

DESEMPENHO TÉRMICO DE ALGUNS MATERIAIS DE COBERTURA EM AVIÁRIOS ⁽¹⁾

SAVASTANO JR., H. ⁽²⁾; DA SILVA, I.J.O. ⁽³⁾; LUZ, P.H.C. ⁽⁴⁾; FARIA, D. E. ⁽⁵⁾

RESUMO

Este estudo analisa comparativamente o desempenho térmico de diferentes tipos de cobertura em aviários comerciais, para frangos de corte, no estado de São Paulo, Brasil: telhas de cimento amianto e telhas Onduline (produto patenteado, com reforço de fibras vegetais) pigmentadas, com e sem pintura branca à base de cal. Durante dois períodos de criação, um no verão e outro no outono, foram tomados registros ambientais internos (umidade relativa e temperaturas: máxima, mínima, de globo negro, de bulbo seco e da água nos bebedouros) e externos (temperaturas máxima e mínima, temperatura de bulbo seco, velocidade do vento, insolação e chuvas). A telha de cimento amianto com pintura apresentou os melhores resultados, quanto ao conforto térmico, estatisticamente diferenciados dos demais tratamentos, a saber, telha de cimento amianto e Onduline sem pintura. Uma vez comparadas telha de cimento amianto e a Onduline, ambas com superfícies externas caiadas, no que se refere à temperatura efetiva, os resultados foram favoráveis à Onduline, com diferença estatisticamente significativa.

PALAVRAS CHAVE: frango de corte, conforto térmico, cobertura.

THERMAL PERFORMANCE OF SOME ROOF COATING MATERIALS IN POULTRY CONSTRUCTION

ABSTRACT

Thermal performance of different roofs were compared in commercial poultry houses in São Paulo, Brazil. Asbestos cement and Onduline (patented product reinforced with vegetable fibres) roofs, with and without external lime paint were tested. During two raising cycles, one in the summer and another in the autumn, the internal environment data (relative humidity, maximum and minimum temperatures, black bulb temperature, dry bulb temperature and water trough temperature) and external environment data (maximum and minimum temperatures, dry bulb temperature, wind velocity, insolation and rain) were registered. The painted asbestos cement roof presented the best results of thermal comfort, statistically different from the other treatments, i.e., asbestos cement and Onduline without painting. The comparison between asbestos cement and Onduline roofs, both with painted external faces, showed favorable results of effective temperature to Onduline, with statistical significance.

KEYWORDS: broiler, roof, thermal comfort.

(1) Pesquisa financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, proc. 95/3784-2

(2) Doutor em Engenharia Civil. Departamento de Zootecnia - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos., Universidade de São Paulo.(FZEA/USP)

(3) Mestre em Engenharia Agrícola. Departamento de Engenharia Rural - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.(Esalq/USP)

(4) Doutor em Solos e Nutrição de Plantas. Departamento de Zootecnia - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos., Universidade de São Paulo.(FZEA/USP)

(5) Doutor em Produção Animal. Departamento de Zootecnia - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos., Universidade de São Paulo.(FZEA/USP)

Recebido pelo Conselho Editorial em: 13.03.97

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 07.08.97

INTRODUÇÃO

A avicultura de corte, no Brasil, tem crescido continuamente: a produção de 1995 foi de 4,1 milhões de toneladas, com 10% desse total direcionado à exportação, em especial para a Arábia Saudita e o Japão (NEHMI et al., 1996). O grande desenvolvimento da avicultura industrial no Brasil está diretamente relacionado à implantação de técnicas e materiais de construção, visando ao conforto térmico das instalações (Nããs, 1994 e Llobet, 1993).

Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar têm se mostrado restritivos ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais (Oliveira et al., 1995). O fato é verdadeiro, principalmente na área de avicultura, em que a dificuldade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações, que não promovem ambiente propício para o desejável equilíbrio térmico das aves. Isso faz com que as amplitudes críticas externas sejam imediatamente transferidas para o interior dos galpões, provocando altos índices de mortalidade (Nããs et al., 1995).

A cobertura é o sistema através do qual se dá a principal entrada de carga térmica de radiação solar no galpão; daí o interesse em se estudar a interferência de diferentes materiais de cobertura, relativamente às condições do microclima de um galpão destinado à produção comercial.

O objetivo deste trabalho foi identificar a influência de alguns tipos de cobertura no microclima, dentro do galpão para frangos de corte. Desse modo, a presente pesquisa pretendeu contribuir para o aprimoramento das construções de aviários, especialmente no que se refere à cobertura, com a preocupação de traduzir os resultados em maiores produção e produtividade. Como consequência imediata, advém o retorno econômico, com todos os benefícios sociais a ele relacionados.

O ambiente a que são submetidas as aves constitui um dos principais responsáveis pelo sucesso pelo ou fracasso do empreendimento avícola. Nesse contexto, os fatores térmicos (radiação térmica, temperatura, umidade e movimentação do ar) comprometem a função vital mais importante dos animais: a homeotermia (Tinôco, 1996).

No caso dos frangos, o metabolismo alimentar e o calor ambiente aumentam a produção de calor do animal e, especialmente em regimes tropicais, causam a redução no consumo de ração. Por outro lado, ao manter-se em equilíbrio com o ambiente circundante, diz-se que o animal se encontra confortável e apto à produtividade máxima (Penz Jr., 1989 e Silva et al., 1990).

A zona de conforto varia de acordo com a idade. Para pintinhos de um a sete dias de idade, a zona confortável está entre 31°C e 33°C. Para animais no final do ciclo produtivo, entre 35 e 42 dias, a temperatura confortável varia de 21°C a 23°C. Tais dados são válidos para umidade relativa entre 65% e 70%. Nessas condições, os sistemas homeostáticos controladores atuam com o menor gasto de energia, o que se traduz em ganho de peso e conversão alimentar (Macari, 1996).

A temperatura de globo está relacionada com a sensação de calor e indica o estresse térmico sentido pelo animal. Em experimentos de campo, esse termômetro é utilizado para determinação da carga térmica radiante.

Outra informação importante, obtida a partir da monitoração de temperatura e de umidade da instalação, é o cálculo da entalpia ambiental. A entalpia é a variável física que indica a quantidade de energia (expressa em kJ/kg de ar seco) contida em uma mistura de vapor d'água. Portanto, na mudança de temperatura, para umidade relativa constante, ou vice-versa, há alteração da energia envolvida no processo, afetando a troca térmica. Assim, o uso do conceito de entalpia, para a seleção de períodos críticos, permite a avaliação correta da produção e da mortalidade, no caso de situações completamente adversas à zona de termoneutralidade (Nããs et al., 1995).

Segundo Morgan (1990), a radiação solar representa cerca de 75% da carga térmica transferida para o interior do galpão, diretamente relacionada ao material de cobertura, à orientação da construção, à projeção do telhado, à insolação e à vegetação circundante. As telhas de cimento amianto, embora

bastante utilizadas e competitivas economicamente, apresentam eficiência térmica pior que as telhas cerâmicas (Sevegnani, 1997), além de outros inconvenientes: escurecimento da superfície exposta às intempéries, pela deposição de fungos; perda de resistência mecânica, com o tempo, pelo ataque alcalino ocasionado pelo cimento às fibras de amianto; e risco à saúde, devido à exposição à fibra de amianto, em especial na indústria da construção civil (Giannasi & Thébaud-Mony, 1997).

Já a telha Onduline, produto patentado, de origem francesa, com indústria recentemente instalada no Brasil, constitui-se de matriz à base de um filler (material argiloso e inerte), reforçada com fibras celulósicas (vegetais) e impregnada com alcatrão (material betuminoso).

A pintura da face externa da cobertura com tinta branca é altamente reflexiva, contribuindo para reduzir a carga térmica radiante (CTR) no interior da edificação, em especial na inexistência de forro (Czarick, 1989).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em aviário comercial, situado na Fazenda dos Pires, em Pirassununga/SP (latitude = 21°59', longitude = 47°26', altitude = 634 m), próximo ao município de Descalvado/SP, zona de grande produção de frangos de corte no Brasil. A região possui clima temperado chuvoso, com inverno seco e verão quente e chuvoso (tipo Cwa, conforme classificação Köppen). A empresa em questão apresenta bons índices de produção e possui dois galpões dispostos paralelamente, conforme ilustra a Figura 1.

Os galpões apresentam as seguintes características geométricas: pé direito de 2,8m, inclinação da cobertura de 13° em relação à horizontal, beiral de 0,9 m e largura do galpão de 10,4 m. São empregadas paredes laterais com 0,5 m de altura e cortinado amarelo. O sistema de ventilação forçada conta com dois ventiladores helicoidais por módulo, com vazão de 3,0 m³/s, medida a 2,0 m de distância do equipamento.

Durante dois períodos completos de produção, foram tomados registros ambientais internos (umidade relativa e temperaturas: máxima, mínima, de globo negro, de bulbo seco e da água nos bebedouros), com quatro medições diárias às 8:00, às 11:00, às 14:00 e às 17:00. Além disso, para os registros externos (temperaturas máxima e mínima, temperatura de bulbo seco, velocidade do vento, insolação e chuvas), foram estabelecidas medições diárias às 9:00 e às 15:00.

Para a avaliação térmica, foram coletados os seguintes valores: temperatura ambiente (TA); temperatura de globo negro inferior (TGI), a 0,4 m do piso; temperatura de globo negro superior (TGS), a 1,0 m da cobertura, e umidade relativa (UR).

Com esses dados, foram calculados os índices de conforto térmico, para a avaliação da eficiência térmica (equações 1 a 4): índice de globo negro (BGHI), índice de temperatura ambiente e umidade (THI), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) e temperatura efetiva (TE).

$$BGHI = TG + 0,36.TPO + 41,5 \quad (1)$$

$$THI = TA + 0,36.TPO + 41,5 \quad (2)$$

$$ITGU = 0,7.TBU + 0,2.TG + 0,1.TA \quad (3)$$

$$TE = \frac{22,3.TG + 4,0829.(TG - TBU)}{22,3 + 0,62817.(TG - TBU)} \text{ (}^\circ\text{C)} \quad (4)$$

Em que:

Ta - temperatura ambiente (bulbo seco);
Tpo - temperatura de ponto de orvalho;
Tg - temperatura de globo;
Tbu - temperatura de bulbo úmido.

Com os dados de temperatura média e umidade relativa média de cada dia estudado, foi calculado o valor da entalpia diária (kJ/kg de ar seco), com o uso do software Psicart. De acordo com esses valores, quanto maior a entalpia, maior o calor existente no ambiente e mais desconfortante o dia.

Um fator importante, tratando-se de condições ambientais, é a temperatura da água ingerida pelo animal. Em sistemas convencionais, os bebedouros suspensos são distribuídos ao longo dos aviários, de forma a facilitar o acesso das aves.

Segundo Macari (1995; 1997), a temperatura ideal da água de bebida está entre 21°C e 24°C. Dependendo das condições climáticas do local e do ambiente interno do aviário, essa temperatura poderá elevar-se. Diante disso, foi realizada outra avaliação, com o objetivo de inter-relacionar os materiais de cobertura e a temperatura da água de bebida.

As análises estatísticas foram aplicadas aos resultados experimentais obtidos e utilizaram o delineamento de blocos casualizados, comparando-se as médias por intermédio do teste de Tukey, usando-se o programa "Sanest".

Na primeira fase experimental, realizada durante 42 dias consecutivos, entre 24 de janeiro e 5 de março de 1996 (verão), foram analisados três módulos de criação, cada um deles com um tipo diferente de cobertura, a saber (Figura 1):

- MÓDULO A: telha de cimento amianto enegrecida pelo tempo (testemunho).
- MÓDULO B: telha de cimento amianto com pintura à base de cal na superfície externa, aplicada após limpeza da telha.
- MÓDULO C: telha alternativa Onduline, com superfície externa na cor verde.

Na segunda fase experimental, que durou 45 dias consecutivos, de 25 de março a 8 de maio de 1996 (outono), foram testados dois módulos:

- MÓDULO A: telha de cimento amianto com pintura à base de cal na superfície externa, depois de limpeza da telha. Nesta segunda fase, foram unificados os módulos A e B da fase anterior.
- MÓDULO B: telha alternativa Onduline, com pintura à base de cal na superfície externa (adaptação feita a partir do módulo C da primeira fase).

A telha de cimento amianto empregada é do tipo ondulada (amplitude da onda de 56 mm e distância entre cristas de 160 mm), cor cinza, com espessura de 6 mm, idade superior a 5 anos e já escurecida pela presença de fungos na sua superfície externa.

A telha Onduline (patenteada, de origem francesa) é constituída de matriz argilosa impregnada com alcatrão e reforçada com fibras de celulose. Em decorrência do material betuminoso empregado, a telha apresenta coloração escura, mesmo tendo sua superfície externa pigmentada na cor verde. Essas telhas são onduladas (amplitude da onda de 40 mm e distância entre cristas de 90 mm), com dimensões semelhantes às das telhas de cimento amianto, e com espessura de 3 mm.

Para a pintura, empregou-se cal hidratada, por pulverização, que, segundo Uemoto (1993), pode configurar solução economicamente viável, apesar de sua pequena vida útil (um ano, aproximadamente). A mão-de-obra de aplicação da pintura foi da própria fazenda. Para dosagem, utilizou-se a seguinte receita empírica, sugerida pelos técnicos da Cooperativa Agrícola Mista Vale do Mogi-Guaçu Ltda. (Cooperguaçu): 200 litros de água, 50 kg de cal hidratada para pintura, 5 kg de açúcar cristal, 5 kg de sal

de cozinha e 20 bisnagas (com 150 ml cada uma) de fixador comercial para cal. O custo dessa pintura foi de R\$0,42/m² (US\$1.00 = R\$0,987, câmbio paralelo, jan/96), computado só material de pintura, em duas demãos.

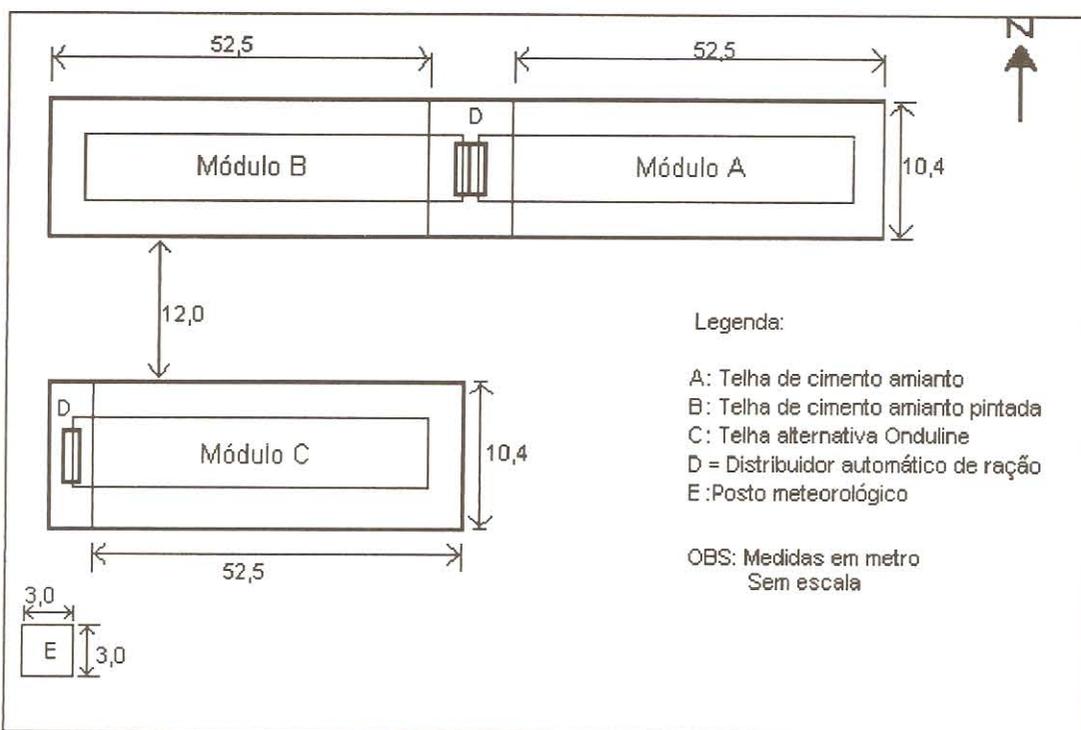


FIGURA 1 - Primeira fase de produção: planta de situação e orientação dos galpões e do posto meteorológico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A) Primeira fase: eficiência térmica da telha Onduline

Efeitos da temperatura ambiente

A Figura 2 apresenta os valores da entalpia para os dias estudados. Com base nesses valores, foram selecionados os dez dias mais desconfortáveis do período: 7, 8, 9, 10, 11, 20, 22, 23, 25 e 26 de fevereiro de 1996. Na escolha desses dias, não foi computado o período inicial do ciclo de criação (duas primeiras semanas), por causa da exigência de alta temperatura pelos pintinhos.

O resultado estatístico da avaliação da eficiência térmica das telhas, para o período acima, pode ser observado na Tabela 1. Para o período de maior desconforto do ciclo, as observações mostram, de acordo com as análises estatísticas, que:

- para os índices estudados, com nível de 5% de significância do teste de Tukey, houve diferença significativa entre os materiais de cobertura usados.
- o material que apresentou melhor desempenho foi a telha de cimento amianto pintada externamente de branco.

c) a telha Onduline superou a de cimento amianto, apresentando esta última os piores resultados.

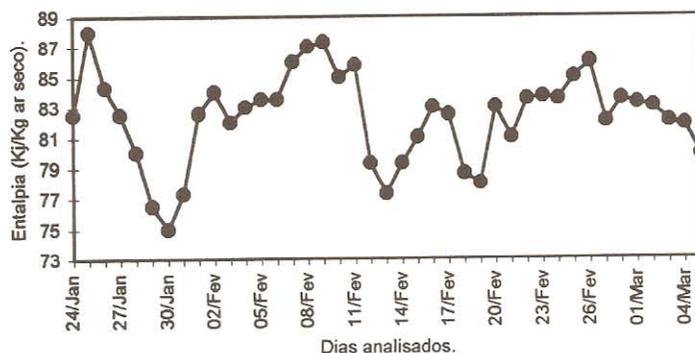


FIGURA 2 - Variação da entalpia ao longo da primeira fase.

TABELA 1 - Resultado final do teste de comparação das médias, nos dez dias mais desconfortantes da primeira fase.

Índices	TGI	BGHI	THI	ITGU	TE
Telha de cimento amianto sem pintura (testemunho)	a	a	a	a	a
Telha Onduline	b	a	b	b	b
Telha de cimento amianto com pintura	c	a	c	c	c

Obs.: letras diferentes indicam diferença significativa entre os resultados, com 5% de significância.

Para o dia de maior entalpia (09/02/96), observa-se que o horário das 14:00 apresentou o desconforto mais evidente. Para todos os índices estudados, o telhado com pintura externa de cal proporcionou os melhores resultados. A Figura 3 exemplifica isso, em relação ao comportamento do ITGU.

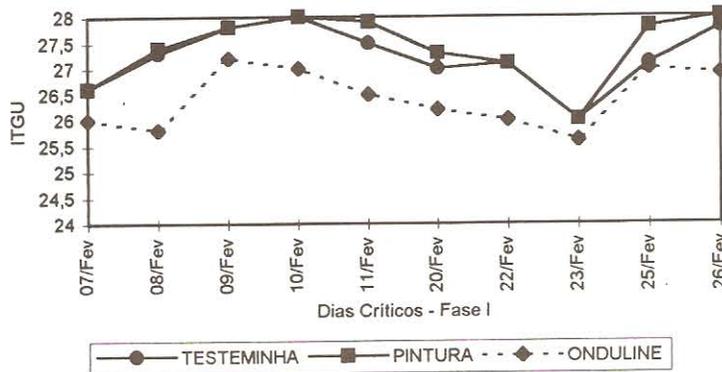


FIGURA 3 - Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), para o horário das 14:00 nos dez dias de maior entalpia da primeira fase.

Sob o ponto de vista econômico e bioclimático, as grandes perdas na produção ocorrem nas últimas semanas, em que o animal se torna mais suscetível às altas temperaturas do ambiente.

Para a última semana de produção, é possível afirmar que, de acordo com a Figura 4, não há diferença estatística significativa entre as telhas de cimento amianto e Onduline, no que se refere à temperatura efetiva. Entretanto a telha de cimento amianto pintada diferenciou-se das demais, apresentando os melhores resultados.

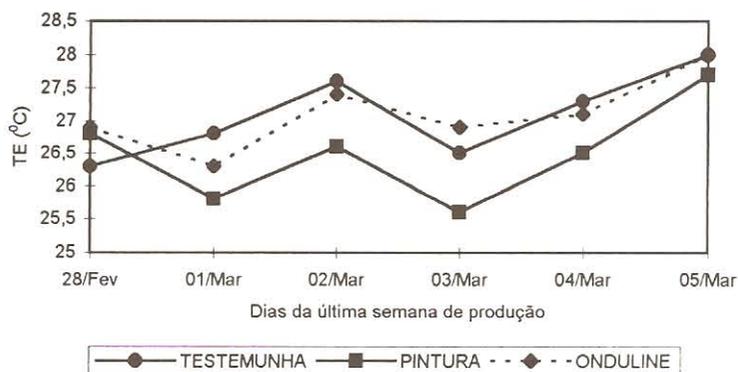
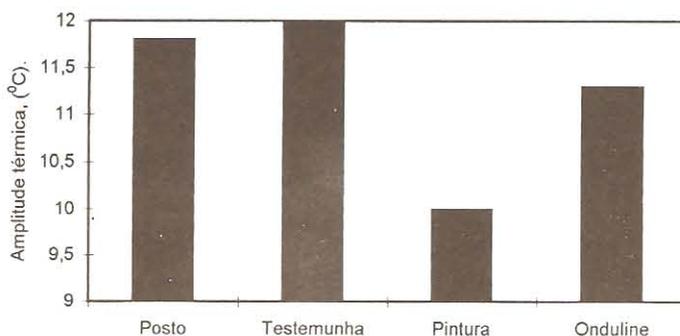


FIGURA 4 - Temperatura efetiva (TE) na última semana de produção no horário 14:00 (primeira fase).

A amplitude de temperatura média diária dos módulos experimentais foi comparada com a do posto meteorológico local e, de acordo com a Figura 5, houve diferenciação significativa apenas para o tratamento de cimento amianto com pintura.



Obs.: letras diferentes indicam diferença significativa entre os resultados, com 5% de significância.

FIGURA 5 - Amplitude térmica média nos dias de maior entalpia da primeira fase produtiva.

Efeito da temperatura na água de bebida

No galpão com telhado de cimento amianto, pintado de branco, houve redução significativa da temperatura da água, apesar de ainda permanecer superior ao ideal. Essas informações ficam evidenciadas na Figura 6, que mostra a temperatura da água ao longo do dia de maior desconforto térmico.

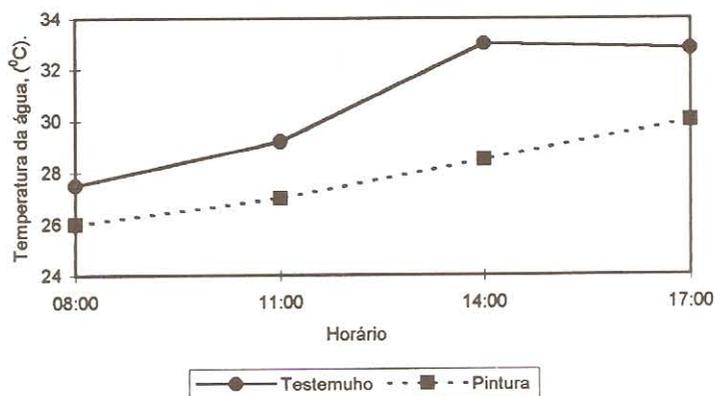


FIGURA 6 - Variação da temperatura da água (Tágua), ao longo do dia de maior desconforto térmico da primeira fase: 25/01/96.

B) Segunda fase: eficiência da telha Onduline com pintura

Efeito da temperatura ambiente

A segunda fase do experimento foi realizada nos 45 dias consecutivos entre 25 de março e 8 de maio de 1996, no outono. Para tanto, foram avaliados os mesmos galpões da primeira fase, cobertos com telhas de cimento amianto e Onduline, ambas com pintura branca, à base de cal, em sua superfície externa.

Com base no cálculo da entalpia diária, foi selecionado o período mais desconfortante: 7 a 16 de abril consecutivamente. Nessa seleção, foram desconsideradas as duas primeiras semanas do ciclo, em razão da maior exigência térmica, por parte das aves.

A Figura 7 mostra que a temperatura efetiva, nos dias de maior entalpia, foi menor para o módulo coberto com telha Onduline pintada, em comparação àquele coberto com telha de cimento amianto pintada. Esse resultado teve comprovação estatística.

Efeito da temperatura da água de bebida

Os procedimentos para a análise dos efeitos dos materiais de cobertura, em relação à temperatura da água de bebida, foram realizados com a observação das temperaturas da água nos bebedouros suspensos e o posterior cálculo da média desses valores, de acordo com a mesma metodologia utilizada na primeira fase experimental.

A Figura 8 ilustra a não-diferenciação estatística dos resultados obtidos nos dois módulos de criação. No entanto observa-se que, na maior parte do período crítico em análise, a temperatura da água de bebida se manteve superior ao desejável para os animais.

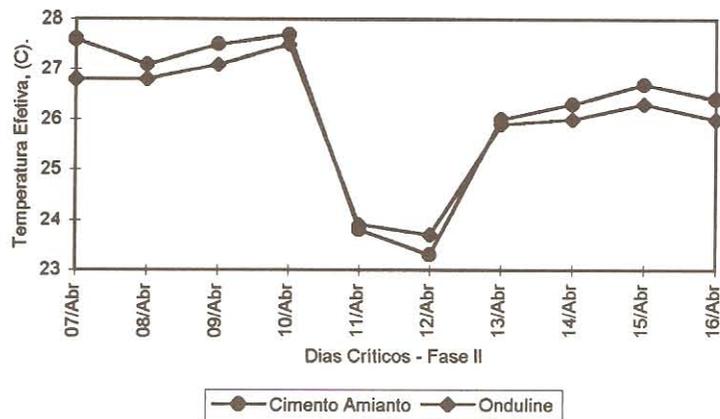


FIGURA 7 - Temperatura efetiva (TE) nos dias de maior desconforto da segunda fase.

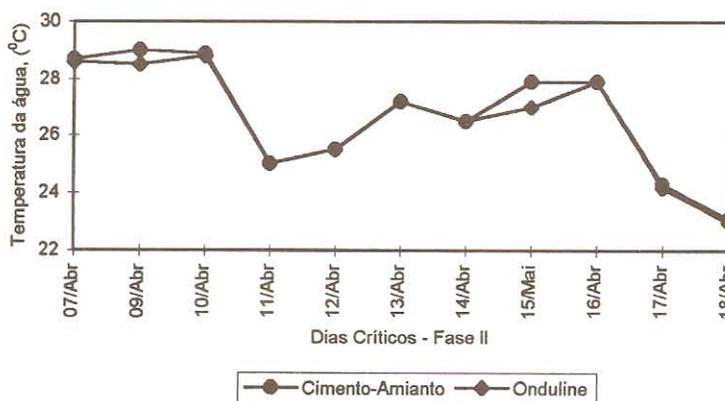


FIGURA 8 - Temperatura da água de bebida (Tágua) às 14:00, para os dias de maior desconforto da segunda fase.

CONCLUSÕES

A eficiência térmica da telha Onduline pigmentada (cor verde) é próxima à da telha de cimento amianto enegrecida pelo tempo. A pintura à base de cal, utilizada na superfície externa da telha de cimento amianto, conseguiu diferenciar estatisticamente os resultados de eficiência térmica, comparada aos demais tratamentos da primeira fase experimental (telhas de amianto e Onduline sem pintura). A pintura utilizada mostrou bom desempenho frente às intempéries ambientais (período de chuvas intensas), graças ao uso de fixadores incorporados. O baixo custo dessa pintura garantiu sua viabilidade econômica.

Uma vez tratada com pintura de cal, a telha Onduline mostrou eficiência térmica semelhante e, em alguns casos, até superior à telha de cimento amianto também pintada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CZARICK, M. Reflective roof coatings. **Poultry International**, v.23, n.8, p.26-32, 1989.
- GIANNASI, F.; THÉBAUD-MONY, A. Occupational exposures to asbestos in Brazil. **International Journal of Occupational and Environmental Health**, v.3, n.2, p.150-157, Apr./June. 1997.
- LLOBET, J.A.C. **Construções e equipamentos avícolas**. Barcelona, Real Escuela de Avicultura, 1993. p.283.
- MACARI, M. Água de beber na dose certa. **Aves & Ovos**, v.11, n.6, p.40-48, 1995.
- MACARI, M. Conforto ambiental para aves: ponto de vista do fisiologista. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., Goiânia, 1996. **Anais**. Goiânia: UFG/AGA, 1996. p.57-60.
- MACARI, M. Qualidade da água e bebedouros para frangos de corte: tipos, vantagens e desvantagens. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, São Paulo, 1997. **Anais**. Campinas: Facta, 1997. p.121-143.
- MORGAN, W.E. **Heat reflective roof coatings**. St. Joseph: ASAE, 1990. p.9 (ASAE. paper, 904513).
- NÃÃS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1994. **Anais**. Campinas: Facta, 1994. p.111-118.
- NÃÃS, I.A.; MOURA, D.J.; LAGANÁ, C.A. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais**. Campinas: Facta, 1995. p.203-204.
- NEHMI, I.M.D.; NEHMI FILHO, V.A.; FERRAZ, J.V., (Coord.). **Anualpec 96: anuário estatístico da produção animal**. São Paulo, FNP, 1996.
- OLIVEIRA, P.A.V. et al. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Curitiba, 1995. **Anais**. Campinas: Facta, 1995. p.297-298.
- PENZ JR., A.M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes - manipulação do equilíbrio ácido-base. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989. **Anais**. p.139-146.
- SEVEGNANI, K.B. Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frango de corte. Campinas, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- SILVA, I.J.O.; GHELFI FILHO, H.; CONSIGLIERO, F.R. Materiais de cobertura para instalações animais. **Engenharia Rural**, v.1, n.1, p.51-60, 1990.

TINÓCO, I.F.F. Conforto ambiental para aves: ponto de vista do engenheiro. In: SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2., Goiânia, 1996. **Anais**. Goiânia: UFG/AGA, 1996. p.47-56.

UEMOTO, K.L. **Pintura a base de cal**. São Paulo: IPT/ABPC, 1993. p.32 (Publicação IPT, 2030).