

Efeito do Isolamento Térmico de Telhado Sobre o Desempenho de Frangos de Corte Alojados em Diferentes Densidades¹

Jean Eduardo de Oliveira², Nilva Kazue Sakomura³, Adriana Nogueira Figueiredo², Jorge de Lucas Júnior⁴, Tânia Mara Baptista dos Santos⁵

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do uso de isolante térmico de telhado instalado como forro sob a cobertura no desempenho de frangos alojados em diferentes densidades (10, 16 e 22 aves/m²) e nas características da cama de aviário em galpão convencional. O experimento foi realizado durante o verão, utilizando 3328 aves da linhagem Hubbard, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 3x2 (densidade e sexo), com quatro repetições dentro de cada ambiente. Para a comparação dos ambientes, utilizou-se a análise conjunta. Durante o período experimental, registraram-se dados de temperatura ambiente em vários pontos do galpão e em diversos horários, umidade relativa e carga térmica radiante. O teor de nitrogênio e matéria seca e a temperatura da cama foram determinados. No ambiente com isolante térmico, as temperaturas ambientais médias e a amplitude térmica diária foram menores e a umidade relativa do ar, maior. O desempenho das aves foi melhor no ambiente com isolante térmico, no qual as aves tiveram maior consumo de ração, maior ganho de peso, melhor conversão alimentar, menor mortalidade e maior produção por área. A temperatura retal das aves do ambiente sem isolante térmico foi mais elevada. À medida que se elevou a densidade, a mortalidade aumentou, porém a produção por área foi maior. O uso do isolante não influenciou a produção de cama, mas diminuiu a porcentagem de nitrogênio na cama. Com o aumento da densidade, a produção de cama elevou-se, pelo maior volume de excretas, mas não influenciou sua porcentagem de nitrogênio. O uso do isolante térmico permitiu aumento da densidade de criação dos frangos.

Palavras-chave: ambiente, cama, densidade, frangos de corte, isolamento térmico

Effect of Thermal Insulation under the Roof on Performance of Broiler Chickens Stocked in Different Densities

ABSTRACT - The work objective was to evaluate the effect of using a thermal insulating material installed as lining under the roof, on broiler performance, on environmental conditions of different broiler chickens stocking densities (10, 16 and 22 birds/m²) and on litter characteristics. The experiment was carried out during the summer, using 3328 chicks of Hubbard strain, distributed in a completely randomized design, in a factorial scheme 3x2 (density and sex), with four replicates for each environment. For the environment comparison a conjunct analysis was used. During the experimental period, registered temperature data were collected in several points and times, and also relative humidity and radiant thermal load were registered. Nitrogen content, dry matter and temperature of litter were determined. Daily average temperatures and temperature range were lower and the relative humidity was higher in the insulated environment. The broiler performance was better in the insulated environment, where the broilers had higher feed intake, higher weight gain, better feed: gain ratio, lower mortality and higher production per area. Rectal temperature of birds reared on the non insulated environment was higher than the birds reared on the insulated environment. As the rearing densities increased, the mortality increased, however the production per area was higher. The litter production was not affected by insulation, but it decreased the nitrogen percentage. Increasing stocking densities lead to an increase of litter production, but it did not affect the nitrogen percentage. The use of thermal insulation allowed increasing the broilers stocking density.

Key Word: broilers, densities, environment, litter, thermal insulation

Introdução

A produção de proteína em larga escala, como é o caso da avicultura, enfrenta nos países de clima tropical constante conflito com as condições ambientais, mais especificamente com o calor acima do nível de conforto e até do compatível com a vida da ave.

CAMPOS (1995) citou a criação de aves em alta densidade como um dos avanços recentes da avicultura. Esta prática resultou em bons resultados, porém tem como principal empecilho as condições ambientais das instalações tradicionalmente usadas (BAIÃO, 1995). Como consequência do aumento da densidade, cita-se a maior produção de subprodutos

¹ Parte do trabalho apresentado à FCAV-UNESP pelo primeiro autor, para a graduação em Zootecnia.

² Zootecnista, FCAV-UNESP. E-mail: oliveiraje@hotmai.com; anogueiraf@yahoo.com.br

³ Professor do Departamento de Zootecnia da FCAV-UNESP. E-mail: sakomura@fcav.unesp.br

⁴ Professor do Departamento de Engenharia Rural da FCAV-UNESP. E-mail: jlucas@fcav.unesp.br

⁵ Aluna do curso de doutorado do Departamento de Engenharia Rural da FCAV-UNESP. E-mail: tsantos@fcav.unesp.br

das atividades metabólicas das aves, como calor, maior quantidade de excretas, umidade da cama e mais amônia no ar (CAMPOS, 1995). Ainda segundo CAMPOS (1995), altas temperaturas e problemas com ventilação influem no desempenho das aves. ELWINGER (1995), estudando o efeito da densidade populacional na produção de frangos de corte e nas condições ambientais, concluiu que o aumento da densidade influenciou negativamente o crescimento das aves e levou à maior concentração de umidade, amônia e CO₂ no ar no período próximo ao abate das aves. COELHO (1989) e GOLDFLUS (1994), pesquisando os efeitos do aumento da densidade de criação de frangos de corte, constataram redução no consumo alimentar e no peso final da ave e melhora na conversão alimentar. Contudo, o aumento da densidade promoveu acréscimos significativos na produção de carne por unidade de área. Os autores relataram ainda que, se as condições ambientais não forem adequadas, as perdas no desempenho e em mortalidade, devido ao calor, podem superar o progresso obtido com a maior produção por área.

KERSTING (1996), estudando a densidade de criação, a qualidade da cama e o desempenho das aves, concluiu que o aumento da densidade de criação até cerca de 33-36 kg de peso vivo/m² não influenciou significativamente a qualidade da cama. Estudando os efeitos do aumento da densidade na composição da cama, COENEN et al. (1996) constataram que este aumento não influenciou a qualidade da cama; o conteúdo de matéria seca da cama das aves criadas em baixa densidade reduziu em 60%; e a liberação de amônia no ambiente foi menor. A densidade maior não influenciou as diferentes frações no nitrogênio total.

O condicionamento térmico natural, sem o uso de aparelhos, tem como recursos a adequada localização do galpão, a orientação, a ventilação natural e o uso de materiais de grande capacidade calorífica, que resistam às mudanças bruscas de temperaturas, como os isolantes térmicos de telhado. O condicionamento térmico natural, por ser mais barato, deve ser buscado antes dos equipamentos de condicionamento térmico artificial (TINOCO, 1995).

O telhado recebe a radiação solar e a transmite para o interior da instalação. O fator mais importante é a quantidade desta radiação que chega até as aves, a qual é determinada pelo tipo de material da cobertura ou pela presença de um isolante térmico abaixo desta. Segundo o autor, o isolamento térmico é,

geralmente, o meio mais eficiente e econômico de melhorar as condições ambientais de edificações em geral (NÄÄS, 1994). O uso de forro sob o telhado é um dos tipos de isolamento térmico mais usados, o qual melhora o conforto das aves, reduzindo a transmissão térmica e aumentando sua inércia. Outro efeito importante relacionado à transmissão térmica é a diminuição da amplitude térmica no galpão, que, se for grande, pode trazer sérios prejuízos às aves (NÄÄS et al., 1995). De acordo com MCFERRAN (1993), galpões com bom isolamento térmico oferecem melhor retorno econômico e reduzem o aparecimento de dermatites causadas pela maior umidade na cama. O autor comentou ainda que o maior prejuízo resultante de camas excessivamente úmidas é visto por meio da piora da conversão alimentar das aves.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do isolamento térmico do telhado sobre o desempenho de frangos de corte criados em diferentes densidades e sobre a cama de aviário.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no aviário experimental da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal. O galpão utilizado possuía 27 m de comprimento por 8 m de largura, pé direito de 2,50 m, cobertura de telhas de fibrocimento e orientado no sentido norte-sul. O galpão foi dividido em dois ambientes. No primeiro foi colocado o isolante térmico tipo lâmina, composto por "foil" de alumínio em ambas as faces, unidas por uma lâmina de papel Kraft de alta densidade, que foi instalado como forro 15 cm abaixo da cobertura. No segundo ambiente, a cobertura não sofreu qualquer tipo de isolamento, representando o galpão convencional. Cada ambiente possuía 24 unidades experimentais. Foi instalada uma barreira com o isolante térmico que separava totalmente os dois ambientes, de forma a não haver contato ou influência entre eles. Dentro de cada ambiente, foram distribuídos 1664 pintos de corte (machos e fêmeas) de um dia da linhagem Hubbard, em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em um esquema fatorial 3 x 2, sendo estudadas três densidades (10, 16 e 22 aves/m²) e dois sexos, com quatro repetições. Como não houve interação entre os ambientes, utilizou-se para a sua comparação a análise conjunta. O cálculo do número de aves por box descontou a área dos equipamentos. A ração fornecida foi a mesma para todos os tratamentos, formulada à base

de milho e farelo de soja, para atender às recomendações da linhagem. As rações possuíam 3000 kcal/kg de energia metabolizável e 23% de proteína bruta na fase inicial, 3100 kcal/kg de energia metabolizável e 20% de proteína bruta na fase de crescimento e 3200 kcal/kg de energia metabolizável e 18,5% de proteína bruta na fase de terminação.

Os índices zootécnicos avaliados aos 45 dias de idade das aves foram consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, mortalidade e produção por área (kg/m²).

Durante o período experimental de 45 dias, foram feitas seis leituras diárias da temperatura interna do galpão (6, 8, 10, 12, 14 e 18 horas), em quatro posições diferentes (nível das aves - 0,40 m do piso, 1,5 m do piso, 2,0 m do piso e junto ao isolante, que no ambiente sem isolante correspondia a 15 cm abaixo da cobertura) em cada ambiente, utilizando sensores (termistores). Foram também registradas as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e úmido em cada ambiente, onde foram obtidas a umidade relativa do ar* e a temperatura do globo negro, utilizada para o cálculo da carga térmica radiante** (CTR), instrumentos instalados no centro de cada ambiente a 0,40 m do piso (nível das aves).

$$\begin{aligned} \text{*Fórmula: UR} &= 100 P_p(t_a)/P_s(t_a) \quad \% \\ P_s(t_a) &= 0,6178 \times 10^m \quad \text{kPa} \\ P_p(t_a) &= P_s(t_u) - g(t_a - t_u) \quad \text{kPa} \end{aligned}$$

em que UR é umidade relativa do ar; $P_s(t_a)$, pressão de saturação; $P_p(t_a)$, pressão parcial de vapor; $P_s(t_u)$, pressão de saturação à temperatura t_u (mesma fórmula de $P_s(t_a)$, substituindo t_a por t_u); m , $7,5 t_a (t_a + 237)^{-1}$; γ , constante psicrométrica tomada para a temperatura t_a ; e t_a e t_u , as temperaturas dos termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, respectivamente.

$$\begin{aligned} \text{**Fórmula: CTR} &= \sigma T_{rm}^4 \\ &= e^{-1} h_c (T_g - T_a) + \sigma T_g^4 \\ &= 1,053 h_c (T_g - T_a) + \sigma T_g^4, \text{ W.m}^{-2} \\ h_c &= 0,0477 \cdot d^{-1} + 4,6 [d^{-1} \cdot T_a^{-1} (T_g - T_a)] \end{aligned}$$

em que σ é constante de Stefan Boltzman ($5,6697 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$); T_g , temperatura do globo negro (K); T_a , temperatura do ar (K); d , diâmetro do globo negro (m); T_{rm} , temperatura radiante média (K); e h_c , coeficiente de convecção do globo (W.m^{-2}).

Para avaliação da cama de aviário, procedeu-se da seguinte forma: pesou-se a mesma quantidade de maravalha a ser colocada em todos os tratamentos

(7,3 kg MS/m²), a qual não foi trocada até o fim do período de criação, sendo apenas revolvida, quando se apresentava compactada. Na última semana de criação, que, segundo ELWINGER (1995), é a mais crítica, foi medida a temperatura da cama com sensor eletrônico, primeiro simplesmente tocando a sua superfície e depois introduzindo o sensor no interior da cama para registrar sua temperatura interna, uma vez pela manhã e outra à tarde, em todos os tratamentos. Ao final do experimento foi retirada e pesada a cama de cada box para se obter a produção total. Após a homogeneização, foi retirada uma amostra, que foi levada ao laboratório para obtenção da matéria seca e quantidade de nitrogênio.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e ao teste Tukey a 5% de significância.

Resultados e Discussão

O isolante térmico influenciou o ambiente (Figura 1), mantendo a temperatura no interior do ambiente com isolante térmico, no mínimo, igual e, na maior parte do tempo, mais baixa que no ambiente sem isolante térmico. A carga térmica radiante (Tabela 1) foi maior no ambiente com isolante térmico nas horas mais frias do dia (6 e 18 h) e menor nas demais horas do dia, quando a incidência solar é mais intensa. Esse comportamento, chamado de inércia térmica, indica que o ambiente com isolante resistia às mudanças bruscas de temperatura que ocorrem no decorrer do dia, mantendo a temperatura mais constante, isto é, reduzindo a amplitude térmica, o que, de acordo com NÄÄS et al. (1995), é favorável à criação das aves. Com base na Figura 2, pode-se afirmar que, a partir das 12 horas, quando a temperatura externa foi elevada pela radiação solar mais intensa, a interna no ambiente com isolante foi mais elevada no nível do teto que no ambiente sem isolante térmico, mas a temperatura das aves para o mesmo instante foi inferior no ambiente com isolante térmico, indicando que o isolante reteve o calor junto a si, porém transmitiu menos calor para dentro do galpão que a cobertura convencional.

O ambiente com isolante apresentou maior umidade relativa do ar na maior parte do dia (Tabela 1), demonstrando que seu uso pode dificultar a perda de umidade do ambiente.

O ambiente em que se utilizou o isolante térmico proporcionou às aves maior consumo de ração ($P < 0,05$), maior ganho de peso ($P < 0,01$) e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) que o ambiente sem

Tabela 1 - Carga térmica radiante e umidade relativa do ar médios, registrados durante o período de 45 dias em cada horário, nos ambientes com e sem isolamento térmico

Table 1 - Radiant thermal load and air moisture, recorded during the period of 45 days in each time, in the insulated and non insulated environment

Horário <i>Time</i>	Carga térmica radiante (W/m ²) <i>Radiant thermal load</i>		Umidade relativa do ar (%) <i>Air moisture</i>	
	Com isolante <i>Insulated</i>	Sem isolante <i>Non insulated</i>	Com isolante <i>Insulated</i>	Sem isolante <i>Non insulated</i>
6:00	440,91	436,62	87,01	88,68
8:00	451,67	455,26	83,42	80,74
10:00	464,97	476,87	72,53	66,02
12:00	475,50	489,79	65,66	58,88
14:00	478,70	491,39	62,69	65,97
18:00	463,91	462,56	74,70	74,45
Média <i>Mean</i>	462,24	469,51	74,25	71,03

isolante térmico (Tabela 2). A redução do consumo de ração, observada nas aves criadas no ambiente mais quente (sem isolante térmico), está de acordo com RUTZ (1994), o qual relatou que, ao se elevar a temperatura ambiental, o consumo de alimento é reduzido, na tentativa de manter a homeotermia. Observou-se diminuição de 4,06% na mortalidade das aves (Tabela 2), no ambiente com isolante térmico em relação ao ambiente sem isolante térmico ($P<0,05$). Além disso, o uso do isolante proporcionou aumento de 4,7% na produção por área ($P<0,01$) em relação ao ambiente sem isolante térmico (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com

GONZALES et al. (1990), os quais observaram que frangos sofrendo estresse térmico pelo calor consumiram menos ração, ganharam menos peso e tiveram menor eficiência alimentar em relação às aves sem estresse térmico.

Observou-se (Tabela 2) que, à medida que se aumentou a densidade de criação, o consumo de ração por ave ($P<0,01$) e o ganho de peso por ave ($P<0,05$) diminuíram. Os valores de conversão alimentar obtidos nas densidades de 16 e 22 aves/m² não diferiram entre si e foram melhores que os de conversão obtidos na densidade de 10 aves/m². Este resultado está de acordo com os de COELHO (1989) e GOLDFLUS (1994), os quais também constataram melhor conversão alimentar em aves criadas em alta densidade. A mortalidade foi menor ($P<0,05$) para a densidade de 10 aves/m² que na densidade de 22 aves/m², e intermediária para a densidade de 16 aves/m² (Tabela 2), mostrando que o aumento da densidade influenciou negativamente as aves, independente do ambiente, levando à maior mortalidade. Por outro lado, houve aumento na produção por área ($P<0,01$) com o aumento da densidade (Tabela 2), indicando que, embora os outros índices tenham sido prejudicados pelo aumento da densidade, a produção de carne foi maior. Não houve interação significativa entre o isolamento térmico (ambiente) e as densidades para os índices de desempenho supracitados.

Como esperado, o desempenho dos machos foi superior ao das fêmeas, tendo maior ganho de peso ($P<0,01$) e melhor conversão alimentar ($P<0,01$), apesar da maior mortalidade ($P<0,01$), conforme se verifica na Tabela 2. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por GOLDFLUS (1994).

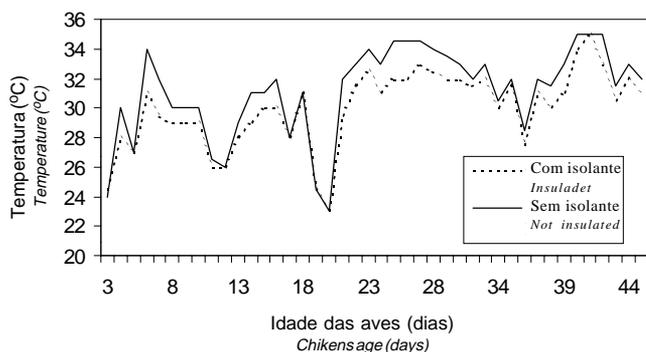


Figura 1 - Variação das temperaturas registradas às 15 horas, no nível das aves (0,40 m), durante todo o período experimental, nos ambientes com e sem isolamento térmico.

Figure 1 - Temperature change registered at three pm, at birds level (0.40 m), in all experiment period, on insulated and non insulated environment.

Tabela 2 - Desempenho dos frangos de corte de acordo com cada fator testado no período total (1 a 45 dias) e desdobramento das interações dos fatores densidade e sexo

Table 2 - Performance of broiler chickens by different factors in the total experimental period (1 to 45 days), and density by sex interactions for feed intake and production per area

Fatores <i>Factor</i>	Consumo de ração/ave (kg) <i>Feed intake</i>	Ganho de peso /ave (kg) <i>Weight gain</i>	Conversão alimentar (kg/kg) <i>Feed:gain ratio</i>	Mortalidade (%) <i>Mortality</i>	Produção por área (kg/m ²) <i>Production per area</i>
Com isolante <i>Insulated</i>	4,00 ^a	2,04 ^a	1,97 ^b	5,78 ^b	29,06 ^a
Sem isolante <i>Non insulated</i>	3,92 ^b	1,94 ^b	2,02 ^a	9,84 ^a	27,75 ^b
10 aves/m ² <i>10 birds/m²</i>	4,19	2,06 ^a	2,03 ^a	5,14 ^b	19,40
16 aves/m ² <i>16 birds/m²</i>	3,96	1,99 ^b	1,99 ^b	7,52 ^{ab}	28,55
22 aves/m ² <i>22 birds/m²</i>	3,72	1,91 ^c	1,95 ^b	10,77 ^a	37,27
Macho <i>Male</i>	4,21	2,15 ^a	1,96 ^b	10,94 ^a	30,58
Fêmea <i>Female</i>	3,70	1,83 ^b	2,03 ^a	4,68 ^b	26,23
CV(%)	2,95	3,02	3,36	87,60	3,98

Desdobramento da interação densidade e sexo

Density by sex interaction

Consumo de ração <i>Feed intake</i>		Densidade <i>Density</i>		
		10	16	22
Sexo <i>Sex</i>	Machos <i>Male</i>	4,51 ^{Aa}	4,18 ^{Ba}	3,96 ^{Ca}
	Fêmeas <i>Female</i>	3,86 ^{Ab}	3,75 ^{Ab}	3,49 ^{Ba}
Produção por área <i>Production per area</i>				
Sexo <i>Sex</i>	Machos <i>Male</i>	21,00 ^{Ca}	30,62 ^{Ba}	40,12 ^{Aa}
	Fêmeas <i>Female</i>	17,79 ^{Cb}	26,49 ^{Bb}	34,41 ^{Ab}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna e maiúsculas na mesma linha, diferem pelo teste Tukey (P<0,05).
Means followed by different small letters at the same column, and by different capital letters at the same row, are different by Tukey test (P<0.05).

Ocorreram interações significativas entre sexo e densidades para consumo de ração (P<0,05) e produção por área (P<0,05). Os machos consumiram mais ração que as fêmeas, quando criados nas densidades de 10 e 16 aves/m², e não diferiram para a densidade de 22 aves/m², indicando que, na maior densidade, ambos sofreram igualmente os efeitos deste tratamento. Além disso, os machos foram influenciados negativamente pelo aumento da densidade, pelo consumo de ração e pela densidade a partir de 16 aves/m², enquanto as fêmeas só foram influenciadas pela maior densidade (22 aves/m²). Estes resultados indicam que os machos começam a ser prejudicados com

o aumento da densidade primeiro que as fêmeas.

Os machos produziram mais carne que as fêmeas em todas as densidades; além disso, a produção por área foi crescente com o aumento da densidade tanto para machos como para fêmeas, indicando que a produção por área se eleva com o aumento da densidade, independente do sexo.

As características da cama são apresentadas na Tabela 3. Não houve diferença na produção total da cama entre os ambientes com e sem isolante térmico. Por outro lado, constatou-se que o aumento da densidade elevou a produção total de cama (P<0,01), o que era esperado, em razão da maior deposição de

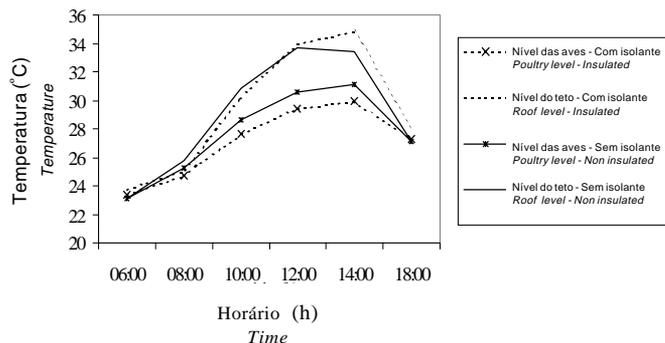


Figura 2 - Temperaturas médias obtidas durante todo o período experimental, ao nível das aves (0,40 m) e a 0,15 m do teto, em diversos horários nos ambientes com e sem isolante térmico.

Figure 2 - Average temperature of all experiment period, at birds level (0.40 m) and at 0.15 m under the roof, in several times on insulated and non insulated environment.

excretas com maior número de aves. O mesmo comportamento foi observado para a produção de matéria seca por metro quadrado ($P < 0,01$). A porcentagem de matéria seca foi maior para a densidade de 10 aves/m² ($P < 0,01$), pois o total de excretas e água eliminadas na cama foi menor. Além disso, as aves criadas em maior densidade sofrem maior estresse térmico, o que as leva a beber mais água e eliminar mais água nas excretas, aumentando o teor de umi-

dade da cama nestes tratamentos. Com relação à porcentagem de nitrogênio, constatou-se diferença significativa ($P < 0,01$) entre os ambientes. O ambiente com isolante térmico apresentou 0,53% menos nitrogênio na cama. Não houve diferença significativa, quanto ao nitrogênio, entre as densidades. A diferença existente entre os ambientes pode ser atribuída à maior umidade do ambiente com isolante térmico ou maior atividade microbiana na cama, mas seriam necessários outros estudos para esclarecer melhor este comportamento.

Na Tabela 4, constatou-se que o isolante térmico reduziu ($P < 0,01$) a temperatura registrada pela manhã. A temperatura da cama foi menor na densidade de 10 aves/m² ($P < 0,01$), como era de se esperar, uma vez que o número de aves gerando calor e eliminando excretas foi menor. Houve interação entre as densidades e a temperatura da cama na superfície e o interior ($P < 0,01$), onde a temperatura pela manhã no interior da cama foi cerca de 4°C mais alta que na superfície para todas as densidades, que não diferiram entre si na superfície, mas sim no interior, onde a densidade de 10 aves/m² teve menor temperatura. À tarde, a diferença entre a superfície e o interior chegou a 6°C nas densidades de 16 e 22 aves/m², que foram significativamente maiores que a temperatura na densidade de 10 aves/m². Essa diferença entre superfície e interior foi provavelmente decorrente de intensa atividade microbiana no interior da cama. O

Tabela 3 - Produção total, porcentagem de matéria seca (% MS), quilos de matéria seca (kg MS/m²) e porcentagem de nitrogênio (% N) da cama de aviário obtida ao final do período total (45 dias) nos ambientes com e sem isolante térmico e nas densidades testadas

Table 3 - Total production, percentage of dry matter (%DM), kg of dry matter (kg DM/m²) and percentage of nitrogen (%N) of litter obtained at the end of the total period (45 days) on insulated and non insulated environments, and in the tested stocking rates

Fatores Factors	Peso total (kg) Total weight	% MS DM	kg MS/m ² de piso kg DM/m ² floor	% N
Com isolante Insulated	138,57 ^a	66,29 ^a	20,11 ^a	2,16 ^b
Sem isolante Non insulated	134,50 ^a	66,28 ^a	19,43 ^a	2,69 ^a
10 aves/m ² 10 birds/m ²	104,56 ^c	72,54 ^a	16,85 ^c	2,55 ^a
16 aves/m ² 16 birds/m ²	138,78 ^b	64,20 ^b	19,72 ^b	2,34 ^a
22 aves/m ² 22 birds/m ²	166,26 ^b	62,02 ^b	22,73 ^a	2,38 ^a
CV(%)	5,89	8,70	5,89	15,52

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).
Means followed by different letters, at the same column, are different by Tukey test ($P < 0,05$).

Tabela 4 - Temperatura retal das aves e temperatura da cama, medidas em cada ambiente e nas densidades testadas, na última semana de vida das aves e desdobramento das interações densidade e profundidade da cama

Table 4 - Rectal temperature and litter temperature, measured in each environment and in the tested stocking density in the last week of the experimental period and density by depth interaction

Fatores <i>Factor</i>	Temperatura retal (°C) <i>Rectal temperature</i>	Temperatura da cama-manhã (°C) <i>Litter temperature at morning</i>	Temperatura da cama-tarde (°C) <i>Litter temperature at afternoon</i>
Com isolante <i>Insulated</i>	41,68 ^b	32,43 ^b	35,57 ^a
Sem isolante <i>Non insulated</i>	41,86 ^a	33,15 ^a	35,67 ^a
10 aves/m ² <i>10 birds/m²</i>	41,55 ^b	31,95	34,32
16 aves/m ² <i>16 birds/m²</i>	41,80 ^a	33,32	36,46
22 aves/m ² <i>22 birds/m²</i>	41,96 ^a	33,10	36,46
Macho <i>Male</i>	41,82 ^a	-	-
Fêmea <i>Female</i>	41,72 ^a	-	-
Superfície <i>Surface</i>	-	30,63	33,49
Interior <i>Inside</i>	-	34,94	37,76
CV(%)	0,70	2,02	2,01
Desdobramento da interação densidade e profundidade da cama <i>Density by depth interaction</i>			
	Densidade <i>Density</i>		
	10	16	22
Manhã <i>Morning</i>			
Superfície <i>Surface</i>	30,18 ^{Ab}	31,19 ^{Ab}	30,62 ^{Ab}
Interior <i>Inside</i>	33,73 ^{Bb}	35,55 ^{Aa}	35,78 ^{Aa}
Tarde <i>Afternoon</i>			
Superfície <i>Surface</i>	32,81 ^{Bb}	33,95 ^{Ab}	33,72 ^{Ab}
Interior <i>Inside</i>	35,84 ^{Bb}	38,22 ^{Aa}	39,20 ^{Aa}

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma coluna e maiúsculas diferentes na mesma linha, diferem pelo teste Tukey (P<0,05).

Means, within the column, followed by different small letters, and by different capital letters, within a row, are different by Tukey test (P<0.05).

aumento da temperatura da cama provavelmente contribuiu para o estresse térmico, que levou à maior mortalidade das aves nos tratamentos com maiores densidades, uma vez que estas não puderam utilizar a cama para perder calor por condução, pois esta apresentava temperatura próxima à das aves.

Os valores de temperatura retal (Tabela 4) foram

menores para as aves do ambiente com isolante térmico (P<0,05) e para a densidade de 10 aves/m² (P<0,01). Com respeito ao uso do isolante, este resultado pode ser entendido como efeito da menor temperatura do ambiente com isolante térmico, e no caso das densidades, como maior dificuldade de perder calor das aves criadas nas maiores densidades.

Conclusões

O uso do isolante térmico alterou significativamente o ambiente interno do galpão, diminuindo a temperatura ao nível das aves e a amplitude térmica, refletindo em melhora no desempenho das aves nesse ambiente.

O uso do isolante térmico não alterou a cama de aviário, à exceção da menor porcentagem de nitrogênio na cama do ambiente com isolante térmico.

Referências Bibliográficas

- BAIÃO, N.C. Efeitos da densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. *Anais...* Campinas, 1995, p.67-69.
- CAMPOS, E.J. Evolução nas técnicas de alojamento para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. *Anais...* Campinas, 1995, p.79-81.
- COELHO, A.A.D., BARREIRA, P.F., MENEGALLE, C. et al. Efeitos do aumento da lotação na criação de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1989, Campinas. *Anais...* Campinas, 1989, p.149.
- COENEN, M., SCHULZE-KERSTING, I., ZENTEK, J. et al. Effect of different housing conditions (stocking density) on performance of broilers and the composition of litter. *Deutsche tierärztliche-wochenschrift*, 103(3):79-83, ref. 13. (CD-Rom - CAB Abstracts 1996-4/98).
- ELWINGER, K. 1995. Broiler production under varying population densities-a field study. *Archiv fur geflugelkunde*. 59(4):209-215, ref. 26. (CD Rom0CAB Abstracts 1993-7/95).
- GOLDFLUS, F. *Viabilidade da criação de frangos de corte sob alta densidade populacional*. Jaboticabal, 1994, 126p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, 1994.
- GONZALES, E., GAYÃO, A.L.B.A., BACCARI JR, F. et al. Efeito do estresse térmico moderado sobre o rendimento de carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1990, Campinas. *Anais...* Campinas, 1990, p.161.
- KERSTING, I.S. *Investigations on the effects of housing density on litter quality and broiler performance*. Hannover, s.d., 163p., ref. 267, Thesis (PhD) - Institut fur Tierernahrung, Tierarztliche Hochschule. (CD Rom - CAB Abstracts 1996-4/98).
- MCFERRAN, J.B. Wet litter and enterovirus. In: SOLVAY CHICKEN HEALTH COURSE HELD, 151, 1993. *Proceedings...* Massey University, 1993, p.39-44. (CD Rom - CAB Abstracts 1995).
- NÄÄS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. *Anais...* Santos, 1994, p.111-118.
- NÄÄS, I.A., MOURA, D.J., LANGANÁ, C.A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1995, p.203-204.
- RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, Santos. *Anais...* Santos, 1994, p. 99-110.
- TINOCO, I.F.F. Estresse calórico: meios naturais de condicionamento. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. *Anais...* Campinas, 1995, p.99-108.

Recebido em: 18/06/99

Aceito em: 28/03/00