

## Avaliação dos sistemas de aquecimento a gás e a lenha para frangos de corte

Pedro Antonio dos Santos<sup>1</sup>  
Fernando da Costa Baeta<sup>2</sup>  
Ilda de Fátima Ferreira Tinôco<sup>3</sup>  
Luiz Fernando Teixeira Albino<sup>4</sup>  
Paulo Roberto Cecon<sup>5</sup>

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar o ambiente térmico e o desempenho da produção de frangos de corte na fase inicial, foi realizado, no inverno, experimento com frangos da linhagem *COBB*, com idade entre 7 e 17 dias, mantidos sob o mesmo manejo, exceto quanto a fonte de aquecimento. A pesquisa foi desenvolvida na região de Barbacena, MG, em galpões comerciais com as mesmas características arquitetônicas, do tipo instalações abertas, cobertos com telhas de cimento-amianto, com sistema de vedação composto por três cortinas e forro e tendo dois sistemas de aquecimento: um por fornalha a gás e o outro por fornalha a lenha. A caracterização do ambiente foi feita com base na temperatura do ar, na umidade relativa e nos índices de temperatura de globo negro e de umidade. O desempenho das aves foi avaliado pelo consumo de ração, peso corporal, conversão alimentar, mortalidade e pelo índice de eficiência produtiva. O efeito de cortinas baseou-se na variação das temperaturas internas e o custo dos combustíveis baseou-se no consumo. De acordo com os resultados concluiu-se que, entre os dois sistemas testados, o que teve a lenha como combustível proporcionou melhor ambiente térmico e uma economia de 34%. A utilização de três cortinas não garantiu as temperaturas desejáveis de conforto para as aves. O desempenho das aves não foi influenciado pelos sistemas de aquecimento utilizados.

**Palavras chave:** cortinas, ambiente animal, ambiente térmico, sistemas de aquecimento.

### ABSTRACT

#### Evaluation of firewood and gas heating systems for broilers

The objective of this study was to evaluate the thermal environment and broiler production performance in the initial phase, an experiment with 7-17 day-old *COBB* broilers was carried out in the winter, under the same management, except for the heating source. The research was developed in the municipality of Barbacena MG, in commercial sheds with the same architectural structures, opened, roof of amianthus-cement tiles, with three layers of curtains and roof lining and with two heating systems: liquid petroleum gas (LPG) and firewood. The environment conditions were described with basis on air temperature, relative humidity and black globe temperature and humidity index. Broiler performance was based on ration consumption, weight gain, food conversion, mortality and productive efficiency index. The curtain effect was based on the internal temperature variation and fuel costs were based on consumption.

Recebido para publicação em abril de 2008 e aprovado em janeiro de 2009

<sup>1</sup>Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima – UFRR. BR 174, Km 12 – Campus Cauamé – Monte Cristo, 69.310-270 Boa Vista – RR. E-mail: paz140@gmail.com.

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. 36570-000 Viçosa-MG. baeta@ufv.br

<sup>3</sup> Departamento de Engenharia Agrícola da UFV. 36570-000 Viçosa-MG. iftinoco@ufv.br

<sup>4</sup>Departamento de Zootecnia da UFV. 36570-000 Viçosa-MG. lalbino@ufv.br

<sup>5</sup>Departamento de Informática da UFV. 36570-000 Viçosa-MG. cecon@ufv.br

The results led to the conclusions that the firewood system provided the best thermal environment, and fuel economy of 34%. The use of three layers of curtains did not guarantee suitable temperatures for the broilers, and animal performance wasn't affected by the heating systems.

**Key words:** curtains, animal environment, thermal environment, heating systems.

## INTRODUÇÃO

O setor de avicultura de corte brasileiro tem-se expressado por meio das exportações e assumido, desde 2004, a liderança mundial. Em relação à produção, o país destaca-se como o terceiro maior produtor de carne de frango, desde 2003. No mercado interno, o consumo tem-se igualado ao de carne bovina, em 2007, com crescimento médio por pessoa de 2,5% ao ano. Paralelamente a essa importância que o setor avícola nacional vem ocupando no cenário mundial, temas como o conforto térmico relacionado com o bem-estar animal passaram a ser incorporados ao negócio avícola, como condições imperativas para a manutenção da atividade.

Para atingir tal desenvolvimento, pesquisas têm demonstrado que o manejo eficiente dos elementos térmicos ambientais, especialmente na fase inicial da criação, deve garantir a manutenção da homeotermia das aves recém-nascidas.

De acordo com Macari *et al.* (1994) e Albino (1998), essas aves não possuem capacidade de termorregulação desenvolvida, o que somente ocorre de 10 a 15 dias após o nascimento, necessitando, portanto, de cuidados extras e de uma fonte externa de calor para manter a temperatura corporal constante, ao redor de 41 °C.

Furlan (2006) observou pintainhos criados em temperaturas de 35, 25 e 20 °C, constatando que aqueles criados na fase inicial em temperaturas abaixo da zona de conforto (20 °C) tiveram consumo de ração menor do que os criados em temperaturas de conforto (35 °C). Salienta-se que esse efeito foi mais acentuado a partir do terceiro dia de idade, observando também agregação dos animais.

Normalmente, o ambiente térmico animal é caracterizado pela temperatura, pela umidade relativa, pelo vento e pela radiação. Segundo Baeta & Souza (1997) e Barnwell & Rossi (2002), esses elementos não atuam isoladamente: eles apresentam efeito conjunto que pode ser traduzido por uma temperatura ambiental efetiva.

A temperatura corporal das aves situa-se entre 41 e 42°C. Para manter-se nessa faixa, a temperatura ambiental efetiva, de acordo com Cony & Zocche (2004) e Ávila (2004), deve ser manejada de tal forma que na fase inicial de vida das aves as temperaturas consideradas confortáveis fiquem entre 30 e 32 °C, na primeira semana de vida, entre 28 e 31 °C, na segunda e entre 26 e 29 °C, na terceira.

Em relação à umidade do ar, Baião (1995) e Oliveira *et al.* (2006) citam que, quanto mais altas, pior para as aves, e mais dificuldade elas terão para remover calor interno pelas vias aéreas, dificultando a manutenção da homeotermia e comprometendo o desempenho. De acordo com Baêta & Souza (1997) e Tinôco (2004), o ideal é que o ambiente para criação de frangos de corte apresente umidade relativa entre 50 e 70%.

Quanto à ventilação, Cony & Zocche (2004) relataram que ela é necessária até mesmo durante o período de aquecimento, de forma que haja suficiente troca de ar para evitar o acúmulo de gases prejudiciais à criação.

Para prever as condições de conforto no interior dos aviários, um dos índices utilizados é o índice de temperatura do globo negro e o de umidade (ITGU), desenvolvido por Buffington *et al.* (1981), equação (1).

$$ITGU = 0,72 (t_{gn} + t_{bu}) + 40,6 \quad (1)$$

em que:

$t_{gn}$  = temperatura de globo negro, °C; e  
 $t_{bu}$  = temperatura de bulbo úmido, °C.

De acordo com Teixeira (1983); Piasentin (1984); Abreu (1994); Medeiros *et al.* (2005), na fase inicial de criação, as faixas de ITGU consideradas confortáveis podem ser de 80-86, na primeira semana de vida, de 76-80, na segunda e de 65-77, da terceira semana em diante.

Em relação ao custo do aquecimento na criação de frangos de corte, criadores do Estado de São Paulo, ao aquecerem 1.000 pintainhos, usando o gás liquefeito de petróleo, gastaram R\$6,00 por dia e, quando optaram pela lenha, esse gasto caiu para R\$4,00, o que representou uma economia de 33% (Revista Avicultura Industrial, 2004).

Quanto ao desempenho, em média as linhagens comerciais apresentam, entre as idades de 14 e 21 dias, conversão alimentar de 1,44 e 1,55 e peso corporal de 430 e 850 g, respectivamente (Mendes & Patrício, 2004).

A importância de se realizarem avaliações dos sistemas de aquecimento consiste em verificar suas influências no conforto térmico, sobretudo nos períodos frios. Tais avaliações poderão viabilizar as decisões a serem tomadas, especialmente em relação ao manejo dos sistemas.

Diante do exposto, objetivou-se neste trabalho avaliar dois sistemas de aquecimento utilizados para pintos de corte na fase inicial de criação, por meio de indicadores do grau do conforto térmico e de desempenho das aves. Quanto aos objetivos secundários, avaliou-se a contribuição das cortinas na manutenção do calor interno e comparou-se o custo por quilo de carne produzida, entre os sistemas de aquecimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o experimento, foram utilizados dois galpões de criação comercial de frangos de corte, situados na área experimental da Empresa Nogueira Rivelli Alimentos, localizada no Município de Ressaquinha, microrregião de Barbacena, Minas Gerais, região com 1.126 m de altitude e coordenadas geográficas de 21° 06' S e de 43° 46' W. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, temperado úmido e com inverno seco, com a temperatura do mês mais quente superior a 22 °C. O experimento foi realizado no período de 15 a 25 de agosto de 2005, utilizando-se aves do 7º ao 17º dia de vida.

### *Características arquitetônicas dos galpões*

Os dois galpões possuíam as mesmas características arquitetônicas, com 8 m de largura, 2,90 m de pé-direito e 60 m de comprimento, orientação leste-oeste, piso de concreto e distanciados entre si de aproximadamente 40 m. As faces leste e oeste eram fechadas com alvenaria de blocos de concreto, na espessura de 20 cm, revestidas com argamassa, pintadas de branco e com janelas. As faces norte e sul possuíam muretas com 20 cm de altura, com alvenaria de blocos de concreto, tela de arame com malha de 2,5 cm e sistema de vedação com três cortinas de polietileno, com fechamento manual de baixo para cima, até a altura do telhado. Os galpões também possuíam forro de polietileno, posicionados a 2,9 m de altura a partir do piso, e telhado com estrutura de madeira apoiada em colunas de concreto armado, formando duas águas, com 20° de inclinação, beiral de 1,50 m, sem laternim e cobertura com telha de cimento-amianto.

### *Características e manejo do sistema de aquecimento*

O sistema consistia em fornalha, com dimensões de 1,00 m de largura, comprimento de 1,50 e altura de 1,40 m e chaminé, ventilador, termostato e tubos distribuidores de ar quente. Cada fornalha ficou localizada internamente, na parte central do aviário. Por um sistema de exaustão, constituído por um ventilador de 1,47 kW, o ar era succionado do ambiente externo, descia paralelamente à tubulação da chaminé, passava pela câmara de ar quente e, em seguida, era conduzido aos tubos perfurados, distribuídos ao longo da área a ser aquecida.

Foram utilizadas duas fornalhas, uma tendo como combustível a lenha e a outra, o gás liquefeito de petróleo.

Inicialmente, as aves ficavam numa área delimitada por folhas de eucatex, próximas da fornalha, de onde saía a tubulação de distribuição do ar aquecido, e tal área era ampliada conforme o crescimento dos pintainhos, até atingir toda a extensão do galpão.

### *Aves experimentais*

As aves, em número de 17.600 pintainhos de corte da marca *COBB*, de um dia de vida, criadas no sistema misto, foram alojadas em dois galpões, sendo um equipado com o sistema de aquecimento a gás, com 8.800 aves e, outro, com o sistema de aquecimento a lenha, também com 8.800 aves. O período experimental ocorreu entre o sétimo e o décimo sétimo dia de vida das aves.

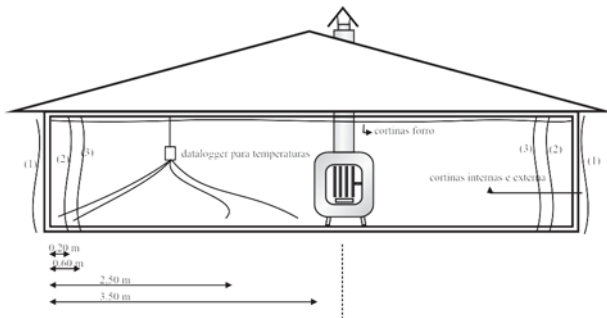
### *Instrumentos, medições e caracterização dos ambientes*

Tanto no interior dos galpões quanto no ambiente externo, a partir do sétimo dia de vida das aves, foram feitas, diariamente, durante 10 dias, as medidas de temperaturas de globo negro ( $t_{gn}$ ), do bulbo úmido ( $t_{bu}$ ) e do ar ( $T_a$ ).

A fim de caracterizar o ambiente interno por meio dos elementos ambientais constituídos pela temperatura do ar e pela umidade relativa, foram colocados, na região central da área delimitada para aquecimento de cada galpão, 1 dataloggers da marca HOB0®, com resolução de 0,1 °C e precisão de  $\pm 0,7$  °C, para determinação de leituras contínuas. Também, foram feitas medições a cada 2 h, das 8 às 18 h, em três pontos medianos e equidistantes no interior da área delimitada para aquecimento, no nível de altura das aves, dos elementos ambientais  $t_{gn}$  e  $t_{bu}$ . As medições de  $t_{gn}$  foram realizadas utilizando-se termômetros de vidro com sensor de mercúrio e resolução de 1 °C, colocados no interior de globos negros com diâmetro de 0,150 m, enquanto as  $t_{bu}$  foram medidas com higrômetros, cujos sensores de mercúrio também tinham resolução de 1 °C.

Para obter maior eficiência do calor gerado pelas fornalhas, foram usados forro e três cortinas, externa (1) e duas internas (2) e (3). A fim de verificar o efeito dessas cortinas, foi feito um teste com sensores de temperatura entre elas, nas posições de 0,20; 0,60; 2,5; e 3,5 m, respectivamente, a partir da mureta para o centro, no sentido da largura do galpão, conforme a Figura 1.

Para medir as temperaturas entre as cortinas, utilizaram-se sensores de temperatura acoplados a dataloggers da marca HOB0®, modelo H 08-006-04, com quatro canais, resolução de 0,1 °C e precisão de  $\pm 0,7$  °C. As leituras foram realizadas de forma contínua durante três dias seguidos (8º, 9º e 10º dia de idade das aves).



**Figura 1.** Esquema transversal do galpão equipado com três cortinas e instalação dos sensores de temperatura.

Para caracterizar o ambiente externo, utilizou-se um abrigo meteorológico, onde foram feitas as mesmas medições correspondentes às dos galpões e com sensores de mesma resolução e precisão. Um higrômetro e um datalogger foram colocados dentro do abrigo e o termômetro de globo negro foi colocado externamente a este.

Após a realização das medições e o processamento dos dados, o nível de conforto térmico tanto no interior dos galpões quanto externamente foi caracterizado pela utilização dos indicadores térmicos, sendo esses a temperatura do ar ( $T_a$ ), a umidade relativa (UR) e o índice de temperatura de globo negro e o de umidade (ITGU), calculado pela equação (1).

#### **Consumo de combustíveis utilizados nos sistemas de aquecimento**

O consumo dos combustíveis utilizados durante a fase de aquecimento, no caso da lenha, foi obtido com base em medições diretas por meio de trena, obtendo-se os valores em volume. No caso do gás foram anotados os valores mostrados pelo registro instalado na fornalha a gás.

#### **Avaliação do desempenho dos frangos**

Para avaliação do desempenho das aves nos dois sistemas de aquecimento, foram utilizados os índices zootécnicos consumo de ração, peso vivo, conversão alimentar, taxa de mortalidade e índice de eficiência produtiva.

As quantidades de ração consumidas pelas aves durante a fase de aquecimento foram obtidas com base nas fibras de controle da empresa das datas e quantidades de ração encaminhadas para cada galpão e de acordo com a fase de crescimento.

O peso corporal (PC) das aves foi obtido por meio de amostragem aleatória de 100 aves, composta por metade de machos e metade de fêmeas, em cada galpão experimental, utilizando-se balança com resolução de 1 g, aos 7 e 17 dias de idade.

A conversão alimentar (CA) foi calculada pela razão entre o consumo de ração e o ganho de PC obtidos no dia das pesagens.

Para determinar a taxa de mortalidade (TM), foi feita a contagem de aves mortas nas idades de 7 e 17 dias. Da relação desses valores com o número de aves alojadas de 1 dia, resultou a TM, expressa em porcentagem.

O índice de eficiência produtiva (IEP) foi calculado pela equação (2), citada nos manuais de criação das linhagens de frangos de corte.

$$IEP = \frac{PV \times V}{IA \times CA} \times 100 \quad (2)$$

em que:

PV = peso vivo, kg;

V = viabilidade, 100-TM;

IA = idade das aves, em dias;

CA = conversão alimentar,  $\text{kg}_{\text{ração}} \cdot \text{kg}_{\text{ave}}^{-1}$ .

#### **Delineamento experimental**

O experimento foi montado segundo um esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os sistemas de aquecimento e, nas subparcelas, os horários, no delineamento em blocos casualizados, com repetições correspondentes aos dias de leituras. Os dados foram analisados por meio de análise de variância e análise de regressão. Para o fator qualitativo, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para o fator quantitativo, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes de regressão, a 5% de probabilidade, utilizando-se o teste "t", de Student. No caso em que não houve ajuste de modelo, optou-se pela ilustração da linha de tendência dos valores médios, realizando-se, assim, a análise descritiva.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Temperatura do ar ( $T_a$ ) e umidade relativa (UR)**

Os valores médios de  $T_a$  e UR em função dos horários de observação, em cada sistema de aquecimento, estão apresentados na Tabela 1.

Observa-se que na maioria dos horários estudados houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as temperaturas proporcionadas pelos dois sistemas de aquecimento, exceto nos horários de 2, 21 e 23 h.

Em relação à UR, na maioria dos horários houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre as umidades detectadas nos dois sistemas de aquecimento, exceto no período das 12 às 17 h.

Com base nas faixas de temperaturas propostas por Cony & Zocche (2004) e Ávila (2004), no período do ano em que foi realizado o experimento e na idade das aves entre 7 e 17 dias, as temperaturas consideradas confortáveis deveriam estar entre a máxima de 31 °C e as mínimas de 26 °C. No entanto, observa-se que o ambiente SAG apresentou, em 96% do tempo, temperaturas desconfortáveis, enquanto o SAL exibiu um tempo menor, da ordem de 8% (Tabela 1).

De modo geral, pode-se mencionar que o SAL apresentou, em média, melhores condições de conforto térmico do que o SAG.

Observa-se ainda, na Tabela 1, que os dados de temperaturas externas mostraram-se desconfortáveis durante todo o período do experimento, indicando que, para manter a homeotermia das aves, foi necessário aquecê-las. Também, nota-se que a UR variou, em média, de 42 a 67% entre os dois sistemas de aquecimen-

to. De acordo com o que sugeriu Baeta & Souza (1997) e Tinôco (2004), o SAG apresentou 80% do tempo dentro da faixa de UR ideal, enquanto o SAL, 76% do tempo.

Com base nos valores médios de Ta e UR, foram ajustadas as equações de regressão em função dos horários, como representado na Tabela 2. A Figura 2 ilustra a representação gráfica do comportamento desses elementos do clima com base nessas equações.

**Tabela 1.** Valores médios de temperatura do ar (Ta) e umidade relativa (UR) observados, em função dos horários (horas) nos sistemas de aquecimento a gás (SAG) e a lenha (SAL) e no ambiente externo.

Horários	Ta (°C)			UR (%)		
	SAG	SAL	Externa	SAG	SAL	Externa
0	25,1 b	26,7 a	15,0	64 a	56 b	94
1	24,9 b	26,5 a	14,8	64 a	58 b	94
2	25,3 a	26,2 a	14,7	62 a	58 b	94
3	25,5 b	26,7 a	14,4	61 a	57 b	95
4	25,1 b	26,4 a	14,4	64 a	57 b	96
5	24,8 b	26,1 a	14,2	67 a	58 b	98
6	24,9 b	26,2 a	14,0	66 a	58 b	98
7	24,5 b	26,5 a	14,5	66 a	59 b	97
8	24,7 b	26,2 a	16,2	66 a	57 b	93
9	25,1 b	26,1 a	17,9	61 a	55 b	81
10	24,5 b	26,2 a	19,2	58 a	52 b	72
11	25,3 b	26,7 a	20,4	53 a	49 b	65
12	25,8 b	26,9 a	21,5	48 a	46 a	58
13	25,8 b	27,9 a	22,1	47 a	44 a	55
14	26,1 b	27,6 a	22,9	45 a	42 a	51
15	25,6 b	27,3 a	22,6	47 a	44 a	53
16	25,4 b	26,6 a	21,6	49 a	46 a	56
17	25,1 b	26,7 a	20,5	53 a	50 a	62
18	25,3 b	27,7 a	18,0	59 a	51 b	71
19	25,3 b	26,7 a	17,0	61 a	55 b	78
20	25,8 b	26,8 a	16,4	62 a	55 b	83
21	25,1 a	25,8 a	15,7	65 a	60 b	87
22	25,0 b	26,6 a	15,5	64 a	56 b	90
23	24,8 a	25,7 a	15,4	65 a	58 b	92
24	24,8 b	26,4 a	15,1	66 a	58 b	81

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 2.** Equações ajustadas para valores de temperatura do ar (Ta) e umidade relativa (UR), em função dos horários (H) de observação no sistema de aquecimento a gás (SAG) e a lenha (SAL) e para o ambiente externo, com os respectivos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>).

Sistemas	Equações	R <sup>2</sup>
<b>A. Temperatura de ar (°C)</b>		
SAG	$\hat{Y} = 25,2$	-
SAL	$\hat{Y} = 26,6$	-
Externo	$\hat{Y} = 16,8233 - 2,9525^{**}H + 0,6623^{**}H^2 - 0,04177^{**}H^3 + 0,0008031^{**}H^4$	0,88
<b>B. Umidade relativa (%)</b>		
SAG	$\hat{Y} = 63,9413 + 1,10926^{**}H - 0,285932^{**}H^2 + 0,0106103^{**}H^3$	0,62
SAL	$\hat{Y} = 57,6947 + 0,618394^{**}H - 0,200941^{**}H^2 + 0,00770893^{**}H^3$	0,66
Externo	$\hat{Y} = 83,574 + 14,9418^{**}H - 3,24995^{**}H^2 + 0,19815^{**}H^3 - 0,003609^{**}H^4$	0,83

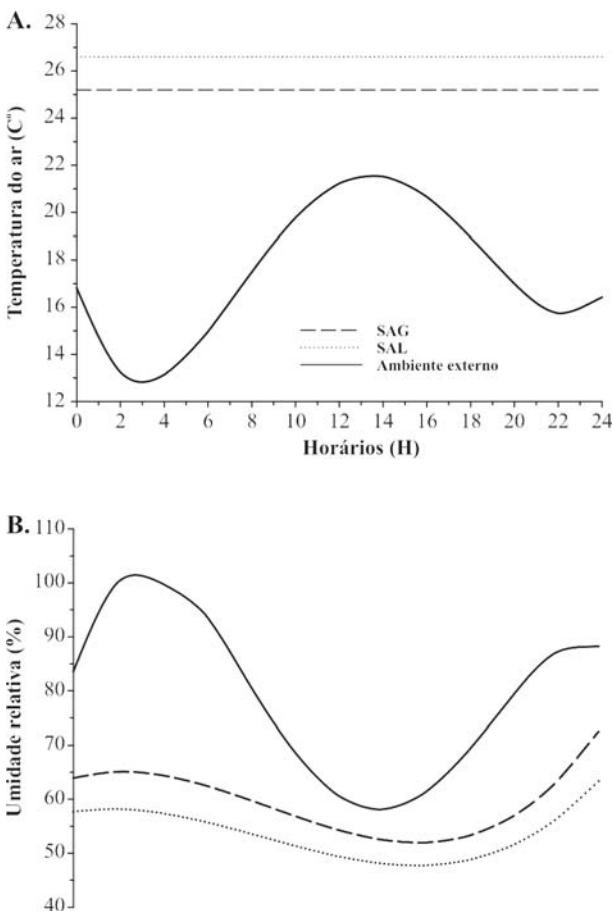
\*\* Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste "t".

Na Figura 2A, na variação de  $T_a$  no ambiente do SAG e do SAL não foi verificado efeito dos horários, chegando-se aos valores médios iguais a  $\hat{y} = 25,2$  e  $\hat{y} = 26,6$ , respectivamente.

Em se tratando de ambientes semiclimatizados e com equipamentos de aquecimento automatizados, estes foram eficientes em manter determinada temperatura interna relativamente constante. Contudo, as temperaturas de acionamento dos equipamentos podem ter sido ajustadas abaixo daquelas recomendadas.

Nota-se também, na Figura 2A, a estimativa da temperatura do ambiente externo, demonstrando que foi necessário proporcionar aquecimento às aves no período de execução do experimento, para garantir o seu bem-estar.

Em relação à UR, de acordo com a Figura 2B ambos os sistemas apresentaram comportamentos equivalentes em relação ao tempo. Devido ao processo de aquecimento, a UR dos ambientes internos esteve sempre menor, em comparação com o ambiente externo. Nota-se, nessa figura, que no sistema em que foi proporcionado maior temperatura, a umidade foi correspondentemente menor.



**Figura 2.** Estimativa da temperatura do ar e da umidade relativa em função dos horários de observação, em cada sistema de aquecimento e no ambiente externo.

### Índice de temperatura de globo negro (ITGU)

Os valores médios de ITGU em função dos horários de observação, em cada sistema de aquecimento, estão apresentados na Tabela 3. Verifica-se que nos horários de 10, 12, 14 e 18 h os valores de ITGU no sistema de aquecimento a lenha (SAL) foram estatisticamente, maiores do que no sistema de aquecimento a gás (SAG).

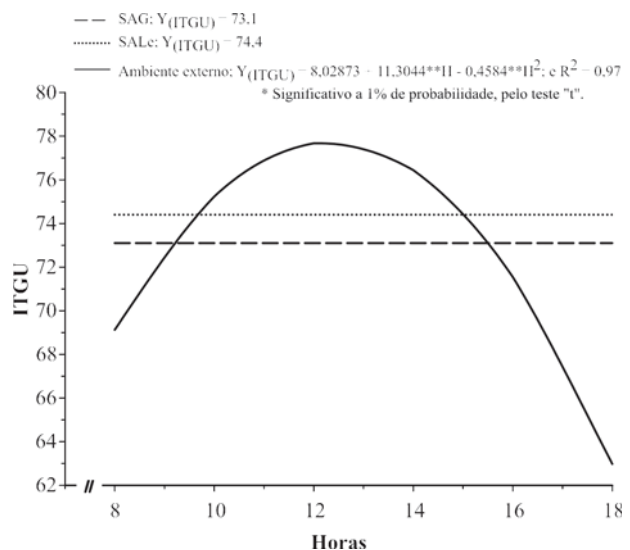
Considerando os valores de ITGU nas idades de 8 a 14 e de 15 a 21 dias, conforme Teixeira (1983); Piasentin (1984); Abreu (1994); Medeiros *et al.* (2005), variando em média de 70 a 78, como referências de conforto para frango de corte, os dados da Tabela 3 indicam que ambos os sistemas de aquecimento proporcionaram ambientes confortáveis para as aves no período entre 7 e 17 dias de idade, e o ambiente do SAL apresentou melhor aquecimento.

Na Figura 3 constam as equações ajustadas aos dados de ITGU e a representação gráfica do comportamento dessa variável.

Nota-se, nessa Figura 3, que em média o SAL apresentou ITGU de 74,4 e o SAG, 73,1, evidenciando que, estatisticamente, não houve efeito dos horários de observações nos sistemas.

Verifica-se também que as médias estimadas estão entre a faixa de ITGU de 70 e 78, indicando, portanto, melhores condições de conforto para as aves do que os indicados pela temperatura, como visto anteriormente. Possivelmente, essa não-conformidade entre temperatura e ITGU com relação ao conforto térmico se deve à carga radiante emitida pelos sistemas de aquecimento, detectada pelo globo negro e não pelo termômetro comum.

Com relação ao ITGU do ambiente externo, houve a necessidade de aquecimento após as 16 h.



**Figura 3.** Valores médios e estimados do Índice de Temperatura de Globo Negro e da Umidade (ITGU), em função dos horários (horas) em cada sistema de aquecimento e no ambiente externo.

**Tabela 3.** Valores médios do Índice de Temperatura de Globo Negro e da Umidade (ITGU) observados em cada sistema de aquecimento e no ambiente externo.

Sistemas	Horários (horas)					
	08:00	10:00	12:00	14:00	16:00	18:00
SAG	73,0 a	72,8 b	73,1 b	73,7 b	72,8 a	73,1 b
SAL	73,8 a	74,2 a	74,4 a	75,2 a	73,8 a	75,1 a
Externo	69,2	75,8	76,0	77,0	72,6	62,3

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

### *Efeitos das cortinas*

Os valores médios de temperaturas do ar, obtidos a cada hora e nas posições indicadas na Figura 1, estão representados na Tabela 4.

De acordo com essa Tabela, observa-se que as temperaturas obtidas proximamente à cortina 1 foram, estatisticamente, menores em relação às obtidas após a cortina 2, cortina 3 e região central do galpão, na maioria dos horários, exceto no horário das 14 h. Dessa tabela, extraiu-se a Tabela 5, a fim de verificar a contribuição das cortinas para a conservação da temperatura interna do galpão.

Em relação ao ambiente externo, houve uma conservação de 7,4 °C no ambiente interno.

Com base na Tabela 5, elaborou-se um perfil de temperatura, conforme a Figura 4.

De acordo com essa Figura, houve um gradiente de temperatura maior, próximo às cortinas 1 e 2, o qual reduziu com a colocação da cortina 3.

É possível observar que, na região central, as temperaturas detectadas foram, em média, de 23,8 a 27,1 °C, portanto menores do que aquelas consideradas como confortáveis, na faixa de 26 a 31 °C, para as aves com idades entre 7 e 17 dias.

Finalmente, se fossem adotadas apenas duas cortinas, como é comum na maioria dos aviários, a situação se agravaria ainda mais para assegurar o conforto térmico às aves nessa época do ano.

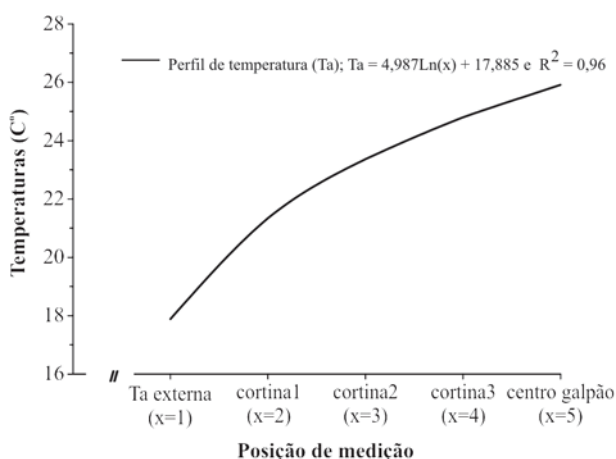
**Tabela 4.** Valores médios de temperatura do ar (Ta, °C) observados em função dos horários (horas) em cada posição entre cortinas e do ambiente externo.

Horários	Valores de temperaturas nas posições				
	Externa	cortina1	cortina2	cortina3	centro
0	15,1	18,6 b	24,5 a	26,1 a	26,4 a
1	14,7	17,8 b	23,1 a	25,2 a	25,6 a
2	14,5	18,5 b	23,7 a	25,7 a	26,3 a
3	14,3	18,1 b	24,2 a	26,5 a	26,9 a
4	14,5	18,5 b	24,5 a	26,8 a	27,1 a
5	14,3	18,0 b	23,2 a	25,3 a	25,8 a
6	14,2	18,4 b	23,6 a	25,7 a	26,2 a
7	15,0	18,5 b	23,8 a	25,5 a	26,1 a
8	16,1	18,8 b	23,4 a	23,7 a	24, 3 a
9	17,4	20,4 b	23,9 a	24,0 a	24,7 a
10	17,8	21,0 b	24,1 ab	24,3 a	24,7 a
11	18,8	21,7 b	24,9 a	25,1 a	25,5 a
12	20,2	22,3 b	25,2 a	25,8 a	26,1 a
13	21,3	23,2 b	25,9 ab	26,2 ab	26,7 a
14	21,8	23,4 a	25,7 a	25,8 a	26,3 a
15	21,5	22,7 b	25,4 ab	25,6 ab	26,0 a
16	19,7	22,2 b	25,0 ab	25,0 ab	25,5 a
17	19,0	21,8 b	25,4 a	26,1 a	26,9 a
18	17,0	20,4 b	24,4 a	25,0 a	25,8 a
19	16,3	19,9 b	23,6 a	24,4 a	25,0 a
20	15,9	19,6 b	23,3 a	24,2 a	25,1 a
21	15,5	19,4 b	22,8 a	24,0 a	24,5 a
22	15,4	19,4 b	23,9 a	25,1 a	26,0 a
23	15,2	18,3 b	22,5 a	23,3 a	23,8 a
24	15,1	18,8 b	23,7 a	24,2 a	25,0 a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, em cada posição não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 5.** Variação da temperatura do ar em °C em relação aos ambientes externo e interno e à sua manutenção e conservação devido ao número de cortinas.

Posição de leituras	Varição	Média	Acréscimo	Ta acumulada
Externa	14,2 a 21,8	18,0	-	0
Cortina 1	17,8 a 23,4	20,6	2,6	2,6
Cortina 2	22,5 a 25,9	24,2	3,6	6,2
Cortina 3	23,3 a 26,8	25,0	0,8	7,0
Centro galpão	23,8 a 27,1	25,4	0,4	7,4

**Figura 4.** Contribuição das cortinas no perfil térmico do galpão.

#### *Avaliação de desempenho das aves*

Os valores médios dos índices de desempenho observados entre 7 e 17 dias de idade das aves, como o consumo de ração, o peso vivo, a conversão alimentar, a taxa de mortalidade e o índice de eficiência produtiva, correspondentes aos sistemas de aquecimento a gás e a lenha, estão apresentados na Tabela 6.

De modo geral, no período pesquisado, houve melhor desempenho das aves alojadas no SAL em relação ao SAG. O GP foi 0,95% maior e a CA, 0,61% menor, indicando que houve menor consumo de ração por quilo de carne produzida. E, conseqüentemente, o IEP foi 1,17% maior.

**Tabela 6.** Dados de desempenho das aves referentes ao consumo de ração (CR), peso vivo (PV), ganho de peso no período (GP), conversão alimentar (CA), taxa de mortalidade (TM) e índice de eficiência produtiva (IEP), observados nos sistemas de aquecimento a gás (SAG) e a lenha (SAL), entre as idades de 7 e 17 dias.

Dados de desempenho	SAG		SAL	
	7 dias	17 dias	7 dias	17 dias
CR (kg.ave <sup>-1</sup> )	0,185	0,876	0,186	0,880
CR no período (kg.ave <sup>-1</sup> )	0,691	0,694		
PV (kg.ave <sup>-1</sup> )	0,162	0,583	0,161	0,586
GP no período (kg.ave <sup>-1</sup> )	0,421	0,425		
CA (kg <sub>ração</sub> .kg <sub>ave</sub> <sup>-1</sup> )	1,14	1,50	1,16	1,50
CA no período	1,64	1,63		
TM (%)	0,864	1,148	0,733	1,491
TM no período (%)	0,284	0,758		
IEP no período de 10 dias	256	259		

Essas vantagens relativas podem ter ocorrido por influências de um ambiente que proporcionou melhor conforto térmico, conforme discussão anterior em relação a Ta e ao ITGU.

#### *Custos entre os combustíveis utilizados nos sistemas de aquecimento*

Neste experimento, as duas fontes de combustível utilizadas na fase de aquecimento foram o gás liquefeito de petróleo e a lenha. Os dados médios de consumo em cada sistema, com os respectivos valores e o ganho de peso, durante os 10 dias do experimento, com as aves entre idades de 7 e 17 dias, estão representados na Tabela 7.

A lenha utilizada como combustível no SAL apresentou uma economia da ordem de 34%, em relação ao gás liquefeito de petróleo, utilizado no SAG. Também comparando esses dois combustíveis, os criadores do Estado de São Paulo conseguiram economia da ordem de 33% com o uso da lenha (Revista Avicultura Industrial, 2004).

**Tabela 7.** Custo por kg de carne de frango produzido em função dos combustíveis utilizados nos sistemas de aquecimento a gás (SAG) e a lenha (SAL).

Sistemas	Consumo	VU <sup>(1)</sup>	CT <sup>(2)</sup>	GP <sup>(3)</sup>	C.kg <sup>(4)</sup>
SAG	258 kg	2,00	516	3.663	0,141
SAL	9,8 m <sup>3</sup>	35,00	343	3.684	0,093

<sup>(1)</sup> Valor unitário do kg de gás e do m<sup>3</sup> de lenha, em setembro de 2005, em R\$.

<sup>(2)</sup> Custo dos combustíveis durante 10 dias, em R\$.

<sup>(3)</sup> Ganho de peso de carne em 10 dias, em kg.

<sup>(4)</sup> Custo do combustível em cada kg de carne produzida em 10 dias.



Esses resultados evidenciam que é atrativa a utilização da lenha como combustível, pois pode proporcionar menor valor na composição final do custo de produção do frango. Ressalta-se que, além de o gás liquefeito de petróleo proporcionar maior custo, ele é derivado de petróleo e combustível de fonte de energia não renovável, o que pode afetar o meio ambiente.

## CONCLUSÕES

Considerando a temperatura do ar e o índice de temperatura de globo negro e umidade, como referências de conforto térmico, o sistema de aquecimento a lenha proporcionou melhor ambiente para as aves, em comparação com o sistema de aquecimento a gás.

A utilização de três cortinas não foi suficiente para garantir as temperaturas desejáveis de conforto para as aves.

O sistema de aquecimento por fornalha a lenha foi 34% mais econômico quando comparado com o de aquecimento por fornalha a gás.

De modo geral, os sistemas de aquecimento testados não influenciaram no desempenho das aves na fase inicial de criação.

## REFERÊNCIAS

- Abreu PG (1994) Sistemas de aquecimento em piso, com resistência elétrica, para criação de aves. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 82 p
- Albino LFT (1998) Frango de corte, manual prático de manejo e produção. Viçosa, MG: Aprenda Fácil. 72 p
- Ávila VS (2004) Aspectos importantes a considerar na criação de frangos de corte no período frio. Concórdia: EMBRAPA-CNPASA. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_artigos/artigos\\_e1o5111t.html](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_artigos/artigos_e1o5111t.html)> Acesso em: 17 de Setembro de 2007.
- Baêta FC & Souza CF (1997) Ambiência em edificações rurais: conforto térmico animal. Viçosa, MG: Editora UFV. 246 p.
- Baião NC (1995) Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: Simpósio internacional sobre ambiência e instalações na avicultura industrial, São Paulo. Anais... Campinas: FACTA, p. 67-75.
- Barnwell R. & Rossi A (2002) Maximização da performance em períodos quentes. Avicultura industrial, edição 1107. Disponível em: <[http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=3450&tipo\\_tabela=cet&categoria=manejo](http://www.aviculturaindustrial.com.br/site/dinamica.asp?id=3450&tipo_tabela=cet&categoria=manejo)> Acesso: 18 de Março de 2007.
- Buffington DE, Collasso-Arocho A, Canton GH & Pit D (1981) Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, 24: 711-714.
- Cony AV & Zocche AT (2004) Manejo de frango de corte. In: Mendes AA, Nãas IA & Macari M (Eds.) Produção de frangos de corte. Campinas: FACTA, p. 117-136.
- Furlan RL (2006) Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura, Chapecó, SC, p. 104-135.
- Macari M, Furlan RL & Gonzáles E (1994) Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. FUNEP/UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 296 p.
- Medeiros CM, Baêta FC, Oliveira RFM, Tinôco IFF, Albino LFT & Cecon PR (2005) Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. Engenharia na agricultura, 13: 277-286.
- Mendes AA & Patricio IS (2004) Controles, registros e avaliação do desempenho de frangos de corte. In: Mendes A A, Nãas IA & Macari M (Eds.) Produção de frango de corte. Campinas, SP. FACTA. p. 324 - 335.
- Oliveira RFM, Donzele JL, Abreu MLT, Ferreira RA, Vaz RGMV & Cella OS (2006) Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. Revista Brasileira de Zootecnia, 35: 797-803.
- Piasentin JA (1984) Conforto medido pelo índice de temperatura de globo negro e umidade relativa na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, MG. Dissertação de mestrado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 98p.
- Revista Avicultura Industrial (23/05/2004). Pintinhos aquecidos. Disponível em: <<http://www.aviculturaindustrial.com.br>> Acesso em: 03 de Junho de 2006.
- Teixeira VH (1983) Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 59f.
- Tinôco IFF (2004) A granja de frangos de corte. In: Mendes A A, Nãas IA & Macari M (Eds.) Produção de frangos de corte. Campinas, SP. FACTA. p. 55-84.