o ambiente onde os animais vão permanecer. Ainda, em especial no período quente, pode-se observar que, em todos os horários, o modelo reduzido (CF) proporcionou valores de ITU menores, diminuindo, o que, provavelmente, agirá reduzindo o stress térmico dos animais ocasionados pela temperatura ambiente quando em uso. Este fenômeno ocorreu provavelmente pela presença do forro que atuou como uma barreira física à radiação solar recebida e emitida pela cobertura ao interior dos modelos, bem como, pelas propriedades de constituição do EVA.

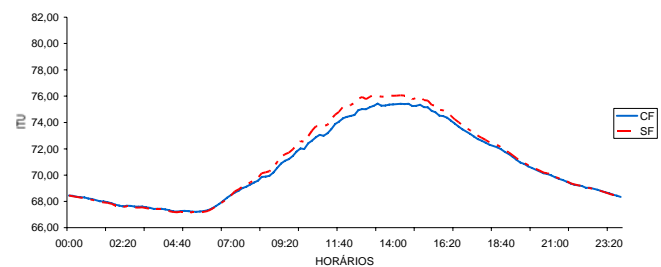


Figura 5. Valores médios de Índice de temperatura e umidade do período frio

Segundo [8] afirma que o ITU deve ficar em torno de 70 para um ambiente confortável para animais, e um valor entre 71 e 78 o ambiente seria crítico, sendo que de 79 a 83 implicaria risco e, a partir de 83, já indicaria uma situação de emergência. Valores superiores para um ambiente confortável foram encontrados nesta pesquisa nos modelos reduzidos (SF) e (CF) no período frio e chuvoso, bem como, no período quente e seco.

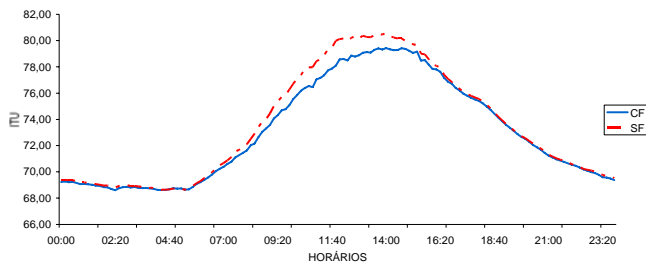


Figura 6. Valores médios do Índice de temperatura e umidade do período quente

Uma consideração que pode ser feita ao ITU é que ele não leva em consideração o fator radiação, mas a temperatura do bulbo seco e a temperatura do bulbo úmido.

#### 4. Conclusões

Por apresentarem menores valores de ITU, o modelo reduzido com forro proporciono melhores condições térmicas no interior dos modelos reduzidos de instalações agropecuárias. A presença do forro de EVA atuou como absorvedor de calor, mantendo níveis de temperatura menores nos horários mais críticos.

#### Referências

- [1] Fraser. D. Animal ethics and animal welfare science. Bridging the two cultures. Applied Animal Behavior Science, Vancouver, v. 65, 1999, p.71-89.
- [2] Barnett. J. L.; Hemsworth, P. H. The validity of physiological and behavioural measures of animal welfare. Applied Animal Behaviour Science, v.1, p.177-187, 1990.
- [3] Cunha. C. G. da; Neumann, W. Manual de impermeabilização e isolamento térmico – Como projetar e executar. Rio de Janeiro, RJ. 1979.
- [4] Zattera, A. J. et al. Caracterização de resíduos de copolímeros de Etileno Acetato de Vinila – EVA. Polímeros ciência e tecnologia, v. 15, n. 1, p. 73-78, 2005.
- [5] Vargas, E. Ramires et al. Degradation effects on the rheological and mechanical properties of multi-extruded blends of impact-modified polypropylene and poly. Polymer degradation and stability, p. 301-307, 2004.
- [6] Buffington. C. S.; Collazo-Arocho. A.; Canton. G.H.; Pitt. D.; Thatcher. W. W.; Collier. R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v.24, n. 3, 1981, p. 711-714.
- [7] Thom. E. C. The discomfort index. Weatherwise, v. 12, 1958, P. 57-60.
- [8] HAHN, G. L. Management and housing of farm animals en hot environments. In: YOUSEF, M.K. (Ed.) Stress physiology in livestock. Boca Raton: CRC Press, 1985. v.2. p.151-174.