

MARCOS JOSÉ BATISTA DOS SANTOS

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA COM
PIQUETES ENRIQUECIDOS E SUA INFLUÊNCIA NO BEM-ESTAR
ANIMAL E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO**

RECIFE

2009

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA COM
PIQUETES ENRIQUECIDOS E SUA INFLUÊNCIA NO BEM-ESTAR
ANIMAL E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO**

Marcos José Batista dos Santos

Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. **Héilton Pandorfi**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola

Recife - Pernambuco - Brasil

Fevereiro de 2009

MARCOS JOSÉ BATISTA DOS SANTOS

**SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA COM
PIQUETES ENRIQUECIDOS E SUA INFLUÊNCIA NO BEM-ESTAR ANIMAL E
DESEMPENHO ZOOTÉCNICO**

Dissertação apresentada ao programa de Pós – Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Dissertação aprovada no dia 16 de Fevereiro de 2009.

Presidente da banca

Héilton Pandorfi

Examinadores da banca

Marcílio de Azevedo

Carlos Bôa-Viagem Rabello

Mário Monteiro Rolim

Agradeço ao meu Deus por tudo o que ele tem me feito sem o qual eu não teria realizado estes feitos. A minha avó: Adalgisa Maria dos Santos e aos meus pais: Marcos Antônio Batista dos Santos e Marisa Pontes Batista dos Santos que sempre me apoiaram nos meus estudos.

MINHA HOMENAGEM

Digno és, Senhor, de receber glória, e honra, e poder; porque tu criaste todas as coisas, e por tua vontade são e foram criadas. Ap 4.11.

Ao meu Deus, minha avó Adalgisa, aos meus pais Marcos e Marisa. A minha Noiva Gerlane Silva e minha madastra Lucimar.

Ofereço e dedico

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus, pois sem Ele não teria chegado até aqui. A Ele toda honra glória e poder.

Aos meus pais, Marcos Antônio Batista dos Santos e Marisa Pontes Batista dos Santos, a minha avó Adalgisa que sempre me deram apoio para os meus estudos.

A minha irmã Grasielle me apoiando e me ajudando com seu apoio moral.

A minha noiva Gerlane, por sempre estar ao meu lado me apoiando e me ajudando nas horas mais difíceis.

A esposa do meu pai Lucimar Maria de Lima juntamente com os meus irmãos por me incentivar e apoiar nos momentos onde eu precisei.

A minha tia Nalva, por sempre ter orado por mim e me dado atenção.

Ao pastor Jader, por sempre ter me incentivado e orado por mim.

Aos meus cunhados Samuel, Gecélia, Edna e Neilson e minha sogra Genelice por ter me dado incentivo moral e espiritual.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco pela minha formação intelectual.

Ao meu orientador, Héilton Pandorfi por sempre me ajudar, incentivar, confiar e me orientar na execução desta.

Ao coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola professor Dr. Mario Rolim, pela amizade e apoio, nunca negando auxílio nas horas em que precisei.

Aos professores, Jorge Ludke e Maria do Carmo Ludke, pela minha formação, amizade, incentivo, ajuda, atenção e orientação na minha vida acadêmica.

A professora Cristiane pela sua atenção e auxílio nos meus trabalhos.

Ao professor Carlos Bôa-Viagem, por me orientar e me acompanhar no desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Marcílio pela sua amizade e atenção.

Ao funcionário do Departamento de Tecnologia Rural Lulinha pela amizade, disponibilidade e motivação.

Aos companheiros: Waldirene, Nilvanir, Thaysa, Edney, Micheli, Almir, Evaristo, Gledson, Zezito, Graciliano, Alexandre, Ricardo, Leila, Julio, Bianca, Térciano, Júlio.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco pela concessão de auxílio à pesquisa.

Sumário

	Pág.
RESUMO.....	1
SUMMARY	3
LISTA DE FIGURAS.....	5
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE TABELAS	7
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Histórico da avicultura	9
2.2 Frango de corte tipo caipira.....	11
2.2.1 Sistema de criação semi-intensivo	13
2.3 Bem-estar animal	15
2.4 Ambiência e estresse térmico.....	17
2.4.1 Temperatura	19
2.4.2 Umidade do ar	22
2.4.3 Ventilação.....	23
2.5 Fisiologia das aves	24
2.6 Comportamento das aves	26
2.6.1 Enriquecimento ambiental	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1 Manejo de aves	32
3.2 Tratamentos e instalações experimentais	33
3.2.1 T2 e sombreamento artificial	35
3.3 Análise bioclimática	36
3.3.1 Variáveis ambientais	36
3.3.2 Parâmetros fisiológicos	38
3.4 Análise comportamental	38
3.4.1 Variáveis comportamentais	38
3.5 Desempenho produtivo das aves	40
3.5.1 Rendimento de carcaça e partes.....	40
3.6 Delineamento experimental e análise estatística.....	41
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42

4.1 Análise bioclimática	42
4.1.1 Variáveis meteorológicas e índices de conforto	42
4.1.2 Parâmetros fisiológicos	49
4.3 Análise comportamental	51
4.3.1 Variáveis comportamentais	51
4.4 Desempenho produtivo das aves	68
4.4.1 Rendimento da carcaça e partes.....	70
5 CONCLUSÕES	73
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	74

SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE CAIPIRA COM PIQUETES ENRIQUECIDOS E SUA INFLUÊNCIA NO BEM-ESTAR ANIMAL E DESEMPENHO ZOOTÉCNICO

Autor: MARCOS JOSÉ BATISTA DOS SANTOS

Orientador: Prof. Dr. HÉLITON PANDORFI

RESUMO

A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o efeito do enriquecimento ambiental em sistema de produção para frangos de corte tipo caipira, determinando a influência dos elementos meteorológicos e seu reflexo no conforto térmico animal, parâmetros fisiológicos e aspectos comportamentais, verificando as condições favoráveis ao melhor desempenho das aves, baseada nos indicadores de bem-estar como resposta ao ambiente de criação. O experimento foi realizado no decorrer de um ciclo produtivo de 87 dias, no município de Carpina, Estado de Pernambuco, na Estação Experimental de Pequenos Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). A pesquisa foi desenvolvida em quatro módulos de produção, divididos em quatro boxes com 10 aves por box, totalizando 160 aves, módulos de produção com acesso a piquete (T1), com acesso a piquete com poleiro (T2), com acesso a piquete com sombreamento artificial (T3) e com acesso a piquete com Poleiro e sombreamento artificial (T4). O trabalho foi dividido em três etapas, em função da forma de avaliação dos dados: análise bioclimática, análise comportamental e análise do desempenho das aves. A avaliação bioclimática foi realizada por meio do registro das variáveis meteorológicas, temperatura de bulbo seco (T_{bs}; °C), temperatura de bulbo úmido (T_{bu}; °C), temperatura de globo negro (T_g; °C) e velocidade do vento (m/s), registradas nos módulos de produção e no ambiente externo, o que permitiu a caracterização da eficiência térmica, pelos índices de temperatura de globo e umidade (ITGU), carga térmica radiante (CTR) e entalpia (h), e dos parâmetros

fisiológicos frequência respiratória (mov./min), temperatura de crista (°C), temperatura de barbela (°C) e temperatura de canela (°C). Para avaliação do comportamento das aves foram escolhidas aleatoriamente 6 animais em cada sistema de criação, totalizando 24 aves para as observações, sendo 3 aves por box, com duas repetições em cada módulo de produção, nos intervalos horários das 7 às 8 h, 10 às 11 h, 13 às 14 h e das 16 às 17 h, registrando-se os comportamentos a cada 5 min. A análise do desempenho das aves teve como variáveis respostas os índices zootécnicos (consumo de ração, CR; ganho de peso, GP; conversão alimentar, CA; peso vivo, PV) e o rendimento de carcaça e cortes. O delineamento experimental para análise geral dos dados foi inteiramente casualizado (DIC) em parcelas subdivididas, sendo as semanas alocadas nas parcelas e os módulos de produção (T1, T2, T3 e T4) nas sub-parcelas, com as médias comparadas pelo teste de Tukey. As variáveis meteorológicas e os índices de conforto apontam o módulo de produção (T4) como aquele que permitiu melhor condicionamento térmico às aves, apresentando valor médio para entalpia de 75,95 kJ/ kg. Os parâmetros fisiológicos frequência respiratória (mov./min), temperatura de crista (°C), temperatura de barbela (°C) e temperatura de canela (°C) apresentaram valores médios mais adequados nas aves submetidas ao módulo de produção T4, como resposta ao menor estresse térmico. As aves submetidas ao módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) foram as que tiveram melhor oportunidade de expressar seus comportamentos naturais e de explorar o ambiente externo ao módulo de produção, potencializando o bem-estar em resposta ao enriquecimento ambiental. Os módulos de produção T3 e T4 foram os que melhor apresentaram desempenho zootécnico com valores médios da ordem de 2,53; 2,54 Kg/ave; 2,54; 2,57 Kg/ave, 7,51; 7,6 Mcal/ave e 3,22; 3,24 Kg/ave, para ganho de peso, conversão alimentar, consumo de energia e peso vivo, respectivamente. Os módulos de criação não promoveram alterações no rendimento dos frangos de corte tipo caipira.

Palavras-chave: ambiência, avicultura, biometeorologia, comportamento animal, conforto térmico

**PRODUCTION SYSTEM FOR FREE-RANGE RUSTIC BROILERS PADDOCK
WITH ACCESS ENRICHED AND ITS INFLUENCE ON ANIMAL WELFARE and
zootechnic performance**

Author: MARCOS JOSÉ BATISTA DOS SANTOS

Adviser: Prof. Dr. HÉLITON PANDORFI

SUMMARY

This study was conducted to evaluate the effect of an enriched environment on the production system of free range rustic broilers. The influence of meteorological conditions was studied in terms of thermal comfort, physiological parameters and behavioral responses of the broilers. The most favorable conditions for growth were verified based on the indications of well-being as a response to the rearing environment. The experiment was performed during a production cycle of 87 days in the city of Carpina, State of Pernambuco, at the Experimental Station of Small Animals of the University Federal Rural of Pernambuco (UFRPE). The research was conducted in four production modules divided into four boxes with 10 birds per box, totaling 160 birds, subject to the four modules of production: access to paddock (T1), with access to paddock with perch (T2), with access to paddock with artificial shade (T3), and with access to paddock with perch and artificial shade (T4). The work was divided into three stages depending on the type of assessment data: bioclimatic analysis, behavioral analysis and analysis of the performance of the birds. The bioclimatic analysis was performed using the dry bulb temperature (T_{bs} ; °C), the wet bulb temperature (T_{bu} ; °C), the black globe temperature (T_g ; °C) and wind speed (m/s) registered in the production modules and in the external environment which allowed the establishment of the thermal efficiency using the globe temperature and humidity index (ITGU), radiant thermal load (CTR), enthalpy (h), and the physiological parameters: respiratory rate, comb temperature (°C), wattle temperature (°C) and thigh temperature (°C). Six birds from each rearing

system were randomly selected to evaluate their behavior, totaling 24 birds consisting of 3 birds per box, with two replications in each production module. The observations were made between 7 - 8 a.m., 10 - 11 a.m., 1 - 2 p.m., 4 - 5 p.m. Their behavior was registered every 5 minutes. The analysis of the performance of the birds had varying responses in terms of feed intake (FI); weight gain (WG); feed conversion FC; live weight (LW) and yield of carcass and cuts. The experimental design was completely randomized into subdivisions. The weeks were allocated to the plots and the production modules were allocated to the subplots. The averages were compared using the Tukey test. The meteorological variables and the comfort indices indicate that the production module with access to the paddock with perch and artificial shade offered the birds the best thermal comfort having an average enthalpy value of 75.95 kJ/kg. The physiological parameters: respiratory rate (mov./min.), comb temperature (°C), wattle temperature (°C) and thigh temperature (°C), showed better values in terms of lower heat stress in birds in the (T4) production module. The birds in the production module with access to paddock with perch and artificial shade (T4) were those that had better opportunity to express their natural behaviors and to explore the environment outside the production module thus increasing their well-being in response to the enriched environment. The production modules (T2) and (T4) showed the best performance with average yields of 2.53; 2.54 kg / bird; 2.54; 2.57 kg / bird; 7.51; 7.6 Mcal / bird and 3.22; 3.24 kg / bird, in terms of weight gain, feed conversion, energy consumption and live weight, respectively. The production modules did not promote significant changes in the yield of the free range rustic broilers.

Keywords: environment, poultry, biometeorology, animal behavior, thermal comfort

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dados pluviométricos do município de Carpina, PE relativo aos meses de março a junho de 2008.....	32
Figura 2 - Planta de orientação dos piquetes (A) corte AB do módulo de produção (B) e planta baixa do módulo e a divisão dos boxes (C).	34
Figura 3 - Vista parcial do piquete enriquecido com poleiro e sombreamento artificial	35
Figura 4 - Vista parcial dos termômetros dentro do abrigo meteorológico.	37
Figura 5 – Variação média da temperatura de bulbo seco (T _{bs}) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo.	45
Figura 6 – Variação média da temperatura de globo negro (T _g) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).	46
Figura 7 – Variação média da umidade relativa do ar (UR, %) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).	46
Figura 8 – Variação média da entalpia (h, kJ kg ⁻¹) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).	47
Figura 9 - Variação média do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) nos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).	48
Figura 10 - Variação média da carga térmica radiante (CTR) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).	49
Figura 11 – Porcentagem das aves dentro e fora dos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) em decorrência da flutuação térmica no dia de maior entalpia.	53
Figura 12 – Porcentagem das aves dentro e fora dos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) em decorrência da flutuação térmica no dia de menor entalpia.....	55
Figura 13 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T1 nos intervalos horários de observação.	61
Figura 14 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T2 nos intervalos horários de observação.	63

Figura 15 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T3 nos intervalos horários de observação. 65

Figura 16 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T4 nos intervalos horários de observação. 67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal matricial e energética das dietas fornecida às aves durante o ciclo de produção.....	33
Tabela 2. Etograma comportamental para frango de corte elaborado com base na literaturas consultada.	39
Tabela 3. Valores médios das variáveis meteorológicas e índices de conforto nos módulos de produção com acesso a piquete (T1), acesso a piquete com poleiro (T2), acesso a piquete com sombreamento artificial (T3), acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) e ambiente externo (EXT)	43
Tabela 4. Valores médios da frequência respiratória e temperatura de superfície (pé, crista e barbela) das aves submetidas aos módulos de criação (T1, T2, T3, T4)	50
Tabela 5. Frequência e porcentagem média das variações comportamentais (dentro e fora) das aves submetidas aos diferentes módulos de produção	51
Tabela 6. Variação comportamental das aves submetidas aos diferentes módulo de produção expressa pela frequência e porcentagem das observações.....	59
Tabela 7. Valores médios de ganho de Peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia Metabolizável (CEN), na fase de crescimento (35 á 63 dias) e final (64 á 84 dias) do ciclo produtivo das aves submetidas aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4 ..	68
Tabela 8. Valores médios de ganho de Peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia Metabolizável (CEM), na fase final (35 a 84 dias) do ciclo produtivo das aves submetidas aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4	70
Tabela 9. Médias dos pesos e rendimentos dos cortes em relação à carcaça submetidos aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4	71
Tabela 10. Médias dos pesos e rendimentos das vísceras comestíveis em relação à carcaça das aves submetidos aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4.....	72

1 INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira vem ao longo dos anos destacando-se em sua produção, com aumento da exportação e do consumo interno. Isto acompanhado de um vertiginoso aumento da tecnologia empregada no país, com o respaldo da comunidade científica, possibilitando melhorias na qualidade do produto final.

O abate de frangos no ano de 2008 foi de 10,1612 bilhões de toneladas, 12,6% superior ao observado no mesmo período de 2007. Desde o 3º trimestre de 2006 o volume de frangos abatidos registra variação positiva período após período. Quase todo o abate (96,2%) é feito sob inspeção federal (IBGE, 2008).

O crescimento do consumo de carne de frango no Nordeste cresce a taxa de até 15% ao ano, a proximidade do mercado externo e o fim da “guerra fiscal” fez com que as duas maiores empresas do setor de aves e suínos no país, Sadia e Perdigão, protocolassem a intenção de investir R\$ 280 milhões em Pernambuco, usando os incentivos tributários, a proximidade para a exportação e uma moderna estrutura portuária na região (Silveira, 2007).

Adicionalmente, existem os efeitos negativos sobre o bem-estar das aves oriundo da seleção genética para crescimento rápido, tais como as desordens metabólicas, que podem levar à ascite e morte súbita (Bessei, 2006). Conseqüentemente, a produção de frangos passa a ser alvo de tentativas de melhoria no grau de bem-estar (Sheppard & Edge, 2005).

Associado a isso, parte da sociedade tem aumentado a procura por produtos diferenciados que venham atender a exigência por alimentos mais saudáveis que polua menos o ambiente e que ao mesmo tempo promova o bem-estar animal. O consumo de frango caipira vem aos poucos conquistando a preferência do consumidor, por se tratar de um modelo de produção diferenciado (semi-intensivo) de baixa densidade, crescimento lento e abate tardio 85 dias em média.

Os animais têm acesso direto ao pasto, consumindo insetos e forragens típicas da sua cadeia alimentar. Isto lhe confere textura, cor e sabor diferenciado, e com menos gordura na carcaça.

Como ainda não há produção industrial significativa de frango caipira no país, a produção é tipicamente familiar, o que gera renda no campo e evita o êxodo rural.

Além de haver várias campanhas por parte do governo federal com liberação de crédito para este sistema de produção.

No entanto, há poucas pesquisas com frango caipira no que concerne a sua exigência nutricional, genética, faixa de conforto térmico, etc. Outra questão é determinar o melhor sistema de produção, com artifícios que venham a promover o bem-estar animal com garantia de boa produtividade.

Nesse contexto, a presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar o efeito do enriquecimento ambiental em sistema de produção para frangos de corte tipo caipira, determinando as condições favoráveis ao melhor desempenho animal, baseada nos indicadores de bem-estar. Por outro lado os objetivos específicos foram: analisar a inter-relação animal e ambiente, sob o ponto de vista bioclimático, verificando-se as influências dos elementos meteorológicos e seus reflexos no conforto térmico animal, parâmetros fisiológicos, aspectos comportamentais e índices zootécnicos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico da avicultura

As aves da atual exploração zootécnica tiveram sua origem a 150 milhões de anos atrás, a partir do *Archaeopteryx* que habitava a região hoje conhecida como a Índia. Desta ave foram identificadas três espécies, sendo que da Ave Vermelha da Floresta (*Gallus bankiva*) surgiram às aves de atual exploração econômica (*Gallus gallus*).

A domesticação das aves se deu a 3200 a.C. e com duas finalidades principais: adorno e briga. Porém, os indivíduos que não serviam mais para estes fins eram então abatidos para o consumo. No século XVI as brigas de galos eram muito difundidas na Europa e os criadores muito exigentes em relação às características de força e agressão das aves. Em meados do século XIX as rinhas foram proibidas e, como consequência, surgiram às exposições com objetivo de eleger as aves mais belas em relação à plumagem, tamanho corporal, formato de cristas e barbelas. Portanto, pode-se dizer que nascia o interesse pela exploração das aves e o início dos primeiros passos rumo ao desenvolvimento da produção

avícola mundial (Gessulli, 1999).

No Brasil, o historiador Martin Bueno de Mesquita relata a existência de fortes indícios da introdução da avicultura no país muitos anos antes do descobrimento, pelos corsários franceses. Entre os anos de 1900 a 1930 a avicultura passou por um período chamado "Colonial", em que as aves eram criadas totalmente soltas e sem nenhum critério específico de produção.

O período "Romântico", entre os anos de 1930 a 1940, se valorizava as características de beleza em relação às variadas cores das penas, tamanho da ave, forma das cristas e barbelas, que passaram a ser selecionadas e disputadas pelos criadores.

Durante os anos de 1940 a 1960, em plena época de escassez de alimentos provocada pela segunda guerra mundial, iniciou-se o período das "Aptidões Mistas", em que as aves para produção de carne e ovos passaram a ser criadas no sistema de parques com acesso livre às áreas de pasto e também dentro do galpão.

No período de "Especialização das Raças", entre os anos de 1960 a 1970, as aves passaram a ser criadas dentro do galpão surgindo, portanto, o sistema confinado. Durante os anos de 1970 a 1975 deu-se origem ao período "Super Industrial" em que as linhagens comerciais, no sistema confinado, passaram a dominar o mercado com excelentes resultados de produção. Entre os anos de 1975 a 1988 surgiu o período de "Exportação", em que o frango inteiro foi o principal produto e, a partir de 1988, com as mudanças das exigências no mercado consumidor nacional e internacional, deu-se início ao período de "Processamento", onde os mais variados tipos de cortes e de produtos de frangos tomaram conta do mercado (Silva & Nakano, 1997).

Atualmente, o sistema confinado, também conhecido como "sistema intensivo de criação de frangos de corte", apresenta excelentes resultados de produção, de rendimento e preços acessíveis ao consumidor, porém, recentemente, o sistema semi-intensivo de criação de aves está chamando a atenção para novas pesquisas devido à crescente demanda.

A pressão dos mercados consumidores, primeiramente da Europa e, mais recentemente de todos os países emergentes, por alimentos mais saudáveis, com

menores concentrações de resíduos químicos, fez com que o modelo tradicional de produção de frangos de corte fosse repensado em determinados aspectos. Também, a relação do bem-estar dos animais de produção está sendo questionada, assim como a poluição ambiental causada pelos dejetos (Bolis, 2001).

A alta competitividade entre as empresas e o aumento da produção intensiva de frangos de corte fez surgir movimentos sociais e grupos de consumidores preocupados com o bem-estar das aves e com os ingredientes utilizados nas rações, pressionado por movimentos que valorizam técnicas e orientações ecológicas (Figueiredo, 2001).

2.2 Frango de corte tipo caipira

A população mundial preocupa-se cada vez mais em consumir alimentos livres de agrotóxicos, antibióticos e quimioterápicos utilizados na sua produção, abolindo seu uso como promotores de crescimento na composição da alimentação animal. Recentes acontecimentos, envolvendo riscos com relação à segurança dos alimentos, reforçam este desejo e assim se estabelece uma relação direta entre os alimentos e a saúde humana.

A procura por carne de frango com características alternativas, as quais podem ser obtidas mediante produção de aves com desenvolvimento lento e criadas com acesso a piquete, tem aumentado com o objetivo de atender a um nicho de mercado constituído por uma faixa de consumidores mais exigentes e com maior poder aquisitivo. Segundo Takahashi et al. (2006) essa ave, conhecida por caipira (região Sudeste), colonial (região Sul) ou capoeira (região Nordeste), tem características sensoriais diferenciadas das aves criadas em confinamento comercial, com carne mais escura e firme, sabor acentuado e menor teor de gordura na carcaça.

A criação de frangos de corte tipo caipira, no Brasil, foi regulamentada pelo Ofício Circular Nº 007/99 da Divisão de Operações Industriais, do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal, do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (Brasil, 1999). Esse documento aprova o emprego de alimentação constituída por produtos exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente

proibido o uso de promotores de crescimento. A criação pode ser intensiva até os 28 dias de idade e extensiva (com acesso a piquete), após esse período. A área disponível deve ser no mínimo, três metros quadrados de piquete por ave. A idade mínima de abate é de 85 dias, e as aves devem ser de linhagens específicas para esse fim.

Como alternativa para reduzir os custos de produção tem-se implantado a criação de frangos criados em sistema semi-intensivo, que difere do sistema convencional de granjas. Pequenos e médios produtores enfrentam cada vez mais dificuldades para se manterem viáveis no modelo de produção industrial. Neste contexto, a avicultura semi-intensiva representa um novo modelo para esses criadores. No entanto, segundo Figueiredo et al. (2001) e para o Programa Nacional de Sanidade Avícola (PNSA) do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (2002) para fins de regulamentação do controle sanitário, existem quatro tipos de criação que se contrapõem ao sistema de criação industrial de frangos:

I. Frango Alternativo - que é criado no mesmo tipo de ambiente que o frango convencional, porém em baixas densidades. Não tem restrição quanto à linhagem. A única restrição feita é quanto à proibição de administração de produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal. A ração deve ter como base somente ingredientes de origem vegetal. A idade ao abate varia entre 48 e 52 dias.

II. Frango verde - recebe alimentos exclusivamente à base de ingredientes vegetais, descartando-se o uso de ingredientes de origem animal no arraçoamento, como farinhas de carne, ossos, vísceras, penas.

III. Frango Caipira - provém de linhagens específicas. É produzido em áreas mais extensas (o produtor deve garantir 3 m² por ave). A única restrição feita é quanto à proibição de administração de produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal. A ração deve ter como base somente ingrediente de origem vegetal, e além desta, a ave pode pastejar pelo solo, tendo acesso a outras fontes vegetais como frutas, pasto e legumes. A idade ao abate varia entre 80 e 90 dias.

IV. Frango Orgânico - é aquele criado em área de pastejo, com baixa densidade. A única restrição feita é quanto à proibição de administração de produtos quimioterápicos e ingredientes de origem animal. Os ingredientes

utilizados na alimentação, além de serem de origem vegetal também devem ser cultivados em sistema orgânico, ou seja, produzidos sem a utilização de defensivos e fertilizantes químicos. A idade ao abate varia entre 80 e 90 dias. Esse tipo de criação respeita as normas de bem-estar animal.

2.2.1 Sistema de criação semi-intensivo

O sistema semi-intensivo de produção de frango tipo caipira tem um conceito diferenciado da produção industrial na busca por uma produção menos agressiva ao meio ambiente e as aves. A saúde e o bem-estar animal podem ser afetados positivamente aumentando-se a área de alojamento por animal e garantindo maior liberdade de movimentação (Sundrum, 2001). Em contrapartida, o regime de confinamento total causa estresse intenso (Jones & Mills, 1999) e tem como consequência respostas fisiológicas e comportamentais dos animais (Marin *et al.*, 2001), podendo causar sérios problemas de saúde, produtividade e no bem-estar das aves (Abeyesinghe *et al.*, 2001; Bolis, 2001; Hall, 2001).

Com objetivo de otimizar a produção industrial de carne, o sistema intensivo de produção tem aumentado a densidade de criação de frangos, o que gera alterações dentro do ambiente, tanto do ponto de vista termodinâmico, quanto da qualidade do ar, colocando em risco os aspectos sanitários, econômicos e de biossegurança. Nääs *et al.* (2001) relatam que a situação da qualidade do ar dentro e imediatamente fora dos galpões industriais de frangos de corte tem relação direta com a salubridade e a agressão ao ambiente. Quando as aves são criadas no sistema semi-intensivo, a quantidade de dejetos é menor dentro do galpão o que diminui a ação poluidora das fezes e o menor contato dos animais com os dejetos.

Frangos criados em sistema semi-confinado com mais liberdade e ambiente mais próximos do seu habitat natural, favorece o desenvolvimento da massa muscular, reduzindo gorduras, produzindo animais aparentemente mais calmos e menos sensíveis ao estresse, aumentando a resistência em manejos pré-abate (Castellini *et al.*, 2002).

Maddocks et al. (2001) verificaram que a ausência de raios ultravioletas podem gerar mais estresse para as aves (pela detecção do aumento do corticosterona) além de problemas locomotores.

Dawkins et al. (2003) examinaram quais os fatores encorajavam as aves a saírem dos galpões para viver pastejando durante o dia, por meio de técnicas observacionais não invasivas utilizadas por ecologistas e relacionaram com parâmetros produtivos como mortalidade e julgamento de carcaças pós-abate (exame *post-mortem*). Desta forma, testaram a hipótese de que o ato de pastejar desses frangos está associado a um declínio de mortalidade e melhor qualidade de vida, verificando-se que alguns frangos são encorajados por grandes árvores a sair; entretanto, discutem a não clareza desse fato, podendo ser devido à boa sombra que elas promovem, deixam secas áreas que estariam muito úmidas em dias de chuva e os protegem de predadores. Ainda ressaltaram que o aumento dos níveis de bem-estar em animais que pastejam está associado significativamente ao baixo índice de mortalidade e condenação de abate.

Silva & Nakano (1998) afirmam que o sistema de criação semi-intensivo de frangos tipo caipira pode resultar em diferenças particulares na qualidade da carne das aves, quando comparada com animais confinados, principalmente devido à ingestão de forragem, verduras, insetos, larvas, minhocas etc., que são abundantes no sistema semi-intensivo de criação. Sendo assim, consumidores mais exigentes preferem a carne de aves criadas semi-confinadas por possuir sabor mais “natural” do que a carne de aves criadas totalmente confinadas (Silva & Nakano, 1998).

Figueiredo et al. (2002) testaram três diferentes linhagens (Ross, Label Rouge e Embrapa 041), criadas em três diferentes sistemas, confinado convencional; confinado em baixa densidade e com suplementação de verde e semi-confinado, solta após os 35 dias de idade, alimentadas com ração a base de milho e farelo de soja, balanceadas por aminoácidos digestíveis, com 3.175 kcal EM/kg de ração e 20,32% proteína bruta; 3.200 kcal EM/kg de ração e 19,43% proteína bruta e 3.200 kcal EM/kg de ração e 18,56% de proteína bruta, no período de 1 a 28; 29 a 63 e 64 a 91 dias de idade e observaram que o peso vivo e o consumo de ração foi influenciado pelos efeitos da linhagem, sistema de criação, sexo e de todas as interações. Merece destaque o maior peso das linhagens no sistema a solta e

maior potencial de crescimento das linhagens Ross e Embrapa 041 em relação à linhagem Label Rouge. Verificaram ainda, que a linhagem Ross produziu mais carne por kg de ração consumida em todos os sistemas estudados, seguida da linhagem Embrapa 041.

Conforme Avila et al. (2002) em um experimento com o frango Label Rouge em sistema confinado e semi-confinado, com diferentes níveis de energia, concluíram que o IEP (índice de eficiência produtiva) foi crescente de 2.600 para 3.200 Kcal EM/ kg de ração. O sistema de criação e sua interação com a energia não tiveram influência significativa nas variáveis estudadas.

2.3 Bem-estar animal

Pode-se considerar o bem-estar uma nova área da produção animal e por isso o seu conceito ainda está em formulação, o que faz com que a tarefa de assegurar o bem-estar dos animais seja considerada complicada. Assim, a *Farm Animal Welfare Council's* (FAWC, 1992) propôs as chamadas “cinco liberdades”, para serem utilizadas como base para que se possa assegurar o bem-estar dos animais. De acordo com a proposta, os sistemas de produção devem prover aos animais liberdade contra medo e estresse, liberdade contra dor, ferimentos e doença, liberdade contra fome e sede, liberdade contra desconforto e liberdade para expressar seus comportamentos normais.

A decisão da sociedade sobre a responsabilidade do bem-estar na produção animal tem realizado uma enorme mudança na cadeia produtiva como um todo. A comunidade européia principal articulador deste movimento, tem exigido mudanças que vão desde a produção até o abate, e está disposta a não comprar os produtos de países que não se adaptam as suas exigências. Segundo Warriss (2000), as pessoas desejam comer carne com “qualidade ética”, isto é, carne oriunda de animais que foram criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam o seu bem-estar, e que sejam sustentáveis e ambientalmente corretos.

Por ser ainda uma disciplina relativamente nova, o bem-estar animal pode ser criticado por não ter replicação dos resultados; simplesmente por existirem poucos investigadores que trabalham nesta área (Croney & Millman, 2007). No entanto, os

cientistas divergem sobre o modo como o bem-estar animal deve ser apreciado, desenvolvendo técnicas de acordo com os grupos e função biológica (Broom, 1996) ou história evolutiva (Barnard & Hurst, 1996). Anderson et al. (2004) relata que o comportamento de agressão, fuga e esquiva, e sua relação com a tensão dentro de um animal são de especial interesse como potenciais indicadores de bem-estar. A pecuária pode ser uma das atividades de maior impacto na qualidade de vida animal, especialmente se for considerado um diagnóstico de bem-estar que inclua intensidade e duração do impacto negativo sobre o bem-estar dos animais associadas ao número de indivíduos atingidos (BROOM e MOLENTO, 2004).

Mais recentemente, os investigadores têm sugerido quadros conceituais para conciliar estas abordagens (Fraser et al., 1997; Dawkins, 2004) e desenvolver técnicas para explorar o bem-estar dos animais em condições complexas do mundo real (Grandin, 1998; Waiblinger et al., 2001; Boivin et al., 2003; Rushen, 2003). Croney & Millman (2007) relataram que os valores das sentenças são inerentes a elaboração de questões investigativas a serem exploradas, a metodologia empregada, e a interpretação dos resultados. Outro fator contraditório é que mesmo com os avanços da neurociência, ainda não existem meios de mensurar as emoções e sentimentos dos animais, ironicamente este é um dos preceitos que a população usa para se basear nas suas exigências.

A questão da densidade é criticada e está no centro desta polêmica, porque limita a liberdade de movimentação dos animais, e os sistemas de produção podem ter um efeito negativo importante no impacto econômico para a indústria, como a receita por unidade de espaço com o aumento da densidade (Puron et al., 1995; Feddes et al., 2002).

Segundo *Estevez* (2007) as orientações que devem ser estabelecidas para os limites de densidade, com base em dados científicos sólidos, não é tão fácil como pode parecer inicialmente, porque:

- o declínio na saúde e bem-estar animal é progressivo e, portanto, é difícil fixar um limite ao número que pode ser considerado aceitável;
- limites maiores variam em função dos parâmetros utilizados para definir a saúde e o bem-estar;

- condições de habitação e práticas de gestão têm um enorme impacto no bem-estar dos animais; animais criados em condições idênticas podem ter diferentes densidades, saúde e bem-estar;

- os requisitos podem ser diferentes para as diferentes linhagens e/ou raças;
- os estudos científicos podem não ser suficientes para determinar a capacidade limite de alojamento, devido sua configuração experimental os resultados podem diferir substancialmente daqueles que seriam obtidos nas condições de âmbito comercial.

O bem-estar dos animais poderá ser abordado de maneira que não se exclua mutuamente, sendo possível atingir um resultado que abranja a combinação de várias ações, como:

- normas muito exigentes de bem-estar dos animais podem contribuir para elevar os custos para os produtores para além do possível acréscimo do valor de mercado desses produtos. A liberalização do comércio pode ter efeitos agravantes, criando condições de concorrência desiguais, ou mesmo obrigando a uma redução do rigor das normas de bem-estar dos animais dos países exportadores, o que, por seu turno, poderá suscitar a oposição à liberalização comercial e a OMC;

- uma rotulagem adequada, obrigatória ou facultativa, possibilitando dar resposta ao desejo dos consumidores, que querem fazer uma escolha informada no que se refere aos produtos alimentares, de origem nacional ou importados, inclusive no que diz respeito às condições de produção, por exemplo, produtos produzidos em conformidade com determinadas normas de bem-estar dos animais;

- estabelecimento de acordos multilaterais relativos à proteção do bem-estar dos animais. Esta abordagem será facilitada por uma definição jurídica mais clara da relação entre as regras da OMC e as medidas comerciais tomadas nos termos das disposições de acordos multilaterais no domínio do bem-estar dos animais.

2.4 Ambiência e estresse térmico

Os animais de produção estão sujeitos a fatores estressores, como o frio e o calor, o que pode desviar a energia de produção para sua energia de manutenção. No entanto, a condição de conforto térmico animal dentro de uma instalação é que o

balanço térmico seja nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal, somado ao calor ganho do ambiente, seja igual ao calor perdido (Nääs, 2000). Os processos de termorregulação (termólise e a termogênese) que ocorrem durante as trocas de calor sensível (condução, radiação, convecção) e as trocas de calor latente (evaporação e condensação) são acionados de acordo com a temperatura ambiente, paralelamente a sua zona de termoneutralidade (Macari et al., 2002).

Devido às características do metabolismo intenso da ave, de toda energia consumida pelo frango somente 20% são carregados para o seu crescimento, os outros 80% se destinam à sua manutenção (Abreu & Abreu, 2004). Conforme Moura (2001), as aves tentam compensar sua reduzida habilidade de dissipar calor latente, em condições de estresse térmico, ativando os processos fisiológicos e comportamentais responsáveis pela dissipação de calor para o ambiente externo, mantendo as asas afastadas do corpo, aumentando sua área de superfície corporal, facilitando perdas por convecção.

Quando a temperatura ambiente se aproxima da temperatura das aves, 41° C, a eficiência dos meios sensíveis de troca de calor decresce. Nesse ponto o mecanismo principal de perda de calor passa a ser o processo de evaporação de água pelo trato respiratório. Quanto maior for a pressão de vapor do ambiente, maior é a dificuldade de liberação de calor por meios evaporativos. O aumento dos movimentos respiratórios se torna eficiente apenas quando a umidade relativa ambiental se encontra em níveis menores que 80%. Quando as trocas evaporativas já não são mais efetivas na perda de calor, as aves entram em prostração podendo chegar à morte (Moura, 2001).

Existem dois tipos gerais de resposta: uma específica e outra não-específica. Por exemplo, frangos mantidos em alta temperatura ambiente apresentam elevação da temperatura corporal, como resposta, o frango aumenta a frequência respiratória e promove vasodilatação nos músculos esqueléticos para maior dissipação de calor e redução da temperatura corporal (Costa, 2002).

O estresse por calor é responsável por grandes perdas de rendimento nos lotes de frangos, como consequência há o aumento de mortalidade e conversão alimentar, e também diminuição do peso corporal, e as consequências se agravam quando as condições estressantes ocorrem na fase final, próximo ao abate. Alguns

autores (Lazslo, 1988; Parsell & Lindquist, 1995) observaram que há uma correlação entre a tolerância ao calor e o aumento da síntese da proteína do choque térmico (Hsp70). Evidências de que a proteína Hsp70 está envolvida com a termotolerância foram mostradas em estudos realizados por diversos autores entre eles Arjona et al. (1990); Wang & Edens (1990) e Miller & Qureshi (1992).

Fatores ambientais relacionadas ao clima e instalações, técnicas de manejo, nutrição definem o ambiente que circunda os animais, bem como determinam a capacidade dos animais de responder aos estímulos ambientais, que agem de forma interativa com potencial de afetar o desempenho e a qualidade da carne (Bertol, 2004).

De acordo com Julian (2004) em aves jovens a temperatura ambiental associada ao metabolismo pode ser crítica e gerar mortes. A produção do calor do corpo aumenta com a entrada de alimento, devido à termogênese induzida pela alimentação. Algumas drogas tais como a nicarbazina e outros compostos químicos tais como os clorofenóis e nitrofenóis também aumentam a produção do calor do corpo. Verifica-se aumento linear entre a proporção de frangos que morrem em galpões fechados e a alta temperatura ambiental associada ao metabolismo.

Silva et al. (2001) pesquisaram aves de duas linhagens: sendo uma portadora do gene pescoço pelado e outra não portadora, com empenamento normal, ambas submetidas a estresse térmico gradativo (38, 40 e 42°C), em câmara climática. Os resultados obtidos sugerem que a linhagem de pescoço pelado possui maior resistência ao estresse térmico em relação à linhagem de empenamento normal.

A redução do volume de penas melhora a dissipação do calor através da área desnuda, promovendo maior tolerância ao calor e melhor produtividade em condições de altas temperaturas ambientais (até 32° C). Os autores ainda concluíram que quanto mais alta foi a capacidade dos frangos de ganhar peso, mais eles se beneficiaram do fato de terem áreas desnudas (Singh et al., 2001).

2.4.1 Temperatura

A temperatura é o mais importante elemento meteorológico que influi diretamente para o conforto térmico e funcionamento geral dos processos

fisiológicos, por envolver a superfície corporal dos animais, afeta diretamente a velocidade das reações que ocorrem no organismo que influenciam a produção animal. A temperatura interna das aves é de 41,1 °C, e por se tratarem de animais homeotermos, o seu sistema fisiológico trabalha para manter esta temperatura estável, acionando assim mecanismos de repostas quando elas são submetidas a desafios térmicos.

No caso de animais em confinamento o problema se agrava em função do seu espaço físico, que diminui ao longo do ciclo produtivo, isso faz com que a produção de calor gerado pelas aves aumente no interior do galpão, além de dificultar sua dissipação (Abeyesinghe et al., 2001).

Animais pesados têm sua área de superfície relativa reduzida, dificultando ainda mais a troca de calor para o ambiente. Silva (2000), afirma que frangos de corte são muito sensíveis a altas temperaturas por serem animais que não se ajustam perfeitamente aos extremos de temperatura, por possuírem alto metabolismo e por terem grande capacidade de retenção de calor devido sua cobertura corporal.

Altas temperaturas também alteram o equilíbrio das enzimas pancreáticas nas aves. Routman et al. (2003) encontraram alteração na amilase pancreática em aves submetidas ao estresse por calor. Osman & Tanios (1983) relataram que o estresse causa um consistente aumento na atividade da amilase em frangos, o que pode comprometer a digestão do amido e, conseqüentemente, o desempenho animal.

Com relação às baixas temperaturas, ocorre um fator positivo que é o aumento do ganho de peso, mas associado a isso há o aumento da taxa de conversão alimentar.

A faixa de temperatura de conforto térmico varia de acordo com a espécie e sua constituição genética, idade, peso e tamanho corporal, estado fisiológico, dieta alimentar, exposição prévia ao calor (aclimação), variação da temperatura de bulbo seco (T_{bs}), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (V_v) e radiação incidente no ambiente de criação (Q_g) (Curtis, 1983; Teeter, 1990).

Segundo Fabrício (1994), as temperaturas ambientais ideais para frangos de corte de acordo com a fase de criação, do nascimento ao abate, são: de 1 a 7 dias,

temperatura de 35°C; de 8 a 14 dias, temperatura de 32°C; de 15 a 21 dias, temperatura de 29°C; de 22 a 28 dias, temperatura de 27°C; de 29 a 35 dias, temperatura de 24°C e de 35 dias até o abate temperatura de 21°C.

A zona de conforto térmico para aves a partir da segunda e terceira semanas de vida oscila entre 15°C e 26°C, para valores de UR de 50% a 70%, segundo Yousef (1985), estando de acordo com os limites sugeridos para frangos de corte adultos que variam de 15°C a 25°C (Curtis, 1983; Timmons & Gates, 1988). Portanto, em situações de grande amplitude térmica, as aves têm sua sobrevivência ameaçada, particularmente acima de 38°C e sob condições de alta UR. Nessas situações, as aves diminuem o ganho de peso e a eficiência de conversão alimentar. Também ocorre alteração nas exigências nutricionais (Curtis, 1983). Nesse processo, os fatores físicos ambientais (temperatura, umidade relativa, vento, radiação e etc.) tendem a produzir variações internas nas aves, influenciando a quantidade de energia trocada entre ave e ambiente, havendo, muitas vezes, a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor (Baêta & Souza, 1998).

De acordo com Medeiros (2001) temperaturas menores que 10°C promovem redução no ganho de peso e na eficiência alimentar, entre 10 e 21°C a eficiência alimentar permanece afetada. Para ambientes com temperaturas entre 15 e 26°C, verifica-se melhor eficiência alimentar e ganho de peso, entre 21 e 30°C e 32 e 38°C implica em decréscimo na ingestão alimentar de 1,5 e 4,6%, respectivamente; temperaturas entre 29 e 32°C o consumo alimentar diminui significativamente, então o ganho de peso é baixo; temperaturas entre 32 e 35°C o consumo alimentar diminui, o ganho de peso é baixo, o consumo de água passa a ser superior ao dobro do normal, nesta faixa de temperatura ambiente a temperatura interna da ave começa a aumentar; temperaturas entre 35 e 38°C têm prostração por calor: medidas emergenciais são necessárias para o resfriamento das aves. Considerando-se que a temperatura interna das aves oscila entre 40 e 41 °C, a temperatura ambiente indicada para frango de corte, poedeiras e matrizes, segundo Ferreira (2005), poderá oscilar entre 15 e 28 °C, sendo que nos primeiros dias de vida a temperatura deve ficar entre 33 a 34 °C, dependendo da umidade relativa do ar, que pode variar de 40 a 80%. Além do desempenho, a temperatura

ambiente modifica a retenção de energia, proteína e gordura no corpo animal e provoca diversas mudanças adaptativas fisiológicas, entre elas a modificação no tamanho dos órgãos, o que também contribui para alterar a exigência nutricional das aves, visto que o gasto de energia pelos tecidos metabolicamente ativos, como fígado, intestino e rins são maiores que aquele associado à carcaça (Baldwin et al., 1980).

2.4.2 Umidade do ar

A Umidade relativa do ar (UR) em conjunto com a Temperatura de bulbo seco (Tbs) possui papel importante na dissipação de calor pelos animais. Altos valores de Tbs e UR são extremamente danosos para a produção, sendo que no interior de instalações zootécnicas, a UR é função da temperatura do ambiente de criação, do fluxo de vapor d'água oriundo dos animais, das fezes e/ou da cama e do sistema de ventilação (Baião, 1995; Zanolla, 1998).

Em ambientes no qual a temperatura atinge valores próximos ou acima da temperatura corporal do animal, a perda de calor passa a ocorrer principalmente pela evaporação, que é influenciada pela UR. Nessas condições, a evaporação sofre os efeitos da elevação da UR, que reduz o gradiente de vapor d'água presente no local, diminuindo, o potencial de evaporação do vapor d'água via sistema respiratório e o ambiente que o cerca (Barbosa Filho, 2004).

Segundo Freeman (1988), a ofegação nas aves é um dos meios mais eficientes de se dissipar o calor em condições de estresse térmico, sendo ainda que, se a umidade relativa estiver apropriada, a maioria das aves será capaz de dissipar seu calor metabólico por meio da ofegação. Oliveira et al., (2006) afirmam que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade do ar. Quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave tem de remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória.

Segundo Hicks (1973) a faixa de UR considerada satisfatória para a melhor produção de frangos de corte está situada entre 35% e 75%, enquanto Donald (1998) recomenda a faixa de UR entre 50% e 60%. De acordo com estes autores,

as trocas térmicas entre o animal e o ambiente, não são afetadas nesse intervalo de UR.

2.4.3 Ventilação

A velocidade do ar influencia positivamente na condição de conforto dos animais, ajudando na manutenção de sua homeostase. Assim, com o conhecimento das necessidades ambientais das espécies, do tipo de manejo, clima local e das características da tipologia construtiva, pode-se projetar o sistema de ventilação natural ou artificial para melhorar às exigências de ventilação para os animais. O controle do microambiente físico em produção de frangos torna-se importante na decisão para otimizar o processo produtivo (Bottcher et al., 1991; Gates et al., 1998; Hamrita & Mitchell, 1999).

A renovação do ar no interior da instalação permite a redução da transferência de calor da cobertura, facilitando as trocas de calor corporal por convecção e evaporação (Baeta & Souza, 1997). A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da respiração das aves e dos excrementos, o que possibilita a renovação do ar e elimina odores (Tinôco, 1998).

Para as aves adultas, a velocidade do ar máxima recomendada é de aproximadamente 0,2 m/s no inverno e 0,5 m/s no verão, segundo estudos de Llobet & Gondolbeu (1980) e Curtis (1983). Contudo, esse limite pode ser menor para as aves mais jovens, para evitar a ocorrência de doenças pulmonares (Curtis, 1983).

Estudos realizados por Yousef (1985) e Medeiros (2001), sobre a influência do ambiente térmico na produtividade de frangos de corte entre a 4^a e a 6^a semanas de idade das aves, demonstraram que as faixas de T_{bs}, UR e V_v que resultam em maior desempenho, ocorrem entre 21 e 27°C, 50 e 70% e 0,5 e 1,5 m/s, respectivamente.

Diversos autores mostram o efeito atenuante da ventilação sobre o desconforto térmico para aves (Medeiros, 2001; Yanagi Junior et al., 2001). Portanto, quando a ventilação natural não atender as exigências mínimas das aves,

a utilização de sistema de ventilação artificial é um ponto chave para garantir níveis adequados de qualidade do ar, atuando positivamente na promoção do conforto térmico.

Lott et al. (1998) encontrou maior ganho de peso com acondicionamento em túnel com velocidade do ar a 2 m/s quando comparado a outros sistemas. Furlan et al. (2000) observou que a temperatura da crista em frangos submetidos a temperaturas de 29°C, reduziu quando submetidos à ventilação forçada por 10 minutos com velocidade de 4,2 m/s. Yahav et al. (2004) estudando a perda de calor em frangos obteve melhor desempenho com velocidades do vento de 2 m/s em comparação a 0,8 e 1,5 m/s.

2.5 Fisiologia das aves

Componentes ambientais imprevisíveis promovem um “estado emergencial” que resulta em mudanças nos padrões endócrinos e metabólicos do organismo. A fisiologia define como “estressores” os estímulos ambientais que levam a uma alteração na homeostase e a resposta correspondente de um animal conhecido como “resposta ao estresse” (Möstl & Palme, 2002).

Em condições de estresse, as aves podem responder com alterações fisiológicas e bioquímicas. Os resultados são: elevada taxa cardíaca, aumento no corticosterona plasmático e níveis de catecolaminas, hipertrofia e atrofia da adrenal, imunossupressão, mudanças nos hormônios reprodutivos e do crescimento e mudanças neuroquímicas Freeman et al. (1988). Há uma indicação que o funcionamento do trato digestivo pode ter um ajuste compensatório para produção enzimática nas secreções digestivas em estresse por calor (Osman & Tanios, 1983).

A temperatura corporal de uma ave oscila em torno de uma faixa de 41°C, isto pode variar um pouco com o horário do dia, sua atividade metabólica e o controle desta temperatura se faz por meio das trocas de calor com o ambiente. Se uma ave se encontra em condições de temperatura e umidade elevadas, terá sérias dificuldades de perder ou trocar calor com o ambiente, ocasionado, assim, um aumento da temperatura corporal (Barbosa Filho, 2004).

Para acompanhar as mudanças na temperatura corporal das aves, utiliza-se como variável resposta a temperatura retal, que dará uma idéia de como o organismo em questão está reagindo às condições ambientais a que está exposto (Barbosa Filho, 2004). Contudo, como este método tem se mostrado invasivo, muitos pesquisadores adotam como alternativa o uso do termômetro de infravermelho, fazendo medições da crista, barbela e canela das aves.

A hiperventilação pulmonar, ocasionada pelo aumento dos movimentos respiratórios, leva as perdas significativas de CO_2 fazendo com que ocorram perturbações no equilíbrio ácido-básico sangüíneo das aves que, dependendo do tempo de exposição, podem levá-las a óbito. Devido à insuficiente oxigenação, o ritmo cardíaco aumenta na tentativa de suprir mais oxigênio para o metabolismo oxidativo dos tecidos em rápido crescimento, causando uma hipertensão pulmonar. Com prolongada falta de oxigênio, mecanismos de regulação do organismo da ave são acionados para manter a homeostase. O quadro é agravado ainda mais pelo aumento da resistência ao fluxo sangüíneo no pulmão, que promove o desequilíbrio entre a necessidade e o fornecimento de oxigênio e a insuficiência cardíaca. A predisposição à ascite é maior nos frangos porque o pulmão é rígido e fixo na cavidade torácica e o peso do órgão em relação ao peso corporal diminui em função da idade (Gonzales & Macari, 2000).

Um método freqüentemente utilizado pelos produtores é a manipulação química do equilíbrio ácido-básico pela utilização de compostos químicos como bicarbonato de sódio (NaHCO_3), cloreto de potássio (KCl), cloreto de cálcio (CaCl_2) e cloreto de amônia (NH_4Cl). Em condições normais, o organismo da ave é constituído por 70% de água; no entanto, quando submetida a condições de estresse calórico há um aumento de perda de água que é compensada pelo aumento da ingestão. A perda de água pode alterar a massa corporal, resultando em perda de peso (Macari et al., 2002).

Estudos como os de Beker & Teeter (1994) e Macari (1995), chamam a atenção também para o aspecto da temperatura da água fornecida às aves, que interfere no seu consumo e tende a diminuir quando a temperatura da água aumenta.

Existem alguns hormônios que são utilizados como indicativo do stress, como é o caso dos corticosteróides, que tem sido amplamente utilizada em avaliações de bem-estar (Craig & Craig, 1985; Onbasilar & Aksoy, 2005; Puvadolpirod e Thaxton 2000 e Thaxton & Puvadolpirod, 2000) que propuseram um modelo de estudo de estresse em aves domésticas. Este modelo envolve continua infusão de adrenocorticotropina (ACTH). Já Post et al. (2003) propôs uma alternativa no modelo de medida de estresse utilizando a dieta e corticosterona (CS). Entretanto, Dawkins (2003) aponta a existência de inúmeros problemas de interpretação nos indicadores de estresse com essas medidas. O problema consiste no fato de que muitos destes indicadores bioquímicos e fisiológicos de bem-estar são melhores indicadores de atividade ou excitação do que realmente das condições de bem-estar do animal, variando naturalmente em função do horário do dia, da temperatura e das condições de alojamento. Há, ainda, alguns métodos que utilizam técnicas invasivas podendo alterar seus parâmetros, mascarando os reais resultados.

2.6 Comportamento das aves

Para se mensurar o bem-estar das aves, faz-se uso de algumas ferramentas. Uma delas é a medida das variáveis fisiológicas e a mais recente usada é a análise do comportamento das aves. Segundo Kilgour & Dalton (1984), a ave tem flexibilidade limitada, mas boa capacidade de discriminação visual. Embora relute em voar, usa o espaço horizontal (solo) para comer, tomar banho de areia e construir o ninho. E o espaço vertical para dormir e ficar empoleirada. Em todas as épocas do ano, a maior parte do dia está associada à busca de alimento e faz isso principalmente ciscando o solo e folhas (Dawkins, 1989). Todavia, segundo Becker (2002), deve-se considerar que a criação intensiva exige a adaptação fisiológica e comportamental dos animais, o que exige estudos para avaliação dos sistemas de manejo mais adequados. A seleção genética de aves em confinamento não altera seu comportamento quando criadas soltas, comparando a linhagem comercial ISA a aves caipiras. Sales et al. (2000) verificaram o mesmo padrão geral de comportamento entre as aves. Os aspectos sociais, principalmente os baseados no

comportamento das aves, até então relegados a um plano secundário, torna-se cada vez mais evidentes na exploração avícola moderna, face à importância do ambiente em que as aves estão sujeitas (Campos, 2000).

Segundo Odén (2003), a maioria dos comportamentos apresentados pelas aves domésticas atuais é baseada nos comportamentos considerados como padrão pelas suas ancestrais (Red Jungle Fowl), tais como a dominância dentro do grupo, o comportamento de ciscar o chão, a agressividade e a construção do ninho.

Vários autores (Duncan & Mench, 1993; Snowdon, 1999; Puma et al., 2001) estudaram o comportamento, e utilizaram algumas respostas comportamentais, como agressividade e prostração, para avaliar o bem-estar.

O comportamento é um fenômeno complexo, pois ocorre tanto em indivíduos isolados como em grupos, sendo controlado por mecanismos neurobiológicos e hormonais (Mench, 1992). Ele é influenciado por fatores externos, como o ambiente, e pode influenciar a produtividade (Campos, 2000). Estévez et al. (2003) sugeriram que frangos adotam diferentes estratégias e comportamentos sociais quando o grupo aumenta de tamanho e, por conseguinte, esta informação deve ser considerada, principalmente quando se restringe a observação de um único indivíduo dentro de um grande grupo.

O comportamento pode variar em diferentes períodos do dia, em função de elementos meteorológicos climáticos como temperatura e umidade. Os mesmos autores também concluíram que os fatores ração e idade não influenciaram nos comportamentos das aves, provavelmente devido ao fato de não haver mais a presença do alimento como fator atuante.

Pereira et al. (2007) observaram que a temperatura ambiente foi positivamente correlacionada com os comportamentos tomar banho de areia e de beber água, e negativamente correlacionada com os comportamentos "correr" e espreguiçar. Estévez et al. (2003) observaram o comportamento em diferentes tamanhos de grupo de aves, sendo que o comportamento agressivo dinâmico foi influenciado pela concorrência por alimentos com menor agressividade em grupos maiores, mantendo-se a mesma densidade de animais. O nível de concorrência é um fator crítico entre as aves, bem como de os animais se moverem e utilizar em

sua disposição de espaço em ambiente confinado (Newberry e Hall, 1990; Estevez et al., 1997; Estevez e Christman, 2006).

Segundo Maudlin (1992), a organização social tem duas funções importantes: reduzir os gastos não adaptativos de energia, e servir de base para relações regulares de dominância e submissão. Essas relações são geralmente estabelecidas através de comportamentos agressivos, representados principalmente pela bicagem de penas, que, segundo Fraser & Broom (1990), é um comportamento anormal resultante da frustração do comportamento exploratório em um ambiente sem diversificação. Assim, ao invés de bicarem o solo em busca de alimento, passam a investigar o corpo de outros animais. Isso causa prejuízo aos avicultores e é a principal motivação para o corte da ponta dos bicos das aves (debicagem), feita com uma lâmina aquecida. Essa lâmina é aplicada na ponta do bico das aves, por onde correm vasos sanguíneos, causando dor e sofrimento às aves.

Já foi comprovado também por estudos, como os realizados Hughes & Duncan (1988) e por Jensen & Toates (1993), que o maior problema de animais criados em confinamento (gaiolas) é a impossibilidade de expressar seus comportamentos naturais, o que leva os animais à frustração e a desenvolver comportamentos anômalos.

Segundo o trabalho realizado por Rudkin & Stewart (2003), que monitoraram, através de câmeras de vídeo, os comportamentos de duas linhagens de poedeiras em diferentes tipos de gaiolas modificadas, foi possível verificar a expressão da maioria dos comportamentos naturais das aves, mesmo em condições de confinamento.

2.6.1 Enriquecimento ambiental

O enriquecimento ambiental, embora resulte de preocupação antiga, é uma área recente de estudo e de aplicação dos princípios do comportamento animal. De acordo com Shepherdson et al. (1998) o enriquecimento ambiental é um princípio de manejo animal que busca melhorar a qualidade do cuidado a animais confinados pela identificação e pelo uso dos estímulos ambientais necessários ao seu bem-estar psicológico e fisiológico. Mitchell & Kettlewell, (2003) relatam que a

inserção de itens de enriquecimento ambiental pode ser um fator de aumento no grau de bem-estar animal. Na prática, abrange uma variedade de técnicas originais, criativas e engenhosas para manter os animais ocupados pelo aumento da diversidade e oportunidade de garantir as expressões comportamentais com o oferecimento de ambientes mais estimulantes.

Segundo Young (2003), o enriquecimento ambiental seria um processo para melhorar dos ambientes de alojamento e das técnicas de manejo da perspectiva da biologia comportamental e da história natural dos animais. Seria um processo dinâmico no qual mudanças na estrutura dos ambientes e nas práticas de manejo são feitas com o objetivo de aumentar as chances de escolha dos animais, promovendo comportamentos e habilidades apropriados à espécie, aumentando assim os níveis de bem-estar animal.

Acredita-se que o enriquecimento ambiental proporcione aos animais de produção a possibilidade de terem um comportamento o mais próximo possível do exibido no meio natural: a exibição de comportamentos típicos da espécie é um dos critérios para avaliar se um animal se encontra em boas condições. Através do enriquecimento, pode-se proporcionar ao indivíduo escolha do tipo de ambiente a ser usufruído, maiores possibilidades de exploração, imprevisibilidade, um pouco de controle de sua dieta, companheirismo e privacidade. É também uma forma de otimizar o espaço disponível para os animais confinados, promovendo uma maior interação destes com o ambiente, respeitando as características da espécie de interesse. Muitas vezes, a área de vida do animal na natureza é tão grande que seria impossível disponibilizar essa quantidade de espaço no seu alojamento, dificultando seu manejo. Essa otimização prioriza espaço efetivamente utilizável para os animais, respeitando o uso tridimensional que estes fazem da área em suas atividades diárias (Mellen & Macphee, 2001).

Quando é dada aos animais a oportunidade de escolha entre “trabalhar” para conseguir recursos alimentares ou acessá-los facilmente, muitos deles escolhem a primeira opção. Isso sugeriu que os animais pudessem ter uma necessidade biológica da procura pelo alimento, entre outros tipos de comportamento, e que a negação dessa oportunidade poderia ser uma fonte de frustração e estresse (Hughes & Duncan, 1988).

As propostas de trabalho na área baseiam-se, hoje, nas três grandes diferenças existentes entre os ambientes naturais e aqueles de confinamento: a previsibilidade do ambiente do alojamento, sua falta de complexidade e o tempo reduzido que o animal gasta para se alimentar ou procurar por alimento. Os resultados desejáveis da intervenção seriam: a redução do comportamento anormal, da expressão de medo do tratador e um aumento da atividade, de comportamento exploratório, das brincadeiras, e da expressão de comportamentos naturais (UNIVERSITIES FEDERATION FOR ANIMAL WELFARE, 2000).

Dentre os comportamentos citados como desejáveis, o exploratório está intimamente relacionado com o recolhimento de informações do ambiente. A exploração é utilizada para obter informações a respeito da disponibilidade de recursos para o futuro, esconderijos, pontos de fuga, além de alimento (Mench, 1998).

As técnicas de enriquecimento ambiental são utilizadas para reduzir o estresse causado pelo confinamento, que pode ser expresso através de condições fisiológicas inadequadas, de comportamentos e padrões de atividade atípicos para a espécie e, em especial, através de comportamentos estereotipados. Dantzer & Mormed (1983) definem a estereotipia como um comportamento apresentado de maneira repetitiva e exagerado, muitas vezes associado ao tédio e a disfunções comportamentais do animal. Segundo Shepherdson et al. (1998), as estereotipias podem ser quantitativas (superatividade, beber água em excesso, forrageamento mesmo depois de alimentados) ou qualitativas (comportamentos que o indivíduo não apresentaria em natureza, tais como caminhar sem objetivo, mastigação falsa, entre outros). São, enfim, series de movimentos de todo ou parte do corpo do animal que são repetidos regularmente e que não serve a nenhuma função aparente.

Embora a apresentação de comportamentos típicos da espécie represente uma medida razoável de bem-estar, é bastante provável que o animal confinado apresente comportamentos não vistos na natureza, mas seria precipitado classificar esses comportamentos como prejudiciais sem um estudo mais cuidadoso. Uma vez que não se tem clareza a respeito do tipo de estímulos que seriam benéficos para os indivíduos mantidos em alojamentos inadequados, torna-

se vazia qualquer definição de comportamento anormal que não se baseie em registros abrangentes e em critérios de bem-estar. Acredita-se que os critérios para determinar que indícios comportamentais possam ser considerados positivos ou negativos devem surgir do próprio estudo da espécie escolhida. Appleby et al. 2004, trabalhando com poedeiras onde proporcionou enriquecimento ambiental, colocou dispositivos pendurados no teto das gaiolas e observou maior frequência de galinhas se bicando em comparação ao grupo controle.

A utilização de poleiros pode ser uma alternativa viável para o enriquecimento ambiental de granjas comerciais. Os poleiros promovem uma utilização da área vertical do galpão, tendo o poder de decréscimo do impacto das altas densidades de lotação utilizadas pela indústria (Newberry, 1995). Adicionalmente, os poleiros podem servir como encorajadores da execução de exercícios pelas aves (Estevez et al., 2002), oportunizando algum controle sobre o ambiente, através de comportamentos naturais da espécie (Newberry, 1995). Entretanto, um fator limitante para o uso de poleiros é sua aparente baixa utilização por frangos de crescimento rápido (Bessey, 2006). Podendo ser ideal o uso em frangos de crescimento lento (caipira) ou poedeiras criadas soltas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de março a junho de 2008, no município de Carpina, Estado de Pernambuco, na Estação Experimental de Pequenos Animais (EEPAC/UFRPE), apresentando latitude de 7,85° S, longitude de 35,24° W e altitude de 180 m. O clima da região é caracterizado como megatérmico (As') com precipitação de inverno e com estação seca do verão até outono, segundo classificação de Köppen (Pereira et al., 2002).

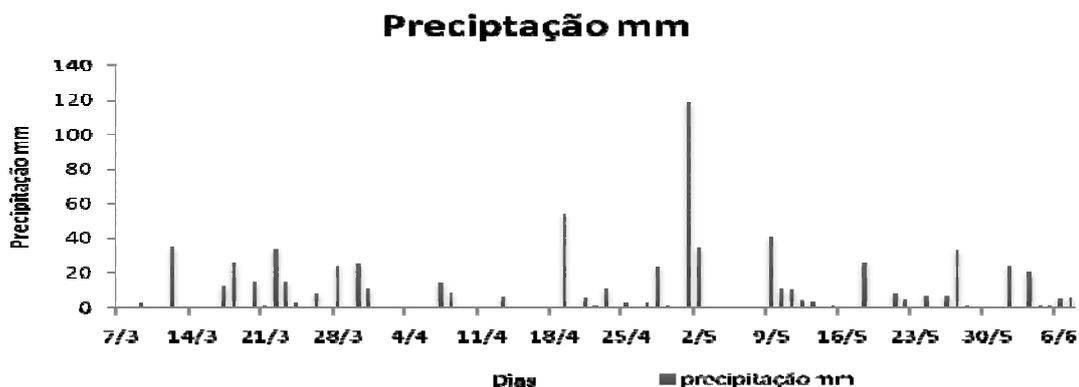


Figura 1 – Dados pluviométricos do município de Carpina, PE relativo aos meses de março a junho de 2008

O desenvolvimento da pesquisa foi realizado em galpão experimental de produção de frangos de corte até os 30 dias, o galpão tinha dimensões de 10 m de largura por 10 m de comprimento, pé direito de 3m revestidos com telhas de fibro cimento de 4mm. Os animais permaneceram até os 30 dias de idade, em seguida foram transferidos para módulos de produção com acesso a piquetes onde permaneceram por mais 57 dias, totalizando um ciclo de produção de 87 dias. O trabalho foi dividido em três etapas, em função da forma de avaliação dos dados: análise bioclimática, análise comportamental e análise do desempenho das aves.

3.1 Manejo de aves

A pesquisa foi desenvolvida no período de inverno compreendido entre 06/03/2008 a 06/06/2008 com duração de 87 dias. Foram adquiridos 500 pintos caipira com um dia de idade, linhagem adquirida no Sítio Boa Vista. As aves foram vacinadas no incubatório contra doença de Marek e Gumboro. Aos doze dias de vida, os pintos foram vacinados novamente contra Newcastle, Gumboro e Bronquite. Inicialmente as aves foram alojadas em galpão experimental em círculos de contenção com fonte de calor suplementar, campânulas equipadas com lâmpadas mistas de 160 W de potência, instaladas a uma altura de 0,50 m do piso e manejadas adequadamente no decorrer do período de avaliação conforme o perfil de distribuição das aves. Foram colocados jornais sobre a cama de

maravilha na área do círculo de contenção para proporcionar a manutenção do aquecimento corporal dos pintos nos primeiros dias de vida.

A alimentação foi fornecida em comedouros e bebedouros próprios para a fase de criação. Os comedouros e bebedouros foram instalados no centro geométrico de cada boxe de produção. Ração e água foram fornecidos *ad libitum* durante todo o período de criação, que se estendeu até 87 dias de idade. Até os 30 dias de idade foi fornecida ração específica para fase inicial e do 31^o ao 87^o dia de vida das aves foram fornecidos dois tipos de dietas, crescimento e terminação, de acordo com o manual da linhagem (Tabela 1).

Tabela 1. Composição centesimal matricial e energética das dietas fornecida às aves durante o ciclo de produção

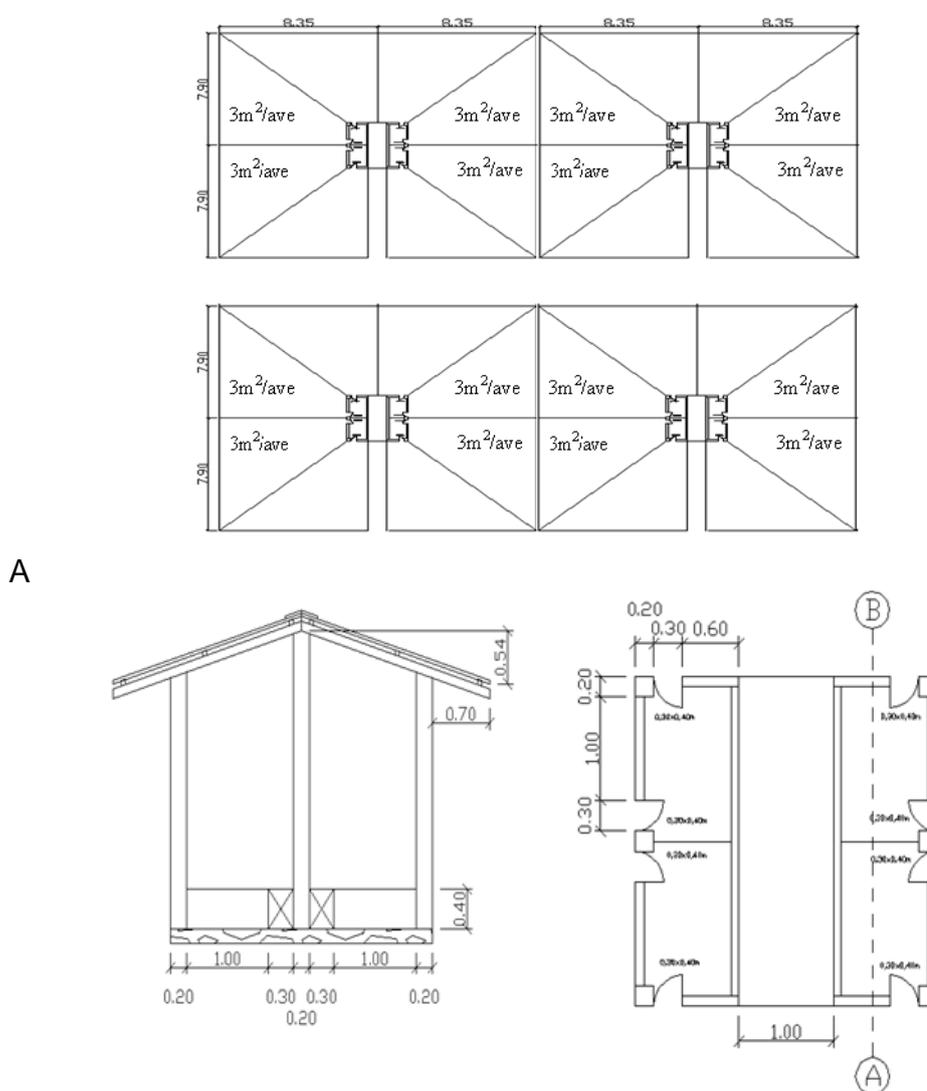
Ingredientes %	Crescimento	Terminação
Milho	66,27	70,25
Farelo de Soja	26,34	22,15
Farelo de Trigo	3,60	4,02
Fosfato Bicalcico	1,74	1,49
Calcário	1,26	1,31
Sal Comum	0,45	0,45
L-Lisina hcl 78,8	0,00	0,00
DI-Metionina	0,06	0,04
Premix.Vitaminico.	0,08	0,08
Premix Mineral	0,05	0,05
Albac	0,04	0,04
Cygro	0,05	0,05
Cloreto de Colina 70%	0,04	0,04
Total	100,00	100,00
Composição matricial e energética		
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2900	2950
Proteína bruta (%)	18,00	16,50
Cálcio (%)	1,00	0,95
Fósforo disponível (%)	0,43	0,38
Metionina (%)	0,38	0,35
Metionina + Cistina (%)	0,65	0,60
Lisina (%)	0,88	0,78

Quantidade/kg de ração: vit. A – 11.000 U.I.; vit. D3 – 2.000 U.I.; vit. E – 16 U.I.; ácido fólico – 0,4 mg; Pantotenato de Cálcio - 10,0 mg; biotina – 0,06 mg; Niacina – 35 mg; Piridoxina – 2,0 mg; Riboflavina - 4,5 mg; Tiamina – 1,2 mg; vit. B12 – 16,0 mg; vit. K3 – 1,5 mg; selênio – 0,25 mg; Antioxidante – 30 mg, Mn – 60,0 mg; Fe – 30,0 mg; Zn – 60,0 mg; Cu – 9,0 mg; I – 1,0 mg.

3.2 Tratamentos e instalações experimentais

Os módulos de produção eram de alvenaria, com piso de concreto, contendo 4 boxes por módulo, divididos por telas metálicas com presença de aberturas em cada um dos boxes, que permitiam o acesso das aves ao piquete, das 7 às 17 h.

A instalação referente ao módulo de produção das aves é caracterizada, tipologicamente, por 3,2 m de comprimento por 3,2 m de largura, pé direito de 3,0 m, beiral de 0,7 m e orientação do sentido da cumieira leste-oeste. Cobertura com telhas de fibrocimento de 4 mm, sem a presença de forro de revestimento, sendo que as laterais da instalação apresentavam fechamento em alvenaria, com mureta de 0,4 m e tela metálica.



B
C
Figura 2 - Planta de orientação dos piquetes (A) corte AB do módulo de produção (B) e planta baixa do módulo e a divisão dos boxes (C).

A criação de frangos de corte tipo caipira no Brasil utiliza de acordo da portaria do MAPA uma área de três metros quadrados de piquete por ave, a criação pode ser intensiva até os 28 dias de idade e extensiva (com acesso a piquete), após esse período (Brasil, 1999; Takahashi et. al., 2006).

Com este fundamento as aves foram alojadas, em quatro módulos de produção, divididos em quatro boxes, com quatro repetições cada, totalizando 16 boxes, sendo um box para cada tratamento proposto: módulo de produção (T1), módulo de produção com poleiro (T2), módulo de produção com sombreamento artificial (T3) e módulo de produção com poleiro e sombreamento artificial (T4), sendo assim, cada box invariavelmente contou com 10 aves/repetição, totalizando 160 aves.

3.2.1 sombreamento artificial

Os poleiros foram confeccionados em madeira com dimensões de 1,2 m de altura por 2,0 m de largura em forma de pirâmide, instalados no centro dos piquetes.

O sombreamento foi proporcionado pela instalação de malha de sombreamento preta (70%) recobrimdo 60% da área do piquete da área do piquete proporcionando 1,8m de área sombreada por ave, garantindo as aves maior proteção contra a incidência da radiação solar direta (Figura 3).



Figura 3 - Vista parcial do piquete enriquecido com poleiro e sombreamento artificial

3.3 Análise bioclimática

3.3.1 Variáveis ambientais

A avaliação térmica ambiental foi realizada por meio do registro dos dados meteorológicos nos diferentes módulos de produção (T1, T2, T3 e T4) e no ambiente externo (EXT). As variáveis meteorológicas registradas foram: temperatura de bulbo seco (Tbs, °C), temperatura de bulbo úmido (Tbu, °C), temperatura de globo negro (Tg, °C) e velocidade do vento (Vv, m/s) o que permitiu a caracterização da eficiência térmica nos módulos de produção e no ambiente externo.

Realizaram-se os registros diários das variáveis meteorológicas em intervalos de 2 h, com medidas às 7, 9, 11, 13, 15 e 17 h, entre o 30º e 87º dias totalizado 57 dias do ciclo de produção. A variável temperatura de bulbo seco (Tbs) e temperatura de bulbo úmido (Tbu) foram registradas por meio de um termo-higrômetro da marca incoterm®, escala entre -10 e 50 °C, limite de erro de ± 1 °C. A temperatura de globo negro foi registrada com auxílio de um termômetro comum (-20 a 110 °C) acoplado a uma esfera oca de polietileno de alta densidade, pintada de preto fosco. Os equipamentos foram instalados no interior de cada módulo de produção, a uma altura de 0,30 m do piso, dispostos no centro geométrico de cada um dos módulos de produção determinando-se desta forma, o microclima proporcionado pelos módulos de produção estudados.

Na área externa às instalações os termômetros foram instalados a 1,5 m de altura da superfície do solo, no interior de um abrigo meteorológico, representando o microclima do local. Fez-se a aquisição dos dados por meio de um termo-higrômetro da marca incoterm® e um termômetro de globo negro. (Figura 5)

Para todos os tratamentos e no ambiente externo fez-se o registro da velocidade instantânea do vento (m/s) nos horários coincidentes às medidas de temperatura, por meio de um termo-anemômetro da marca AZ Instrumentos®, modelo 8908.



Figura 4 - Vista parcial dos termômetros dentro do abrigo meteorológico.

A determinação da eficiência térmica dos módulos de produção foi realizada por meio dos índices de temperatura de globo e umidade (ITGU) proposta por Buffington et al. (1981), carga térmica radiante (CTR) proposta por Esmay (1982) e a entalpia (h ; $\text{kJ kg ar seco}^{-1}$) proposta por Albright (1990), tendo as seguintes equações:

$$ITGU = T_g + 0,36T_{po} - 330,08 \quad (1)$$

em que: T_g = temperatura de globo negro (K); T_{po} = temperatura de ponto de orvalho (K).

$$CTR = \tau(TMR)^4 \quad (2)$$

$$TRM = 100 \left\{ \left[2,51(VV)^{0,5}(T_g - T_s) + \left(\frac{T_g}{100} \right)^4 \right]^{0,25} \right\} \quad (3)$$

em que: TRM = temperatura média radiante; Vv = velocidade do vento (m/s); T_g = temperatura de globo negro (K); T_s = temperatura de bulbo seco (K); $\tau = 5,67 * 10^{-8} \text{ K}^{-4} \cdot \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$ (Constante de Stefan-Boltzmann).

$$h = 1,006T_{bs} + W(2501 + 1,805T_{bs}) \quad (4)$$

em que: T_{bs} = temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$); W = razão de mistura ($\text{kg vapor d'água kg ar seco}^{-1}$).

$$W = (0,622 ea) / (P_{atm} - ea) \quad (5)$$

em que: ea = pressão atual de vapor d'água (kPa); P_{atm} = pressão atmosférica (kPa).

3.3.2 Parâmetros fisiológicos

Para avaliação dos parâmetros fisiológicos foram registrados os dados de temperatura da superfície do animal, por se tratar de medida não invasiva, foram tomadas as temperaturas de crista, barbela e patas por meio de um termômetro de infravermelho da marca RayTemp™ 3 com resolução de 0,1°C e acurácia de $\pm 1^\circ\text{C}$, e frequência respiratória das aves (mov./min). A determinação destes parâmetros foi realizada em intervalos de 4 horas, às 9, 13 e 17 h, em três avaliações semanais. As aves foram selecionadas aleatoriamente, duas por repetição, em cada módulo de produção (T1, T2, T3 e T4) totalizando trinta e duas aves, identificadas com violeta genciana nas pernas e nos pés, de maneira que permanecessem fixas durante o dia selecionado para o acompanhamento.

A verificação da frequência respiratória se deu a partir da contagem do número de movimentos abdominais realizados pela ave por um período de 15 s. Utilizando-se um cronômetro digital para marcar o tempo despendido para contagem, em seguida multiplicar-se-á por 4 para obter o número de movimentos realizados em 1 min. Após o registro da frequência respiratória de todas as aves selecionadas foram tomadas as medidas das temperaturas de crista, barbela e canela das mesmas aves observadas.

3.4 Análise comportamental

Em resposta aos tratamentos avaliados, módulo de produção com acesso a piquete (T1); módulo de produção com acesso a piquete com poleiro (T2); módulo de produção com acesso a piquete com sombreamento artificial (T3); módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) verificou-se as relações comportamentais, visando à caracterização do bem-estar animal.

3.4.1 Variáveis comportamentais

Quando as aves atingiram 30 dias de idade, o acesso ao piquete de todos os módulos de criação foi aberto, permitindo a livre passagem das aves para o ambiente externo.

Após um período de sete dias de adaptação deu-se o início ao monitoramento dos animais, entre 38 e 87 dias de idade sendo uma avaliação semanal totalizando 7 avaliações, as avaliações comportamentais foram feitas por observadores em pontos estratégicos nos módulos de produção e nos piquetes, o que permitiu o monitoramento das aves no período das 7 às 17 h, em intervalos de duas horas (7, 9, 11, 13, 15 e 17 h) verificando-se a frequência de acesso das aves ao piquete e registro dos comportamentos a cada 5 min.

Para avaliação do comportamento foram escolhidas aleatoriamente seis aves por tratamento totalizando 24 aves nas observações. As aves selecionadas foram devidamente marcadas com violeta genciana para diferenciação.

As variáveis referentes às reações comportamentais observadas nos tratamentos estudados foram: limpar penas, espojamento, espreguiçar, prostrar, correr, deitar, ciscar, abrir asas, arrepiar penas, ameaçar, perseguir, montar e bicar, sendo as quatro últimas denominadas de reações comportamentais agressivas. No entanto, antes de se iniciar as observações, foi desenvolvido um etograma comportamental descrito na Tabela 2, de acordo com estudos realizados por Nazareno (2008); Mollenhorst et al. (2005); Alves et al. (2004); Barbosa Filho (2004);; Rudkin & Stewart (2003); Jendral (2002) e Taylor et al. (2001) que permitiu verificar quais os elementos comportamentais que possivelmente poderiam ser visualizados em aves caipira.

Tabela 2. Etograma comportamental para frango de corte elaborado com base na literaturas consultada.

Comportamentos	Descrição
Sentada	Comportamento caracterizado quando o corpo das aves está em contato com o solo, piso ou cama.
Comendo	Consumindo ou bicando alimento do comedouro.
Bebendo	Consumindo água do bebedouro.
FORAGEANDO	Consumindo e/ou bicando o substrato vegetal na área de piquete.
Explorando penas	Explorando o empenamento com o bico, tanto para manutenção, quanto para investigação.
Bicagem não agressiva	Bicando levemente outras aves, geralmente na região inferior ventral do pescoço, dorso, base e ponta da cauda ou abdômen.
Bicagem agressiva	Bicagem forte de outra ave provocando reação agressiva ou defensiva, geralmente direcionada à região superior da cabeça e crista ou na região inferior dorsal do pescoço.

Bicagem de objetos	Bicagem direcionada a objetos ou partes do box, com exceção ao comedouro e bebedouro.
Movimentos de desconforto	Movimentos de esticar as asas e pernas do mesmo lado do corpo simultaneamente, sacudir e ruflar as penas, levantar parte de ambas as asas próximo ao corpo ou estender as pontas das asas e/ou bater asas.
Ciscando	Quando a ave explora seu território com seus pés e bico, direcionados ao piso.
Banho de “areia”	Revolvendo-se no substrato de cama ou no solo na área do piquete, espalhando-o pelo corpo.
Parada	Comportamento caracterizado quando a ave não apresenta nenhum movimento, ou aparentemente não se enquadra em nenhum dos comportamentos anteriores.
T2	Comportamento caracterizado quando a ave está em repouso sobre os T2s.

Todas as observações foram realizadas uma vez por semana em dias não coincidentes com os dias de registro de dados fisiológicos para que não interferissem nos resultados.

3.5 Desempenho produtivo das aves

Os indicadores zootécnicos como: ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), consumo de ração (CR), peso vivo (PV) e rendimento de carcaça e cortes foram registrados nos diferentes módulos de produção, obtidos a partir da relação entre o consumo de ração e o peso corporal, idade de abate, característica de carcaça e cortes (pós-abate).

O consumo de ração foi obtido a partir da pesagem semanal das sobras de cada comedouro, indicando a quantidade de ração consumida. Para o cálculo do ganho de peso, todos os animais foram pesados semanalmente, o que permitiu determinar o ganho de peso médio das aves para o período avaliado.

3.5.1 Rendimento de carcaça e partes

Aos 87 dias de idade foram feitas às pesagens das aves dentro de cada repetição, obtendo-se a média de peso vivo, selecionando-se 2 aves para abate

com peso mais próximo da média na repetição para avaliação do rendimento de carcaça e cortes, perfazendo amostra de 16 aves por módulo de produção, totalizando 32 aves. As aves foram abatidas por deslocamento cervical, colocadas na escaldadeira e depenadas, logo em seguida foram evisceradas e realizados os devidos cortes. Com isso foram obtidos o peso das partes, cortes e vísceras no Abatedouro da Estação Experimental de Pequenos Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no município de Carpina Estado de Pernambuco, seguindo-se padrões convencionais de abate determinados pela legislação.

Após o abate das aves foram obtidas as seguintes características: peso da carcaça eviscerada (sem víscera, cabeça, pescoço, pé e gordura abdominal), peso das vísceras comestíveis (fígado, moela e coração), peso das vísceras de graxaria (intestinos e gordura) e peso dos cortes, peito, asas, coxas, sobrecoxas e dorso.

Foi considerado como rendimento de carcaça, a porcentagem do peso da carcaça eviscerada em relação ao peso vivo. Com relação ao rendimento das partes e das vísceras, foram consideradas as porcentagens dos pesos do peito, asas, dorso, coxas, sobrecoxas e vísceras em relação ao peso da carcaça eviscerada.

3.6 Delineamento experimental e análise estatística

Para análise das variáveis ambientais o delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com parcelas subdividas, sendo as semanas alocadas nas parcelas e os tratamentos (T1, T2, T3 e T4) e o abrigo meteorológico (EXT) nas sub-parcelas.

A análise estatística para os parâmetros fisiológicos, temperatura da crista, barbela, canela e a frequência respiratória foi adotado o delineamento em faixa com parcelas sub-sub-divididas inteiramente casualizada (DIC) sendo as semanas alocadas nas parcelas, os horários em sub-parcelas e os módulo de produção em sub-sub-parcelas, com 16 repetições, utilizando-se 2 aves por box, totalizando 32 aves.

Os dados referentes às variáveis comportamentais foram submetidas à análise de frequência, adotando-se o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1997).

Para as análises semanais de desempenho zootécnicos e características de carcaça como: PV, GP, CR, CA rendimento de carcaça e cortes, consumo de proteína bruta, energia metabolizável foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 4 módulo de produção e 4 repetições, porém para desempenho zootécnico foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com parcela sub-dividida sendo que as semanas alocadas nas parcelas e o módulo de produção (T1, T2, T3 e T4) nas sub-parcelas.

Para à análise de variância das características estudadas como variáveis ambientais, índices zootécnicos e parâmetros fisiológicos foi utilizado o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS, 1997) e a comparação das médias foram realizadas utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise bioclimática

4.1.1 Variáveis meteorológicas e índices de conforto

Observa-se que os módulos de criação e o ambiente externo (T1, T2, T3, T4 e EXT) apresentaram diferenças significativas para temperatura de bulbo seco (Tbs), quando comparados entre si, verificando-se maior temperatura no módulo com acesso a piquete (T1), seguido do módulo T2 por não apresentarem artifícios que reduzissem a temperatura interna dos módulos de produção, como se pode constatar nos módulos T3 e T4 que dispunham de malhas de sombreamento artificial em 60% da área do piquete, alterando o balanço de energia na condição de entorno das instalações, apresentando valores da ordem de 29,50; 29,21; 28,46; 28,76 e 28,43 °C, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios das variáveis meteorológicas e índices de conforto nos módulos de produção com acesso a piquete (T1), acesso a piquete com poleiro (T2), acesso a piquete com sombreamento artificial (T3), acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) e ambiente externo (EXT)

Tratamentos	Tbs (°C)	Tg (°C)	UR (%)	h (kJ kg ⁻¹)	ITGU	CTR (W m ⁻²)
T1	29,50a	30,09a	68,87e	76,75b	79,76a	472,07a
T2	29,21 b	29,11c	70,32d	76,58b	78,80c	473,92a
T3	28,46 d	29,85a	76,43a	77,79a	79,79a	460,14c
T4	28,76 c	29,58b	72,04c	75,95c	79,24b	465,81b
EXT	28,43 d	29,07d	73,18b	75,60c	78,73c	464,48b
CV	3,47	4,29	7,28	3,62	1,68	3,26

Nas mesmas colunas médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Tbs = temperatura de bulbo seco; Tg = temperatura de globo negro; UR = umidade relativa do ar; h = entalpia e ITGU = índice de temperatura de globo e umidade; CTR = carga térmica radiante.

Nota-se efeito significativo para temperatura de globo negro (Tg) na condição interna e externa aos módulos de produção, verificando-se maior Tg para os módulos T1 e T3 que diferiram de T4 e T2, sendo que o ambiente externo (EXT) apresentou o menor valor ao longo do período analisado, considerando que o estresse térmico ocasionado pela radiação solar difusa é uma parcela significativa às trocas de calor sensível (Pereira et al., 2002); no entanto não houve diferença ocasionada pelo sombreamento e sim pela maior presença das aves no interior dos módulos de produção. O que esses dados corroboram com (Furtado et al., 2003; Silva et al., 2003).

A umidade relativa do ar (UR) apresentou o maior valor médio no módulo de criação com sombreamento artificial (T3), seguido pelo ambiente externo (EXT) e pelo módulo com acesso a piquete enriquecido com poleiro e sombra artificial (T4) e a menor no T1. Todos os módulos apresentaram diferenças entre si, determinada pela adoção da malha de sombreamento que permitiu maior retenção de vapor d'água e bloqueio a renovação de ar que alterou a condição no interior dos módulos de produção (Tabela 3).

Com relação à entalpia (h) nota-se que o maior valor médio registrado nos diferentes módulos de criação foi detectado no T3 que diferiu significativamente

dos módulos T1 e T2, que também diferiram do T4 e do ambiente externo (EXT), apresentando valores da ordem de 77,79; 76,75; 76,58; 75,95 e 75,60 kJ / kg ar seco, determinado pela quantidade de energia interna da parcela de ar, pontualmente para mistura de ar seco e vapor d'água, levando em consideração a T_{bs} (°C) e a razão de mistura (kg de vapor d'água/kg de ar seco).

Para o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) houve efeito significativo entre o ambiente interno aos módulos de produção e o ambiente externo, onde ocorreu o maior valor médio no módulo de produção com acesso a piquete com sombreamento artificial (T3) e no módulo sem enriquecimento (T1) que diferiram dos módulos T4 e T2, a presença de poleiro estimulou a maior permanência das aves fora dos módulos de produção, o que alterou sensivelmente o índice de conforto das aves (Tabela 3).

A carga térmica radiante (CTR) apresentou influência diante da presença ou não do sombreamento artificial, em que se verifica alteração significativa entre os valores médios apresentados pelos módulos de criação T1 e T2 em relação aos módulos T3 e T4, que ainda assim apresentaram diferenças entre si, da ordem de 1,1%.

Com base nos dados médios de T_{bs} e dos índices ITGU e CTR não se tem subsídios suficientes para indicar a melhor condição térmica de alojamento para as aves, principalmente quando se leva em consideração o efeito associativo das variáveis estudadas; no entanto nota-se que para entalpia (h) houve tendência de classificar o módulo de criação T4 como o mais adequado, provavelmente devido à disponibilidade de enriquecimento ambiental, pelo uso de poleiro e, sombra artificial na área de piquete.

A Figura 5 ilustra a variação da temperatura de bulbo seco (T_{bs}) no decorrer do período de estudo; nota-se que a condição de conforto térmico não foi atendida ou esteve muito próximo do limite de temperatura crítica superior (TCS) em 34 e 46% dos dias analisados, respectivamente. Apenas 20% dos dias estudados estiveram com temperatura na faixa de conforto das aves. Os tratamentos T3 e T4 foram aqueles que estiveram por mais tempo dentro dos limites de 29 e 21 °C para temperatura crítica superior e inferior, respectivamente, de acordo com os limites

estabelecidos por Baêta & Souza (1997) e Yalcin et al. (1997). Isto foi ocasionado pela presença da malha de sombreamento presente nestes módulos de produção.

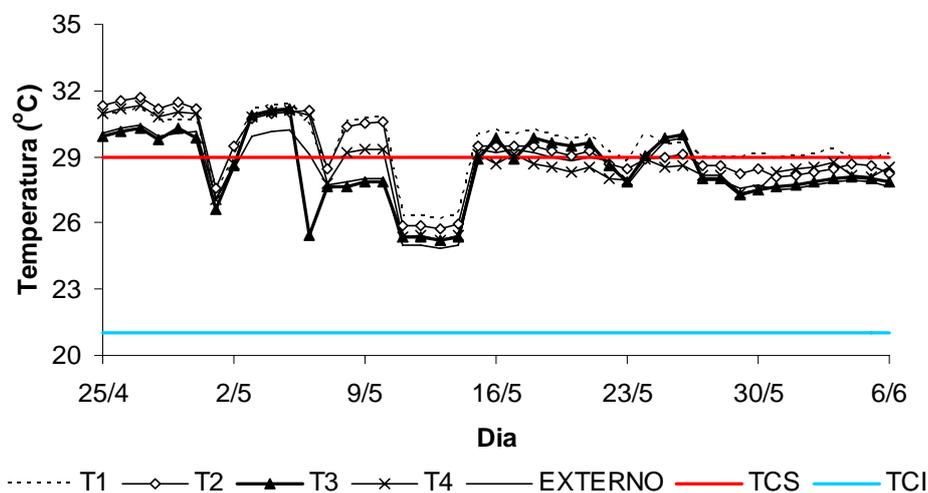


Figura 5 – Variação média da temperatura de bulbo seco (Tbs) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo.

Essas alternâncias de temperaturas amenas e estressantes caracterizam uma situação de estresse térmico acentuada nas aves, com reflexos no conforto e bem-estar animal (Tinôco, 2001).

Os valores médios da temperatura de globo negro (Tg) em seus respectivos tratamentos apresentaram variação decorrente do efeito da temperatura de bulbo seco (Tbs), adicionado ao efeito da captação da radiação solar difusa pelo globo negro, que caracteriza com maior representatividade a sensação térmica das aves (Figura 6). Porém, a exposição indireta à radiação solar no interior dos módulos de criação, somada à produção de calor dos animais, manteve mesmo grau de variação entre o ambiente interno e externo, com exceção ao módulo T3 que se manteve abaixo da média dos demais tratamentos, destaca-se ainda o T1 como aquele em que apresentou os maiores valores para Tg.

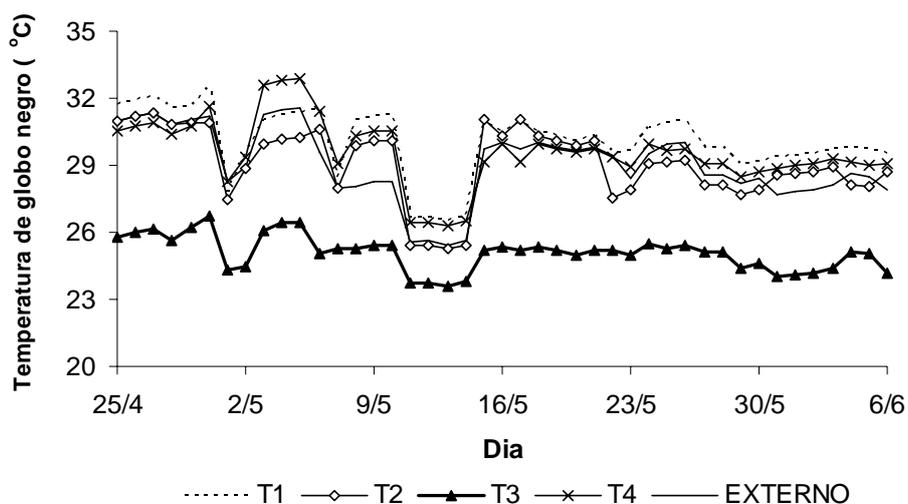


Figura 6 – Variação média da temperatura de globo negro (Tg) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).

As médias da umidade relativa do ar (UR%) (Figura 7) para os módulos de produção T1 e T2 ficaram dentro da faixa recomendada entre 50 e 70% (Sarmiento et al., 2005; Donald, 1998). No entanto, para os módulos T3 e T4, nota-se que os valores de UR% excederam a faixa recomendada, decorrente do maior aprisionamento de vapor d'água ocasionado pelas malhas de sombreamento que impedia a livre movimentação do ar e conseqüentemente a dissipação de vapor d'água elevando a umidade do ar.

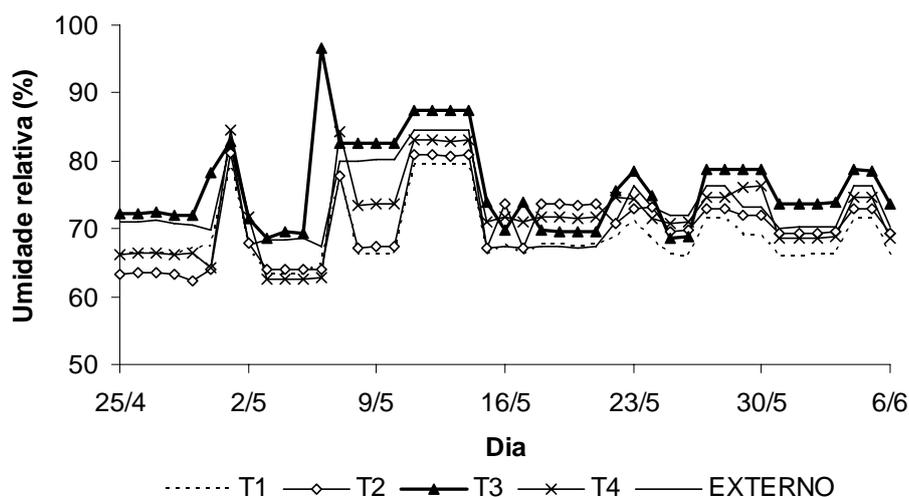


Figura 7 – Variação média da umidade relativa do ar (UR, %) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).

Verifica-se que a variação da entalpia nos módulos de produção (Fígura 8) e no ambiente externo manteve-se dentro dos limites de entalpia crítica superior (HCS) e crítica inferior (HCI) indicados por Barbosa Filho et al. (2005) e Alves et al. (2004), salvo 7% do período de estudo em que o módulo T3 apresentou valores superiores a HCS. Nota-se ainda, que o módulo de produção T3 mostrou maior entalpia, seguido do módulo T2 e T1, sendo que o T4 e o EXT foram aqueles com menores valores apontados. O módulo de produção (T4) apresentou as menores médias de entalpia devido ao fato dos animais permanecerem mais tempo fora dos módulos de produção. Moura et al., (1997) afirma que a presença dos animais aumenta a energia dentro dos abrigos oriundo das aves.

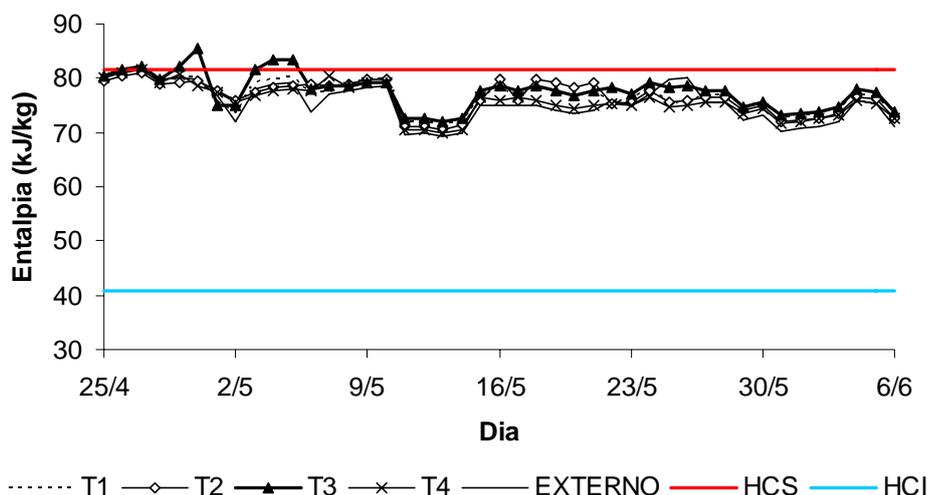


Figura 8 – Variação média da entalpia (h , kJ kg^{-1}) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).

Na Figura 9, observa-se a variação do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), obtidos a partir dos valores médios do ITGU nos quatro módulos de criação (T1, T2, T3 e T4) e no ambiente externo (EXT). Verifica-se que o condicionamento térmico no interior dos módulos esteve acima das condições ideais recomendadas para as aves, exceto para 9,3% do período experimental, em que o ITGU nos módulos de criação atendeu ao limite aceitável de conforto de até 77 (Barbosa Filho, 2007; Furtado et al., 2003).

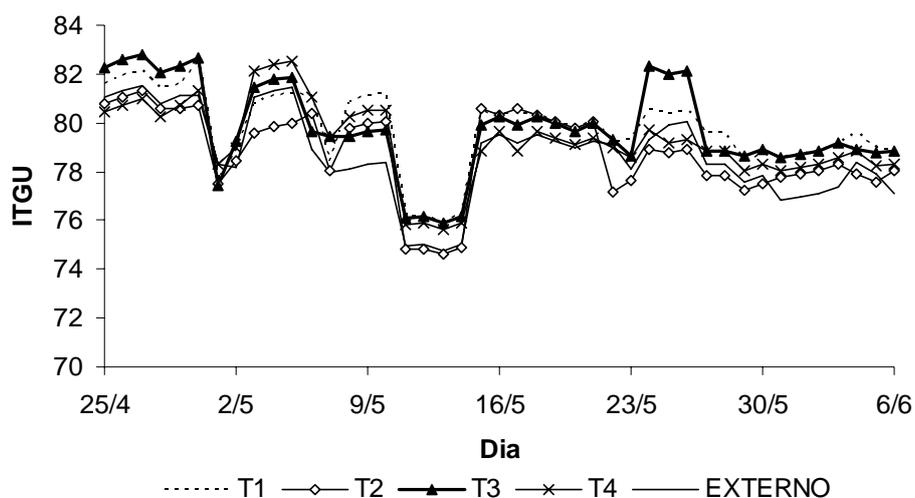


Figura 9 - Variação média do índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) nos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).

A Figura 10 mostra a variação da CTR ao longo do período experimental nos módulos de produção (T1, T2, T3 e T4) e ambiente externo (EXT). Os menores valores de CTR foram observados no módulo de produção com acesso a piquete com sombreamento artificial (T3). Isto pode ter ocorrido pela baixa velocidade do vento dentro destes abrigos, uma vez que a CTR é influenciada pelo efeito convectivo e também em função da radiação de ondas longas emitidas pela vizinhança conforme Fonseca (1998). Os módulos de produção T2 e T4, juntamente com o ambiente externo apresentaram valores intermediários e o T1 o maior valor médio encontrado.

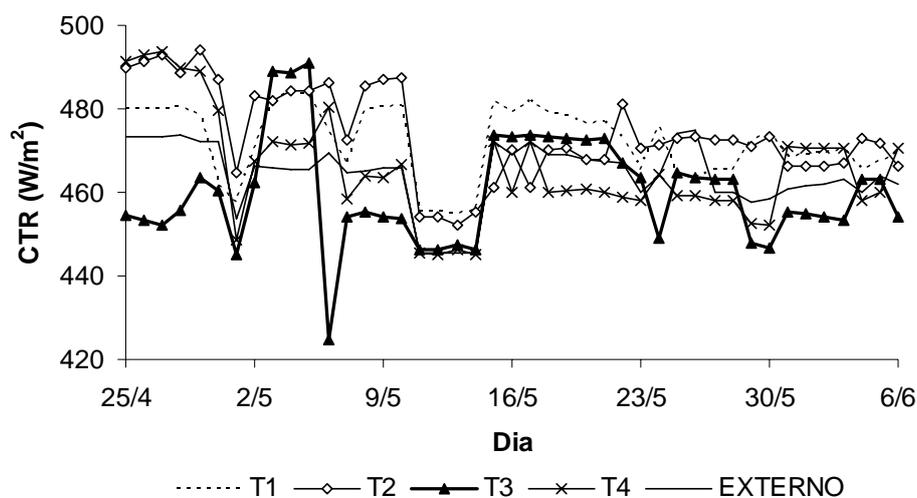


Figura 10 - Variação média da carga térmica radiante (CTR) nos módulos de criação (T1, T2, T3, T4) e no ambiente externo (EXT).

4.1.2 Parâmetros fisiológicos

Verifica-se na Tabela 4 efeito significativo para frequência respiratória das aves submetidas aos módulos de criação T1 e T2, e entre T3 e T4, no entanto não houve diferença significativa entre os módulos de criação T1 e T3 e entre T2 e T4. Nota-se que as aves alojadas no módulo de criação T2 foram as que apresentaram o maior valor médio de frequência respiratória, seguido pelo módulo T1, o menor valor encontrado foi para os animais alojados no módulo de criação T4, seguindo pelo T2, com 74,5; 65,9; 42,5 e 29,7% respectivamente acima do valor considerado crítico para as aves de 47 mov./min (Medeiros, 2001). Os altos valores de frequência respiratória indicam a sensibilidade dos frangos caipira à condição ambiental proporcionada no interior dos módulos de criação conforme Hellmeister Filho (2003).

Segundo Hoffman & Volker (1969) quando a frequência respiratória está elevada, admite-se que a temperatura do ar está acima do limite crítico superior para as aves; o calor é armazenado no organismo e o valor da temperatura corporal aumenta acima dos valores normais, esta resposta é decorrente do estímulo direto ao centro de calor no hipotálamo que envia impulso ao sistema cardiorrespiratório, na tentativa de eliminar calor por evaporação por meio da

respiração, que neste caso apresenta um aumento marcante em todos os módulos de criação.

Tabela 4. Valores médios da frequência respiratória e temperatura de superfície (pé, crista e barbela) das aves submetidas aos módulos de criação (T1, T2, T3, T4)

Parâmetros fisiológicos				
Tratamentos	Freq. resp. (mov./min)	Temp. canela (°C)	Temp. crista (°C)	Temp. barbela (°C)
T1	78a	34,3 ^a	34,3a	35,8a
T2	82a	34,4 ^a	33,9a	35,5a
T3	67b	33,4 ^b	32,7b	34,4b
T4	61b	33,8 ^{ab}	33,0b	35,2a

Nas colunas, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Os módulos de criação T3 foi o que apresentou a melhor média para a temperatura de canela. A temperatura de canela pode ser um parâmetro importante, como é uma área desprovida de penas pode ser usada para dissipar calor (Yahav et al., 2000).

Os módulos de criação T3 e T4 foram os que proporcionaram as menores médias de temperatura de crista nas aves, com média de 32,7 e 33°C respectivamente, as aves dos demais módulos de criação T1 e T2 não diferenciaram entre si, com média de até 1,6°C acima dos valores encontrados em T3 e T4. A temperatura de crista torna-se um importante parâmetro de conforto uma vez que a ave utiliza a crista para dissipar calor, por ser uma região de grande circulação sanguínea e conseqüentemente de dissipação por convecção (Silva et al., 2003).

A temperatura de barbela também pode ser considerada indicador de conforto das aves, por se tratar de uma região periférica e de grande circulação sanguínea, com mecanismo semelhante à temperatura de crista. O módulo de criação que propiciou a menor temperatura de barbela nas aves foi o T3 com média de 34,4°C, os demais módulos (T1, T3 e T4) não apresentaram diferenças significativas entre si.

Os módulos de criação que apresentaram sombreamento artificial (T3 e T4) influenciaram positivamente nos parâmetros fisiológicos, tendo as médias mais adequadas ao conforto térmico das aves conforme (Medeiros, 2001).

4.3 Análise comportamental

4.3.1 Variáveis comportamentais

Verifica-se na Tabela 5 que as aves que tiveram maior estímulo a permanecerem fora dos abrigos foram àquelas submetidas ao módulo de produção T4, ou seja, 141 observações, isso ocorreu devido ao efeito aditivo dos mecanismos de enriquecimento ambiental, sombreamento artificial mais poleiro. No módulo de criação T2 verificou-se 130 observações da presença de animais no piquete, o que indica que o poleiro unicamente pode ser considerado um referencial para o acesso das aves a área de piquete o que corrobora com (Young, 2003). As aves submetidas aos módulos de criação T1 e T3 foram as que apresentaram menor tempo de permanência nos piquetes, com valores da ordem de 108 e 102 observações, respectivamente. Outro fator a se considerar no T1 e T3 é a ausência de objeto físico que servisse de referência como refúgio, podendo ter gerado uma situação de medo e frustração, reduzindo sua atividade de pastejo.

Tabela 5. Frequência e porcentagem média das variações comportamentais (dentro e fora) das aves submetidas aos diferentes módulos de produção

Frequência	T1	T2	T3	T4	Total
Dentro	152	130	158	119	559
Fora	108	130	102	141	481
Total	260	260	260	260	1040
Porcentagem (%)	25,0	25,0	25,0	25,0	100,0

A análise da porcentagem de aves dentro e fora dos módulos de produção (T1, T2, T3 e T4), em relação à flutuação térmica diária, são apresentadas nas Figuras (11 e 12). Para isso, foi feito a seleção dos dias de maior e menor entalpia,

considerados como crítico e de conforto para as aves, estabelecidos com base no maior (Figura 11) e menor (Figura 12) valor médio de entalpia no decorrer do período de estudo (Nääs et al., 1995).

Na Figura 11, nota-se que no módulo de produção T1 nos horários das 7 e 17 h a porcentagem de aves fora do módulo de produção foi maior do que dentro, apresentando valores da ordem de 62%, coincidindo com os horários de temperaturas mais amenas e menor incidência de radiação, propiciando um microclima favorável ao pastejo das aves. No horário das 11 e 13 h os animais estavam à maior parte do tempo dentro dos módulos. A preferência das aves em estarem dentro do módulo de produção no horário das 11 h é o fato delas ainda permanecem comendo, além de neste horário haver elevação da temperatura e maior incidência de radiação solar, o que se intensifica no horário das 13h, em que as aves cessam completamente a ingestão de alimentos para diminuir o incremento calórico conforme relatado por Sevegnani et al. (2005).

No módulo de produção T2 nos horários das 7, 11 e 17 h os animais tiveram preferência em permanecer fora do módulo de produção com valores da ordem de 60, 58 e 62%, respectivamente. Coincidindo com os horários de temperaturas mais amenas do dia aliado a presença do poleiro que estimulava o acesso das aves ao piquete. No horário das 13 h as aves permaneceram mais tempo dentro do módulo de produção, devido às condições ambientais desfavoráveis (Figura 11).

No módulo de produção T3 no horário das 7, 11, 13 e 17 h a porcentagem das aves fora do módulo de produção foi maior do que dentro, com valores médios de 78, 39, 56 e 78, respectivamente. Coincidindo com os horários de temperaturas amenas aliadas a presença de sombreamento artificial que impedia à exposição direta das aves a radiação solar, a presença das malhas estimulou a permanência destes animais fora dos módulos de produção para o dia de maior entalpia conforme relatado por Nääs et al. (1995).

Verifica-se que o módulo de criação T4 nos horários das 7, 13 e 17 h a porcentagem de aves fora do módulo de produção apresentaram valores de 86, 99 e 84%. Observa-se ainda, uma redução expressiva no horário das 11 h, em que 57% das aves estavam dentro do módulo de produção, retornando a área de piquete às 13 h. Observando o módulo T4, a presença de poleiros com o efeito

aditivo da malha de sombreamento proporcionou as aves condição ambiental adequada e estímulo a exploração do ambiente externo em dias de alta entalpia, uma vez que o enriquecimento proporcionou sensação de conforto e segurança aos animais (Figura 11).

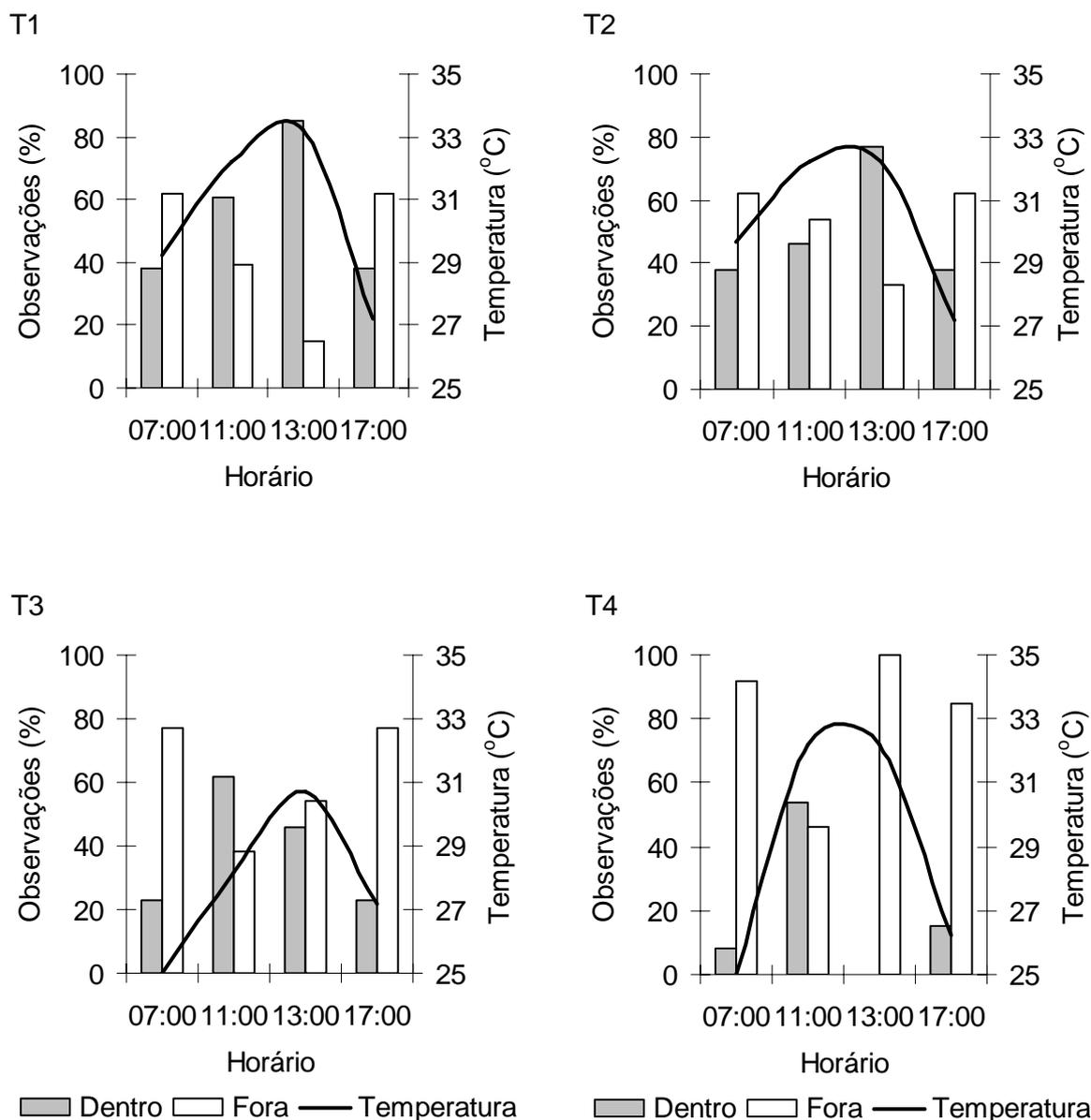


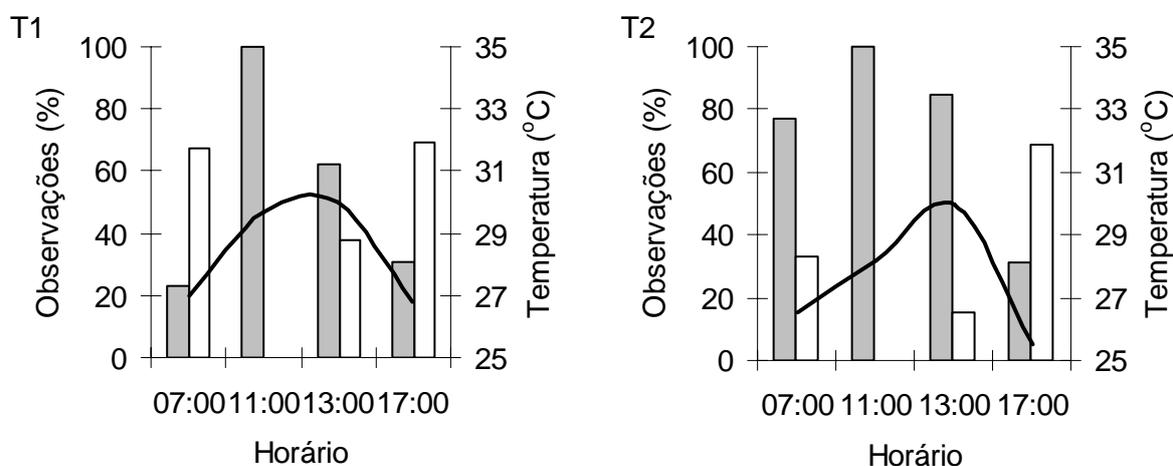
Figura 11 – Porcentagem das aves dentro e fora dos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) em decorrência da flutuação térmica no dia de maior entalpia.

Na Figura 12 verifica-se que no módulo de produção T1 nos horários das 11 e 13 h a porcentagem de aves dentro dos abrigos foram maiores do que fora, com valores de 100 e 62%, respectivamente. Nos demais horários as aves

permaneceram mais tempo fora dos abrigos. No módulo de produção T2 as aves permaneceram mais tempo dentro do abrigo, nos horários das 7, 11 e 13 h, exceto para o horário das 17 h, onde o percentual foi maior fora do que dentro, 70 e 30%, respectivamente.

As aves submetidas aos módulos de produção T3 e T4 apresentaram preferência em permanecerem mais tempo no ambiente externo, principalmente nos intervalos horários das 13 e 17 h, coincidindo com o horário de pico de temperatura, que para as duas condições encontrava-se no limite de temperatura crítica superior de 29°C, estendendo o percentual de permanência das aves nos piquetes até o final da tarde (Figura 12).

Em geral, nota-se que no dia de menor entalpia houve maior percentual de permanência das aves dentro dos abrigos, comparativamente com o dia de maior entalpia, em que os animais tiveram maior necessidade de busca por área de exploração com incremento nas possibilidades de troca de calor.



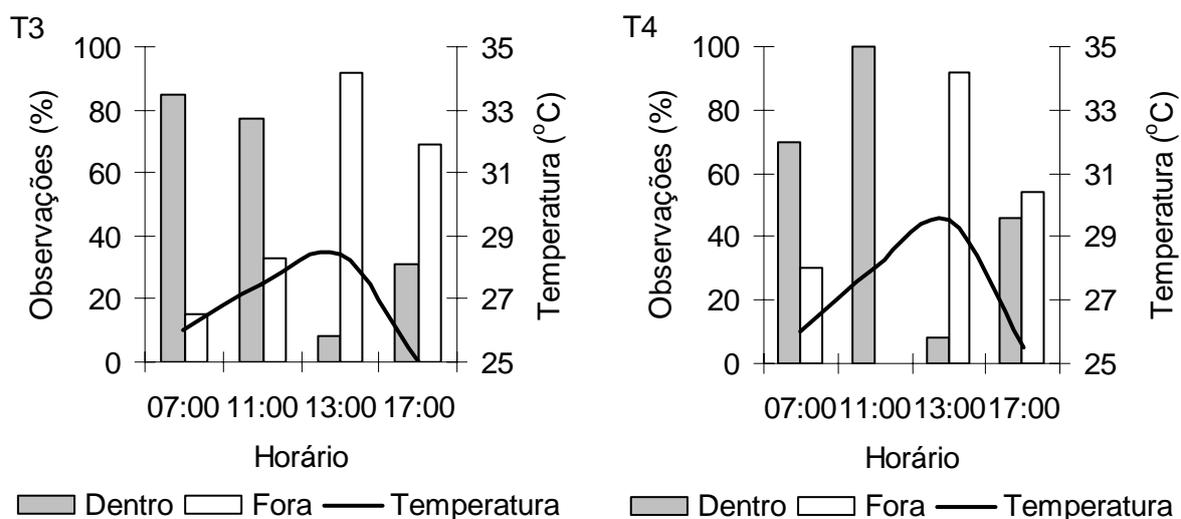


Figura 12 – Porcentagem das aves dentro e fora dos módulos de produção (T1, T2, T3, T4) em decorrência da flutuação térmica no dia de menor entalpia.

Verifica-se na Tabela 6, a frequência e a porcentagem de tempo despendido na expressão dos comportamentos listados no etograma (Tabela 6).

Com referência à porcentagem de tempo que as aves estiveram comendo, o módulo de produção T1 apresentou maior permanência no comedouro durante o período do dia, seguido pelo T4, T3 e T2 com frequência de observação de 75, 74, 73 e 63, respectivamente. Os valores correspondentes ao tempo despendido se alimentando retratam a necessidade natural das aves quando se dispõe de alimentação nos comedouros, salvo para as aves alojadas no módulo T2 que apresentou menor frequência de acesso ao comedouro. Os motivos que contribuíram para isso foram à presença da malha de sombreamento na área de piquete associado às altas temperaturas no interior do abrigo, o que estimulou a maior permanência das aves no ambiente externo ao módulo de produção. Embora a literatura aponte que o animal se mantém alimentado durante a maior parte do tempo, devido à ausência de estímulos para a execução de comportamentos diversos (Hughes & Duncan, 1988).

Observa-se na Tabela 6 maior frequência de acesso ao bebedouro no módulo de produção T3 coincidindo com o maior valor médio de entalpia no período. Para os autores Sevegnani et al. (2005) e Pereira et al. (2002) o aumento na ingestão de água, tem a função de refrigerar o organismo e diminuir a desidratação causada pela perda de calor por via respiratória.

Somente pela análise de frequência de observações do tempo despendido ao acesso das aves ao bebedouro é possível dizer que as aves submetidas ao módulo de produção T4 apresentaram condição de conforto superior, comparativamente as demais condições de alojamento, pois sob condição de estresse mais acentuado o consumo de água pelo animal chega a aumentar quase o dobro segundo Kawabata (2003).

Em condições de estresse calórico, o consumo de água está diretamente relacionado ao aumento da demanda de água destinada ao processo de perda de calor por meios evaporativos. Nestas condições o alto calor específico da água faz com que ela atue como “tampão”, fazendo com que a temperatura corporal permaneça constante, frente à flutuação ocorrida na temperatura ambiente (Moura, 2001).

De acordo com a Tabela 5, verifica-se que as aves submetidas ao módulo de produção T4 mostraram maior frequência de acesso ao piquete e tempo despendido forrageando, estimuladas principalmente pelo enriquecimento ambiental, seguido pelo T2, T3 e T1, que apresentaram frequência de observação da ordem de 49, 44, 38 e 37% respectivamente.

O comportamento de pastejo das aves são movimentos bastante vigorosos, envolvendo atividades fora dos abrigos, como o ato bicar os vegetais em busca de alimento. De acordo com Dawkins (1989) o ato de pastejo contribui para reduções de problemas como o canibalismo. Dawkins (2003) ainda ressalta que o aumento dos níveis de bem-estar em animais que pastejam está associado significativamente ao baixo índice de mortalidade e condenação de abate.

As aves submetidas ao módulo de produção T3 foi o que obteve maior valor médio para o ato de ciscar e o menor percentual do tempo despendido ocorreu no módulo T1. Isto vem confirmar o que Barbosa Filho (2004) descreve, como um comportamento considerado característico e natural das aves, caracterizado quando a ave explora seu território com seus pés e bico, sendo que em condições de altas temperaturas as aves ciscam menos.

A expressão de bicagem de objetos caracteriza-se quando a ave bica elementos constituintes do local de criação, exceto o material de cama, pastagem e ração. Esse comportamento teve registro de ocorrência somente nos módulos de

criação T4 e T1 e ainda assim muito pouco expressivos. Os motivos que podem ter influenciado a baixa incidência desse comportamento foi à possibilidade das aves explorarem seu ambiente de criação. Segundo Mollenhorst et al. (2005), a atitude de bicar telas metálicas ou qualquer objeto pode ser um redirecionamento de comportamento devido à falta ou frustração do acesso a substrato, explorar o ambiente, forragear ou banho de areia.

Bicagem não agressiva é caracterizada pela bicagem em outras aves. De acordo com Abrahanson & Tausou (1995), a bicagem de penas é considerada um redirecionamento do comportamento de bicagem de alimentos. Durante as observações comportamentais o módulo de produção não propiciou condições de expressão desse comportamento, pelo fato das aves disporem de espaço físico a ser explorado com livre acesso ao piquete.

Com relação à bicagem agressiva, as aves do estudo não apresentaram incidência significativa deste comportamento, relacionada à condição de se estabelecer dominância ou um nível de hierarquia no grupo ou ainda pelas condições de estresse provocadas pelo módulo de produção, caracterizando-se por bicadas rápidas e fortes em locais como a crista e outras partes da cabeça (Barbosa Filho, 2004).

O comportamento de explorar penas caracteriza-se quando a ave investiga suas próprias penas com o bico ou investiga as penas de outras aves. Neste sentido, nota-se que este comportamento ocorreu com maior frequência nas aves do módulo de produção T4, pelo fato deste módulo apresentar melhor condição de alojamento.

Segundo Barbosa Filho (2004) o comportamento de explorar penas pode ser considerado como comportamento de desconforto. Porém para Barehan (1976), sujeira no empenamento das aves, também, pode levar as aves à maior necessidade de explorar as penas.

O comportamento de banho de areia foi mais evidente no módulo de produção T1, apresentando maior percentual de tempo despendido. Trata-se de um comportamento característico e natural das aves, isso envolve uma seqüência de ciscar e jogar o material sólido, maravalha e outras fibras vegetais sobre o corpo, além de movimentos rápidos de chacoalhar as penas.

O banho de areia tem efeito comportamental e físico, além de regular o total de camada lipídica das penas e manter a plumagem interna mais solta. O ato de arrumar penas, tomar banho de areia e outros comportamentos de desconforto, tais como bater asas, ruflar penas, e esticar-se são importantes em ambientes de confinamento, por manterem a plumagem das aves em boas condições. Os estímulos da luz e da temperatura ambiental podem controlar o horário de realização do banho das aves, bem como a sua ocorrência ou não (Hogan & Van Boxel, 1993; Appleby & Hughes, 1991).

Durante a expressão do movimento de desconforto, as aves que apresentaram maior incidência deste comportamento foram àquelas submetidas ao módulo de produção T2, seguido pelo T1, T3 e T4, apresentando valores da ordem de 46, 40, 35 e 31%, respectivamente. Com influência de alguns fatores como: temperatura, entalpia e CTR nos módulos de produção.

Durante o estresse térmico, as aves alteram seu comportamento para auxiliar na manutenção da temperatura corporal dentro de limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e a um custo menor do que os ajustes fisiológicos (Pereira, 2005).

Com relação à postura sentada das aves, verifica-se que o módulo de produção T2 apresentou maior percentual do tempo despendido, o motivo que pode ser levado em consideração é a presença do poleiro que atraia as aves ao piquete, porém as deixava sujeitas a radiação solar direta, fazendo com que as aves assumissem postura que aumentasse sua superfície de troca de calor com o solo por contato.

Barbosa Filho (2004) relata que este comportamento pode ser visualizado com facilidade quando as aves se encontram em condições de estresse térmico, uma das explicações seria à necessidade de não se movimentar muito sob ambientes com altos valores de temperatura, pois em contato com a cama ou o solo, que certamente estaria a uma temperatura inferior a do corpo do animal, favoreceria a troca de calor por condução.

Notou-se, também, que as aves nos módulos de produção T2 e T1 foram as que apresentaram maior porcentagem de tempo gasto parada, em relação aos módulos T3 e T4. Então, sob condições de estresse térmico é normal que as aves

diminuem seu ritmo e passem a ficar paradas por mais tempo, na tentativa de minimizar a produção de calor corporal. Isso é um mecanismo de defesa das aves, uma vez que, ficando paradas gastam menos energia (Sevegnani et al., 2005; Barbosa Filho, 2004).

Nos módulos de produção T2 e T4 em que se dispunha de poleiros, verificase em T2 porcentagem de 0,8% do uso do poleiro, ao passo que em T4, nota-se 1,5% do tempo despendido das aves no poleiro, evidenciando que as aves se utilizaram desse artifício de enriquecimento ambiental mais no sentido de referencial de proteção que seu uso propriamente dito.

Tabela 6. Variação comportamental das aves submetidas aos diferentes módulo de produção expressa pela freqüência e porcentagem das observações

Freqüência Porcentagem (%)	T1	T2	T3	T2+T3	Total
Comendo	75 7,1	63 5,8	73 7,1	74 7,1	285 27,1
Bebendo	35 3,3	32 3,0	41 3,9	23 2,3	131 12,5
FORAGEANDO	37 4,2	44 5,2	38 3,7	49 4,6	168 17,7
Ciscando	14 1,3	17 1,5	28 2,7	18 1,7	77 7,2
Bicagem em objetos	5 0,4	0 0,0	0 0,0	7 0,6	12 1,0
Bicagem agressiva	1 0,1	0 0,0	0 0,0	0 0,0	1 0,1
Bicagem não agressiva	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0	0 0,0
Explorando penas	5 0,4	5 0,5	8 0,7	14 1,3	32 2,9
Banho de areia	11 1,0	4 0,4	6 0,6	6 0,6	27 2,6
Movimento de desconforto	40 3,7	46 4,2	35 3,4	31 2,9	152 14,2
Sentada	29 2,7	31 2,8	25 2,4	18 1,8	103 9,7
Parada	8 0,8	9 0,8	6 0,5	5 0,6	28 2,7
T2	0 0,0	9 0,8	0 0,0	15 1,5	24 2,3
Total	260 25,0	260 25,0	260 25,0	260 25,0	1040 100,0

Na Figura 13 são apresentadas as porcentagens comportamentais das aves no módulo de produção T1, nos seguintes intervalos horários das 7 às 8 h, 10 às 11 h, 13 às 14 h e das 16 às 17 h. Verifica-se que durante a maior parte do tempo as aves permaneceram comendo, exceto para o intervalo das 13 às 14 h, que correspondia ao intervalo de temperatura mais estressantes, observando-se menor celeridade, assumindo comportamentos posturais, sentada (15%) e parada (8%) o que proporcionou um sensível aumento percentual de sua permanência nestas posições (Silva et al., 2003; Pereira et al., 2005). Outros fatores como a temperatura e a condição de conforto no interior do módulo de produção estimularam o aumento de movimentos de desconforto e consumo de água.

Com relação ao pastejo pode-se observar que durante os intervalos das 7 às 8 h e das 16 às 17 h foram os intervalos horários de maior intensidade de pastejo, 35 e 25% do tempo despendido, respectivamente. Essa ocorrência foi devido às temperaturas mais amenas registradas nestes horários, aliada a menor incidência de radiação solar nos piquetes, propiciando um microclima de maior conforto as aves. Segundo Alves (2007) o comportamento de forragear “pastejar” tem maior frequência pela manhã e no final da tarde, corroborando com os dados encontrados na pesquisa. O comportamento de ciscar também se mostrou mais evidente no início da manhã e final da tarde, nos intervalos das 7 às 8 e das 16 às 17 h, assumindo valores de 10 e 8%, respectivamente.

O comportamento de explorar penas evidenciou-se apenas no intervalo das 16 às 17 h, em que se registrou cerca de 8% do tempo de observação. Para o banho de areia, nota-se que o percentual do tempo despendido foram de 10 e 8%, no período da manhã, intervalos das 7 às 8 e das 10 às 11 h, podendo estar associado aos estímulos da luz e da temperatura ambiental (Hogan & Van Boxel, 1993; Appleby & Hughes, 1991).

Os movimentos de desconforto foram identificados à medida que a condição na instalação se tornava mais estressante para as aves, apresentando percentual de tempo despendido de 8% para o intervalo das 10 às 11 h e de 54% das 13 às 14 h.

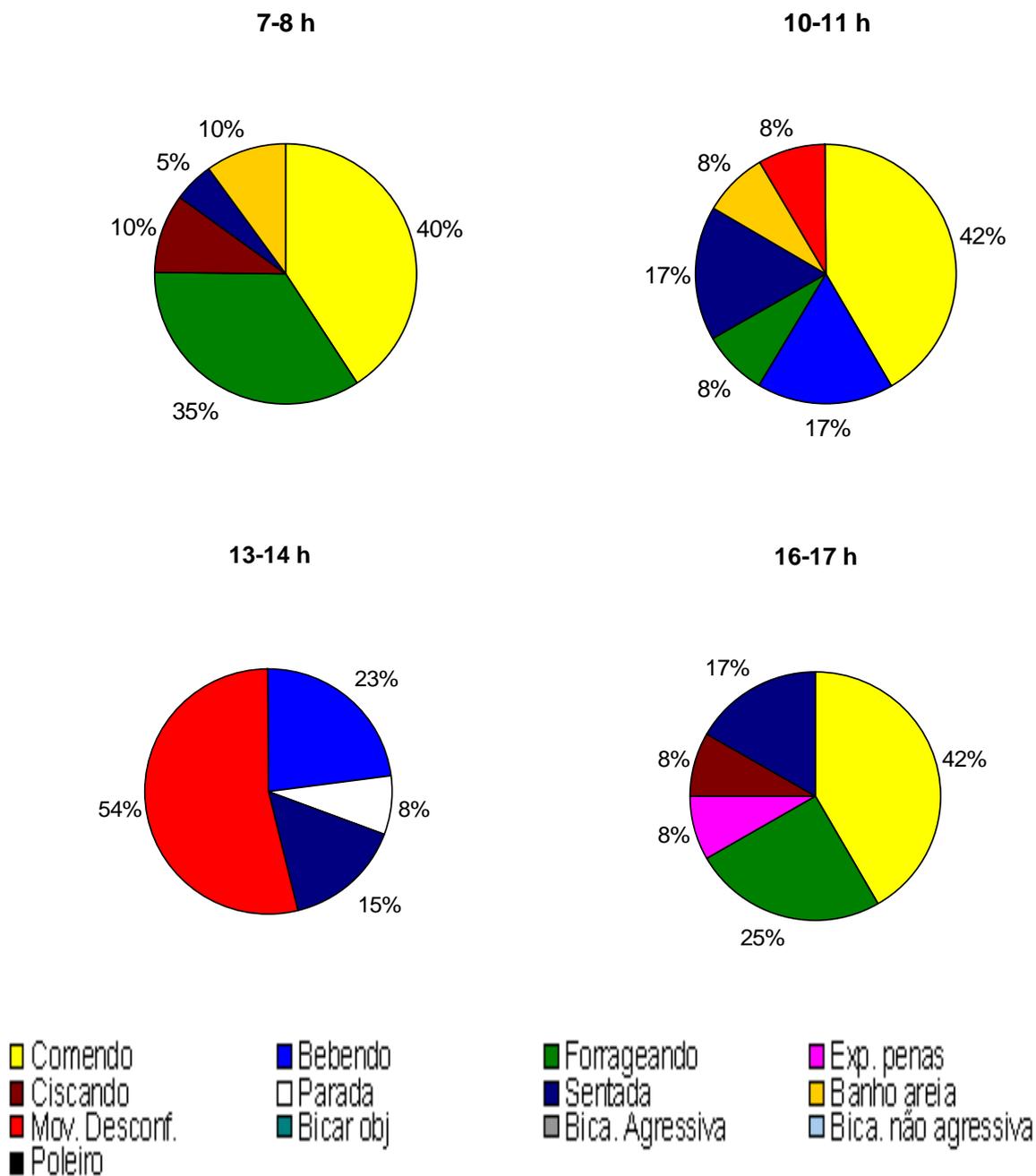


Figura 13 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T1 nos intervalos horários de observação.

Verifica-se na Figura 14, maior porcentagem do tempo despendido pelas aves submetidas ao módulo de produção T2 comendo, apresentando valores da ordem de 35, 34 e 30%, em seus respectivos intervalos horários de observação das 7 às 8 h, das 10 às 11 h e das 16 às 17 h. De maneira análoga ao observado no módulo de produção T1, à medida que a temperatura do galpão foi aumentando as aves

aumentaram a ingestão de água, com valores de 4, 16 e 23% do tempo despendido nos intervalos das 7 às 8, 10 às 11 e 13 às 14 h, respectivamente.

O comportamento de pastejo foi mais evidente no intervalo horário das 16 às 17 h, apresentando percentual do tempo despendido de 31%, enquanto nos intervalos das 7 às 8 h foi de 30%, das 10 às 11 h de 17% e das 13 às 14 h de 8%. Esses valores corroboram com àqueles observados por Alves (2007) em que verificaram comportamento de forragear mais intenso no horário das 16 h. O comportamento de ciscar também se mostrou mais evidente no início da manhã e final da tarde, nos intervalos das 7 às 8 e das 16 às 17 h, assumindo valores de 10 e 8%, respectivamente.

Com relação aos movimentos de desconforto, verifica-se que nos intervalos horários das 10 às 11 h e das 13 às 14 h houve maior porcentagem de incidências desse comportamento, 16 e 54%, caracterizando-se como os intervalos mais críticos para as aves, o que pode ter sido intensificado pela ausência de proteção à radiação solar.

Ainda na Figura 14, verifica-se maior porcentagem do tempo despendido pelas aves na postura sentada no intervalo das 13 às 14 h, apresentando valores da ordem de 15, 14, 8 e 5%, em seu respectivos intervalos horários de observação das 13 às 14 h, das 7 às 8 h, das 16 às 17 h e das 10 às 11 h. Nota-se que a postura parada se manifestou somente no intervalo das 10 às 11 h (7%) como mecanismo de defesa no gasto de energia para regulação térmica corporal devido ao subsequente aumento da temperatura do ar.

As aves buscaram o poleiro no final da tarde, no intervalo das 16 às 17 h, representando 15% do tempo despendido, como proteção, atendendo a estímulos instintivos da espécie segundo Young (2003).

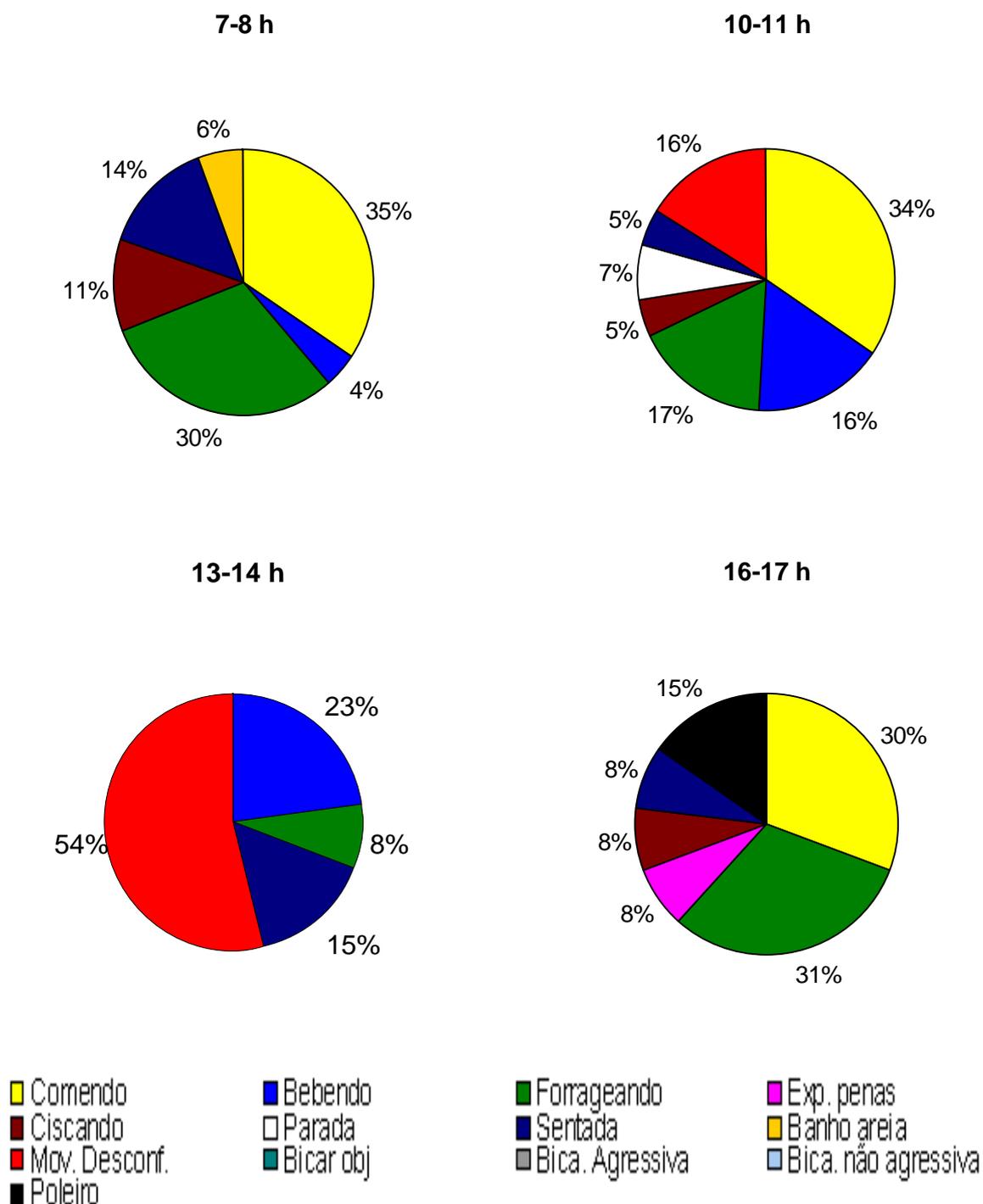


Figura 14 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T2 nos intervalos horários de observação.

Observa-se na Figura 15 que as aves passaram a maior parte do tempo comendo, apresentando valores da ordem de 69, 78, e 23%, em seus respectivos intervalos horários de observação das 7 às 8 h, 10 às 11 h e das 16 às 17 h.

Para os movimentos de desconforto observa-se que durante o intervalo das 13 às 14 h as aves estavam sofrendo estresse térmico. Isto posto, verifica-se que a expressão desse comportamento apresentou um percentual de 24%, do tempo despendido.

Evidencia-se que o consumo de água foi superior para o módulo de produção T3, comparativamente aos demais, verificando-se o percentual do tempo despendido de 10, 22, e 69% nos intervalos horários das 7 às 8 h, 10 às 11 h e 13 às 14 h, respectivamente. O aumento ou diminuição do consumo de água pode estar relacionado com as condições de estresse e/ou depreciação do bem-estar animal (Barbosa Filho, 2004).

Pela necessidade de refrigerar o organismo, quanto mais quente e úmido e quanto mais velha a ave, maior será o tempo gasto na ingestão de água, cujos resultados são condizentes com os encontrados por Pereira et al. (2002). De acordo com Macari (1996), o organismo das aves tem adaptações específicas em consonância que afirma alterações cardiorrespiratórias e metabólicas ante ao estresse calórico.

O comportamento de forragear foi mais evidente no intervalo horário das 16 às 17 h, apresentando percentual do tempo despendido de 31%, enquanto nos intervalos das 7 às 8 h foi de 39%, das 7 às 8 h de 16% e das 13 às 14 h de 7%. O comportamento de ciscar também se mostrou mais evidente no início da manhã e final da tarde, nos intervalos das 7 às 8 e das 16 às 17 h, assumindo valores de 5 e 15%, respectivamente.

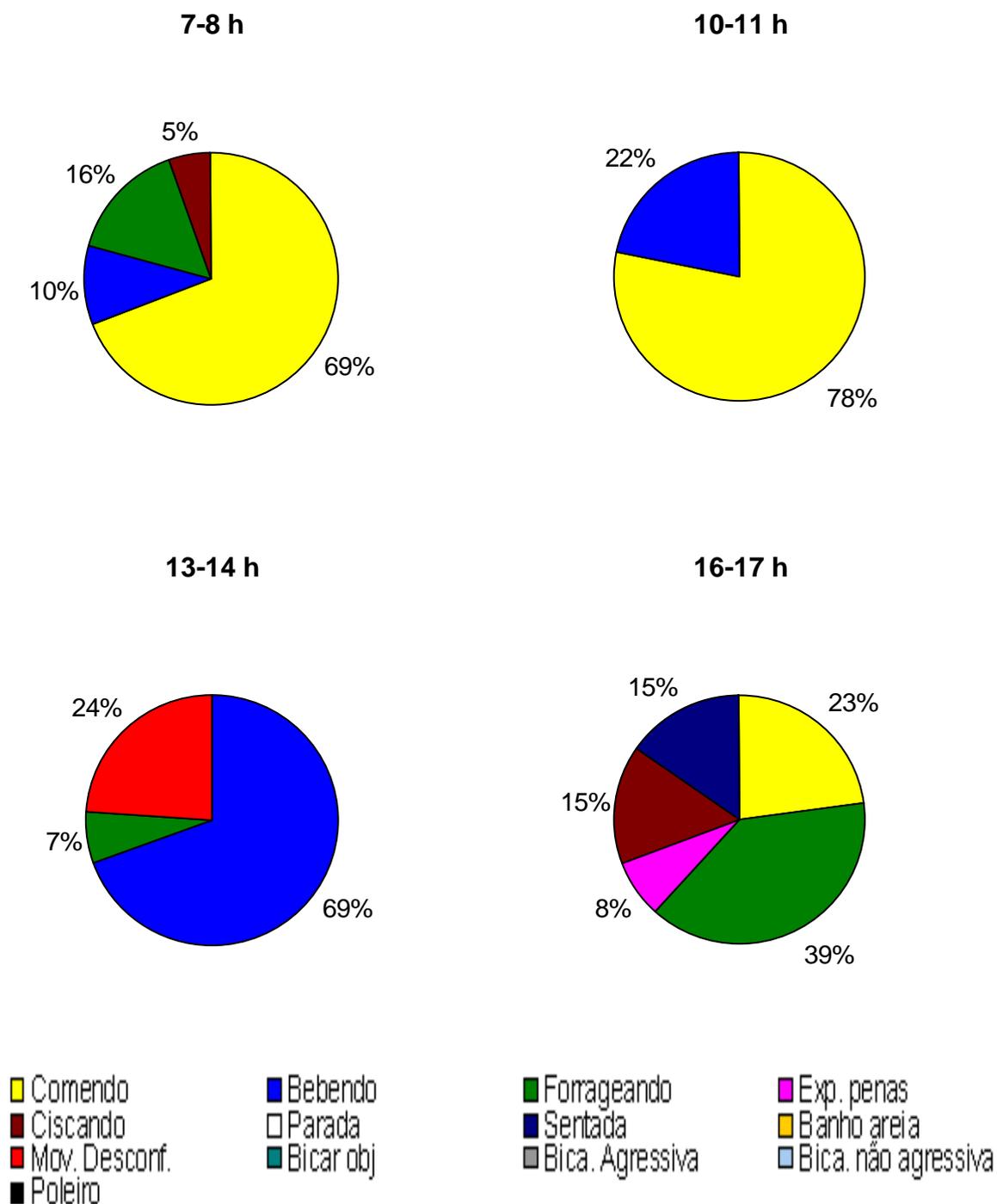


Figura 15 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T3 nos intervalos horários de observação.

Na Figura 16 são apresentadas as porcentagens comportamentais das aves no módulo de produção T4, nota-se que durante a maior parte do tempo as aves permaneceram comendo, apresentando valores da ordem de 41, 46 e 37% do tempo despendido, para os intervalos das 7 às 8 h, 10 às 11 h e das 16 às 17 h,

exceto para o intervalo das 13 às 14 h, que correspondia ao intervalo de temperatura mais elevadas, ainda assim, observando-se grande atividade animal, tendo como principal estímulo o enriquecimento ambiental (poleiro e sombra artificial).

Com relação ao comportamento de forragear das aves, pode-se verificar que todos os intervalos horários de observação apresentaram atividade de pastejo, das 7 às 8 h (25%), 10 às 11 h (27%), 13 às 14 h (10%) e das 16 às 17 h (14%) demonstrando a celeridade dos frangos caipira e o estímulo do enriquecimento ambiental na exploração do ambiente, corroborando com (Silva et al., 2003; Pereira et al., 2005). O comportamento de ciscar também se manifestou nas aves alojadas no módulo T4, nos intervalos das 7 às 8 e das 10 às 11 h, assumindo valores de 11 e 9%, respectivamente.

O comportamento de explorar penas evidenciou-se nos intervalos das 7 às 8 h, 13 às 14 h e das 16 às 17 h, em que se registrou cerca de 7, 4 e 14% do tempo de observação. Para o banho de areia, nota-se que o percentual do tempo despendido foi de 6, no período da manhã, intervalo das 7 às 8 h.

Os movimentos de desconforto foram identificados somente no intervalo das 13 às 14 h, apresentando percentual de tempo despendido de 50%. O consumo de água foi bem distribuído ao longo dos intervalos de observação, destacando o intervalo das 13 às 14 h (19%), 10 às 11 h (9%), 16 às 17 h (7%) e das 7 às 8 h (5%).

A porcentagem do tempo despendido pelas aves na postura sentada se distribuiu ao longo dos intervalos de observação, apresentando valores da ordem de 5, 9, 17 e 7%, em seus respectivos intervalos horários de observação das 7 às 8 h, 10 às 11 h, 13 às 14 h e das 16 às 17 h.

As aves buscaram o poleiro no final da tarde, no intervalo das 16 às 17 h, representando 21% do tempo despendido, 6% superior àquele observado nas aves submetidas ao módulo de produção T3, evidenciando o efeito aditivo do enriquecimento ambiental (poleiro e sombra artificial).

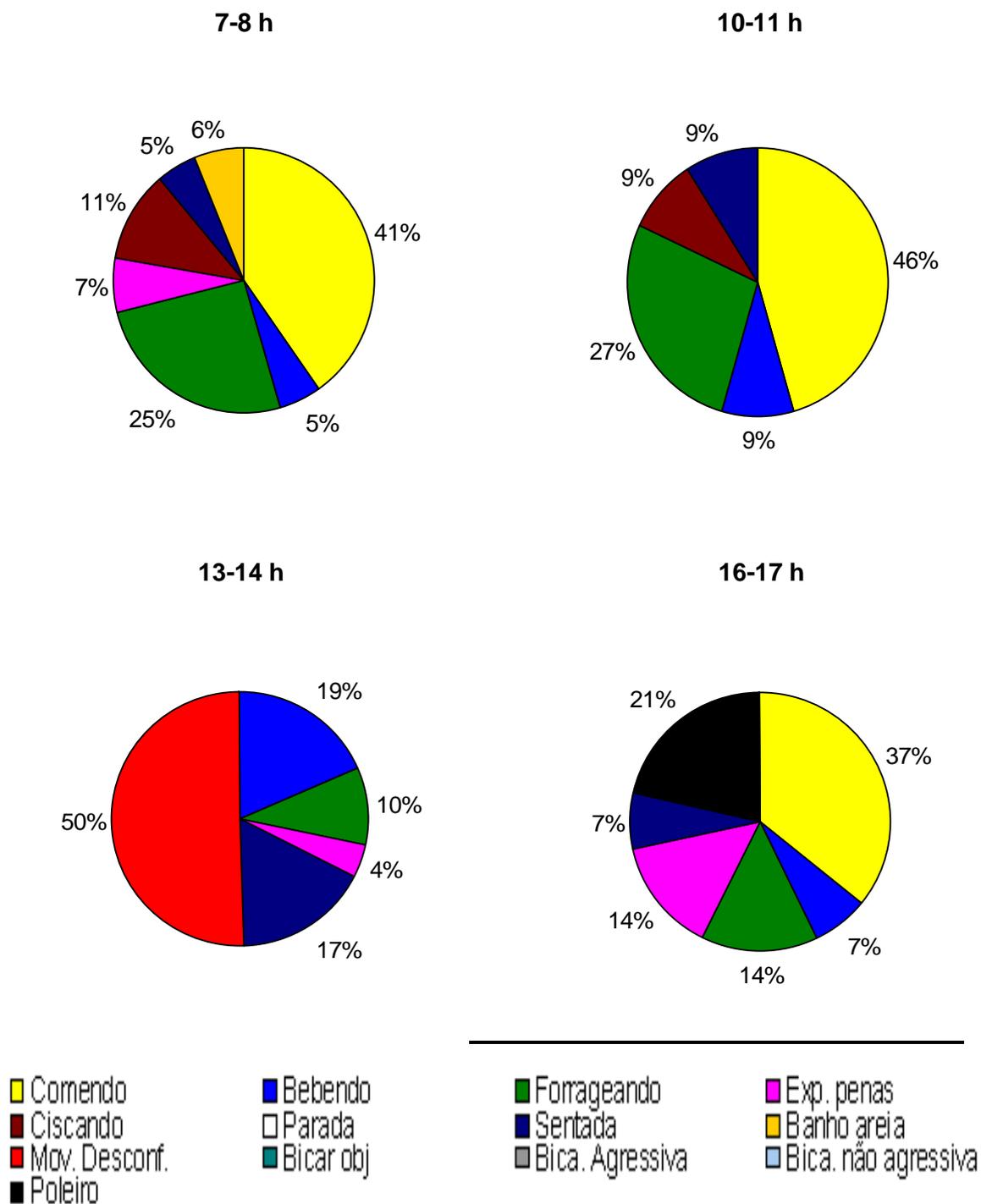


Figura 16 – Porcentagem média da variação comportamental das aves submetidas ao módulo de produção T4 nos intervalos horários de observação.

4.4 Desempenho produtivo das aves

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de desempenho zootécnico das aves submetidas aos diferentes módulos de produção na fase de crescimento e final. Os ganhos de peso foram maiores nos módulos de produção T3 e T4 nas duas fases de produção (crescimento e final), no entanto, o T3 se destaca na fase de crescimento por apresentar uma melhor CA com um valor 4% menor do que o T4, porém na fase final ambos os tratamentos não diferiram entre si. Como às médias de entalpia apresentaram variação diferenciada nos módulos de produção com menor média para o T3 e T4 isto repercutiu diretamente no GP e CA, em que os animais desprenderam menos energia para dissipação de calor, utilizando-a para a deposição de proteína na carcaça. A temperatura ambiente pode ser considerada o fator físico de maior efeito no desempenho de frangos de corte, com grande influência no consumo de ração (Teeter et al., 1984) no ganho de peso e na conversão alimentar.

Tabela 7. Valores médios de ganho de Peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia Metabolizável (CEM), na fase de crescimento (35 á 63 dias) e final (64 á 84 dias) do ciclo produtivo das aves submetidas aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4

TRAT	GP Kg/ave	CR Kg/ave	CA Kg/ave	CPB Kg/ave	CEM Mcal/ave	PV Kg/ave
T1	1,325c	3,71ab	2,8a	0,65ab	10,79ab	2,0c
T2	1,375b	3,64b	2,6b	0,63b	10,5b	2,07b
T3	1,507a	3,63b	2,4d	0,63b	10,55b	2,2a
T4	1,512a	3,80a	2,5c	0,66a	11,03a	2,2a
CV (%)	3,13	2,17	2,78	2,52	2,17	2,07

TRAT	GP Kg/ave	CR Kg/ave	CA Kg/ave	CPB Kg/ave	CEM Mcal/ave	PV Kg/ave
T1	0,972b	2,83ab	2,9a	0,45a	8,58a	2,97c
T2	0,972b	2,85a	2,9a	0,45a	8,65a	3,04b
T3	1,022a	2,80ab	2,7b	0,44ab	8,10b	3,22a
T4	1,032a	2,75b	2,6b	0,44b	7,88b	3,24a
CV%	3,32	2,30	2,51	2,32	2,55	2,01

Nas mesmas colunas, médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Na fase de crescimento as aves alojadas nos módulos de produção T4 e T1 apresentaram maior consumo de ração 3,80 e 3,71 kg/ave no período, apesar de não verificar diferença significativa entre T1, T3 e T2+T3. Na fase final, as aves do módulo T4 foram as que apresentaram menor consumo alimentar não diferenciando do T1 e T3. Isso repercutiu no maior CPB com efeito significativo na fase final para os tratamentos T1 e T2.

Houve efeito para o PV, ou seja, as médias de peso foram maiores para os módulos T3 e T4 em ambas as fases de produção, com média de peso 8,4% superior aos demais tratamentos na fase final.

Neste caso os tratamentos T3 e T4 apresentaram melhores resultados pela presença das malhas de sombreamento artificial, que proporcionaram melhor conforto e bem estar as aves. Nos módulos de produção T1 e T2 as aves permaneceram mais tempo no interior dos módulos de produção, o que repercutiu diretamente no baixo desempenho zootécnico. Moreira et al. (2004) afirmam que o aumento na densidade populacional causa redução no ganho de peso e no peso vivo, principalmente na fase final de criação.

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados de desempenho zootécnico em toda a fase de produção das aves de 35 á 87 dias.

Houve efeito significativo entre os módulos de produção para o ganho de peso. As maiores médias ficaram para os tratamentos T3 e T4 com média de GP 10% superior ao T1 que apresentou a menor média entre os tratamentos. Em toda a fase de produção (35 á 87 dias) a CA foi menor para os tratamentos T3 e T4 com efeito significativo; o módulo de produção T1 foi o que obteve a pior conversão alimentar dentre os tratamentos. Estes resultados estão de acordo com Barbosa filho et al. (2005) que trabalhando com frango caipira, linhagem caipirinha, encontrou maior ganho de peso para as aves criadas sob malha de sombreamento, no entanto, eles não encontraram diferença para conversão alimentar.

Não houve efeito significativo entre os módulos de produção para CR e CPB na fase total do período de produção. O consumo de energia metabolizável foi maior para o T1 seguido do T2 com médias de 8,4 e 8,15 Mcal/ave, como eles têm as menores médias de PV e CA apresentam a pior eficiência da utilização da energia para conversão em peso. Mesmo em ambientes com diferentes

temperaturas, o consumo de energia depende das necessidades primárias das aves (Beterchini et al., 1991), dos ingredientes que participam da formulação da dieta e do nível de energia dietética (Amutha & Saminathan, 2003).

O controle da ingestão de energia é importante não somente por seus efeitos na taxa de crescimento, mas também por efeitos negativos do excesso de ingestão que pode depreciar a qualidade da carcaça pelo maior acúmulo de gordura. Reduções nos níveis de energia da dieta levam a um menor acúmulo de gordura na carcaça (Leeson et al., 1996).

O efeito dos módulos diferenciados de produção em frangos caipira influenciou nos parâmetros zootécnicos apresentados, sendo os módulos que apresentam malha de sombreamento artificial, T4 e T3, obteve-se os melhores desempenhos para GP, CA, CEM e PV na fase total do experimento.

Tabela 8. Valores médios de ganho de Peso (GP), consumo de ração (CR), conversão alimentar (CA), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de energia Metabolizável (CEM), na fase final (35 a 84 dias) do ciclo produtivo das aves submetidas aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4

TRAT	GP Kg/ave	CR Kg/ave	CA Kg/ave	CPB Kg/ave	CEM Mcal/ave	PV Kg/ave
T1	2,29c	6,55a	2,85a	1,04a	8,4a	2,97c
T2	2,34b	6,48a	2,76b	1,03a	8,15b	3,04b
T3	2,53a	6,44a	2,54c	1,03a	7,51c	3,22a
T4	2,54a	6,56a	2,57c	1,05a	7,6c	3,24a
CV%	3,77	3,97	3,47	2,96	3,47	3,01

Nas mesmas colunas, médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

4.4.1 Rendimento da carcaça e partes

Na Tabela 9 estão os pesos das carcaças, cortes e rendimentos das partes dos frangos (carcaça, coxa+sobrecoxa, coxa, sobrecoxa, asa, peito e dorso) não houve efeito significativo entre as aves criadas nos diferentes módulos de produção, ou seja, os tratamentos não afetaram o peso e o rendimento das partes. De acordo Mendes (2001) que obteve um rendimento de 66,21% e Castellini et al. (2002), 70,3% para rendimento de carcaça em frangos de criação orgânica com

idade de 56 dias, pode ter sido afetado pelo tipo de alimentação, linhagem, idade, nível de energia da ração e condições de pré-abate dos frangos. Os autores Castellini et al. (2002) afirmam que frangos criados no sistema orgânico têm maior atividade motora, desenvolvimento de massa muscular e redução de gordura, pois os animais produzidos são mais calmos e menos estressados.

Tabela 9. Médias dos pesos e rendimentos dos cortes em relação à carcaça submetidos aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4

Cortes de carne de frango caipira (kg)							
COXA							
TRAT	CARCAÇA	SOBRECORA	COXA	SOBRECORA	ASA	PEITO	DORSO
T1	1,71a	518,1a	265,13a	257,3a	220,06a	417,06a	396a
T2	1,78a	518,6a	259,56a	267,44a	227,75a	400,06a	419,63a
T3	1,7a	534,5 a	266,07a	268,5a	220,00a	416,11a	387,86a
T4	1,6a	505,5a	251,8a	252,5a	203,69a	407,23a	337,25 ^a
CV%	2,69	7	4,53	6,99	2,65	4,68	6,31
Rendimentos (%)							
TRAT	CARCAÇA	COXASOBRE	COXA	SOBRECORA	ASA	PEITO	DORSO
T1	76,5a	30,09a	15,41a	14,96a	12,83a	24,49a	23,09a
T2	74,8a	31,19a	15,6a	15,59a	12,88a	24,33a	22,8a
T3	76,66a	28,99a	14,53a	14,74a	12,79a	22,46a	23,46a
T4	72,7a	31,38a	15,73a	15,56a	12,69a	25,87a	21,18a
CV%	1,6	7,3	4,05	7,05	3,39	4,10	7

Nas mesmas colunas, médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

A Tabela 10 apresenta os pesos e rendimentos das vísceras comestíveis e gordura abdominal submetidos aos diferentes módulos de produção. Não houve diferença significativa entre as aves criadas nos diferentes módulos de produção. No entanto, o rendimento das vísceras diferiu significativamente entre os módulos de produção, ou seja, o maior valor médio foi encontrado naquelas aves criadas nos módulos de produção T4.

Esperava-se que o rendimento de gordura abdominal fosse maior em frangos de caipira nos módulos T1 e T2, em função do maior consumo de energia, acarretando assim em um maior acúmulo de gordura abdominal. O que pode ter ocorrido para o menor rendimento da carcaça, pode haver relação em possíveis perdas durante a evisceração, ou seja, perdas de peso em gordura visceral, que não foi quantificado durante o abate das aves.

Sabe-se que a quantificação de gordura abdominal é uma forma de se fazer inferência a possíveis modificações na deposição de gordura no corpo das aves, por outro lado, frangos de corte que acumulam gordura em diferentes regiões, o que pode provocar equívoco em sua estimativa, apenas pela quantificação da gordura abdominal na região da cloaca. Este parâmetro apresenta um elevado coeficiente de variação, afetando, também, durante a análise estatística dos resultados.

Com base nos resultados de peso relativo de partes e órgãos, pode-se inferir que o não efeito dos pesos absolutos das partes e vísceras comestíveis verificadas nos diferentes ambientes ocorreu em função dos efeitos dos diferentes módulos de produção.

Tabela 10. Médias dos pesos e rendimentos das vísceras comestíveis em relação à carcaça das aves submetidos aos módulos de produção T1, T2, T3 e T4

Partes de carne de frango (g)					
TRAT	CORAÇÃO	FÍGADO	MOELA	VISCERAS	GORDURA ABDOMINAL
T1	13,45a	43,43a	41,37a	102,3a	44,81 ^a
T2	13,62a	49,18a	41,93a	120,3a	55,88 ^a
T3	13,06a	48,3a	46,14a	113,86a	48,09 ^a
T4	10,87a	40,56a	36,12a	120,11a	49,45 ^a
CV%	13,8	13,5	9,6	12	14,3
Rendimento (%)					
TRAT	CORAÇÃO	FÍGADO	MOELA	VISCERAS	GORDURA
T1	0,78a	2,55a	2,45a	5,99b	2,59a
T2	0,75a	2,74a	2,35a	6,7ab	3,22a
T3	0,76a	2,81a	2,74a	6,74ab	2,95a
T4	0,68a	2,52a	2,23a	7,57a	3,3a
CV%	13,5	12,3	8,4	11,6	13,4

Nas mesmas colunas, médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nesta pesquisa, pode-se concluir que:

- as aves submetidas ao módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) se mostrou mais adequado às condições de bem-estar animal, atendendo as exigências das aves por um ambiente que lhe garanta conforto e estímulo a expressão comportamental, garantindo melhor desempenho produtivo em resposta ao enriquecimento do ambiente de produção;

- com base nas variáveis ambientais e índices de conforto, não se tem subsídios suficientes para indicar a melhor condição térmica de alojamento para as aves, principalmente quando se leva em consideração o efeito associativo das variáveis estudadas; no entanto, nota-se que para entalpia (h) o módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) foi o mais adequado e permitiu melhor condicionamento térmico natural às aves;

- os parâmetros fisiológicos, frequência respiratória e temperaturas de superfície corporal apresentaram valores mais adequados para o módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4), como resposta ao menor estresse térmico;

- as aves submetidas ao módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) foi as que tiveram melhor oportunidade de expressar seus comportamentos naturais e de explorar o ambiente externo ao módulo de produção, potencializando o bem-estar em resposta ao enriquecimento ambiental;

- os animais alojados no módulo de produção com acesso a piquete com poleiro e sombreamento artificial (T4) e sombreamento artificial (T3) foi o que apresentou melhores índices zootécnicos para o desempenho produtivo das aves, no entanto, não houve alteração para o rendimento dos frangos de corte ao final do ciclo de produção.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYESINGHE, S.M. et al. The aversion of broiler chickens to concurrent vibration and thermal stressors. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.73, n.3, p.199-215, 2001.

ABRAHAMSSON, P. Furnished cages and aviaries for laying hens: Effects on production, health and use of facilities. Swedish University of Agricultural Sciences, Upsala. Department of Animal Nutrition and Management, 1996, (Report 234).

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. Conforto térmico das aves. Concórdia: Embrapa-CNPQA, 2004. 5p. (Comunicado técnico 365)

ALBRIGHT, L.D. Environment control for animals and plants. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers Michigan, 1990. 453p. (ASAE Textbook, 4).

ALVES, S. P. et al. Comparações entre comportamentos de aves poedeiras criadas no sistema de gaiolas e em cama. 2004. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p. 140, 2004. Suplemento.

ALVES, S. P. **Uso da zootecnia de precisão na avaliação do bem-estar bioclimático de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação**. 2007. Tese (Doutorado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

AMUTHA, R.A.; SAMINATHAN, P. [2003]. **Feeding of revolutionized. Nutrition & Feeding**. Disponível em: <http://www.google.com/search?q=cache:RK8P8sW1woQJ:poultrysolutions.com/knowledg/articles/nutriti/art-2.htm+amutha+e+saminathan&hl=pt-BR&gl=br&ct=clnk&cd=1>. Acesso: 3/2/2003.

ANDERSON, KE, et al. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p. 15-23, 2004.

ANUALPEC. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP, 2006. p. 223-256.

APPLEBY, M. C. 2004. Alternatives to conventional livestock production methods. In: Benson, G.P: 339–350: ROLLIM, B.E. The well-being of farm animals; challenges and solutions. Ames: Beacheswell, 2004. P.339-350.

APPLEBY, M.C.; HUGHES, B.O. Welfare of laying hens in cages and alternative systems: environmental, physical and behavioral aspects. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 2, n. 47, p. 109-128, 1991.

ARJONA, A.A.; DENBOW, D.M.; WEAVER, Jr., W.O. Erythrocyte protein profile of neonatally stressed broilers exposed to a juvenile heat challenge. **Poultry Science**, Amsterdam, v.69, n.1, p.9, 1990.

AVILA, V.S.; et al.; PAR de BRUM. Influência de diferentes níveis de energia no desempenho do frango colonial Embrapa 041, criado no sistema confinado e em semiconfinamento: **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 6, p.124, 2002.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1998. p.246.

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

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

BALDWIN, R.L.; et al. Manipulating metabolic parameters to improve growth rate and milk secretion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.51, p.1416-1428, 1980.

BARBOSA FILHO, J. A. D. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens. Piracicaba-SP, 2004. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

BARBOSA FILHO, J.A.D., et al. Avaliação dos comportamentos de aves poedeiras utilizando seqüência de imagens. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.93-99, 2007.

BARBOSA FILHO, J.A.D.; et al. Egg quality in layers housed in different production systems and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.8, n.1, p.23- 28, 2005.

BAREHAN, J.R. A comparison of the behaviour and production of laying hens in experimental and conventional battery cages. **Applied Animal Ethology**, Amsterdam, v. 2, p. 291-303, 1976.

BARNARD, C. J., HURST J. L. Welfare by design: The natural selection of welfare criteria. *Anim. Welf. Mahwal*, v5, p. 405–433, 1996.

BECKER, B.G. Comportamento das aves e sua aplicação prática. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2002, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação APINCO de Tecnologia e Ciência Avícolas, 2002. p.81-90.

BEKER, A.; TEETER, R. G. Drinking water temperature and potassium supplementation effects on broiler body temperature and performance during heat stress. **Journal of Applied Poultry Research**, Athens, v. 3, n. 1, p. 87-98, 1994.

BERTOL, T. M. **Estresse pré-abate**: conseqüências para a sobrevivência e a qualidade da carne em suínos. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/?/artigos/2004/artigo-2004-n004.html>>. Acesso em 27 fev 2007.

BESSEI, W. Welfare of Broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, Buchs, v. 62, p. 455-466, 2006.

BETERCHINI, A.G.; et al. Efeitos da temperatura ambiente e do nível de energia da ração sobre o desempenho e a carcaça de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.20, n.3, p.218- 228,1991.

BOIVIN, X., J. et al. VEISSIER. Stockmanship and farm animal welfare. **Anim. Welf.** Mahwah, v.12, P479–492, 2003.

BOLIS, D. A. Biosseguridade na criação alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA: APINCO, 2001. Campinas. **Anais...** Campinas: Apinco, 2001. p. 223-234.

BOTTCHER, R.W.; et al. Characterizing efficiency of misting systems for poultry. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.34, p.586-590, 1991.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Programa de Monitoramento de *Salmonella* sp. em estabelecimentos de Abate de Aves**: portaria SDA Nº 72, de 4 de dezembro de 2002. Brasília: [s.n], 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Regulamento técnico da Inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves**: Portaria DAS, nº 210, de 10 de novembro de 1998, republicada em 05.03.99. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/sda/dipoa/republport210.html>>. Acesso em 12 de dezembro de 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**: instrução normativa nº 3, de 17 jan de 2000. Brasília: [s.n], 2000.

BRASIL. Ofício Circular DOI/DIPOA Nº 007/99, de 19 de maio de 1999. Normatização e Comercialização do Frango Caipira ou Frango Colonial, também denominado “Frango Tipo ou Estilo Caipira “ ou “Tipo ou Estilo Colonial”. MAPA, **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 maio 1999.

BROOM, D. M.. Animal welfare defined in terms of attempt to cope with the environment. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stochholm, v. 27, p:22–28. 1996. Supplement.

BROOM, D.M.; MOLENTO C.F.M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.9, p.1-11, 2004.

BUFFINGTON, D.E., COLAZZO-AROCHO, A., CATON, G.H. Black globe humidity comfort index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Jaseph, v.24, n.4, p.711-714, 1981.

CAMPOS, J.E. **Avicultura: razões**, fatos e divergências. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 2000. 311 p.

CASTELLINI, C., MUGNAI, C.; DAL BOSCO, A. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. **Meat Science**, Barking, v. 60 p. 219-225. 2002.

COSTA, M.J.R.P. **Comportamento e bem-estar**. In: MACARI, M, FURLAN, R.L., GONZALES, E. Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte., Jaboticabal: FUNEP:, p.327-345, 2002.

CRAIG, J.V.; CRAIG, J.A. Corticosteroid levels in white leghorn hens as affected by handling, laying-house environment, and genetic stock. **Poultry Science**, Champaign, London, v. 64, p. 809–816, 1985.

CRONEY, C. C., MILLMAN, S. T. BOARD-INVITED REVIEW: The ethical and behavioral bases for farm animal welfare legislation **Jornal of Animal Science**. Champaign, V.85: p.556-565, 2007.

CURTIS, S. E. **Enviromental management in animal agriculture**. The Iowa State University: Ames, 1983. 410p.

DANTZER, R.; MORMED, P. The arousal properties of stereotypical behavior. *Applied Animal Ethology*, v.10, p.233-44, 1983.

DAWKINS, M. S., C. A. Donnelly, and T. A. Jones. Chicken welfare is influenced more by housing conditions than by stocking density. **Nature**, London, v. 427 p.342–344, 2004.

DAWKINS, M.S. What makes free-range broiler chickens range? In situ measurement of habitat preference. **Animal Behaviour**, London, n. 65. p. 01-10, 2003.

DAWKINS, M.S.. Time budgets in red junglefowl as a baseline for the assessment of welfare of domestic fowl. **Applied Animal Behaviour Science**, Vol. 24 pp. 77-80, 1989.

DONALD, J. Environmental Control options under different climate conditions. **World Poultry. Elsevier**, v.14, n. 11, p. 22-27, 1998.

DUNCAN I.J.H, MENCH JA. Behaviour as an indicator of welfare in various systems. *Basic Biology and Welfare. Alternative Housing Systems 1993*; 7:69-76.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. West Port CT: ABI, 1982. 325p.

ESTEVEZ I, KEELING LJ, NEWBERRY RC. Decreasing aggression with increasing group size in young domestic fowl. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam; v.84, p.213-218, 2003.

Estevez, I. Density Allowances for Broilers: Where to Set the Limits? **Poult Sci**, Champagni v.86 p.1265-1272, 2007.

ESTEVEZ, I., CHRISTMAN M. C.. Analysis of the movement and use of space of animals in confinement: The effect of sampling effort. **Appl. Anim. Behav. Sci.** Amsterdam, v97, p221–240, 2006.

Estevez, I., R. C. Newberry, and L. Arias de Reyna.. Broiler chickens: A tolerant social system? **Revista de Etologia**, São Paulo, v.5, p.19–29, 1997.

ESTEVEZ, I., R. C. NEWBERRY, AND L. J. KEELING. Dynamics of aggression in the domestic fowl. **Appl. Anim. Behav. Sci.** Amsterdam, v76 p.307–325, 2002.

FAWC, FAWC updates the five freedoms. *Veterinary record*, v. 131, n.357, 1992.

FEDDES, J.J.R., EMMANUEL, E.J., ZUIDHOF, M.J. (2002). Broiler Performance, Bodyweight Variance, Feed and Water Intake, and Carcass Quality at Different Stocking Densities. **Poultry Science**, Champaign, v.81, p.774-779.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FIGUEIREDO, E. A. P. Diferentes denominações e classificação brasileira de produção alternativa de frangos. In: CONFERÊNCIA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA: APINCO. 2001, Campinas. **Anais...** Campinas, Apinco: 2001. p. 209-222.

FIGUEIREDO, E.A.P.; et al. Linhagens e sistema de criação para produção de frangos coloniais. **Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas**, v.5, p.110, 2002.

FONSECA, J. M. Efeito da densidade de alojamento sobre o desempenho de frangos de corte criados em sistemas de nebulização e ventilação em túnel. Viçosa: UFV, 1998. 57p. Dissertação Mestrado.

FRASER, A. F.; BROOM, D. M. **Farm animal behaviour and welfare**. 3. ed. London: Baillière Tindall, 1990. 437p.

FRASER, D., et al. A scientific conception of animal welfare that reflects ethical concerns. **Anim. Welf.** Mahwah, v.6 p.187–205, 1997.

FREEMAN, B.M.; et al. Stress of transportation In: broilers. **Veterinary Rec.** London, v?, p?-?, 1988.

FURLAN, R. L., et al. Air Velocity and Exposure Time to Ventilation Affect Body Surface and Rectal Temperature of Broiler Chickens. **J APPL POULT RES, Athens**, v9, p.559-564, 2000

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do Conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

GATES, R.S.; et al. Regional variation in temperature humidity index for poultry housing. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.38 p.197-205, 1998.

GESSULLI OP. **Avicultura alternativa**: sistema “ecologicamente correto” que busca o bem-estar animal e a qualidade do produto final. Porto Feliz: OPG Editores; 1999. 217p.

GONZALES E, MACARI M. Enfermidades metalólicas em frangos de corte. In: Berchieri Jr Macari M. **Doenças das aves**. Campinas: FACTA; 2000. p.451-464.

GRANDIN, T.. The feasibility of using vocalization scoring as an indicator of poor welfare during cattle slaughter. **Appl. Anim. Behav. Sci.** Amsterdam, v56, p121–128, 1998.

HALL, A. H. The effect of stocking density on the welfare and behaviour of broiler chickens reared commercially. **Animal Welfare**, Mahwah, v.10, n.1, p. 23-40, 2001.

HAMRITA, T.K.; MITCHELL, B. Poultry housing control: A summary of where we are and where we want to go. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.42, p.479-483, 1999.

HELLMEISTER FILHO, P. Efeito de genótipo e do sistema de criação sobre o desempenho de frangos tipo caipira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 6, p.1883-1889, 2003.

HICKS, F. W. Influência do ambiente no desempenho das aves. **Avicultura Brasileira**, São Paulo, v. 30, n. 7, p. 75-76, Jul. 1973.

HOFFMANN, A; VOLKER, J. Anatomía e fisiología de las aves domésticas, Zaragoza :Acribia, 1969. 190p.

HOGAN, J.A., VAN BOXEL, F. Casual factors controlling dustbathing in Burmese red Junglefowl: some results and a model. **Animal Behaviour**, Amsterdam, v. 46, p. 627-635,1993.

HUGHES, B.O.; DUNCAN, I.J.H. The notion of ethological “need”, models of motivation and animal welfare. **Animal Behaviour**, Amsterdam, n.36, p.1696-1707, 1988.

IBGE.Indicadores agrícolas. Brasil; 2008. [acesso em 21 Dezembro 2008]. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>.

JENDRAL, M.; CHURCH, J.S.; FEDDES, J. **Redesign battery cages to improve laying hen welfare**: final report. [S.L. : s.n], 2002..

JENSEN, P.; TOATES, F. M. Who Needs “Behavioural needs”? Motivational aspects of the needs of animals. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, n. 37, p. 161-181, 1993.

JONES, R.B.; MILLS, A.D. Divergent selection for social reinstatement behavior in Japanese quail: effects on sociality and social discrimination. **Poultry Avian Biology Review**, v.10, n.4, p.213-223, 1999.

JULIAN, R. J. Production and growth related disorders and other metabolic diseases of poultry: a review. **The Veterinary Journal In Press**: Corrected Proof. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em 20 de dezembro de 2006.

KAWABATA, C. Y. Desempenho térmico de diferentes tipos de telhado em bezerreiros individuais. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia Qualidade e Produtividade Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2003.

KILGOUR, R.; DALTON, C. **Livestock Behaviour: A Practical Guide**. London, 1984. 320 p.

LASZLO, A. The relationship of heat-shock proteins, thermotolerance, and protein synthesis. **Experimental Cell Research**, New York, v.178, p.401-414, 1988.

LEESON, S.; CASTON, L.; SUMMERS, J. D. Broiler response to energy or energy and protein dilution in the finisher diet. **Poultry Science**, Champaign, v.75, p.522-528, 1996.

LLOBET, J. A. C.; GONDOLBEU, U. S. **Manual prático de avicultura**. Lisboa: Livraria Popular Francisco Franco, 1980. 214 p.

Lott, B.D., J.D..**Air** velocity and high temperature effects on broiler performance. **Poultry Sci.**Champaign, v?, n?, p. 9391-393, 1998.

MACARI, M. Água de beber na dose certa. **Aves & ovos**, São Paulo, v. 9, n.6, p. 40-80,1995.

MACARI, M. Água na avicultura industrial. Jaboticabal, Funep: UNESP, 1996.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Campinas: FACTA, 2002.

MADDOCKS, S. A. Behavioural and physiological effects of absence of ultraviolet wavelengths for domestic chicks. **Animal Behaviour**, London, v. 62, p. 1013-1019, 2001.

MARIN, R.H, et al. Effects of an acute stressor on fear and on the social reinstatement responses of domestic chicks toagemates and strangers. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v.71, n.1, p.57-66, 2001.

MAULDIN, J.M.. Applications of behavior to poultry management. **Poultry Science**, Champaign, v.71 p. 634-642, 1992.

MEDEIROS, C. M. Ajuste de modelos e determinação de índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. 2001. 115. Tese (Doutorado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MELLEN, J.; SEVENICH MACPHEE, M. Philosophy of environmental enrichment: past, present, and future. *Zoo Biology*, V. 20, P. 211-26, 2001.

MENCH JA. Applied Ethology and poultry production. **Poultry Science**, Champaign, v.71, p.631-633, 1992.

MENCH, J. A. Environmental enrichment and the importance of exploratory behavior. In: SHEPHERDSON, D. J., MELLEN, J. D. & HUTCHINS, M. (Orgs.). *Second Nature: environmental enrichment for captive animals*. Washington: Smithsonian Institution Press., 1998, p. 30-46.

MENDES, A. A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, v. 2, 2001. Campinas. **Anais...** Campinas: Facta, 2001. p. 79-99.

MILLER, L.; QURESHI, M.A. Heat-shock protein synthesis and phagocytic function of chicken macrophage following *in vitro* heat exposure. **Veterinary Immunologic Immunopathology**, v.30, Amsterdam, p.179-191, 1992.

MITCHELL, M.A.; KETTLEWELL, P.J. Sistemas de transporte e bem-estar de frangos de Corte. In: **CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS**, 2003. p.189 – 197.

MOLLENHORST, H. et al. On -farm assessment of laying hen welfare: a comparison of one environment - based and two animal-based methods. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 90, n. 3/4, p. 277-291, 2005.

MOREIRA, J. Effect of stocking density on performance, carcass yield and meat quality in broilers of different commercial strains. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 33, n. 6, p.1506-1519, 2004.

MÖSTL E, PALME R. Hormones as indicators of stress. **Domest Anim Endocrinol.**;v. 23, p.67-74, 2002.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Jaboticabal: SBEA, 2001. p.75-149.

MOURA, D.J. et al. The use enthalpy as a thermal comfort index. In: LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5., 1997 St Joseph. **Proceedings**. St Joseph: ASAE, 1997. v.1, p.242-248.

NÄÄS, I. A. et al. Controle e sistematização em ambientes de produção. In: Silva, I. J. O. (ed.). *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. 1.ed. Piracicaba: NUPEA-ESALQ/USP, v.1, 2001. 165p. Rosa, Y.B.C.J. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para Viçosa - MG. Viçosa: UFV, 1984. 77p. Dissertação Mestrado

NÄÄS, I.A. A influência do meio ambiente na reprodução das porcas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., São Paulo, 2000. **Anais**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.142-151.

NÄÄS, I.A. Influência do ambiente na resposta reprodutiva de fêmeas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Embrapa Suínos e Aves, 2000. p.253-262.

NÄÄS, I.A., MOURA, D.J., LANGANÁ, C.A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 1995, p.203-204.

NÄÄS, I.A.; CURTO, F.P.F. Avicultura de precisão. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. p. 1-30

NÄÄS, I.A.; et al. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betumem, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.121-126, 2001.

NEWBERRY, R. C. Environmental enrichment – increasing the biological relevance of captive environments. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 44, n. 2-4, p. 229-43, 1995.

NEWBERRY, R. C., AND J. W. HALL. Use of pen space by broiler-chickens—Effects of age and pen size. *Appl. Anim. Behav.* Amsterdam, v. 25 p.125–136, 1990.

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

OLIVEIRA, Gisele Andrade et al . Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, ago. 2006 .

ONBASILAR, E.E.; AKSOY, F.T. Stress parameters and immune response of layers under different cage floor and density conditions. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 95, p. 255-263, 2005.

OSMAN AM, TANIOS NI. The effect of heat on the intestinal and pancreatic levels of amylase and maltase of laying hens and broilers. **Comparative Biochemistry Physiology**, v.75a, n.4 p.563-7, 1983.

PARSELL, D.A., LINDQUIST, S. Heat shock proteins and stress tolerance. In: **The biology of heat shock proteins and molecular chaperones**. Cold Spring Harbor: Cold Spring Harbor Laboratory Press, 1995. p.457-495.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002 a. 478p.

PEREIRA, D. F. **Avaliação do comportamento individual de matrizes pesadas (frango de corte) em função do ambiente e identificação da temperatura crítica máxima**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2005.

PEREIRA, D.F et al . Correlations among behavior, performance and environment in broiler breeders using multivariate analysis. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 9, n. 4, dez. 2007 .

PEREIRA, Danilo F. et al . Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, ago. 2005 .

POST, J.,. REBEL J. M. J, A. A. H. M. TER HUURNE. Physiological effects of elevated plasma corticosterone concentrations in broiler chickens. An alternative means by which to assess physiological effects of stress. **Poult. Sci.** Champaign, 2003.

PUMA MC, et al. An instrumentation system for studying feeding and drinking behaviour of individual poultry. **Applied Engineering in Agriculture**. V.17(3) p.365-374, 2001.

PURON, D., R. et al.. Broiler performance at different stocking densities. **J. Appl. Poult. Res.** Athenas, v.4, p.55–60, 1995.

PUVADOLPIROD, S, THAXTON, JP Model of physiological stress in chickens 2. Dosimetry of adrenocorticotropin, **Poult Sci**, Champaign, v.79 p.370-376, 2000.

PUVADOLPIROD, S, THAXTON, JP Model of physiological stress in chickens 1. Response parameters, **Poult Sci**, Champaign, v.79 p.363-369, 2000.

ROUTMAN, KS et al . Intestinal and pancreas enzyme activity of broilers exposed to thermal stress. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 5, n. 1, abr. 2003 .

RUDKIN, C.; STEWART, G.D. Behaviour of hens in cages – a pilot study using video tapes. **A Report for the Rural Industries Research and Development Corporation (RIRDC)**, v.40, n.477, p.102, 2003.

RUSHEN, J. Changing concepts of farm animal welfare: Bridging the gap between applied and basic research. **Appl. Anim. Behav. Sci.** Amsterdam, V.81, p.199–214, 2003.

SALES, M.N.G. et al. Isa Brown and native Brazilian chicks raised on pasture display similar behavior. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE ISAE, 34., 2000, Florianópolis. **Proceedings...** Florianópolis: 2000. p.57.

SARMENTO, L.G.V.; et al.. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Agropecuária Técnica**, v.26, n.2, p.117-122, 2005.

SAS INSTITUTE, Statistical analysis system: realease 6.08, (software). Cary, 1997. 620p.

SEVEGNANI, K. B. et al. Zootecnia de precisão: análise de imagens no estudo do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n.1, p. 115-119, 2005.

SHEPHERDSON, D. J.; MELLEEN, J. D.; HUTCHINS, M. (Eds.) Second Nature: environmental enrichment for captive animals. Washington: Smithsonian Institution Press, 1998. p. 01-12.

SHEPPARD, A.; EDGE, S. **Economic and Operational Impacts of the Proposed EU Directive laying down Minimum Standards for the Protection of Chickens kept for Meat Production**. Research undertaken for Defra by the University of Exeter Centre for Rural Research and ADAS, 2005.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B. Ambiência na produção de aves de postura. In: Silva, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, 2001. p.150-214.

SILVA, M.A.N.; et al. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Belo Horizonte, v.32, n.1, p.208-213, 2003.

SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. et al. Resistência ao estresse calórico em frangos de corte de pescoço pelado. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.27-33, 2001.

SILVA, R. G. **Introdução à bioclimatologia animal**. São Paulo: Ed. Nobel, 2000. 285 p.

SILVA, R.D.M.; NAKANO, M. **Sistema caipira de criação de galinhas**. Piracicaba, 1998. 110p.

SILVEIRA, F. **Crescimento do consumo no Nordeste é um dos motivos que atraíram Sadia e Perdigão para investir em Pernambuco. Suinocultura Industrial – a notícia é da Gazeta Mercantil**. Disponível em: <<http://www.sindicarne.com.br/arquivos/Industrias>>. Acesso em: 31 agos. 2007.

SINGH, C. V.; KUMAR, D.; SINGH, Y. P. Potential usefulness of plumage reducing Naked Neck (Na) gene in poultry production at normal and high ambient temperatures. **World's Poultry Science Journal**, Bucks, v. 57, n. 2, p. 127-156, 2001.

SNOWDON, C.T. O significado da pesquisa em comportamento animal. **Estudo de Psicologia**, Natal, v.4, n.2, p.365-73, 1999.

SUNDRUM A. Organic livestock farming - a critical review. **Livestock Production Science**; Amsterdam, v. 67(3) p.207-215, 2001.

TAKAHASHI, S. E.; et al.; QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Revista Bras. Med. Vet. Zootec.** Belo Horizonte, v.58, n.4, p.624-632, 2006.

TAYLOR, P.E; NANCY, C.A.; COERSE, M.H. The effects of operant control over food and light on the behaviour of domestic hens. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 71, p. 319-333, 2001.

TEETER, R. G. Estresse calórico em frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas, **Anais...** Campinas, 1990. p. 33-44 .

TIMMONS, M. B.; GATES, R. S. predictive Model of Laying hen Performance to Air Temperature and Evaporative Cooling: **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v. 31, n. 5, p. 1503-1509, Set./Out. 1988.

TINÔCO, I.F.F. Ambiência e instalações para a avicultura industrial. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 3., 1998, Poços de Caldas, MG. **Anais...** Lavras: UFLA/SBEA, 1998, p.1-86.

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.

UNIVERSITIES FEDERATION FOR ANIMAL WELFARE. **Guia para o enriquecimento das condições ambientais do cativeiro..** São Paulo: Sociedade Zoófila Educativa, 2000. 94 p.

WAIBLINGER, S. KNIERIM U., WINCKLER.C. The development of an epidemiologically based on-farm welfare assessment system for use with dairy cows. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stochholm, n. 30) p.73–77, 2001.

Wang, S., and F. W. Edens, Hsp70 mRNA expression in heat stressed chickens. **Comp. Biochem. Physiol.** New Yourk, v.107B p. 33–37, 1994.

WARRISS, P. D. Meat Science: an introductory text. (Chapters 1 and 10). Wallingford: *CABI Publishing*, 2000. 310 p.

YAHAV, S, Straschnow, A, Luger, D, Shinder, D, Tanny, J, Cohen, S Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions, **Poult Sci**, Champaign, v.83: p. 53-258, 2001.

YAHAV, S. Domestic fowl-strategies to confront environmental conditions. **Poult. Avian Biol. Rev.** Northwood, v.11 p.81–95, 2000.

YAHAV, S.; et al. Lack of response of laying hens to relative humidity at high ambient temperature. **British Poultry Science**, London v.41, p.660–663, 2000.

YALCIN, S.; SETTAR, P.; OZKAN, S.; CAHANER, A. Comparative evaluation of three commercial broiler stocks in hot versus temperate climates. **Poultry Science**, Chapaign, v.76, n.7, p.921-929, 1997.

YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, G. S.; TEIXEIRA, V. H.; XIN, H. Prediction of black globe humidity index in poultry buildings. In: VI Livestock Environment – International Symposium: ASAE, Louisville, KY. p. 482-489, 2001.

YOUNG, R. J. **Environmental enrichment for captive animals**. Oxford: Blackwell Science, 2003. 228 p.

YOUSEF, M. K. Stress Physiology in Livestock. **Poultry**, Boca Raton, v. 3, p. 159, 1985.

ZANOLLA, N. **Sistema de ventilação em túnel e sistema de ventilação lateral na criação de frangos de corte em alta densidade**. 1998. 81 f. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.