

12337
CNPSA
1998
ex. 2
FL-12337a

SISTEMAS DE AQUECIMENTO PARA CRIAÇÃO DE AVES



Embrapa

Sistemas de aquecimento para
1998

FL-12337a



42048-2

e Aves

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL

Presidente: Fernando Henrique Cardoso

Ministro da Agricultura e do Abastecimento: Francisco Turra

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA

Presidente: Alberto Duque Portugal

Diretores: Dante Daniel Giacomelli Scolari
Elza Ângela Battaglia Brito da Cunha
José Roberto Rodrigues Peres

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SUÍNOS E AVES - CNPSA

Chefe Geral: Dirceu João Duarte Talamini

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento de Suínos:
Paulo Roberto Souza da Silveira

Chefe Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento de Aves:
Gilberto Silber Schmidt

Chefe Adjunto de Apoio Técnico e Administrativo:
Ademir Francisco Giroto

SISTEMAS DE AQUECIMENTO PARA CRIAÇÃO DE AVES

Paulo Giovanni de Abreu
Valéria Maria Nascimento Abreu
Carlos Cláudio Perdomo
Fernando da Costa Baêta



Suínos e Aves

*Concórdia, SC
1998*

Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica, 20

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Suínos e Aves
Br 153 - Km 110 - Vila Tamanduá
Caixa Postal 21
89.700-000 - Concórdia - SC

Telefone: (049) 4428555
Fax: (049) 4428559

Tiragem: 600 exemplares

Tratamento Editorial: Tânia Maria Biavatti Celant

ABREU, P.G. de; ABREU, V.M.N.; PERDOMO, C.C.;
BAÊTA, F. da C. Sistemas de aquecimento para
criação de aves. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA,
1998. 35p. (EMBRAPA-CNPSA. Circular Técnica,
20).

1. Ave-criação. 2. Ave-manejo. 3. Ave- instalação-
aquecimento. I. Abreu, V.M.N. II. Perdomo, C.C. III.
Baêta, F. da C. IV. Título. V. Série.

CDD 636.50832

SUMÁRIO

1. Introdução.....	5
2. Considerações básicas.....	6
2.1. Sistemas de aquecimento.....	8
2.2. Umidade de cama.....	12
3. Metodologia.....	12
4. Resultados.....	25
5. Conclusão	33
6. Referências bibliográficas.....	33

Paulo Giovanni de Abreu¹
Valéria Maria Nascimento Abreu²
Carlos Cláudio Perdomo³
Fernando da Costa Baêta⁴

1. Introdução

Para evitar perdas na criação de aves durante os primeiros dias de vida, torna-se necessário fornecer aquecimento até que as mesmas adquiram adequada capacidade de termorregulação. Os sistemas comumente utilizados para este fim, são constituídos por campânulas a gás, campânulas elétricas, lâmpadas infravermelhas e fomalhas.

Todos estes sistemas fornecem calor às aves de cima para baixo. Como o ar quente é mais leve que o ar frio, o processo de aquecimento fica prejudicado.

Adicionalmente alguns desses sistemas liberam gases tóxicos ao ambiente, consomem oxigênio do ar, predispõem a risco de explosões, criam ambientes que resultam em agressividade nas aves, apresentam dificuldade de controle da temperatura à altura das aves, camas úmidas e frias, e até necessitam de calor suplementar.

¹ Eng. Agric., D.Sc., Embrapa Suínos e Aves, Caixa postal 21, CEP 89700-000, Concórdia-SC.

² Zootec., D.Sc., Embrapa Suínos e Aves.

³ Eng. Agr., D.Sc., Embrapa Suínos e Aves.

⁴ Professor UFV, Viçosa, MG.

O sistema de aquecimento em piso, com resistência elétrica, em instalações avícolas, tem-se mostrado valioso para reduzir o desconforto provocado pelo frio, nos primeiros dias de vida das aves. Entretanto, o aprimoramento e o desconhecimento dos benefícios desse sistema por parte dos produtores, em termos de aumento na produção, constitui problema para difusão desta técnica.

Assim sendo, avaliou-se os efeitos de diferentes sistemas de aquecimento em piso, sobre o desempenho e a mortalidade das aves, o consumo e o custo de energia dos sistemas e a umidade de cama.

2. Considerações básicas

O controle de ambiente para criação de aves tem papel de relevada importância, uma vez que pesquisas têm demonstrado a importância dos fatores climáticos na produção.

Em virtude de suas características homeotérmicas e de metabolismo intenso, a ave está constantemente dissipando considerável quantidade de calor para o ambiente. Em condições de temperatura baixa, o organismo animal reprime sua dissipação de calor para o ambiente e aumenta sua taxa metabólica, comandado pelo seu sistema termorregulatório. A temperatura requerida pelo pintinho varia, de pintinho para pintinho bem como, do dia para a noite. Ave pequena requer mais calor que ave grande. Como os pintos são incapazes de ajustar inicialmente a temperatura do corpo de acordo com a temperatura ambiente, esta deve estar em torno de 35°C na primeira semana, 32°C na segunda, 29°C na terceira, 26°C na quarta e 23°C na quinta semana,

quando o mecanismo de termorregulação dos pintos já se encontra plenamente desenvolvido (Curtis, 1983; Deaton & Reece, 1970; Milligan & Winn, 1964).

O ambiente térmico dentro das instalações é resultante de um número grande de variáveis, incluindo os componentes da construção, os materiais utilizados, sua orientação, sua geometria e sua forma de ocupação. Griffin et al. (1969) concluíram que o desempenho das aves, durante as quatro primeiras semanas, foi influenciado pela temperatura do ar ambiente. Aves submetidas a ciclo de temperatura de 4,4 a 15,6°C apresentaram baixo peso corporal e elevada taxa de mortalidade quando comparadas com as submetidas a temperaturas constantes do ar de 35, 32,2, 26,7 e 21,1°C. Campos et al. (1993) verificando o efeito da retirada do aquecimento na fase inicial sobre o desempenho de frangos de corte, concluíram que, mesmo em ambientes nos quais a temperatura varia entre 22 a 30°C, não é aconselhável a retirada do aquecimento na fase inicial.

De acordo com Jaenisch et al. (1995), em avicultura, as patologias consideradas multifatoriais exigem estudos amplos, sendo de fundamental importância a interação entre as variações ambientais e a resposta fisiológica determinada na ave. Em virtude do sistema termorregulatório das aves nos primeiros dias, ser precário, há maior necessidade de esforço fisiológico para a manutenção da temperatura corporal. Baixas temperaturas e oscilações térmicas acentuadas estão fortemente correlacionadas com surtos da Síndrome Ascítica (AS), pois estimulam o aumento do metabolismo basal e a demanda de oxigênio tecidual, fatores determinantes para a manifestação dessa síndrome. A Síndrome de Morte Súbita ocorre mais freqüentemente entre a segunda e a quarta semana de vida das aves, sendo apontados fatores que aumentam a taxa metabólica e a demanda de oxigênio pelo organismo da ave, como responsáveis pelo aparecimento da

síndrome (Marcolin, 1996). Para Gonzales (1993), entre os fatores ambientais que influem na incidência da síndrome de morte súbita em frangos de corte, a temperatura é o mais importante. A conclusão de um levantamento de 23 experimentos realizado por Gardiner et al. (1988), citados por Gonzales (1993), indica que mortes por SMS mantinham relação com o mês em que o experimento era iniciado, registrando-se maior mortalidade no inverno e menor no verão.

2.1. Sistemas de aquecimento

Os tipos de aquecimento utilizados na avicultura podem ser classificados em dois grupos. O primeiro é o do aquecimento central que, para alcançar temperaturas adequadas no galpão, se baseia em aquecer mais ou menos por igual todo o volume do mesmo. O segundo grupo é o de aquecimento local, que se baseia em aquecer somente a superfície do local onde se alojam os pintos. É neste segundo grupo que se encontram as campânulas a gás, as campânulas a carvão, as resistências elétrica e as lâmpadas infravermelhas.

De modo geral, tem havido uniformização dos equipamentos avícolas, que são cada vez mais aperfeiçoados, funcionais e eficientes. Contudo, os equipamentos utilizados para o aquecimento dos pintos, tais como as fornalhas, as campânulas a gás ou elétricas e as lâmpadas infravermelhas, apresentam grande perda de calor, pois baseiam-se em fluxo descendente. Além disso, alguns desses equipamentos eliminam gases tóxicos para o ambiente (Englert, 1987).

Watson et al (1982), usando a madeira, em vez do gás, como fonte de calor em fornalha, no interior de galpões para aves, concluiu que o calor fornecido pela fornalha não é

constante e muitas vezes excede o necessário.

O uso de carvão como fonte de calor requer maior trabalho e difícil controle da temperatura. Já as campânulas a gás ou elétricas permitem obter temperaturas ambientais constantes, mas muitas vezes abaixo do necessário (Selección...1958). Em condições de temperatura ambiente abaixo de 15°C, o calor gerado por esses sistemas é insuficiente, havendo necessidade de se providenciar calor suplementar para manter a temperatura ambiente em torno de 35°C nos primeiros dias de idade dos pintos.

O uso de lâmpadas infravermelhas, apresenta consumo excessivo de energia, a menos que as lâmpadas sejam controladas termostaticamente (Escolha... 1968). Adicionalmente, as interrupções de energia, representam sério problema a esses sistemas, caso não possuam campânula sobre as lâmpadas.

O sistema de resistência elétrica teve grande difusão quando criavam-se aves em grupos reduzidos, decaindo, posteriormente nas granjas industriais. As resistências elétricas, são colocadas sob a campânula a fim de projetar o calor para baixo. O sistema é o de mais fácil manutenção que existe, constituindo somente de se adequar a potência do elemento aquecedor ao número de aves, podendo ser recomendado uma resistência de 1000 W para 400 a 500 pintinhos (Optimización... 1996).

De acordo com Heider (1975), as campânulas a gás produzem temperatura adequada, porém consomem muito oxigênio, além de aumentarem os gases nocivos que devem ser eliminados do ambiente. Estes equipamentos, produzem radiação concêntrica desde o eixo da campânula, perdendo eficiência com a distância do mesmo. A eficiência também varia em função da altura de trabalho da campânula em relação ao piso. Assim, a temperatura de radiação não é uniforme sendo que descreve círculos de maior e menor

temperatura, permitindo que a ave se situe segundo suas necessidades em local mais próximo ou mais afastado do eixo da campânula. No aquecimento por radiação a temperatura mais elevada se situa na zona de "habitat" do animal e no aquecimento por convecção, o ar quente de menor densidade, escapa para as zonas mais altas da instalação, produzindo estratificações ou camadas de ar de diferentes temperaturas (Optimización, 1996). Entretanto, Czarick & Lacy (1996) alertam para o fato de que a área diretamente abaixo do aquecedor pode ser muito quente para a ave e que a instalação de aquecedores muito próxima ao piso diminui o número de aves alojadas.

Czarick & Lacy (1996) relataram que nos sistemas de aquecimento radiante, o objetivo é manter a ave aquecida e o piso seco, mas, primeiro os sistemas aquecem o ar para depois ser repassado às aves e à cama. Neste processo de transferência de calor, cerca de 60% de calor produzido é perdido na forma de ar quente, uma vez que este tende a subir.

O sistema de aquecimento por campânulas a gás infravermelhas é um dos sistemas mais populares que existem e o tipo de gás a ser utilizado tanto pode ser o propano como o gás natural. Atualmente se dispõe de grande variedade de modelos, como o de placas aquecedoras metálicas ou de cerâmica, bem como de regulação termostática, individual ou centralizada, com diferentes tamanhos de campânulas. O importante é dispor de potência calorífica adequada. A razão da popularidade do sistema vem da comodidade de sua regulação termostática, porém, é um dos sistemas de maior consumo energético (Optimización... 1996). Segundo Carr (1982), as campânulas a gás consomem 174% mais energia nas três primeiras semanas de idade das aves, quando comparadas com painéis elétricos infravermelhos.

A avaliação do sistema de aquecimento em piso tem sido promissora. Summers (1985) observou que o aquecimento em piso, mediante passagem de água permitiu controle eficiente da temperatura ambiente próximo das aves, mantendo a cama seca e o teor de amônia em níveis inferiores ao usual. No entanto este tem custo elevado de instalação e não permite limpeza fácil do local após cada cria (Calefacción... 1997). A manutenção do piso aquecido e seco reduz a taxa de mortalidade de pintinhos diminui, quando comparada com sistemas de aquecimento os quais permitem que o piso e a cama permaneçam úmidos e frios (Adlam, 1949).

Kinard (1953) concluiu que o custo de energia elétrica requerido pelo sistema de aquecimento em piso, no inverno, não excede a 0,5 kWh por ave e que este custo poderia ser menor em outras estações. O custo maior de energia elétrica está em outros usos, como a iluminação e a operação de equipamentos de alimentação. Wicklen & Brown (1989) observaram que, mantas envolvidas eletricamente em placas de concreto no piso e aquecedores de água quente em tubos de PVC colocados na cama, apresentaram custo de energia menor que os sistemas de aquecimento com GLP. De forma semelhante, Abreu (1994) observou menor consumo de energia elétrica no sistema de aquecimento placas aquecidas eletricamente, quando comparado, com os sistemas de aquecimento campânula elétrica e lâmpadas infravermelhas. O mesmo autor verificou que, o custo de energia elétrica para promover calor às aves, no sistema de placas aquecidas eletricamente, foi menor que o custo do GLP no sistema de aquecimento campânula a gás.

2.2. Umidade de cama

O tipo de piso é um fator que influencia a cama. Em estudo realizado por Kunkle et al. (1981), a umidade da cama foi maior em piso de concreto (24,6%) que em piso de chão batido (22,3%) e mais elevada nos meses frios (25,2%) que nos meses com temperatura moderada (21,7%). Abreu (1994), objetivando melhorar as condições de conforto térmico das aves nos primeiros dias de vida, registrou valores de umidade de cama menores no sistema de aquecimento em piso que nos demais sistemas.

3. Metodologia

As dimensões da placa foram obtidas levando-se em consideração que na primeira semana de idade das aves o círculo de proteção para 500 pintos tem diâmetro de 3 m e área de 7,06 m², com diâmetro e área útil de 2 m e 3,14 m², respectivamente (Fig. 1). Dessa forma, sete placas hexagonais de 35 cm, com espessura de 2 cm para a placa de argamassa armada e 3 mm para a placa de fibra de vidro, foram consideradas adequadas permitindo acomodar bebedouros e comedouros.

O fio de resistência elétrica com 19 m de comprimento foi colocado no interior de cada placa de argamassa armada e fibra de vidro e as sete placas de cada círculo de proteção foram interligadas em circuito em série, sendo a tensão igual a 220 V. A resistência foi de 5,4 Ω, a potência de cada resistência igual a 185 W, a resistência total igual a 37,8 Ω, a corrente total que passa pelo circuito igual a 5 A e a potência total do sistema igual a 1300 W.

Para o sistema de aquecimento correspondente às placas de argamassa armada foram construídos 4 conjuntos de 7

placas. Cada placa de argamassa armada foi construída no traço 1:2 de cimento e areia lavada, com fator água-cimento igual a 0,5 e uma camada de tela hexagonal de arame galvanizado (# 1/2") montada sobre armação de barras de aço CA-60 a cada 15 cm, apresentando peso médio de 18 kg. A resistência elétrica devidamente isolada, foi fixada no interior de cada placa, à meia altura, com suas extremidades conectadas a condutor elétrico. Após a construção, as placas foram molhadas abundantemente por duas semanas, ocorrendo assim o processo de cura (Foto 1).

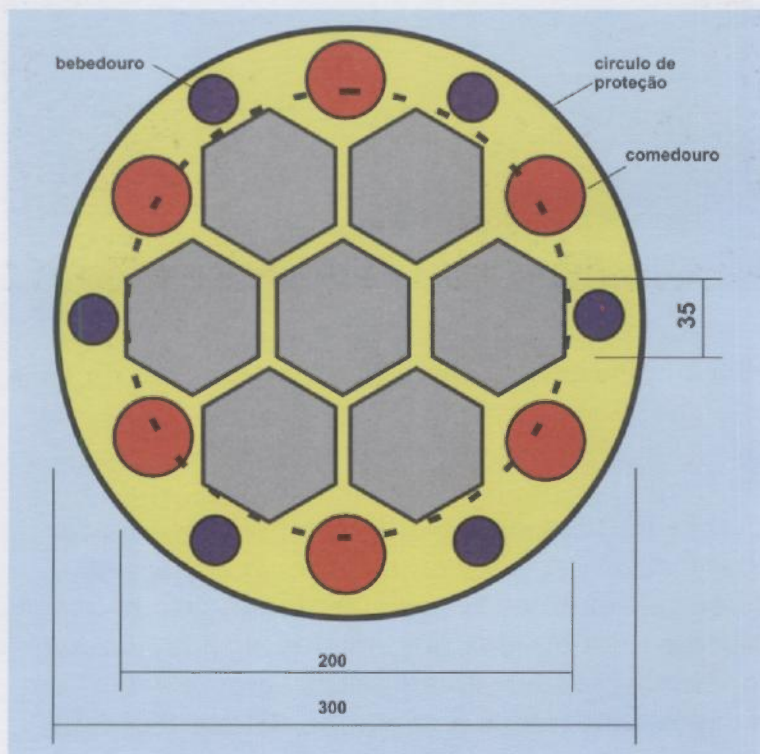


FIG. 1 - Distribuição das placas no círculo de proteção. Cotas em cm.

placas. Cada placa de argamassa armada foi construída no traço 1:2 de cimento e areia lavada, com fator água-cimento igual a 0,5 e uma camada de tela hexagonal de arame galvanizado (# 1/2") montada sobre armação de barras de aço CA-60 a cada 15 cm, apresentando peso médio de 18 kg. A resistência elétrica devidamente isolada, foi fixada no interior de cada placa, à meia altura, com suas extremidades conectadas a condutor elétrico. Após a construção, as placas foram molhadas abundantemente por duas semanas, ocorrendo assim o processo de cura (Foto 1).

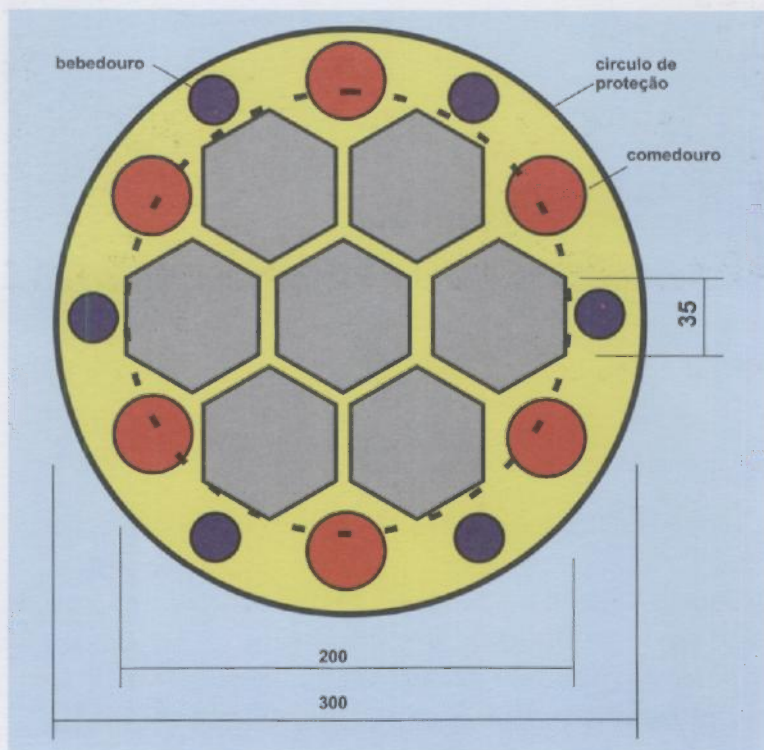


FIG. 1 - Distribuição das placas no círculo de proteção. Cotas em cm.

Para o sistema correspondente às placas de fibra de vidro, foram construídos 4 conjuntos de 7 placas. Cada placa teve fixado em seu interior, resistência elétrica devidamente isolada, à meia altura da placa, com suas extremidades conectadas a condutor elétrico.



FOTO 1 – Placas de argamassa em processo de cura.

A placa de fibra de vidro apresentou peso médio de 2 kg (Foto 2).

No outro sistema de aquecimento em piso as resistências elétricas foram embutidas diretamente no piso do aviário a 1 cm de profundidade, interligadas em série, com suas extremidades conectadas a condutor elétrico (Foto 3).



FOTO 2 - Montagem das placas de fibra de vidro.

Os sistemas de aquecimento em piso com resistência elétrica, (placas de argamassa armada, placas de fibra de vidro, resistências embutidas no piso), foram montados com e sem cobertura de lona plástica. A cobertura de lona plástica, criando o efeito estufa, foi utilizada para dificultar a dissipação do calor ambiente. Esta consistiu de lona de PVC reforçado e transparente, hexagonal, com 12 aberturas (6 pequenas e 6 maiores), fixada no centro do círculo de proteção a uma altura de 1,50 m do piso. As aberturas foram feitas com o objetivo de permitirem o controle da renovação do ar e facilitarem a distribuição dos bebedouros e comedouros no interior do círculo de proteção (Foto 4).



FOTO 3 - Esquema de distribuição das resistências, no sistema de aquecimento em piso com resistência elétrica embutida.



FOTO 4 - Vista frontal do círculo de proteção, dos sistemas de aquecimento em piso, com cobertura de lona plástica.

Este trabalho foi realizado na Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, Santa Catarina, em duas fases. Foram utilizados 14000 pintos de um dia "Ross", sendo 7000 pintos em cada fase, 50% macho e 50% fêmea, vacinados contra Bronquite Infecciosa, Marek e Gumboro.

Os tratamentos consistiram de sete sistemas de aquecimento, como descritos a seguir:

- 1 - Placa de Fibra de Vidro Sem Cobertura de Lona Plástica - FSC;

- 2 - Placa de Fibra de Vidro Com Cobertura de Lona Plástica - FCC;
- 3 - Resistência Embutida no Piso Sem Cobertura de Lona Plástica - ESC;
- 4 - Resistência Embutida no Piso Com Cobertura de Lona Plástica - ECC;
- 5 - Placa de Argamassa Armada Sem Cobertura de Lona Plástica - PSC;
- 6 - Placa de Argamassa Armada Com Cobertura de Lona Plástica - PCC;
- 7 - Campânula a Gás - GÁS.

As campânulas a gás, com controle individual, potência calorífica 500 a 4300 W, capacidade até 1200 aves, foram colocadas no centro de cada círculo de proteção, a 1 m da cama, com inclinação de 8 a 15 graus, fornecendo aquecimento de cima para baixo durante todo o período. O controle da temperatura à altura das aves foi feito por termostato, com seu sensor situado a 60 cm da cama, de acordo com as recomendações do fabricante. A altura de cama adotada neste sistema foi de 10 cm (Fig. 2).

As placas de argamassa armada aquecidas eletricamente, em número de sete por círculo de proteção, com o objetivo de fornecerem calor de baixo para cima, foram isoladas do piso de concreto por lona de PVC e camada de 6 cm de maravalha. Na face superior das placas foi depositada camada de 3 cm de maravalha. Da mesma forma, as placas de fibra de vidro foram colocadas sobre lona de PVC e camada de 8 cm de maravalha. Na face superior das placas foi depositada uma camada de 3 cm de maravalha.

As resistências elétricas embutidas no piso, em número de sete por círculo de proteção, foram isoladas do solo por lona de PVC e por camada de 8 cm de concreto abaixo da

resistência. A face superior deste sistema de aquecimento ficou nivelada com o piso já existente no galpão, o qual, recebeu uma camada de 3 cm de maravalha (Fig. 3).

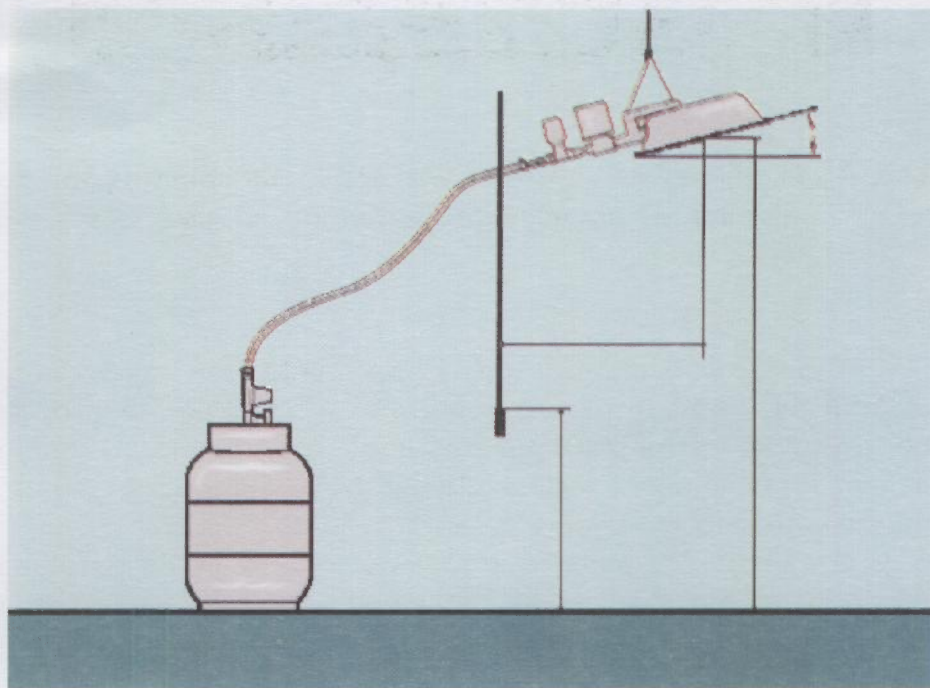


FIG. 2 - Esquema de montagem da campânula a gás. Cotas em cm.

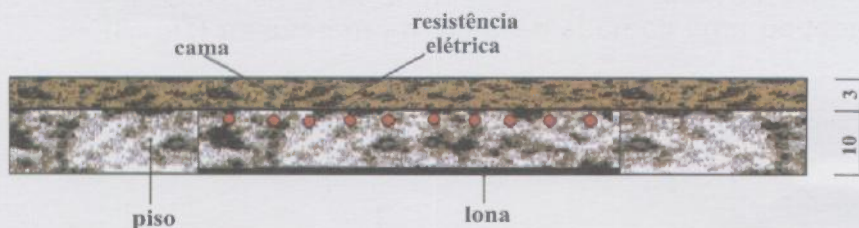


FIG. 3 - Esquema do corte transversal, da montagem do sistema de aquecimento embutido no piso. Cotas em cm.

Todos os sistemas de aquecimento em piso, com resistência elétrica, tiveram controle automático, individual, por meio de termostato de comando à distância. O bulbo sensor foi inserido no interior de um globo negro, com 15 cm de diâmetro, apoiado sobre a cama.

O manejo das aves foi o mesmo para todos os sistemas de aquecimento, colocando 500 pintos de um dia, em cada círculo de proteção. A densidade adotada em cada box foi de 14,9 aves/m².

As rações utilizadas, foram fornecidas à vontade.

O aquecimento foi mantido até 21 dias de idade, iniciando com a temperatura de 35°C na primeira semana e redução de 3°C por semana, ajustada no termostato, tanto para os sistemas de aquecimento elétrico como, para a campânula a gás.

Foram utilizadas cortinas duplas nas laterais do galpão (uma interna e outra externa). As cortinas internas foram retiradas com 5 dias e as externas manejadas de acordo com as condições climáticas, durante todo o período experimental.

O lanternim permaneceu fechado durante todo o período de aquecimento, sendo aberto a partir do 21º dia de idade das aves.

O programa de luz utilizado foi de 24 horas de luz durante os três primeiros dias e 23 horas de luz e 1 hora de escuro de quatro a quarenta e dois dias de idade das aves.

As características estudadas foram: peso vivo - PV; consumo de ração - CR; conversão alimentar - CA e mortalidade até o 42º dia de idade das aves.

Os dados do ambiente térmico interno e externo do galpão foram coletados em intervalos de três dias até o 21º dia, de duas em duas horas, de 0 às 24 h.

Com base nos dados coletados em cada horário, no ambiente térmico externo e interno, para cada tratamento, foi determinada a Umidade Relativa do Ar (UR) e foram calculados o Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante (CTR) de acordo com Buffington et al. (1981) e Esmay (1969).

A mortalidade foi anotada diariamente e classificada em três tipos: Morte Súbita (MS), Ascite (AS) e Outras Causas (OC). A porcentagem de mortalidade foi calculada dividindo-se o número de aves mortas pela causa, pelo número de aves iniciais, codificadas da seguinte forma: porcentagem de morte por Morte Súbita - MS%; por Ascite - AS%; por Outras Causas - OC% e Morte Total - MT%, até o 42º dia de idade das aves.

A umidade da cama foi registrada de acordo com o método brasileiro 26/40 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (1940), coletando-se três amostras homogêneas de aproximadamente 30 gramas, de cada unidade experimental, que foram pesadas e levadas à estufa, a $110^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 12 horas, e finalmente pesadas.

O consumo de energia elétrica foi registrado durante todo o período de aquecimento, utilizando-se medidores de energia elétrica (indução magnética) instalados em cada repetição dos sistemas de aquecimento elétrico.

Para o sistema de aquecimento campânula a gás, o consumo de gás foi registrado durante a fase de aquecimento pela diferença entre o peso do bujão cheio e do bujão vazio. Este dado foi utilizado para comparação de custo de energia.

O consumo de energia elétrica e de gás dos sistemas, para comparação na análise estatística, foi expresso em reais (R\$) da seguinte forma:

- R\$ 0,08122 /kWh de energia elétrica; valor cobrado pela CELESC em áreas rurais até 500 kWh.

- R\$ 0,53077 /kg de gás, preço especial cobrado pelos fornecedores de gás da cidade de Concórdia – SC, dos produtores de aves que possuem integração (R\$ 6,90 o bujão de gás de 13 kg).

Com base nestes valores foram calculados o consumo de energia em reais (CONSR) e em dólares (CONSD) - dólar comercial do dia 03/03/98 igual a R\$ 1,1324.

Após este cálculo foi feita a margem bruta em reais (MBRUTAR) e em dólar (MBRUTAD), dos sistemas por lote de 500 aves.

A margem bruta foi calculada da seguinte maneira:

$$\text{MBRUTA} = (\text{PT42} \times \text{Pfrango}) - ((\text{CR1} \times \text{PR1}) + (\text{CR2} + \text{PR2}) + (\text{CR3} + \text{PR3})) - (\text{ENERGIA} \times \text{PENERGIA}) - (500 \times \text{Ppin})$$

em que:

- PT42 – peso médio total do tratamento aos 42 dias, em kg ((peso total do boxe/número de aves vivas)/número de blocos);

- Pfrango – preço do frango por kg;
- CR1 – consumo médio de ração até 21 dias
- CR2 – consumo médio de ração de 22 à 35 dias
- CR3 – consumo médio de ração de 36 à 42 dias
- PR1 – preço da ração de 1-21 dias
- PR2 – preço da ração de 21-35 dias
- PR3 – preço da ração de 35-42 dias
- ENERGIA – consumo de energia elétrica, em kWh, ou de gás, em kg;
- PENERGIA – Pelétrica (preço da energia elétrica/kWh) ou Pgás (preço do gás/kg);
- Ppin – preço do pinto

Os valores em reais (R\$) e em dólares (US\$) para cada um destes itens encontram-se na Tabela 1.

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os valores de CR1, CR2, CR3, PT42, e ENERGIA com seus respectivos erro-padrão, de acordo com os tratamentos (TRAT).

TABELA 1– Valores unitários em reais (R\$) e em dólares (US\$) para PR1, PR2, PR3, PRACAO, Ppin, Pfrango, Pelétrica e Pgás.

Ítems	Unidade	Reais (R\$)	Dolar (Us\$)
PR1	Kg	0,257	0,227
PR2	Kg	0,243	0,214
PR3	Kg	0,235	0,208
PRACAO	Kg	0,245	0,219
Ppin	Unidade	0,260	0,229
Pfrango	Kg	0,60	0,529
Pelétrica	KWh	0,081	0,071
Pgás	Kg	0,530	0,468

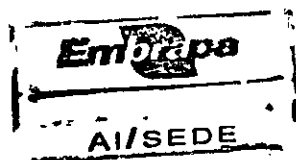


TABELA 2 – Valores de CR1, CR2 e CR3 com seus respectivos erros-padrão, de acordo com os tratamentos (TRAT).

TRAT	CR1	CR2	CR3
FCC	500,91 ± 16,34	893,80 ± 21,90	619,77 ± 9,27
FSC	550,20 ± 22,09	884,77 ± 29,29	589,18 ± 28,75
PCC	518,00 ± 24,12	911,93 ± 27,14	631,12 ± 24,00
PSC	493,67 ± 20,86	866,08 ± 20,60	590,73 ± 21,95
ECC	501,28 ± 21,43	870,32 ± 28,74	613,68 ± 15,70
ESC	507,37 ± 14,10	884,72 ± 15,53	590,49 ± 13,72
GÁS	516,13 ± 10,29	892,62 ± 19,01	620,41 ± 7,62

TABELA 3 – Valores de PT42 e ENERGIA com seus respectivos erros-padrão, de acordo com os tratamentos (TRAT).

TRAT	PT42 (kg)	ENERGIA ¹
FCC	1137,11 ± 34,36	186,50* ± 26,04
FSC	1126,57 ± 45,90	290,75* ± 33,67
PCC	1165,43 ± 51,93	209,33* ± 36,96
PSC	1108,70 ± 40,83	337,25* ± 23,38
ECC	1109,46 ± 46,31	220,00* ± 24,02
ESC	1120,61 ± 22,83	293,50* ± 23,69
GÁS	1137,10 ± 30,98	53,39** ± 1,23

¹ * Consumo de energia em kWh; ** Consumo de gás em kg.

No estudo das características térmicas ambientais adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com 3 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os 7 tratamentos e nas subparcelas as 13 horas de medições.

Para as características peso vivo, consumo de ração, conversão alimentar, e umidade de cama o delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 4 repetições.

As análises foram realizadas pelo programa SAS e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a característica mortalidade foi feita a análise estatística de acordo com Gomes (1987). No caso deste trabalho em que foram alojadas 500 aves/boxe e quatro blocos por tratamento, num total de 2000 aves por tratamento, a porcentagem de morte foi calculada da seguinte maneira:

$$\% \text{ Mortalidade (Causa)} = \frac{N^{\circ} \text{ de aves mortas}}{2000} \text{ por tratamento}$$

Exceto, para o tratamento PCC, que foi utilizado no denominador o valor de 1500 aves.

As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste t a 5% de probabilidade.

Para o desempenho bioeconômico também foi utilizado o delineamento em blocos casualizados desbalanceados.

4. Resultados

Pela Fig. 4, verifica-se que as condições térmicas ambientais, em relação ao ambiente externo, foram melhoradas pelos tratamentos, principalmente durante a noite. Os tratamentos acompanharam a tendência cíclica do ITGU externo, porém com amplitude diária menor. Os sistemas de aquecimento FCC e ECC registraram menores amplitudes diárias que os demais. Piasentin (1984) registrou, para a terceira semana, valores médios de ITGU variando entre 69,6 a 80,2. Em função das características climáticas da região e

do período em que a pesquisa foi conduzida, o referido autor conduziu o aquecimento das aves até a segunda semana, portanto, estes valores são referentes ao galpão sem aquecimento.

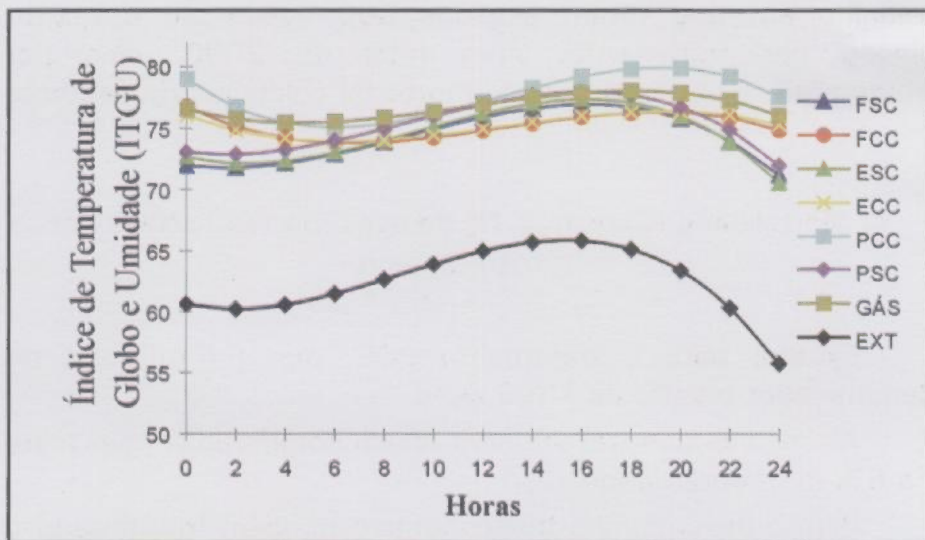


FIG. 4 - Estimativa do ITGU em função das horas, na terceira semana.

Observa-se na Fig. 5 que a amplitude das condições radiantes ambientais foi 43 vezes menor, para todos os tratamentos, que a observada no ambiente. Esta condição pressupõe que os termostatos dos sistemas de aquecimento, foram eficientes em controlar a CTR.

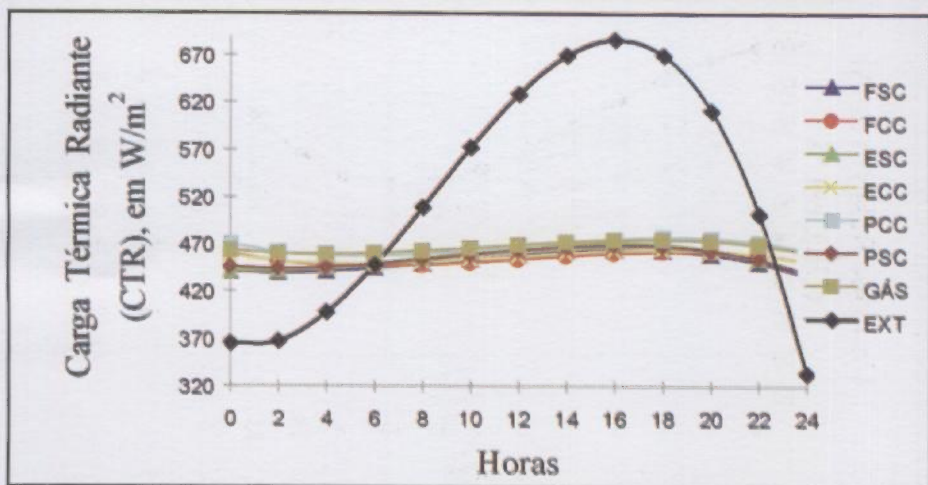


FIG. 5 - Estimativa da CTR em função das horas, na terceira semana.

Verifica-se na Fig. 6 que a UR observada em todos os tratamentos esteve acima de 60%, em todos os horários, conseqüentemente piores que a considerada ideal, conforme Abreu (1994). Observa-se também, que os valores de UR estiveram, para todos os tratamentos, abaixo dos valores obtidos para o ambiente externo. Esta redução da umidade relativa do ar pode ter sido beneficiada pelo manejo da cortina.

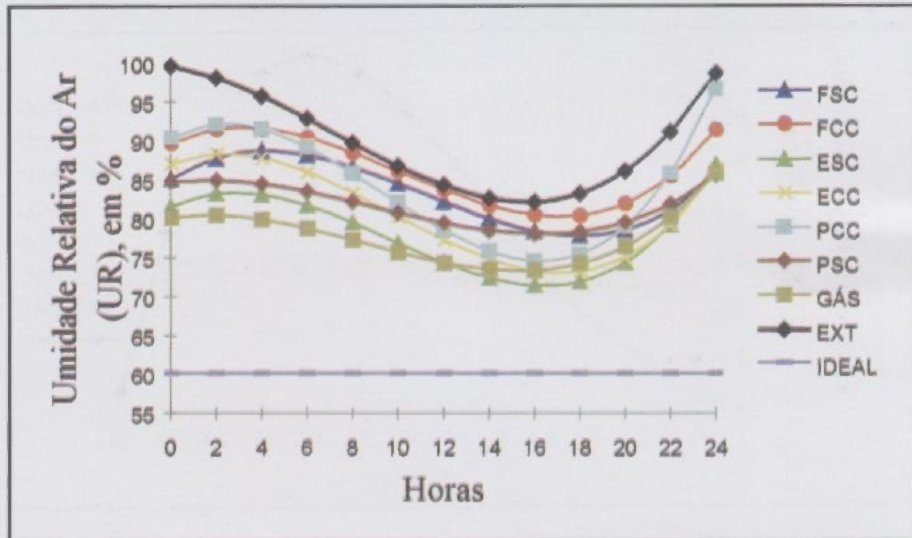


FIG. 6 - Estimativa da UR em função das horas, na terceira semana.

As médias de peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar, no 42º dia de idade, de acordo com os tratamentos, são apresentadas na Tabela 4.

A análise no 42º dia representa o final do período de criação, pois se realizou as últimas mensurações. Portanto, os resultados deste período são os que vão indicar se realmente houve diferença entre os sistemas de aquecimento, já que estes resultados refletem todo o período de criação das aves. As aves do tratamento ECC e GÁS apresentaram pior conversão alimentar e as do tratamento FSC, a melhor conversão alimentar, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

TABELA 4 - Médias e erro-padrão das médias para PV, GP, CR, em gramas e CA, no 42º dia de idade das aves, de acordo com os tratamentos.

TRAT	PV	CR	CA
FCC	2402,0 ± 62,7	4258,5 ± 72,9	1,774 ± 0,017 ab
FSC	2398,5 ± 65,4	4201,2 ± 104,6	1,752 ± 0,008 b
PSC	2403,2 ± 61,7	4232,5 ± 90,6	1,762 ± 0,008 ab
PCC	2442,6 ± 69,8	4320,0 ± 82,5	1,769 ± 0,017 ab
ECC	2409,0 ± 58,6	4309,0 ± 61,6	1,790 ± 0,018 a
ESC	2411,2 ± 42,9	4274,5 ± 48,0	1,773 ± 0,012 ab
GÁS	2419,2 ± 63,8	4307,0 ± 66,8	1,782 ± 0,020 a

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Tukey (5%).

A porcentagem de mortalidade total (MT%), mortalidade por morte súbita (MS%), ascite (AS%) e outras causas (OC%) e suas respectivas variáveis transformadas y , no 42º dia de idade das aves, de acordo com os tratamentos, se encontram na Tabela 5.

Houve, diferença estatística entre tratamentos para MT, MS e AS, não sendo observada diferença entre tratamentos por OC.

A porcentagem de MS foi maior para as aves do sistema de aquecimento a GÁS, seguido do ECC e ESC, sendo que nos tratamentos PCC e FSC as aves apresentaram menor mortalidade. Para a mortalidade por AS, os tratamentos PSC, ESC, GÁS, FSC e ECC, foram semelhantes entre si, apresentando maior porcentagem de mortalidade das aves, sendo estatisticamente diferentes dos tratamentos FCC e PCC, que apresentaram menor mortalidade.

A MT das aves, no final do experimento, foi maior para o GÁS e menor para o FSC e PCC, respectivamente. Apesar de

maior, a mortalidade no tratamento GÁS, ainda, ficou dentro dos padrões de mortalidade para frangos de corte.

TABELA 5 – Porcentagem de MT, MS, AS e OC e suas respectivas variáveis transformadas y, no 42º dia de idade das aves, de acordo com os tratamentos.

TRAT	MT%	Y	MS%	y	AS%	y	OC%	y
FCC	2,988	9,954 bc	1,494	7,021 bc	0,149	2,215 b	1,345	6,659
FSC	2,888	9,785 c	1,195	6,276 c	0,398	3,619 a	1,295	6,534
PSC	3,436	10,683 abc	1,494	7,021 bc	0,697	4,790 a	1,245	6,406
PCC	2,726	9,504 c	1,263	6,453 c	0,066	1,477 b	1,396	6,786
ECC	3,685	11,068 ab	2,042	8,215 ab	0,398	3,619 a	1,245	6,406
ESC	3,785	11,218 ab	1,942	8,011 ab	0,548	4,244 a	1,295	6,534
GÁS	3,984	11,514 a	2,241	8,610 a	0,448	3,839 a	1,295	6,534

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste t ($p < 0,05$).

Na Tabela 6 são apresentadas as médias e erros-padrão correspondentes ao consumo de energia elétrica e gás em reais (CONSUMER) e em dólares (CONSUMED), e à margem bruta em reais (MBRUTAR) e em dólares (MBRUTAD), de acordo com os tratamentos (TRAT). Estas informações são importantes para identificar o melhor sistema de aquecimento, em termos econômicos, partindo do pressuposto que as instalações e os sistemas de aquecimento já fazem parte da propriedade.

Pode-se observar que os tratamentos GÁS e PSC foram os que apresentaram maior consumo de energia sendo que o menor consumo foi para o tratamento FCC. Os sistemas de aquecimento sem cobertura apresentaram maior consumo que os sistemas com cobertura. Isto mostra que a cobertura de lona plástica foi fundamental para a manutenção da temperatura do círculo de proteção.

Quanto à margem bruta, houve diferença entre os tratamentos, sendo que o tratamento PCC apresentou maior valor e o tratamento GÁS, o menor.

Ressalta-se, ainda, que estes resultados foram obtidos experimentalmente, com período de aquecimento de 21 dias e aquecimento local (somente nos círculos), e os sistemas mantiveram-se ligados durante todo este período com controle feito apenas pelo termostato de cada boxe.

TABELA 6 – Médias e erro padrão o para o CONSUMER, em reais e CONSUMED, em dólares, MBRUTAR, em reais e MBRUTAD em dólares de acordo com os tratamentos.

TRAT	CONSUMER	CONSUMED	MBRUTAR	MBRUTAD
FCC	15,1 ± 2,1 d	13,3 ± 1,8 d	44,8 ± 11,9 b	39,6 ± 10,5 b
FSC	23,6 ± 2,7 b	20,8 ± 2,4 b	39,6 ± 10,8 c	34,9 ± 9,5 c
PSC	27,3 ± 1,8 a	24,1 ± 1,6 a	30,9 ± 10,8 f	27,3 ± 9,6 f
PCC	16,9 ± 3,0 c	15,0 ± 2,6 c	48,4 ± 15,0 a	42,8 ± 13,3 a
ECC	17,8 ± 1,9 c	15,7 ± 1,7 c	32,3 ± 14,1 e	28,5 ± 12,4 e
ESC	23,8 ± 1,9 b	21,0 ± 1,6 b	33,6 ± 8,5 d	29,7 ± 7,5 d
GÁS	28,3 ± 0,6 a	25,0 ± 0,5 a	27,8 ± 11,1 g	24,5 ± 9,8 g

¹Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Tukey (5%)

As médias correspondentes à umidade da cama no 21^o dia do experimento, de acordo com os tratamentos encontram-se na Tabela 7.

No 21º dia, final da fase de aquecimento, os sistemas que apresentaram maiores valores de umidade de cama foram o PCC e PSC, que diferiram dos demais sistemas. No entanto, na fase de aquecimento, os valores de umidade de cama de todos os tratamentos estiveram abaixo de 27%, valor este inferior ao encontrado por Almeida (1986) em sistemas de aquecimento elétrico. Abreu (1994) registrou para o sistema de aquecimento campânula a gás, valores de umidade de cama muito elevados nas duas primeiras semanas de aquecimento, o que não ocorreu neste trabalho.

TABELA 7 - Médias correspondentes a umidade de cama, no 21º dia de experimento, de acordo com os tratamentos.

TRAT	Umidade de Cama (%)
FCC	17,2 ± 5,5 ab
FSC	13,4 ± 5,1 bc
PSC	25,0 ± 1,3 a
PCC	26,4 ± 1,6 a
ECC	11,6 ± 1,9 c
ESC	13,4 ± 1,4 bc
GÁS	18,1 ± 0,9 ab

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, pelo teste Tukey (5%).

5. Conclusão

O sistema de aquecimento placa de argamassa armada com cobertura de lona plástica é o indicado para o aquecimento inicial das aves, pois propiciou boas condições térmicas e maior margem bruta no final do período de criação.

6. Referências bibliográficas

- ABREU, P. G. Sistemas de aquecimento em piso, com resistência elétrica, para criação de aves. Viçosa: UFV, 1994. 82p. Tese Mestrado.
- ADLAM, N. Radiant heating for chicken brooder houses. Heating and Ventilating, v.44, p.57-64, 1949.
- ALMEIDA, M. A. C. Fatores que afetam a umidade da "cama". Avicultura Industrial, v.76, n.919, p.16-18, 1986.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (Rio de Janeiro, RJ). Ensaios físicos e mecânicos da madeira: MB 26/40. Rio de Janeiro, 1940. 26p.
- BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. Transactions of the ASAE, v.24, n.3, p.711-714, 1981.
- CALEFACCION de los criaderos de broilers. Selecciones Avícolas, v.39, n.1, p.7-14, 1997.
- CAMPOS, S.S.; FURLAN, R.L.; CASTRO, A.G.M.; CURTARELLI, S.M.; MALHEIROS, E.B.; GUERREIRO, J.R.; SECATO, E.R.; MACARI, M. Efeito da retirada do aquecimento na fase inicial sobre o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1993, Santos, SP. Pesquisas. Santos: APINCO, 1993. p.83.
- CARR, L. E. Brooding broilers with infrared low-waltage heating panels. Transactions of the ASAE, v.25, n.6, p.1708-1710, 1982.



- CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.
- CZARICK, M.; LACY, M. Radiant brooder installation, management. Poultry Digest, v.59, n.4, p.24-28, 1996.
- DEATON, J. W.; REECE, F. N. Special world's poultry issue - implications of environmental control for broilers. Feedstuffs, v.42, p.34-36, 1970.
- ENGLERT, S. I. Avicultura: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade. 6. ed. Porto Alegre: Ed. Agropecuária, 1987. 288p.
- ESCOLHA de equipamentos merece o maior cuidado. Avicultura Brasileira, v.5, n.52, p.28-30, 1968.
- ESMAY, M.L. Principles of animal environment. Westport: Avi Publishing Co., 1969. 325p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: [s.ed.], 1987. 467p.
- GONZALES, E. Síndrome da morte súbita em frangos de corte: papel da nutrição e programas de alimentação. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos: Anais... Santos: APINCO, 1993. p.249-265.
- GRIFFIN, J.C.; VARDAMAN, T.H.; PARKHURST, R.T. The influence of cicle ambient air temperature on condensation and performance of broiler chicks. Poultry Science, v.48, p.970-974, 1969.
- HEIDER, G. Medidas sanitarias en las explotaciones avícolas. Zaragoza: ACRIBIA, 1975. 207p.
- JAENISCH, F. R. F.; OLIVEIRA, P. A. V.; BARIONI JUNIOR, W.; BERSCH, F.; AVILA, V.S. de. Utilização de pinteiros cobertos (estufas) na redução da síndrome ascítica em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba, PR. Trabalhos de Pesquisa. Curitiba: APINCO, 1995. p.157-158.

- KINARD, D. T. Electric Underheat brooder. Georgia: University of Georgia, College of Experiment Station, 1953. 16p. (Bulletin, 3).
- KUNKLE, W. E.; CARR, L. E.; CARTER, T. A., BOSSARD, E. H. Effect of flock and floor type on the levels of nutrients and heavy metals in broiler litter. Poultry Science, v.60, p.1160-1164, 1981.
- MARCOLIN, S.D. Ascite e síndrome da morte súbita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE AVICULTURA, 1., 1996, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, 1996. p.13-17.
- MILLIGAN, J. L.; WINN, P. N. The influence of temperature and humidity on broiler performance in environmental chambers. Poultry Science, v.43, p.817-824, 1964.
- OPTIMIZACIÓ N en el manejo de las pantallas de gas propano. Selecciones Avícolas, v.38, n.12, p.733-734, 1996.
- PIASENTIN, J. A. Conforto medido pelo índice de temperatura do globo e umidade na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, MG. Viçosa: UFV, 1984. 77p. Tese Mestrado.
- SELECCION de sistema de crianza. Indústria Avícola, v.5, p.17, 1958.
- SUMMERS, A. J. El calentamiento de piso reduce los costos de cria. Indústria Avícola, v.32, n.7, p.26-29, 1985.
- WATSON, H.; OLIVER, R.; HICKMAN, J. Wood heat for broiler houses showing promise. Poultry Digest, v.41, p.384-388, 1982.
- WICKLEN, G. L. van; CZARICK, M. Design of a PVC pipe system for brooding chickens. Transaction of the ASAE, v.31, n.2, p.552-557, 1988.
- WICKLEN, G.L. van; BROWN, R.H. Economic analysis of combining partial house brooding and use of off-peak energy for poultry production. Applied Engineering in Agriculture, v.5, p.91-98, 1989.

- CURTIS, S. E. Environmental management in animal agriculture. Ames: Iowa State University Press, 1983. 409p.
- CZARICK, M.; LACY, M. Radiant brooder installation, management. Poultry Digest, v.59, n.4, p.24-28, 1996.
- DEATON, J. W.; REECE, F. N. Special world's poultry issue - implications of environmental control for broilers. Feedstuffs, v.42, p.34-36, 1970.
- ENGLERT, S. I. Avicultura: tudo sobre racas, manejo, alimentação e sanidade. 6. ed. Porto Alegre: Ed. Agropecuária, 1987. 288p.
- ESCOLHA de equipamentos merece o maior cuidado. Avicultura Brasileira, v.5, n.52, p.28-30, 1968.
- ESMAY, M.L. Principles of animal environment. Westport: Avi Publishing Co., 1969. 325p.
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12. ed. Piracicaba: [s.ed.], 1987. 467p.
- GONZALES, E. Síndrome da morte súbita em frangos de corte: papel da nutrição e programas de alimentação. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1993, Santos: Anais... Santos: APINCO, 1993. p.249-265.
- GRIFFIN, J.C.; VARDAMAN, T.H.; PARKHURST, R.T. The influence of cicle ambient air temperature on condensation and performance of broiler chicks. Poultry Science, v.48, p.970-974, 1969.
- HEIDER, G. Medidas sanitarias en las explotaciones avícolas. Zaragoza: ACRIBIA, 1975. 207p.
- JAENISCH, F. R. F.; OLIVEIRA, P. A. V.; BARIONI JUNIOR, W.; BERSCH, F.; AVILA, V.S. de. Utilização de pinteiros cobertos (estufas) na redução da síndrome ascítica em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1995, Curitiba, PR. Trabalhos de Pesquisa. Curitiba: APINCO, 1995. p.157-158.

- KINARD, D. T. Electric Underheat brooder. Georgia: University of Georgia, College of Experiment Station, 1953. 16p. (Bulletin, 3).
- KUNKLE, W. E.; CARR, L. E.; CARTER, T. A., BOSSARD, E. H. Effect of flock and floor type on the levels of nutrients and heavy metals in broiler litter. Poultry Science, v.60, p.1160-1164, 1981.
- MARCOLIN, S.D. Ascite e síndrome da morte súbita. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE AVICULTURA, 1., 1996, Concórdia, SC. Anais... Concórdia: Escola Agrotécnica Federal de Concórdia, 1996. p.13-17.
- MILLIGAN, J. L.; WINN, P. N. The influence of temperature and humidity on broiler performance in environmental chambers. Poultry Science, v.43, p.817-824, 1964.
- OPTIMIZACIÓ N en el manejo de las pantallas de gas propano. Selecciones Avícolas, v.38, n.12, p.733-734, 1996.
- PIASENTIN, J. A. Conforto medido pelo índice de temperatura do globo e umidade na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, MG. Viçosa: UFV, 1984. 77p. Tese Mestrado.
- SELECCION de sistema de crianza. Indústria Avícola, v.5, p.17, 1958.
- SUMMERS, A. J. El calentamiento de piso reduce los costos de cria. Indústria Avícola, v.32, n.7, p.26-29, 1985.
- WATSON, H.; OLIVER, R.; HICKMAN, J. Wood heat for broiler houses showing promise. Poultry Digest, v.41, p.384-388, 1982.
- WICKLEN, G. L. van; CZARICK, M. Design of a PVC pipe system for brooding chickens. Transaction of the ASAE, v.31, n.2, p.552-557, 1988.
- WICKLEN, G.L. van; BROWN, R.H. Economic analysis of combining partial house brooding and use of off-peak energy for poultry production. Applied Engineering in Agriculture, v.5, p.91-98, 1989.

*Missão da **Embrapa***

Gerar, promover e transferir conhecimentos e tecnologias para o desenvolvimento sustentável dos segmentos agropecuários, agroindustrial e florestal, em benefício da sociedade.

*Missão da **Embrapa** Suínos e Aves*

Gerar e promover conhecimentos, tecnologias, serviços e insumos para o desenvolvimento Sustentado da suinocultura e avicultura, em benefício da sociedade.