

# CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA

## CONFORTO TÉRMICO EM GALPÕES AVÍCOLAS, SOB COBERTURAS DE CIMENTO-AMIANTO E SUAS DIFERENTES ASSOCIAÇÕES

Sandra Regina Pires de Moraes<sup>1</sup>, Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>2</sup>, Fernando da Costa Baêta<sup>2</sup>  
e Paulo Roberto Cecon<sup>3</sup>

### RESUMO

Realizou-se um experimento com modelos reduzidos de galpões avícolas, usando-se telhas de cimento-amianto como testemunha e associações de forro de polietileno, aspersão de água sobre a cobertura, dupla lâmina reflexiva de alumínio sob a cobertura, pintura branca na face superior da telha, poliuretano na face superior da cobertura, poliuretano na face inferior, com o objetivo de se estudar o conforto térmico no interior dos modelos, através do Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e da Carga Térmica de Radiação (CTR) obtidos na altura do centro de massa das aves, a cada 2 horas, das 8 às 18 horas, com 15 repetições/tratamento, durante o verão. Todos os tratamentos possibilitaram redução nos valores de ITGU, sendo o mais eficiente a aspersão, seguido do forro de polietileno. Para a CTR, o mais eficiente foi com forro de polietileno, seguido por aspersão. A eficiência mínima foi observada no tratamento de poliuretano na face inferior da cobertura.

**Palavras-chave:** ambiência avícola, cobertura, conforto térmico

### THERMAL COMFORT IN BROILER BUILDINGS WITH ASBESTOS TILES AND ITS ASSOCIATIONS

### ABSTRACT

The experiment using reduced models of broiler buildings with asbestos tiles and its associations (lining of polyethylene, water sprinkling over the roof, double aluminum foil under the covering, white painting on the roof, polyurethane foam over the roof, polyurethane foam under the covering and standard asbestos tiles), had the objective of studying the thermal comfort in the buildings, based on the Black Globe Humidity Index (BGHI) and Radiant Heat Load (RHL), obtained at animal level, every 2 hours, from 8 a.m. to 6 p. m., with 15 repetitions per treatment, during the summer. Each treatment enabled reduction of the values of BGHI and the best results were obtained by water sprinkling over the roof and lining of polyethylene. For values of RHL, the best results were for the treatments of the lining of polyethylene followed by sprinkling over the roof. The treatment of polyurethane foam under the roof was found to be least effective.

**Key words:** poultry environment, roof, thermal comfort

<sup>1</sup> Estudante de Pós-Graduação, Depto. Engenharia Agrícola, UFV, CEP 36.571-000 Viçosa-MG, e-mail: srmoraes@alunos.ufv.br, Fone: (031) 899-1863 Fax: (031) 899-2735

<sup>2</sup> Professor do Depto. Engenharia Agrícola, UFV, e-mail: iftinoco@mail.ufv.br e fcbeta@mail.ufv.br, Fone: (031) 899-1884/1887

<sup>3</sup> Professor do Depto. Informática, UFV, e-mail: cecon@dpi.ufv.br, Fone: (031) 899-1781

## INTRODUÇÃO

Os estudos direcionados para o conforto térmico de instalações avícolas apontam para o fato de que uma das principais causas do estresse calórico das aves durante o verão advém da radiação solar, a qual, durante o dia, contribui com parcela substancial de calor, que penetra na construção; assim, a principal proteção contra a insolação direta, objetivando amenizar a situação de desconforto térmico ambiental das aves, pode ser conseguida com utilização de cobertura adequada (Curtis, 1983; Rivero, 1986).

Quando a energia solar incide sobre a cobertura, ela é refletida, absorvida ou transmitida, em quantidades que dependem das propriedades físicas dos materiais que as compõem. A energia radiante absorvida pelas coberturas se transforma em energia térmica ou calor, sendo que parte desta energia pode ser transmitida à superfície oposta, através da condução e, neste contexto, o isolamento térmico, segundo Nããs (1989) constitui um dos meios mais eficientes e econômicos de melhorar as condições ambientais de edificações em geral, enquanto a outra parte da energia absorvida pode ficar armazenada e ser, posteriormente, transferida para o meio, através dos processos de convecção e radiação.

A cobertura mais usada nas instalações avícolas brasileiras é a de cimento-amianto, por apresentar facilidades de instalação, manutenção e limpeza, além do custo inferior, quando comparada com telhas de barro e alumínio. Melhorias adicionais no ambiente térmico interno de instalações avícolas podem ser conseguidas com associação das coberturas tradicionais com materiais isolantes, reflexivos e/ou de grande inércia térmica, uso de forros variados sob a cobertura e pintura com pigmentos isolantes e/ou reflexivos sobre e/ou sob as telhas (Costa, 1982).

Campos (1986) realizou estudos em galpões com cobertura de cimento-amianto e barro (tipo francesa) com presença e ausência de forro de taquara; no caso dos galpões cobertos por cimento-amianto, o uso de forro contribuiu significativamente para a redução da carga térmica de radiação (CTR) e do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU). No caso dos galpões cobertos por telhas de barro, o uso de forro não reduziu significativamente a CTR nem o ITGU. Segundo Costa (1982) o forro constitui uma proteção econômica e permanente, contribuindo para a redução da transferência de calor para o interior da instalação.

A utilização de aspersão sobre a cobertura produz redução da temperatura da telha, através da condução de calor para a água e redução da temperatura da telha e do ar próximo à mesma, em consequência do processo de resfriamento evaporativo, reduzindo assim, o gradiente térmico que chega à superfície inferior favorecendo as condições térmicas das instalações durante períodos de calor.

O uso de pintura sobre o material de cobertura foi estudado por Bond et al. (1954) que observaram que a combinação de cores que propiciou melhores resultados, para climas quentes, foi a branca, na superfície superior do material de cobertura, e a preta, na superfície inferior desse material. A cor branca possui

alta refletividade, o que proporciona menor temperatura à superfície superior e, embora a cor preta possua efeitos indesejáveis, como maior temperatura da superfície, maior emissividade e absorvidade, tem a vantagem de apresentar baixa refletividade. Desta forma, a CTR é reduzida, pois os efeitos indesejáveis da emissão de energia são menos prejudiciais que os efeitos da energia refletida pelo material de cobertura, para os animais.

Piasentin (1984) em pesquisa com frangos de corte em Viçosa, observou que, no período de quatro a sete semanas de idade, a variação do ITGU de 65,0 a 77,0 não influenciou o desempenho das aves. Tinôco (1988) conduziu experimento com frangos de corte, em condições de verão, em Uberaba - MG, e verificou que valores de ITGU superiores a 75,0 causam desconforto nas aves acima de quinze dias de vida, sendo que a situação de estresse se agrava a medida em que as aves se desenvolvem.

Em trabalho realizado por Rosa (1984) foram obtidos, às 14 horas, em dia típico de céu descoberto com 12,3 horas de insolação, em Viçosa, MG, valores de CTR de 498,3 Wm<sup>-2</sup> sob telhas de barro (francesa), 515,4 Wm<sup>-2</sup> sob telhas de cimento-amianto e 498,0 Wm<sup>-2</sup> sob telhas de alumínio.

Em vista do exposto, este experimento teve por objetivo avaliar o conforto térmico em modelos reduzidos de galpões avícolas, com telhas de cimento-amianto em associação com a aspersão, forro de polietileno, dupla lâmina reflexiva de alumínio, pintura branca na face superior da cobertura, poliuretano na face superior da cobertura, poliuretano na face inferior da cobertura e testemunha, com base no ITGU e na CTR durante o verão.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o verão de 1998, na área experimental do setor de Construções Rurais e Ambiente - Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. Foram utilizados sete modelos reduzidos de galpões avícolas, 125 x 12 x 4,2 m, escala reduzida 1:10, constituindo os tratamentos:

- CT- cimento-amianto testemunha
- CF- com forro de polietileno na altura do pé-direito
- CA- com aspersão de água sobre a cobertura
- CL- com dupla lâmina reflexiva de alumínio sob a cobertura
- CB- com pintura branca na face superior da cobertura
- CPs- com poliuretano na face superior da cobertura
- CPI- com poliuretano na face inferior da cobertura

O conforto térmico ambiente foi avaliado através do ITGU e da CTR, obtidos em cada tratamento, na altura correspondente ao centro de massa das aves, a cada duas horas, das 8 às 18 horas, com quinze repetições por tratamento. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e as médias dos fatores qualitativos foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos possibilitaram redução nos valores de ITGU, de acordo com a Tabela 1. O tratamento mais eficiente

foi o de aspersão, seguidos, do melhor para o pior, pelo forro de polietileno, testemunha, pintura branca na face superior da cobertura, dupla lâmina reflexiva de alumínio sob a cobertura, poliuretano na face superior da cobertura e, por último, poliuretano na face inferior da cobertura. A Figura 1 mostra os valores de ITGU em função dos horários de observação.

Tabela 1. Valores médios\* de ITGU para os diferentes tratamentos em telhas de cimento-amianto, em diferentes horário de observação

Horário	Tratamentos						
	CT	CF	CA	CL	CB	CPs	CPi
8	75,5 b	75,0 a	75,8 b	75,8 b	75,4 a	75,6 b	76,0 b
10	79,3 b	78,6 a	79,0 a	79,5 b	79,5 b	79,7 b	80,0 b
12	82,0 c	81,2 b	80,7 a	82,4 c	82,4 c	82,5 c	82,6 c
14	83,2 b	82,4 a	82,0 a	83,5 b	83,6 b	83,9 c	84,2 c
16	83,0 b	82,0 a	81,8 a	83,4 c	83,2 c	83,5 c	83,0 b
18	77,0 a	77,2 a	77,2 a	77,0 a	77,3 a	77,0 a	76,7 a

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem, pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade

Observa-se, na Tabela 1 e Figura 1, que entre 10 e 16 horas, todos os tratamentos possuem valores médios de ITGU acima de 76. Assumindo-se 76 como sendo o valor de ITGU no limite máximo tolerado sem estresse para frangos de corte com mais de três semanas de idade, a partir de valores médios entre 77, proposto por Piasentin (1984) e 75, por Tinôco (1988) tem-se que esses tratamentos estiveram fora da faixa de conforto. Outro aspecto a considerar é que, em condições de campo, uma significativa parcela de sobreaquecimento advém do próprio calor gerado pelas aves, agravando ainda mais a situação de desconforto térmico no interior das instalações.

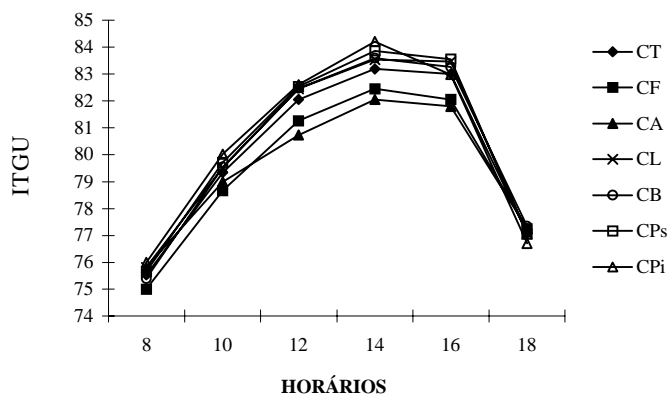


Figura 1. Valores de ITGU, correspondentes aos horários de observação, para as diferentes associações de telhas de cimento-amianto

Para valores de CTR e de acordo com a Tabela 2, o tratamento mais eficiente na sua redução foi com forro de polietileno, seguido por aspersão, testemunha, poliuretano na face superior da cobertura, dupla lâmina reflexiva de alumínio sob a cobertura, pintura branca na face superior da cobertura e, por fim, poliuretano na face inferior da cobertura, do melhor para o pior. A Figura 2 mostra os valores de CTR em função dos horários de observação.

Tabela 2. Valores médios\* de CTR em  $Wm^{-2}$ , para os diferentes tratamentos em telhas de cimento-amianto, em cada horário de observação

Horário	Tratamentos						
	CT	CF	CA	CL	CB	CPs	CPi
8	455,2 b	439,2 a	456,4 b	457,9 c	455,2 b	452,9 b	460,6 c
10	480,6 b	462,4 a	476,1 b	479,0 b	480,2 b	479,8 b	486,1 c
12	496,6 c	476,9 a	484,8 b	497,2 c	500,0 c	496,6 c	499,4 c
14	504,0 c	486,2 a	492,8 b	504,3 c	507,4 d	503,8 c	510,1 d
16	501,4 c	485,6 a	494,6 b	505,4 c	504,9 c	503,8 c	502,2 c
18	462,9 c	452,4 a	463,2 c	463,4 c	464,8 c	457,6 b	459,0 b

\* Médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem, pelo teste de Scott-Knott, a nível de 5% de probabilidade

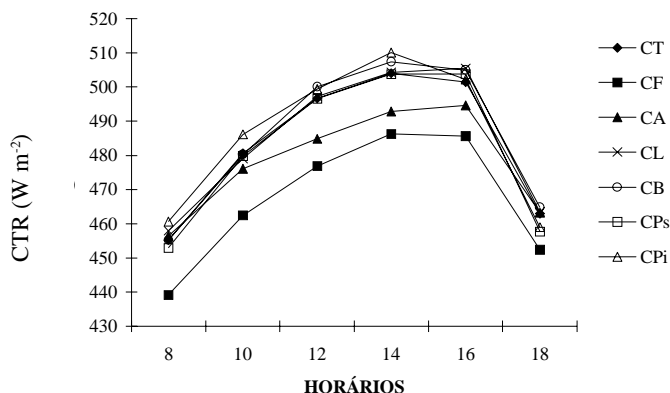


Figura 2. Valores de CTR ( $Wm^{-2}$ ) correspondentes aos horários de observação, para as diferentes associações de telhas de cimento-amianto

Do exposto, acredita-se que, em condições reais, outras alternativas adicionais devam ser incorporadas às telhas de amianto, objetivando propiciar conforto térmico às aves, tais como concepção arquitetônica e, nesse contexto, utilização de instalações com pé-direito superior, aproveitamento do paisagismo circundante e mesmo alternativas de condicionamento térmico artificial, incluindo-se o uso de ventilação forçada e sistemas de resfriamento adiabático evaporativo.

## CONCLUSÕES

Nas condições de realização do experimento, conclui-se que:

1. A utilização de aspersão, forro de polietileno, dupla lâmina reflexiva de alumínio, pintura branca na face superior da cobertura, poliuretano na face superior da cobertura e poliuretano na face inferior da cobertura, em telhas de amianto, propiciam melhorias significativas no ambiente térmico de modelos reduzidos de galpões avícolas, quando comparadas à telha de amianto testemunha.
2. O tratamento mais eficiente, baseado no ITGU foi o de aspersão de água sobre a cobertura.
3. O tratamento mais eficiente, baseado na CTR foi o de forro de polietileno na altura do pé-direito do modelo reduzido;
4. Os tratamentos menos eficientes, com base no ITGU foram os de poliuretano na face superior da cobertura e de poliuretano na face inferior da cobertura.

5. Os tratamentos menos eficientes, baseados na CTR, foram os de pintura branca na face superior da cobertura e de poliuretano na face inferior da cobertura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOND, T.E.; KELLY, C.F.; ITTNER, N.R. Radiation studies of painted shade materials. **Agricultural Engineering**, v.35, n.6, p. 389-392, 1954.
- CAMPOS, A.T. **Determinação dos índices de conforto e da carga térmica de radiação em quatro tipos de galpão, em condições de verão para Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 1986. 66 p. Dissertação Mestrado.
- COSTA E.C. **Arquitetura Ecológica: condicionamento térmico natural.** 5. ed. São Paulo: Edgard Blücher. 1982. 264 p.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: The Iowa State University Press, 1983. 409p.
- NÃÃS, I.A. **Princípios de conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Ícone Editora LTDA, 1989. 183 p.
- PIASENTIN, J.A. **Conforto medido pelo índice de temperatura de globo e umidade na produção de frango de corte para dois tipos de piso em Viçosa - MG.** Viçosa: UFV, 1984. 98 p. Dissertação Mestrado
- RIVERO, R.O. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural.** 2. ed. Porto Alegre: D. C. Luzzato, 1986. 240 p.
- ROSA, Y.B.C.J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão para Viçosa, MG.** Viçosa: UFV, 1984. 77 p. Dissertação Mestrado
- TINÔCO, I.F.F. **Resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte.** Viçosa: UFV, 1988. 92p. Dissertação Mestrado