

MARCELO BASTOS CORDEIRO

**ANÁLISE DE IMAGENS NA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO,
DO BEM-ESTAR E DO DESEMPENHO DE PINTOS DE CORTE
SUBMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2007

MARCELO BASTOS CORDEIRO

**ANÁLISE DE IMAGENS NA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO,
DO BEM-ESTAR E DO DESEMPENHO DE PINTOS DE CORTE
SUBMETIDOS A DIFERENTES SISTEMAS DE AQUECIMENTO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 14 de maio de 2007.

Prof. Francisco de Assis de Carvalho Pinto
(Co-orientador)

Prof. Richard Stephen Gates

Prof. Luiz Fernando Teixeira Albino

Prof^a. Cecília de Fátima Souza

Prof^a. Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
(Orientadora)

Aos meus pais, pelo amor, carinho e dedicação.

Aos meus irmãos Eneias, Ivair e Simone.

À Heloiza pelo amor.

Aos amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelo apoio financeiro.

À Perdigão Agroindustrial S.A., cujo apoio técnico e disponibilidade das granjas viabilizou a execução deste trabalho.

À professora Ilda de Fátima Tinôco pela orientação, confiança, amizade e estímulo permanente.

Aos conselheiros, professores Jadir Nogueira da Silva, Francisco de Assis de Carvalho Pinto e Paulo Roberto Cecon, pela atenção e respeito.

Aos meus amigos Ricardo, Bruno, Ediney, Mariano, Maria Clara e Akemi, que estiveram ao meu lado durante esta etapa, pelo companheirismo, pelas boas risadas e pela grande amizade.

Aos colegas do Ambiagro.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente, deram sua contribuição para que este trabalho pudesse ser concluído.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1.1 Temperatura	05
2.1.2 Umidade relativa do ar	07
2.1.3 Velocidade do ar	07
2.1.4 Índices de Temperatura de Globo e Umidade – ITGU	08
2.1.5 Sistemas de aquecimento	09
2.1.5.1 Fornalha a lenha.....	09
2.1.5.2 Tambores a lenha artesanais de irradiação.	10
2.1.5.3 Campânulas a gás.....	10
2.2. Bem-estar animal	11
2.2.1. Bem-estar e estresse.....	13
2.2.2 Bem-estar e qualidade do ar.....	14
2.2.3. Legislação e comercialização	15
2.3 Comportamento das aves	16
2.3.1 Comportamento nas primeiras semanas de vida das aves.....	17
2.3.2 Respostas fisiológicas dos frangos de corte ao estresse.....	20
2.4 Uso de imagens digitais para estudo do comportamento	21
2.4.1 Análise visual de imagens.....	22
2.4.2. Sistema de análise e processamento de imagens digitais.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1. Caracterização climática	25
3.2 Características dos galpões	25
3.3 Sistemas de aquecimento	27
3.3.1. Fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar	27
3.3.2. Campânulas infravermelhas a gás	28
3.3.3. Tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás.....	29
3.4 Caracterização do ambiente térmico dos aviários.....	30
3.4.1 Instrumentos e medições utilizados.	30
3.4.2 Avaliação do ambiente térmico	31
3.5 Qualidade do ar	31
3.6 Animais estudados	32
3.7 Desempenho zootécnico	32
3.8 Estudo do comportamento animal.....	32
3.8.1 Sistema de aquisição de imagens.....	32
3.8.2 Análise e interpretação visual de imagens e associação com o comportamento	

animal	33
3.8.3 Processamento e análise de imagens digitais através da extração das características de dispersão de pixels.	35
3.9 Delineamento estatístico	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	39
4.1 Avaliação do ambiente térmico	39
4.1.1 Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU).....	39
4.1.2 Temperatura do ar (°C)	45
4.1.3 Umidade relativa do ar (%).....	51
4.2. Qualidade do ar	60
4.2.1 Concentração de amônia (NH ₃).....	61
4.2.2 Concentração de dióxido de carbono (CO ₂).....	63
4.2.3 Monóxido de carbono (CO)	65
4.3 Desempenho animal	67
4.4. Comportamento animal	72
4.4.1 Frequência de ocorrência das faixas de bem-estar térmico.....	72
4.4.2 Análise do comportamento animal	76
4.4.2.1 Caracterização da expressão comportamental das aves para as diversas faixas de bem-estar térmico.....	76
4.4.2.1.1 Conforto térmico	76
4.4.2.1.2 Estresse por frio	81
4.4.2.1.3 Estresse por calor.....	85
4.4.3 Representação dos comportamentos das aves em diferentes níveis de conforto térmico ambiente.	88
4.4.3.1 Frequência de agrupamento das aves na primeira e segunda semana de vida.....	88
4.4.3.2 Frequência de presença no comedouro das aves na primeira e segunda semana de vida.	90
4.4.3.3 Frequência de presença no bebedouro das aves na primeira e segunda semana de vida.	92
4.4.4 Expressão do comportamento nos períodos da manhã e tarde.....	93
4.4.5. Processamento e análise de imagens digitais através da extração das características de dispersão de pixels.	95
5. CONCLUSÕES	98
6. LITERATURA CITADA	100
7. APÊNDICE	115

RESUMO

CORDEIRO, Marcelo Bastos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2007.
Análise de imagens na avaliação do comportamento, do bem-estar e do desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento. Orientadora: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco. Co-orientadores: Jadir Nogueira da Silva, Francisco de Assis de Carvalho Pinto e Paulo Roberto Cecon.

Atualmente o Brasil é o país que detém o maior número de informações relativas ao acondicionamento térmico de instalações avícolas abertas em condições de verão dos climas tropicais. Contudo, ainda há muita carência de investigações acerca do gasto energético, eficiência dos sistemas de aquecimento, bem-estar animal e dos níveis de contaminação do ar para as condições arquitetônicas e construtivas dos galpões avícolas brasileiros em períodos de inverno. Tendo em vista o exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar os aspectos relacionados ao comportamento animal que sejam indicadores do grau de bem-estar de aves de corte, alojadas em instalações comerciais, submetidas a três diferentes sistemas de aquecimento. O presente trabalho foi realizado em uma propriedade avícola comercial integrada da empresa Perdigão Agroindustrial contendo três galpões (tratamentos) com distintos sistemas de aquecimento (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas a gás e Trat3 – tambor + campânulas), os quais foram utilizados para a criação de 17.700 fêmeas leves da marca comercial Cobb por galpão, durante dois ciclos produtivos completos, no período de julho a outubro de 2004, no município de Videira, estado de Santa Catarina. Na caracterização do ambiente térmico foram avaliadas a temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e o Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU). Em relação à qualidade do ar foram avaliadas as concentrações de amônia, dióxido e monóxido de carbono em ppm. Para o desempenho animal foram avaliados o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência produtiva (IEP), mortalidade (M) e consumo de água (CAG). Para o estudo do comportamento animal foi realizada a análise e interpretação visual de imagens e processamento e análise de imagens digitais através da extração das características de dispersão de pixels. Observou-se que, para a primeira e segunda semana de vida dos pintainhos, o tratamento 3 (tambor +

campânulas) atingiu valores ($P < 0,05$) de ITGU e temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) dentro da faixa de conforto das aves por um maior período de tempo em relação aos demais tratamentos. Não foram encontrados valores críticos de concentração de amônia e dióxido de carbono nos tratamentos, entretanto o tratamento 2 (campânulas) apresentou valores críticos de monóxido de carbono na primeira semana de vida das aves. O tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentou os melhores resultados de desempenho animal de CR, GP, CA e IEP. Os índices de mortalidade estiveram dentro do aceitável para granjas comerciais. As aves na primeira e segunda semana de vida apresentaram o comportamento natural de se agruparem, independentemente do estado térmico do ambiente, no entanto esse agrupamento foi mais acentuado no tratamento 1 (campânulas) quando comparado sob a mesma condição térmica dos demais tratamentos indicando haver uma diferenciação das faixas de valores de ITGU crítico inferior e superior para estresse por frio para os diferentes sistemas de aquecimento. No processamento das imagens digitais observou-se que os valores de ITGU correlacionaram significativamente com os valores de desvio padrão da soma dos pixels da imagem. Esta correlação foi negativa, sendo que com o decréscimo dos valores de ITGU ocorre o aumento dos valores dos desvios padrão. Estes resultados indicam que a metodologia de processamento de imagem com base no desvio padrão da soma dos valores dos pixels pode ser usado como indicativo de conforto/desconforto térmicos para aves na primeira e segunda semana de vida.

ABSTRACT

CORDEIRO, Marcelo Bastos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May of 2007. **Images analysis in the behavior evaluation, welfare and performance of the young chicken submitted to different heating systems.** Adviser: Ilda de Fátima Ferreira Tinôco, Co-Advisers: Jadir Nogueira da Silva, Francisco de Assis de Carvalho Pinto and Paulo Roberto Cecon.

Currently Brazil is the country that owns the biggest number of relative information to the thermal requirement of opened buildings in summer conditions of tropical climates. However, exists the need of investigations concerning the energy expense, efficiency of the heating systems, animal welfare and contamination levels of the air for the architectural and constructive conditions of the Brazilian poultry building in winter periods. With this, the general aim of this research was to evaluate the aspects related to the animal behavior that is indicative of the welfare young chickens, lodged in commercial facilities, submitted to three different heating systems. To present research was developed in commercial farm integrated of the Perdigão Company, containing three similar buildings (treatment), equipped with three different heating system (treatment 1: furnace with indirect air heating; treatment 2: infrared heater and treatment 3: radiant experimental system with supplemental heating of infrared light bulbs), which were used for the production of 17.700 females Cobb, for building, during two complete productive cycles, in the Videira City, Santa Catarina State, during the winter of 2004. In the characterization of the thermal conditional they were evaluate the air temperature (°C), relative humidity (%) and the Black Globe Temperature Humidity Index (BGHI). They were evaluated the concentrations of ammonia, carbon monoxide and carbon dioxide, in ppm, at the level of the birds. They were evaluated the animal's performance: feed consumption (FC), weight gain (WG), feed conversion (FC), productive efficiency (PE), mortality (M) and water consumption (WC). For the study of the animal behavior it was accomplished the visual interpretation of images and processing and analysis of digital images through the extraction of the characteristics of pixels dispersion. It was observed that, for the first and second week of life of the young chickens, the treatment 3 it reached values ($P < 0,05$) of BGHI and air temperature (°C) in the comfort band of the birds for a larger period of time in relation to the other treatments. Values critical of ammonia and carbon

dioxide concentration had not been found us treatment, however treatment 2 presented critical values of carbon monoxide in first week of the birds life. Treatment 3 presented the best ones resulted of animal performance of FC, WG, FC, and PE. Mortality was within of the acceptable for commercial farms. The birds in first and the second week of life had presented the natural behavior of grouping, independently of the thermal state of the environment, however this grouping more was accented in treatment 1 (infrared heater) when compared under the same thermal condition of the others treatments, indicating to have a differentiation of the BGHI values bands. In the images processing it was observed that the values of BGHI had significantly correlated with the values of deviation standard of the pixels image sum. This correlation was negative, being that with the decrease of the BGHI values it happens the increase of the deviation standard values. These results indicate that the methodology of image processing with base in the standard deviation of the values sum of the pixels can be used as comfort/discomfort thermal indicative for birds in the first and second week of life.

1. INTRODUÇÃO

O setor avícola brasileiro representa o terceiro maior exportador do agronegócio brasileiro, sendo que no primeiro bimestre de 2007 a receita gerada com as exportações foi de US\$ 66,331 milhões. Segundo dados da Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos (2007) e da União Brasileira de Avicultura (2007), o Brasil ocupa a terceira posição entre os maiores produtores mundiais de carne de frango de corte e a primeira posição entre os países exportadores, sendo que no primeiro bimestre de 2007 a produção totalizou 1,642 milhões de toneladas, sendo que 1,200 milhões foram para o mercado interno e o restante para o mercado externo.

Os estados brasileiros principais produtores de frango de corte estão na região Sul, onde há predominância de pequenas propriedades e produção em pequena escala. Atualmente a região Centro-Oeste vem se destacando, passando a incorporar produtores com áreas extensas de terras e escala produtiva significativa, aumentando com isso o potencial brasileiro de produção de carne de frango.

Com a crescente demanda do mercado externo e interno surge também maior interesse dos consumidores para a elevação dos níveis e métodos de produção das empresas avícolas. O bem-estar animal constitui uma das principais necessidades que as empresas avícolas devem atender para garantir os anseios dos consumidores, garantindo assim maior participação nos mercados.

Produção e qualidade estão ligadas ao bem-estar do animal, portanto, os sistemas de criação devem evoluir para atender as necessidades dos animais e dos consumidores. Com isso, os fatores térmicos do ambiente ao qual as aves são submetidas constituem um dos principais fatores responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola.

Atualmente, o Brasil é o país que detém o maior número de informações relativas ao acondicionamento térmico de instalações avícolas abertas em condições de verão dos climas tropicais. Contudo, ainda há muita carência de investigações acerca do gasto energético e eficiência dos sistemas de aquecimento, bem-estar animal e dos níveis de contaminação do ar para as condições arquitetônicas e construtivas dos galpões avícolas brasileiros. Esta disparidade é preocupante, tendo em vista as exigências cada vez maiores por parte do mercado consumidor internacional frente às questões humanitárias de criação e preservação ambiental. A não atenção a estas questões pode resultar em problemas sérios à exportação brasileira, especialmente para a Europa.

O aquecimento é fundamental no início da vida e dele depende o bom desenvolvimento das aves. No inverno esse item merece atenção redobrada pois, além da necessidade de suprir a diferença existente entre a temperatura ideal para os pintos e a temperatura ambiente, é necessário controlar a temperatura dentro do aviário nas horas em que a temperatura externa aumenta, principalmente em regiões de amplitudes térmicas elevadas.

Com isso, a preocupação em se atingir níveis ideais de bem-estar animal, relacionado ao comportamento das aves nos sistemas de criação avícola, para que a produção seja maximizada, vem ganhando maior importância pela complexidade com que os fatores de produção estão correlacionados.

O estudo do comportamento animal assume papel importante na produção animal, uma vez que, para racionalizar os métodos de criação tem-se desenvolvido técnicas de manejo, alimentação e instalações que interferem, e também dependem do comportamento animal.

Como as variáveis fisiológicas são de difícil mensuração em condições de campo, o estudo do comportamento têm se mostrado o mais viável para inferir sobre os níveis de bem-estar para aves alojadas. O animal é fortemente influenciado no seu comportamento pelo ambiente externo, e conhecendo como esse atua sobre o animal por meio do comportamento, é possível identificar e quantificar o bem-estar dos animais.

O estudo do comportamento animal era tradicionalmente realizado através de observações visuais dos animais, o que consumia tempo e gerava decisões subjetivas e susceptíveis ao erro humano. Além do mais, as respostas obtidas não eram confiáveis, uma vez que a presença humana pode inibir o comportamento natural das aves. Diante disso, novas tecnologias se fazem necessárias para a caracterização das respostas comportamentais das aves, visando à avaliação do bem estar das mesmas e obtenção de resultados produtivos mais satisfatórios.

Dentre as tecnologias utilizadas, tem se destacado o uso de imagens digitais para acompanhamento do comportamento animal possibilitando-se, assim, rapidez na tomada de decisão e evitando-se com isso maiores prejuízos econômicos que somente seriam detectados tardiamente. Vários autores (DUSENBERY, 1985; SERGEANT *et al.*, 1998; PANDORFI, 2002; XIN & SHAO, 2002; LEROY *et al.*, 2003; PERISSINOTTO, 2003; MATARAZZO, 2004; SEVEGNANI, 2005;) têm demonstrado a viabilidade de se utilizar imagens digitais para determinação do comportamento animal e suas inter-relações com o meio no qual este animal se encontra.

Entretanto, esta tecnologia tem sido testada em laboratórios, com pequenas amostras de animais mantidos em espaços reduzidos e em pequenos intervalos de tempo e não em condições reais de manejo.

Tendo em vista o exposto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar os aspectos relacionados ao comportamento animal que sejam indicadores do grau de bem-estar de aves de corte, alojadas em instalações comerciais submetidas a três diferentes sistemas de aquecimento (fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar, campânulas a gás e tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas a gás).

Foram considerados como objetivos específicos:

- avaliar o ambiente térmico em instalações avícolas comerciais dotadas de diferentes sistemas de aquecimento, no período de inverno, no do sul do Brasil;
- avaliar se o sistema de aquecimento utilizado e consequente manejo foi o mais adequado ao bem-estar animal, com base nos parâmetros de desempenho e da qualidade do ar (concentração de amônia, dióxido e monóxido de carbono);
- avaliar as características comportamentais das aves nas duas primeiras semanas de vida: agrupamento, dispersão, presença no comedouro e bebedouro e relaciona-las com o sistema de aquecimento utilizado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ambiência térmica para aves de corte

Os avanços nos sistemas produtivos animais, tanto do ponto de vista genético quanto gerencial, faz com que o ambiente adequado seja condição indispensável para que os animais possam expressar o seu máximo produtivo, associado ao bem-estar (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Os estudos de conforto térmico visam analisar e estabelecer as condições necessárias para a avaliação e concepção de um ambiente térmico adequado às atividades e ocupação, bem como estabelecer métodos e princípios para uma detalhada análise das condições térmicas de um ambiente.

Segundo TINÔCO (2001), as aves realizam suas atividades de manutenção e produção, gerando certa quantidade de calor, necessitando de um desnível térmico em relação ao meio externo para desenvolver sua atividade vital, cuja temperatura ambiente das instalações deve estar na zona de conforto, para que atinjam o seu potencial genético.

Zona de conforto, segundo SMITH (1964) corresponde a faixa de temperatura do ambiente de criação, na qual a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal e do incremento calórico da alimentação. Nesta zona, o animal alcança seu potencial máximo, e a temperatura corporal é mantida com a mínima utilização de mecanismos termorregulatórios. ROSEMBERG *et al.* (1974) descreve a zona de conforto térmico como a zona da indiferença térmica, em que apenas o metabolismo normal fornece a energia necessária para manter a temperatura corporal no nível normal.

Analisando-se dentro da ótica física dos mecanismos de trocas de calor, a neutralidade térmica é o estado físico no qual todo o calor gerado pelo organismo através do metabolismo, seja trocado em igual proporção com o ambiente ao redor, não havendo nem acúmulo de calor, nem perda excessiva do mesmo, mantendo a temperatura corporal constante (LAMBERTS & XAVIER, 2002).

A zona de conforto ou termoneutra varia de acordo com a espécie e dentro da mesma espécie animal. Nas aves, a zona termoneutra muda com sua constituição genética, idade, sexo, tamanho corporal, peso, dieta, estado fisiológico, exposição prévia ao calor (aclimatação), variação da temperatura ambiente, radiação, umidade e velocidade do ar (TEETER, 1992; ABREU *et al.*, 2000).

As principais variáveis climáticas que influenciam o desempenho animal, definindo o microclima de uma região, são a temperatura e umidade relativa do ar, a radiação solar, o vento, a pluviosidade, a luminosidade e a altitude, que são bastante dinâmicas em função das estações do ano. Os principais fatores que afetam a perda de calor pelo animal dentro de uma instalação são, além das citadas acima, emissividade, absortividade, temperatura e condutividade das superfícies de contato (ASHRAE, 2001).

2.1.1 Temperatura

De acordo com TEETER (1990), quando a temperatura ambiente está dentro da zona de termoneutralidade, quase todo o calor dissipado ocorre na forma de calor sensível (radiação, convecção ou condução). Esse tipo de liberação de calor altera a temperatura ambiente. À medida que a temperatura ambiente aumenta além do limite superior da zona de conforto, gradualmente aumenta de importância a dissipação de calor por evaporação, a qual ocorre nas aves principalmente pelo trato respiratório.

A ingestão de água é fator importante na regulação da temperatura das aves, principalmente devido à perda evaporativa pela respiração e água das fezes.

Em estudos realizados por FREEMAN (1968), em ambientes mantidos em umidades relativas do ar de 70%, verificou-se que na zona de conforto térmico (25°C) as aves adultas perdem 67% de calor por irradiação, 10% por convecção e 23% por evaporação. Para altas temperaturas (30°C), as perdas são de 41% por irradiação, 33% por convecção e 26% por evaporação; já para temperaturas muito altas (35°C) elas são de 4% por irradiação, 6% por convecção e 90% por evaporação. Portanto, de acordo com o autor, torna-se evidente que os dois fatores climáticos, temperatura e umidade, estão altamente correlacionados com o conforto térmico dos animais, uma vez que, em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é por evaporação; porém, a evaporação depende da porcentagem de umidade relativa do ar.

Em baixas temperaturas, o calor ganho pela ave a partir da radiação reduz a quantidade de calor que deve produzir para manter sua temperatura corporal. Conseqüentemente, as aves que apresentam alta absortividade economizam energia em ambientes frios (RUTZ, 1994).

Outro fator importante que exerce grande influência no desempenho de um lote de frangos de corte é a temperatura da cama, o qual está diretamente relacionado com a sua umidade (quanto maior sua umidade, maior será a sua temperatura).

FRANCO & FRUHAUFF (1997) relataram que o conforto térmico nas primeiras semanas tem a importância de diminuir o efeito das variações térmicas do ambiente sobre o aparelho respiratório dos pintos, uma vez que o ar com baixa temperatura deverá ser aquecido nas vias respiratórias, para que a troca gasosa nos pulmões seja eficiente.

O pintinho possui grande relação entre área/volume corporal, o que ocasiona dificuldades na retenção do calor corporal. Pelo fato de sua capacidade de termorregulação não estar bem desenvolvida, as aves jovens (1 a 14 dias de vida) necessitam entre 32-34°C para manter sua temperatura corporal constante. Contudo, com o seu sistema termorregulador desenvolvido e o aumento da reserva, a zona de conforto passa de 35°C para 24°C em quatro semanas de idade.

Temperaturas acima de 35°C para pintainhos podem induzir hipertermia com desidratação, levando a uma redução no consumo de ração e atraso no crescimento (MICKELBERRY *et al.* 1966); já temperaturas muito abaixo da zona de conforto podem desencadear quadros hipotérmicos, podendo induzir a síndrome da hipertensão pulmonar (ascite) nos frangos de corte (MAXWELL & ROBERTSON, 1998).

A termotolerância pode ser melhorada pela aclimação com exposição dos pintos recém-nascidos (até 5 dias de idade) ao estresse por calor não letal (ARJONA *et al.*, 1988). HAMDY *et al.* (1991), observaram que a exposição de pintos de corte a temperaturas entre 35-39°C nas primeiras 48 horas após a eclosão proporcionou a essas aves na fase adulta, quando expostas a regimes de temperaturas de 35 e 39°C, temperaturas corporais inferiores às aves do grupo controle (32°C).

TEETER *et al.* (1992), também encontraram que aves aclimatadas ao calor apresentavam maiores temperaturas cloacais à termoneutralidade e menores temperaturas cloacais quando colocadas em ambientes de 35°C.

Na Tabela 1, pode-se observar as faixas de temperatura ambiente consideradas confortáveis para as aves, para cada faixa etária.

Tabela 1. Faixas de temperatura de conforto para aves de corte em diferentes idades, segundo alguns autores

Idade	Faixas de temperaturas confortáveis (°C)
1 semana	34 - 32
2 semana	32 - 28
3 semana	28 - 26
4 semana	26 - 24
5 semana	18 - 24
6 semana	18 - 23
7 semana	15 - 23

Adaptado de FREEMAN, 1965; JURKSCHAT *et al.*, 1989; FREEMAN, 1963; MISSON, 1976; JURKSCHAT *et al.*, 1989; FURLAN & GONZALES, 2002; AVILA, 2004.

2.1.2 Umidade relativa do ar

A umidade relativa no interior do galpão é função da temperatura ambiente, do fluxo de vapor de água que entra no galpão pelo sistema de ventilação e da quantidade de vapor de água proveniente dos frangos e da cama.

Considerando que o principal mecanismo de dissipação de calor pelas aves, em temperaturas elevadas, ocorre por evaporação via respiratória, é certo que a capacidade da ave para suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar. Além disso, a decomposição microbiana de ácido úrico, que resulta em amônia e gás carbônico, é favorecida pela alta umidade. Assim, a alta umidade relativa do ar constitui fator negativo para a produtividade avícola (BAIÃO, 1995).

Segundo alguns autores, (TINÔCO, 1998; ELLEN *et al.*, 2000; KOCAMAN *et al.*, 2006), um ambiente é considerado confortável para aves adultas quando apresenta umidade relativa do ar de 50 a 70%. OLIVEIRA *et al.* (2006) constataram que valores de UR de 42 e 72%, registrados em ambientes com alta temperatura, caracterizou ambientes de calor seco e de calor úmido, respectivamente, sendo que as aves criadas no calor seco foram submetidas a menor nível de estresse calórico.

2.1.3 Velocidade do ar

Dentro do aviário é necessária ventilação adequada, a fim de se eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, proveniente da água liberada pela respiração das aves e através de dejetos. Além disso, a ventilação deve permitir a renovação do ar contaminado, favorecendo a entrada de ar puro e para reduzir o excesso de calor existente.

Quando há aumento na velocidade do ar, aves de corte apresentam substancial aumento na perda de calor sensível e correspondente decréscimo na perda do calor latente.

Todo cuidado deve ser tomado em períodos frios para evitar perda de calor para fora da instalação através de frestas ou aberturas de cortinas, contudo deve-se providenciar uma ventilação mínima para evitar concentrações de gases indesejáveis (TINÔCO, 2004).

2.1.4 Índices de Temperatura de Globo e Umidade – ITGU

A temperatura do ar é provavelmente o fator bioclimático mais importante que influencia o ambiente físico do animal. No entanto, apenas a temperatura do ar não é suficiente para avaliar as condições ambientais; para isto, devemos acrescentar outras variáveis ambientais.

Vários índices têm sido estabelecidos com o objetivo de expressar o conforto do animal em relação a dado ambiente. Índices ambientais, combinando dois ou mais parâmetros, descreve a condição térmica e o estresse imposto pelo ambiente ao animal.

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por BUFFINGTON *et al.* (1981), considera em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e da velocidade do ar. O ITGU é um indicador de conforto que inclui a carga de calor radiante em condições de clima quente (ESMAY, 1982). Este índice é utilizado para expressar o conforto térmico ambiental na produção de frangos de corte em climas tropicais (TEIXEIRA, 1983; PIASENTIN, 1984; TINÔCO, 1988; ZANOLLA, 1998; FONSECA, 1998).

De acordo com TINÔCO (1988), que conduziu pesquisa com frangos de corte, os valores de ITGU superiores a 75 causam desconforto às aves acima dos 15 dias de vida, e a situação de estresse se agrava na medida em que as aves se desenvolvem.

TEIXEIRA (1983), em experimento realizado na região de Viçosa-MG, definiu valores de ITGU para frangos de corte da seguinte forma: no período de crescimento de 1 a 14 dias de idade das aves, os valores de ITGU de 78,5 a 81,6 mostraram-se adequados para melhor conversão alimentar e ganho de peso das aves. No período de 8 a 14 dias, valores de ITGU de 67,4 a 75,6 pioraram a conversão alimentar em 44% e reduziram em 30% o ganho de peso, ocorrendo, portanto, um desconforto devido ao frio. No período de 15 a 49 dias, com valores de ITGU de 65,0 a 77,0, a produção das aves foi considerada normal; e no período de 43 a 49 dias, com valores de ITGU variando de 73,3 a 80,5 houve piora de 41% na conversão alimentar e redução de 37,2% no ganho de peso das aves.

2.1.5 Sistemas de aquecimento

Aquecer um aviário não é uma tarefa fácil no Brasil, uma vez que as instalações são abertas e sem nenhum isolamento térmico. Desta forma, o gasto de energia para o aquecimento do ar dos ambientes onde estão alojados os pintainhos é sempre maior do que seria desejável. A maior parte da energia calorífica é perdida através das cortinas, aberturas, etc.

Outro fator muito importante a considerar é que basicamente todos os sistemas de aquecimento do ar ambiente interno a um galpão envolvem a queima de combustíveis e conseqüentes emissões de gases poluentes, alguns dos quais extremamente nocivos às aves, ao trabalhador e à atmosfera.

Segundo ABREU & ABREU (2002), vários tipos de aquecedores foram desenvolvidos, buscando melhor forma de fornecer calor e proporcionar conforto térmico às aves com menor consumo de energia. Vários fatores devem ser considerados quando se escolhe um sistema de aquecimento, entre os quais a mínima temperatura ambiente, temperatura requerida de acordo com a idade das aves, produção de calor das aves, taxa de ventilação, perda de calor através dos constituintes da instalação, dimensionamento e números de aquecedores necessários (COBB, 2007).

Os sistemas de aquecimento atualmente mais empregados pela avicultura industrial brasileira são as fomalhas a lenha e campânulas a gás.

2.1.5.1 Fomalha a lenha

Existem dois tipos básicos de fomalhas, uma com aquecimento direto do ar e outra com aquecimento indireto do ar.

As fomalhas a lenha por queima indireta são estruturas projetadas com objetivo de possibilitar a incineração de combustíveis sólidos, líquidos ou gasosos por meio da combustão completa, garantindo o máximo rendimento térmico. No meio rural, normalmente as fomalhas são destinadas a queima de biomassa. O ar aquecido é lançado no pinteiro por meio de um sistema de ventilação e distribuído por meio de dutos. O controle na temperatura interna é feito por meio de um termistor conectado a um painel, que controla o acionamento do ventilador e, conseqüentemente, a velocidade da queima e a vazão de ar aquecido que entrara no galpão (VIGODERIS, 2006). É um sistema bastante dependente do padrão de isolamento e do volume útil do pinteiro, pois é essencial que não se permita que o ar aquecido escape da região delimitada para os pintainhos.

2.1.5.2 Tambores a lenha artesanais de irradiação.

É prática comum no sul do Brasil, principalmente no inverno, o uso de queimadores a lenha para suplementar o aquecimento proporcionado pelas campânulas a gás. Esse sistema consiste em tanques de óleo vazios produzidos artesanalmente. Tem a função de amenizar as condições ambientais e não propriamente atender as exigências das aves (ABREU & ABREU, 2002).

Esses tambores têm capacidade de 200 litros cada um, podendo ser soldados uns aos outros. Dispõem de chaminé para viabilizar a retirada de CO₂ originado pela queima da lenha. O tambor, posicionado com o eixo maior na horizontal, apóia-se em suportes metálicos, de forma a garantir um afastamento de 0,70 m da cama, impedindo assim contato direto com as aves (VIGODERIS, 2006).

Trata-se de um aquecedor por radiação, emitindo energia calorífica por toda a área circunvizinha, o que gera um gradiente térmico muito intenso próximo ao seu corpo, o qual decresce acentuadamente com o raio de afastamento.

2.1.5.3 Campânulas a gás

Existe grande variedade de modelos de campânulas a gás com placas aquecedoras metálicas ou de cerâmica, providas de campânulas maiores ou menores, entre outros. O importante é dispor de potência calorífica adequada para atender o conforto dos pintainhos. Possuem um queimador de gás convencional, onde o calor é transmitido às aves por condução e convecção.

São bastante funcionais devido a sua resistência, baixo índice de manutenção e mobilidade, podendo ser reinstalados com facilidade e rapidez, entretanto é um dos sistemas mais caros em consumo de energia e mão de obra (ABREU *et al.*, 2000).

2.2 Bem-estar animal

O regime de confinamento empregado causa estresse intenso nos animais e tem como consequência respostas fisiológicas e comportamentais negativas podendo causar sérios problemas de saúde e produtividade, afetando com isso o bem-estar dos animais.

Os sistemas de produção atual causam sérios problemas de bem-estar, incluindo deformidades de pernas, laminite, insuficiência cardíaca, morte súbita e deficiência nas funções imunológicas (EUROPEAN COMMISSION, 2000; MENCH, 2001). Neste sentido DUNCAN (2004), relata que os maiores problemas de bem-estar para aves de corte são aqueles associados com o crescimento rápido. Segundo BLOKHUIS *et al.* (1998), produção

e qualidade estão ligadas ao bem-estar do animal, portanto, os sistemas de criação devem evoluir para atender as necessidades dos animais e dos consumidores. Sendo assim, a implementação de mudanças que melhorem o bem-estar animal pode garantir a escolha de novos produtos pelos consumidores (FRASER, 1999).

Do exposto, o bem-estar do animal e sua saúde devem ser considerados em um sistema de criação. No entanto, não há consenso de como se medir e/ou avaliar na prática o bem-estar do animal o que torna necessária a realização de estudos que avaliem o animal e seu bem-estar em diferentes ambientes de criação (FRASER, 1999).

CAMPOS (2000) considera fundamental a identificação de fatores responsáveis pelo bem-estar das aves, uma vez que a exploração avícola atual, fundamentalmente, é baseada na mudança de comportamento das aves. Assim, apesar de ser um tema considerado subjetivo para muitos, inúmeras pesquisas foram e vêm sendo desenvolvidas, aguardando definições futuras.

O nível de bem-estar de um indivíduo pode ser definido, segundo BROOM (1991), como o seu estado em relação às suas tentativas de adaptar-se ao seu ambiente, sendo a capacidade dos animais enfrentarem o ambiente atribuindo à qualidade de vida uma posição em uma escala (BROOM & JOHNSON, 1993; APPLEBY *et al.*, 1989). A pesquisa científica sobre bem-estar animal é interdisciplinar, envolvendo fisiologia, comportamento, ética e sentimentos subjetivos (DUNCAN, 2004).

O conceito refere-se ao estado de um indivíduo em uma escala variando de muito bom a muito ruim. Trata-se de um estado mensurável e qualquer avaliação deve ser independente de considerações éticas. Ao se avaliar o bem-estar de um indivíduo, é necessário haver um bom conhecimento da biologia do animal. O estado pode ser bom ou ruim; entretanto, em ambos os casos, além das mensurações diretas do estado do animal, devem ser feitas tentativas de se medir os sentimentos inerentes ao estado do indivíduo (BROOM & ZANELLA, 2004).

Diversos autores vêm pesquisando o bem-estar animal utilizando tecnologias complexas, devido à importância deste tema na atualidade (AL-AWADI *et al.*, 1995; MARCHANT *et al.*, 2001; MARÍA *et al.*, 2004; PEREIRA, 2005; SEVEGNANI, 2005).

Segundo DEFRA (2007), para que se atinjam condições de bem-estar animal torna-se necessário que o mesmo goze de cinco liberdades:

- liberdade psicológica (direito de não sentir medo, ansiedade ou estresse),
- liberdade comportamental (direito de expressar seu comportamento normal),
- liberdade fisiológica (direito de não sentir fome ou sede),
- liberdade sanitária (direito de não estar exposto a doenças, injúrias ou dor),
- liberdade ambiental (direito de viver em ambientes adequados, com conforto).

Segundo SWANSON (1995), o conceito de bem-estar é dividido em três aspectos: o legal, o público e o técnico. Os conceitos legais são estabelecidos pelo sistema judicial, que define padrões mínimos de normas que possam ser seguidas e aceitas pela sociedade. O conceito público envolve o conhecimento da sociedade civil, a empatia e o ativismo face às questões relacionadas a animais. O conceito técnico é baseado em informações científicas que advêm de medidas efetivas de bem-estar.

Segundo BROOM (1991), alguns sinais de bem-estar “precário” são evidenciados por mensurações fisiológicas (aumento de frequência cardíaca, atividade adrenal, atividade adrenal após desafio com hormônio adrenocorticotrófico (ACTH) ou resposta imunológica reduzida após um desafio, podem indicar que o bem-estar está mais reduzido que em indivíduos que não mostrem tais alterações.

Mensurações do comportamento têm igualmente grande valor na avaliação do bem-estar. O fato de um animal evitar ou esquivar-se fortemente de um objeto ou evento fornece informações sobre seus sentimentos e, em consequência, sobre seu bem-estar. Quanto mais forte a reação de esquila, mais pobre será o bem-estar durante a presença do objeto ou do fato.

Comportamentos anormais, tais como estereotípias, automutilação, canibalismo em suínos, bicar de penas em aves ou comportamento excessivamente agressivo indicam que o indivíduo em questão encontra-se em condições de baixo grau de bem-estar (BROOM, 1991).

As influências mais importantes sobre o bem-estar da maioria dos animais são as condições de vida durante a maior parte de sua vida. Desta forma, se o bem-estar de um animal é pobre devido às instalações inadequadas, trata-se de situação pior que um evento doloroso de curta duração (DUNCAN, 2004).

2.2.1 Bem-estar e estresse

Estresse pode ser o resultado de condições de baixas ou altas temperaturas, pisos úmidos, excesso de amônia, alimentação deficitária, organismos patológicas e até mesmo vacinações, entre outras coisas.

A palavra estresse deve ser utilizada para descrever o bem-estar “pobre”, referindo-se ao esgotamento nas tentativas de enfrentar as dificuldades. Se os sistemas de controle que regulam a homeostasia corporal e as respostas aos perigos não conseguem prevenir uma alteração de estado além dos níveis toleráveis, atinge-se uma situação de importância biológica diferente. A utilização do termo estresse deve ser restrita ao seu uso comum para se referir aos efeitos deletérios sobre um indivíduo (BROOM & JOHNSON, 1993).

O estresse pode ser definido como um estímulo ambiental sobre um indivíduo que sobrecarrega seus sistemas de controle e reduz sua adaptação, ou parece ter potencial para tanto (FRASER, 1999).

Uma definição de estresse simplesmente como um estímulo ou evento que provoque atividade do córtex da adrenal não tem valor científico nem prático, segundo BROOM & MOLENTO (2004).

2.2.2 Bem-estar e qualidade do ar

Segundo NÄÄS *et al.* (2001), do ponto de vista de ambiência aérea, poder-se-ia definir o ambiente interno ideal, como aquele que permite, com equilíbrio e harmonia entre tipologia, termodinâmica e velocidade de ar, uma qualidade de ar com condições ótimas de salubridade para os trabalhadores e iguais condições para os animais alojados.

Entre os gases mais comumente encontrados nos aviários, e que tem efeitos negativos sobre o bem-estar e, conseqüentemente, produção animal, pode-se destacar a amônia, o dióxido de carbono e o monóxido de carbono (AARNICK, 1997).

Amônia é um gás produzido pela decomposição microbiológica de compostos nitrogenados (proteínas, aminoácidos e nitrogênio não protéico). O tipo de cama, o sistema de manejo, a umidade, o pH e a temperatura influenciam a concentração e a emissão de amônia. Da mesma forma, a distribuição da amônia no interior do galpão aviário depende do sistema de ventilação, sobretudo da circulação de ar, da manutenção e higienização dos bebedouros, da densidade do plantel e do comportamento do lote.

Segundo BRINK *et al.* (2001), do nitrogênio encontrado no esterco das aves, 70% está na forma de ácido úrico e 30% na forma de proteínas não digeridas. Do total do N excretado pelas aves, 40% é perdido na forma de NH_3 para o ambiente.

Segundo recomendações da OSHA (Occupational Safety & Health Administration), o nível recomendando para concentração de amônia em instalações avícolas para curtos períodos de exposição (15 minutos) é de 35ppm (JESTER, 2004), sendo que altos níveis de concentração de amônia afetam diretamente a saúde das aves, o ganho de peso, a conversão alimentar, consumo de ração e a qualidade da carcaça (DOZIER, 2002).

Pesquisas realizadas por WATHES *et al.*, (1997); GROOT KOERKAMP *et al.*, (1998) sobre concentrações de amônia em diferentes sistemas de criação de aves revelaram uma média de 24,2 ppm em galpões de frangos de corte, com picos de concentrações a cada hora superiores a 40 ppm. Segundo vários estudos realizados pela USDA-ARS (Poultry Research Lab), examinando níveis de amônia e seu efeito no desempenho animal foi observado que, aves expostas a 50 e 75 ppm nas primeiras semanas de vida apresentaram

valores de ganho de peso inferiores às aves expostas a 0 e 25 ppm de amônia (LOTT, 2002; MILES *et al.*, 2002).

Em experimento realizado por DANA & SCOTT (2006), com aves de corte do primeiro ao vigésimo dia de vida, foi demonstrado que as aves expostas a concentrações de 0 a 25ppm desenvolveram doenças oculares, estas doenças, entretanto, foram menos severas em relação às aves expostas a altas concentrações (50 a 70ppm). O ganho de peso final decresceu 6% e 9% para concentrações de 50 e 70 ppm, respectivamente. Em concentração de 75 ppm a taxa de mortalidade foi de 13,9%, enquanto em concentração de 0 ppm a taxa de mortalidade foi de 5,8%.

KRISTENSEN *et al.* (2000) em pesquisa na qual aves poedeiras podiam escolher ambientes com ar fresco, ambientes com 25ppm de amônia e ambientes com 45ppm de amônia, notaram que as aves, na sua maioria, preferiam ambientes com ar fresco.

O dióxido de carbono é um gás não inflamável, inerte e sem cheiro constituinte da atmosfera (média de 0,03% ou 300ppm). Em concentrações de 1,5%, o dióxido de carbono causa hiperventilação, distúrbios visuais, tremores perda da consciência. Em concentrações entre 1,5 a 5% estes sintomas são potencializados. Em concentrações acima de 10% produz alterações metabólicas, distúrbios no sistema nervoso central e perda de consciência, podendo levar a morte.

Segundo MCKEEGAN (2005), em estudo recente mostrou que as aves mantidas em ambiente com 5% de CO₂ gastaram mais tempo para se alimentarem sendo que o intervalo de alimentação das aves aumentou de acordo com o aumento da concentração de CO₂. Níveis acima de 7,5% de CO₂ levaram as aves, criadas em grupo, a um estado de confusão hierárquica (RAJ & GREGORY, 1991).

O CO₂ é um gás inodoro, levemente menos denso que o ar (1,25 g.l⁻¹), geralmente tem sua concentração aumentada numa instalação animal a partir da combustão incompleta de um combustível, devido a uma falha no ajuste do aquecedor, juntamente com ventilação inadequada do sistema. Com isso, as principais fontes de intoxicação são os sistemas de aquecimento das aves que quando mal regulados ou mal manejados, por exemplo, com seus filtros sujos, podem produzir uma combustão incompleta que na presença do ar propicia a formação de CO₂ o qual pode reagir com o carbono (C) transformando-se em monóxido de carbono (CO).

De acordo com HFAC (2006), a concentração de monóxido de carbono para frangos de corte deve ser inferior a 10ppm e não deve exceder 50ppm. Alguns sinais da intoxicação por CO variam desde a letargia, falta de coordenação dos movimentos, coma e morte.

2.2.3 Legislação e comercialização

O Brasil conta hoje com normas adequadas para defesa dos direitos dos animais e para garantir tratamento mais adequado aos mesmos. A Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente e considera crime o ato de praticar abuso, maus tratos, ferir ou mutilar animais silvestres, domésticos ou científicos, quando existirem recursos alternativos. No entanto, estas normas não são inteiramente cumpridas ou mesmo conhecidas e devem incorporar as novas regras internacionais.

Embora as regras de comércio internacional não incorporem restrições em relação às práticas de bem-estar animal, estas devem assumir maior importância no processo de diferenciação e competitividade dos produtos e, conseqüentemente, serão alvos de maior rigor por parte dos países desenvolvidos (MAPA, 2005).

Em países da União Européia, existem demandas para a eliminação completa de sistemas de criação considerados de baixo potencial de bem-estar, embora esta transição freqüentemente envolva menor produtividade o que leva a necessidade de uma revisão da situação, em termos de práticas aceitas e banidas por lei em cada país europeu individualmente.

Entretanto, nas sociedades européias, a tendência de um retrocesso a partir do padrão de produção intensiva extrema, em virtude de considerações centradas no interesse dos animais, foi suspensa parcialmente pelas evidências do aparecimento da Influenza Aviária (MCINERNEY, 2004).

O bem-estar animal tem hoje forte presença nos códigos morais e éticos de vários países e um manejo adequado não é mais visto como algo que possa ser deixado para a livre escolha de produtores (MOLENTO, 2005). Com isso os agentes envolvidos devem trabalhar com as melhores hipóteses de acomodação, de maneira que os animais devam ser alimentados, abrigados e mantidos saudáveis até o ponto em que isto compense financeiramente.

Nos Estados Unidos existe uma tendência das grandes redes varejistas de buscar junto a comunidade científica respostas para assegurar que os animais mantidos em sistemas de criação, recebam tratamentos mais adequados relacionados ao bem-estar (MENCH, 2003). Programas de certificação foram criados, entre eles o Certified Humane Raised and Handled, iniciado em 2002 pela Humane Farm Animal Care (HFAC), cujo principal objetivo é de emitir protocolos de certificação e planos de marketing para os produtos de origem animal (HFAC, 2003; STULL *et al.* 2005).

2.3 Comportamento das aves

O comportamento animal pode ser caracterizado, segundo (KANDEL, 1976), como toda resposta muscular ou secretória, observada por mudanças no ambiente interno e externo dos animais.

Os comportamentos das aves comerciais são baseados nos comportamentos padrões de seus ancestrais (ODEN, 2003), e o fato de pertencer a uma linhagem para produção, apenas gera mudanças na frequência e intensidade desses comportamentos (CRAIG, 1992).

Segundo WEEKS *et al.* (2000), o comportamento de aves é alvo de interesse sob várias perspectivas. As conseqüências de se alcançar o peso adulto, sendo a ave ainda imatura, podem ser refletidas na alteração do comportamento, nas demandas metabólicas do crescimento extremamente rápidas reduzindo a energia disponível para a atividade, nos repertórios comportamentais sendo mudados dentro de algumas gerações ou anos, podendo haver mudanças comparativamente rápidas em suas composições genéticas e fisiológicas.

Como muitas espécies de pássaros, as aves de corte são animais altamente sociais que se agregam e dão forma a uma estrutura social coesiva (BRADSHAW, 1992).

Segundo KILGOUR & DALTON (1984), a ave tem flexibilidade limitada, mas boa capacidade de discriminação visual, e a estimulação visual tem papel fundamental na regulação dos comportamentos tão variados como alimentação, agressão, territorialidade, reconhecimento social entre outras (ROGERS, 1995; CLARKE & JONES, 2000).

Segundo CAMPOS (2000), o comportamento das aves compreende: buscar espaço, proteger-se com as penas (glândulas do uropígio), ciscar, espojar, banhar, empoleirar, entre outros.

Segundo COSTA (2003) há várias reações apresentadas por frangos que podem ser atribuídas ao medo. Algumas delas, como reações de pânico, podem ser causa ou consequência de problemas de bem-estar e, em alguns casos, resultarem em prejuízos econômicos, com elevação da mortalidade e da incidência de problemas na carcaça.

THORP & DUFF (1988) e MENCH *et al.* (2001), sugerem que exercícios são importantes para reduzir a incidência e severidades de problemas de locomoção em aves. Aves criadas em altas densidades não possuem espaço suficiente para se exercitarem.

BESSEI (1993), não encontrou diferença significativa no comportamento das aves mantidas em várias densidades. Entretanto, segundo HESTER (1994), lesões de pele e problemas esqueleto-muscular podem ser associados com demasiado contato com camas de baixa qualidade e exercícios inadequados.

NEWBERRY *et al.* (1988), demonstrou que aves passaram de 64 a 73% do dia abaixadas. Estudos posteriores demonstraram que as aves passaram de 80 a 90% de seu tempo descansando (BESSEI, 1992). Aves com 6 a 10 semanas de vida gastaram, respectivamente, 79 – 89% de seu tempo abaixadas (WEEKS *et al.*, 1994).

2.3.1 Comportamento nas primeiras semanas de vida das aves.

As duas primeiras semanas de vida das aves são as mais críticas. Nenhum outro período ou fase de vida demanda tanto cuidado e atenção por parte do produtor, pois erros cometidos não poderão ser corrigidos futuramente, afetando assim o desempenho final das aves (MILLER, 1996; BUTCHER & NILIPOUR, 2002)

Os pintainhos na primeira semana de vida são mais susceptíveis às situações de estresse, podendo sofrer comprometimento do sistema imunológico, ficando vulneráveis a doenças e, por conseguinte, apresentando rendimento produtivo menor que o esperado.

A produtividade, expressa em ganho de peso e conversão alimentar do frango de corte, depende da interação entre variáveis como peso pós-eclosão, nutrientes da dieta, qualidade da água e temperatura ambiente. No entanto, o desenvolvimento do pintinho, em particular na primeira semana de vida, é condição relevante para o desempenho futuro do animal, pois processos fisiológicos como hiperplasia e hipertrofia celular, maturação do sistema termorregulador e diferenciação da mucosa gastrintestinal, influenciará de maneira marcante o peso corporal e a conversão alimentar da ave até a idade de abate (FURLAN, 2006).

Segundo JONES & ROPER (1997), os pintainhos domésticos são atraídos pelos companheiros, por objetos, por desenhos e por odores familiares, podendo estas presenças reduzir o sentimento de medo nos pintainhos. Os pintainhos preferem aproximar-se mais das aves que estejam emitindo piados ou barulhos que caracterizam prazer ou satisfação, e preferem afastar-se daquelas que estejam em condição de fuga ou emitindo chamados de aflição (SIGMAN *et al.*, 1978).

Segundo NEWBERRY (1999), aves jovens são motivadas em procurar oportunidades de explorar novos estímulos. Os pintainhos mostrariam uma maior motivação para incorporar o espaço periférico se este contivesse novos objetos incorporados diariamente, recursos essenciais de alimentação, água, fonte de calor ou recursos suplementares de cama e de puleiros. Em aves comerciais de corte, as fontes de alimentação, de água e de suplementação de calor são distribuídas abundantemente de modo que o tempo de busca, esforços e competição por recursos sejam minimizados.

Aves mantidas em instalações de frango de corte com um ambiente relativamente constante, após o período inicial de exploração se habitua aos estímulos do ambiente de

criação, não apresentando nenhum efeito positivo ou negativo sobre o desempenho animal (NEWBERRY, 1999).

O comportamento de bicagem das penas entre os pintainhos aparece após o terceiro dia de vida das aves (JONES *et al.*, 1997).

Segundo JONES & CARMICHAEL (1998), os pintainhos apresentam preferências por cores distintas, sendo que preferem o branco ou amarelo ao verde, azul e vermelho. Similarmente, as aves adultas mostram maior interesse nas cores branca ou amarela do que nas cores alaranjadas e azuis.

Aves de corte, independente da idade e de condições de criação, gastam entre 60 a 80% do tempo descansando (WEEKS *et al.*, 2000; CORNETO & ESTEVEZ, 2001; BIZERAY, 2003)

BIZERAY & ESTEVEZ (2002), conduzindo pesquisa com aves de corte em diferentes idades, relataram que as aves na primeira e segunda semana de vida passam cerca de 65% de todo o tempo sem comer e sem beber, sendo que se locomovem apenas 5% do tempo. HEIKKILA (2006), em pesquisa realizada com pintainhos criados em ambientes enriquecidos, observou que na primeira semana de vida, os pintainhos (analisados individualmente) no período diurno permaneceram 25% do tempo dormindo, 18% sentados ou deitados, 28% em pé (parados), 8% movendo, 10% explorando, 7% comendo ou bebendo e 4% em outras atividades. Na segunda semana de vida observou, em média, uma maior atividade de dormir (28%), de comer ou beber (12%), de exploração do ambiente (14%) e uma menor atividade de sentar ou deitar (13%) e de ficar em pé (20%) em relação a primeira semana de vida.

BLOKHUIS & WIEPKEMA (1998), concluíram que a causa de vários problemas de bem-estar das aves adultas originaram do ambiente de criação durante a primeira semana de vida das aves. Mudanças no ambiente físico de criação possibilitam o aumento da atividade melhorando as condições de bem-estar físicos das aves, como a conformação da musculatura e fortalecimento da morfologia dos ossos (MENCH, 1998), e aumento dos índices de desempenho animal (BALOG *et al.*, 1997; BIZERAY *et al.*, 2002), sendo que a falta de exercícios físicos em aves de corte é um dos fatores da alta incidência de anormalidades nas pernas associados a fatores fisiológicos e metabólicos (KESTIN *et al.*, 1992).

SHIELDS (2004), avaliou a preferência de aves de corte para quatro tipos diferentes de substrato para cama (areia de construção, maravalha de pinus, casca de arroz e papel reciclado) notando a preferência para cama de areia aparente na primeira semana de vida dos pintainhos e se manteve estabilizado ao longo da idade. Os resultados deste estudo sugerem que a areia é atrativa para aves de corte e é um grande estimulador do bem-estar.

2.3.2 Respostas fisiológicas dos frangos de corte ao estresse

Segundo MEDEIROS (2001), o comportamento das aves para os ambientes considerados frios e quentes é, na verdade, um conjunto de reações que vão sendo colocadas em prática à medida que a temperatura do ar vai baixando e aumentando, respectivamente.

Nos ambientes frios, quando a temperatura ambiental está abaixo da crítica inferior, esses animais, para manter o calor, ativam através do centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central, certos processos fisiológicos, como vasoconstrição, redução da frequência respiratória, elevação da taxa metabólica, maior isolamento da pele com ereção das penas e produção de calor através da ocorrência de tremor muscular e arrepio (HAFEZ, 1973).

Quando expostas ao calor, como respostas fisiológicas compensatórias, as aves aumentam a vasodilatação periférica, resultando em aumento na perda de calor não evaporativo. Assim, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, resultando em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 (pCO_2) diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave. Esta alteração do equilíbrio ácido-base é denominada de alcalose respiratória (Borges et al., 2003).

Algumas condições básicas devem ser observadas para um ótimo conforto térmico e bem-estar do ponto de vista fisiológico das aves: considerar que existe um balanço calórico entre as aves e o meio ambiente; estabelecer uma importante relação entre a temperatura média da pele e a atividade da ave na zona de conforto e estabelecer a perda de água por evaporação e a atividade da ave na zona de conforto.

Outro problema em aves de corte relacionado à resposta fisiológica é a ocorrência de ascite. Várias situações podem influenciar a ocorrência de ascite em aves de corte, entre elas pode-se citar a deficiência de oxigênio nos tecidos orgânicos, ambiente inadequado da instalação, doenças respiratórias, dietas ricas em energia, toxinas, aspectos nutricionais e aditivos alimentares (JULIAN & WILSON, 1986; HOERR, 1988; SHANE, 1988, TAFTI, 2000).

HEMSWORTH *et al.* (1994), ao analisarem as reações de aves em 22 granjas comerciais, constataram que a conversão alimentar foi pior nas granjas em que as aves mostraram maior intensidade das reações do medo. JONES (1997), constatou que o nível

de medo dos frangos de corte em relação aos humanos foi responsável por uma variação de 28% na conversão alimentar de aves criadas em granjas comerciais.

2.4 Uso de imagens digitais para estudo do comportamento

Segundo COSTA (2003), o estudo do comportamento animal assume papel importante dentro da produção animal, uma vez que para racionalizar os métodos de criação tem-se desenvolvido técnicas de manejo, alimentação e instalações que interferem, e também dependem do comportamento animal. Assim, o estudo do comportamento pode mostrar o caminho para a racionalização da criação animal, principalmente em sistemas intensivos de produção.

O estudo do comportamento animal era, tradicionalmente obtido através de observações visuais diretas dos animais, o que consumia tempo e gerava decisões subjetivas e susceptíveis ao erro humano (ABRAHAMSSON, 1996). Além do mais, as respostas obtidas não são confiáveis, uma vez que a presença humana pode inibir o comportamento natural das aves sendo um processo invasivo (PRESTON & MURPHY, 1989).

Diante disso, novas tecnologias se fazem necessárias para a caracterização das respostas comportamentais das aves visando à avaliação do bem estar e a obtenção resposta produtiva mais eficiente.

Dentre as tecnologias utilizadas, tem se destacado o uso de imagens digitais para acompanhamento do comportamento animal, possibilitando assim, rapidez na tomada de decisão, evitando com isso maiores prejuízos econômicos que somente seriam detectados tardiamente.

Vários autores (DUSEMBRY, 1985; SERGEANT *et al.*, 1998; XIN & SHAO, 2002; FIGUEIREDO *et al.*, 2003; LEROY *et al.*, 2003; PERISSINOTTO, 2003; BARBOSA FILHO, 2004; MARÍA *et al.*, 2004; MATARAZZO, 2004; PANDORFI, 2004; PEREIRA, 2005; SEVEGNANI, 2005;) tem demonstrado a viabilidade de se utilizar imagens digitais para determinação do comportamento animal e suas inter-relações com o meio no qual este animal se encontra.

As imagens são produzidas por uma variedade de dispositivos físicos, tais como câmeras e videocâmeras. O objetivo da análise de imagens, seja por um observador humano ou por uma máquina, é extrair informações úteis e relevantes para cada aplicação desejada (ESQUEF *et al.*, 2003). Entretanto, esta tecnologia tem sido testada em laboratórios, com pequenas amostras de animais mantidos em espaços reduzidos e em pequenos intervalos de tempo e não em condições de campo e para boa parte do lote de animais em condições reais de manejo.

2.4.1 Análise visual de imagens

Segundo XIN & SHAO (2002), a avaliação e os controles interativos do conforto térmico dos animais pela análise de imagens supera os problemas inerentes ao método convencional, pois se utilizam os próprios animais como biosensores em resposta aos reflexos do ambiente por meio de análise comportamental.

BARBOSA FILHO (2004), avaliou os aspectos relacionados ao comportamento e bem-estar de aves poedeiras, criadas em diferentes sistemas. No experimento, as aves foram identificadas através de marcação individual com pintura do dorso e as imagens foram registradas por câmeras a cada segundo, por um período de 1 hora na parte da manhã e 2 horas na parte da tarde. As imagens foram analisadas visualmente para cada ave, cada comportamento e para cada período do dia. O autor verificou a ocorrência dos comportamentos naturais de conforto mas, devido à distância das câmeras de vídeo e da aglomeração dos animais nas gaiolas, houve a impossibilidade de completa avaliação individual das aves.

SEVEGNANI *et al.* (2005), avaliaram o tempo de uso dos bebedouros e comedouros de aves de corte submetidas a quatro condições de alojamentos, através da análise das imagens visualmente, com o auxílio de software de marcador de tempo, na sequência de gravação. Foram utilizados câmeras de vídeo instaladas sobre cada box de uma câmara climática. As aves foram pintadas com violeta genciana e as imagens foram coletas a cada 2 segundos, gerando 1800 imagens. No entanto o autor não disponibiliza informações acerca da acurácia da tecnologia aplicada.

DUSENBERRY (1985) demonstrou a viabilidade de se observarem, simultaneamente, 25 aves por meio do uso de câmeras conectadas ao computador.

PEREIRA *et al.* (2005), realizaram observações do comportamento das aves em dois horários do dia, sendo uma observação na parte da manhã e outra na parte da tarde, durante períodos de 15 minutos cada, por meio de câmeras de vídeo instaladas no teto da câmara climática, não havendo interferência humana no registro das informações. A análise das imagens foi visual, através de etogramas, sendo que os parâmetros estudados foram referentes às reações comportamentais. O autor conclui que foi possível identificar potenciais indicadores de bem-estar das aves observadas em reações comportamentais, em função dos fatores experimentais controlados. Houve influência direta do ambiente térmico nos comportamentos das aves, demonstrando a viabilidade de buscar indicadores de bem-estar baseados no comportamento animal.

2.4.2. Sistema de análise e processamento de imagens digitais

Segundo GONZALEZ & WOODS (2002), no processamento de imagens utiliza-se operações de realce, restauração, transformação ou compressão de imagens. Envolve procedimentos que são geralmente expressos em forma algorítmica, sendo a maioria implementada em software (CARVALHO, 2005).

Análise de imagens é o processo de medição quantitativa de um determinado aspecto da imagem, com a finalidade de gerar uma descrição desta. Enquanto que nos demais processos de tratamento de imagens a entrada e saída do sistema são imagens, na análise a saída pode não ser uma imagem, mas sim um gráfico ou um valor referente à propriedade da imagem a que se deseja estimar (ANTUNES, 1999).

Um sistema de processamento de imagens é constituído de diversas etapas, tais como: formação e aquisição da imagem, digitalização, pré-processamento, segmentação, pós-processamento, extração de atributos, classificação e reconhecimento.

As técnicas de pré-processamento têm a função de melhorar a qualidade da imagem. Estas técnicas envolvem duas categorias principais: métodos que operam no domínio espacial e métodos que operam no domínio da frequência. Técnicas de processamento no domínio espacial baseiam-se em filtros que manipulam o plano da imagem, enquanto que as técnicas de processamento no domínio da frequência se baseiam em filtros que agem sobre o espectro da imagem.

O objetivo das técnicas de segmentação é dividir a imagem em suas diversas partes constituintes ou segmentos (objetos e regiões). O nível ou quantidade de divisões aplicadas na imagem varia conforme a aplicação, e em geral é realizada até atingir um nível de separação suficiente entre os objetos de interesse na cena analisada (GONZALEZ & WOODS, 2002).

A segmentação é considerada, dentre todas as etapas do processamento de imagens, a etapa mais crítica do tratamento da informação. Os algoritmos de segmentação são baseados em duas propriedades: descontinuidade (detecção de pontos isolados, linhas e bordas) e similaridade (limiarização e crescimento de regiões).

O pós-processamento geralmente é a etapa que sucede a segmentação. É nesta etapa que os principais defeitos ou imperfeições da segmentação são devidamente corrigidos. Normalmente, estes defeitos da segmentação são corrigidos através de técnicas de morfologia matemática, com a aplicação em seqüência de filtros morfológicos que realizam uma análise quantitativa dos pixels da imagem.

A etapa final de um sistema de processamento de imagens é aquela em que se extraem as informações úteis da imagem processada. Quando o objetivo do processamento é obter informações numéricas, realiza-se a extração de atributos da imagem.

Segundo JOHNSON & HOGG (1996), umas das maiores dificuldades em se utilizar estas técnicas de processamento de imagem está no fato das aves possuírem comportamento imprevisível, não apresentando trajetórias regulares dentro das instalações. Com isso, torna-se necessário a tomada de imagens de uma área representativa dentro de uma população em uma instalação avícola.

FIGUEIREDO *et al.* (2003), desenvolveram um sistema para estudar e analisar o comportamento de aves de corte, em granjas comerciais, através de processamento de imagens utilizando algoritmos para a determinação de resposta termal por agrupamento e atividades de comer e beber.

XIN & SHAO (2005), utilizaram um sistema de análise de imagem automatizado para avaliar o conforto térmico de suínos. Foram utilizadas técnicas de processamento de imagens de limiarização, detecção de borda e filtragem morfológica e, para a seleção das características da imagem, foi utilizado coeficiente de Fourier, momento, perímetro e área e a combinação de perímetro e área. Por fim, foi construída uma rede neural para classificação do conforto térmico dos suínos em três estados: frio, confortável e quente.

Os resultados mostraram que a combinação de perímetro, área e momento das imagens binárias produziu os melhores resultados para classificação de comportamento, apresentando uma classificação de 99% no treinamento dos dados da rede neural.

SERGEANT *et al.* (1998), desenvolveram uma técnica de sequência de vídeo para analisar o comportamento de grupos de aves de corte. Foram utilizados algoritmos para encontrar o centro de massa de cada ave e com isso avaliar o trajeto percorrido pelas aves dentro do espaço físico, ida ao bebedouro e ida ao comedouro. Os resultados apresentados mostraram ser esta técnica robusta, uma vez que demonstrou a interação das aves com os bebedouros e comedouros.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma propriedade avícola comercial integrada da empresa Perdigão Agroindustrial contendo três galpões, com distintos sistemas de aquecimento, os quais foram utilizados para a criação de 17.700 fêmeas leves da marca comercial Cobb por galpão, durante dois ciclos produtivos completos, no período de julho a outubro de 2004, no município de Videira, estado de Santa Catarina.

3.1. Caracterização climática

O município de Videira está situado na latitude: 27° 00' 30 Sul, longitude: 51° 09' 60" Oeste, estando a uma altitude de 750m, possuindo clima temperado úmido, com temperatura média anual de 16 a 17 °C e tipo climático (Köppen) Cfb – temperado (mesotérmico úmido e verão ameno).

3.2 Características dos galpões

Neste experimento, foram utilizados três galpões avícolas representativos do padrão adotado pela Empresa Perdigão Agroindustrial, com idênticas dimensões (12,0 x 100,0 x 3,0 m), mesmas características construtivas e mesma orientação, situados em um mesmo núcleo de criação e distanciados 30,0 m uns dos outros (FIGURAS 1 e 2). Os galpões possuíam forros de polietileno, posicionados a 3,0 m de altura, muretas laterais com 0,10 m de altura, e laterais teladas protegidas por duplo cortinado de poliuretano. A cobertura era de telhas de barro, com inclinação de 30% e beiral de 0,50 m.

Os aviários eram equipados com o mesmo número de linhas de comedouros e de bebedouros, sendo estes da mesma marca e modelo e distribuídos uniformemente em toda a área dos galpões. O manejo zootécnico adotado foi idêntico nos três galpões e correspondeu ao usual praticado pelos produtores integrados Empresa Perdigão Agroindustrial, não tendo sido feita nenhuma interferência por parte dos pesquisadores envolvidos no projeto.

Na fase inicial, duas primeiras semanas de vida, as aves foram confinadas numa área correspondente a $\frac{1}{3}$ do total do galpão. Este espaço, denominado pinteiro, foi protegido com cortinas de lona plástica para reduzir o espaço a ser aquecido e fez-se a ampliação desta área a cada semana de vida das aves, até que, em 3 semanas de idade, o pinteiro, então ampliado à $\frac{1}{2}$ do galpão, foi desfeito e todo aviário foi ocupado pelas aves.



FIGURA 1. Vista geral do núcleo avícola contendo os três galpões criatórios (galpão 1, galpão 2 e galpão 3) utilizados no experimento



FIGURA 2. Vista de um dos galpões avícolas utilizado no experimento

3.3 Sistemas de aquecimento

Cada galpão avícola possuía distintos sistemas de aquecimento:

- Galpão 1 - fornalha a lenha, de aquecimento indireto do ar;
- Galpão 2 - campânulas infravermelhas a gás;
- Galpão 3 - tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás.

3.3.1. Fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar

A fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar do galpão 1, era constituída por corpo em formato cilíndrico (largura de 1,56 m, comprimento de 2,60 m e altura de 1,65 m), construída em material metálico e revestida por material isolante térmico. Apresentava na área interna central uma câmara de combustão, sendo formada uma área para passagem do fluxo de ar no espaço entre a parede interna da fornalha e a superfície da câmara de combustão. O ar era injetado na fornalha através de sucção de uma turbina localizada na extremidade oposta à abertura da fornalha. A turbina, movida por um motor elétrico, conduzia o fluxo de ar aquecido à saída da fornalha e posteriormente para um sistema de distribuição de ar aquecido composto por 42,0 m de tubulação metálica colocada na parte interna central do galpão (FIGURA 3). A tubulação possuía orifícios para a saída do ar aquecido a cada 1,0 m. A vazão de ar aquecido era de 2.550 m³/h e uma temperatura na saída da fornalha de 220 °C.

O controle da temperatura interna era realizado por meio de termistor conectado a um painel, que controlava o acionamento do ventilador e, conseqüentemente, a velocidade da queima e a vazão de ar aquecido que entrava no galpão.



(a)



(b)

FIGURA 3. Vista da fornalha a lenha de aquecimento indireto do ar (a) e tubulação de distribuição de ar quente (b)

3.3.2. Campânulas infravermelhas a gás

No galpão 2 foram utilizadas 14 campânulas infravermelhas a gás, posicionadas a 1,10m da cama, fazendo ângulo de 45° com o plano horizontal, sendo distribuídas de maneira alternada e eqüidistantes ao longo da área destinada às aves na sua fase inicial (pinteiro), para uma melhor uniformidade no aquecimento (FIGURA 4). O acionamento das campânulas era feito através de termostatos instalados perto de cada campânula, ao nível das aves, acompanhando as exigências ambientais das aves.

As faixas de acionamento e desligamento das campânulas ocorriam da seguinte forma:

- 1ª semana de vida das aves - temperatura para acionamento do sistema: $<32^\circ\text{C}$;
- temperatura para desligamento do sistema: $>34^\circ\text{C}$.
- 2ª semana de vida das aves - temperatura para acionamento do sistema: $<28^\circ\text{C}$;
- temperatura para desligamento do sistema: $>32^\circ\text{C}$.



FIGURA 4. Vista geral das campânulas a gás distribuídas ao longo do pinteiro

3.3.3 Tambores de aquecimento por radiação com aquecimento suplementar de campânulas infravermelhas a gás

Foram colocados quatro tambores de aquecimento por radiação no galpão 3. Os tambores foram feitos artesanalmente e possuíam volume de 200 litros cada (FIGURA 5). Cada tambor, posicionado com o eixo maior na horizontal, apoiava-se em suportes metálicos, de forma a garantir um afastamento de 0,70 m da cama, impedindo assim contato direto com as aves. Uma de suas extremidades possuía abertura para a colocação do combustível (lenha), sendo que a extremidade oposta possuía chaminé para a saída de gases de combustão.

Os tambores de aquecimento por radiação permitiam a emissão de energia calorífica por toda a área circunvizinha, gerando um gradiente térmico muito intenso próximo à sua estrutura, gradiente este decrescente ao raio de afastamento.

Tal sistema era complementado com campânulas, que eram acionadas automaticamente por termostatos. As faixas de acionamento e desligamento das campânulas ocorriam da seguinte forma:

- 1ª semana de vida das aves - temperatura para acionamento do sistema: $<32^{\circ}\text{C}$;
- temperatura para desligamento do sistema: $>34^{\circ}\text{C}$.
- 2ª semana de vida das aves - temperatura para acionamento do sistema: $<28^{\circ}\text{C}$;
- temperatura para desligamento do sistema: $>32^{\circ}\text{C}$.



FIGURA 5. Vista geral dos tambores de aquecimento por radiação ao longo do galpão

Ao término da fase de aquecimento, todos os galpões foram manejados igualmente, de maneira a garantir que possíveis diferenciações nos índices de desempenho das aves fossem atribuídas aos distintos sistemas de aquecimento usados na fase inicial de vida das mesmas.

3.4 Caracterização do ambiente térmico dos aviários

3.4.1 Instrumentos e medições utilizados

Para caracterizar o ambiente térmico foram tomadas as medidas de temperatura e umidade relativa do ar em três pontos de cada galpão. As medições foram realizadas a uma altura compatível com a zona de ocupação dos pintainhos, à 10,0 cm da cama, em intervalos de 15 minutos, durante todo o período experimental. Foram utilizados *dataloggers* T/HR da marca Testo, modelo H1, com resolução de 0,1°C (temperatura) e 1% (umidade), e acurácia de $\pm 0,5^\circ\text{C}$ (temperatura) e $\pm 1\%$ (umidade).

A temperatura de globo negro foi medida num ponto central do galpão, a 10cm do piso, utilizando termistor e datalogger da marca Hobo, com resolução de 0,1°C de temperatura.

Foram ainda coletadas as temperaturas de superfície da cama em três pontos da instalação, utilizando um sensor infravermelho de marca Testo, modelo 626-T2, com resolução de 0,5°C e acurácia de $\pm 2^\circ\text{C}$.

3.4.2 Avaliação do ambiente térmico

Com os dados de temperatura do ar, umidade relativa do ar e temperatura de globo negro, foi calculado o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), proposto por BUFFINGTON *et al.* (1981). Este índice pode ser obtido com a seguinte expressão:

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} - 41,5 \quad (\text{Eq. 1})$$

Em que:

T_{gn} = temperatura de globo negro, em °C;

T_{po} = temperatura do ponto de orvalho, em °C.

3.5 Qualidade do ar

Foram obtidas leituras de concentrações instantâneas em ppm de amônia (NH₃), monóxido de carbono (CO) e dióxido de carbono (CO₂) ao nível das aves. As medições eram realizadas duas vezes ao dia, nos horários de 9:00 e 15:00h, durante todo o período experimental.

Para a coleta de dados de CO₂, foi utilizado sensor da marca Testo, modelo 535, de princípio infravermelho, com resolução de 1ppm e acurácia de ± 50 ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 10.000ppm. Para a coleta de dados de CO, foi utilizado sensor da marca Testo, modelo 315-2, de princípio eletroquímico, com resolução de 1ppm e acurácia de ± 1 ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100ppm. Para as concentrações de amônia, foi utilizado um sensor da marca Quest, modelo *Safecheck* 100, de princípio eletroquímico, com resolução de 1ppm e acurácia de ± 1 ppm que detecta a concentração instantânea numa faixa de medição de 0 a 100ppm, cuja célula do sensor foi calibrada por uma empresa cadastrada pelo *inmetro*.

3.6 Animais estudados

No experimento foram utilizadas 17.700 aves de corte da marca comercial Cobb-Vantress por galpão, pertencentes à mesma matriz, originados do incubatório da própria empresa Perdigão Agroindustrial. Todo o processo de embarque e desembarque das aves obedeceu ao mesmo procedimento e horário para todos os galpões. As dietas fornecidas aos animais foram formuladas com base nas exigências de nutrientes para as diferentes fases de crescimento, estabelecidas pelo setor de agropecuária da Perdigão Agroindustrial e foram iguais para todos os tratamentos.

3.7 Desempenho zootécnico

As variáveis para desempenho zootécnico avaliadas foram o consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), eficiência produtiva (IEP), mortalidade e consumo de água (CAg).

Na determinação do ganho de peso, as aves (amostragens relativas a 0,5%) foram pesadas no primeiro dia de vida e no final de cada semana de vida correspondente às fases de crescimento. O consumo de ração foi calculado no final do ciclo produtivo. Foi feita a leitura diária de hidrômetros instalados em cada galpão para cálculo de consumo de água. A conversão alimentar foi obtida a partir do consumo de ração dividido pelo ganho de peso.

3.8 Estudo do comportamento animal

3.8.1 Sistema de aquisição de imagens

O estudo do comportamento animal foi realizado com base na análise visual (etograma) e através de processamento de imagens digitais.

Para a aquisição de imagens digitais coloridas foram instaladas três câmeras de vídeo, sendo uma em cada galpão, os quais foram considerados tratamentos (trat1 – fornalha, trat2 – campânulas e trat3 – tambor + campânulas). As câmeras eram do modelo Creative® WebCam NX Pro, com sensor CMOS e resolução de imagem de 352x288 pixels (VGA), conectadas a um microcomputador equipado com software para aquisição e armazenamento de dados. O uso de webcams foi devido ao baixo custo e fácil manuseio.

As câmeras de vídeo foram posicionadas no cortinado frontal ao pinteiro, a 3 m de altura na linha dos tirantes da tesoura, com ângulo de 45° em relação ao piso (FIGURA 6).

Foi registrada uma imagem a cada intervalo de 15 minutos, correspondente ao mesmo período de tempo das medições de temperatura e umidade relativa do ar e duas imagens a cada 30 segundos antes e duas imagens a cada 30 segundos após este mesmo intervalo de tempo. Os horários de registros das imagens foram das 8:00 às 17:30h durante o período experimental, compreendendo a primeira e segunda semana de vida das aves.

As imagens foram capturadas somente durante o dia, quando se tinha condições ideais de luminosidade. Foram excluídas imagens que representassem comportamento causado por fatos isolados (barulhos externos, entrada de pessoas nas instalações, entre outros).



FIGURA 6. Câmera de vídeo para captura das imagens digitais

3.8.3 Análise e interpretação visual de imagens e associação com o comportamento animal

Foram analisadas 190 imagens para cada condição térmica (Tabela 2), por tratamento e para cada semana de vida das aves. Os horários de observação foram das 8:00 às 17:30h. Uma vez que não se fez nenhuma interferência na rotina de manejo das granjas, várias imagens tiveram que ser descartadas devido à presença dos funcionários dentro das instalações para o fornecimento de ração, acionamento ou verificação dos sistemas de aquecimento ou demais afazeres.

Devido também ao fato dos sistemas de aquecimento possuírem eficiência térmica diferenciada, em várias horários do dia, no decorrer das duas primeiras semanas, não foram observadas determinadas condições térmicas, seja por frio ou por calor em alguns dos tratamentos.

Tabela 2. Condições térmicas avaliadas com faixas de valores de ITGU para conforto térmico, estresse por frio (condição 1 – discreto, condição 2 – moderado e condição 3 – severo) e estresse por calor (condição 1 – discreto, condição 2 – moderado e condição 3 – severo) para cada semana de vida das aves (primeira e segunda semanas)

Primeira semana de vida das aves			Segunda semana de vida das aves		
		ITGU			ITGU
Condição III	Severo estresse por frio	< 73,0	Condição III	Severo estresse por frio	< 71,2
Condição II	Moderado estresse por frio	73,0 - 74,9	Condição II	Moderado estresse por frio	71,2 - 73,1
Condição I	Discreto estresse por frio	75,0 - 76,9	Condição I	Discreto estresse por frio	73,2 - 75,1
	Conforto Térmico	77 - 81,6		Conforto Térmico	75,2 - 76,3
Condição I	Discreto estresse por calor	81,7 - 83,6	Condição I	Discreto estresse por calor	76,4 - 78,3
Condição II	Moderado estresse por calor	83,7 - 85,6	Condição II	Moderado estresse por calor	78,4 - 80,3
Condição III	Severo estresse por calor	>85,7	Condição III	Severo estresse por calor	>80,3

Para avaliação das frequências de agrupamento, presença nos bebedouros e comedouros foi realizada uma listagem das unidades de comportamento (etograma) cujas ocorrências foram utilizadas para fornecer descrições do comportamento das aves (MEDEIROS, 2001):

- Presença no comedouro (PCom);
- Presença no bebedouro (PBeb);
- Agrupamento das aves (Agrup);
- Presença de aves em áreas intermediárias (AInt).

O comportamento das aves frente a uma situação ou estímulo do ambiente foi quantificado, segundo MEDEIROS (2001), da seguinte maneira: 0 → nenhuma manifestação;

- 1 – 2 → pouquíssima manifestação;
- 3 – 4 → pouca manifestação;
- 5 – 6 → normal manifestação;
- 7 - 8 → muita manifestação;
- 9 - 10 → muitíssima manifestação.

As imagens foram classificadas com base nos ITGUs encontrados. Nas FIGURAS 7 e 8 estão representados exemplos das manifestação de presença no comedouro e bebedouro de acordo com as condições de estresse e conforto térmico.

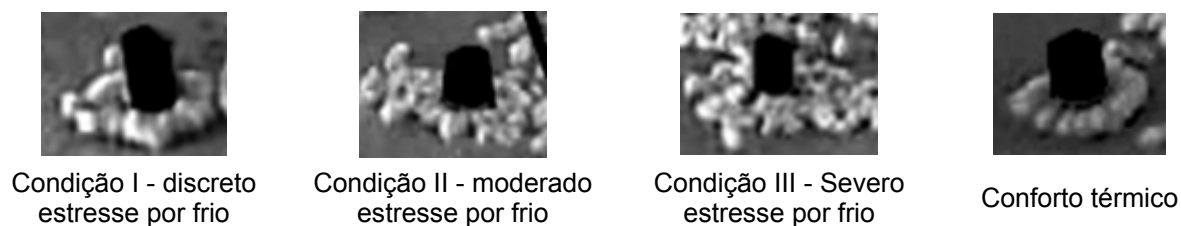


FIGURA 7. Manifestações de presença no comedouro nas diversas condições de estresse por frio e conforto térmico

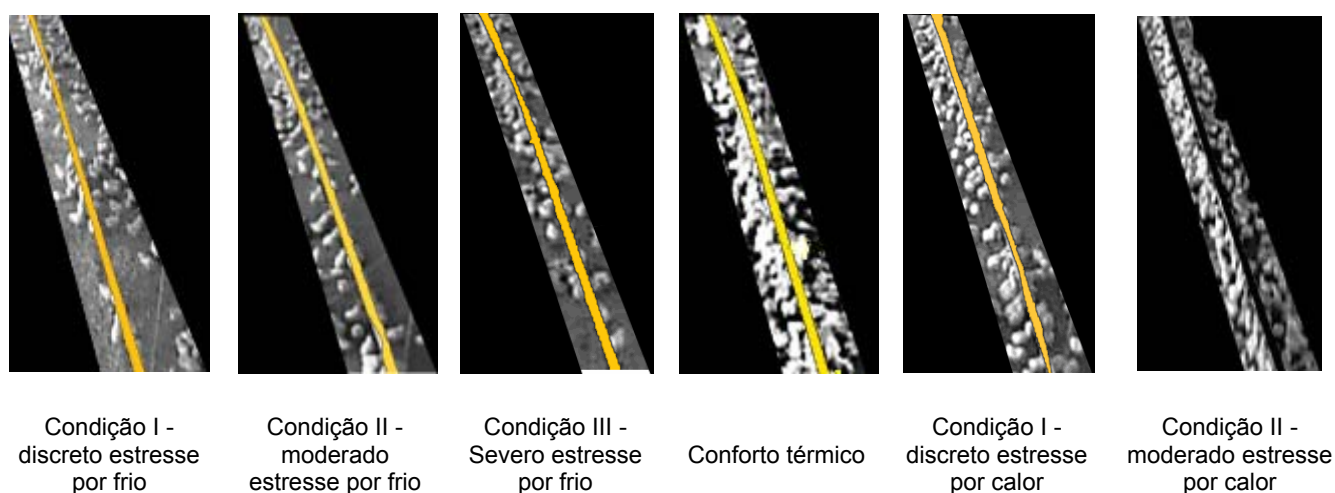


FIGURA 8. Manifestações de presença no bebedouro nas diversas condições de estresse por frio, calor e conforto térmico

3.8.4 Processamento e análise de imagens digitais através da extração das características de dispersão de pixels

Foi utilizado o programa computacional MATLAB versão 6 com o pacote de ferramentas para processamento de imagens.

As imagens obtidas originalmente coloridas (RGB) foram transformadas em escala de cinza através da seguinte equação:

$$\text{Gray} = 0,2989.R + 0,5870.G + 0,1140.B \quad \text{eq.2}$$

Onde: R, G e B são as bandas vermelha, verde e azul, respectivamente, da imagem colorida.

O próximo passo compreendeu a limiarização da imagem com a finalidade de segmentação e obtenção de uma imagem binária. A técnica de limiarização utilizada neste

trabalho foi a de Otsu (OTSU, 1979), no qual utiliza o histograma para calcular o limiar ótimo assumindo a existência de pelo menos dois picos, um correspondente ao objeto e outro o fundo. O limiar escolhido é o tom de cinza (t) onde o valor de T seja máximo.

As aves foram representadas com pixels de valor 1 (branco) e o restante do constituinte da imagem (bebedouro, comedouro, sistema de aquecimento, piso, pilastras) representada com pixels de valor 0 (preto).

Cada uma das imagens binarizadas foi associada a um valor de ITGU para cada dia de vida das aves, durante as duas primeiras semanas de vida, para cada tratamento (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Através de algoritmo implementado no Matlab, as imagens binarizadas foram divididas em blocos com dimensões de 70 x 57 (25 blocos), 35 x 28 (100 blocos) e 23 x 19 pixels (225 blocos). Na FIGURA 9 estão apresentadas as imagens binárias exemplos do tratamento 1 (fornalha) dividida em 25, 100 e 225 blocos.

Como descritor do conforto das aves, foi calculado o desvio padrão da soma dos valores dos pixels de cada bloco. Para avaliar a eficiência deste descritor, foi feita a correlação entre o desvio padrão e o ITGU.

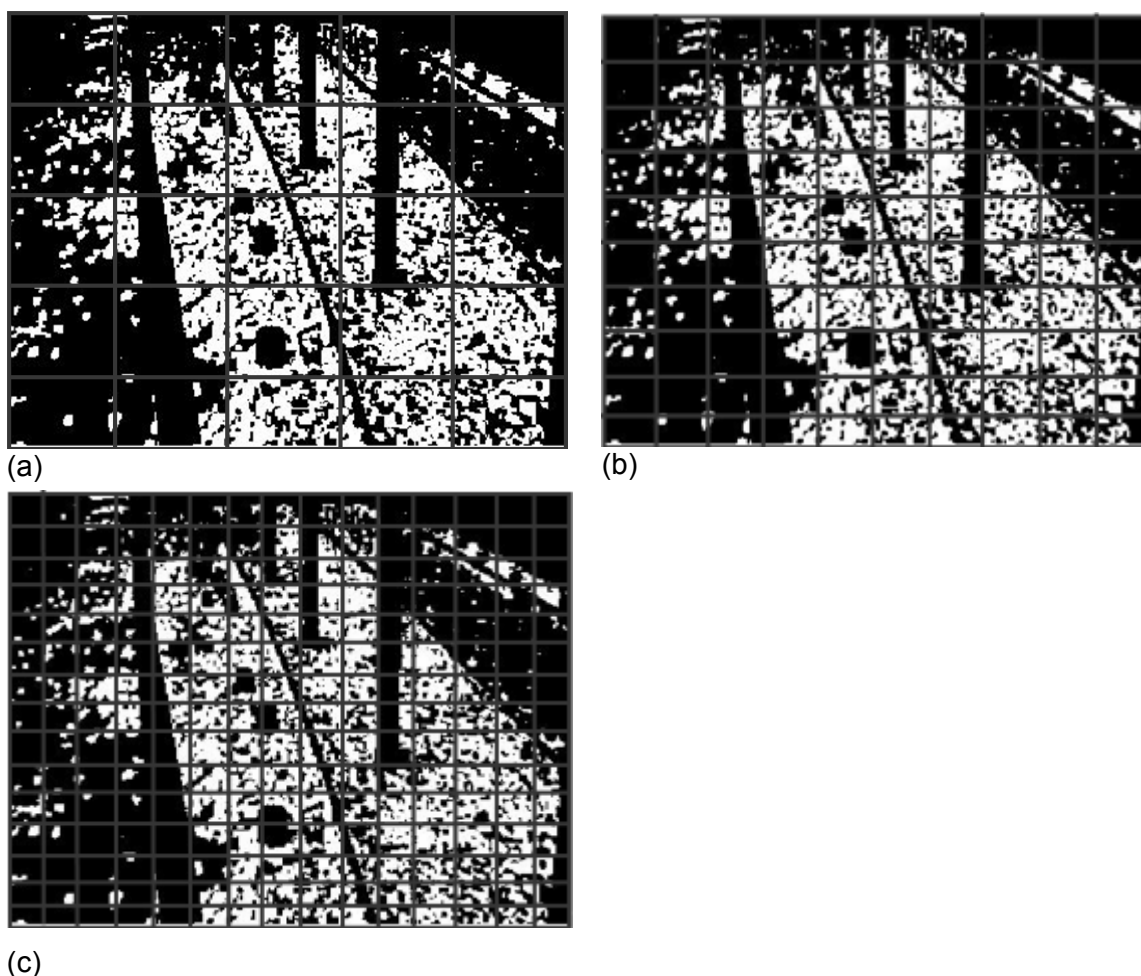


FIGURA 9. Imagens binárias exemplos divididas em blocos com dimensões de 70 x 57 (25 blocos (a)), 35 x 28 (100 blocos (b)) e 23 x 19 pixels (225 blocos (c))

3.9 Análise estatística

Para o estudo das variáveis ambientais, temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%) e Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), o experimento foi disposto segundo um esquema de parcelas subdivididas, contendo nas parcelas os tratamentos (trat1 – fornalha, trat2 – campânulas e trat 3 – tambor + campânulas) e nas subparcelas os horários (96 horários) do delineamento em blocos casualizados (DBC), com duas repetições (correspondentes aos lotes de produção).

O período experimental foi dividido em 2 fases, correspondente às semanas de vida das aves, sendo Fase 1 (1-7 dias de vida das aves) e Fase 2 (8 – 14 dias de vida das aves).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância. Para o fator qualitativo (tratamentos), as médias foram comparadas utilizando o teste Tukey, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Para o estudo do desempenho animal (CR, GP, PV, CA e Cag), os tratamentos foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas, contendo os tratamentos (trat1 – fornalha, trat2 – campânulas e trat 3 – tambor + campânulas) nas parcelas e nas subparcelas as semanas de observação (primeira se segunda semanas), no delineamento em blocos casualizados com duas repetições (correspondente aos lotes de produção).

Para o processamento e análise de imagens digitais com base no desvio padrão dos valores da soma dos pixels dos blocos das imagens, os dados foram avaliados através da análise de correlação de Pearson (eq.3), utilizando como variáveis independentes os valores de ITGU e os valores de desvio padrão das somas do pixels dos blocos da imagem, para os respectivos tratamentos.

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o Software SAEG - Sistema de Análises Estatística e Genética (UFV, versão 7.0, 1997).

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n X_i Y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n X_i^2 \sum_{i=1}^n Y_i^2}} \quad \text{eq.3}$$

Onde: $x_i = X_i - \bar{X}$

$y_i = Y_i - \bar{Y}$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação do ambiente térmico

Os resultados das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 – tambor + campânulas) e das horas (H) com relação aos valores médios horários obtidos no interior das instalações para as variáveis ambientais temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) se encontram na Tabela 1A do Apêndice. Todas as variáveis em estudo foram estatisticamente significantes. Neste trabalho optou-se pelo desdobramento das interações para melhor análise dos resultados.

4.1.1 – Índice de Temperatura do Globo Negro e Umidade (ITGU)

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios horários do Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), observados no interior das instalações, para os tratamentos (Trat1. fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 - tambor + campânulas), para as duas semanas de vidas dos pintainhos, em função dos horários de observação.

TABELA 3. Valores médios do Índice de Temperatura de Globo Negro e umidade (ITGU), para os diferentes tratamentos, em função das semanas de vida dos pintainhos (1ª e 2ª semanas) e os horários de observação

Horas	Primeira semana de vida das aves			Segunda semana de vida das aves		
	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas
0:00	71,99b	72,63b	75,30a	72,90b	72,56b	73,80a
0:15	72,02b	72,63b	75,37a	72,58b	72,93b	74,52a
0:30	72,27b	72,56b	75,32a	72,20b	72,46b	74,54a
0:45	72,51b	72,52b	75,35a	72,05b	72,14b	74,23a
1:00	72,70b	72,44b	75,39a	72,20b	72,08b	73,97a
1:15	72,46b	72,39b	75,45a	72,37b	72,10b	73,89a
1:30	72,56b	72,34b	75,38a	72,57b	72,26b	73,93a
1:45	72,57b	72,32b	75,48a	72,71b	72,53b	73,92a
2:00	72,70b	72,30b	75,33a	72,72b	72,45b	74,28a
2:15	72,63b	72,23b	75,41a	72,44b	72,18b	73,90a
2:30	72,54b	72,18b	75,43a	72,34b	71,94b	73,86a
2:45	72,70b	72,31b	75,61a	72,24b	71,90b	73,81a
3:00	72,62b	72,60b	75,74a	72,08b	71,81b	73,78a
3:15	72,57b	72,86b	75,94a	71,99b	71,77b	73,83a
3:30	72,64b	72,99b	76,16a	72,05b	71,80b	73,80a
3:45	72,78b	73,04b	76,41a	71,82b	71,83b	73,69a
4:00	72,98b	73,09b	76,61a	72,67b	72,26b	73,68a
4:15	73,24b	73,09b	76,65a	72,36b	72,58b	73,80a
4:30	73,66b	73,11b	76,73a	71,99b	72,39b	73,65a
4:45	74,11b	73,10c	76,80a	72,00b	72,48b	73,56a
5:00	74,45b	73,26c	76,95a	72,13b	72,65b	74,42a
5:15	74,59b	73,39c	76,91a	72,04b	72,66b	74,62a
5:30	74,69b	73,42c	76,94a	71,98b	72,62b	74,56a
5:45	74,50b	73,46c	77,24a	72,29b	72,49b	74,48a
6:00	74,40b	73,46c	77,46a	72,36b	72,58b	74,44a
6:15	74,36b	73,38c	77,42a	72,41b	73,00b	74,61a
6:30	74,09b	73,34c	77,42a	72,78b	73,28b	75,10a
6:45	74,02b	73,27c	77,42a	72,95b	73,36b	75,23a
7:00	74,12b	73,50c	77,58a	73,00b	73,74b	75,62a
7:15	74,38b	74,01b	77,75a	73,22c	74,08b	75,88a
7:30	74,55b	74,43b	77,95a	73,36b	74,02b	75,90a
7:45	74,69b	74,79b	78,09a	73,58b	74,25b	75,78a
8:00	74,39b	75,16b	78,36a	73,91b	74,59b	75,91a
8:15	74,83c	75,42b	78,53a	74,30b	75,05b	76,06a
8:30	74,79b	75,57b	78,69a	74,37b	75,31b	76,54a
8:45	75,37b	75,86b	79,00a	74,58b	75,17b	76,81a
9:00	75,55c	76,15b	79,24a	74,89c	75,42b	77,12a
9:15	75,88c	76,43b	79,31a	75,31b	75,68b	77,57a
9:30	76,18b	76,62b	79,65a	75,49b	75,84b	78,02a
9:45	76,47b	76,98b	80,03a	75,59b	76,31b	78,30a
10:00	76,84b	77,29b	80,40a	75,63b	76,74b	78,52a
10:15	77,17b	77,44b	80,40a	75,73b	77,15b	78,65a
10:30	77,32b	77,43b	80,26a	75,81b	77,40b	78,75a
10:45	77,51b	77,26b	80,05a	75,76b	77,37b	78,70a
11:00	77,32b	77,33b	80,14a	76,01c	77,34b	78,66a
11:15	77,03b	77,51b	80,19a	75,98c	76,93b	78,24a
11:30	77,00b	77,74b	80,14a	76,01b	76,84b	78,31a

11:45	77,05c	78,02b	80,05a	75,99c	76,93b	78,34a
12:00	76,80c	78,13b	80,12a	76,16c	77,06b	78,51a
12:15	76,74c	78,22b	80,19a	76,34c	77,16b	78,61a
12:30	76,86c	78,23b	80,25a	76,32c	77,26b	78,68a
12:45	77,13c	78,36b	80,28a	76,36c	77,45b	78,85a
13:00	77,16c	78,36b	80,43a	76,58c	77,74b	78,90a
13:15	77,27c	78,35b	80,52a	76,66c	77,74b	78,89a
13:30	77,18c	78,24b	80,59a	76,64c	77,82b	78,98a
13:45	77,23c	78,25b	80,50	76,77c	77,96b	78,91a
14:00	77,25c	78,24b	80,19a	76,82c	78,15b	78,96a
14:15	77,18c	78,15b	80,11a	76,86c	78,35b	79,11a
14:30	77,17c	78,10b	80,16a	76,88c	78,33b	79,21a
14:45	77,17c	78,16b	79,87a	77,18c	78,37b	79,12a
15:00	77,04c	77,98b	79,63a	77,24c	78,24b	79,02a
15:15	77,02c	77,90b	79,56a	77,30c	78,23b	79,14a
15:30	77,06c	77,96b	79,46a	77,35c	78,15b	79,23a
15:45	76,77c	77,84b	79,52a	77,35c	78,14b	79,35a
16:00	76,68c	77,78b	79,42a	77,37c	78,31b	79,44a
16:15	76,75c	77,66b	79,24a	77,39c	78,39b	79,37a
16:30	76,50c	77,40b	79,11a	77,27c	78,46b	79,22a
16:45	76,49c	77,32b	79,29a	77,13c	78,47b	79,24a
17:00	76,52c	77,36b	79,37a	76,99c	78,23b	78,89a
17:15	76,64b	77,15b	79,17a	76,60c	77,55b	78,34a
17:30	76,61b	76,99b	79,10a	76,40c	77,24b	78,17a
17:45	76,57b	76,82b	79,13a	76,16c	76,95b	77,74a
18:00	76,50b	76,69b	78,92a	75,91b	76,57b	77,39a
18:15	76,31b	76,50b	78,72a	75,83b	76,26b	77,10a
18:30	76,26b	76,34b	78,45a	75,52b	75,99b	76,96a
18:45	75,91b	76,00b	78,28a	75,32b	75,63b	76,84a
19:00	75,62b	75,65b	78,25a	75,30b	75,48b	76,52a
19:15	75,38b	75,52b	78,27a	74,91b	75,20b	76,42a
19:30	74,97b	75,20b	78,20a	74,51b	74,98b	76,19a
19:45	74,96b	75,07b	78,24a	74,47b	74,74b	76,18a
20:00	74,66b	74,92b	78,33a	74,33b	74,87b	76,00a
20:15	74,65b	74,75b	78,31a	74,18b	74,90b	76,32a
20:30	74,81b	74,69b	78,12a	73,90c	74,80b	76,30a
20:45	74,87b	74,74b	77,92a	73,64c	74,53b	76,06a
21:00	74,48b	74,72b	77,76a	73,71c	74,27b	75,87a
21:15	74,10b	74,64b	77,56a	73,79b	73,99b	75,68a
21:30	73,71c	74,61b	77,46a	73,64b	73,67b	75,48a
21:45	73,57c	74,64b	77,33a	73,47b	73,39b	75,34a
22:00	73,48c	74,35b	77,22a	73,30b	73,28b	74,77a
22:15	73,32c	74,14b	77,14a	72,99b	73,14b	74,27a
22:30	73,28b	73,99b	76,84a	72,74b	72,85b	74,32a
22:45	73,42b	73,90b	76,86a	72,63b	72,71b	74,29a
23:00	73,50b	73,95b	76,71a	72,59b	72,66b	74,07a
23:15	73,32b	74,01b	76,72a	72,61b	72,53b	74,01a
23:30	73,10c	74,05b	76,74a	72,62b	72,50b	73,95a
23:45	72,92c	74,01b	76,75a	72,58b	72,43b	73,86a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha para cada fase, não difere, entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As faixas ilustradas na Tabela 3, compreendidas entres os valores de ITGU de 77,1 a 81,6 e 75,2 a 76,3 são indicativas como aquelas de conforto térmico para aves de primeira e segunda semanas de vida, respectivamente, segundo TEIXEIRA (1983) e OLIVEIRA (2006).

Verifica-se pela Tabela 3 e FIGURA 10 que, para a primeira semana de vida dos pintainhos, o tratamento 3 (tambor + campânulas) possibilitou com que os resultados ($P < 0,05$) de ITGU atingissem valores dentro da faixa de conforto das aves por um maior período de tempo em relação aos demais tratamentos. Segundo OLIVEIRA (2006), para esta fase, a faixa de conforto das aves se situa entre $77,10 \pm 0,51$ e $81,3 \pm 0,59$ e para TEIXEIRA (1983) os valores ideais de ITGU para a primeira semana de vida das aves se situam entre 78,6 a 81,6.

O período do dia em que o tratamento 3 (tambor + campânulas) possibilitou conforto térmico esteve compreendido entre 5:45 e 22:15h (16:30 horas de conforto térmico). O tratamento 2 (campânulas) possibilitou conforto térmico entre 10:00 e 17:15 (7:15 horas de conforto térmico) e o tratamento 1 (fornalha) entre 10:15 e 15:30h (5:15 horas de conforto térmico).

Considerando-se que o horário mais frio do dia ocorreu entre 6:00 e 7:00h, esperava-se que os horários mais frios dos aviários também ocorressem no mesmo período, o que não se verificou. Entende-se, então, que houve problemas quanto à mão de obra no que diz respeito a alimentação dos sistemas de aquecimento, indicando que faltou abastecimento de lenha no período das 22:30 as 5:30h (que foi o período de menor temperatura).

Os sistemas de aquecimento com fornalha e campânulas foram os piores sistemas de aquecimento de aviários, pois mantiveram as aves, durante a maior parte do tempo, em estado de estresse por frio.

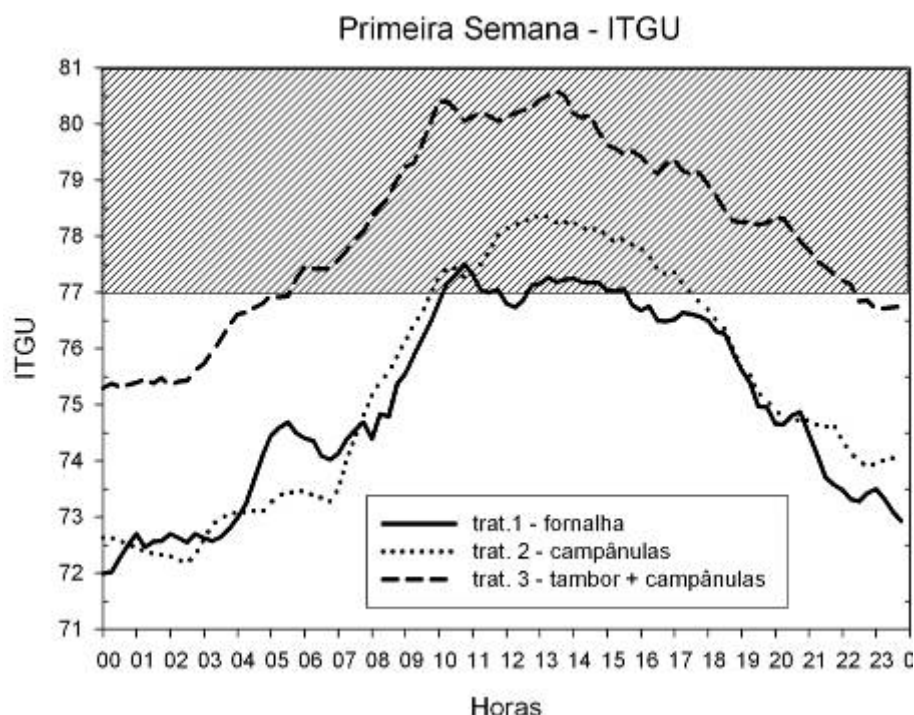


FIGURA 10. Valores médios de ITGU, em intervalos de 15 minutos, para a primeira semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas), ambiente externo e indicação da faixa de conforto térmico (ITGU entre 77,0 a 81,3)

Nos tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas) esperava-se que os valores de ITGU seguissem uma tendência retilínea ao longo de todo o período diário, uma vez que os dois sistemas eram dotados de termostatos para controle de temperatura do ambiente interno dos galpões. No caso do tratamento com campânulas isto pode indicar que os termostatos poderiam estar descalibrados, ou então que as campânulas possuíam rendimento inferior ao especificado pelo fabricante para o número de aves existente, ou problemas de manutenção, ou ainda que as temperaturas de acionamento e desligamento do sistema (“set point”) não foram corretamente estabelecidas.

Para o tratamento 1, com fornalha, o sistema indica possibilidade de falhas desde o dimensionamento dos dutos de ar quente, quanto no rendimento térmico da fornalha. Não pode-se desconsiderar, também, problemas na alimentação da fornalha com lenha por parte do granjeiro, indicando que os sistemas não foram abastecidos (alimentados) satisfatoriamente.

Para a segunda semana de vida das aves verifica-se, pela Tabela 3 e FIGURA 11, que os resultados de ITGU, para todos os tratamentos, seguiram a mesma tendência observada na primeira semana, entretanto o Trat3 (tambor + campânulas) foi o mais eficiente dos sistemas estudados, no sentido de manter os valores de ITGU mais elevados ($P < 0,05$) em todos os horários observados, consequentemente foi único tratamento que permitiu manter

as aves em condições de conforto térmico em determinados períodos do dia (entre 10:00 a 15:00h, ou seja, durante um período diário de 5 horas).

Os tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas) foram inferiores em todos os horários observados, proporcionando os piores cenários para o bem-estar térmico das aves.

Os valores de ITGU externos na segunda semana experimental (entre 62,1 e 53,8) foram inferiores aos obtidos na primeira semana (entre 60,1 e 68,8), indicando que o inverno foi ficando cada vez mais rigoroso com o transcorrer da pesquisa de comportamento. Este fato provocou uma maior exigência dos sistemas de aquecimento, os quais não atenderam às necessidades das aves em momento nenhum no caso dos sistemas de campânulas e sistema de fornalha. Conforme mencionado, apenas o sistema tambor + campânulas conseguiu colocar as aves em situação confortável no intervalo de tempo diurno, compreendido entre 10:00 e 17:00hs.

Do exposto, a segunda semana experimental teve como resultado um pior desempenho dos sistemas de aquecimento em relação a primeira semana. Tal como ocorreu para a primeira semana de observação, esta baixa eficiência dos sistemas de aquecimento também poderia ser atribuída a provável mal manejo e dimensionamento dos mesmos. OLIVEIRA (2006) encontrou faixas de conforto térmico para a segunda semana de vida das aves em torno de $75,2 \pm 0,73$ a $76,3 \pm 0,59$.

No que se refere a comparação entre os três sistemas de aquecimento estudados, estes resultados estão de acordo com aqueles encontrados por VIGODERIS (2006), o qual verificou ser o sistema de aquecimento composto por tambor + campânulas o mais eficiente em manter os aviários em melhores condições de aquecimento em relação aos demais sistemas, nas duas primeiras semanas de vida das aves.

A partir da terceira semana de alojamento, os sistemas de aquecimento deixaram de ser utilizados, sendo a manutenção da temperatura interna de todos os galpões feita apenas através do manejo de cortinas.

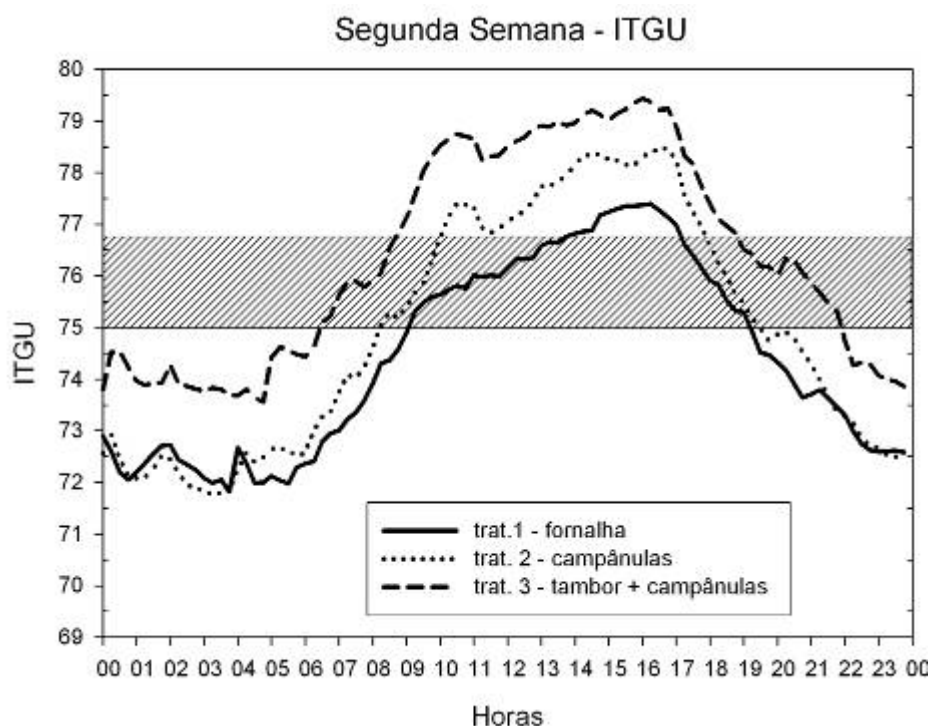


FIGURA 11. Valores médios de ITGU, em intervalos de 15 minutos, para a segunda semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas) e indicação da faixa de conforto térmico (ITGU entre 75,2 e 76,3)

4.1.2 – Temperatura do ar (°C)

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios da Temperatura do Ar (°C) observados, para os tratamentos (Trat1 - fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 - tambor + campânulas), nas duas primeiras semanas de vidas dos pintainhos, em função dos horários de observação.

TABELA 4. Valores médios da Temperatura do Ar (°C), para os diferentes tratamentos, em função das semanas de vida dos pintainhos (1ª e 2ª semanas) e os horários de observação

Horas	Primeira Semana			Segunda Semana		
	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas
0:00	24,03b	24,11b	27,22a	24,37b	23,25c	25,86a
0:15	24,10b	24,11b	27,28a	24,17b	23,66c	26,26a
0:30	24,33b	24,05b	27,28a	23,97b	23,37b	26,34a
0:45	24,51b	24,02b	27,31a	23,89b	23,13b	26,12a
1:00	24,72b	23,97c	27,35a	23,94b	23,05b	25,95a
1:15	24,48b	23,91c	27,43a	24,07b	23,10c	25,87a
1:30	24,60b	23,85c	27,40a	24,23b	23,20c	25,90a
1:45	24,61b	23,84c	27,45a	24,31b	23,40c	25,89a
2:00	24,70b	23,80c	27,40a	24,37b	23,37c	26,07a
2:15	24,65b	23,73c	27,46a	24,22b	23,22c	25,94a
2:30	24,59b	23,68c	27,47a	24,22b	23,08c	25,88a
2:45	24,68b	23,77c	27,61a	24,25b	23,03c	25,92a
3:00	24,60b	23,96c	27,76a	24,12b	22,97c	25,92a
3:15	24,50b	24,19b	27,91a	24,10b	22,93c	25,97a
3:30	24,51b	24,30b	28,07a	24,12b	22,92c	25,96a
3:45	24,65b	24,35b	28,23a	23,92b	22,93c	25,90a
4:00	24,89b	24,38b	28,42a	24,37b	23,05c	25,88a
4:15	25,15b	24,40b	28,51a	24,15b	23,42c	25,89a
4:30	25,49b	24,39c	28,58a	23,85b	23,30b	25,86a
4:45	25,93b	24,39c	28,64a	23,86b	23,31b	25,78a
5:00	26,20b	24,55c	28,76a	23,98b	23,44b	26,30a
5:15	26,30b	24,70c	28,68a	24,01b	23,46b	26,45a
5:30	26,35b	24,71c	28,72a	23,93b	23,50b	26,39a
5:45	26,21b	24,73c	28,91a	24,11b	23,43b	26,31a
6:00	26,13b	24,72c	29,05a	24,20b	23,39b	26,22a
6:15	26,10b	24,65c	29,02a	24,20b	23,74b	26,40a
6:30	25,85b	24,63c	29,02a	24,51b	24,12b	26,80a
6:45	25,79b	24,55c	28,99a	24,57b	24,18b	26,95a
7:00	25,72b	24,69c	29,12a	24,55b	24,43b	27,25a
7:15	25,84b	25,09c	29,20a	24,70b	24,63b	27,34a
7:30	25,90b	25,39b	29,25a	24,75b	24,61b	27,30a
7:45	25,94b	25,65b	29,36a	24,89b	24,72b	27,29a
8:00	25,66b	25,96b	29,51a	25,10b	25,03b	27,40a
8:15	25,97b	26,19b	29,65a	25,33b	25,39b	27,46a
8:30	25,98b	26,35b	29,78a	25,31b	25,68b	27,65a
8:45	26,44b	26,60b	29,93a	25,55b	25,70b	27,93a
9:00	26,52b	26,79b	30,11a	25,73b	25,90b	28,12a
9:15	26,84b	27,01b	30,17a	25,94b	26,05b	28,51a
9:30	27,06b	27,19b	30,45a	26,05b	26,10b	28,81a
9:45	27,29b	27,46b	30,71a	26,22b	26,39b	29,04a
10:00	27,65b	27,82b	31,06a	26,29b	26,67b	29,22a
10:15	27,96b	27,97b	31,06a	26,42b	27,03b	29,34a
10:30	28,11b	28,09b	31,03a	26,43b	27,18b	29,44a
10:45	28,39b	28,07b	30,92a	26,31b	27,16b	29,39a
11:00	28,40b	28,19b	31,09a	26,58b	27,20b	29,44a
11:15	28,28b	28,34b	31,25a	26,49b	26,94b	29,15a
11:30	28,23b	28,54b	31,27a	26,50b	26,80b	29,10a

11:45	28,35b	28,80b	31,31a	26,52b	26,96b	29,15a
12:00	28,22b	28,94b	31,50a	26,71b	27,08b	29,25a
12:15	28,26c	29,10b	31,66a	26,80b	27,19b	29,33a
12:30	28,41c	29,21b	31,82a	26,82c	27,28b	29,33a
12:45	28,72c	29,36b	31,94a	26,90c	27,42b	29,43a
13:00	28,78c	29,43b	32,10a	27,05b	27,60b	29,54a
13:15	29,00c	29,51b	32,26a	27,13b	27,70b	29,53a
13:30	28,96c	29,46b	32,31a	27,18b	27,74b	29,60a
13:45	29,00b	29,50b	32,29a	27,29b	27,85b	29,60a
14:00	29,13b	29,53b	32,11a	27,42b	28,00b	29,68a
14:15	29,05b	29,50b	32,12a	27,46b	28,08b	29,78a
14:30	29,09b	29,48b	32,13a	27,45c	28,12b	29,87a
14:45	29,10b	29,46b	31,90a	27,68c	28,20b	29,80a
15:00	29,03b	29,42b	31,72a	27,73c	28,12b	29,72a
15:15	28,96b	29,42b	31,70a	27,67c	28,10b	29,73a
15:30	29,00b	29,43b	31,61a	27,80b	28,12b	29,80a
15:45	28,83b	29,39b	31,60a	27,72b	28,06b	29,81a
16:00	28,69b	29,29b	31,51a	27,73b	28,12b	29,88a
16:15	28,78b	29,22b	31,38a	27,69b	28,22b	29,90a
16:30	28,40b	28,97b	31,24a	27,61b	28,29b	29,89a
16:45	28,32b	28,90b	31,25a	27,55b	28,36b	29,88a
17:00	28,23b	28,78b	31,27a	27,43b	28,08b	29,62a
17:15	28,35b	28,59b	31,03a	27,16b	27,59b	29,13a
17:30	28,20b	28,35b	30,84a	27,01b	27,28b	28,89a
17:45	28,21b	28,13b	30,68a	26,73b	27,06b	28,67a
18:00	28,12b	27,95b	30,49a	26,53b	26,80b	28,39a
18:15	27,95b	27,72b	30,21a	26,55b	26,54b	28,20a
18:30	27,88b	27,53b	29,90a	26,25b	26,25b	28,05a
18:45	27,52b	27,29b	29,67a	26,10b	25,88b	27,85a
19:00	27,31b	26,97b	29,61a	26,00b	25,72b	27,62a
19:15	26,91b	26,84b	29,50a	25,73b	25,53b	27,5a
19:30	26,55b	26,53b	29,45a	25,43b	25,36b	27,3a
19:45	26,46b	26,38b	29,50a	25,43b	25,13b	27,2a
20:00	26,26b	26,24b	29,60a	25,24b	25,12b	27,1a
20:15	26,21b	26,07b	29,58a	25,10b	25,13b	27,24a
20:30	26,39b	25,99b	29,47a	24,92b	25,07b	27,26a
20:45	26,42b	25,95b	29,31a	24,70b	24,92b	27,04a
21:00	26,08b	25,85b	29,20a	24,79b	24,69b	26,89a
21:15	25,79b	25,74b	29,04a	24,82b	24,46b	26,84a
21:30	25,50b	25,66b	28,93a	24,64b	24,22b	26,71a
21:45	25,38b	25,64b	28,89a	24,49b	24,01b	26,57a
22:00	25,28b	25,44b	28,80a	24,27b	23,91b	26,27a
22:15	25,14b	25,27b	28,71a	24,09b	23,82b	25,91a
22:30	25,08b	25,21b	28,52a	24,02b	23,63b	26,01a
22:45	25,30b	25,09b	28,46a	23,95b	23,53b	26,01a
23:00	25,20b	25,13b	28,38a	24,08b	23,49b	25,92a
23:15	25,08b	25,19b	28,39a	24,21b	23,43c	25,90a
23:30	24,90b	25,20b	28,43a	24,21b	23,40c	25,91a
23:45	24,79b	25,19b	28,46a	24,25b	23,31c	25,86a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha para cada fase, não difere, entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As faixas ilustradas na Tabela 4, compreendidas entres os valores de temperatura do ar (°C) de 32 a 34 °C e 30 a 32 °C são indicativas como aquelas de conforto térmico para

aves de primeira e segunda semanas de vida, respectivamente, segundo TEIXEIRA (1983) e OLIVEIRA (2006).

Verifica-se, pela Tabela 4 e FIGURA 12, que para a primeira semana de vida dos pintainhos, o tratamento 3 (tambor + campânulas), foi o único que possibilitou com que os valores de temperatura do ar (°C) estivessem dentro da faixa de conforto das aves, que segundo MACARI *et al.* (2002) e AVILA (2004) se situam entre 32 – 34 °C. O período do dia em que o tratamento 3 possibilitou conforto esteve compreendido entre 13:00 e 14:30h.

Os tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas) não conseguiram proporcionar valores de temperatura do ar dentro da faixa de conforto das aves em nenhum dos horários observados.

O comportamento dos valores de temperatura do ar para os diferentes tratamentos foi semelhante, ou seja: os menores valores observados ocorreram em torno de 0:00 e 2:30h e os maiores valores entre 13:00 e 15:00h. O tratamento 2 (campânulas) apresentou maior amplitude entre a temperatura média máxima e temperatura média mínima, para a primeira semana de vida das aves, sendo esta variação de 5,85°C. Os tratamentos 1 (fornalha) e 3 (tambor + campânulas) apresentaram amplitude térmica de 5,03 °C. Entretanto, para todos os tratamentos, os valores encontrados de amplitude térmica não foram considerados prejudiciais para as aves na sua fase inicial, que segundo FURLAN (2006) é de 6 °C. Segundo (NÄÄS *et al.*, 1995) a maior amplitude térmica dentro do galpão pode trazer sérios prejuízos às aves.

A amplitude térmica do ambiente externo, para a primeira semana de vida das aves foi de 7,82°C.

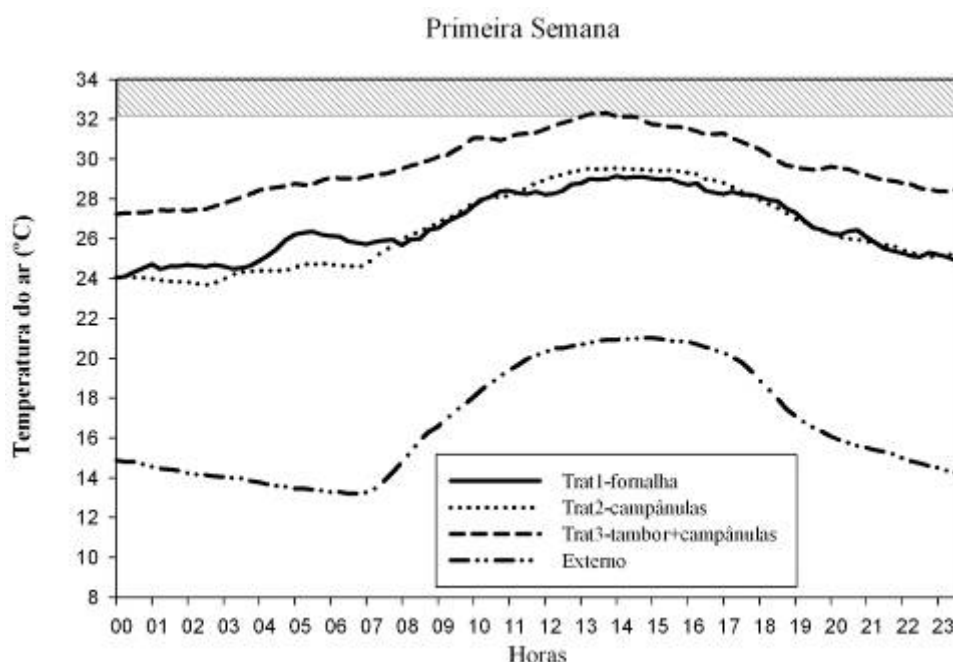


FIGURA 12. Valores médios de Temperatura do Ar (°C), em intervalos de 15 minutos, para a primeira semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas), ambiente externo e indicação da faixa de conforto térmico (32 – 34°C)

Era de se esperar que o tratamento 1 (fornalha) apresentasse maior amplitude térmica em relação aos demais tratamentos, devido a maior dificuldade de abastecimento ou alimentação de combustível (lenha). Por ser um sistema onde se injeta ar quente dentro do aviário, qualquer falha no sistema de aquecimento acarreta o imediato interrompimento de calor, provocando queda de temperatura. Como isto não ocorreu, ou seja, a variação térmica não foi brusca, isto indica que durante todo o período experimental não houve qualquer empecilho que prejudicasse o funcionamento da fornalha e que interrompesse o fornecimento de ar quente.

Na segunda semana de vida das aves (Tabela 4 e pela FIGURA 13), o tratamento 3 (tambor + campânulas) possibilitou com que os resultados de temperatura do ar (°C) atingissem os valores de conforto térmico entre as 9:00 e 18:30. O tratamento 2 (campânulas) somente conseguiu manter os valores de temperaturas na faixa de conforto entre 14:00 e 17:00. O tratamento 1 (fornalha) em nenhum momento conseguiu alcançar os valores de temperatura recomendados por MACARI *et al.* (2002) e AVILA (2004) como sendo a faixa de valores de temperaturas do ar situada entre 28 – 32°C (para aves na segunda semana de vida).

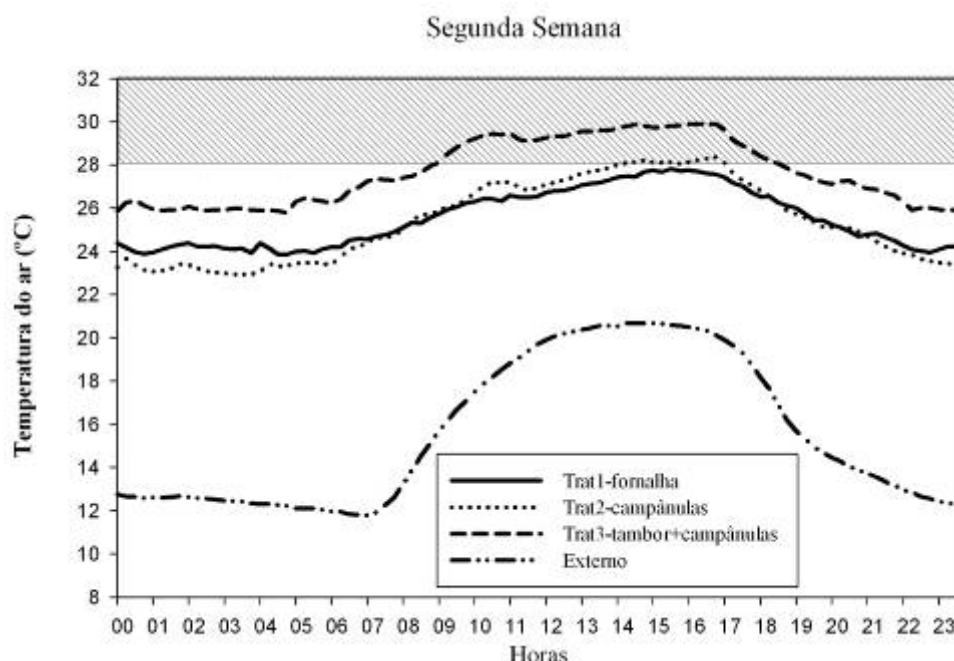


FIGURA 15. Valores médios de Temperatura do Ar (°C), em intervalos de 15 minutos, para a segunda semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas), ambiente externo e indicação da faixa de conforto térmico (28 – 32°C)

Para a segunda semana de vida das aves, o tratamento 2 (campânulas) apresentou maior variação entre a temperatura média máxima e temperatura média mínima em relação aos demais tratamentos, sendo esta amplitude de 5,44°C. O tratamento 1 (fornalha) foi o que obteve menor amplitude térmica (3,95°C) seguido pelo tratamento 3 (tambor + campânulas) cuja amplitude térmica foi de 4,12 °C. Entretanto, para todos os tratamentos, os valores encontrados de amplitude térmica não foram considerados prejudiciais para as aves na sua fase inicial, que segundo FURLAN (2006), é de 6 °C ou superior.

A amplitude térmica externa, para a segunda semana de vida das aves, foi de 8,89°C (11,79 – 20,68°C), sendo superior a amplitude térmica da primeira semana de 7,82 °C (13,20 – 21,02 °C), indicando que as condições climáticas do ambiente externo foram muito mais severas na segunda semana de vida das aves, exigindo maiores cuidados em relação ao ambiente térmico no interior dos pinteiros.

Pode-se observar que, na segunda semana, cuja severidade climática alcançou maiores valores de amplitude térmica externa e menores valores de temperaturas do ar em relação à primeira semana de vida das aves, o tratamento 1 (fornalha) foi o mais eficiente em manter o ambiente interno dos galpões mais homogêneos, apresentando amplitude térmica de 3,95°C (23,85 – 27,80°C) em relação à primeira semana cuja amplitude térmica foi de 5,03°C (24,10 – 29,13 °C).

O sistema de aquecimento com campânulas apresentou variações de temperatura de 5,85 °C (23,68 – 29,53 °C) na primeira semana e 5,44 °C (22,92 – 28,36 °C) na segunda semana, sendo menos eficiente, em relação aos demais tratamentos, em manter o ambiente interno do pinteiro em condições desejáveis para as aves.

Pelos valores médios de ITGU apresentados anteriormente, para a primeira e segunda semana de vida das aves, pode-se notar que os sistemas de aquecimento proporcionaram condições de conforto térmico em determinados horários. As discordâncias acerca das condições de conforto térmico, em relação ao ITGU e a temperatura do ar, devem-se ao fato do conforto ambiental das aves ser a interação de vários elementos climáticos e não somente a temperatura do ar. Neste contexto, o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) apresenta-se como mais representativo das condições de conforto ambiental por levar em consideração os efeitos da temperatura do ar, umidade relativa, radiação e velocidade do ar (BUFFINGTON *et al.*, 1981).

4.1.3 Umidade relativa do ar (%)

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios da Umidade Relativa do Ar (%) observados, para os tratamentos (Trat1 - fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 - tambor + campânulas), nas duas semanas de vida dos pintainhos, em função dos horários de observação.

TABELA 5. Valores médios da Umidade Relativa do Ar (%), para os diferentes tratamentos, em função das semanas de vida dos pintainhos (1ª e 2ª semanas) e os horários de observação

Horas	Primeira semana de vida das aves			Segunda semana de vida das aves		
	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas	Trat1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 tambor + campânulas
0:00	61,59a	62,81a	53,41b	69,04b	73,88a	61,44c
0:15	61,63a	62,88a	53,22b	68,27b	71,45a	64,15c
0:30	61,00a	62,76a	52,93b	66,44b	70,60a	62,70c
0:45	60,32b	62,80a	52,93c	66,94b	70,85a	61,77c
1:00	59,32b	62,73a	52,82c	67,33b	71,50a	62,29c
1:15	59,99b	62,85a	52,60c	66,76b	71,30a	62,74c
1:30	59,55b	62,98a	52,37c	66,45b	71,61a	63,04c
1:45	60,05b	63,04a	52,89c	67,17b	71,82a	62,84c
2:00	59,95b	63,10a	52,42c	66,64b	70,97a	63,65c
2:15	60,07b	63,08a	52,50c	65,52b	70,77a	61,41c
2:30	60,22b	63,18a	52,62c	65,23b	70,40a	62,11c
2:45	59,32b	63,31a	52,32c	64,83b	70,40a	61,47c
3:00	59,06b	63,32a	52,20c	65,04b	70,60a	61,39c
3:15	60,07b	62,68a	52,05c	64,56b	70,76a	61,38c
3:30	60,57a	62,24a	51,50b	64,66b	70,60a	61,38c
3:45	59,82b	61,92a	51,35c	65,46b	70,62a	61,03c
4:00	59,00b	61,98a	51,07c	69,50b	73,92a	61,01c
4:15	57,82b	61,63a	50,46c	68,50b	71,92a	62,19c
4:30	57,28b	61,66a	50,11c	68,34b	71,22a	61,10c
4:45	56,06b	61,79a	49,80c	68,16b	72,07a	61,29c
5:00	55,56b	61,57a	49,93c	68,84b	72,22a	63,86c
5:15	54,99b	60,95a	49,29c	68,07b	72,18a	62,65c
5:30	54,98b	61,01a	49,59c	67,79b	71,25a	62,55c
5:45	55,03b	61,12a	49,30c	67,51b	70,90a	62,60c
6:00	55,31b	61,09a	48,98c	66,74b	72,03a	63,21c
6:15	55,26b	61,05a	48,79c	67,82b	72,72a	63,72c
6:30	55,23b	60,97a	48,83c	68,97b	71,61a	64,22c
6:45	55,88b	61,42a	49,10c	68,31b	71,54a	63,29c
7:00	57,33b	62,28a	49,01c	66,69b	71,72a	63,75c
7:15	57,85b	62,51a	49,49c	66,89b	71,98a	63,60c
7:30	58,15b	62,11a	49,72c	68,65b	71,10a	63,85c
7:45	58,50b	62,03a	49,83c	68,31b	71,98a	64,16c
8:00	59,52b	62,06a	50,63c	67,95b	71,43a	64,31c
8:15	60,28b	61,95a	50,57c	67,82b	71,50a	63,59c
8:30	60,15b	62,23a	50,35c	69,53a	70,84a	64,31b
8:45	59,68b	62,23a	51,28c	69,43a	70,15a	63,07b
9:00	60,29b	62,26a	51,00c	69,31a	70,17a	63,33b
9:15	59,43b	62,77a	51,05c	69,41a	70,25a	63,08b
9:30	59,57b	62,82a	51,33c	69,67a	70,60a	63,40b
9:45	59,69b	62,83a	51,61c	69,12a	71,30a	63,01b
10:00	58,85b	60,98a	50,72c	69,52a	71,60a	62,65c
10:15	58,16a	60,09a	49,69b	68,50a	70,77a	62,88c
10:30	58,05a	58,54a	48,22b	67,71a	70,78a	62,25c
10:45	56,88a	57,25a	48,22b	68,43a	70,48a	62,21c
11:00	54,76b	57,21a	47,70c	66,78a	68,88a	61,82b
11:15	53,82b	57,00a	46,56c	66,78a	68,61a	59,91b
11:30	54,43b	56,77a	46,48c	67,69b	70,08a	61,71c

11:45	54,43b	56,36a	45,68c	68,40a	69,01a	60,91b
12:00	53,83b	55,77a	44,72c	67,74b	69,35a	61,04c
12:15	53,13b	55,05a	43,91c	68,24a	69,04a	60,76b
12:30	52,50a	53,63a	43,14b	67,43a	68,87a	61,39b
12:45	51,30b	53,29a	42,29c	66,96b	68,71a	61,94c
13:00	51,07b	52,69a	42,37c	67,17a	68,97a	61,24b
13:15	49,49b	51,66a	41,81c	66,23a	67,34a	61,07b
13:30	49,57a	51,10a	41,80b	65,81b	67,48a	61,15c
13:45	49,70a	51,00a	41,48b	65,87b	67,76a	60,54c
14:00	48,72b	50,85a	41,06c	65,54b	67,19a	60,76c
14:15	48,98a	50,25a	40,67b	65,95b	68,32a	61,06c
14:30	48,67b	50,29a	41,22c	66,56a	67,60a	60,25b
14:45	48,58b	51,20a	41,09c	66,78a	67,42a	59,28b
15:00	48,85b	50,64a	41,29c	65,90a	66,86a	60,04b
15:15	49,36a	50,27a	41,21b	67,17a	67,05a	60,79b
15:30	49,15a	50,85a	41,24b	65,59a	66,49a	60,41b
15:45	48,75b	50,29a	42,09c	66,41a	67,13a	61,22b
16:00	49,24a	50,68a	41,96b	66,15a	68,32a	61,84b
16:15	48,73b	50,50a	41,91c	66,65a	67,72a	61,19b
16:30	50,31a	50,85a	42,43b	67,08a	67,84a	60,27b
16:45	51,24a	51,36a	43,74b	67,73a	68,37a	61,30b
17:00	52,04a	52,82a	44,05b	67,96a	67,87a	60,25b
17:15	51,98b	52,86a	44,36c	68,11a	68,04a	60,79b
17:30	53,17a	54,21a	45,85b	67,96a	69,64a	62,76b
17:45	53,35a	54,98a	47,02b	68,28a	69,43a	61,76b
18:00	53,72b	55,69a	47,34c	69,11a	69,54a	63,84b
18:15	53,76b	56,65a	47,82c	68,21a	69,96a	63,47b
18:30	54,49b	57,85a	48,61c	69,33a	70,70a	64,52b
18:45	54,50b	58,18a	49,28c	69,75a	72,15a	65,53b
19:00	54,95b	59,46a	49,31c	70,13a	72,06a	65,03b
19:15	56,73b	59,55a	49,99c	69,65a	71,29a	65,19b
19:30	56,80b	60,17a	49,98c	70,17a	71,37a	64,92b
19:45	57,38b	60,40a	49,99c	69,50b	71,91a	65,34c
20:00	57,28b	60,49a	49,84c	69,44b	73,62a	64,18c
20:15	57,57b	60,76a	49,65c	70,45b	73,06a	65,37c
20:30	57,36b	61,15a	49,44c	70,30b	72,73a	64,37c
20:45	56,97b	61,40a	49,72c	70,67b	71,88a	64,41c
21:00	57,61b	60,71a	50,08c	69,83b	71,96a	64,55c
21:15	57,65b	60,95a	49,93c	68,74b	71,60a	63,53c
21:30	58,68b	61,31a	50,22c	70,07b	71,59a	63,43c
21:45	59,04b	61,78a	50,15c	69,51b	71,32a	64,13c
22:00	59,14b	61,40a	50,29c	70,11b	71,73a	62,26c
22:15	59,63b	61,85a	50,57c	69,83b	71,72a	62,91c
22:30	60,27b	61,76a	50,41c	69,33b	71,87a	63,75c
22:45	59,12b	62,15a	51,54c	69,35b	71,44a	63,32c
23:00	59,18b	62,33a	50,70c	68,25b	71,56a	63,02c
23:15	59,60b	61,23a	51,09c	67,48b	71,27a	63,27c
23:30	59,24b	61,18a	50,89c	67,60b	71,42a	62,93c
23:45	59,80b	60,85a	50,67c	66,95b	71,45a	62,87c

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra na linha para cada fase, não diferenciam, entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 5 encontram-se demarcados os valores de umidade relativa do ar (%) confortáveis para as aves na primeira e segunda semana de vida, respectivamente, que segundo LLOBET & GONDOLBEU (1980), REECE & LOTT (1982) e TINÔCO (1988), se situa na faixa de 50 – 70%.

Pode verificar pela Tabela 5 e FIGURA 14 que, para a primeira semana de vida das aves, o tratamento 3 (fornalha + tambor) apresentou os menores valores de UR (%), diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas). Segundo BARBOSA FILHO (2004), com valores muito altos de umidade relativa, as aves ficam mais sensíveis ao estresse calórico.

O sistema de aquecimento com campânulas infravermelhas a gás manteve, em todos os horários de observação, os valores recomendados por LLOBET & GONDOLBEU (1980), REECE & LOTT (1982) e TINÔCO (1988), de umidade relativa do ar (%) na faixa de 50 – 70%. O tratamento 3 (tambor + campânulas) foi o que possibilitou a pior condição em relação à umidade relativa (%), sendo que os menores valores ($< 50\%$) foram observados entre 4:45 e 7:45h e 10:15 e 20:45h, totalizando 13:30 horas de desconforto para a condição de umidade relativa. O tratamento 1 (fornalha) conseguiu manter, na grande maioria dos horários observados, os valores na faixa recomendada, a não ser nos horários entre 13:15 e 16:15h cujo valores estiveram abaixo de 50%.

Valores de umidade relativa do ar muito abaixo do recomendado podem causar desidratação das mucosas dos pintainhos nas primeiras semanas de vida, bem como aumentar os riscos de doenças cardíacas e pulmonares no futuro (MOURA, 2001).

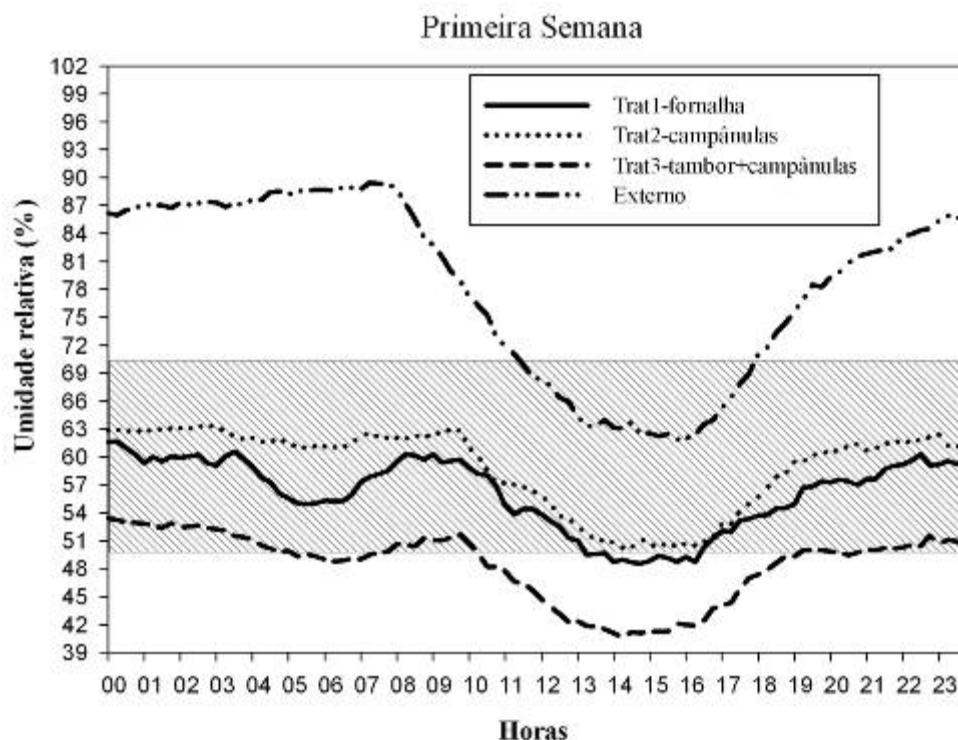


FIGURA 14. Valores médios da Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 15 minutos, para a primeira semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas), ambiente externo e indicação da faixa de umidade relativa do ar desejável (50 – 70%)

Os valores de umidade relativa do ar encontrados seguiram uma tendência inversa aos valores de temperatura sendo que os horários em que ocorreram os menores valores de umidade relativa do ar para todos os tratamentos foram entre 13:00 e 16:00h, coincidindo com os horários de maior temperatura do ar. Os maiores valores de umidade relativa do ar ocorrem nos horários entre 22:00 e 7:00h, faixa essa de horário em que foram encontrados as menores temperaturas.

Observa-se que existiu um atraso na resposta do comportamento da curva de umidade relativa do ar do ambiente dos tratamentos (interior dos aviários) em relação ao ambiente externo, sendo que, quando a umidade relativa do ar externo começou a decair no período da manhã (por volta das 8:00h), a umidade relativa do ar dos aviários demorou cerca de duas horas (por volta das 10:00h) para acompanhar esse declínio. Tal fato pode ser devido ao rápido aumento da temperatura externa, sendo que a partir das 8:00 até as 10:00h, esse aumento foi de 3,38°C, enquanto no mesmo período, o aumento da temperatura do ar no interior dos aviários foi de 1,35 °C para os tratamentos 1 (fornalha) e 3 (tambor + campânulas) e de 1,81 °C para o tratamento 2 (campânulas). Este atraso pode ser

explicado pelo amortecimento e inércia térmica do envoltório (materiais de construção e fechamentos dos galpões).

Nos horários de 13:15 e 16:15h, no tratamento 1 (fornalha), foram observados valores de temperatura do ar de 29,0 a 28,8°C, enquanto o tratamento 2 (campânulas), apesar de proporcionar maior faixa de temperatura (29,5 a 29,2 °C), manteve a umidade relativa do ar superior de 51,6 a 50,5%.

Estes resultados indicam tendência do sistema de aquecimento com fornalha possibilitar menor umidade relativa do ar, mantendo o ar mais seco dentro do aviário em relação ao sistema de aquecimento com campânulas. Isto se deve ao fato do ar ser aquecido na fornalha à temperatura muito elevada, saindo da mesma a temperatura de cerca de 220 °C antes de entrar no pinteiro. Esta alta temperatura de aquecimento do ar promove a redução da umidade relativa deste e, conseqüentemente, do ar do ambiente interno do aviário.

A FIGURA 15 apresenta a relação da temperatura do ar (°C) versus umidade relativa do ar na primeira semana de vida das aves.

Pode-se observar pela FIGURA 15 que, para uma mesma temperatura do ar obtida pelos três sistemas de aquecimento, a campânula foi o sistema no qual foi verificada a maior umidade relativa do ar do ambiente. Tal fato deve-se, provavelmente, de haver menor renovação do ar dentro do pinteiro neste tipo de sistema de aquecimento em relação aos demais, ocasionado pelo manejo menos freqüente de aberturas das cortinas pelos funcionários que cuidam deste tipo de aviário. Isto ocorre porque as campânulas possuem termostatos para acionamento e desligamento, o que gera tranquilidade aos funcionários quanto a manutenção da temperatura, reduzindo as visitas dos mesmos especialmente à noite. Esta menor frequência de aberturas dos pinteiros reduziria a renovação higiênica do ar, elevando a umidade relativa. Ademais, as campânulas proporcionam aquecimento localizado que, segundo ENGLERT (1987) faz com que apresentem grande perda de calor por se basearem em fluxo descendente de calor; isto provocaria a elevação da umidade relativa do ar, comparativamente aos outros tratamentos.

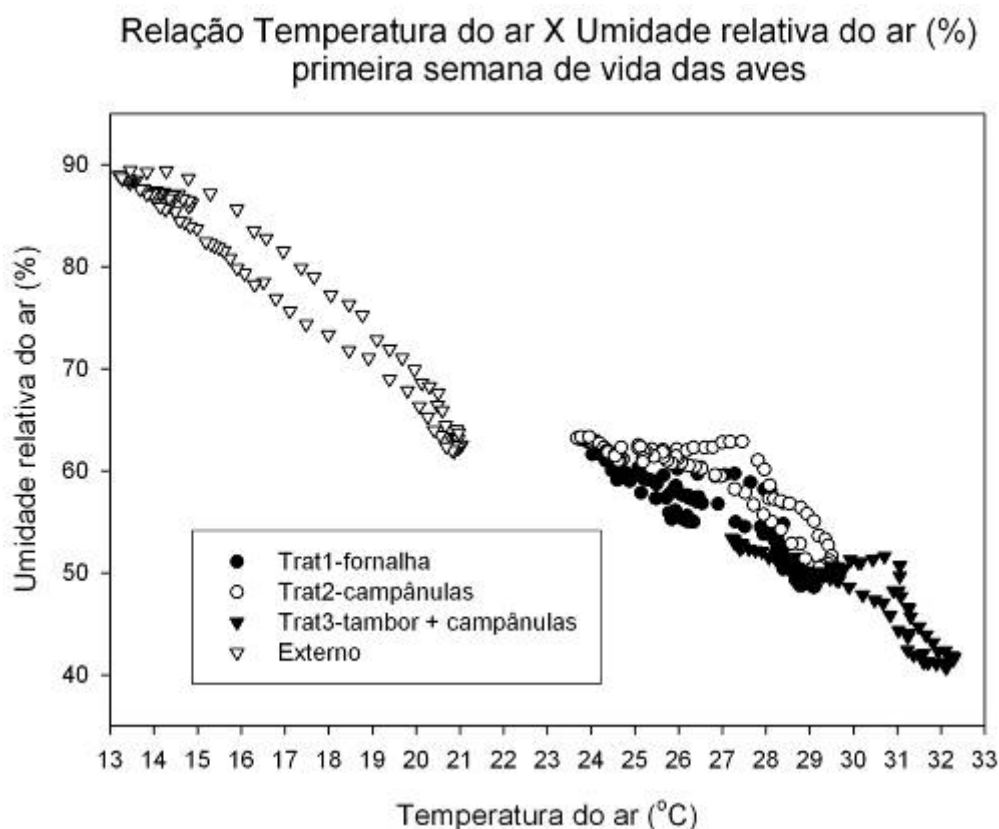


FIGURA 15. Relação entre os valores médios de temperatura do ar (oC) e umidade relativa do ar (%), em intervalos de 15 minutos, para a primeira semana de vida das aves, para cada um dos tratamentos (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânulas e ambiente externo), nos horários observados.

Pode-se observar pela Tabela 5 e pela FIGURA 16 que, para a segunda semana de vida das aves, o tratamento 3 (tambor + campânulas) possibilitou os menores valores de umidade relativa (%), diferindo ($P < 0,05$) dos tratamentos 1 (fornalha) e tratamento 2 (campânulas).

Os tratamentos 1 (fornalha) e 3 (tambor + campânulas) estiveram, durante todos os horários observados dentro da faixa recomendada de umidade relativa para condições de conforto para aves, que segundo LLOBET & GONDOLBEU (1980), REECE & LOTT (1982), TINÔCO (1988) e BAIÃO (1995), está situada entre 50 e 70%.

O sistema de aquecimento com campânulas possibilitou, na maioria dos horários de observação, valores superiores ao recomendado de 70% de UR. Tal ocorrido deve-se, provavelmente, ao fato de haver menor número de vistorias dos galpões, por parte dos funcionários, dotados com este tipo de sistema de aquecimento. Com isso, não se teve o efetivo controle das aberturas de cortinas e renovação de ar de acordo com situações críticas que ocorreram. Neste tipo de sistema de aquecimento é comum encontrar gotejamento de água das cortinas devido à condensação do vapor d'água. OLIVEIRA (2006)

constatou que, nos períodos de 1 a 21 dias de idade, o aumento da UR influenciou ($P < 0,05$) negativamente a conversão alimentar das aves expostas ao ambiente de calor, evidenciando que, conforme o ambiente térmico no qual a ave é mantida, é fundamental que, além da temperatura, outros elementos climáticos, como a umidade relativa do ar, sejam mensurados por influenciarem a manutenção de sua homeotermia, uma das funções vitais mais importante das aves (TINÔCO, 1998).

Os dois elementos climáticos, temperatura e umidade, são altamente correlacionados ao conforto térmico animal, uma vez que, em temperaturas muito elevadas, o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar (BAÊTA & SOUZA, 1997).

Pode-se notar que, na segunda semana, a amplitude da umidade relativa (%) do ambiente externo foi de 36,64% (53,78 – 90,42%), sendo este valor superior à amplitude da primeira semana que foi de 27,57% (61,89 – 89,46%), ressaltando que, junto com os baixos valores encontrados de temperatura externa, a segunda semana de vida dos animais possibilitou as piores condições a serem enfrentadas pelos sistemas de aquecimento.

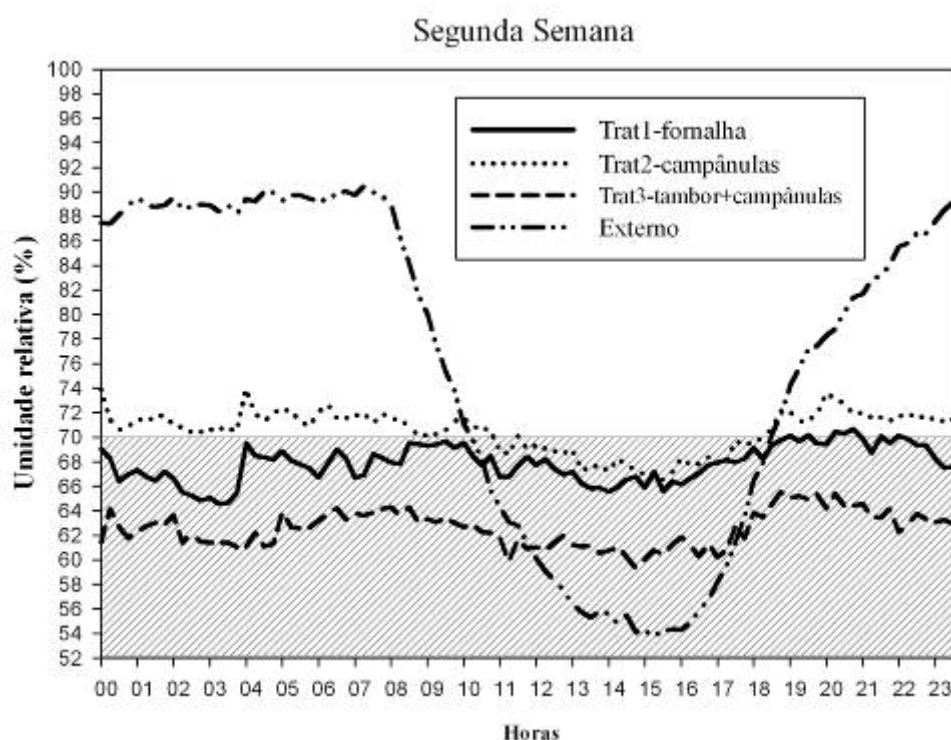


FIGURA 16. Valores médios da Umidade Relativa do Ar (%), em intervalos de 15 minutos, para a segunda semana de vida das aves e para cada um dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas, Trat3 – tambor + campânulas) e indicação da faixa de conforto térmico (50 – 70%)

Notou-se que a umidade relativa do ar dos três tratamentos na segunda semana não seguiu a mesma curva de tendência da umidade relativa do ar externo, como aconteceu na

primeira semana, ocorrendo pequena variação na amplitude da umidade relativa do ar, sendo estes valores de 6,11% para o tratamento 1 (fornalha), 7,43% para o tratamento 2 (campânulas) e de 6,25% para o tratamento 3 (tambor + campânulas). Na primeira semana os valores da variação entre umidade relativa do ar máxima e mínima foram de 13,05% para o tratamento 1 (fornalha), 13,07% para o tratamento 2 (campânulas) e de 12,55% para o tratamento 3 (tambor + campânulas).

Isto indica que, mesmo sob condições extremas de temperatura e umidade relativa do ar no ambiente externo e mesmo não alcançando valores ideais de conforto para as aves, os sistemas de aquecimento conseguiram manter certa estabilidade climática dentro das instalações. Isto indica também uma pequena parte de responsabilidade por parte dos funcionários que, pelo fato do ambiente externo estar hostil, se preocuparem mais com o conforto térmico das aves.

Pode-se observar pela FIGURA 17 que, para uma mesma temperatura do ar obtida pelos três sistemas de aquecimento, o tratamento com campânulas foi aquele no qual foi obtida maior umidade relativa do ar. Tal fato foi semelhante ao ocorrido na primeira semana de vida das aves.

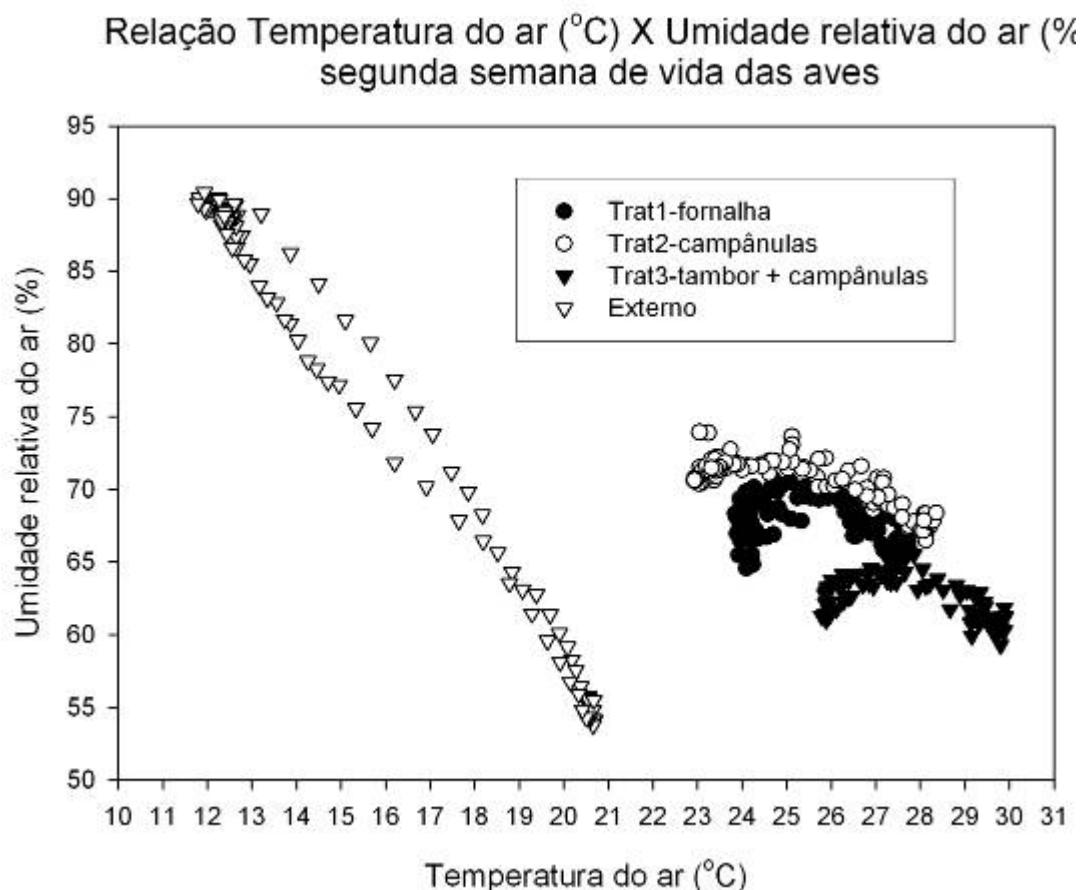


FIGURA 17. Relação entre os valores médios de temperatura do ar (oC) e umidade relativa do ar (%), em intervalos de 15 minutos, para a segunda semana de vida das aves, para cada um dos tratamentos (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânulas e ambiente externo), nos horários observados

4.2. Qualidade do ar

O resultado da análise de variância referente aos tratamentos (trat.1 – fornalha, trat.2 – campânulas e trat.3 – tambor + campânulas) e dos períodos observados (matutino e vespertino) com relação aos valores médios diários obtidos no interior das instalações para as variáveis amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), para as duas primeiras semanas de vida das aves se encontra na Tabela 2A do Apêndice.

Na Tabela 6 estão representados os valores médios de concentrações de NH₃, CO₂ e CO, em ppm, para a primeira e segunda semana de vida das aves, nos períodos matutino e vespertino, para os tratamentos em estudo: Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 – tambor + campânulas.

Tabela 6. Concentrações médias diárias de amônia [NH₃], referentes aos períodos (matutino e vespertino), nos tratamentos (trat.1 – fôrnalha, trat.2 – campânulas e trat.3 – tambor + campânulas), nas duas primeiras semanas de vida das aves

Período	Tratamentos	[NH ₃]		[CO ₂]		[CO]	
		Matutino	Vespertino	Matutino	Vespertino	Matutino	Vespertino
1ª semana de vida das aves	Trat1	3,3aB	2,9bB	1233,4C	1271,9C	2,5C	2,1C
	Trat2	5,2aA	5,1aA	2223,7A	2095,4A	22,8A	20,8A
	Trat3	3,3aB	3,1aB	1638,4B	1549,2B	10,5B	10,4B
2ª semana da vida das aves	Trat1	11,8aA	11,7aA	1772,5C	1700,6C	1,5B	1,1B
	Trat2	12,8aA	12,1aA	2669,4A	2642,1A	5,5A	5,2A
	Trat3	9,8aB	9,9aB	2232,2B	2189,8B	1,7B	1,9B

Valores médios seguidos de uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, para cada semana, não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

4.2.1. Concentração de amônia

Pode-se observar pela Tabela 6 e FIGURA 18 que, para a primeira semana de vida das aves, o aviário submetido ao tratamento 2 (campânulas) apresentou os maiores valores de concentrações de amônia no período da manhã e da tarde, diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos (Trat1 – fôrnalha; e Trat 3 – tambor + campânulas).

Os menores valores de concentração de amônia encontrados nos demais tratamentos podem ser devidos ao fato de que no tratamento 3 (tambor + campânulas), a menor umidade do ar pode ter influenciado na volatilização da amônia. Segundo (DOZIER, 2002), a umidade relativa do ar alta em conjunto com a temperatura do ar também alta e o pH da cama são os fatores ambientais mais importantes envolvidos na conversão do nitrogênio em amônia em instalações avícolas.

Outro fator relevante que deve ser levado em conta é o fato de que, neste tipo de sistema de aquecimento, há a necessidade de contínua presença dos tratadores encarregados pela alimentação de combustível (lenha) nos tambores, fazendo com que haja uma maior renovação do ar dos pinteiros. No tratamento 1 (fôrnalha), por ser um sistema que insufla ar quente continuamente dentro do galpão faz com que o ar se renove constantemente, encontrando com isso, valores baixos de concentrações de amônia. Entretanto, segundo ROSÁRIO (2004), é interessante criar condições de renovação de ar no interior dos galpões, mas não em detrimento do aquecimento dos pintainhos na fase inicial de criação.

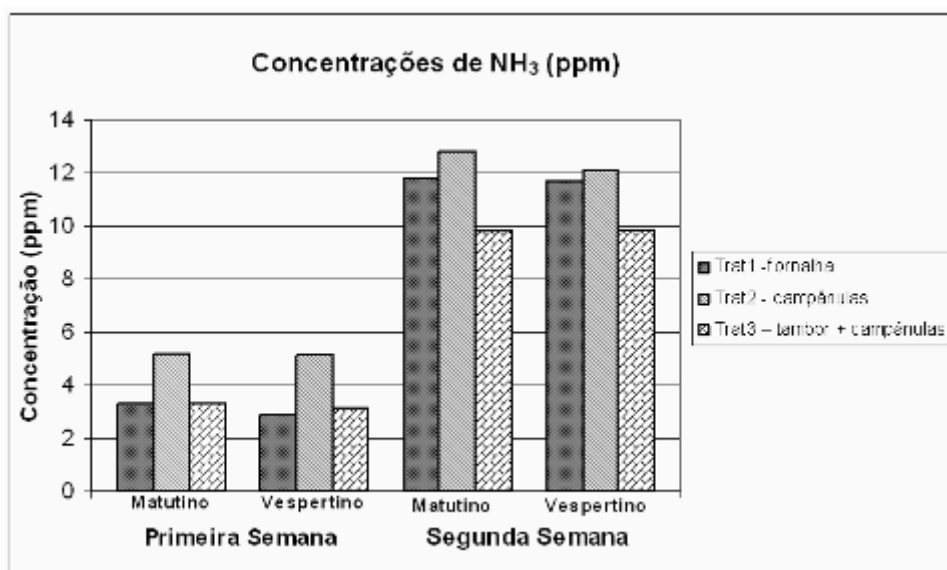


FIGURA 18. Concentrações médias diárias de amônia [NH₃], referentes aos períodos (matutino e vespertino), nas duas primeiras semanas de vida das aves

Pode-se notar que, na primeira semana de vida das aves, houve diferença ($P < 0,05$) nos valores de concentração de amônia durante os períodos de observação somente no tratamento 2 (fornalha) no qual o período matutino obteve maior valor de concentração de amônia em relação ao período vespertino, entretanto esta variação foi considerada baixa considerando-se os valores mínimos exigidos de concentração de amônia em instalações avícolas.

Observa-se pelos valores médios apresentados na Tabela 6, que na segunda semana de vida das aves ocorreram maiores valores de concentração de amônia em relação à primeira semana. A maior concentração de fezes e conseqüentemente de ácido úrico na cama, devido ao crescimento das aves, possibilitou com que houvesse maior quantidade de substrato para a volatilização da amônia. Na segunda semana de vida das aves, o tratamento 3 (tambor + campânulas) foi o que obteve os menores valores de concentração de amônia, nos períodos matutino e vespertino, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos. Isto pode ter ocorrido em razão do manejo de abertura de cortinas mais freqüentes, o que possibilitou maior renovação de ar e conseqüente redução na concentração de amônia.

Com base em limites aceitáveis para concentrações de amônia para aves de corte, que segundo REECE *et al.* (1980), WATHER (1998), LOTT, (2002) e MILES *et al.* (2002) é de 25ppm e para WHATES (1999) é de 20ppm para exposição contínua, todos os tratamentos, na primeira e segunda semana de vida das aves e em todos os períodos, apresentaram valores médios dentro dos limites recomendados. Quando os níveis médios de concentração de amônia ultrapassam o limiar de 25ppm, as aves de corte começam a sofrer quedas consideráveis de produção (MILES *et al.*, 2004).

Os baixos valores de concentração de amônia encontrado nos três tratamentos, para as duas semanas de vida das aves, se deve ao fato da cama de maravalha utilizada ser nova (cama de primeiro lote) e pela pequena quantidade de excretas emitidas pelos pintainhos na primeira e segunda semana de vida.

Estes resultados estiveram de acordo com ABREU & PAULO (2003), os quais afirmaram que a idade da cama tem fundamental importância em relação à emissão de amônia. Segundo estes autores, deve-se considerar o fato da cama, ao ser reutilizada em mais de um ciclo de produção, conduzir às maiores concentrações de amônia devido ao alto teor de nitrogênio das excretas contida nas camas. Altos níveis de amônia em galpões (60 a 100 ppm) foram observados por GONZÁLES & SALDANHA (2001), logo nos primeiros dias de criação do lote, quando se reutilizou a cama.

O tipo de cama, o sistema de manejo, a umidade, o pH e a temperatura influenciam a concentração e a emissão de amônia (GROOT KOERKAMP *et al.*, 1995; ELWINGER & SVENSSON, 1996). Da mesma forma, a distribuição da amônia no interior do galpão aviário depende do sistema de ventilação, sobretudo da circulação de ar, da manutenção e higienização dos bebedouros, da densidade do plantel e do comportamento do lote (MAGHIRANG *et al.*, 1991; WEAVER & MEIJERHOJ, 1991; KOCAMAN *et al.*, 2006).

4.2.2 Concentração de dióxido de carbono (CO₂)

Pode-se observar pela Tabela 6 e FIGURA 19 que, na primeira semana de vida das aves, houve diferença entre os tratamentos ($P < 0,05$), sendo que o tratamento 2 (campânulas) obteve os maiores valores de concentração de CO₂, seguido pelo tratamento 3 (tambor + campânulas) e tratamento 1 (campânulas), respectivamente, para todos os períodos (matutino e vespertino).

Os maiores valores de concentração de CO₂ encontrados no tratamento 2 (campânulas) deve-se, provavelmente, a queima incompleta do gás pelas campânulas, causada pela má conservação ou dimensionamento das mesmas e pela pouca renovação do ar dentro dos pinteiros. Como dito anteriormente, em instalações com sistema de aquecimento com campânulas a gás, existe uma menor preocupação por parte do tratador de verificação constante dos pinteiros, com isso os mesmos podem ter a circulação e renovação de ar prejudicada fazendo com que haja maior concentração de gases nocivos às aves.

Na primeira semana de vida das aves, o tratamento 3 (tambor + campânulas), apesar de ser um sistema de aquecimento com duas fontes de combustão (gás e lenha), propiciou valores médios de concentrações de CO₂ inferiores aos obtidos no tratamento 2 (campânulas) em ambos os períodos do dia (matutino e vespertino). O manejo requerido

pelo sistema de aquecimento de tambor, o qual se caracteriza por necessidade de maior frequência de alimentação, faz com que haja uma maior presença do granjeiro dentro da instalação, permitindo com isso, uma maior ventilação no interior do galpão, provocada pela abertura dos pinteiros no momento do adentramento dos funcionários. O tratamento 1 (fornalha), apesar de ser um sistema de aquecimento indireto, apresentou concentrações de CO₂ consideráveis. A concentração de CO₂ mensurada dentro deste pinteiro é devida, principalmente, ao resultado da respiração das aves. Também não se pode desconsiderar a contaminação do ar quente que entra no pinteiro por algum vazamento na câmara de combustão da fornalha.

Na segunda semana de vida das aves, o tratamento 2 (campânulas) propiciou os maiores valores de concentrações de CO₂ nos períodos matutino e vespertino, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos. O tratamento 1 (fornalha) foi o que propiciou os menores valores de concentração de CO₂, seguindo a mesma tendência observada na primeira semana de vida das aves.

Pode-se observar pelos valores médios apresentados na Tabela 6, na segunda semana de vida das aves, a concentração de CO₂ em todos os tratamentos foi superior a da primeira semana. O frio mais intenso na segunda semana de vida das aves fez com que se consumisse maior quantidade de combustível para alimentar todos os sistemas de aquecimento causando, com isso, maior liberação de CO₂ no ambiente interno dos pinteiros, além do CO₂ resultante da respiração dos pintainhos, que na segunda semana de vida é superior devido ao crescimento dos mesmos. O aumento da liberação de CO₂ da respiração também está relacionado à produção de calor das aves. Quanto mais frio o ambiente no qual a ave está inserida, maior a produção de calor da ave e consequentemente maior a liberação de CO₂. Segundo ALBRIGHT (1990) a quantidade de CO₂ produzida é proporcional a produção de calor do animal (1 litro de CO₂ para cada 24,6 kJ do total de calor produzido). Isso corresponde aproximadamente a 1,5 litros/hora/kg de animal (LE MÉNEC, 1987).

De acordo com os valores críticos médios de concentrações de CO₂ para aves de corte de 3.000ppm (WATHES, 1999; NADER, 2002 e COBB, 2004) e de 3.900ppm para seres humanos (NIOSH, 2004), nenhum dos tratamentos avaliados atingiu valores que se caracterizam como prejudiciais às aves nas duas primeiras semanas de vida das aves, nos períodos matutino e vespertino.

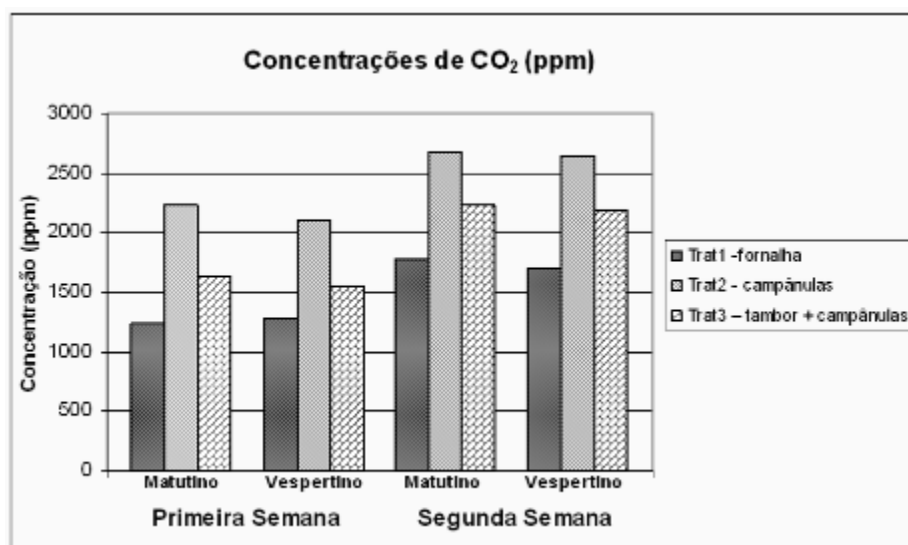


FIGURA 19. Valores médios diários das concentrações de dióxido de carbono (CO₂), referentes aos períodos (matutino e vespertino), nas duas primeiras semanas de vida das aves

4.2.3 Monóxido de carbono (CO)

Os valores médios de concentração de monóxido de carbono para as duas primeiras semanas de vida das aves, nos diferentes tratamentos e nos diferentes períodos (matutino e vespertino) podem ser visualizados na Tabela 6 e FIGURA 20. Pode-se notar que os maiores valores de concentração de CO, para a primeira semana de vida das aves, nos períodos matutinos e vespertino, foram observados no tratamento 2 (campânulas), diferindo estatisticamente ($P < 0,05$) dos demais tratamentos.

Na segunda semana de vida das aves, o tratamento 2 (campânulas) propiciou os maiores valores de concentração de CO, no período matutino e vespertino, em relação aos demais tratamentos. Os tratamentos 1 (fornalha) e 3 (tambor + campânulas) apresentaram os menores valores, não diferindo ($P > 0,05$) entre si.

A presença de monóxido de carbono (CO), que é um gás resultante da combustão incompleta de um combustível, demonstrou que o tratamento 2 (campânulas) apresentou falhas no ajuste, regulagem e manejo das campânulas, juntamente com ventilação inapropriada do pinteiro.

Segundo CIGR (1984) e WATHES (1999), o limite de 10 ppm para monóxido de carbono é o valor máximo para exposição contínua dos animais nas instalações. Com isso, na primeira semana de vida das aves, o tratamento 2 (campânulas) ultrapassou esse limite em mais que o dobro do valor aceitável seguida do tratamento 3 (tambor + campânulas) que também ultrapassou o valor máximo recomendado.

Concentrações prejudiciais apenas ocorrem quando sistemas de aquecimento são utilizados onde o combustível é queimado dentro da instalação, e quando esta não é pré-aquecida. Neste caso a produção de calor é ajustada para sua máxima capacidade e a taxa de ventilação é reduzida para se manter a temperatura alta. Segundo (ABREU 1998), o pré-aquecimento da instalação avícola 24 horas antes é essencial para se afastar problemas com altas concentrações de CO.

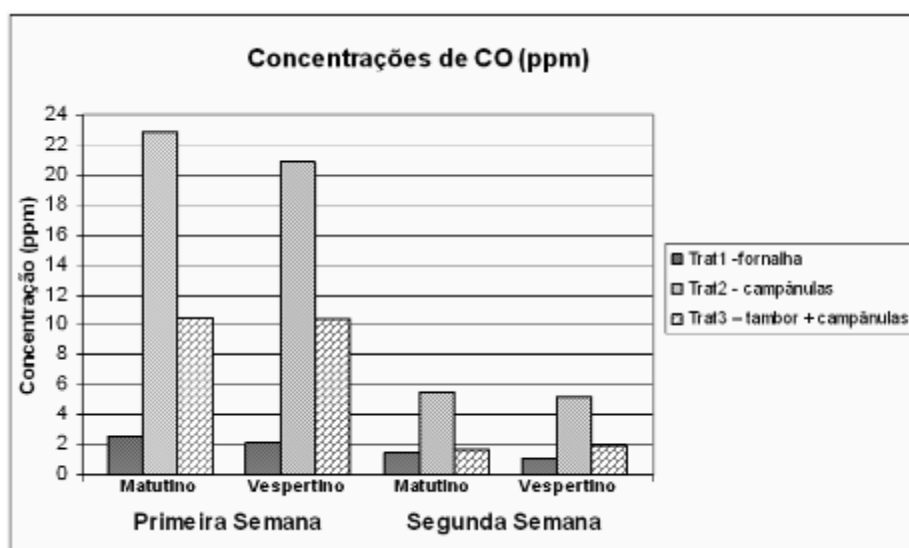


FIGURA 20. Valores médios diários das concentrações de monóxido de carbono (CO), referentes aos períodos (matutino e vespertino), nas duas primeiras semanas de vida das aves

Pode-se notar, pela Tabela 6, que os maiores valores de concentração de CO na primeira e segunda de vida das aves foi observado no trat2 (campânulas). Isto deveu-se provavelmente a queima incompleta do gás combustível, caracterizado por campânulas desreguladas, resultando com isso valores acima dos tolerados para as aves de corte. O tratamento 1 (fornalha) foi o que obteve os menores valores de concentração de CO por ser um sistema caracterizado pelo aquecimento indireto do ar, isto é, o ar quente insuflado para dentro do galpão não advém dos gases resultantes da combustão.

4.3 Desempenho animal

Na Tabela 3A do Apêndice, encontram-se os resultados das análises de variâncias referentes aos efeitos dos tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 – tambor + campânulas), das semanas de observação e da interação semana x tratamento,

para as variáveis Consumo de ração (kg/ave), Ganho de peso (kg/ave), Conversão alimentar, Taxa de mortalidade (%) e Consumo de água (l/ave), para as 4 primeiras semanas de vida das aves. Verifica-se que houve diferença significativa ($P<0,01$) para o consumo de ração entre os tratamentos, semanas de observação e interação semana x tratamentos.

Houve diferença para ganho de peso e para conversão alimentar ($P<0,01$) entre os tratamentos, nas semanas de vida das aves e na interação semana x tratamento ($P<0,05$). Para a mortalidade houve diferença ($P<0,05$) entre os tratamentos e ($P<0,01$) para as semanas de vida das aves e para a interação semana x tratamento. Houve diferença significativa ($P<0,05$) para consumo de água entre os tratamentos e nas semanas de vida das aves e ($P<0,05$) na interação semana x tratamentos.

Na Tabela 7 estão apresentados os valores médios de consumo de ração (kg/ave), ganho de peso, conversão alimentar (kg de ração/kg de ganho de peso da ave) e eficiência produtiva, para os diferentes tratamentos (trat1 – fornalha, trat2 – campânulas e trat3 – tambor + campânulas), para as 4 semanas de vida das aves.

Tabela 7. Valores médios do Peso Vivo (kg), Consumo de Ração (kg/ave), Ganho de peso (kg/ave) e Conversão alimentar (kg de ração/kg de ganho de peso da ave), em relação às 4 primeiras semanas de vida das aves, nos diferentes tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 – campânulas e Trat3 – tambor + campânulas)

Semanas de vida das aves	Consumo de Ração			Ganho de Peso			Conversão Alimentar			Eficiência Produtiva		
	Tratamentos			Tratamentos			Tratamentos			Tratamentos		
	Trat1	Trat2	Trat3	Trat1	Trat2	Trat3	Trat1	Trat2	Trat3	Trat1	Trat2	Trat3
1	0,196a	0,190a	0,185a	0,111a	0,112a	0,116a	1,77a	1,70ab	1,60b	447c	468b	499a
2	0,553a	0,535b	0,536b	0,233b	0,234b	0,255a	2,37a	2,28a	2,10b	238b	248b	278a
3	0,663b	0,681a	0,659b	0,380b	0,405a	0,394ab	1,75a	1,68a	1,69a	318b	339a	341a
4	0,707a	0,715a	0,670b	0,440ab	0,431b	0,452a	1,61b	1,66a	1,48b	355b	348b	400a
28 dias	2,119	2,121	2,050	1,164	1,182	1,217	1,82	1,79	1,68	298b	311b	338a

Valores médios seguidos de uma mesma letra minúscula na linha, para cada semana, não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

Pode-se verificar pela Tabela 7 que, na primeira semana de vida das aves, não houve diferença significativa ($P>0,05$) para consumo de ração (kg/ave) entre os tratamentos apesar do trat3 (tambor + campânulas) apresentar os menores valores absolutos, seguido pelo trat2 (campânulas) e trat1 (fornalha). Na primeira semana de vida das aves, os tratamentos 1 e 2 não conseguiram aquecer os pintainhos adequadamente, mantendo-os sempre abaixo da zona de conforto térmico. O tratamento 3 (tambor + campânulas) foi o único tratamento que possibilitou temperaturas adequadas ao bem-estar das aves, apesar que em pequeno período de tempo (13:00 – 14:30h).

Diversos estudos têm demonstrado que o consumo de ração pelas aves está intimamente relacionado com as condições térmicas do ambiente. Esses trabalhos demonstram que a ingestão de alimentos diminui à medida que a temperatura ambiente se eleva (ABREU *et al.*, 2000; LANA *et al.* 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2006, FARIA FILHO *et al.*, 2006).

FURLAN *et al.* (2006), em experimento com pintainhos na primeira semana observou que pintainhos criados em temperaturas muito abaixo da zona de conforto (20°C) tiveram consumo de ração menor do que os animais criados em temperaturas de conforto (35°C). Salienta-se também que este efeito foi mais acentuado a partir do 3º dia de idade das aves. Considerando que até o 3º dia de vida, os pintainhos têm reserva contidas no saco vitelino, os efeitos da temperatura sobre o consumo de ração é mais evidentes a partir do 4º dia de vida.

Na segunda semana de vida, as aves mantidas no tratamento 1 (fornalha) apresentaram os maiores valores médios de consumo de ração, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Em nenhum momento da segunda semana de vida das aves, o tratamento 1 (fornalha) conseguiu manter as aves na faixa de temperatura de conforto. Os tratamentos 2 (campânulas) e 3 (tambor + campânulas) conseguiram manter, em determinados períodos do dia a temperatura na faixa de conforto das aves. Tal fato provavelmente explique os motivos pelos quais os valores para consumo de ração entre estes tratamentos não diferirem estatisticamente entre si.

As aves na terceira semana de vida, as aves mantidas no tratamento 2 (campânulas), tiveram maior consumo de ração, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Os menores valores de consumo de ração foram apresentados pelas aves no tratamento 1 (fornalha) e 2 (tambor + campânulas). Vale ressaltar que a partir da terceira semana, os sistemas de aquecimento não foram utilizados. Na quarta semana, as aves mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentaram os menores valores de consumo de ração, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos.

No final de 28 dias as aves mantidas no tratamento 3 apresentaram menor consumo total de ração.

Em relação ao ganho de peso, pode-se observar pelos dados apresentados na Tabela 7, que, na primeira semana de vida das aves, não houve diferença significativa entre os tratamentos, para os valores médios de ganho de peso. Tal fato está relacionado ao fato do consumo de ração pelas aves na primeira semana não apresentar diferença entre os tratamentos. Segundo SUK & WASHBUR (1995), LANA *et al.*, (2000) e OLIVEIRA *et al.* (2006), o ganho de peso pelas aves é influenciado negativamente pela temperatura ambiente. Moraes (2002), em experimento com pintainhos na primeira semana de vida, demonstrou que o estresse por frio (20°C) reduziu o peso vivo das aves.

Para a segunda semana de vida, as aves mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) tiveram maior ganho de peso, diferindo estatisticamente ($P<0,05$) dos demais tratamentos. Tal fato se deve ao melhor acondicionamento térmico proporcionado, por este sistema de aquecimento, às aves.

Na terceira semana, as aves mantidas no tratamento 1 (fornalha) apresentaram os menores valores de ganho de peso em relação ao tratamento 2 (campânulas), diferindo estatisticamente entre si. Os menores valores de ganho de peso no tratamento 1 (fornalha) esteve relacionado à um menor consumo de ração pelas aves no mesmo período. Na quarta semana de vida das aves, o tratamento 3 (tambor + campânulas) proporcionou às aves um maior ganho de peso, diferindo ($P<0,05$) do tratamento 2 (campânulas).

As aves mantidas no tratamento 3, ao final dos 28 dias de criação, apresentaram maior ganho de peso total em relação aos demais tratamentos.

Para conversão alimentar, pode-se observar pela Tabela 7 que, na primeira semana de vida, as aves mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas), apresentaram os melhores valores de conversão alimentar em comparação ao tratamento 1 (fornalha), havendo diferença estatística entre si. A melhor conversão alimentar das aves, verificada no tratamento 3 (tambor + campânulas), está relacionado ao melhor conforto térmico ambiental proporcionado por este sistema de aquecimento às aves em relação aos demais tratamentos. Aves mantidas em ambientes frios aumentam o consumo de ração, mas isto, necessariamente, não reflete em maior ganho de peso, uma vez que tendem a gastar maior parte da energia ingerida nas dietas alimentares na produção de calor. DEATON *et al.* (1996) observaram redução no peso vivo e aumento na conversão alimentar em pintainhos alojados em baixas temperaturas.

Na segunda semana de vida das aves, as aves mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) obtiveram melhores valores de conversão alimentar, diferindo ($P<0,05$) dos demais tratamentos. A melhor eficiência alimentar das aves mantidas nesse tratamento deve-se ao melhor acondicionamento térmico proporcionado por este tipo de sistema de aquecimento, sendo que, na segunda semana de vida das aves, estas apresentaram um baixo consumo de ração obtendo com isso um maior ganho de peso.

Na terceira semana de vida das aves, com a paralisação do uso dos sistemas de aquecimento, as aves, em todos os tratamentos, apresentaram valores de conversão alimentar semelhantes, não havendo diferença estatística entre os tratamentos.

As aves, na quarta semana de vida, mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentaram os melhores valores de conversão alimentar em relação ao tratamento 2 (campânulas), diferindo estatisticamente entre si.

As aves mantidas no tratamento 3, ao final dos 28 dias de criação, apresentaram melhor conversão alimentar médio em relação aos demais tratamentos. Esses resultados

ressaltam a influência dos sistema de aquecimento nas duas primeiras fases de vida das aves.

Em relação à eficiência produtiva, pode-se observar pelos dados apresentados na Tabela 7, que, na primeira e segunda semana de vida, as aves mantidas no tratamento 3 apresentaram os melhores resultados.

Na terceira semana de vida, as aves mantidas no tratamento 1 apresentaram os piores resultados de eficiência produtiva. Na quarta semana de vida as aves no tratamento 3 apresentam os melhores resultados.

Ao final dos 28 dias, as aves mantidas no tratamento 3 apresentaram os melhores resultados médios de eficiência produtiva. Tal fato ressalta a importância das aves serem mantidas em condições de conforto térmico nas duas primeiras semanas de vida, sendo essas fases de vida fundamentais para um bom desempenho final do lote.

Na Tabela 8 pode-se observar os valores médio de mortalidade (%) e de consumo de água (l/ave), para as quatro primeiras semanas de vida das aves, nos diferentes tratamentos (trat.1 – fornalha, trat.2 – campânulas e trat.3 – tambor + campânulas).

Tabela 8. Valores médios da Mortalidade (%) e Consumo de Água (l/ave), em relação às quatro primeiras semanas de vida das aves, nos diferentes tratamentos (trat.1 – fornalha, trat.2 – campânulas e trat.3 – tambor + campânulas)

Semanas de vida das aves	Mortalidade (%)			Consumo de Água		
	Tratamentos			Tratamentos		
	Fornalha	Campânulas	Tambor + campânulas	Fornalha	Campânulas	Tambor + campânulas
1	1,29a	0,81b	1,13a	0,021a	0,017a	0,032a
2	0,29a	0,31a	0,32a	0,085a	0,059b	0,102a
3	0,39a	0,33a	0,30a	0,148a	0,121b	0,170a
4	0,87a	0,61ab	0,53b	0,1901a	0,176ab	0,159b
28 dias	2,84	2,06	2,28	0,444	0,373	0,463

Valores médios seguidos de uma mesma letra minúscula na linha, para cada semana, não apresentaram diferença estatística a 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

Observa-se pela Tabela 8 que, na primeira semana de vida das aves, as aves mantidas no tratamento 2 apresentaram menores valores percentuais de mortalidade diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As maiores taxas de mortalidade nos tratamentos 1 (fornalha) e 3 (tambor + campânulas) parecem não terem sido influenciados pelas faixas de temperaturas.

Na segunda semana e terceira semana de vida das aves, não se observou diferença estatística entre os tratamentos.

Uma mortalidade de até 3% em frangos de corte pode ser considerada normal, mas deve ser um sinal de alerta quando ultrapassar estes valores (ENGLERT, 1998).

O consumo de água pelas aves na primeira semana de vida não foi influenciado pelos diferentes sistemas de aquecimento. As aves, sob estresse de frio, tendem a ingerir uma menor quantidade de água, entretanto, o menor consumo de água tem efeito direto no consumo de ração (ÁVILA, 2006).

Na segunda semana de vida, as aves mantidas no tratamento 1 (fornalha) ingeriram menor quantidade de água, diferindo ($P < 0,05$) dos demais tratamentos. A baixa temperatura e, conseqüentemente, o pior acondicionamento térmico das aves, fizeram com que houvesse redução do consumo de água por parte das aves.

Na terceira semana de vida, as aves mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) ingeriram maior quantidade de água em relação aos demais tratamentos. Segundo CONY & ZOCHE (2004), ambientes mais aquecidos induzem a maior ingestão de água, pois a água tem papel fundamental nos mecanismos refrigeradores (perda calórica), envolvidos na termorregulação do frango.

Na quarta semana de vida das aves, observa-se um menor consumo de água no tratamento 3 (tambor + campânulas). O menor consumo de ração observado neste período pode ter sido influenciado pelo baixo consumo de água.

4.4. Comportamento animal

4.4.1 Frequência de ocorrência das faixas de bem-estar térmico

Através das Tabelas 9 e 10 pode-se observar a frequência de ocorrência, em porcentagem, de valores de ITGU para a caracterização do ambiente térmico nas faixas de bem-estar térmico e nas diversas condições de estresse por frio e calor para as duas primeiras semanas de vida das aves.

Pode-se notar que, para a primeira semana, as aves no tratamento 1 (fornalha) estiveram 79,0% dos horários observados em condições de estresse por frio, sendo a maior ocorrência (35%) na condição II de frio (ITGU de 73,0 - 74,9). Somente 21,0% de todo o período de alojamento, no tratamento 1 (fornalha) as aves estiveram em condição de conforto térmico. Estes resultados são preocupantes pois, por ser tratar de um sistema de aquecimento onde se injeta ar quente uniformemente dentro do galpão, as aves não possuem áreas de refúgio, como ocorre no tratamento 2 (campânulas), onde as aves podem contar com o círculo de influência das campânulas (aquecimento localizado).

Está alta incidência de períodos em condições de frio encontradas no Trat1 (fornalha) tiveram resultado negativo sobre o desempenho animal, com maior consumo de ração e menor ganho de peso, obtendo com isso uma pior conversão alimentar e menor peso vivo. De acordo com LANA (2000), FURTADO (2005) e OLIVEIRA (2006) temperaturas ambientais baixas influenciam negativamente o ganho de peso das aves.

No tratamento 2 (campânula a gás) as aves estiveram 68,0% de todo período de alojamento em condições de estresse por frio na primeira semana de vida, sendo que o percentual de ocorrência das condições de frio foi inferior ao percentual de ocorrência verificado no tratamento 1 (fornalha). A maior ocorrência se deu na condição II de estresse por frio (ITGU de 73,0 a 74,9).

Já no tratamento 3 (tambor + campânulas) a ocorrência de período de desconforto térmico por frio foi bem inferior aos demais tratamentos, sendo esta taxa de 31%. Estes valores resultaram em menor consumo de ração e maior ganho de peso, apresentando com isso melhor conversão alimentar e maior peso vivo em relação aos demais tratamentos (Trat1 – Fornalha e Trat2 – Campânulas).

Tabela 9. Frequência de ocorrência de valores de ITGU para caracterização de zonas de conforto e zonas de estresse por frio e calor, por categoria de severidade térmica (discreto, moderado e severo), para a primeira semana de vida das aves, nos tratamentos avaliados (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

ITGU primeira semana de vida das aves			Trat 1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 -tambor + campânulas
Condição III	Severo estresse por frio	< 73,0	18 %	15 %	0 %
Condição II	Moderado estresse por frio	73,0 - 74,9	35 %	33 %	0 %
Condição I	Discreto estresse por frio	75,0 - 76,9	26 %	20 %	31 %
	Conforto Térmico	77 - 81,6	21 %	32 %	69 %
Condição I	Discreto estresse por calor	81,7 - 83,6	0 %	0 %	0 %
Condição II	Moderado estresse por calor	83,7 - 85,6	0 %	0 %	0 %
Condição III	Severo estresse por calor	>85,7	0 %	0 %	0 %

Na segunda semana de vida dos animais pode-se observar que as aves mantidas nos tratamentos estudados (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula) estiveram em melhores condições de bem estar térmico em relação à primeira semana, sendo que a ocorrência de condições de desconforto por frio foi de 60% para o tratamento 1 (fornalha), 56% para o tratamento 2 (campânulas) e 36% para o tratamento 3 (tambor + campânulas).

Pode-se notar que o tratamento 1 (fornalha) possibilitou maior ocorrência de período de conforto térmico (20%) em relação aos demais tratamentos (Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula) para a segunda semana de vida das aves. Segundo OLIVEIRA

(2006), a faixa de ITGU indicativa de conforto térmico para aves de corte nesta idade está compreendida entre 75,2 a 76,3. Entretanto, o tratamento 3 (tambor + campânulas) possibilitou maior ocorrência de períodos de condições por estresse por calor (46%) em relação aos demais tratamentos.

Apesar do tratamento 1 (fornalha) apresentar maior ocorrência de período de conforto térmico, isto não foi suficiente para melhorar os resultados de desempenho produtivo das aves. As aves mantidas nos tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas) apresentaram valores inferiores de peso vivo e ganho de peso e pior conversão alimentar em relação ao tratamento 3 (tambor + campânulas). Estes resultados indicam que, apesar das faixas de conforto térmico encontrados serem representativas, os tratamentos 1 (fornalha) e 2 (campânulas) ainda apresentaram longos períodos de ocorrência de faixas de valores de estresse por frio (60% e 56%, respectivamente) em relação ao tratamento 3 (tambor + campânulas) cuja ocorrência de estresse por frio foi de 36%.

O tratamento 3 (tambor + campânulas) mesmo apresentando maior ocorrência de faixas de valores por estresse por calor, obteve os melhores resultados de desempenho produtivos em relação aos demais tratamentos. Estes resultados indicam que o estresse por frio ainda é o grande limitante na produção de aves de corte nas primeiras semanas de vida.

As visualizações gráficas das frequências de ocorrência, em porcentagem, de valores de ITGU para a caracterização do ambiente térmico para as duas primeiras semanas de vida das aves encontram-se nas FIGURAS 21 e 22.

Tabela 10. Frequência de ocorrência de valores de ITGU para caracterização de zonas de conforto e zonas de estresse por frio e calor, por categoria de severidade térmica (discreto, moderado e severo), para a segunda semana de vida das aves, nos tratamentos avaliados (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

ITGU segunda semana de vida das aves			Trat 1 fornalha	Trat2 campânulas	Trat3 -tambor + campânulas
Condição III	Severo estresse por frio	< 71,2	0 %	0 %	0 %
Condição II	Moderado estresse por frio	71,2 - 73,1	37 %	33 %	0 %
Condição I	Discreto estresse por frio	73,2 - 75,1	23 %	23 %	36 %
	Conforto Térmico	75,2 - 76,3	20 %	10 %	18 %
Condição I	Discreto estresse por calor	76,4 - 78,3	20 %	27 %	17 %
Condição II	Moderado estresse por calor	78,4 - 80,3	0 %	7 %	29 %
Condição III	Severo estresse por calor	>80,3	0 %	0 %	0 %

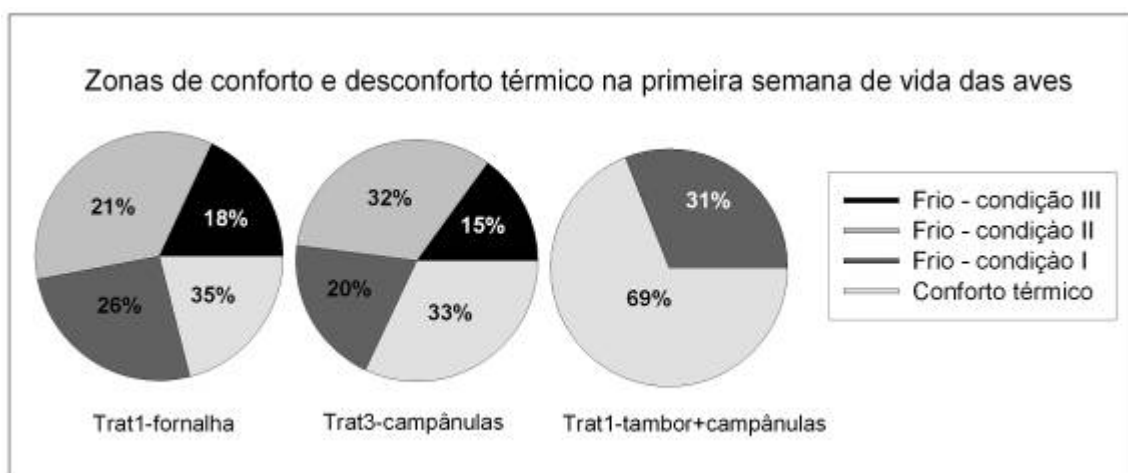


FIGURA 21. Visualização gráfica da freqüência de ocorrência de valores de ITGU, em porcentagem, obtidas para caracterização da zona de bem-estar térmico ambiental e das diversas condições de estresse por frio, na primeira semana de vida das aves, para os diferentes tratamentos estudados (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

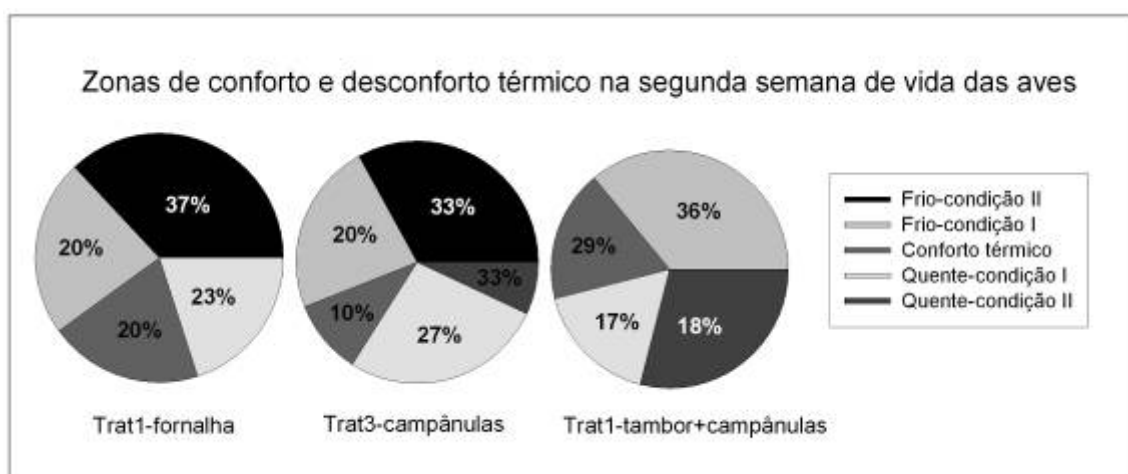


FIGURA 22. Visualização gráfica da freqüência de ocorrência de valores de ITGU, em porcentagem, obtidas para caracterização da zona de bem-estar térmico ambiental e das diversas condições de estresse por frio e por calor, na segunda semana de vida das aves, para os tratamentos estudados (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

4.4.2 Análise do comportamento animal

Pode-se notar pelos resultados apresentados anteriormente que manter a temperatura em um galpão avícola numa faixa de conforto térmico constante, é difícil para condições de campo. Este fato é recorrente na grande maioria das propriedades comerciais e é devido a vários fatores, entre os quais pode-se citar o mal dimensionamento dos equipamentos de aquecimento, tipos e condições das instalações, erros de manejo por parte dos funcionários, entre outros. Os funcionários contam somente com termômetros instalados em locais às vezes inapropriados e, por esta razão, sua leitura nem sempre condiz com a real situação de bem estar das aves. Outro fator do qual não podemos negar, mas que ocorre frequentemente, é a interpretação equivocada das expressões comportamentais dos animais e até mesmo conclusões resultantes de sensações exclusivamente humanas e que não condiz com a verdadeira situação comportamental das aves.

Por estas razões, torna-se interessante estabelecerem-se comparativos que viabilizem correto entendimento entre comportamento, ambiente térmico e bem-estar animal.

4.4.2.1 – Caracterização da expressão comportamental das aves para as diversas faixas de bem-estar térmico

4.4.2.1.1 Conforto térmico

Na FIGURA 23 estão apresentadas as imagens representativas da condição de conforto térmico para a primeira e segunda semanas de vida das aves, nos tratamentos (Tra1 – fôrnalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

As aves na primeira semana de vida possuem o comportamento natural de se agruparem, independentemente do estado térmico do ambiente no entanto esse agrupamento se acentua em condições de estresse por frio. Este comportamento ameniza a perda de calor sensível (radiação convecção e condução) fazendo com que as aves mantenham sua homeostase, mas resulta em menor ida aos comedouros e bebedouros fazendo com que tenham perdas produtivas relevantes de acordo com o grau de estresse térmico. Segundo JONES & ROPER (1997), os pintainhos são atraídos pelos companheiros, por objetos, por desenhos e por odores familiares e que estas presenças podem reduzir o sentimento de medo nos pintainhos.

Pode-se notar pela FIGURA 23 que, no tratamento 1 (fôrnalha), sob a mesma faixa de ITGU para conforto térmico, as aves na primeira semana de vida tiveram grau de agrupamento maior que aquelas verificadas nos demais tratamentos, ou seja, no tratamento

2 (campânulas) e tratamento 3 (tambor + campânula) as aves estiveram mais dispersas ao longo de toda a área do pinteiro. O sistema de aquecimento por fornalha, por ser caracterizar um sistema onde ocorre grande transferência de calor, principalmente por convecção e condução para todo o ambiente, as aves precisam se agrupar mais para buscar a temperatura de conforto do que aquelas sob aquecimento localizado (campânulas) ou tambores.

Nota-se que, para todos os tratamentos (trat1 – fornalha, trat2 – campânulas e trat3 – tambor + campânulas) que, para a condição de conforto térmico, as aves na primeira semana de vida se apresentam dispersas, com boa presença no comedouro e bebedouro, sendo estes comportamentos indicativos de bem-estar.

Na segunda semana de vida das aves o pinteiro foi expandido acompanhando o desenvolvimento dos animais. Nota-se, pelas FIGURAS 23b, 23c e 23f que as existe uma forte predominância das aves nos comedouros, não observando a mesma dispersão das aves em áreas intermediárias como apresentado na primeira semana. Isto se deve provavelmente ao fato das aves na primeira semana de vida apresentar período inicial de exploração do meio em que se encontram e com o passar do tempo se habitua aos estímulos do ambiente de criação (NEWBERRY 1999).

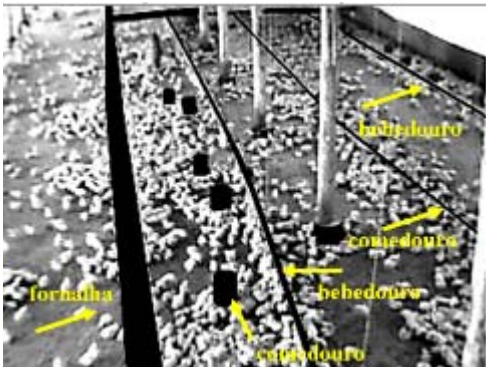
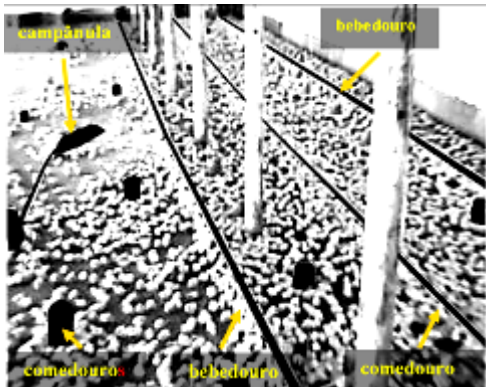
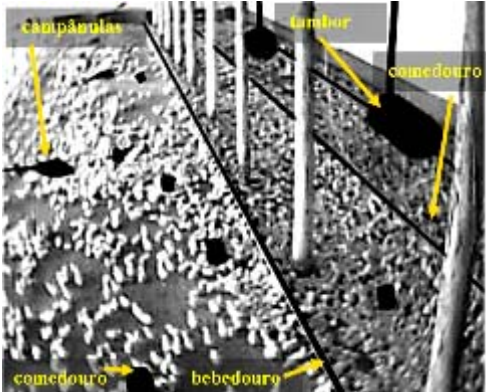
Comportamentos Padrões Observados Na Condição de Conforto Térmico	
Primeira Semana de Vida (ITGU = 77 - 81,6)	Segunda Semana de Vida (ITGU = 75,2 - 76,3)
Trat 1 fornalha  (a)	 (b)
Trat2 campânulas  (c)	 (d)
Trat3 - tambor + campânulas  (e)	 (f)

FIGURA 23. Comportamentos padrões verificados na condição de conforto térmico para a primeira semana (ITGU = 77 - 81,6) e segunda semana (ITGU = 75,2 - 76,3) de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Apesar das aves de corte gastarem entre 60 a 80% do tempo descansando, conforme já mencionado por WEEKS *et al.* (2000); CORNETO & ESTEVEZ (2001) e BIZERAY (2003), observou-se através deste estudo que as aves no período em que não estão comendo e bebendo preferem ficar nos arredores dos comedouros e bebedouros.

4.4.2.1.2 Estresse por frio

a) Discreto estresse por frio (ITGU de 75,0 a 76,9)

Na FIGURA 24 estão apresentadas as imagens representativas da condição de estresse por frio para a primeira (Condição I – ITGU = 75,0 - 76,9) e segunda semana (Condição I – ITGU = 73,2 - 75,1) semana de vida das aves, nos tratamentos (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Nota-se pelas FIGURAS 24a, 24b e 24c que, as aves na primeira semana de vida mantidas no tratamento 1 (fornalha), tratamento 2 (campânulas) e tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentam maior agrupamento e menor dispersão se comparado às condições de conforto térmico e também apresentam menor frequência de ocorrência nos bebedouros. Estes resultados sugerem que a faixa de ITGU de 75,0 a 76,9 indica moderado estresse por frio.

Entretanto, se comparados os diferentes tratamentos na mesma condição de estresse por frio, as aves na primeira semana de vida mantidas no tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentaram maior dispersão e menor agrupamento em relação aos tratamentos 1 (fornalha) e tratamento 2 (campânulas). Estes resultados indicam haver uma diferenciação das faixas de valores de ITGU crítico inferior e superior para estresse por frio para os diferentes sistemas de aquecimento.

Na segunda semana de vida, as aves do tratamento 1 (fornalha), tratamento 2 (campânulas) e tratamento 3 (tambor + campânulas) apresentaram maior agrupamento em relação à condição de conforto térmico.

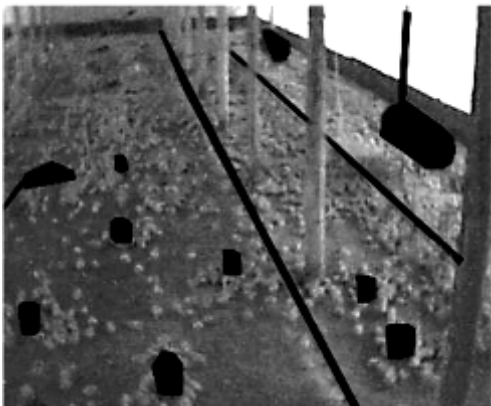
Comportamentos Padrões Observados no Frio	
Primeira Semana de Vida (Condição I – ITGU = 75,0 - 76,9)	Segunda Semana de Vida (Condição I – ITGU = 73,2 - 75,1)
Trat 1 fornalha  (a)	 (b)
Trat2 campânulas  (c)	 (d)
Trat3 - tambor + campânulas  (e)	 (f)

FIGURA 24. Comportamentos padrões verificados na condição de frio para a primeira semana (Condição I – ITGU = 75,0 - 76,9) e segunda semana (Condição I – ITGU = 73,2 - 75,1) de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânulas).

b) Moderado estresse por frio (ITGU de 75 a 74,9)

Na FIGURA 25 estão apresentados os comportamentos padrões verificados na condição de frio para a primeira semana (Condição II – ITGU = 73,0 - 74,9) e segunda semana (Condição II – ITGU = 71,2 - 73,1) de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Pode-se verificar, nas FIGURAS 25a, 25b, 25c e 25d que as aves mantidas no tratamento 1 (fornalha) e tratamento 2 (campânulas) apresentaram conjuntos de agrupamentos com grande quantidade de pintainhos. Apesar de estarem em condições de estresse por frio, as aves apresentaram certa frequência de ocorrência nos bebedouros e comedouros. Isto indica que, apesar de ser uma faixa de ITGU que caracteriza frio, esta faixa ainda permite com que os pintainhos ainda consumam alimentos e água, não estando ainda na fase crítica de frio intenso.

Nota-se um diferencial de comportamento relevante das aves nesta condição de frio em relação à condição de conforto térmico.

Não foi observado horários que representassem condição de moderado estresse por frio na faixa de ITGU de 73,0 a 74,9 para a primeira semana e de ITGU de 71,2 a 73,1 para a segunda semana de vida das aves no tratamento 3 (tambor + campânulas) nos horários de observação e, por esta razão, as figuras relativas a este tratamento não foram apresentadas.

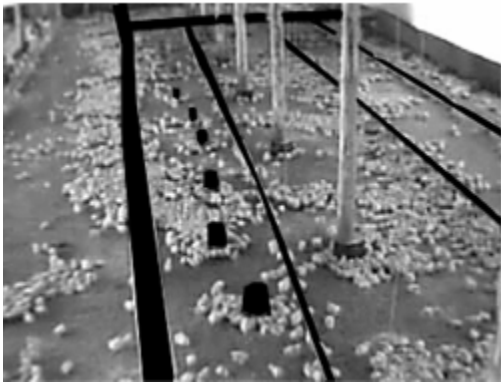
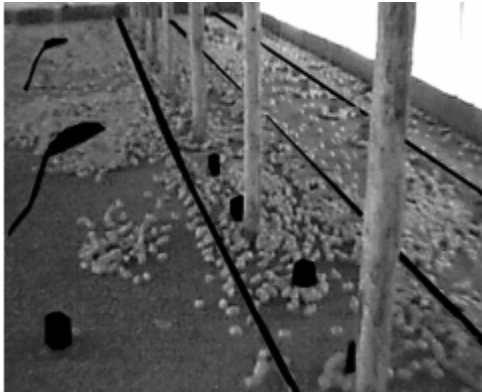
Comportamentos Padrões Observados no Frio			
Primeira Semana de Vida (Condição II – ITGU = 73,0 - 74,9)		Segunda Semana de Vida (Condição II – ITGU = 71,2 - 73,1)	
Trat 1 fornalha			
	(a)		(b)
Trat2 campânulas			
	(c)		(d)

FIGURA 25. Comportamentos padrões verificados na condição de frio para a primeira semana (Condição II – ITGU = 73,0 - 74,9) e segunda semana (Condição II – ITGU = 71,2 - 73,1) de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha e Trat2 – campânulas)

b) Forte estresse por frio (ITGU de 73 a 74,9)

Na FIGURA 26 estão apresentadas as imagens que caracterizam os comportamentos padrões verificados na condição de frio (Condição III – ITGU = 73,0 - 74,9) para a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha e Trat2 – campânulas).

Nota-se pelas FIGURAS 26a e 26b, que os pintainhos na primeira semana de vida estão altamente agrupados em números pequenos de blocos, mas com enorme quantidade de pintainhos em cada bloco de agrupamento. A presença de aves em áreas intermediárias é mínima e os agrupamentos se dão em torno dos bebedouros e comedouros.

Através das imagens analisadas pode-se sugerir que a faixa de ITGU de < 73,0 caracterizou estresse intenso por frio para a primeira semana de vida das aves. Apesar do frio intenso, este não foi suficiente para suprimir completamente o consumo de água e alimento.

Na segunda semana de vida das aves não houve ocorrência, em nenhum dos tratamentos, de valores de ITGU que caracterizassem condição de estresse por frio com valor de ITGU <73,0, nos horários de observação.

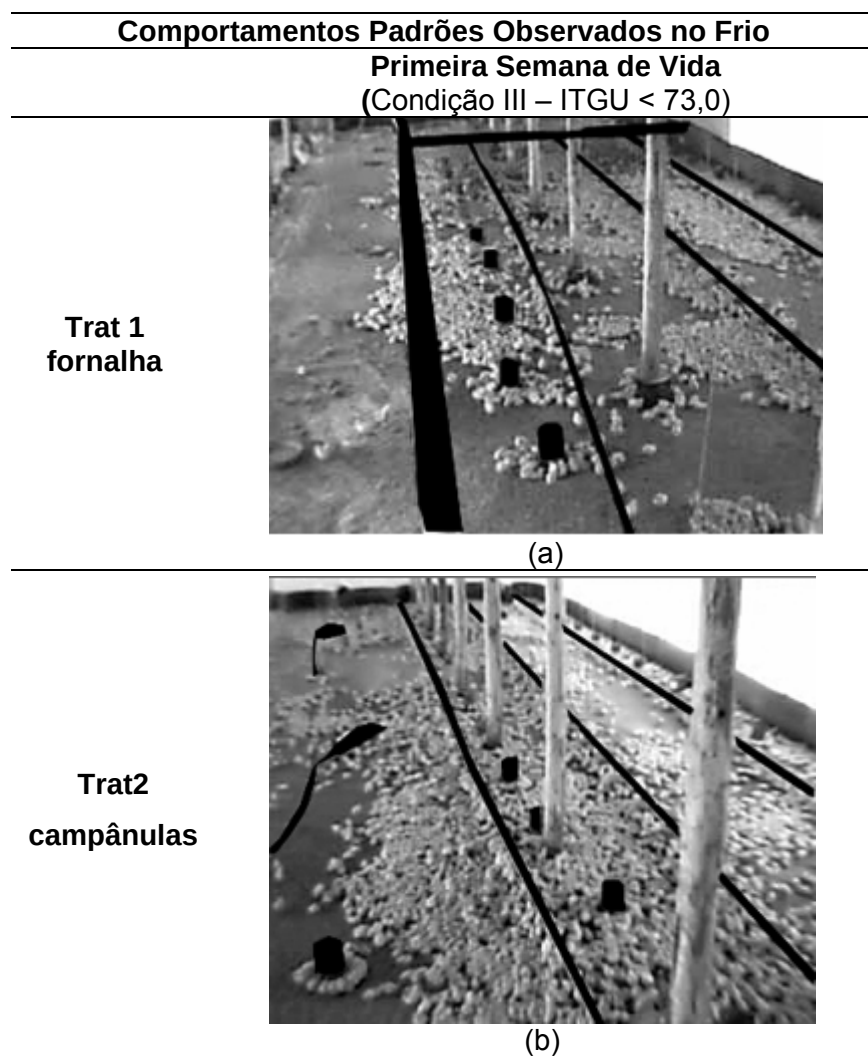


FIGURA 26. Comportamentos padrões verificados na condição de frio (Condição III – ITGU = 73,0 - 74,9) para a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

4.4.2.1.3 Estresse por calor

a) Discreto estresse por calor (ITGU de 76,4 a 78,3)

Na FIGURA 27 estão apresentados as imagens representativas dos comportamentos padrões verificados na condição de calor (Condição I – ITGU = 76,4 - 78,3) para a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Nota-se pelas FIGURAS 27a, 27b e 27c que as aves mantidas no tratamento 1 (fornalha), na condição I (discreto estresse por calor), apresentaram o mesmo comportamento de dispersão da condição de conforto térmico, entretanto verificou-se maior frequência de aves presentes no bebedouro. O mesmo foi observado para os tratamentos 2 (campânulas) e tratamento 3 (tambor + campânulas). Isto sugere que os limites de ITGU apontadas pela literatura possam estar equivocadas ou necessitam ser melhor estabelecidas para as condições de clima do Brasil ou ainda, que possam ser diferenciadas para situações diferenciadas.

Assim, apesar de se observar uma maior frequência de aves no bebedouro, esta observação não é suficiente para concluir-se que as aves estejam em determinado grau de estresse por calor.

Na primeira semana de vida das aves não houve ocorrência de valores de ITGU que caracterizassem, segundo a literatura, condição de estresse por calor com valores de ITGU de 76,4 a 78,3.

Comportamentos Padrões Observados no Calor

Segunda Semana de Vida
(Condição I – ITGU = 76,4 - 78,3)

**Trat 1
fornalha**



(a)

**Trat2
campânulas**



(b)

**Trat3 -
tambor +
campânulas**



(c)

FIGURA 27. Comportamentos padrões verificados na condição de calor (Condição I – discreto estresse por calor, ITGU = 76,4 - 78,3) para a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

b) Moderado estresse por calor (ITGU de 78,4 a 80,3)

Na FIGURA 28 estão apresentados as imagens representativas dos comportamentos padrões verificados na condição de calor (Condição II – ITGU = 78,4 - 80,3) para a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

Verifica-se, pelas FIGURAS 28a e 28b, que, as aves mantidas no tratamento 2 (fornalha) e tratamento 3 (tambor + campânulas), na segunda semana de vida, apresentam padrão de dispersão intensa e mais homogênea em relação à área total do pinteiro e maior concentração de aves no bebedouro em relação ao período de conforto térmico.

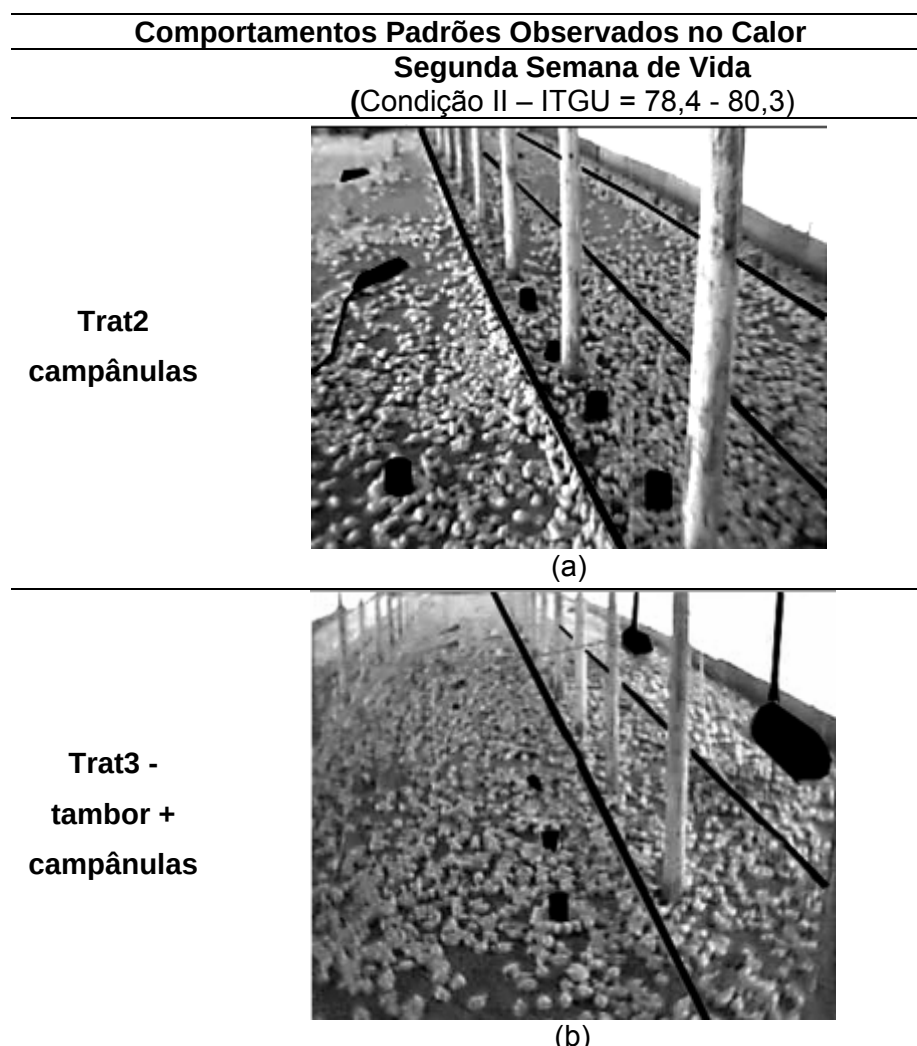


FIGURA 28. Comportamentos padrões verificados na condição de calor (Condição II – ITGU = 78,4 - 80,3) para a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula).

4.4.3 – Representação dos comportamentos das aves em diferentes níveis de conforto térmico ambiente

Com base nas imagens coletadas para as diferentes condições de conforto térmico e estresse por frio e calor foram montados gráficos que representassem os comportamentos de agrupamento, dispersão, presença o bebedouro e presença no comedouro, baseados em análise visual das imagens, durante a primeira e segunda semana de vida das aves, alojadas nos aviários submetidos aos diferentes sistemas de aquecimento.

4.4.3.1 Frequência de agrupamento das aves na primeira e segunda semana de vida

Na FIGURA 29 pode-se verificar os diversos graus de agrupamentos das aves de acordo com as faixas de bem-estar térmico. Pode-se então notar que, sob a mesma faixa de ITGU, as aves no tratamento 1 (campânulas) tiveram graus de agrupamentos maiores que os demais. Entende-se que o grau de agrupamento deveria ser equivalente para ambos os tratamentos, uma vez que as aves tenderiam a ter o mesmo comportamento sob a mesma situação térmica. Isto entretanto não ocorreu. Estes resultados provavelmente indicam que as aves mantidas em instalações com sistema de aquecimento por fornalha (aquecimento de todo o ambiente), requerem faixas de bem-estar térmico diferenciada em relação aos demais tratamentos (aquecimento localizado).

Este argumento é válido considerado-se que em todos os tratamentos, dados de ITGU foram obtidos à mesma altura do piso e em localidade mais representativa da real situação térmica do aviário.

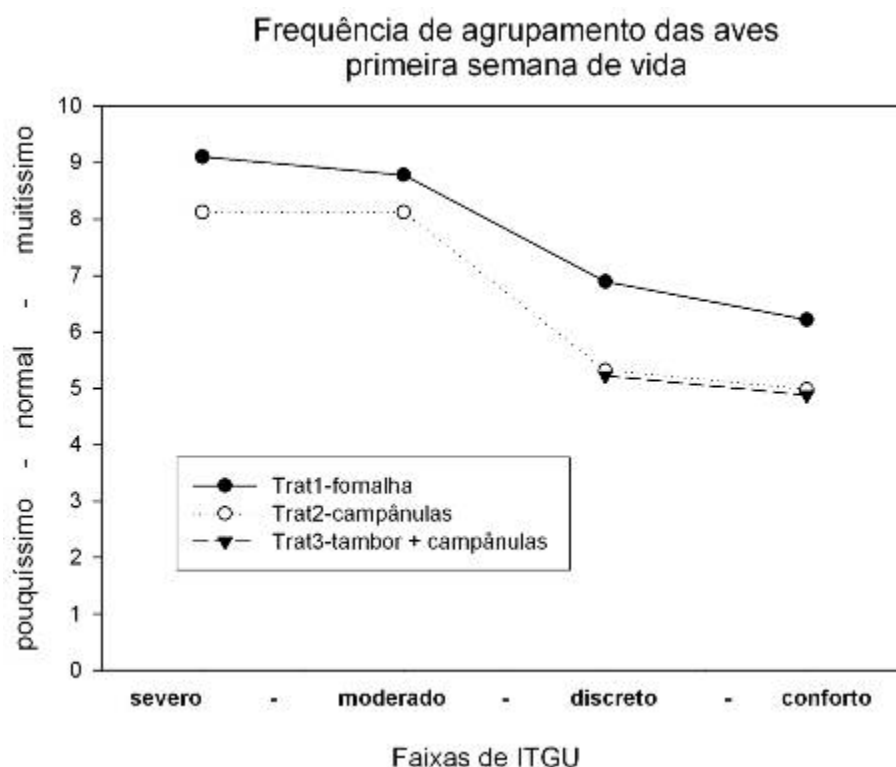


FIGURA 29. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por agrupamento na primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

Pela FIGURA 30 pode-se notar que a ocorrência de valores de agrupamento das aves na segunda semana de vida diminui em relação a primeira semana, indicando que estas já não apresentam, com tanta ênfase, este comportamento social característicos de aves jovens, sendo a grande maioria dos resultados encontrados característicos de manifestação de expressões por desconforto térmico.

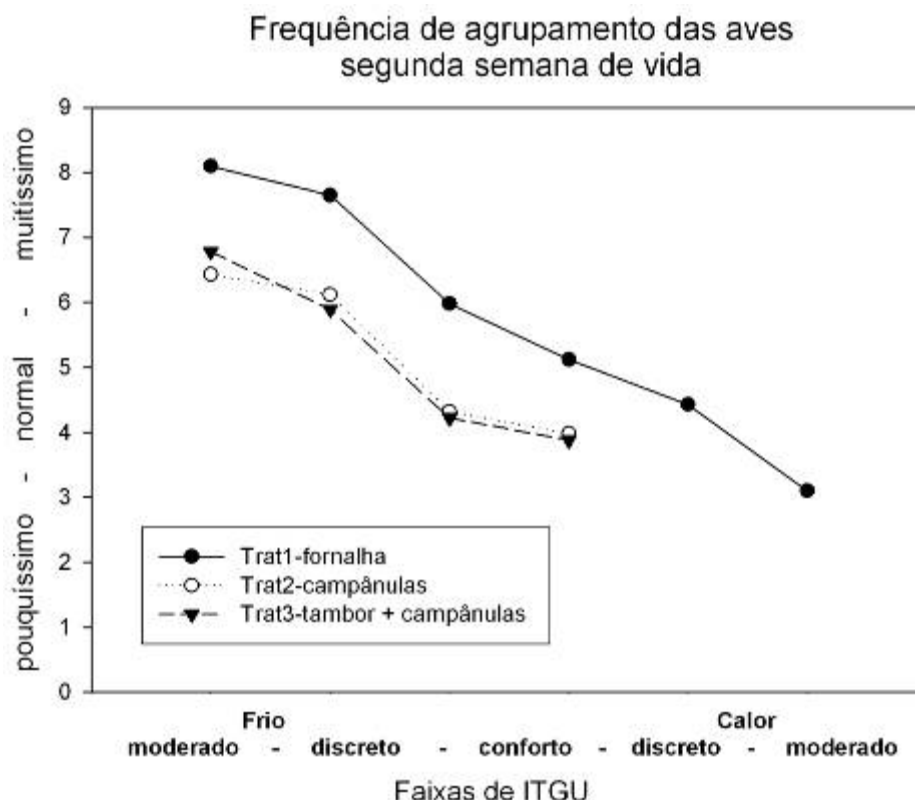


FIGURA 30. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por agrupamento na segunda semana de vida das aves para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

4.4.3.2 Frequência de presença no comedouro das aves na primeira e segunda semana de vida

Pode-se notar pelas FIGURAS 31 e 32 que não houve diferença na frequência de ida ao comedouro de acordo com as faixas de bem-estar térmico entre os tratamentos (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula). As aves, sob qualquer faixa de conforto ou estresse térmico, apresentaram uma tendência de ir mais vezes ao comedouro quando submetidas à estresse por frio. Na primeira semana de vida das aves não foram observadas condições de estresse por calor dentro das instalações.

Na segunda semana de vida das aves observa-se maior tendência de presença das aves no comedouro, o que pode também ser atribuído à maior exigência por alimento ou ao aprendizado e estímulos.

Como mencionado por ROMANOFF (1960), as aves nascem com uma reserva nutricional contida no saco vitelino que representa em média 10% do peso vivo dos pintainhos de corte. A utilização das reservas nutricionais presentes no saco vitelino é de

extrema rapidez, sendo consumida quase completamente ao terceiro dia pós-eclosão (VIEIRA & MORAN, 1999).

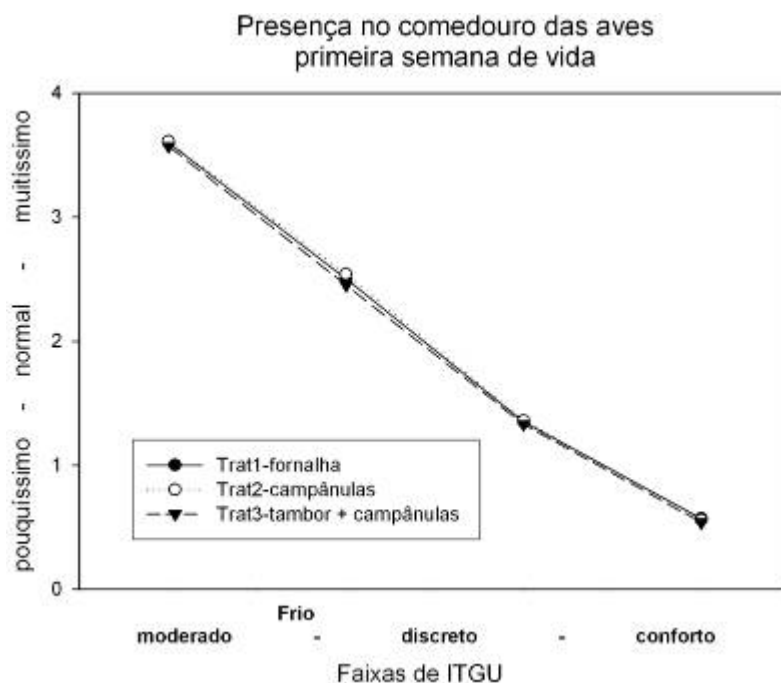


FIGURA 31. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por presença no comedouro, na primeira semana de vida das aves para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

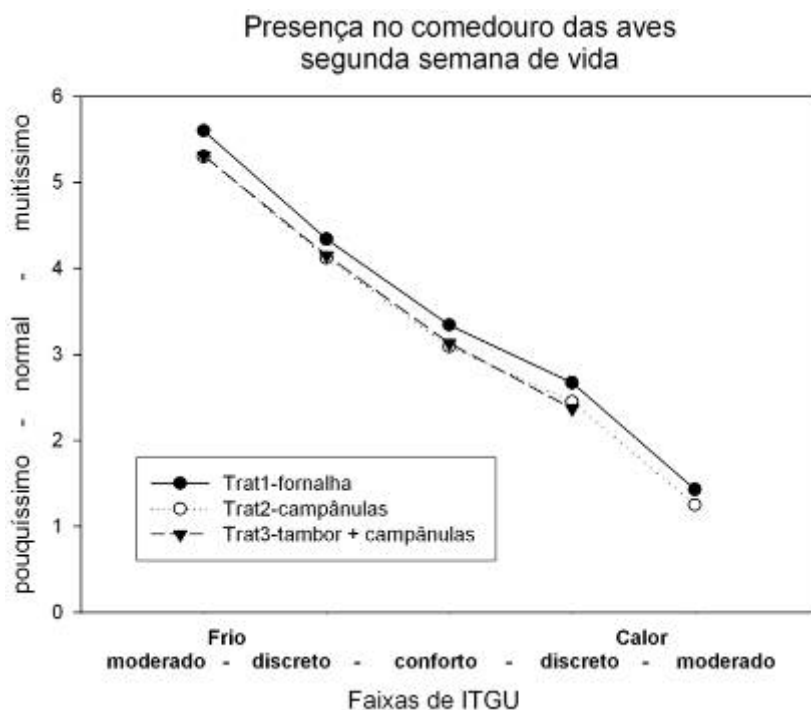


FIGURA 32. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por presença no comedouro, na segunda semana de vida das aves para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

4.4.3.3 Frequência de presença no bebedouro das aves na primeira e segunda semana de vida

Pode-se observar, pelas FIGURAS 33 e 34, que a ocorrência de presença das aves no bebedouro aumenta de acordo com o aumento dos valores de ITGU. Isto se torna evidente uma vez que, de acordo com KLOSOWSKI (2004), quanto maior a temperatura, maior a necessidade de água para manter a termorregulação, além do mínimo necessário para atender as funções fisiológicas básicas e de produção.

As aves presentes nos tratamentos 2 (campânulas) e 3 (tambor + campânulas) apresentaram comportamento similares entre si para as mesmas faixas de bem-estar térmico. No entanto, o tratamento 1 (fornalha) diferenciou dos demais tratamentos nas faixas observadas, exceto na faixa de ITGU indicativo de conforto térmico (que para primeira semana de vida das aves estende-se de 77 a 81,6 e para segunda semana de vida das aves de 75,2 a 76,3).

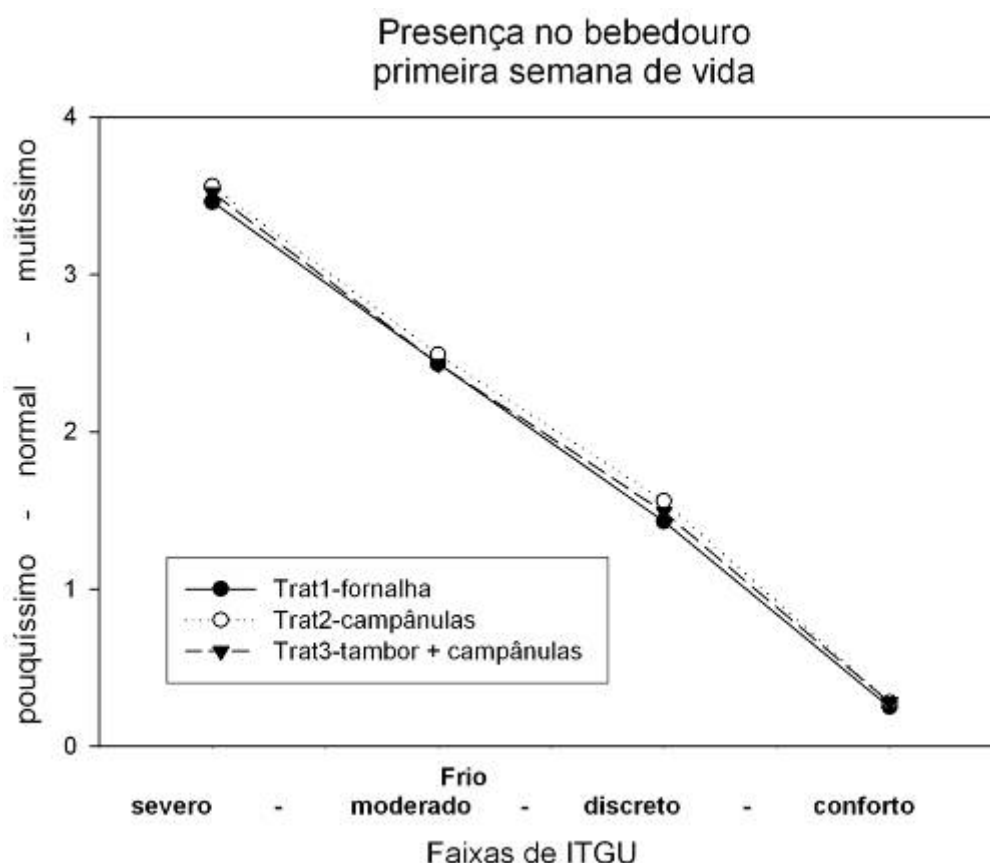


FIGURA 33. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por presença no bebedouro, na primeira semana de vida das aves para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

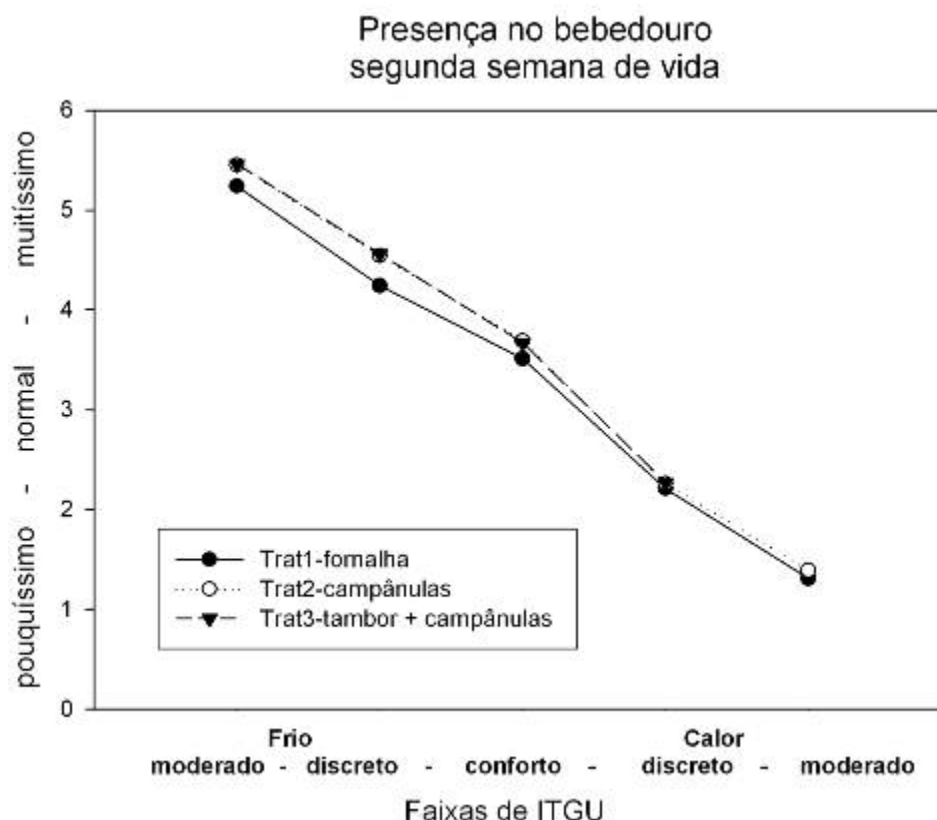


FIGURA 34. Ocorrência de estados comportamentais, em porcentagem, por presença no bebedouro, na segunda semana de vida das aves para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Tra2 – campânulas e Tra3 – tambor + campânula)

4.4.4 Expressão do comportamento nos períodos da manhã e tarde

Nas Tabelas 11 e 12 estão apresentados as freqüências de expressões dos comportamentos das aves na primeira e segunda semana de vida, durante os horários de observação matutino e vespertino consideradas. Os horários de observação, para esta análise, foi independente da condição térmica, seguindo apenas os horários pré-estabelecidos de análise das imagens (manhã - 8:00 a 10:00h e tarde – 14:00 a 16:00h)

Na Tabela 11 pode-se observar que no período da manhã e tarde houve maior ocorrência, em porcentagem, de agrupamentos de aves no tratamento 1 – fornalha (78,5% e 57,8% respectivamente) seguida pelo tratamento 2 – campânulas (23% e 22,1% respectivamente) e pelo tratamento 3 – tambor + campânulas (9,5% e 6,4% respectivamente), indicando que houve uma menor presença das aves no comedouro no tratamento 1(fornalha) em relação aos demais tratamentos, isto provavelmente explica o fato deste tratamento apresentar o menor valor em ganho de peso para a primeira semana.

O tratamento 3 (tambor+ campânulas) obteve as maiores ocorrências da manifestação de comportamento de presença das aves no bebedouro seguido pelo tratamento 2 (campânulas) e tratamento 1 (fornalha) sendo que os valores encontrados no consumo de água validam estes resultados comportamentais.

TABELA 11. Expressão do comportamento (agrupamento, presença no comedouro, bebedouro e áreas intermediárias) em porcentagem, nos períodos da manhã e tarde para a primeira semana de vida das aves, nos diferentes tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

Manifestação do comportamento	Trat1 – Fornalha		Trat2 – Campânulas		Trat3 – Tambor + Campânulas	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Agrupamento	78,5%	57,8%	23,4%	22,1%	9,5%	6,4%
Presença no Comedouro	12,3%	25,4%	43,8%	48,7%	53,4%	52,3%
Presença no Bebedouro	6,2%	13,3%	27,5%	22,4%	31,2%	34,2%
Áreas intermediárias	3,0%	3,5%	5,3%	6,8%	5,9%	7,1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Na Tabela 12 pode-se observar que no período da manhã e tarde houve menor ocorrência, em porcentagem, de agrupamentos de aves no tratamento em relação à primeira semana de vida destas.

Houve aumento na presença das aves na segunda semana de vida no comedouro e bebedouro para o tratamento 1 (fornalha) e tratamento 2 (campânulas) em relação a primeira semana de vida das mesmas. Observa-se uma redução na presença de aves no comedouro no tratamento 3 (tambor + campânulas) em relação à primeira semana. No entanto este comportamento observado não resultou em menor consumo de ração.

TABELA 12. Expressão do comportamento (agrupamento, presença no comedouro, bebedouro e áreas intermediárias) em porcentagem, nos períodos da manhã e tarde para a segunda semana de vida das aves, nos diferentes tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

Expressão do comportamento	Trat1 – Fornalha		Trat2 – Campânulas		Trat3 – Tambor + Campânulas	
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
Agrupamento	28,5%	19,5%	17,2%	14,3%	2,5%	2,3%
Presença no Comedouro	39,8%	40,5%	30,4%	34,6%	47,5%	43,5%
Presença no Bebedouro	24,5%	30,5%	38,5%	38,2%	41,4%	46,8%
Áreas intermediárias	7,2%	9,5%	13,9%	12,9%	8,6%	7,4%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

4.4.5. Processamento e análise de imagens digitais através da extração das características de dispersão de pixels

A classificação dos estados de conforto térmico e das diversas condições de estresse por frio e por calor depende do comportamento padrão das aves em relação à dispersão e agrupamento das mesmas ao longo do galpão. As aves na primeira e segunda semana de vida tendem a se agrupar quando submetidas às condições de estresse por frio. Este comportamento ameniza a perda de calor sensível (radiação, convecção e condução) fazendo com que as aves mantenham sua homeostase. A dispersão das aves em condições de estresse por calor permite a melhor ventilação da superfície corporal e evita o recebimento de calor das outras aves melhorando a perda de calor por radiação.

Com base nestas informações, foram selecionadas imagens com valores de ITGU nas faixas de bem-estar e desconforto térmico. Cada imagem foi dividida em blocos ou áreas onde foi realizada a contagem por pontos brancos (aves) ocupados. A característica da imagem utilizada foi o desvio padrão da soma dos pixels de cada bloco.

Na Tabela 13 estão apresentadas os coeficientes de correlação referentes aos dados de ITGU em função do desvio padrão da soma dos pixels dos blocos das imagens, para a primeira semana de vida das aves, nos diferentes tratamentos.

TABELA 13. Coeficientes de correlação (r), entre os valores de ITGU e do desvio padrão da soma dos pixels dos blocos das imagens (25, 100, 225), para a primeira e segunda semana de vida das aves, nos diferentes tratamentos (Trat1 – fornalha, Trat2 –campânulas, Trat3 - tambor + campânulas).

Semanas de vida das aves	Tratamentos	Coeficiente de Correlação		
		25 Blocos	100 Blocos	225 Blocos
1	Trat1	-0,82**	-0,59**	-0,45**
	Trat2	-0,88**	-0,67**	-0,65**
	Trat3	-0,94**	-0,22*	-0,34*
2	Trat1	-0,94**	-0,50**	-0,28*
	Trat2	-0,95**	-0,51**	-0,41**
	Trat3	-0,80**	-0,59**	-0,41**

**Significativo ao nível de 1 % de probabilidade.

* Significativo ao nível de 5 % de probabilidade.

Observa-se, na Tabela 15, que o ITGU correlacionou-se significativamente com os valores de desvio padrão da soma dos pixels da imagem. Esta correlação foi negativa, sendo que com o decréscimo dos valores de ITGU ocorre o aumento dos valores dos desvios padrão.

Valores altos de desvios padrão significam que existem blocos da imagem em que há alta concentração de aves e blocos com nenhuma ou muito pouca concentração de aves, indicando com isso forte grau de agrupamento o que caracteriza estresse por frio e consequentemente baixos valores de ITGU. Ou seja, quanto maior o desvio padrão menor o ITGU.

Entre as variações de números de blocos avaliadas, os maiores coeficientes de correlações foram encontrados quando se dividiu a imagem em 25 blocos, para os três tratamentos em estudo. Isso ocorreu devido ao fato que, com a divisão das imagens em maior número de bloco e consequentemente diminuição da área de cada bloco, aumentou o tamanho relativo de cada ave, dificultando a identificação do grau de concentração. O bloco deve ser representativo do comportamento de um grupo de aves e não de uma ave individualmente ou de parte dela.

Nas FIGURAS 35 e 36 estão apresentados a comparação entre os valores de ITGU e desvio padrão das somas dos pixels, para imagens divididas em 25 blocos.

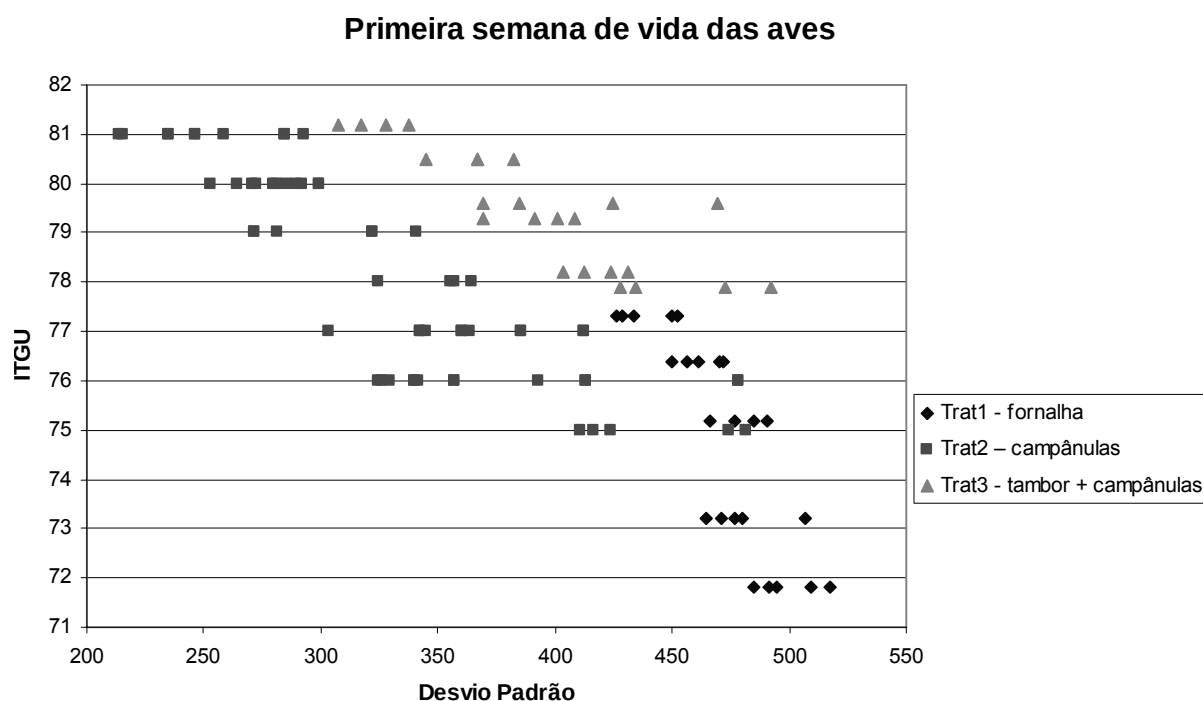


FIGURA 35. Comparação entre desvio padrão e os valores de ITGU, para 25 blocos da imagem, para a primeira semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

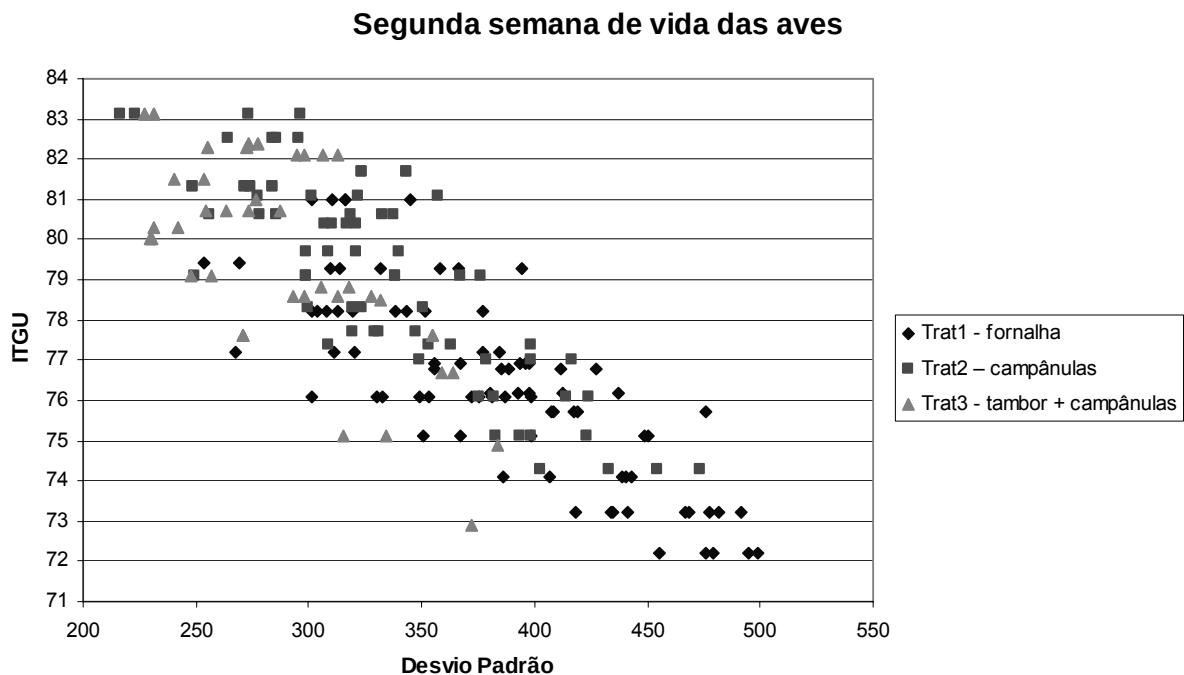


FIGURA 36. Relação entre os valores de desvio padrão e os valores de ITGU, para 25 blocos, para a segunda semana de vida das aves, para os tratamentos em estudo (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânula)

Observa-se pelas FIGURAS 35 e 36 uma maior dispersão do desvio padrão na primeira semana em relação à segunda semana de vida das aves. Isto se deve, provavelmente, ao fato das aves na primeira semana de vida possuírem o comportamento social de se agruparem, independentemente do estado térmico ambiente. Já na segunda semana, este comportamento social se torna menos significativo em relação à condição de agrupamento geral.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições de realização do experimento e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- O sistema de aquecimento conjugando tambores e campânulas foi mais eficiente que os demais testados em manter o aviário em melhores condições de bem-estar térmico para aves de corte na primeira e segunda semana de vida;
- Nenhum dos três sistemas de aquecimento testados foi capaz de proporcionar condições de conforto térmico ambiente ao longo de todo o dia;
- Concentrações de gases amônia (NH_3), dióxido de carbono (CO_2) e monóxido de carbono (CO), potencialmente danosos, foram maiores nos galpões aquecidos com campânulas infravermelhas a gás;
- As concentrações de amônia (NH_3), e de dióxido de carbono (CO_2) estavam dentro dos limites aceitáveis para aves de corte em todos os galpões aquecidos com diferentes fontes de calor. Todavia verificou-se concentração de monóxido de carbono no galpão aquecido com campânulas infravermelhas a gás, na primeira semana de vida das aves, acima dos limites aceitáveis;
- Os melhores índices de desempenho produtivos foram obtidos para as aves criadas nos galpões onde os sistemas de aquecimento propiciaram menores períodos de ocorrência de condições de frio;
- Independente do estado térmico do ambiente, as aves na primeira semana de vida tendem a se agrupar, no entanto esse agrupamento se acentuou em condições de estresse por frio;
- Através da análise visual das imagens, conclui-se que as aves mantidas em galpões com sistema de aquecimento por fornalha a lenha requerem faixas de bem-estar térmicas distintas em relação aos demais tratamentos;
- O desvio padrão da soma dos pixels dos blocos das imagens digitais pode ser usado como indicativo de conforto/desconforto térmico das aves de corte na primeira e segunda semana de vida.

6. LITERATURA CITADA

ABRAHAMSSOM, P. **Furnished cages and aviaries for laying hens:** Effects on production, health and use of facilities. Swedish University of Agricultural Science. Upsala. Departament of Animal and Management, 1996, (Report 234).

ABREU, P. G.; BAETA, F. C.; ABREU, V. M. N.; SOARES, P. R.; PERDOMO, C. C.; Silva, M. A. Desempenho Produtivo e Bioeconômico de Frangos de Corte Criados em Diferentes Sistemas de Aquecimento. *Revista. bras. zootec.*, v.29, n.1, p.159-167, 2000.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N. Caracterização dos principais sistemas de aquecimentos para aves. EMBRAPA Suínos e Aves, Concórdia, SC, Circular Técnica, 32, 8p, 2002.

AL-AWADI, A.A.; HUSSEINI, M.D.; DIAB, M.F.; AL-NASSER, A.Y. Productive performance of laying hens house in minimal shade floor pens and laying cages under ambient conditions in hot arid regions. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.41, n.3, p.263-9, 1995.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE). **ANSI/ASHRAE Standard 140-2001:** Standard Method of Test for the Evaluation of Building Energy Analysis Computer Programs. USA, Atlanta: ASHRAE, 2001.

APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O.; HOGARTH, G.S. Behaviour of laying hens in a deep litter house. *Br. Poult. Sci.*, n.30, p. 545–553, 1989.

ARJONA, A.A.; DENBOW, D.M.; WEAVER, Jr., W.O. Effect of heat stress early in life on mortality of broilers exposed to high environmental temperatures just prior to marketing. *Poultry Science*, v.67, n.2, p.226-231, 1988.

AARNINK, A.J.A. **Ammonia emission from houses for growing pigs as affected by pen design, indoor climate and behaviour.** Ph, teses. Rapport 97-03, IMAG-DLO, Wageningen, 1997. 175p.

ASMAN, W.A.H., SUTTON, M.A., SCHJORRING, J.K., Ammonia: emission, atmospheric transport and deposition. *New Phytologist*, n.139, p. 27–48, 1998.

Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frangos. Disponível em: www.abpe.com.br. Acesso em: 25 abr. 2007.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais conforto animal.** Viçosa, UFV, 1997. 246 p.

BAHAR KOCAMAN , NURINISA ESENBUGA , AHMET YILDIZ , EKREM LAÇIN AND MUHLIS MACIT. **Effect of nvironmental Conditions in Poultry Houses on the Performance of Laying Hens.** International Journal of Poultry Science 5 (1): 26-30, 2006

BAIÃO, N. C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIENCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo. **Anais...**Campinas: FACTA, 1995. p. 67-75.

BAIÃO, N. C. Efeitos da alta densidade populacional sobre o ambiente das instalações avícolas In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIENCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, São Paulo,. **Anais...**Campinas, SP; FACTA, 1995. p.67-75.

BALOG, J. M.; BAYYARI, G. G.; RATH, N. C.; HUFF, W. E. Effect of intermittent activity on broiler production parameters. Poultry Science. 76, p. 6-12, 1997.

BARBOSA M .J. B.; CAMPOS E. J. Mortalidade total e devido à ascite de acordo com níveis de energia metabolizável e forma física de rações de frangos de corte criados com separação de sexo. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 48, p. 287-294, 1996.

BESSEI, W. The influence of stocking density on performance, behaviour and health of broilers. Arch. Gefluegelkd. v. 57, n. 3, p. 97–102, 1993.

BEST, K. J.; REIFFERSCHIED, K. J. Motivos do surgimento das drosses na produção de ferro fundido nodular. Fundição e Serviços, São Paulo, v. 14, n. 132, p. 16-30, dez. 2003.

BILGILI, S. F.; MONTENEGRO, G. I.; HESS, J. B.; KCKMAN, M. K. Sand as litter for rearing broiler chickens. J. Appl. Poult. Res. 8, p. 345–351, 1999.

BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J.M. Influence of increasing environmental complexity on the level of fearfulness, performance and leg condiction in broilers. Poult. Sci. n.81, p. 767-773, 2002.

BLOKHUIS, H. J.; WIEPKEMA, P R. Studies of feather pecking in poultry. Vet. Q. n. 20, p. 6–9, 1998.

BRADSHAW, R. H. Conspecific discrimination and social preference in the laying hen. Appl. Anim. Behav. Sci. n. 33, p. 69-75, 1992.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. Cienc. Rural, vol.33, nº.5,Santa Maria, 2003, p. 975-981.

BRINK, C.; KROEZE, C.; KILMONT, Z. Ammonia abatement and its impact on emissions of nitrous oxide and methane in Europe. Atmospheric Environment n. 35, p. 6299–6312, 2001.

BROOM, D.M. 1991. Animal Welfare: Concepts and measurement. *Journal of Animal Science*. 69:4167-4175.

BUFFINGTON, C.S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.; COLLIER, R.J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, 1981. p711-714.

BUTCHER, G. D.; NILIPOUR, A. H. Broiler Management - The First 24 Hours. Institute of Food and Agricultural Sciences, Florida, 4p, 2002.

CAMPOS, E.J. O Comportamento das Aves. *Revista Brasileira Ciencia. Avícola*, Campinas, v. 2, n .2, 2000.

CARVALHO, M. A. G. Processamento Digital de Imagens. CESET/UNICAMP. 2004; 33p. Disponível em: <http://www.dcc.unicamp.br/~cpg>. Acesso em: 23 abr 2007.

CARVALHO, M. A. G.; LOTUFO, R. A.; COUPRIE, M. Hierarchical Image Analysis Through the Tree of Critical Lakes. *Ciência e Tecnologia*, p. 7-17, 2005.

CARVALHO, M. M. Utilização de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, p. 164-207, 1997.

COBB. **Broiler management guide**. Disponível em: www.cobb-vantress.com. Acesso em: 20 abr. 2007.

COELHO, C.L.; AVILA, G.E. Técnicas e manejo para reducir la incidencia de la ascitis. *Industria Avícola*, v. 48, p. 20-25, 2001.

COLETTE H. CLARKE, R. BRYAN JONES. Responses of adult laying hens to abstract video images presented repeatedly outside the home cage. *Applied Animal Behaviour Science*, n. 67, p. 97–110, 2000.

CORNETTO, T.; ESTEVEZ, I. Influence of vertical panels on use of space by domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* N 71, p. 141-153, 2001.

COSTA, M. J. R. P. Princípios de etologia aplicados ao bem-estar das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2003 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. **Anais...** 2003. p.170-177.

CRAIG, J.V. Measuring social behavior in poultry. *Poultry Science*, v. 71, p. 650-657, 1992.

DANA. M.; SCOTT, B. Deleterious Effects of Ammonia on Broiler Eyes. *Avian Diseases*. United State Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Disponível em: http://www.ars.usda.gov/research/publications/publications.htm?SEQ_NO_115=174184. Acesso em: 23 abr. 2007.

DEATON, J.W., BRANTON, S.L., SIMMONS, J.D. et al. The effect of brooding temperature on broiler performance. *Poult. Sci.*, v.75, p.1217-1220, 1996.

DEATON, J.W., BRANTON, S.L., SIMMONS, J.D. et al. The effect of brooding temperature on broiler performance. *Poult. Sci.*, v.75, p.1217-1220, 1996.

DEFRA. Code of recommendations for the welfare of livestock: meat chickens and breeding chickens. Department for environment, Food and Rural Affairs (DEFRA), UK. PB7275, 25p, 2002.

DONHAM, K. J. Hazardous agents in agricultural dusts and methods of evaluation. *Am. J. Ind. Med.* 10, p. 205– 220, 1986.

DOZIER, W. A. Influence of ammonia on broiler performance. In: Charles Hofacre. the poultry informed professional. Department of Avian Medicine, University of Georgia. *Anais...Georgia*, p. 8, 2002.

DUNCAN, I. Welfare problems of poultry. In: BENSON, G. J.; ROLLIN, B. E. **The well-being of farm animals, challenges and solutions**. Blackwell Publishing. Ames, IA, p. 310, 2004.

DUSENBERY, D.B. Using a microcomputer and video camera to simultaneously track 25 animals. **Computer Biological Medicine Veterinay**, v. 15, n. 4, p 169-175, 1985.

ECKERT, R. Physical and chemical concepts. In: ECKERT, R., RANDALL, D. **Animal physiology**. Freeman, New York, p. 8–34, 1988.

ELLEN, H. H.; BOTTCHEER, R.W.; WACHENFELT, E.; H. TAKAI. Dust levels and control methods in poultry houses. *J. Agri. Safety and Healty*, v.6, p. 275-282, 2000.

ELLIOT H A; COLLINS N E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. *Transactions of the ASAE*, n. 25, p. 413–424, 1982.

ELLIOT, H. A.; COLLINS, N. E. Chemical methods for controlling ammonia release from poultry manure. *American Society of Agricultural Engineers paper* 83–4521, p. 17, 1983.

ELZING, A.; MONTENY, G. J. Modeling and experimental determination of ammonia emission rates from a scale model dairy-cow house. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, v. 40, n.3, p. 721–726, 1997.

ENGLERT, S. I. **Avicultura, tudo sobre raças, manejo e nutrição**, Guaíba, Agropecuária, 1998.

ESMAY, M.L. Principles of animal environment. Westport CT: ABI Publishing Co., 1982. 325p. 1982.

ESQUEF, I. A.; ALBUQUERQUE, M. P.; ALBUQUERQUE, M. P. Processamento Digital de Imagens. Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas. 2003. Disponivel em: www.cbpf.br/cat/pdsi/. Acesso em: 23 abr. 2007.

European Commission. Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. The Welfare of Chickens Kept for Meat Production (Broilers). p. 110, 2000. Disponível em: http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scah/out39_en.pdf. Acesso em: 23 abr. 2007.

FARIA FILHO, D. E.; ROSA, P. S.; FIGUEIREDO, D. F.; DAHLKE, F.; MACARI, M.; FURLAN, R. L. Dietas de baixa proteína no desempenho de frangos criados em diferentes temperaturas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.41, n.1, p.101-106, jan. 2006

FIGUEIREDO, G. F.; DICKERSON, T. W.; BENSON, E. R.; VAN WICKLEN, G. L.; GEDAMU, N. Development of Machine Vision Based Poultry Behavior Analysis System. In: 2003 ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING. Nevada, USA, **Anais...**Nevada, USA, p. 17, 2003.

FRANCO, J. L. K.; FRUHAUFF, M. E. V.. Manejo para o controle de ascite, síndrome da orte súbita, stress por calor e coccidiose. In: CURSO DE MANEJO DE FRANGOS DE CORTE, 1997, Campinas. **Anais...**Campinas: FACTA. p.121-133. 1997

FRASER, D. Animal ethics and animal welfare science: Bridging the two cultures. *Applied Animal Behavior Science*, v.65, p. 71-89, 1999.

FREEMAN, B.M. **The fowl and its physical environment**. *World's Poultry Science Journal*. V.25, p. 99-111. 1968.

FONSECA, J. M.. Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de frangos de corte criados em sistema de nebulização e ventilação em túnel. Viçosa, MG: UFV, 1998. 57p. il. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, 1998.

FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: VII SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA , 2006, Chapecó. **Anais...**Chapecó, 1997.

FURTADO, D. A.; DANTAS, R. T.; NASCIMENTO, J. W. B.; SANTOS, J. T.; COSTA, F. G. P. Efeitos de diferentes sistemas de condicionamento ambiente sobre o desempenho produtivo de frangos de corte. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* v.10, n.2, p.484-489, 2006.

GARCIA NETO M. **Síndrome ascítica em frangos de corte**. 1995. 192p. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária da UFMG, Belo Horizonte, MG, 1995.

GIROTTI, A. F.; MIELE, M. Estudos da Embrapa - Situação atual e tendências para a avicultura de corte nos próximos anos. Disponível em <http://www.aviculturaindustrial.com.br>. Acesso em: 15 de abril de 2005.

GONZÁLES, E.& SALDANHA, E.S.P.B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. *Palestras*. Goiânia: 2001. p.312-313.

GONZÁLES, E.; SALDANHA, E. S. P. B. Os primeiros dias de vida do frango e a produtividade futura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 11., 2001, Goiânia. Palestras. Goiânia: 2001. p.312-313.

GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E. **Digital image processing**. Addison Wesley,. New York. 1992, 716p.

GVARYAHU, G.; ARARAT, E.; ASAF, E.; LEV, M.; WELLER, J.I.; ROBINZON, B.; SNAPIR, N. An enrichment object that reduces aggressiveness and mortality in caged laying hens. *Physiol. Behav.* 55, 313–316; 1994.

HAMDY, A. M. M.; Van DER HEL; HENKEN, A.M. Effect of air humidity during incubation and age after hatch on heat tolerance of neonatal male and female chicks. *Poultry Science*, v.70, n.7, p.1499-1506, 1991.

HEMSWORTH, P. H.; COLEMAN, G. J.; BARNETT, J. L.; JONES, R. B. Behavior responses to humans and the productivity of commercial broiler chickens. *Applied Animal Behavior Science*, 41:101-114, 1994.

HESTER, P.Y. The role of environment and management on leg abnormalities in meat-type fowl. *Poult. Sci.* 73, 904–915, 1994.

HFAC – Humane Farm Animal Care. Padrões dos Cuidados com Animais - Frangos de Corte. 2006. 33p. disponível em: http://www.certifiedhumane.org/pdfs/Std04.Broilers.3A_po..pdf. Acesso em: 23 abr. 2007.

HOERR, F. J. Pathogenesis of ascites. *Poul. Digest.* 47, 8012, 1988.

HORNUNG, M.; SUTTON, M.A. Report summary: impacts of nitrogen deposition in terrestrial ecosystems. *Atmospheric Environment* v. 29, 3395–3396, 1995.

JESTER, R. C. Respiratory Health on the Poultry Farm. Delaware Cooperative Extension. 2004, 5p. Disponível em <http://ag.udel.edu/extension>. Acesso em: 18 mar 2007.

JOHNSEN, P. F.; VESTERGAARD, K. S.; NORGAARD-NIELSEN, G. Influence of early rearing conditions on the development of feather pecking and cannibalism in domestic fowl. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 25–41, 1998.

JOHNSON, N.; HOGG, D. Learning the distribution of object trajectories for event recognition. *Image and Vision Computing*, v. 14, n.8, p. 609–615, 1996.

JONES, R. B., ROPER, T. J. Olfaction in the domestic fowl: a critical review. *Physiol. Behav.* n. 62, p. 1009–1018, 1997.

JONES, R. B.; Carmichael, N. L.; Rayner, E. Pecking preferences and pre-dispositions in domestic chicks: implications for the development of environmental enrichment devices. *Applied Animal Behaviour Science* n. 69, p. 291–312, 2000.

JONES, R. B.; HAGEDORN, T. K.; SATTERLEE, D. G. Adoption of immobility by shackled broiler chickens: effects of light intensity and diverse hooding devices. *Applied Animal Behavior Science*, n. 5, p. 327-335, 1997.

JONES, R.B. Fear and distress. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. Eds. , **ANIMAL WELFARE**. CAB International, Wallingford, UK. **Anais...**Wallingford, p. 75–87, 1997.

JONES, R.B. Responses of domestic chicks to novel food as a function of sex, strain and previous experience. *Behav. Proc.* n. 12, p. 261–271, 1986.

JONES, R.B., CARMICHAEL, N.L. Pecking at string by individually caged, adult laying hens: colour preferences and their stability. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 60, 11–23, 1998.

JONESA, E. K. M.; WATHESB, C. M.; WEBSTERA, A. J. Avoidance of atmospheric ammonia by domestic fowl and the effect of early experience. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, p. 293–308, 2005.

JULIAN R. J. Rapid growth problems: ascites and skeletal deformities in broilers. *Poultry Science*, n. 77, p. 1773-1780, 1998.

JULIAN, R. J.; WILSON, J. B. Right ventricular failure as a cause of ascites in broiler and roaster chickens. *Proceeding 4th International Symposium Veterinary Laboratory Diagnostic*. p. 608-611, 1986.

KANDEL, E. R. *Cellular baseis of behavior*. W.H. Freeman and Company Publishers: San Francisco. 1976.

KESTIN, S. C.; KNOWLES, T. G.; TINCH, A. E.; GREGORY, N.G. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Vet. Rec.* n. 131, p. 190-194, 1992.

KILGOUR, R.; DALTON, C. **Livestock Behavior. A pratical Guide**. London, 1984. 320 p.

KING-SMITH, P. E.; SPECIAL SENSES. In: Bell, D.D., Freeman, B.M. Eds. **Physiology and Biochemistry of the Domestic Fowl**. Academic Press, London. London, p. 1039–1083, 1971.

KOCAMAN, B.; ESENBUGA, N.; YILDIZ, A.; LAÇIN, E.; MACIT, M. Effect of Environmental Conditions in Poultry Houses on the Performance of Laying Hens. *International Journal of Poultry Science* v. 5, n. 1, p. 26-30, 2006.

KOCAMAN, B.; YAGANOGLU, A.V.; YANAR, M. Combination of fan ventilation system and spraying of oil-water mixture on the levels of dust and gases in caged layer facilities in Eastern Turkey. *J. Appl. Anim. Res.*, n. 27, p. 109-111, 2005.

KOLB, B., WHITSHAW, I. Q. Brain plasticity and behaviour. *Annu. Rev. Psychol.*, n. 49, p. 43–64, 1998.

KRISTENSEN, H. H.; BURGESS, L. R.; DEMMERS, T. G. M.; WATHES, C. M.,. The preferences of laying hens for different concentrations of atmospheric ammonia. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, n. 68, p. 307–318, 2000.

LANA, G. R. Q.; ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; LANA, A. M. Q. Efeito da Temperatura Ambiente e da Restrição Alimentar sobre o Desempenho e a Composição da Carcaça de Frangos de Corte. *Rev. Bras. Zootec.*, 29(4):1117-1123, 2000.

LAMBERTS, R.; XAVIER, A. A. P. **conforto térmico e estress térmico. laboratório de eficiência energética em edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina Centro Tecnológico. Departamento de Engenharia Civil. Florianópolis, 2002. 111p.

LEROY, T.; CEUNEN, J.; STRUELENS, E.; JANSSEN, A.; TUYTTENS, F.; DE BAERE, K. Developing a quantitative computer vision method for on-line classification of poultry behavior in furnished cages. In: **ASAE Metting**, Las Vegas, USA. (ASAE Paper, 034006), 2003.

LLOBET, J. A. C.; GONDOLBEU, V. S. **Manual pratico de avicultura**. Lisboa: Real Escuela Oficial y Superior de Avicultura, 1980. 214p.

LOTT, B. Will ammonia really hurt broiler performance. Extension Service of Mississippi State University. Disponível em: www.msstate.edu/dept/poultry/. Acesso em: 23 abr 2007.

MACARI, M. Cuide da água, a criação agradece. *Avicultura Industrial*, 1022:13-20, 1995.

MARCHANT, J.A.; ANDERSEN, H.J.; ONYANGO, C.M. Evaluation of an imaging sensor for detecting vegetation using different waveband combinations. In: **COMPUTERS AND ELETRONICS IN AGRICULTURE**, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Campinas, 2001. p.101-17.

MARÍA, G. A.; ESCÓS, J.; ALADOS, C. L. Complexity of behavioural sequences and their relation to stress coinditions in chickens (*Gallus gallus domesticus*): a non-invasive technique to evaluate animal welfare. *Applied Animal Behavior Science*, Vancouver, v.86, n.1, p.93-104, 2004.

MATARAZZO, S.V. Eficiência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo em confinamento do tipo freestall para vacas em lactação. Piracicaba – SP, 2004. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

MAXWELL, M. H.; ROBERTSON, G. W. UK survey of broiler ascites and sudden death syndromes in 1993. *British Poultry Science*, n. 39, p. 203-215, 1998.

MCKEEGAN, D. E. F.; MCINTYRE, J.; DEMMERS, T. G. M.; WATHES, C. M.; JONES, R. B. Behavioural responses of broiler chickens during acute exposure to gaseous stimulation. *Applied Animal Behaviour Science*. Disponível em: www.elsevier.com/locate/applanim. Acesso em: 25 abr. 2007.

MENCH J. Lameness. In: Weeks C and Butterworth A, eds. **Measuring and Auditing Broiler Welfare**. CAB International. Cambridge, MA. 2004, p 3-17.

MENCH, J. A. Assessing animal welfare at the farm and group level: A United States perspective. *Anim. Welf.*, n. 12, p. 493–503, 2003.

MENCH, J. A. Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior. In: Shepherdson, D.J., Mellen, J.D., Hutchins, M. (Eds.), **Second Nature, Environmental Enrichment for Captive Animals**. Smithsonian Institution, USA. 1998, p. 30-46.

MENCH, J. A.; GARNER, J. P.; FALCONE, C. Behavioral activity and its effects on leg problems in broiler chickens. In: Oester, H., Wyss, C. (Eds.), **PROCEEDINGS OF THE SIXTH EUROPEAN SYMPOSIUM ON POULTRY WELFARE**. World's Poultry Science Association, Zollikofen, Switzerland. **Anais...** Switzerland, p. 152–156, 2001.

MICKELBERRY, W. V.; ROGLER, J. C.; STALDEMAN, W. J. The influence of dietary fat and environmental temperature upon chick growth and carcass composition. *Poultry Science*, n. 45, p. 313-321, 1966.

MILLER, G. *The First Two Weeks: A Critical Time*, v. 4, n.2. Quarterly Publication of Cobb-Vantress. Wilkesboro, N.C. 1996, 4p.

NÃÃS, I.A.; MIRAGLIOTA, M.Y.; ARADAS, M.E.C.; SILVA, I.J.O.; BARACHO, M.S. *Ambiência na produção de aves em clima Tropical*. Editado por Iran Jose Oliveira da Silva. Piracicaba-SP, 2001. 200p. v.1. 2001.

NADER, A. S.; BARACHO, M. S.; NÃÃS I. A ; SAMPAIO, C. A. P. Avaliação da qualidade do ar em creche de suínos. In: seminário: Poluentes Aéreos e ruídos em instalações para produção de animais, Campinas, 2002. **Anais...** Campinas, p. 49 –56, 2002.

NEWBERRY, R. C. Exploratory behaviour of young domestic fowl. *Applied Animal Behaviour Science* 63, p. 311–321, 1999.

NIOSHI Pocket Guide to Chemical Hazard (Carbon Dioxide). Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npgd0103.html>. Acesso em: 23 abr 2007.

ÓDEN, K. Fear and aggression in large flocks of laying hens. Skara, 2003. Thesis (Ph.D) – Swedish University of Agricultural Sciences, 46p, 2003.

OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; VAZ, R. G. M. V.; ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.4, p.1398-1405, 2006.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. 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*, Viçosa, vol.35, nº.3, p.797-803, 2006.

ORLANDO, R.C. Sistema de visão artificial para discriminação entre plantas daninhas e milho. Viçosa – MG, 2003. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa.

Otsu, N., A Threshold Selection Method from Gray Level Histograms, *IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics*, vol. SMC-9, no. 1, Jan. 1979, pp. 62-66.

PANDORFI, H. Avaliação do comportamento de leitões em diferentes sistemas de aquecimento por meio da análise de imagem e identificação eletrônica. Piracicaba – SP, 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002

PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J., SEVEGNANI, K. B. Análise de imagem aplicada ao estudo do comportamento de leitões em abrigo escamoteador. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.24, n.2, p.274-284, maio/ago, 2004.

Parker, J. R. Algorithms for Image Processing and Computer Vision. John Wiley: New York, 1996. 417 p.

PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. B.; SALGADO, D. D.; PEREIRA, G. O. T.. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. *Eng. Agríc., Jaboticabal*, v.25, n.2, p.308-314, maio/ago. 2005.

PERISSINOTO, M. Avaliação da eficiência produtiva e energética de sistemas de climatização em galpões tipo freestall para confinamento de gado leiteiro. Piracicaba – SP, 2003. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 141p. 2003.

PIASENTIN, J. A. Conforto medido pelo índice de temperature de globo negro e umidade relative na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa, MG. Viçosa: UFV, 1984. 98p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1984.

PRESTON, A. P.; MURPHY, L. B. Movement of broiler chickens reared in commercial conditions. *British Poultry Science* 30 (3), 519–532, 1989.

REECE, F. N.; LOTT, B. D. Mathematical model of broiler chicken houses. In: INTERNACIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 2, 1982, Ames. **Anais...** Ames: American Society of Agricultural Engineers, p. 241-243, 1982.

RENNER, M. J.; ROSENZWEIG, M. R. **Enriched and Impoverished Environments Effects on Brain and Behaviour**. Springer, New York, 134 pp, 1987.

ROGERS, L. J. The Development of Brain and Behaviour in the Chicken. CAB International, Wallingford, UK, 273 pp, 1995.

ROMANOFF, A. L. The avian Embryo: **Structural and Functional Development**, 1960, The Macmillan Company, New York. 1960.

ROSENBERG, N. J. **Microclimate: the biological environmet**. New York: Hohn Wiley & Sons, 1974. 315p.

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 1994 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1994, São Paulo. Anais..., São Paulo: FACTA, 1994. p.99-136. 1994.

SANOTRA, G. S. VESTERGAARD, K. S.; AGGER, J. F.; LAWSON, L.G. The relative preferences for feathers, straw, wood-shaving and sand for dustbathing, pecking and scratching in domestic chicks. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 43, p. 263–277, 1995.

SEIGEL, P.B. The genetic-behaviour interface and well-being of poultry. *Br. Poult. Sci.* n. 30, p. 3–13, 1989.

SERGEANT, D.; BOYLE, R.; FORBES, M. Computer visual tracking of poultry. **Computers and Electronics in Agriculture**, n. 21, p. 1–18, 1998.

SEVEGNANI, K.B.; MACARI, M.; NÄÄS, I.A.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J.O. Variação das perdas de calor sensível e latente de frangos de corte aos 35 dias, submetido a ventilação forçada. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, supl, 3, p. 2, 2001

SEVEGNANI, K. B.; CARO, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, n.1, p.115-119, 2005.

SHANE, S. M. Understanding ascites. *Indian River Breeder Update* n.2, p. 1-6, 1988.

SHEARER, S.A.; HOLMES, R.G. Plant identification using color co-occurrence matrices. **Transactions of the ASAE**, v.33, nº 6, p. 2037-2044, 1990.

SHIELDS, S. J.; GARNER, J. P.; MENCH, J.A. Dustbathing by broiler hickens: a comparison of preference for four different substrates. *Applied Animal Behaviour Science*, n.87, p. 69–82, 2004.

SIGMAN, S.E.; LOVERN, D.R.; SCHULMAN, A. H. Preferential approach to conspecifics as a function of different rearing conditions. *Anim. Learn. Behav.* n. 6, p. 231-234, 1978.

SMITH, C. V. A. Quantitative relationship between environment, comfort and animal productivity. *Agricultural Meteorology*, v.1. p 249-270, 1964.

SOARES, A. C. Evolução de conceitos de Patologia de Grupo nas Últimas duas Décadas. *Aves e Ovos*. FEPASA, n. 128, 1997.

STUB, C.; VESTERGAARD, K. S. Influence of zinc bacitracin, light regimen and dustbathing on the health and welfare of broiler chickens. *Br. Poult. Sci.*, v. 42, n.5, p. 564–568, 2001.

STULL, C. L.; REED, B. A.; Berry, S. L. A comparison of three animal welfare assessment programs on California dairies. *Journal of Dairy Science*, v. 88, n. 4, p. 1595-1600, 2005.

SUK, Y. O.; WASHBURN, K.W. Effects of environmental on growth, efficiency of feed utilization, carcass fatness, and their association. *Poultry Science*, v.74, p.285-296, 1995.

TAFTI, A. K.; KARIMA, M. R. Morphological studies on natural ascites syndrome in broiler chickens. *Veterinarski Arhiv*, v. 70, n. 5, p.239-250, 2000.

TEETER, R. G.; SMITH, M. O.; WIERNUSK, C. J. Broiler acclimation to heat distress and feed intake. Effects on body temperature in birds exposed to termoneutral and high ambient temperatures. *Poultry Science*, v.71, n.6, p.1101-1104, 1992.

TEIXEIRA, V.H. Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para as regiões de Viçosa e Visconde do Rio Branco - MG. Viçosa, 1983. 62p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. 1983.

THORP, B.H.; DUFF, S.R.I. Effect of exercise on the vascular pattern in the bone extremities of broiler fowl. *Res. Vet. Sci.* n. 45, p. 72–77, 1988.

TINÔCO, I. F. F. Sistema de resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de cortes, Viçosa, UFV, 1988. 92p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 1988.

TINÔCO, I. F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência na Produção de Matrizes Avícolas – AMBIÊNCIA NA PRODUÇÃO DE AVES EM CLIMA TROPICAL – v.2. FUNED. Piracicaba – SP. P1-43, 2001.

TINÔCO, I.F.F. Estresse calórico: meios artificiais de condicionamento. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÕES NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. Anais, p.99-108.

TINÔCO, I. F. F. ; FIGUEIREDO, J. L. A. ; SANTOS, Rodrigo Couto ; SILVA, Jadir Nogueira da ; PUGLIESI, N. L. . Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo. *Revista Engenharia na Agricultura*, Viçosa-MG, v. 12, n. 1, p. 17-23, 2004.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA. Disponível em www.uba.com.br. Acesso em: 12 abr 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA, 1997- SAEG. **Sistema de Análise Estatística e Genética**. Viçosa - Manual do Usuário 150p, 2007.

VALÉRIO, S. R. Ambiência, instalações e equipamentos avícolas. In: LANA, G.R.Q. (Ed.) **Avicultura**. Piracicaba: Livraria e Editora Rural. 2000, p.126-158.

VESTERGAARD, K. S.; BARANYIOVA, E. Pecking and scratching in the development of dust perception in young chicks. *Acta Vet. Brno* 65, 133–142, 1996.

VICENTE, L.; FERREIRA, M.; PROENÇA, V. Etologia: glossário dos principais conceitos utilizados em aula prática. Manual de aula prática. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Departamento de Biologia Animal. Lisboa, 6p. 2002.

VIEIRA S. L.; MORAN JR, E. T. Effects of egg of origin and chick post-hatch nutrition on broiler live performance and meat yields. *Worlds Poultry Science Journal*, n. 55, p. 125-142, 1999.

VIGODERIS, R. B. Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do país. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 106p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

WEEKS, C. A.; NICOL, C J.; SHERWIN, C. M.; KESTIN, S.C. Comparison of the behaviour of broiler chickens in indoor and free-range environments. *Anim. Welf.*, n. 3, p. 179–192, 1994.

WEEKS, C.A.; DANBURY, T.D.; DAVIES, H.C.; HUNT, P.; KESTIN, S.C..The behavior of chickens an its modification by lameness. *Appl. Anim. Behav. Sci.* n.67, p. 111-125, 2000.

WEMESFELDER, F.; BIRKE, L. Environmental challenge. In: Appleby, M.C., Hughes, B.O. Eds. , *Animal Welfare*. CAB International, Wallingford, UK. Anais... Wallingford, p. 35–47, 1997.

WHATES, C. M. Strive for clean air in your poultry house. *World Poultry*, v.15, n.3, p. 17- 19, 1999.

WIDMAN, R.F. Pathophysiology of herat/lung disorders: pulmonary hypertension syndrome in broiler. *Word's Poultry Science Journal*, v.57, p.289-307, 2001.

XIN, J.; BECK, H.; HALSEY, L.; FLETCHER, J.; ZAZUETA, F. Ung digital cameras and internet to identify plant insect and disease problems. In: *INTERNCAIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE*, 17; Orlando, 1998. **Proceedings**. Orlando: ASAE, 1998. p327-329

XIN, H.; SHAO, J. Real time assessment of swine thermal comfort by computer vision. In: *Proceedings of WORLD CONGRESS OF COMPUTERS IMN AGRICULUTE AND NATURAL RESOURCES*. 2; Foz do Iguaçu, Brazil, 2002. **Proceedings**. Foz do Iguaçu: ASAE, p. 362-369, 2002.

XIN, H.; SHAO, J. Real-time behavior-based assessment and control of swine thermal comfort. In: *Livestock Environment VII - Seventh International Symposium, Proceedings...*, Beijing, 2005. Paper N°. 701P0205, p.694-702, 2005.

ZANOLLA, N. Sistema de ventilação em túnel e sistema de ventilação lateral na criação de frangos de corte em alta densidade. Viçosa: UFV, 1998. 81p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, 1998.

7. APÊNDICE

TABELA 1A. Resumo das análises de variância da temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%) e índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) no interior das instalações.

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		Temperatura do ar (°C)		Umidade Relativa (%)		ITGU	
		1 ^a semana	2 ^a semana	1 ^a semana	2 ^a semana	1 ^a semana	2 ^a semana
Bloco	1	81,42	580,44	972,47	1909,64	162,35	1188,85
Tratamento	2	627,68*	318,29*	5661,29*	3151,63*	565,42*	199,07*
Resíduo (a)	2	205,96	1,38	774,38	427,60	205,96	17,27
Hora	95	19,25*	14,56*	93,26*	10,79*	19,25*	25,29*
Hora x Trat.	190	0,35**	0,27**	1,52**	1,87**	0,34**	0,21**
Resíduo (b)	285	1,06	0,28	23,83	4,29	0,87	0,46
C.V. (%) parcela		4,14	3,86	2,35	1,80	1,50	1,38
C.V. (%) subparcela		3,73	2,02	8,96	3,09	1,23	0,90

* significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F;

** significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

n.s. não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

TABELA 2A. Resumo das análises de variância dos valores médios diários de concentrações de amônia (NH₃), dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO) referentes aos efeitos dos Tratamentos (Tra1 – fornalha; Trat2 – campânulas e Trat 3 – tambor + campânulas), Períodos de observação (matutino e vespertino) e interação período x tratamento, durante a primeira e segunda semana de vida das aves

Fonte de variação	GL	Quadrados Médios					
		NH ₃ (ppm)		CO ₂ (ppm)		CO (ppm)	
		1 ^a semana	2 ^a semana	1 ^a semana	2 ^a semana	1 ^a semana	2 ^a semana
Blocos (dias)	6	34,58	39,52	1655643	443270,9	74,09	4,31
Tratamento	2	17,68**	26,17**	2937485**	2958177**	1344,76**	71,36**
Resíduo (a)	12	1,23	0,56	177190,72	328056	35,86	7,52
Periodo	1	1,34*	0,59ns	37351,34n s	23403,65n s	6,65*	0,52ns
Período x Trat,	2	0,23**	0,67ns	26624,70n s	1793,43ns	3,56*	0,31ns
Resíduo (b)	18	0,21	0,68	40654,44	141581,26	2,49	0,63
C.V. (%) parcela		28,35	6,55	25,23	26,02	52,02	99,57
C.V. (%) Subparcela		11,76	7,27	12,08	17,09	13,71	28,74

***significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

*significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; e

ns: não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3A. Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos tratamentos, semanas, interação semana x tratamento, para o Consumo de ração (kg/ave), Ganho de peso (kg/ave), Conversão alimentar, Taxa de mortalidade (%) e Consumo de água (l/ave), para as 4 primeiras semanas de vida das aves.

Fonte de variação	G L	Quadrados Médios				
		Consumo de Ração (kg/ave)	Ganho de Peso (kg/ave)	Conversão Alimentar	Mortalidade (%)	Consumo de Água (ml/ave)
Blocos	1	0,2661.10 ⁻⁴	0,8760.10 ⁻³	0,0217	0,0059	0,1156.10 ⁻⁴
Tratamento	2	0,7663.10 ^{-3**}	0,3812.10 ^{-3**}	0,0559**	0,0816*	0,0011**
Resíduo (a)	2	0,1238.10 ⁻⁴	0,2916.10 ⁻⁶	0,1820.10 ⁻³	0,0166	0,6250.10 ⁻⁴
Semana	3	0,3247**	0,1343**	0,5471**	0,7581**	0,0276**
Semana x Trat,	6	0,2999.10 ^{-3**}	0,1691.10 ^{-3*}	0,00619*	0,0353**	0,5295.10 ^{-3*}
Resíduo (b)	9	0,2874.10 ⁻⁴	0,9354.10 ⁻⁴	0,00434	0,0057	0,9283.10 ⁻⁴
C,V, (%) parcela		1,022	3,256	3,645	12,664	9,018
C,V, (%) Subparcela		0,671	0,182	0,746	21,511	7,399

**significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F;

*significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F; e

ns. não significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.