



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n1p58-63>

Reaproveitamento de resíduos de embalagens Tetra Pak-® em coberturas

Karen C. P. da Silva¹, Alessandro T. Campos², Tadayuki Yanagi Junior³, Daiane Cecchin⁴,
Dian Lourençoni⁵ & Jacqueline C. Ferreira⁶

Palavras-chave:

construções rurais
forro
índices do ambiente térmico
materiais alternativos
reciclagem de resíduo

RESUMO

Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o reaproveitamento de embalagens Tetra Pak-® junto a telhas de fibrocimento e o uso de telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak-® no conforto térmico em modelos físicos em escala reduzida de instalações rurais. Para testar os diferentes materiais de cobertura, foram construídos seis modelos: telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak-®, telhas cerâmicas, telhas de fibrocimento, telhas de alumínio, telhas de fibrocimento com subcobertura de embalagens Tetra Pak-® com a face aluminizada voltada para cima e telhas de fibrocimento com forro de embalagens Tetra Pak-® com a face aluminizada voltada para cima. Os dados foram coletados no período de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013, das 9 às 17 h, em intervalos de 20 min. É possível afirmar que as telhas recicladas apresentaram índices de conforto térmico com valores semelhantes aos apresentados por outros materiais de cobertura, como as telhas cerâmicas. O reaproveitamento das embalagens Tetra Pak-® como forro contribuiu para redução dos valores médios de índice de temperatura e umidade, índice de temperatura de globo e umidade e carga térmica de radiação.

Key words:

rural constructions
lining
thermal environment indexes
alternative materials
residue recycling

Reuse of packaging waste Tetra Pak-® in roofing

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the recycling of Tetra Pak-® packaging, along with fiber cement tiles, and the efficiency of the tiles recycled with Tetra Pak-® packages regarding thermal comfort in physical models of reduced scale rural facilities. In order to test the different roofing materials, six models were constructed - tiles recycled from Tetra Pak-® packages, fibre cement tiles, aluminum tiles, fiber cement tiles with under-coverage of Tetra Pak-® packages with the aluminum side facing up, and fiber cement with lining of Tetra Pak-® packages with the aluminum side facing up. The data were collected in the period from December, 2012 to February, 2013, from 9 to 17 h in 20 min intervals. From the results obtained it may be affirmed that the recycled tiles presented thermal comfort indexes with values similar to those presented by other roofing materials, such as ceramic tiles. The recycling of Tetra Pak-® packages as lining contributed to reducing the mean values of temperature and humidity index, globe temperature and humidity index and radiant heat load.

INTRODUÇÃO

A busca de um manejo adequado para os resíduos sólidos urbanos é, certamente, um dos principais desafios para a sociedade. No Brasil, as embalagens representam cerca de um terço dos resíduos sólidos urbanos (Neves & Castro, 2012); desta forma, medidas para reduzir a quantidade e a toxicidade de embalagens e incentivar sua reciclagem, devem ser consideradas.

As embalagens Tetra Pak®, também conhecidas como longa vida, são formadas por várias camadas de diferentes materiais como o papel, o polietileno de baixa densidade e o alumínio (Pedroso & Zwicker, 2007). São considerados materiais nobres, que não devem ser descartados na natureza, contribuindo para o aumento da poluição ambiental. Um destino correto para as embalagens após seu uso seria a reciclagem. Embalagens Tetra Pak® também podem ser empregadas na fabricação de telhas, proporcionando benefícios ao ambiente.

Para Araújo et al. (2008) as embalagens Tetra Pak® são uma fonte atraente de matéria-prima para fabricação de telhas, possuindo alto valor agregado, uma vez que é possível aproveitar toda a embalagem.

Outra proposta é a utilização das embalagens como subcoberturas ou como forros em telhados, contribuindo para a redução do fluxo de calor para o interior das instalações.

Subcoberturas são materiais utilizados para isolar termicamente, dificultando a passagem do calor por radiação. Este tipo de isolante é formado por um material de alta refletividade e baixa emissividade, o qual reduz a emissão da radiação em onda longa; assim, as perdas de calor no inverno e os ganhos térmicos no verão, são reduzidos. O material comumente utilizado como subcobertura é o alumínio. Já o forro atua como uma segunda barreira física que permite a formação de uma camada de ar móvel junto à cobertura, o que contribui na redução da transferência de calor para o interior da construção (Tinôco, 2001). Cavalcanti et al. (2009) defendem que a camada de ar que é formada entre o telhado e o forro possui baixa condutividade térmica e baixo coeficiente de absorção da radiação, tornando-o um elemento muito resistente à passagem de calor.

No caso das instalações zootécnicas é importante desenvolver tecnologias de baixo custo desde que proporcionem, aos animais, condições ambientais favoráveis ao seu desenvolvimento e produtividade sendo que o ambiente térmico de uma instalação sofre grande influência do telhado. Sampaio et al. (2011) consideram o telhado como o elemento construtivo mais relevante de uma edificação em virtude da grande área de interceptação de radiação solar.

No contexto objetivou-se, com o trabalho, reutilizar as embalagens Tetra Pak® como subcoberturas e como forro em telhados e analisar seu desempenho com relação à redução de fluxo de calor, além de avaliar a eficiência das telhas recicladas produzidas a partir das embalagens, no conforto térmico de instalações.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, Minas Gerais, MG, no período de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013. O município se localiza no sul do estado

de MG, nas coordenadas geográficas de 21° 14' S de latitude e de 45° 00' W de longitude, situado a 918 m de altitude.

Foram utilizados modelos físicos em escala distorcida (1:2 na vertical e 1:10 na horizontal). Para a construção dos modelos físicos foram utilizadas, como base, as dimensões reais de um galpão comercial típico para a criação de frangos de corte, com 12,00 m de largura, 120,00 m de comprimento e pé-direito de 2,50 m. Os modelos possuíam, então, 1,25 m de pé direito, 1,20 m de largura e 1,50 m de comprimento representando uma seção da instalação real com três módulos de 5,00 m, distância entre tesouras em escala real.

Os modelos foram montados em terreno plano, livres de sombreamento, orientados no sentido leste oeste e distanciados dois metros um do outro, segundo recomendação de Fonseca et al. (2011) (Figura 1).

Foram construídos seis modelos de instalações, tendo como cobertura os materiais descritos na Figura 2.



Figura 1. Vista geral da área do experimento com distribuição dos modelos

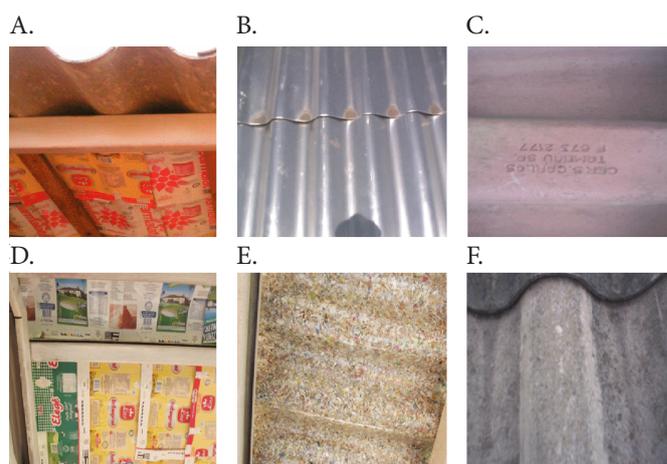


Figura 2. Materiais de cobertura empregados nos modelos em escala distorcida. (A) Telhas de fibrocimento e forro montado a partir de embalagens Tetra Pak® com a face aluminizada voltada para cima - TFCFE; (B) Telhas de alumínio - TA; (C) Telhas cerâmicas tipo romana - TC; (D) Telhas de fibrocimento e subcobertura montada a partir de embalagens Tetra Pak® com a face aluminizada voltada para cima - TFCSE; (E) Telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak® - TR; (F) Telhas de fibrocimento - TFC

Foram coletados dados de temperatura do globo negro (T_{gn}), temperatura de bulbo seco (T_{bs}), temperatura de ponto de orvalho (T_{po}) e umidade relativa do ar (UR) a partir de dataloggers da marca HOBO® acoplados a globos negros instalados no centro geométrico de cada modelo físico de instalação, ou seja, na altura de 0,625 m. A velocidade do ar foi medida por meio de um anemômetro digital cujas medidas foram obtidas nas proximidades de cada globo negro.

Os dados foram coletados durante 20 dias, não consecutivos, no período de dezembro de 2012 a fevereiro de 2013 das 9 às 17 h, em intervalos de 20 min.

Para avaliação do ambiente foram calculados os índices de conforto térmico utilizando-se as Eqs. 1, 2, 3 e 4.

ITU (índice de temperatura e umidade) (Kelly & Bond, 1971).

$$ITU = T_{bs} + 0,36T_{po} + 41,2 \quad (1)$$

em que:

T_{bs} - temperatura de bulbo seco, °C

T_{po} - temperatura de ponto de orvalho, °C

ITGU (índice de temperatura de globo e umidade) (Buffington et al., 1981).

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5 \quad (2)$$

em que:

T_{gn} - temperatura do globo negro, °C

T_{po} - temperatura de ponto de orvalho, °C

CTR (carga térmica de radiação) (Esmay, 1969).

$$CTR = \sigma TRM^4 \quad (3)$$

em que:

CTR - carga térmica radiante, $W m^{-2}$

σ - constante de Stefan-Boltzmann, $5,67 \times 10^{-8} W m^{-2} K^{-1}$

TRM - temperatura média radiante, K

$$TRM = 100 \sqrt[4]{2,51\sqrt{v}(T_{gn} - T_{bs}) + \left(\frac{T_{gn}}{100}\right)^4} \quad (4)$$

em que:

v - velocidade do ar, $m s^{-1}$

T_{gn} - temperatura do globo negro, K

T_{bs} - temperatura de bulbo seco, K

A entalpia externa (H) (Albright, 1990) foi calculada para se determinar o dia, no período estudado, em que este índice foi maior sendo considerado o dia de maior desconforto.

$$H = 1,006T_{bs} + W(2501 + 1,805T_{bs}) \quad (5)$$

$$W = (0,622 \times ea) \times Patm$$

$$ea = (UR \times es) \times 100^{-1}$$

$$es = 0,6108 \times e^{\left(\frac{17,3T_{bs}}{237,3+T_{bs}}\right)}$$

em que:

T_{bs} - temperatura de bulbo seco, °C

W - razão de mistura, kPa

$Patm$ - pressão atmosférica, kPa

UR - umidade relativa, %

Determinou-se, com os valores de ITGU obtidos, a efetividade térmica (e) de cada tipo de telha em relação à telha de alumínio (padrão) empregando-se a Eq. 6.

$$e = \frac{ITGU(\text{ao sol}) - ITGU(\text{telha testada})}{ITGU(\text{ao sol}) - ITGU(\text{telha alumínio})} \quad (6)$$

O experimento foi montado em esquema de parcelas subdivididas tendo nas parcelas os tratamentos (modelos físicos) e nas subparcelas os horários (das 9 às 17 h), no delineamento em blocos casualizados com vinte repetições (dias). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância empregando-se o teste "F"; as médias foram comparadas pelo teste de Skott-Knott a 0,05 de probabilidade; para a realização das análises estatísticas utilizou-se o software estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Tabela 1, pode-se verificar que menores valores de ITU foram encontrados nos tratamentos TR, TFCFE, TA e TC, que se apresentaram estatisticamente iguais (teste Skott-Knott, $p < 0,05$). Maiores valores de ITU foram observados nos tratamentos TFCSE e TFC, que se apresentaram estatisticamente iguais.

Para todos os tratamentos os valores de ITU foram superiores a 76, caracterizados como limite para a classificação de situação de alerta em instalações para vacas leiteiras (Igono & Johnson, 1992) e considerando frangos de corte, os valores também são classificados na situação de alerta que varia de 74 a 79 (NWSCR, 1976).

Em relação ao ITGU, menores valores foram encontrados nos tratamentos TR, TFCFE, TC e TA, que se apresentaram estatisticamente iguais (teste Skott-Knott). Maiores valores de ITGU, que denotam condições de menor conforto térmico por elevada temperatura do globo negro, foram observados nos tratamentos TFCSE e TFC, que se apresentaram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$).

O reaproveitamento das embalagens Tetra Pak® como subcobertura, não foi favorável, diferente do

Tabela 1. Valores médios de índice de temperatura e umidade (ITU adimensional), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU adimensional) e carga térmica de radiação (CTR $W m^{-2}$) de todos os dias e horários de coleta para seis diferentes tipos de telhado

Tratamentos	ITU	ITGU	CTR ($W m^{-2}$)
TR	76,56 a	77,86 a	486,64 a
TFCFE	76,82 a	78,25 a	487,84 a
TA	77,49 a	78,44 a	490,64 a
TC	77,51 a	78,75 a	492,24 a
TFCSE	78,90 b	79,61 b	498,26 b
TFC	79,43 b	80,47 c	500,26 b

As médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 0,05 de probabilidade

reaproveitamento como forro na instalação, que possibilitou reduzir os valores de ITGU ao longo do dia. Esses resultados corroboram com os já encontrados por Abreu et al. (2007) e Oliveira et al. (2000) que verificaram o efeito do isolamento térmico do telhado com o uso de forro sobre o desempenho de frangos de corte.

No tratamento TFCFE houve a formação de uma camada isolante de ar entre o forro e o telhado, o que também atuou de forma a diminuir a temperatura do termômetro do globo e, conseqüentemente, diminuir o ITGU em relação aos demais tratamentos proporcionando melhores condições de conforto no ambiente interno. Os tratamentos TC e TA apresentaram valores médios de ITGU menores que os do tratamento TFC, corroborando com o observado em outras pesquisas (Castro, 2002; Jácome et al., 2007; Lima et al., 2009).

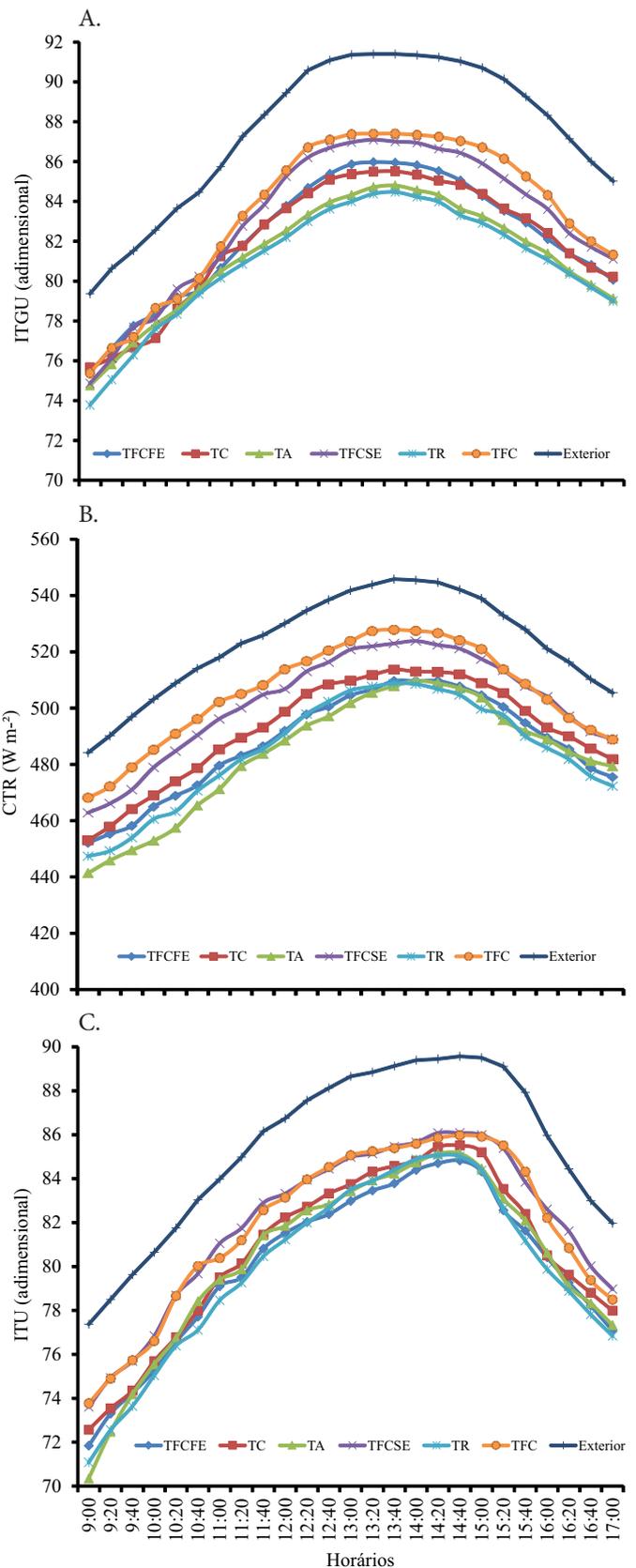
Os resultados médios de CTR indicaram que o tratamento TR novamente apresentou o menor valor, porém não se identificou diferença estatística significativa de CTR com o tratamento TC, resultado semelhante ao encontrado por Fiorelli et al. (2009) indicando a eficiência da respectiva telha em análise. Furtado et al. (2003) analisaram galpões cobertos com telhas cerâmicas e telhas de fibrocimento e identificaram que os valores de CTR sob coberturas de telhas de fibrocimento são superiores aos de telhas cerâmicas, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho.

Comparando os tratamentos TFC e TFCFE observa-se que o uso do forro possibilitou menores valores da CTR no ambiente interno do modelo. O forro constitui uma proteção econômica e permanente contribuindo para a redução da transferência de calor para o interior da instalação. Segundo Santos et al. (2002) as condições de conforto térmico em aviários podem ser melhoradas com o uso de forro na altura do pé-direito.

Na Figura 3 são apresentados os valores de ITU, ITGU e CTR para um único dia, o dia de maior entalpia (H) e, em contrapartida, o dia de condições mais desconfortáveis. Dentro do período estudado o dia de maior entalpia teve, como valor médio, $H = 72,13 \text{ kJ kg}^{-1}$ o que, de acordo com Barbosa Filho et al. (2006) pode ser considerado um ambiente desconfortável para as aves em terminação.

Para o índice de temperatura e umidade (ITU) no dia de maior entalpia, os tratamentos TFC e TFCSE apresentaram valores semelhantes. O interior do modelo coberto com telhas recicladas apresentou menores valores de ITU na maior parte do dia. No intervalo de 12 h e 40 min a 14 h e 20 min, o interior do modelo coberto com forro de embalagens Tetra Pak® apresentou menores valores de ITU.

Com relação ao índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) o interior do modelo coberto com telhas recicladas foi o que apresentou menores valores ao longo do dia. O tratamento TFC apresentou os maiores valores de ITGU. Kawabata et al. (2005) também encontraram, com o objetivo de avaliar o conforto térmico em abrigos individuais de bezerreiros com diferentes opções de coberturas, a partir dos dias com os maiores valores de entalpia, no interior do abrigo coberto com telhas de fibrocimento, os valores de ITGU mais elevados.



TFCFE - Telhas de fibrocimento e forro montado a partir de embalagens Tetra Pak® com a face aluminizada voltada para cima; TA - Telhas de alumínio; TC - Telhas cerâmicas tipo romana; TFCSE - Telhas de fibrocimento e subcobertura montada a partir de embalagens Tetra Pak® com a face aluminizada voltada para cima; TR - Telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak®; TFC - Telhas de fibrocimento

Figura 3. Valores de índice de temperatura e umidade (ITU) (adimensional) (A), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) (adimensional) (B) e carga térmica de radiação (CTR) (W m^{-2}) (C) de todos os tratamentos para o dia de maior entalpia do período experimental

Tabela 2. Valores médios de efetividade (e) para seis diferentes tipos de telhado

Tratamentos	Descrição	e
TFC	Telhas de fibrocimento	0,71
TFCSE	Telhas de fibrocimento e subcobertura montada a partir de embalagens Tetra Pak -® com a face aluminizada voltada para cima	0,82
TC	Telhas cerâmicas tipo romana	0,96
TA	Telhas de alumínio	1,00
TFCFE	Telhas de fibrocimento e forro montado a partir de embalagens Tetra Pak -® com a face aluminizada voltada para cima	1,03
TR	Telhas recicladas à base de embalagens Tetra Pak -®	1,08

O tratamento TC apresentou maior eficiência térmica quando comparado com o tratamento TFC; o mesmo resultado foi encontrado por Sevegnani (1997). Também para o índice de carga térmica de radiação (CTR) no dia de maior entalpia, o tratamento TFC apresentou piores condições térmicas com valores de CTR superiores aos dos demais tratamentos.

Na Tabela 2 se apresentam os valores médios da efetividade térmica determinada com base nos resultados de índice de temperatura de globo negro e umidade, para os diversos tipos de cobertura.

De acordo com a Eq. 5, as coberturas que apresentam o mesmo desempenho térmico em relação à de alumínio apresentam efetividade térmica igual a 1, coberturas com melhor desempenho indicam valores maiores que 1 e coberturas com pior desempenho, valores menores que 1. Com referência à efetividade, apenas os tratamentos TFCFE e TR apresentaram desempenho térmico melhor do que a cobertura de alumínio.

Os maiores valores de efetividade foram encontrados nos tratamentos TFCFE e TR; no caso do tratamento TR, os maiores valores de efetividade ocorreram em razão da natureza do material constituinte da telha que possui alumínio na sua composição contribuindo para uma efetividade maior. O tratamento TFCFE apresentou maiores valores de efetividade em função do isolamento, amortecimento e retardo térmico causado pela presença do forro.

O tratamento TR apresentou valor de efetividade maior que o tratamento TC; o mesmo resultado não foi encontrado por Cardoso et al. (2011). Os autores avaliaram a efetividade de telhas confeccionadas com materiais alternativos em comparação com a telha padrão (cerâmica). Foram testadas telhas de resíduo Tetra Pak-®, telhas de resíduo de tubos de pasta de dente, telhas de fibra vegetal e betume, telhas Reciplac aluminizada e branca e telhas Reciplac aluminizada e natural. Com relação à efetividade, todas as coberturas apresentaram desempenho ligeiramente inferior à cobertura cerâmica, com pequenas diferenças entre uma e outra.

CONCLUSÕES

1. A telha reciclada pode ser uma opção de cobertura para ser utilizada em instalações zootécnicas.
2. Tomando como base a efetividade térmica, a telha reciclada apresentou bom desempenho, o que caracteriza a possibilidade do uso da cobertura de material alternativo em análise para atenuar o índice de temperatura do globo e umidade exterior sobre o ambiente interno das instalações.
3. O reaproveitamento das embalagens Tetra Pak-® como forro contribuiu para a redução dos valores médios de índice de temperatura e umidade, índice de temperatura do globo e umidade e carga térmica de radiação.

LITERATURA CITADA

- Abreu, P. G.; Abreu, V. M.; Coldebella, N. A.; Jaenisch, F. R. F.; Paiva, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.59, p.1014-1020, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352007000400030>
- Albright, L. D. *Environment control for animals and plants*. Michigan: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453p.
- Araújo, D. C.; Morais, C. R. S.; Altides, M. E. D. Avaliação mecânica e físico-química entre telhas convencionais e alternativas usadas em habitações populares. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.3, p.50-56, 2008.
- Barbosa Filho, J. A. D.; Silva, M. A. N.; Vieira, F. M. C.; Silva, I. J. O. Avaliação direta e prática. *Avicultura Industrial*, v.4, p.54-57, 2006.
- Buffington, C. S.; Collazo-Arocho, A.; Canton, G. H.; Pitt, D. Black globe humidity index (BGHI) as confort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, v.24, p.711-714, 1981. <http://dx.doi.org/10.13031/2013.34325>
- Cardoso, A. S.; Baeta, F. da C.; Tinôco, I. de F. F.; Cardoso, V. A. da S. Coberturas com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto térmico. *Engenharia na Agricultura*, v.19, p.404-421, 2011.
- Castro, A. P. A. Análise da refletância de cores de tintas através da técnica espectrofotométrica. Campinas: UEC, 2002. 183p. Dissertação Mestrado
- Cavalcanti, M. A. V.; Mendes, J. U. L.; Cavalcanti, B. T.V.; Silveira, F. F. Comparative analysis of the efficiency of thermal systems built with reflective insulators with and without vacuum. *Thermal Engineering*, v.8, p.15-20, 2009.
- Esmay, M. L. *Principles of animal environment*. 2nd ed. Westport: CT Abi, 1969. 325p.
- Fiorelli, J. I.; Morceli1, J. A. B.; Vaz, R. I.; Dias, A. A. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.204-209, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000200015>
- Fonseca, P. C. F.; Almeida, E. A.; Passini, R. Ambiente térmico no interior de abrigos individuais para bezerros com a utilização de diferentes tipos de coberturas. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.1044-1051, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000600002>
- Furtado, D. A.; Azevedo, P. V. de; Tinôco, I. de F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, p.559-564, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662003000300025>
- Igono, M. O.; Johnson, H. D. Physiologic stress index of lactating dairy cows based on diurnal pattern of rectal temperature Summer season. *Journal of Dairy Science*, v.68, p.979-985, 1992. [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(85\)80918-8](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(85)80918-8)

- Jácome, I. M. T. D.; Furtado, D. A.; Leal, A. F.; Silva, J. H. V.; Moura, J. F. P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.527-531, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662007000500013>
- Kawabata, C. Y.; Castro, R. C.; Savastano Junior, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. *Engenharia Agrícola*, v.25, p.598-607, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162005000300004>
- Kelly, C. F.; Bond, T. E. Bioclimatic factors and their measurement. In: *A guide to environmental research on animals*. Washington: National Academy Of Sciences, 1971. p.71-92.
- Lima, J. A. K.; Alves, J. A. K.; Araújo, C. V.; Manno, M. C.; Jesus, M. L. C.; Fernandes, D. L.; Tavares, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frangos de corte com diferentes materiais de cobertura na mesorregião metropolitana de Belém. *Revista de Ciências Agrárias*, v.51, p.37-50, 2009.
- NWSCR - National Weather Service Central Region. Livestock hot weather stress. In: *Regional operations manual letter*. Washington: National Academy Press, 1976. p.31-76.
- Neves, A. C. R. R.; Castro, L. O. A. Separação de materiais recicláveis: panorama no Brasil e incentivos à prática. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v.8, p.1734-1742, 2012.
- 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 alojados em diferentes densidades. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, p.1427-1434, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982000000500021>
- Pedroso, M. C.; Zwicker, R. Sustentabilidade na cadeia reversa de suprimentos: um estudo de caso do Projeto Plasma. *Revista de Administração*, v.42, p.414-430, 2007.
- Sampaio, C. A. P.; Cardoso, C. O.; Souza, G. P. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.230-236, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200003>
- Santos, R. C. Tinóco, I. de F. F.; Paulo, M. O. de; Cordeiro, M. B.; Silva, J. N. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.6, p.142-146, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662002000100025>
- Sevegnani, K. B. Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frango de corte. Campinas: UEC, 1997. 74p. Dissertação Mestrado
- Tinóco, I. de F. F. *Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros*. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, p.1-26, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001>