

TATIANA PATRÍCIA NASCIMENTO DA SILVA

**TIPOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO EM GALPÕES AVÍCOLAS NO
ESTADO DE PERNAMBUCO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

**Recife
2013**

**TIPOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO EM GALPÕES AVÍCOLAS NO
ESTADO DE PERNAMBUCO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

TATIANA PATRÍCIA NASCIMENTO DA SILVA

Engenheira Agrícola e Ambiental

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

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

Recife
2013

Ficha Catalográfica

S586t Silva, Tatiana Patrícia Nascimento da
Tipologia e conforto térmico em galpões avícolas no Estado
de Pernambuco e sua influência no desempenho de frangos de
corte / Tatiana Patrícia Nascimento da Silva. -- Recife, 2013.
112 f. : il.

Orientador (a): Héilton Pandorfi.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Tecnologia Rural, Recife, 2013.
Referências.

1. Ambiência avícola 2. Balanço de energia 3. Eficiência
térmica e Produtiva 4. Termografia por infravermelho

I. Pandorfi, Héilton, Orientador II. Título

CDD 630

TATIANA PATRÍCIA NASCIMENTO DA SILVA

**TIPOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO EM GALPÕES AVÍCOLAS NO
ESTADO DE PERNAMBUCO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE
FRANGOS DE CORTE**

Dissertação defendida e aprovada em 25 de fevereiro de 2013 pela Banca
Examinadora:

Orientador:

Héilton Pandorfi, Prof. Dr.
DTR-UFRPE

Examinadores:

José Antônio Delfino Barbosa Filho, Prof. Dr.
UFC

Ricardo Brauer Vigoderis, Prof. Dr.
UAG/UFRPE

Marcílio de Azevedo, Prof. Dr.
DZ/UFRPE

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito." (Marthin Luther King).

"Tudo posso naquele que me fortalece"

Filipenses 4:13

"O Senhor é o meu pastor e nada me faltará"

Salmo 23.

A Deus por tudo que tem me proporcionado. **Obrigada Senhor!**

Aos meus pais (**David José e Benedita Maria**);

A **Diogo Rodrigues** (namorado e futuro esposo);

Aos Meus irmãos (**David Júnior e Bruno**);

A minha Cunhada (**Elienaí**) e Sobrinha (**Sophia**).

AGRADECIMENTOS

A Deus que se fez presente em todos os momentos, por ser meu socorro na hora da angústia e por está proporcionando milagres em minha vida !!

Aos meus pais David José e Benedita Nascimento pela dedicação, apoio, afeto e oportunidade de estudo que por esforço me deram.

Ao meu namorado, Diogo Rodrigues, por estar sempre ao meu lado nas alegrias, tristezas e estresse do dia a dia. Obrigada pela força, carinho, amor e amizade!

Á Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola- UFRPE, pela oportunidade de estudos e pelos conhecimentos adquiridos.

Ao Professor Dr. Héilton Pandorfi pela oportunidade, confiança e crescimento profissional.

A professora Cristiane Guiseline que desde a graduação deposita confiança e amizade pelos seus alunos e que junto com o Professor Pandorfi forma um alicerce de uma equipe unida que tende a crescer mais e mais.

A Granja Cajueiro por ceder o espaço para pesquisa, pela atenção, interesse na pesquisa e apoio que recebi em todas as minhas visitas. Em especial ao Dr. Paulo (Médico Veterinário) e a Anselmo (Técnico) por me acompanharem nas visitas iniciais.

Ao setor de transporte da Universidade Federal Rural de Pernambuco pelo apoio que tive em todas as viagens, em especial ao Zeca, Giuseppe e Seu Luiz.

Aos integrantes e amigos Rafael Gomes, Janice Coelho, Gledson Almeida, Aline Lucena, Arthur Jacobi, Thaisa Carneiro, Sávio, Alan, Waldirene e Bruno Almeida que compõem o grupo GPESA (Grupo de Pesquisa em Ambiência), pela recepção, pelo apoio, amizade, união e momentos de descontração. Adorei fazer parte dessa equipe, nunca imaginei trabalhar com os professores e foi uma experiência ótima, um conhecimento novo.

A todo o corpo docente e funcionários que compõem o Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola.

Aos todos os colegas do PPGEA em Engenharia Agrícola. Em particular, ao GEPEA (Grupo de Estudo da Pós-graduação em engenharia Agrícola) que

estiveram unidos em uma luta conjunta durante as aulas e os encontros de finais de semana para estudo em grupo e momentos de descontração.

Em especial aos amigos Rafael Gomes, Janice Coelho, Tatyana Keyty, Raquele Lira, Mércia, Jéssyka, Jucicléia, Cleene, Marcos, Paty Ângelo, Daniel, Andréa, Rochelle e Mara. Agradeço pelos bons momentos que vivemos nos estudos, trabalhos em grupos, descontração e amizade. Eu aprendi muito com vocês!

Ao laboratório de água e solo que foram à base da minha carreira científica, para o meu crescimento profissional e pessoal, em especial a Thaís Emanuelle, Valdemir Júnior, Betinho, Adriano Normandia, Adriana “Carfi” e ao Professor Abelardo.

Aos meus amigos pra vida toda Vilma Lima, Bruno Barros, Tafnes, Samuel, Arelí, Júlio César, Helenilson e Marcella que quando essa turma se junta, pode ter certeza, é gargalhada na certa. O senso de humor deles é incrível. Obrigada gente, pelos bons momentos de descontração.

Sumário

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO GERAL..... | 15 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 18 |
| 2.1 Avicultura de corte..... | 18 |
| 2.2 Ambiência na criação de frango de corte..... | 21 |
| 2.3 Tipologias das instalações na avicultura de corte..... | 23 |
| 2.4 Balanço de Energia..... | 30 |
| 2.5 Índices de Conforto Térmico..... | 32 |
| 2.6 Termografia..... | 34 |
| 3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 37 |
| CAPÍTULO 1..... | 46 |
| RESUMO..... | 47 |
| ABSTRACT..... | 48 |
| Keywords: ambiente, poultry production, rural buildings..... | 48 |
| INTRODUÇÃO..... | 49 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 51 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 53 |
| CONCLUSÃO..... | 64 |
| REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 65 |
| CAPÍTULO 2..... | 70 |
| RESUMO..... | 71 |
| ABSTRACT..... | 72 |
| INTRODUÇÃO..... | 73 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 74 |
| Análise dos Dados..... | 78 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 79 |
| CONCLUSÃO..... | 84 |
| REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 85 |
| CAPÍTULO 3..... | 87 |
| RESUMO..... | 88 |
| ABSTRACT..... | 89 |
| INTRODUÇÃO..... | 90 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 91 |
| Variáveis Ambientais..... | 91 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| Trocas Sensíveis | 93 |
| Trocas Latentes | 96 |
| Desempenho Zootécnico | 97 |
| Análise dos Dados | 97 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO | 98 |
| CONCLUSÃO | 106 |
| REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA | 107 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 110 |
| ANEXO:..... | 111 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1- Mapa de localização da área de estudo..... | 51 |
| Figura 2- Características tipológicas dos cinco galpões selecionados para este estudo. | 75 |
| Figura 3-Variação horária semanal da temperatura do ar, faixa de conforto térmico e temperaturas crítica superior e inferior no interior da instalação ao longo do ciclo de produção das aves. | 80 |
| Figura 4- Imagem térmica das aves na terceira semana do ciclo de produção. | 92 |
| Figura 5- Variação horária semanal da temperatura do ar e das trocas de calor para os galpões analisados..... | 101 |
| Figura 6- Percentual de contribuição das trocas térmicas para o balanço de energia nos cinco galpões analisados..... | 102 |
| Figura 7- Variação do ganho de peso ao longo do ciclo produtivo..... | 105 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1- Variáveis termohigrométricas recomendadas para cada semana do ciclo de produção. | 22 |
| Tabela 2- Determinação do pé-direito em função da largura do galpão..... | 25 |
| Tabela 3- Características construtivas dos galpões | 54 |
| Tabela 4 - Características construtivas dos galpões (continuação) | 55 |
| Tabela 5- Climatização Natural | 56 |
| Tabela 6- Climatização Natural. | 58 |
| Tabela 7- Climatização Artificial. | 59 |
| Tabela 8- Equipamentos e tipo de automação | 59 |
| Tabela 9- Segurança e materiais empregados nas instalações avícolas..... | 61 |
| Tabela 10- Características operacionais | 62 |
| Tabela 11- Manejo Sanitário das instalações..... | 62 |
| Tabela 12- Características Tipológica dos Galpões | 76 |
| Tabela 13- Valores médios* dos parâmetros ambientais ITU, ITGU, CTR, H em diferentes horários e galpões. | 81 |
| Tabela 14- Modelos para estimativa das propriedades do ar em função da temperatura ambiente (Ta)..... | 93 |
| Tabela 15- Modelos de regressão linear múltipla para determinação da temperatura corporal média (Tc) das aves durante o ciclo de produção..... | 95 |
| Tabela 16- Análise de variância referente aos efeitos dos cinco diferentes galpões e de horas, com relação à média horária das trocas sensíveis (QS), latentes (QL) e trocas totais (QT) e a interação galpão x horário..... | 98 |
| Tabela 17- Valores médios* das trocas de calor sensível (QS), latente (QL) e trocas totais (QT) para os diferentes horários e galpões para as sete semanas. | 99 |
| Tabela 18- Valores médios das variáveis produtivas, ganho de peso (GP), mortalidade (TM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) para os cinco galpões avaliados. | 103 |
| Tabela 19- Questionário quali-quantitativo para caracterização dos sistemas produtivos avícolas em estudo. | 111 |

TIPOLOGIA E CONFORTO TÉRMICO EM GALPÕES AVÍCOLAS NO ESTADO DE PERNAMBUCO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO: Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de analisar aspectos quantitativos e qualitativos das instalações avícolas, em termos de eficiência térmica e tipologia dos ambientes construídos, com ênfase no desempenho produtivo das aves. Na primeira etapa foi realizado um levantamento das principais características tipológicas da região onde foi avaliados 68 galpões, em 27 granjas, no período de maio de 2011 a abril de 2012, o que permitiu o levantamento das características construtivas dos aviários na Mesorregião do Agreste pernambucano. Para a segunda etapa foram selecionados cinco galpões com características tipológicas distintas, para determinação da eficiência térmica no sistema ave-galpão, por meio dos índices de conforto térmico (carga térmica radiante, índice de temperatura de globo e umidade e entalpia específica) e do balanço de energia (trocas sensíveis e latentes) com base no desempenho de frangos de corte. Como resultado da primeira etapa, as características construtivas mais evidentes foram largura de 10-12 m (56%), comprimento de 100-120 m (59%), com pequeno afastamento entre galpões (< 30 m), pé-direito abaixo do recomendado (<3 m), beirais entre 1 e 1,25 m (40%) e muretas altas (> 0,2 m). Quanto à climatização natural, a maioria das instalações apresentou cobertura natural tipo gramado (56%), ausência forro (96%) e lanternim (100%), cobertura com telha cerâmica (93%), pintura reflexiva no telhado (97%) e orientação leste/oeste (89,7%). Para a climatização artificial, a principal fonte de aquecimento foi campânulas a lenha (71%), ventilação a pressão positiva (68%), nebulização a alta pressão (57%). Quanto aos equipamentos à maioria apresentaram comedouros (54%) e bebedouro (65%) pendulares, ventiladores axiais (100%), a cama utilizada pela maioria foi palha de arroz (56%) e cortina amarela (65%). Na segunda etapa do desse trabalho, os índices de conforto térmicos não apresentaram diferença significativa entre os galpões ($P < 0,05$). As variáveis ambientais apresentaram variações ao longo do dia, sendo que os horários das 09 às 15:00, mostraram valores médios acima da zona de conforto térmico. Quanto o balanço de energia, as trocas sensíveis apresentaram diferença significativa entre os cinco galpões, quanto aos horários o efeito foi significativo ($P < 0,05$). As trocas sensíveis apresentaram variação entre os galpões. Os dados mostraram que houve aumento das trocas latentes a partir da quarta semana, porém esses valores ficaram abaixo do que representa condições de estresse térmico, com exceção do galpão 3 que na sétima semana as trocas latentes ultrapassaram as trocas sensíveis. Com relação ao desempenho produtivo, nota-se que não houve diferença significativa entre o galpão 1 e 4 para as variáveis ganho de peso, mortalidade, consumo de ração e conversão alimentar. Incluindo nessa última variável o galpão 3. Para os demais galpões a diferença foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. No geral, pode-se observar que os valores encontrados para os índices produtivos se mantiveram abaixo das faixas tidas como ideais para a indústria de aves de corte.

Palavras-chave: ambiência avícola, balanço de energia, eficiência térmica e produtiva, termografia por infravermelho

TYPOLOGY AND THERMAL COMFORT IN THE STATE OF POULTRY SHEDS AND ITS INFLUENCE ON PERNAMBUCO PERFORMANCE OF BROILER

ABSTRACT: This research was conducted with the objective of analyzing quantitative and qualitative aspects of the poultry houses in terms of thermal efficiency and typology of built environments, with emphasis on productive performance. The first step was a survey of the main typological characteristics of the region where it was evaluated 68 sheds on 27 farms in the period May 2011 to April 2012, which allowed the removal of the constructive features of the aviaries in mesoregion of Pernambuco. For the second stage we selected five sheds with different typological characteristics, to determine the thermal efficiency of the system-poultry shed by means of thermal comfort indices (radiant heat load index, globe temperature and humidity and specific enthalpy) and the balance energy (sensible and latent exchanges) based on the performance of broilers. As a result of the first stage, the constructive characteristics were most evident width of 10-12 m (56%), length of 100-120 m (59%), with a slight separation between warehouses (<30 m) below the ceiling recommended (<3 m), eaves between 1 and 1.25 m (40%) low walls and high (> 0.2 m). As for natural cooling, most installations presented coverage natural lawn type (56%), no lining (96%) and louver (100%), cover with ceramic tile (93%), reflective paint on the roof (97%) and oriented east / west (89.7%). For artificial cooling, the primary heating source is wood hoods (71%), positive pressure ventilation (68%), fogging at high pressure (57%). As for the equipment presented to most feeders (54%) and drinkers (65%) commuting, axial fans (100%), the bed was used by most rice straw (56%) and yellow curtain (65%). In the second phase of this work, the thermal comfort indices showed no significant difference between the sheds ($P < 0.05$). Environmental variables showed variations during the day, and the hours of 09 am to 15:00, showed mean values above the thermal comfort zone. As the energy balance, trade sensitive significant difference among the five sheds, as the times the effect was significant ($P < 0.05$). The sensitive exchanges showed variation between the sheds. The data showed an increase in trade latent from the fourth week, but these values were lower than is thermal stress conditions, except for 3 who shed the seventh week exceeded trade exchanges latent sensitive. With respect to production performance, we note that there was no significant difference between 1 and 4 to shed the weight gain, mortality, feed intake and feed conversion. Including this last variable Shed 3. For other sheds the difference was significant at the 5% level of probability. Overall, it can be observed that the values found for the production indices remained below the tracks taken as optimal for cutting poultry industry.

Keywords: ambience poultry, energy balance, thermal efficiency and productive, infrared thermograph

1 INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, a avicultura brasileira é considerada a atividade agropecuária de maior destaque mundial, devido ao baixo custo de produção e adequada qualidade do produto final. O abate de frangos no ano de 2011 foi de 13,058 milhões de toneladas, 6,8% superior ao observado no mesmo período de 2010. Desde 2000 o volume de frangos abatidos registra variação positiva a cada ano. Do volume total de frangos produzido pelo país, 69,8% foi destinado ao consumo interno, e 30,2% para exportações. Com isto, o consumo per capita de carne frango atingiu 47,4 kg por habitante/ano, um novo recorde para o setor. Quase todo o abate (96,2%) é feito sob inspeção federal (UBA, 2011).

Apesar desses dados recordes ocorridos em 2011, o ano de 2012 fechou com produção de 12,645 milhões de toneladas, o que representou queda de 3,17%, sendo a maior crise de sua história da avicultura e as consequências só não foram mais acentuadas, pelo fato dessa atividade apresentar um setor muito sólido, devido seus atributos de qualidade, sanidade e sustentabilidade (UBABEF, 2013).

Esse desenvolvimento se deu em virtude dos avanços científicos e tecnológicos ocorridos nas áreas de nutrição, manejo, sanidade, genética, produtos veterinários e mais recentemente no condicionamento térmico das instalações, o que transformou o empreendimento num verdadeiro complexo agroindustrial, sendo responsável por 1,5% do PIB do Brasil (ZAMUDIO, 2010).

Para acompanhar a rápida ascensão da avicultura, o setor passou por grandes transformações, tais como a implantação de regras de biossegurança, adequação das instalações e dos equipamentos à realidade brasileira e constantes modificações nas técnicas de manejo. Isso com o intuito de manter o país mais competitivo para atender as crescentes demandas internacionais.

Na produção animal, o aumento na temperatura do ar pode provocar sérios problemas relacionados ao conforto térmico e bem-estar dos animais, pois o desempenho produtivo depende, dentre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais (CASTRO, 2012). Com isso, o conforto térmico dentro das instalações está diretamente relacionado com o calor produzido pelos animais, o calor que é absorvido por meio da radiação solar, o calor trocado pelos materiais de cobertura, paredes, piso ou cama e às trocas

térmicas provocadas pela ventilação, natural ou artificial (KAWABATA et al., 2005).

Essas trocas de energia realizadas no sistema ave-galpão ocorrem, segundo Silva (2008) por meio de quatro componentes principais: radiação, condução, convecção (trocas sensíveis) e evaporação (troca latente), que nas aves ocorre pela taquipinéia, sendo esse último um importante mecanismo de trocas térmicas entre o animal e o ambiente de produção.

Para Richards (1971), as perdas de calor nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal, ou pela taxa de evaporação no trato respiratório. Nesse caso, uma mudança perceptiva no estado de conforto do animal é a sua temperatura superficial, cuja termografia infravermelha pode ser usada para avaliar essa variação. Pois, segundo Nascimento et al. (2011), o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento.

A análise termográfica pode ser realizada por meio de imagens térmicas obtidas a partir de um termovisor infravermelho, que é uma técnica moderna, segura, não invasiva e não destrutiva e que neste caso, não interfere na rotina do animal. Essa quantificação apresenta grande relevância na determinação do balanço térmico, assim como as perdas de calor durante o ciclo de produção.

NÄÄS et al., (2010) conclui que o uso da tecnologia de processamento de imagens termográficas infravermelho permite conhecer, de maneira direta e com acuracidade, a distribuição da temperatura superficial, seja no ambiente ou nas aves. As imagens processadas indicaram que, as partes sem penas apresentaram maior temperatura devido à maior vascularização na presença de ambiente quente e que representam maior potencial de perda de calor sensível.

Com base nessas considerações, o objetivo principal dessa pesquisa foi analisar aspectos quantitativos e qualitativos das instalações, em termos de eficiência térmica e tipologia dos ambientes construídos, com ênfase no desempenho produtivo das aves. Os objetivos específicos foram:

- ❖ levantamento dos tipos de instalações avícolas adotados na região, quanto aos materiais, concepção arquitetônica e técnicas construtivas;

- ❖ mapear a distribuição térmica dos animais, por meio da termografia infravermelho, com ênfase na determinação das condições de conforto e estresse térmico;
- ❖ avaliar a eficiência bioclimática em relação aos sistemas de climatização utilizados em cada etapa do ciclo de produção;
- ❖ analisar os efeitos do ambiente térmico sobre as aves, por meio de índices zootécnicos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Avicultura de corte

A exploração econômica das aves no Brasil teve início no começo do século XX. Conforme Malavazzi (1999), no final do século XIX foram importados os primeiro galos e galinhas de raça pura, em que foram feitos os primeiro acasalamentos, no entanto a criação ainda era vista mais como um hobby do que como um meio de se obter lucros. A partir de 1930 os avicultores iniciaram uma avicultura com bases comerciais e passaram a auferir lucro, tanto em relação à produção de ovos, como a de carne. Com isso, surgiu à criação do primeiro instituto biológico no qual forneceu a preparação das vacinas contra bouba e cólera. Nessa época, as fábricas de ração começaram a atender a demanda crescente dos avicultores, disponibilizando misturas balanceadas para alimentação das aves. Com a ajuda do Governo Federal houve a importação de equipamentos avícolas, como as incubadoras automáticas, marco inicial das vendas de pintos de um dia em bases comerciais.

O período de exportação dos frangos ocorreu entre os anos de 1975 a 1988, em que o frango inteiro era o principal produto. Com as mudanças das exigências no mercado consumidor nacional e internacional, deu-se início ao período de processamento, com os mais variados tipos de corte que tomaram conta do mercado (SILVA e NAKANO, 1998).

O aumento da produção de carne de frango, no decorrer dos anos, é uma resposta ao aumento do consumo per capita global, impulsionado pela eficiência produtiva, redução do custo de produção e melhoria na qualidade produto final (SARMENTO et al., 2005).

A União Brasileira de Avicultura anunciou os números finais da produção de carne de frango em 2011, que fechou o ano com produção recorde (13,058 milhões de toneladas). Com este desempenho o Brasil, terceiro maior produtor mundial de carne de frango, encurtou ainda mais a distância que o separa da China, o segundo país no ranking, abaixo dos Estados Unidos. De acordo com projeções do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA), a produção chinesa de carne de frango teria somado 13,2 milhões de toneladas em 2011, contra 16,757 milhões norte-americana. A diferença que separa o Brasil da

China caiu, portanto, de 320 mil toneladas em 2010 para 142 mil toneladas em 2011. E a expectativa é que em 2012 o Brasil esteja na segunda posição do ranking mundial de produtores de carne de frango. Merece destaque, também, o fato de que o principal cliente da carne de frango produzida pela avicultura nacional é o consumidor brasileiro. Em 2011, 69,8% da produção foram destinados ao mercado interno, contemplado com os mesmos elevados padrões de qualidade e sanidade conferidos ao produto destinado ao mercado internacional (UBA, 2012).

Porém, os dados estatísticos de 2012 indicaram queda na produção avícola, anunciada pela União Brasileira de Avicultura (Ubabef, 2013), em que fechou o ano com produção de 12,645 milhões de toneladas. Isso representa queda de 3,17% em relação a 2011. Esta foi à primeira vez em 12 anos que o crescimento ficou abaixo da inflação, sendo a maior crise de sua história e as consequências só não foram mais acentuadas pelo fato dessa atividade apresentar um setor muito sólido devido seus atributos de qualidade, sanidade e sustentabilidade. A redução na produção foi ocasionada pelo aumento dos preços do milho e da soja no ano anterior, que representam os principais custos do setor. O Brasil manteve a posição de maior exportador mundial e de terceiro maior produtor de carne de frango, atrás dos Estados Unidos e da China.

A região nordeste do Brasil, mesmo tendo enorme potencial produtivo responde por apenas 9% da produção nacional de carne de frango e tem Pernambuco como principal Estado produtor (NEAMBE, 2012).

A atividade avícola pernambucana iniciou-se nos anos de 1970, em que a avicultura começou a ser uma atividade de peso significativo na região Nordeste, sendo hoje a segunda atividade mais importante da agropecuária no Estado, logo após a cana-de-açúcar, com receita aproximada de R\$ 710 milhões, na formação do Produto Interno Bruto da agropecuária em 2003 (LIMA et al., 2007).

O Estado de Pernambuco dispõe de um parque avícola apreciável em que 20 empresas mais expressivas atuam no segmento de frangos de corte e 30 no segmento de postura. De acordo com as informações das associações de avicultura, o Estado lidera a produção avícola no Nordeste, tanto na produção de carne quanto ovos, embora, pelos dados do IBGE, a Bahia

apresente um plantel superior. A produção independente é predominante na região, mas a disseminação da produção integrada tem proporcionado nova dinâmica à atividade, com empresas integradoras que atuam em rede de mais de mil pequenos produtores (EVANGELISTA et al., 2008).

De acordo com Evangelista et al. (2008) a avicultura consolidou-se como uma das mais importantes e eficientes atividades da agropecuária brasileira, o que levou o Brasil a transformar-se no maior exportador mundial de carne de frango.

Isso foi possível, devido aos sucessivos investimentos do setor em ferramentas que aperfeiçoam a produtividade de frangos de corte. Conforme as atuais demandas existentes há uma busca incansável por conhecimento das variáveis que afetam essa atividade, para que se obtenha a máxima produtividade de carne com o menor custo de produção, concomitante ao bem-estar das aves (PONCIANO et al., 2011).

Para manter essa posição de destaque, o Brasil teve que atender os padrões internacionais de qualidade e bem-estar animal, por meio de constantes inovações voltadas aos sistemas intensivos de produção, incluindo os relacionados às instalações para o alojamento das aves (FERREIRA et al., 2011).

Com todos esses investimentos em pesquisa voltada para produção avícola, nota-se que ocorreram mudanças ao longo desses anos, como menciona Guimarães (2009). O autor relata que o tempo de produção de um lote de frangos de corte diminuiu de 56 dias para 41 dias, com conversão alimentar que melhorou de 2,25 para 1,75 e peso final que aumentou de 1,6 kg para 2,25 kg, o que caracteriza a evolução da produção avícola industrial brasileira nos últimos 40 anos.

As pesquisas na área de ambiência têm assumido papel primordial, introduzindo novos conceitos, que permitem o melhor aproveitamento das instalações, com o emprego de sistemas de ventilação, sistemas de resfriamento evaporativo, controle automático de variáveis ambientais e equipamentos, bem como semiclimatização de galpões (MORAES, 2002).

Entre estudos recentes, salienta-se o emprego de luz monocromática para iluminação na avicultura, pois a luz tem grande influência para manipular o comportamento e a produção de aves de corte. Segundo Mendes (2010) a

intensidade luminosa, a distribuição, os programas de luz, o comprimento de onda e a duração da luz afetam o desempenho e o bem-estar do lote, pois o posicionamento adequado das fontes de luz e sua distribuição estimulam as aves a procurar alimento, água e calor durante a fase de recria. Outra ferramenta de aplicação recente é a utilização das câmeras termográficas para aferição da temperatura superficial de frangos de corte, que pode ser utilizada para estimar condições de conforto térmico de frangos de corte em diferentes condições de alojamento (NASCIMENTO, 2011).

2.2 Ambiência na criação de frango de corte

O ambiente de produção é caracterizado por um conjunto de elementos físicos, químicos, sociais e climáticos, que atuam simultaneamente e exercem influências sobre os animais de maneira favorável ou desfavorável ao desenvolvimento biológico, ao desempenho produtivo e reprodutivo das aves (BAÊTA e SOUZA, 2010).

O conceito de ambiência é muito amplo e está diretamente relacionado com o microclima no interior das instalações, que é naturalmente influenciado pelas condições climáticas externas. A ação dos fatores meteorológicos varia de acordo com a posição geográfica da unidade de produção e época do ano, que por sua vez condicionam as variáveis ambientais, com existência de variações no período de 24 h, portanto, a recomendação de um modelo único de instalação para diferentes regiões é praticamente inviável (PEREIRA, 2006).

Nesse sentido, o sistema de criação intensivo influencia diretamente na condição de bem-estar das aves promovendo o balanço de calor do sistema ave-galpão, na qualidade química do ar e na expressão dos comportamentos naturais dos animais, afetando assim, o desenvolvimento e o desempenho de frangos de corte (PONCIANO et al., 2011).

As aves são animais homeotérmicos e possuem centro termorregulador no sistema nervoso central, o qual é capaz de regular a temperatura corporal. O hipotálamo é o órgão que funciona como termostato fisiológico que controla a produção e dissipação de calor por meio de diversos mecanismos, como o fluxo sanguíneo na pele, mudança na frequência cardíaca e respiratória e modificação na taxa metabólica (ABREU e ABREU, 2007).

Estudos apontam que 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% para produção. O mecanismo de homeostase, entretanto, é eficiente somente quando a temperatura ambiente está dentro de certos limites. Portanto, é importante que os aviários tenham temperaturas ambientais próximas às das condições de conforto (ABREU e ABREU, 2011).

O frango de corte depende de ambientes adequados para poder expressar seus potenciais de produção. Dessa forma, necessita de faixas de temperatura e umidade relativa do ar adequada para cada fase de criação (Tabela 1). Essas faixas, contudo, vem sofrendo ajustes no tempo e no espaço, em função da evolução genética, formas e manejo de criação, densidade de alojamento, intensidade de condicionamento térmico do ambiente (CASSUCE, 2011).

Tabela 1- Variáveis termohigrométricas recomendadas para cada semana do ciclo de produção.

| Idade (semanas) | Temperatura Ambiente (°C) | Umidade do ar (%) |
|-----------------|---------------------------|-------------------|
| 1 | 32-35 | 60-70 |
| 2 | 29-32 | 60-70 |
| 3 | 26-29 | 60-70 |
| 4 | 23-26 | 60-70 |
| 5 | 20-23 | 60-70 |
| 6 | 20 | 60-70 |
| 7 | 20 | 60-70 |

Fonte: Abreu e Abreu, 2011.

A temperatura e a umidade relativa do ar são altamente correlacionadas, uma vez que, em temperaturas muito elevadas (acima de 35 °C), o principal meio de dissipação de calor das aves é a evaporação, que depende da umidade relativa do ar. Então, quanto maior a umidade relativa do ar, mais dificuldade a ave têm de dissipar calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da frequência respiratória. Todo esse processo que a ave realiza no sentido de manutenção da homeotermia promove modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho (OLIVEIRA et al., 2006).

De acordo com Curtis (1983) e Esmay e Dixon (1986), quando as condições ambientais no interior da instalação não estão dentro de limites adequados (zona de termoneutralidade), o ambiente térmico torna-se desconfortável, porém, o organismo dos animais ajusta-se fisiologicamente

para manter sua homeotermia, seja para conservar ou dissipar calor. Para isso, ocorre desperdício de energia, com redução da eficiência produtiva.

A qualidade do ar também é um fator extremamente importante, pois as trocas de ar inadequadas aumentam as concentrações de partículas de monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO₂) e amônia (NH₃) no interior das instalações, diminuindo as concentrações de oxigênio (O₂) favorecendo, assim, a incidência de ascite em aves de corte (ALENCAR et al., 2004; OWADA et al., 2007).

O conforto térmico em instalações avícolas aponta para o fato de que uma das principais causas do estresse térmico das aves durante o verão advém da radiação solar, que contribui com parcela substancial de energia que penetra na construção; assim, a principal proteção contra a irradiação direta, que objetiva amenizar a situação de desconforto térmico ambiental das aves, pode ser alcançada com utilização de cobertura adequada (NÄÄS et al., 2007).

Com isso, é imprescindível projetar aviários com características construtivas capazes de minimizar os efeitos adversos do clima sobre as aves. A adoção de técnicas e equipamentos de condicionamento térmico ambiental tem superado os efeitos prejudiciais de alguns agentes estressores, o que possibilita alcançar bons índices zootécnicos.

2.3 Tipologias das instalações na avicultura de corte

O sucesso da produção avícola depende, entre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais, sendo necessário, portanto, a caracterização do ambiente térmico (DAMASCENO et al., 2010).

O conhecimento da realidade climática da região permite o planejamento, a concepção arquitetônica e orientação dos avicultores quanto ao melhor manejo ambiental, tendo como consequência maior produtividade e redução dos custos de produção das aves, por meio da adequação dos sistemas naturais e artificiais de condicionamento térmico ambiental. Uma análise mais crítica de temperaturas máxima e mínima permite o conhecimento mais preciso das condições de alojamento no período diurno e noturno. (ABREU e ABREU, 2011).

Em algumas regiões do Brasil, como é o caso da região Nordeste, as instalações estão situadas em locais que podem registrar altas temperaturas

ambientais, principalmente durante os meses de verão. Assim, deve-se dar atenção especial à tipologia das instalações e ao condicionamento térmico do ambiente (FURTADO et al., 2005; BUENO e ROSSI, 2006).

O microclima dentro das instalações avícolas é influenciado por inúmeras variáveis, destacando-se o número de aves alojadas por área, tipo de edificação, forma, paisagismo circundante e materiais de construção. O material de cobertura, por compor a única estrutura física do projeto responsável pelo controle térmico da radiação, apresenta grau de importância relevante, já que as instalações avícolas brasileiras são predominantemente abertas e as cortinas laterais são débeis e, na realidade, indesejáveis ao controle térmico de verão, uma vez que obstruem a ventilação natural (TINÔCO, 2001).

As modificações como alteração na altura do pé-direito, aberturas laterais, arborização e ventilação natural e/ou artificial estão sendo implementadas com vistas à melhoria do conforto térmico das instalações para produção animal (TINÔCO et al., 2002).

Com relação ao eixo longitudinal do galpão em climas quentes deve ser orientado na direção leste-oeste, o qual propicia às aves melhor conforto térmico (MOURA, 2001). Isso ocorre com o intuito de que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evitando-se sobreaquecimento pela forte insolação nas longas tardes de verão (TINÔCO, 2001). Isso irá minimizar a incidência direta do sol sobre os animais através das laterais da instalação, já que o movimento aparente do sol se dará sobre o lanternim e cumeeira durante todo o dia (MALAVAZZI, 1999).

O afastamento entre aviários deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural dos outros, e esse afastamento deve ser 10 vezes a altura do pé-direito da construção ou, no mínimo, 30 m entre si, sendo que do segundo galpão em diante o afastamento deverá ser de 20 a 25 vezes essa altura. Nem sempre será possível atender a essa recomendação por razões relativas à área disponível, topografia ou fluxograma de trabalho, mas deve-se, ao máximo, tentar se aproximar dessa situação. Na pior das hipóteses, devem-se possibilitar afastamentos entre galpões de no mínimo 35 a 40 m. (TINÔCO, 2001).

Para Baêta (1995), a largura do galpão tem grande influência no condicionamento térmico interior e em seu custo, existindo tendência mundial de se projetarem galpões com 12 m de largura por 125 m de comprimento, com vistas a otimizar o uso de equipamentos modernos.

O pé-direito promove a redução da carga térmica de radiação acumulada no abrigo e nesse caso varia em função da ventilação natural. Para galpões com 10 a 12 m de largura e 50 a 120 m de comprimento, recomenda-se altura mínima de 3 m de pé-direito (PERDOMO, 2001; MOURA, 2001).

Para Tinôco (1996) o pé-direito do aviário pode ser estabelecido em função da largura adotada, sendo que a relação largura/altura apresente valor da ordem de 2,9, de forma que os dois parâmetros em conjunto favoreçam a ventilação natural no interior do aviário com condicionamento térmico natural (Tabela 2).

Tabela 2- Determinação do pé-direito em função da largura do galpão.

| Largura do aviário (m) | Pé-direito mínimo em climas quentes (m) |
|-------------------------------|--|
| Até 8 | 2,8 |
| 8 a 9 | 3,15 |
| 9 a 10 | 3,5 |
| 10 a 12 | 4,2 |
| 12 a 14 | 4,9 |

Fonte: Tinôco, 2001

O lanternim, abertura na parte superior do telhado, é indispensável para se conseguir adequada ventilação, pois permite a renovação contínua do ar pelo efeito termossifão, pois auxilia na dissipação da massa de ar quente e gases, mantendo assim uma renovação constante da aeração, em que promove eficiente troca de calor. O lanternim deve ser confeccionado em duas águas, disposto longitudinalmente na cobertura e possuir um sistema que permita fácil fechamento com tela nas aberturas para evitar a entrada de pássaros (MALAVAZZI, 1982, ABREU, 2003a). De acordo com Englert (1987) e Hardoin (1995), especial atenção deve ser dada a largura do lanternim, para facilitar a dissipação da massa de ar quente, sendo 10% da largura total do telhado.

O comprimento do beiral tem grande relevância na construção de um moderno aviário, uma vez que este detalhe construtivo opera sobre um dos temas mais discutidos na avicultura, a incidência de radiação solar no interior

do galpão, o que afeta diretamente no condicionamento térmico no interior da instalação. Para regiões de clima quente, ele se torna ainda mais importante, devendo ser projetados de forma que evite a penetração de chuvas, ventos e raios solares, admitindo-se projeções de 1,2 a 2,5 m, em ambas as faces, norte e sul, do telhado. Nesse sentido, os beirais devem estar de acordo com o que indica o cálculo de inclinação solar para cada região (REZENDE et al., 2008).

A mureta deve ter a menor altura possível, aproximadamente 0,2 m, permitindo a entrada do ar no nível das aves, evitando a entrada de água de chuva e que a cama seja arremessada para fora do aviário (TINÔCO, 1998). Entre a borda da mureta e o telhado, deve ser colocada tela à prova de pássaros e insetos, como também a instalação de cortinas para evitar penetração de sol e chuva e controlar a ventilação no interior do aviário (TEIXEIRA, 1997).

De acordo com a INSTRUÇÃO NORMATIVA de Nº 56, DE 6 DE NOVEMBRO DE 2008, a nova legislação para telas em aviários recomenda uma malha da tela de proteção com medida não superior a 2 cm, à prova de entrada de pássaros, animais domésticos e silvestres (MAPA, 2008). Segundo Abreu (2003a), as telas de PVC (plástico) tem tido boa aceitação por não enferrujarem, não provocarem rasgos nas cortinas, terem maior durabilidade e possibilidade de reaproveitamento.

A cobertura de uma instalação atua como um coletor solar, recebendo toda a radiação do sol e emitindo-a tanto para o exterior como para o interior do aviário. Em regiões tropicais, a intensidade de radiação é alta em quase todo o ano, sendo comum, verificar desconforto devido ao calor mesmo durante épocas menos quentes do ano, devido à grande emissão de radiação dos telhados. A cobertura ideal para as condições brasileiras deve apresentar grande capacidade de reflexão, ter considerável capacidade de isolamento e retardo térmico (BAÊTA, 1998).

Nääs et al., (2001) consideram o telhado o elemento construtivo mais importante em uma instalação avícola, quanto ao controle da radiação solar incidente. O material utilizado deverá ser o que emita menos radiação possível para o interior da instalação. A telha cerâmica é um exemplo de um isolante térmico por conta da sua baixa condutividade térmica, evitando o excesso de troca de calor entre os meios externo e interno.

As telhas de cerâmica são produtos de argila queimados a, aproximadamente, 900 °C e podem ser encontradas no mercado, principalmente, nas formas plana (francesa ou marselha) e curva (canal, colonial ou paulista). As características de uma boa telha cerâmica são: impermeabilidade, superposição e encaixe perfeitos, uniformidade e boa resistência mecânica. As telhas metálicas podem ser de chapas de alumínio, zinco ou aço galvanizado. As telhas de alumínio têm resistência à corrosão superior a de aço devido ao seu polimento, embora com menor resistência mecânica, e podem ser encontradas no mercado nos tipos onduladas e trapezoidais. Essas telhas são de baixo peso relativo, tem elevado poder de reflexão térmica, alta condutividade térmica e possui grande emissão de sons devido a impactos, fácil manuseio, pequena resistência mecânica sem deformação e grande dilatação térmica. (GUIMARÃES, 2009).

De acordo com Tinôco (2004), as telhas metálicas são menos quentes que o amianto, porém mais caras e são mais sujeitas a danos pelo granizo e ventos e são melhores que as telhas cerâmicas, porém oxidam com o tempo, perdendo a vantagem inicial.

Além do tipo de material a ser utilizado na cobertura das instalações, a pintura externa dos telhados é uma prática que pode contribuir para a redução dos efeitos da incidência dos raios solares (MACARI e FURLAN, 2001). A combinação de cores que proporciona melhor resultado, em termos de melhoria do conforto térmico é a cor branca, na face superior, e preta, na face inferior da cobertura. Embora a superfície negra possua efeitos indesejáveis tais como maior temperatura de superfície, maior emissividade e absorvidade, tem a vantagem de possuir baixa refletividade. Assim a carga térmica de radiação sobre os animais torna-se menor (DAMASCENO et al., 2010).

Além dessas características apresentadas acima, outra forma de minimizar o efeito dos agentes estressores sobre o sistema de produção é por meio do condicionamento térmico do ambiente, através de equipamento que atenda as necessidades das aves durante todo o ciclo de produção, seja essa por meio de aquecimento ou por resfriamento.

Atingir o conforto térmico no interior dessas instalações avícolas, face às condições climáticas inadequadas, torna-se um desafio, principalmente em situações extremas de calor ou frio, que afetam consideravelmente a produção.

Nesse contexto, a climatização se torna uma saída estratégica para se criar uma situação de certa independência do clima externo (BUENO e ROSSI, 2006).

Na tentativa de resolver essas questões de ambiência, os aviários estão, atualmente, aparelhados com equipamentos de climatização, tais como: exaustores, nebulizadores, sistemas de aquecimento a lenha ou infravermelho a gás, painéis de controle, nos quais são programadas a temperatura e a umidade relativa do ar para cada idade dos frangos, além de cortinado, forração (Funk et al., 2007). O controle interno de temperatura no aviário é feito principalmente pela retenção ou liberação do calor.

Existem basicamente duas formas de promover artificialmente a movimentação do ar no interior dos aviários, por pressão negativa e pressão positiva. No sistema de ventilação por pressão negativa o ar é succionado por exaustores de dentro para fora, criando um vácuo parcial no interior da construção; desse modo, succionando o ar externo. No sistema de ventilação com pressão positiva o ar externo é forçado, por meio de ventiladores, criando gradiente de pressão de fora para dentro da instalação. Esse sistema é o mais comum nos aviários de construção aberta, podendo ser de dois tipos: em modos túnel e lateral (TINÔCO, 2004; BAÊTA e SOUZA, 2010).

O sistema tipo túnel associado ao resfriamento adiabático, geralmente envolve o uso de ventilação forçada (pressão positiva) e nebulização, ou ventilação forçada (pressão negativa) e painel evaporativo. No segundo caso, o princípio é que, o ar quente e seco ao atravessar a área molhada do painel, o ar se resfria e é movimentado ao longo da instalação, no sentido da exaustão. Já a ventilação com nebulização está associada a um manejo sincronizado do sistema. Nesse caso, a nebulização consiste na pulverização da água em gotículas minúsculas, facilmente evaporadas em ambientes com temperatura do ar elevada. O uso do nebulizador em conjunto com o ventilador, evita a concentração de umidade no ambiente e na cama do aviário e ainda, dissipa grande quantidade de calor do ambiente. No entanto, o uso do nebulizador sem a ventilação forçada poderá provocar aumento da umidade local, o que é contra indicado por razões sanitárias (BUENO e ROSSI, 2006).

O uso desses dois sistemas mostra-se insuficiente para controlar os altos níveis de estresse nas aves, quando o clima se encontra em temperatura e umidade relativa do ar elevadas (SCHEID, 2001).

Os sistemas de aquecimento são necessários para manutenção da temperatura corporal das aves, principalmente nas primeiras semanas de vida, em que seu sistema de termorregulação ainda se encontra pouco desenvolvido e sua superfície relativa de troca de energia com o ambiente, dificulta a termogênese.

O aquecimento a lenha é um dos primeiros métodos utilizados para aquecer o ambiente em que as aves se encontram e caracteriza-se por utilizar a madeira como combustível. O calor é transmitido às aves principalmente por meio da convecção e irradiação térmica. No entanto, essa fonte de calor numa campânula ou fornalha, nem sempre produz temperatura constante no interior de aviários; muitas vezes esta temperatura excede ao necessário, e a manutenção do sistema requer muita mão-de-obra (ABREU, 2003b).

Os sistemas de aquecimento elétrico, geralmente são constituídos por resistências elétricas ou lâmpadas infravermelhas, que são acopladas em campânula (refletor), a fim de projetar a energia irradiada pelas fontes de calor no nível das aves.

Outra aplicação seria a utilização de resistências elétricas embutidas no piso, a fim de promover a troca de energia pelo contato das aves com o piso aquecido. O sistema, em si, é o mais limpo e de fácil manutenção, desde que se adéque a potência do elemento aquecedor ao número de aves a ser criado. É caracterizado por ser de fácil manuseio, possuir produção de calor constante e não produzir gases tóxicos (CO e CO₂). A grande desvantagem desse tipo de aquecedor é o custo com energia elétrica (ABREU E ABREU, 2002).

Os aquecedores a gás (campânulas) são os mais empregados e podem utilizar como combustível tanto o gás natural, quanto o gás liquefeito de petróleo (GLP). Existe grande variedade de modelos de campânulas a gás com placas aquecedoras metálicas ou de cerâmica, provido de campânula maior ou menor, conforme o modelo e manejo das aves. O princípio de aquecimento radiante é manter a ave aquecida e o piso seco, contudo os sistemas primeiro aquecem o ar que depois é repassado aos animais e à cama. Esses

equipamentos produzem radiação concêntrica desde o eixo da campânula, perdendo eficiência com a distância do mesmo (VIGODERIS, 2006).

2.4 Balanço de Energia

A temperatura corporal de um animal refere-se à quantidade de energia térmica estocada por unidade de massa corporal. Essa energia pode ser aumentada ou diminuída pelos processos de termogênese e termólise, respectivamente. Nesses processos estão envolvidos mecanismos comportamentais, autônomos e adaptativos (SILVA, 2000). Conforme Funk e Fonseca (2007), o aparelho termorregulador das aves é pouco desenvolvido, tornando-as sensíveis ao frio quando jovens e ao calor quando adultas.

Por se tratar de um sistema termodinâmico vivo, as aves são capazes de trocar continuamente energia com o ambiente. Neste processo, os fatores exógenos tendem a produzir variações internas no animal, influenciando na quantidade de energia transferida entre as aves e o ambiente, havendo então a necessidade de ajustes fisiológicos para a ocorrência do balanço de calor.

Sendo assim, as aves mantêm os níveis de energia térmica corporal dentro de limites estreitos (SILVA, 2001; BUENO, 2004). O calor corporal é oriundo de processos metabólicos, envolvidos nas mais diversas funções orgânicas. Relacionado ao metabolismo, os animais ganham calor devido à energia de manutenção, bem como por meio da realização de trabalho da musculatura esquelética, pelo crescimento e pela alimentação.

Em geral, as trocas com o ambiente são realizadas por quatro componentes principais: radiação, condução e convecção, denominadas trocas sensíveis e, por meio da evaporação, que constitui um dos mais importantes mecanismos latentes de troca térmica entre os animais e o ambiente de produção (SILVA, 2008). As trocas latentes ocorrem devido a um diferencial de pressão de vapor (MAIA et al., 2005). No caso das aves, a troca por evaporação ocorre pela ofegação (resfriamento evaporativo respiratório), uma vez que a ausência de glândulas sudoríparas impossibilita a sudação.

As trocas sensíveis são caracterizadas por um diferencial de temperatura entre o animal e o ambiente. A condução é a transferência de energia de partículas mais energéticas de uma substância para as menos energéticas adjacentes, como resultado da interação entre as partículas. A convecção é

caracterizada pela transferência de energia de uma superfície sólida e o líquido ou gás adjacente em movimento, envolvendo os efeitos combinados de condução e movimento do fluido. A radiação é a transferência de energia térmica sob a forma de ondas eletromagnéticas ou fótons (ÇENGEL e BOLES, 2007). As trocas por condução, de acordo com Yahav et al. (2004), são consideradas desprezíveis, por representarem uma percentagem insignificante no sistema ave-galpão.

A instalação avícola é um dos pontos em que se exige maior cuidado, em se tratando do conforto térmico para frango de corte (ABREU, 2001). Nesse caso, segundo ALBRIGHT (1990), o calor sensível promove variação de temperatura do ar no interior do galpão pode ser determinado pelo somatório da energia irradiada pelos animais; fontes mecânicas, elétricas e outras, tais como os motores e luzes; interação da radiação solar com o material de cobertura; energia proveniente do sistema de aquecimento; fluxo de ar (entrada e saída); transferência de energia pela estrutura da construção, tal como paredes, portas, etc.

Entre as respostas fisiológicas compensatórias das aves, quando expostas ao calor, inclui-se a vasodilatação periférica, que resulta no aumento da perda de calor sensível. Então, na tentativa de aumentar a dissipação do calor, a ave consegue aumentar a área superficial, mantendo as asas afastadas do corpo, eriçando as penas e intensificando a circulação periférica. Outra resposta fisiológica é o aumento na taxa respiratória, que resulta em perdas excessivas de dióxido de carbono (CO_2). Assim, a pressão parcial de CO_2 diminui, levando à queda na concentração de ácido carbônico (H_2CO_3) e hidrogênio (H^+). Em resposta, os rins aumentam a excreção de HCO_3^- e reduzem a excreção de H^+ na tentativa de manter o equilíbrio ácido-base da ave (BORGES et al., 2003).

De maneira geral, as perdas de calor nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal, ou alterando a taxa de evaporação na pele e no trato respiratório (RICHARDS, 1971). A superfície corporal das aves é caracterizada pela presença de uma camada de penas, que têm maior importância quando as aves estão expostas a situação de frio. Portanto, a atividade vasomotora na pele coberta com penas é mínima e essas regiões podem ser caracterizadas como vasorregulatórias conservadoras

(SHINDER et al., 2007). As áreas desprovidas de penas, tais como as pernas, cristas, barbela, são fundamentais no processo termorregulatório, por se tratar de regiões corporais altamente vascularizadas.

As aves realizam o balanço de energia corporal pela redução da produção de calor, aumentando a perda de calor por evaporação. Neste contexto, a ofegação é a principal via para a perda de calor sob elevadas temperaturas ou aumentando a perda de calor sensível por convecção e radiação, e ainda pela combinação de ambos.

Uma das principais dificuldades para a quantificação da perda de calor sensível é devido à incapacidade de se medir precisamente a distribuição da temperatura na superfície corporal da ave e para diferenciar as contribuições das diferentes regiões da superfície do corpo para a perda de calor (YAHAV et al., 2004; SHINDER et al., 2007). Dessa forma, torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas nesta área, pois ao contrário dos achados científicos anteriores, a temperatura hipotalâmica não é a única responsável pelos processos de termorregulação. A eficiência da homeostase também é função da temperatura do ambiente, da temperatura da epiderme e das temperaturas das diferentes partes do corpo (SILVA, 2008).

2.5 Índices de Conforto Térmico

O ambiente externo é o fator principal para a troca de calor no sistema ave-galpão, com isso, Rodrigues et al., (2010) menciona que as condições microclimáticas das instalações são utilizadas como elementos decisivos para acionar sistemas de climatização e que alguns autores, como Teeter, (1990) e Esmay (1982), consideram que uma análise conjunta do temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar nos ambientes zootécnicos é importante para verificar a situação de conforto e estresse a que os animais estão submetidos.

Segundo Çengel e Boles (2001), essas variáveis são responsáveis pela quantificação do balanço de energia térmica no ambiente, representando as características psicrométricas do ar úmido, responsáveis pelas transferências de energia.

As comparações de desempenho entre diferentes modelos de instalações, em razão do grande número de variáveis envolvidas, são facilitadas pelos índices de conforto térmico (LIMA et al., 2009).

Os índices foram classificados por Nããs (1989) em: biofísicos (troca de calor entre o corpo e o ambiente), fisiológicos (baseiam-se nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do ar) e subjetivos (sensações subjetivas de conforto em face de variações dos elementos de conforto térmico).

São exemplos de índice de conforto térmico, segundo Savastano Jr. et al. (1996), o índice de temperatura ambiente e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), temperatura efetiva (TE), Entalpia (h ; $\text{kJ kg de ar seco}^{-1}$) e Carga Térmica Radiante (CTR, W m^{-2}), sendo este último o mais adequado para representar as condições de conforto térmico em regiões quentes para a produção animal, em razão de incorporar a temperatura de bulbo seco, umidade relativa do ar, velocidade do ar e a radiação na forma de temperatura de globo negro, em um único valor. Conforme, Medeiros et al. (2005), desses índices, o mais empregado até a década de 80 para avaliar o ambiente térmico animal foi o ITU e na década de 90, o ITGU.

Teixeira (1996) verificou que o limite mínimo de ITGU para que os frangos de corte não sofram estresse por frio na primeira semana de vida é de 78,6, na segunda semana de vida é de 67,4 e para aves entre a terceira e sexta semana de vida é de 65. De acordo com Oliveira et al. (2006), os valores de ITGU confortáveis para aves de corte são de $81,3 \pm 0,31$ (uma semana de vida); 77 (segunda semana de vida) e $74,9 \pm 1,65$ (terceira semana de vida).

Índices comumente utilizados para medir conforto térmico de frangos de corte, como índice de temperatura e umidade, que foi proposto há 50 anos, não leva em consideração a evolução genética ocorrida na avicultura de corte. Com isso, o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento, como também o empenamento, que é uma resposta adaptativa ao ambiente e que influencia na perda de calor (DENOIX, 1994; TESSIER et al., 2003; NASCIMENTO et al., 2011).

Dentre os índices de avaliação de conforto térmico estudados, a entalpia tem sido proposta atualmente como o índice mais adequado para a avaliação do ambiente interno de galpões de frangos de corte, isso porque é um índice

que depende basicamente da temperatura e da umidade relativa do ar. A entalpia expressa a quantidade de energia presente no ambiente e a facilidade de aquisição das variáveis necessárias para seu cálculo facilita o seu uso por parte dos produtores (QUEIROZ et al., 2012).

2.6 Termografia

Uma mudança perceptiva no estado de conforto animal é a sua temperatura superficial, cuja termografia infravermelha pode ser usada para avaliar essa variação.

A termografia infravermelha é um método de diagnóstico por imagem, que por meio de sensor acoplado a um sistema computacional, mensura a radiação infravermelha emitida pela superfície cutânea, com sensibilidade de 0,05 °C, sem contato físico (BRIOSCHI, 2011).

A câmera de termografia infravermelho é uma moderna, segura e não invasiva técnica de visualização de perfil térmico (DINIZ, 2009). Cada objeto na terra gera calor na forma de radiação infravermelho (onda longa) que depende da propriedade da sua camada superficial. Esse equipamento é capaz de detectar esse tipo de radiação. Os dados obtidos por escaneamento de computador são processados e apresentados na forma de mapas de temperatura, que preveem uma detalhada análise da temperatura da superfície alvo (SANTOS, 2006).

A análise termográfica é um importante método para se medir a temperatura superficial das aves, sem interferência na rotina do animal. Outras ferramentas para medição de temperatura superficial, por exemplo, o termômetro a laser, interfere no comportamento da ave pela proximidade que se deve ter do animal, causando estresse e alteração nas temperaturas superficiais (KOTRBA et al., 2007; SILVA et al., 2011).

Aplicação da termografia em frangos de corte é considerada difícil, porque as penas têm uma boa propriedade isolante, bloqueando parte das emissões da pele. Mesmo assim, a técnica tem sido empregada no estudo do conforto térmico animal com sucesso, em que se registra a temperatura superficial das aves no ambiente de alojamento (TESSIER et al., 2003; YAHAV et al., 2004; NÄÄS et al., 2010).

O nível de energia de uma onda eletromagnética está relacionado ao seu comprimento de onda e comprimentos de onda mais curtos possuem mais energia. Na região da luz visível, a cor violeta possui mais energia e o vermelho menos energia. O espectro infravermelho localiza-se próximo do espectro da luz visível e ocupa frequência entre a luz visível e ondas de rádio (MANEA et al., 2008).

Com um objetivo de propor um índice de conforto térmico para frangos de corte, baseado em lógica *Fuzzy*, Nascimento et al., (2011) utilizou duas medidas de temperatura superficial das aves (temperatura das penas e temperatura da pele) e um escore de empenamento das aves, atribuído por um especialista. Com isso eles estimaram as condições de conforto, alerta e perigo do conforto térmico de frangos de corte alojados em condições tropicais, sendo específico na estimativa de condições de perigo térmico.

SOUZA JR et al., (2012) avaliou as diferenças regionais na temperatura superficial através de imagens térmicas e o efeito do ambiente semiárido e do tamanho da partícula do milho no desempenho, qualidade do ovo e perda de calor sensível para poedeiras de pescoço pelado e concluíram que a transferência de calor sensível apresentou-se como um mecanismo de dissipação térmica, em que o aumento nos níveis de radiação e temperatura do ar causaram diminuição significativa na perda de calor por radiação, mas a convecção foi elevada em alta temperatura ambiente, devido ao aumento na movimentação do ar.

Todos os materiais conhecidos emitem energia infravermelha em temperatura acima de $-273,15^{\circ}\text{C}$. Esta característica se deve ao fato de que os átomos estão em constante movimento e em diferentes estados de excitação (CARRANO et al, 2004). Com isso, Manea et al., (2008) complementaram que ao consumir energia, o calor gerado estimula átomos a liberar fótons no espectro infravermelho térmico. Com o aumento da temperatura, o corpo também irá liberar fótons no espectro visível.

A técnica aliada aos conhecimentos de medidas de propriedades físicas de materiais de construção, microclima local e índices zootécnicos de produção são informações úteis para definição de um índice de eficiência térmica para as construções, que além da readequação do ambiente, auxilia no estudo da dinâmica de trocas térmicas pelos animais. Isso permite buscar correlações

entre distribuição da temperatura corporal em condições de estresse e de conforto e, possíveis inferências como temperatura retal e de núcleo corpóreo.

Dessa forma é possível atribuir às instalações um índice de eficiência térmica, baseado em variáveis que melhor retratem as condições estudadas, além de atribuir maiores detalhes quanto às informações sobre combinações de tipologia e materiais de construção que favoreçam as trocas térmicas no sistema ave-galpão.

3 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, P. G. & ABREU, V. M.N. **Ventilação na avicultura de corte.** Concordia, **Embrapa suínos e Aves**, p. 50, 2000.

ABREU, P. G. Diagnóstico bioclimático: qual sua importância na produção de aves. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, n.1093, p.16-20, 2001.

ABREU, P, G. **Sistema de produção de frango de corte.** **Embrapa**, 2003a. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/Ave/ProducaodeFrangodeCorte>>. Acesso em 20 jan. 2013.

ABREU, P.G. **Modelos de Aquecimento.** In: Simpósio Brasil sul de avicultura, Chapecó. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 12 p, 2003b. Acessado em 01 de Janeiro de 2013.

ABREU, P. G., ABREU, V. M. N., COLDEBELLA, A., JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivos Brasileiros Medicina Veterinária Zootecnia**, c. 59: p.1014-1020. 2007.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 1-14, 2011.

ABREU, P. G. **Sistema de Produção de Frangos de Corte.** ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica, Jan/2003b. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Ave/ProducaodeFrangodeCorte/Aquecimento.html>. Acessado em 25 de Setembro de 2012.

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

ALENCAR, M. C. B.; NÄÄS, I. DE A.; GONTIJO, L. A. Respiratory risks in broiler production workers. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v. 6, n. 1, p. 23-29, 2004.

AVDELIDIS, N. P. & MOROPOULOU, A. Emissivity considerations in building thermography. **Energy and Buildings**, v. 35, p. 663-667, 2003.

BAÊTA, F. C. **Planejamento de instalações avícolas considerando as variações de temperatura.** In: Simpósio Internacional de Ambiência e Instalação Na Avicultura Industrial, **Anais**, Páginas 123-9,... Campinas: FACTA, 1995.

BAÊTA, F. C. & SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais- conforto animal.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p. 246, 1997.

BAETA, F. da C. **Acondicionamento térmico natural de galpões avícolas.** In: SIMPOSIO GOIANO DE AVICULTURA, 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: p. 29-34, 1998.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais- conforto animal.** Universidade Federal de Viçosa, p. 269, 2010.

BORGES, S. A.; MAIORKA, A; SILVA, A. V. F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, set-out, 2003.

BRIOSCHI, M. S. **Metodologia de normalização de análise do campo de temperaturas em imagem infravermelha humana Curitiba.** Tese de doutorado apresentada como requisito para obter o título de Doutor em Engenharia Mecânica do Curso de Doutorado em Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Paraná, na área de concentração Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Sólidos, 2011.

BUENO, L. G. F. **Avaliação da eficiência energética e do conforto térmico em instalações de frangos de corte.** 2004. 100p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

BUENO, L.; ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto à energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.497-504, 2006.

CARRANO, J., BROWN, J.; PERCONTI, P.; BARNARD, K. Tuning in to detections. **SPIE- OE magazine**, vol. 4, p. 20-22, April 2004.

CASSUCE, D. C. **Determinação das faixas de conforto térmico para frangos de corte de diferentes idades criados no Brasil.** Dissertação apresentada a Universidade Federal Rural de Viçosa, Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola para obtenção do título de Doutor, Viçosa, Minas Gerais, 2011.

CASTRO, A.C. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas.** Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2012.

ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M. A. **Thermodynamics: An Engineering Approach.** McGraw-Hill, New York, 2001.

ÇENGEL, Y.A.; BOLES, M.A. **Energy, energy transfer and general energy analysis.** In:_____. **Thermodynamics – An Engineering Approach.** 5th ed. New York: McGraw-Hill, chap. 2, p 77-136, 2007.

CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture.** Ames: Iowa State University Press, p. 650, 1983.

DAMASCENO, F.A., SCHIASSI, L., SARAZ, J. A. O., GOMES, R. C. C., BAÊTA, F. C.. **Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais.** PUBVET, Londrina, v. 4,n. 42, Ed. 147, Art. 991, 2010.

DENOIX, J.M. **Diagnostic techniques for identification and documentation of tendon and ligament injuries.** Veterinary Clinics of North America: Equine Practice, Maryland Heights, v.10, n.2, p.365-407, 1994.

DINIZ, B. **Termografia aplicada à física das construções.** Monografia apresentada à Universidade Fernando Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de Licenciada em Engenharia Civil. Porto, 2009.

ENGLERT, S. **Avicultura: tudo sobre raças, manejo, alimentação e sanidade.** P. 288, Ed. 6°. Porto Alegre: Agropecuária, 1987.

ESMAY M. L. Principles of Animal Environment. **Avi Publishing, Westport,** 1982.

ESMAY, M. L.; DIXON, J. E. **Environmental control for agricultural buildings.** Westport: AVI, 287p., 1986.

EVANGELISTA. F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. **Avicultura industrial de corte no nordeste: aspectos econômicos e organizacionais.** Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, Rio Branco- Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL- **FAWC:** Five Freedoms, 1992. Disponível em: <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>. Acesso em: 15 de Fevereiro de 2012.

FERREIRA, V. M. O. S; FRANCISCO, N. S.; AGUIRRE, G. M. Z.; BELLONI, M.; CALDARA, F. R.; NÄÄS, I. A.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, P. I. C. L; POLYCARPO, G. V. Infrared thermography applied to the evaluation of metabolic heat loss of chicks fed with different energy densities. **Revista Brasileira Ciências Avícola**, V. 13, n. 2, p.: 113-118, 2011.

FUNK, S. R.; FONSECA, R. A. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 91-97, 2007.

FURTADO, D. A.; TINÔCO, I F. F.; NASCIMENTO, J. W. B.; LEAL, A. F.; AZEVEDO, M. A. Caracterização das instalações avícolas na Mesorregião do Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 25, n. 3, **Jaboticabal**, 2005.

GUIMARÃES, M. C. C. **Inventário de características arquitetônico-ambiental associado a sistemas de condicionamento térmico de galpões avícolas.** Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doutor Scientiae. Viçosa, 2009.

HARDOIN, P. C. **Qualidade do ar. Sistemas de ventilação natural e artificial na exploração Avícola.** In: Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, **Anais**, P.. 89-98,... Campinas: FACTA, 1995.

KAWABATA, C.Y.; CASTRO, R.C.; SAVASTANO JUNIOR, H. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 25, n. 3, p. 598-607, 2005.

KOTRBA, R.; KNÍŽKOVÁ, I.; KUNC, P.; BARTOS, L. Comparison between the coat temperature of the eland and dairy cattle by infrared thermography. **Journal of Thermal Biology**, v.32, p.355–359, 2007.

LANA, G. R.Q., **Avicultura**, Recife, Rural/UFRPE, 2000.

LIMA, J.P. R. SICSÚ, A. B. PADILHA, M. F. F. G. Economia de Pernambuco: transformações recentes e perspectivas no contexto regional globalizado. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 38, nº 4, out-dez. 2007.

LIMA, K. R. S.; ALVES, J. A. K.; AEAÚJO, C. V.; JESUS, M. L. C.; FERNANDES,, D. L.; TAVARES, F. Avaliação do ambiente térmico interno em galpões de frango de corte com diferentes materiais de coberturas na mesorregião metropolitana de Belém. **Revista de ciências agrária**, Belém, n. 51, p. 37-50, jan./jun. 2009.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical.** Piracicaba: FUNEP, v. 1, p. 31-87, 2001.

MAIA, A.S.C.; SILVA, R.G.; LOUREIRO, C.M.B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology**, Heidelberg, v. 49, p. 332-336, 2005.

MALAVAZZI, G. **Manual de criação de frango de corte.** p. 163, São Paulo: Nobel, 1982.

MALAVAZZI, G. **Avicultura: manual prático.** p. 156, São Paulo: Nobel, 1999.

MANEA, S.; ILHA, K.; ROCCO, J. A. F. Termografia infravermelha: aplicações e, defesa. **Revista UNIFA**, Rio de Janeiro, 20(23): novembro 2008.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.** Instrução normativa nº 56, de 6 de novembro de 2008. Procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais. **Anexo I.** 2008.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P. R. Índice térmico de produtividade ara frangos de corte. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande 9(4), p.660–665, 2005.

MENDES, A. S.; REFFATI, R.; RESTELATTO, R.; PAIXÃO, S. J. Visão e iluminação na avicultura moderna (vision and illumination in modern poultry production). **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.16, n.1-4, p.05-13, janeiro, 2010.

MOLENTO, C. F. M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos-Revisão. **Archives of Veterinary Science**, V. 10, N. 1, 2005.

MORAES, S. R. P. **Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frangos de corte, no sudoeste de Goiás**. Dissertação de Doutorado apresentada a Universidade Federal de Viçosa, Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, Minas Gerais, 2002.

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

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**. São Paulo: Ícone, p.183, 1989.

NÄÄS, I.A.; SEVEGNANI, K.B.; MARCHETO, F.G.; ESPELHO, J.C.C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I.J.O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betume, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.21, n.2, p.121-6, 2001.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. DOS S.; MOURA, D. J. **Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases**. **Revista de Engenharia Agrícola**, v. 27, n. 2, p. 326-335, 2007.

Nääs, I. A., Nascimento, G. R., Baracho, M. S., Moura, D.J. **Utilização de Imagens Termográficas na Produção de Frangos de Corte**. Artigo técnico Publicado o 19 de Maio de 2010. Disponível em: <http://pt.engormix.com/MA-avicultura/administracao/artigos/utilizacao-imagens-termograficasproducao-t268/124-p0.htm>. Acesso em 22 de dezembro de 2012.

NASCIMENTO, G. R. **Termografia aplicada à avaliação do ambiente térmico de alojamento e do conforto térmico de frangos de corte**. Dissertação de mestrado submetida à banca examinadora para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola, na área de concentração em Construções Rurais e Ambiência. Campinas, Março de 2011.

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. A. Índice Fuzzy De Conforto Térmico Para Frangos De Corte. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 2, p. 219-229, 2011.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em ciências, na área de Física do Ambiente Agrícola, Piracicaba, 2010.

NEAMBE, **A Avicultura e a Ambiência na Região Nordeste do Brasil**. Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (**NEAMBE**)

Universidade Federal do Ceará – UFC. Texto originalmente publicado pelo site Portal Dia de Campo (<http://www.diadecampo.com.br>) na Coluna “Construções Rurais e Ambiência” em março de 2012.

OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 797-803, 2006.

OWADA, A. N.; NÄÄS, I. DE A.; MOURA, D. J. ; BARACHO, M. DOS S. Estimativa de Bem-Estar de frango de corte em função da concentração de amônia e grau de Luminosidade no galpão de Produção. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 611-618, setembro/ dezembro de 2007.

PERDOMO, C. C. **Controle do ambiente e produtividade de frangos de corte**. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, SIMPÓSIO SOBRE AVICULTURA E SUÍNOCULTURA, **Anais...** 1 CD- ROM., Piracicaba, 2001.

PEREIRA, A. K. **Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frango de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, 2006.

PONCIANO, P. F., LOPES, M. A.; YANAGI JUNIOR, T. & FERRAZ, G. A. S. Análise do ambiente para frangos por meio da lógica fuzzy: uma revisão. **Arquivos de zootecnia**, 2011.

QUEIROZ, M. L. V., BARBOSA FILHO, J. A. D.; VIEIRA, F. M. C. **Avaliação do Conforto Térmico de Frangos de Corte de Forma Direta e Prática**. Núcleo de Estudos em Ambiência Agrícola e Bem-estar Animal (**NEAMBE**), 2012.

RESENDE, O. BATISTA, J. A., RODRIGUES, S. Caracterização de instalações avícolas em diversos municípios do estado de Rondônia. **Revista global science and technology** (ISSN 1984 - 3801), v. 01, n. 09, p.71 - 81, dez/mar. 2008.

RICHARDS, S.A. The significance of changes in the temperature of the skin and body core of the chicken in the regulation of heat loss. **Journal of Physiology**, Cambridge, v. 216, p. 1-10, 1971.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; VIEIRA, F. M. C.; NASCIMENTO, S. T. **A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock**. Int J Biometeorol. 14 June 2010.

SANCHES, I. J. **Sobreposição de imagens de termografia e ressonância magnética: uma nova modalidade de imagem médica tridimensional**. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial da Universidade Tecnológica Federal do

Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de Concentração: Engenharia Biomédica, Curitiba, 2009.

SANTOS, L. **Termografia infravermelha em subestações de alta tensão desabrigadas**. Dissertação apresentada ao programa de pós-graduação em Engenharia da energia da Universidade Federal de Itajubá, 2006.

SARMENTO, L. G. V., DANTAS, R. T., FURTADO, D. A., NASCIMENTO, J. W. B., SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Revista agropecuária técnica**. V. 26, n. 2, p. 117-122, 2005.

SAVASTANO JR, H.; LUZ, P. H. C.; FARIA, D. E.; et al. **Estudo do desempenho de alguns sistemas de cobertura, visando o conforto térmico em aviários, e sua interrelação com a produção animal**. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, 1996, Curitiba **Anais...** Campinas: Facta, 1996. p. 65,1996.

SCHEID, E. **COMPETÊNCIAS DISTINTIVAS DOS PRODUTORES INTEGRADOS DE AVES NO VALE DO TAQUARI**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestre em Administração, Porto Alegre, 2001.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient temperatures at an early age. **Poultry Science**, Champaign, n. 86, p. 2200-2209, 2007.

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

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo, p. 286. Nobel 2000.

SILVA, R. G. **Trocas térmicas em aves**. In: Silva, I. J. O. (Ed). *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, 2001. Cap. 3, p.: 88-124, 2001.

SILVA, R.G. **Biofísica ambiental – os animais e seu ambiente**. Funep, p. 386, Jaboticabal, 2008.

SILVA, G. A.; SILVA, E. M. N.; SOUZA, B. B.; ZOTTI, C. A.; ALCÂNTARA, M. D. B.; MARQUES, B. A. **Aplicação da termografia na avaliação da resposta fisiológica e gradientes térmicos de cabras anglos nubianas criadas no semiárido paraibano**. V Congresso Brasileiro de Biometeorologia. Esalq/ USP, São Paulo, 17 a 19 de abril de 2011.

SOUZA JÚNIOR, J. B. F. **Termorregulação e produção de ovos de galinhas label rouge em ambiente equatorial semiárido**. Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do semiárido – UFERSA, Campus de Mossoró,

como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, Mossoró – RN – Brasil, Fevereiro – 2012.

SOUZA, B.B. de **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção**. 2007. Artigo em Hypertexto. Disponível em: http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/index.html, Acesso em: 8/10/2012.

TEETER R.G. **Estresse calórico em frangos de corte**. In CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS. SP, Campinas, pp 33–44, 1990.

TEIXEIRA, V.H. **Construções e Ambiência - instalações para aves e suínos**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 181, 1997.

TEIXEIRA, V.H. **Resfriamento adiabático evaporativo na edificação de maternidade para suínos**. (*Tese Doutorado*). Botucatu: UNESP, p. 93.1996.

TELATIN JÚNIOR, A. **Caracterização tipológica e bioclimática da avicultura de postura no Estado de São Paulo – um estudo de caso**. Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola, Piracicaba, São Paulo, 2007.

TESSIER, M. et al. Abdominal Skin Temperature Variation in Healthy Broiler Chickens as Determined by Thermography. **Poultry science**, v. 82, n. 5, p. 846-849, Maio. 2003.

TINÔCO, I. F. F. **Planejamento de instalações avícolas face às variações de temperatura- reprodutoras**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, 1995, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, p. 113-122, 1995.

TINÔCO, I.F.F. **Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte, e condições de verão e outono**. 1996. 169 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1996.

TINÔCO, I.F.F. **Ambiência e instalações para a avicultura industrial**. In: TEIXEIRA, V.H.; FERREIRA, L. Lavras: UFLA/SBEA, p.1-86, 1998.

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

TINÔCO, I. F. F.; FIGUEREDO, J.L.A.; SANTOS, R.C.; PAULA, M.O.; VIGODERIS, R.B.; PUGLIESI, N.L. Avaliação de materiais alternativos utilizados na confecção de placas porosas para sistemas de resfriamento adiabático evaporativo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.142-6, 2002.

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

UBA - **União Brasileira de Avicultura**, 2008.

UBA, **União brasileira de avicultura- Relatório Anual**. 2010/2011.

UBABEF, **União Brasileira de avicultura**. Informes, dados do setor. <http://www.abef.com.br>. 09/01/2012.

UBABEF, **União Brasileira de avicultura**. Informes, dados do setor. <http://www.abef.com.br>. 02/2013.

USDA, **Departamento de agricultura dos EUA**. <http://www.usdabrazil.org.br>. 2012.

VIGODERIS, R. B. **Sistemas de aquecimento de aviários e seus efeitos no conforto térmico ambiental, qualidade do ar e performance animal, em condições de inverno, na região sul do brasil**. Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de “Doctor Scientiae”, Viçosa, 2006.

WARRISS, P. D. **Meat science: an introductory text: Wallingford: CABI Publishing**, p. 310. 2000

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. **Poultry Science**, Champaign, v.83, p.253-258, 2004.

ZAMUDIO, L. H. B. **Caracterização e percepção de consumidores sobre a qualidade da carne de frango comercializada em Brasília- DF**. Dissertação de Mestrado em Agronegócio. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Programa de Pós-graduação em Agronegócio. Apresentado em Julho de 2010.

CAPÍTULO 1

TIPOLOGIA DAS INSTALAÇÕES AVÍCOLAS NA REGIÃO AGRESTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO

TIPOLOGIA DAS INSTALAÇÕES AVÍCOLAS NA REGIÃO AGRESTE DO ESTADO DE PERNAMBUCO

RESUMO: O Estado de Pernambuco possui avicultura de significativa importância econômica na região Nordeste, por liderar o ranking da produção de frango de corte. O conhecimento do perfil tipológico das instalações serve de base para o direcionamento das ações mitigadoras, traçando assim os principais fatores de risco das instalações quanto ao bem-estar e o conforto térmico animal. Esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de caracterizar a tipologia das instalações para produção de frangos de corte, por meio do levantamento das características construtivas de aviários na Mesorregião do Agreste pernambucano. Foram avaliados 68 galpões, em 27 granjas, realizado no período de maio de 2011 a abril de 2012. Com base nos resultados obtidos, 90% apresentavam orientação leste - oeste, com pequeno afastamento entre galpões (< 30 m), cobertura com telhas cerâmicas, ausência de forro e lanternim, pé-direito abaixo do recomendado (< 3 m), beirais entre 1 e 1,25 m e muretas altas (> 0,2 m) (40%), 56% das instalações contava com cobertura vegetal e/ou outros elementos adequados ao correto paisagismo circundante. Quanto aos equipamentos, observou-se que a principal fonte de aquecimento foi por campânulas à lenha (71%) e sistema de alimentação, comedouros e bebedouros, automatizados (46%) e pendulares (65%). Aproximadamente, 67% dos galpões possuíam ventiladores e 58% destes estavam associados à nebulização. O levantamento permitiu caracterizar o perfil das instalações no pólo avícola do Estado e suas necessidades de adequação para melhoria da condição de alojamento das aves.

Palavras-chave: ambiência, avicultura, instalações agrícolas

TYOLOGY OF POULTRY HOUSE IN MESORREGIONS AGRESTE OF THE STATE OF PERNAMBUCO

ABSTRACT: The state of Pernambuco has significant economic importance of poultry farming in the Northeast region, for spearheading the ranking of the production of broiler. Knowledge of the typological profile of the facilities provides the basis for the targeting of mitigation actions, thus tracing the main risk factors of the facilities how much welfare and thermal comfort. The study was conducted with the objective of characterize the typology of facilities for production of broilers by means of lifting of the constructive characteristics of aviaries in the Mesoregion Pernambuco hinterland. We evaluated 68 sheds on 27 poultry farms, conducted between May 2011 to April 2012. On the basis results, 90% had orientation east - west, with a slight separation between sheds (<30 m), covering with ceramic tiles, no lining and ridge vents, ceiling height below the recommended (<3 m), between overhanging eaves 1 and 1.25 m high low walls (> 0.2 m) (40%), 56% of facilities counted with vegetation cover and / or other appropriate elements to the correct the surrounding landscaping. As for equipment, it was observed that the main source of heating was a wood-fired Cowls (71%) and feeding system, feeders and drinkers, automated (46%) and commuting (65%). Approximately 67% of the sheds have ventilators and 58% of these were associated with nebulization. The lifting allowed us to characterize the profile of pole poultry facilities in the state and needs of suitability for improving the condition of housing poultry.

Keywords: ambience, poultry production, rural buildings.

INTRODUÇÃO

Atualmente a avicultura de corte é a atividade agropecuária de maior destaque mundial, ostentada pela liderança no mercado internacional, com baixo custo de produção e elevada qualidade do produto final.

A produção avícola em Pernambuco tem grande impacto na economia do Estado, pois gera um faturamento de aproximadamente 500 milhões de reais, e mais de 125.000 empregos diretos e indiretos, sendo o Estado responsável por 37% de toda produção da Região Nordeste e 9º colocado no ranking nacional (UBA, 2008).

De acordo com dados de instituições que atuam na avicultura, Pernambuco possui o maior plantel avícola comercial do Nordeste, o IBGE aponta a existência de 14,7 milhões dessas aves, destacando-se os municípios de Bonito (1,2 milhão), São Bento do Una (904 mil), Belo Jardim (702 mil), Cabo de Santo Agostinho (702 mil), Jaboatão dos Guararapes (600 mil), Carpina (528 mil), Camaragibe (501 mil) e Pesqueira (500 mil), (EVANGELISTA et al., 2008).

Na avicultura moderna deve-se dar importância ao ambiente de criação, pois é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala industrial. Nesse sentido, a temperatura do ar se apresenta como o principal elemento meteorológico causador de perdas (VITAROSSO e PEREIRA, 2009).

A avicultura moderna trouxe consigo novas técnicas para o ambiente de produção e entre elas estão a climatização dos aviários que Mizusaki (2009) classifica em climatizados e semi-climatizados. Os aviários climatizados são mais utilizados em dimensões de 125 m de comprimento por 12 de largura e capacidade para 17 aves por m², com estrutura totalmente fechada por cortinas especiais que evitam absorção de calor. O sistema de climatização ocorre através da entrada do ar por uma das laterais do aviário, onde se encontram placas, denominadas de pad cooler, que fazem com que o ar entre úmido dentro do aviário. O ar interior é constantemente renovado, pois é sugado para fora através de exaustores, que substituem os ventiladores e nesse caso o ambiente é totalmente controlado. Já os galpões semi-climatizados possuem geralmente 125 m por 12 m de largura e capacidade de 14,5 aves por m², com total cobertura com lona no teto e nas laterais do aviário. O sistema de

nebulização é acionado manualmente e o de ventilação se dá através do uso de ventiladores. Geralmente o sistema de alimentação é automático, bem como o silo de carga e descarga; o aquecimento a gás ou à lenha.

Para que se alcance o conforto térmico no interior dos galpões avícolas, deve-se considerar equipamentos de climatização, como aquecedores (elétrico, gás ou a lenha) nas fases iniciais, ventilação, sistemas de resfriamento (nebulizadores ou painéis evaporativos) e sistemas de controle com o mínimo de automação (FONSECA e FUNCK, 2008).

O custo de instalação de um aviário climatizado é quase o dobro do valor de galpões semiclimatizados, devido ao maior nível tecnológico empregado. No entanto, ao se analisar os custos operacionais dos galpões, os gastos por área e volume de produção foram menores em aviários climatizados. O tempo que se leva para pagar o investimento do aviário climatizado chega a ser um ano inferior em comparação aos aviários semiclimatizados. O índice de produtividade e receita líquida do galpão são maiores em aviários climatizados do que os semiclimatizados (SILVA et al., 2007).

Dessa forma, objetivou-se com esse estudo caracterizar a tipologia das instalações para produção de frangos de corte, por meio do levantamento das principais características tipológicas dos aviários existentes na Mesorregião do Agreste pernambucano, a fim de se conhecer os principais fatores de risco quanto ao bem-estar e conforto térmico animal, levando aos produtores suporte técnico necessário à reformulação ou reconstrução das instalações, tornando-o mais competitivo e eficiente.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Granja Cajueiro e integrados, localizada no município de São Bento do Una, Mesorregião do Agreste e Microrregião Vale do Ipojuca no Estado de Pernambuco, com latitude de 08°31'16" S, longitude 36°33'33" O e altitude de 650 m. O clima da região, segundo Thornthwaite e Mather (1955) é DdA'a' semiárido megatérmico com pequeno ou nenhum excesso hídrico. A velocidade média dos ventos é mais intensa nos meses de outubro a dezembro, apresenta valores médios de 3 m/s. A precipitação pluviométrica média anual é de 630 mm, desse total 70% concentram-se no período de março a junho (SILVA et al., 2011a).

As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de novembro a janeiro e são superiores a 30 °C. A temperatura média mensal varia de 21,0 a 24,6 °C, com média anual de 23,0 °C. A umidade relativa média do ar é de 66% (FIDEPE, 1982).

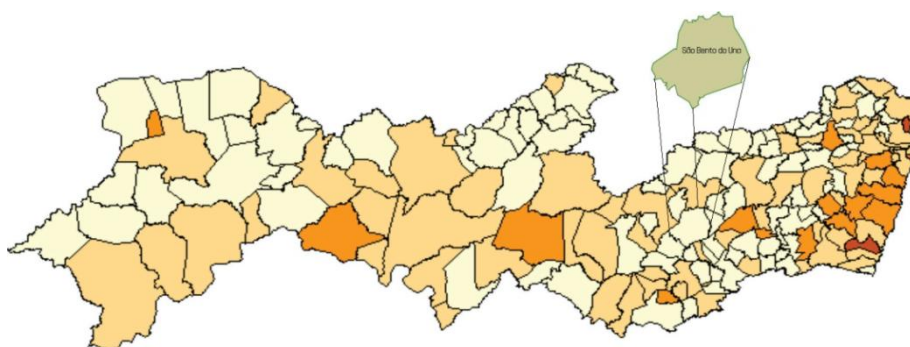


Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.

O levantamento das principais características construtivas dos aviários para frangos de corte, contou com 68 galpões, em 27 granjas, realizado no período de maio de 2011 a abril de 2012 e a partir de padrões encontrados foram delimitadas as tipologias mais comuns durante o levantamento.

Foram selecionados aviários representativos de diferentes tipologias construtivas, em que se realizou criteriosa descrição das instalações por meio de um questionário quanti-qualitativo, em que se procurou abordar características das construções, materiais empregados, sistemas de climatização, automação, equipamentos, manejo e administração adotados pelas unidades produtoras.

Além das visitas apresentarem rotinas de inspeção, as instalações foram fotografadas e as informações requisitadas aos técnicos foram relacionadas às seguintes características: dimensões dos aviários; distância entre galpões; altura da mureta; projeção dos beirais; orientação dos galpões; presença de lanternim; tipo de forro; vegetação de entorno; fechamento transversal; tipo de telhas; pintura reflexiva no telhado; condição do reservatório de água, sistemas de aquecimento; ventilação; nebulização; disponibilidade de automação; sistema de segurança; tipos de comedouros; material utilizado como cama; funcionários por galpão; taxa de lotação; proximidade de vias de acesso; assistência técnica; limpeza e desinfecção; vazão sanitário; reutilização da cama (ANEXO I).

Na análise de dados do levantamento tipológico foi considerada a distribuição de frequência e o percentual de instalações que apresentavam características definidas em planilha de verificação no campo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação à tipologia construtiva, observou-se que os galpões com largura entre 10 a 12 m predominaram sobre os demais (66%), seguido da largura de 8 a 10 m, representando 34% e não houve galpões com largura acima de 12 m (Tabela 3).

Abreu (2003), Furtado (2005) e Leva (2010) recomendam que a largura dos galpões seja adotada em função do clima local e ventilação natural desejável, ou seja, os galpões com 8 e 10 m de largura são adequados para aviários abertos e localizados em regiões de clima quente, pois o ambiente interno é altamente influenciado pelas condições externas. Nos galpões com 12 m de largura a influência da climatização natural é menor no ambiente interno, sendo recomendados sistemas de climatização artificial para minimização dos efeitos dos agentes estressores. Para galpões de 14 a 16 m de largura, ou para valores superiores, requerem especial atenção quanto a sua estrutura e são adequados para ambientes internos controlados, temperatura, umidade relativa do ar e fluxo de ar; um ponto importante nesses tipos de galpões é a altura do pé-direito, mais baixo, pois a massa do ar interno é menor e há melhor controle ambiental.

Os galpões com comprimento entre 100 a 120 m foram o mais encontrados (59%) e 38% dos galpões tinham comprimento abaixo de 100 m e a minoria, 3%, tinha comprimento maior que 120 m. Essa característica é predominante nas instalações localizadas nas regiões Sul e Sudeste do país, conforme estudo realizado no Estado do Espírito Santo, em que se verificou que galpões com comprimento entre 80 e 120 m predominavam nessa região (51,35%) e 45,95% dos galpões tinha comprimento acima de 120 m e a minoria, 2,%, tinha comprimento menor que 80 m (PAULA et al., 2012). Já um estudo realizado no Agreste Paraibano constatou-se que a largura entre 5 a 10 m predominam sobre os demais (84,3%) e que a maioria dos galpões apresentaram comprimento menor que 100 m (77,2%), já que nessa última região predomina galpões com pequenas dimensões e baixa densidade de alojamento (FURTADO et al., 2005).

Segundo Furtado et al. (2005), a largura do galpão tem grande influência no condicionamento térmico interior e em seu custo, existindo tendência

mundial de se projetarem galpões de 10 a 12 m de largura e comprimento de 100 a 125 m, com vistas a otimizar o uso de equipamentos automáticos (bebedouros e comedouros).

A distância entre os galpões obtida no levantamento fugiu bastante das recomendações por Furtado (2005), e a maioria dos galpões (93%) apresentou distância entre si menor do que 30 m, 6% entre 30 e 60 m e 1% maior que 60 m (Tabela 3).

Tabela 3- Características construtivas dos galpões

| Largura (L) | | Comprimento (C) | | Distância Entre Galpões (DEG) | |
|-------------|-----|-----------------|-----|-------------------------------|-----|
| L (m) | % | C (m) | % | DEG (m) | % |
| L <10 | 34 | C <100 | 38 | DEG <30 | 93 |
| 10 < L ≤ 12 | 66 | 100 < C ≤ 120 | 59 | 30 < DEG ≤ 60 | 6 |
| L >12 | 0 | C >120 | 3 | DEG >60 | 1 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

Em relação ao pé-direito, observou-se que a maioria dos galpões apresentou pé-direito igual ou inferior a 3,0 m com pequena percentagem (10%) acima desse valor (Tabela 4). Esses valores estão abaixo dos recomendados por PERDOMO (2001), FURTADO (2005) e LEVA (2010).

Rodrigues et al., (2009) e Leva (2010) mencionam que a altura do pé-direito é relativa, já que depende da localização dessas instalações, que podem ocupar lugares onde a ventilação natural possa ser fator de impacto para renovação do ar e nesse caso, pode ser estabelecido em função da largura adotada, de forma que os dois parâmetros em conjunto favoreçam a ventilação natural no interior do aviário com condicionamento térmico natural e quanto mais largo for o aviário, maior será a sua altura, sendo neste caso aconselhável um pé-direito de no mínimo 3,2 m (Tabela 4).

As projeções dos beirais apresentaram valores menores que sugerido por Tinôco (2001) e Leva (2010), para evitar a incidência de raios solares, a penetração de chuvas e vento no interior da instalação, sendo que 53% estavam fora do recomendado pela literatura. O mesmo resultado foi encontrado por Furtado et al., (2005) em um levantamento tipológico dos galpões avícolas da mesorregião do agreste paraibano.

A literatura recomenda para climas quentes, beirais projetados de forma a evitar a penetração de chuvas, ventos e raios solares, devendo ter de 1,2 a 2,5

m, em ambas as faces, norte e sul, do telhado (TINÔCO, 2001; LEVA, 2010). Observou-se que 40% das instalações apresentaram projeções de beirais recomendado pela literatura.

Quanto ao tamanho das muretas, observou-se que 44% dos galpões apresentaram muretas com altura igual ou inferior a 0,2 m e 56% com muretas superiores a 0,21 m (Tabela 4). Portanto, a grande maioria dos galpões tinha as muretas acima das recomendações de Tinôco (2001) e Leva (2010). Segundo Tinôco (2001) citado por Paula et al., (2012) as muretas acima dos 0,20 m dificultam, possivelmente, a entrada de ar no nível das aves, interferindo na produção.

Tabela 4 - Características construtivas dos galpões (continuação)

| Altura do Pé-Direito (H) | | Projeções dos Beirais (B) | | Altura da Mureta (M) | |
|--------------------------|-----|---------------------------|-----|----------------------|-----|
| H (m) | % | B (m) | % | M (m) | % |
| H < 2,5 | 37 | B < 1,0 | 53 | M < 0,15 | 7 |
| 2,5 < H ≤ 3,0 | 53 | 1 < B ≤ 1,25 | 40 | 0,15 < M ≤ 0,20 | 37 |
| H > 3,0 | 10 | B > 1,25 | 7 | M > 0,20 | 56 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

O forro atua como barreira física à radiação recebida e emitida pela cobertura no interior do aviário, pelo fato de permitir a formação de camada de ar junto à cobertura e contribuir na redução da transferência de calor para as aves. Pesquisas apontam que as condições de conforto térmico em aviários com uso de forro na altura do pé-direito foram melhoradas (TINÔCO, 2001; SANTOS et al., 2002; ABREU et al., 2007).

No entanto, a presença de forro nas instalações visitadas foi da ordem de 7%, sendo que 93% não apresentava esse sistema de isolamento (Tabela 5). Conforme Rodrigues et al. (2009), o maior problema observado quanto à falta de forro nas instalações é a aglomeração das aves, que deslocam-se para região de melhor sensação térmica no interior do galpão, visto que o forro diminui a quantidade de radiação térmica das instalações.

Quanto à vegetação no entorno do galpão, o mais evidente foi o gramado, com valor da ordem de 56%, seguido por 35% de instalações sem vegetação no entorno e 9% de gramado e árvores, sendo que essa última, devidamente posicionada, torna-se uma barreira à radiação solar, contribuindo para diminuir a carga térmica devido à radiação que incide nos elementos construtivos da edificação e nos animais e é o primeiro artifício usado para atenuar o efeito

dessa insolação, com vistas ao conforto térmico em climas quentes e produzir um microclima ameno nas instalações (GUIMARÃES, 2009).

Ainda na Tabela 5, verificou-se que o material mais utilizado como cobertura foi às telhas cerâmicas (93%), indicado por Baêta e Souza (2010), por se tratar de material poroso com boa capacidade de reflexão e conseqüentemente reduzir a transferência de energia para o interior das instalações (isolante), seguida pela de fibrocimento com apenas 7%. É sabido que dentre os materiais usualmente utilizados como material de cobertura, a telha cerâmica é a que apresenta o melhor desempenho em termos de conforto térmico devido a baixa condutividade térmica evitando o excesso de trocas de calor entre o meio externo e interno, isso ocorre devido sua baixa condutividade térmica.

Observou-se que apenas 13% das instalações apresentaram fechamento total das paredes transversais, que é o sugerido por Migliavacca (2010), apresentando 61% com fechamentos parciais e 25% somente com oitões.

Tabela 5- Climatização Natural

| Forro | Vegetação de Entorno | | Tipo de Telha | | Fechamento Transversal | | |
|-------|----------------------|-------|---------------|-------|------------------------|-------|-----|
| | % | % | % | % | % | % | |
| Não | 93 | N | 35 | C | 93 | PPJ | 63 |
| Sim | 7 | G | 56 | F | 7 | SO | 24 |
| ME | 0 | G + A | 9 | M | 0 | Total | 13 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

ME-Material Especial; G- Gramado; G+A- Gramado + Árvore; C- Cerâmica; F- Fibrocimento; M- Metálica; PPJ-Parcial (Portas e Janelas); SO- Somente Oitão.

Na Tabela 6 observa-se que 97% das instalações avícolas não apresentaram pintura reflexiva no telhado, técnicas simples e barata e recomendada por Nääs et al (2001); Macari & Furlan (2001) e Guimarães (2009) por diminuir a passagem da radiação para o interior da instalação, enquanto apenas 1,5% tinham algum tipo de pintura reflexiva e os outros 1,5% eram parcialmente pintadas. Guimarães (2009) concluiu que nas horas de maior radiação solar, o sistema de resfriamento evaporativo associado com a pintura sobre a cobertura foi importante na diminuição das temperaturas internas. Os resultados obtidos por Sarmiento et al., (2005) permitiram concluir que a cor branca da superfície externa do telhado de amianto foi eficiente na

redução da temperatura da superfície interna da cobertura, reduzindo em até 9 °C a temperatura no horário das 13 h.

Com relação à orientação das instalações avícolas, nota-se na Tabela 6, que o eixo longitudinal das instalações teve predominância leste-oeste (90%), conforme recomendação de Moura, (2001); isso propicia as aves melhor conforto térmico por evitar a incidência dos raios solares no interior da instalação, seguido por 7% de outra orientação e 3% da orientação norte-sul.

Esses valores contrastam com os trabalhos de Furtado et al. (2005), Resende et al. (2008) e Cravo et al. (2012), que encontraram 96,90%, 100% e 50,58% dos galpões no sentido leste-oeste, respectivamente.

Com o posicionamento dos galpões no sentido norte-sul, segundo Tinôco et al. (2001) e Bernardelli (2008) há necessidade de plantio de árvores nas fachadas leste e oeste para o sombreamento natural e permitirem a insolação dentro dos galpões nas primeiras horas da manhã e últimas da tarde, o que pode ser desejável nas regiões de inverno rigoroso.

Um fato importante observado na maioria dos galpões foi à ausência de lanternim, conforme Tabela 6. Segundo Tinôco (2001); Mazon (2005) e Cardoso (2010), para galpões com larguras iguais ou superiores a 8,0 m o uso de lanternim é imprescindível. Deve permitir abertura mínima de 10% da largura da edificação, com sobreposição de telhados com afastamento de 5% da largura da edificação ou 0,40 m no mínimo. As extremidades do lanternim devem estar no máximo a 0,05 m acima da abertura do telhado para evitar entrada de chuva. O lanternim tem a função de permitir a saída de ar quente, principalmente durante o período de verão, na potencialização do efeito termosifão, pois permite a renovação contínua do ar resultando em ambiente confortável.

Para a redução do aquecimento da água do reservatório, 81% dos galpões se utilizavam da pintura reflexiva, que é um método simples, barato e recomendada por pesquisadores, pois segundo Hardoin (1995), a determinação da qualidade e quantidade de água disponível na propriedade é essencial para a definição do potencial de exploração da propriedade, contudo, 12% estavam expostos e 7% isolados (Tabela 6).

Tabela 6- Climatização Natural.

| PR no Telhado | | Orientação | | Presença De Lanternim | | Reservatório De Água | |
|---------------|-----|------------|-------|-----------------------|-----|----------------------|-----|
| | % | | % | | % | | % |
| Não | 97 | L-O | 89,71 | Não | 100 | PR | 81 |
| Sim | 1,5 | N-S | 7,35 | Sim | 0 | Exposto | 12 |
| Parcial | 1,5 | Outra | 2,94 | Outro | 0 | Isolado | 7 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

PR- Pintura Reflexiva; L-O: Leste-Oeste; N-S: Norte/Sul.

Nota-se na Tabela 7, que o método de aquecimento nas primeiras semanas de alojamento das aves, predominou o uso do forno a lenha em 71% das instalações observadas. Esse método nem sempre produz temperatura constante no interior do aviário, muitas vezes esta temperatura excede ou fica muito aquém do recomendado (VIGODERIS, 2007).

Esse método de aquecimento tem sido predominante na região, por se tratar de um sistema de baixo custo, mesmo que deixe a desejar sob o enfoque técnico. A utilização de aquecimento a gás foi detectado em 22% das instalações, ao passo que o elétrico foi responsável pelo aquecimento em 7% dos galpões avaliados.

O sistema de ventilação forçada à pressão positiva foi utilizado em 68% das instalações visitadas e segundo Pereira (2006) esse é o mais utilizado em instalações avícolas abertas; no restante (32%) não foi evidenciado nenhum tipo de sistema de ventilação forçada (Tabela 7).

Segundo Leva (2010) a renovação do ar influencia positivamente na condição de conforto dos animais, auxiliando-os na manutenção de sua produtividade e dissipação do excesso de umidade do ar e de outros gases como NH₃, CO₂ e H₂S, advindos da cama, da respiração e dos excrementos, evitando as doenças pulmonares.

A nebulização a alta pressão foi a mais encontrada, com valor da ordem de 57% das instalações visitadas, pois, esse método de resfriamento evita o molhamento da cama e a proliferação de microrganismos, seguidas por 41% sem sistema de nebulização e 2% por baixa pressão (Tabela 7).

Tabela 7- Climatização Artificial.

| Sistema de Aquecimento | | Ventilação Forçada | | Nebulização | |
|------------------------|-----|--------------------|-----|--------------|-----|
| | % | | % | | % |
| Lenha | 71 | Pressão Positiva | 68 | Alta Pressão | 57 |
| Gás | 22 | Não | 32 | Não | 41 |
| Elétrico | 7 | Pressão Negativa | 0 | Alta pressão | 2 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

Quanto aos equipamentos (Tabela 8), prevaleceu nas instalações o uso de comedouros pendulares com uma percentagem de 54%, seguido por 46% de comedouros automáticos. Do ponto de vista industrial, é favorável a utilização de comedouros automáticos, pois os comedouros manuais, além de ocuparem maior espaço, exigem limpezas mais frequentes, que podem ocasionar excesso de manejo no galpão, causando aumento do estresse nas aves (FURTADO et al., 2005).

O mesmo foi visto para os bebedouros, com 65% pendulares e 35% automáticos, que segundo Furtado et al. (2005) essa preferência é justificada em razão da economia de energia e mão-de-obra (automáticos).

Observa-se também os principais tipos de ventiladores existente no mercado, os axiais e os centrífugos. Nos axiais o fluxo de ar ocorre paralelo ao eixo em que as hélices são montadas. Nos centrífugos, há corrente de ar em uma entrada central; essa corrente é forçada por ação centrífuga e se move pelos dutos. É muito comum a utilização de ventiladores do tipo axial em aviários. E no caso do levantamento dessa pesquisa foi mais evidente nos aviários ventiladores tipo axial (100%).

Na utilização dos equipamentos mostrados acima, foram analisados se eles apresentavam algum tipo de automação, em que, 34% apresentavam automação do sistema de alimentação, 15% no sistema de climatização e 51% não utilizavam nenhum tipo de automação.

Tabela 8- Equipamentos e tipo de automação

| Comedouros | | Bebedouros | | Ventiladores | | Automação | |
|-------------|-----|------------|-----|--------------|-----|--------------|-----|
| | % | | % | | % | | % |
| Pendulares | 54 | Pendulares | 65 | Axial | 100 | Não | 51 |
| Automáticos | 46 | Automático | 35 | Centrífugo | 0 | Alimentação | 34 |
| Outro | 0 | Outro | 0 | Outro | 0 | Climatização | 15 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

A Tabela 9 mostra a quantidade de granjas que se preocupa com a segurança do local e observa-se que a minoria apresentam alarme (3%) e gerador (3%) e grande parte (94%) dos galpões não tinham nenhum sistema de segurança.

Em relação à cama, observou-se uma pequena variabilidade de material, sendo que a palha de arroz (56%) foi a mais utilizada, seguida de maravalha (22%), e bagaço de cana (22%) conforme Tabela 9. A utilização desses materiais está relacionada à facilidade de aquisição.

Vários materiais são utilizados como cama: maravalha, casca de amendoim, casca de arroz, casca de café, capim seco, sabugo de milho picado, entre vários outros materiais (GRIMES, 2004). Segundo Abreu, (1999) citado por Paula et al., (2012) a utilização desses materiais é função de seu poder de absorção, biodegradabilidade, conforto, limpeza e, sobretudo a disponibilidade, não permitindo assim que as aves fiquem em ambiente úmido, melhorando a sanidade do lote e a qualidade da carcaça, diminuindo, principalmente, a incidência de calo de peito.

A reutilização da cama pode igualar ou diminuir os custos com a aquisição de nova cama, aumentar a quantidade de nutrientes na cama para ser utilizada como biofertilizante na agricultura e estabilizar ou diminuir o impacto ambiental com a produção de cama por ave produzida, caracteriza-se como medidas de minimizar o custo de produção (FUKAYAMA, 2008).

A cor de cortina mais evidente nos galpões foi de coloração amarela, com 65%, seguido pela cor azul, com 26%, e branca, com 9% (Tabela 9). O material das mesmas foi de polietileno. Para os trabalhos realizados em São Paulo, por Cravo et al., (2012) visitando 87 galpões constatou-se maior percentual para cortina amarela, com 70,11%, enquanto foram observados 29,89% para aviários confeccionados com cortina azul. Com o mesmo estudo no Espírito Santo, Paula et al., (2012), constatou também que a cortina amarela foi a mais evidente (72,97%), seguido pela cor azul, com 24,33%, e branca, com 2,7%.

Abreu et al. (2006) realizaram um estudo para avaliação da cor da cortina (amarela e azul), aliada a programas de luz (quase contínuo e intermitente) para aviários. A análise econômica mostrou a viabilidade de se usar um sistema misto, com programa de luz intermitente no inverno e na primavera e o quase contínuo no verão e outono. Os autores constataram melhores índices

zootécnicos (peso vivo e conversão alimentar) para os aviários dotados de cortina amarela com programa de luz quase contínuo.

A cortina tem como função proteger tais instalações contra chuvas e ventos fortes, além de contribuir para o acondicionamento térmico do ambiente. Por meio de seu manejo é possível controlar a umidade, a temperatura e os gases no interior das instalações (SANTOS, 2008).

Tabela 9- Segurança e materiais empregados nas instalações avícolas

| Segurança | | Tipo de Cama | | Tipo de Cortina | |
|-----------|-----|----------------|-----|-----------------|-----|
| | % | | % | | % |
| Não | 94 | Palha de Arroz | 56 | Amarelo | 65 |
| Gerador | 3 | Maravalha | 22 | Azul | 26 |
| Alarme | 3 | Bagaço de Cana | 22 | Branca | 9 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

A Tabela 10 mostra o quadro operacional dos aviários, sendo possível observar que a maioria das granjas (59%) possui entre um e dois funcionários por granjas, seguido de 29% dos galpões que apresentam três ou mais funcionários por granjas.

Quanto à densidade de alojamento, observa-se que apenas 3% dos galpões apresentaram capacidade de alojamento superior a 12 aves/m², e que 65% dos galpões podiam alojar entre 10 e 12 aves/m², o que demonstra grande percentagem de criação de aves em baixa densidade, condizente com os modelos de galpões abertos, frente ao desafio imposto pelo clima do local (ARAÚJO et al. 2007).

Em torno de 44% das granjas estão a 500 m da via de acesso e que 38 % apresentam distância menor que 200 m.

Além disso, foi possível observar nesse estudo que 99% das granjas dispõem de assistência técnica, com presença de um profissional responsável, que os orientava em relação aos aspectos técnicos de produção e apenas 1% dos galpões não tinham esse tipo de assistência.

Tabela 10- Características operacionais

| Número de Funcionários/ Galpões | | Taxa de Lotação | | Proximidades de Via de Acesso | | Assistência Técnica | |
|------------------------------------|-----|---------------------|-----|----------------------------------|-----|------------------------|-----|
| (Qtde) | % | Aves/m ² | % | Km | % | | % |
| <1 | 12 | <10 | 32 | < 200 | 38 | Sim | 99 |
| 1 < Q ≤ 2 | 59 | 10 < Q ≤ 12 | 65 | 200 < Q ≤ 500 | 18 | Não | 0 |
| Q > 2 | 29 | Q > 12 | 3 | Q > 500 | 44 | Raramente | 1 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

Na Tabela 11 a maioria (87%) dos galpões analisados indicou à prática de limpeza e desinfecção, que é de grande importância, pois têm como meta reduzir a quantidade de microrganismos patogênicos no ambiente de criação. Considera-se que nenhum desinfetante poderá exercer sua ação com eficiência se não houver uma limpeza prévia. Assim, a limpeza e desinfecção são duas atividades sequenciais para se obter o efeito desejável de criar um ambiente com o mínimo de agressão às aves (MENDES et al., 2004; RUI et al., 2011).

Tabela 11- Manejo Sanitário das instalações

| Limpeza e Desinfecção | | Vazio Sanitário | | Reutilização da Cama | |
|-----------------------|-----|-----------------|-----|----------------------|-----|
| | % | Dias | % | | % |
| Sim | 87 | Q < 7 | 41 | Não | 84 |
| Não | 0 | 7 < Q ≤ 10 | 59 | Sim | 12 |
| Raramente | 13 | Q > 10 | 0 | Raramente | 4 |
| Total | 100 | Total | 100 | Total | 100 |

Considera-se vazio sanitário o período em que a instalação permanece vazia e os processos de limpeza e desinfecção são realizados. O vazio sanitário juntamente com o programa de limpeza e desinfecção permite a destruição de certos organismos não atingidos pela desinfecção, mas que se tornam sensíveis a ação dos agentes físicos naturais como: aumento da temperatura, ventilação e incidência de sol, permitindo a secagem das instalações. O tempo de vazio sanitário varia com o tipo de criação, status sanitário da propriedade e a programação dos novos lotes (OURO FINO, 2012).

O vazio sanitário apresentou-se em 65% das instalações valores abaixo de sete dias, resultado não aconselhável segundo pesquisa feita por Migliavacca (2010), em que, os valores ideais para o vazio sanitário seria de 15

a 21 dias para que se alcance melhor desempenho produtivo das aves, levando em conta sua conversão alimentar e o seu ganho de peso diário.

De acordo com a cama dos aviários, raramente (12%) dos galpões faziam a sua reutilização, tendo 84% das instalações a não reutilização da cama de um ciclo para o outro, contudo, a prática de reutilizar a cama pode ser proposta, desde que sejam respeitadas rigorosas normas sanitárias.

CONCLUSÃO

O levantamento tipológico das instalações para frangos de corte permitiu caracterizar o perfil das instalações no pólo avícola do Estado de Pernambuco e suas necessidades de investimento para adequação das construções, com ênfase na melhoria da condição de alojamento das aves e no conforto térmico animal.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, P. G. **Modelos de Aquecimento**. In: Simpósio Brasil sul de avicultura, Chapecó. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, 12 p, 2003. Acessado em 01 de Janeiro de 2013.

ABREU, V.M.N. Manejo inicial e seus reflexos no desempenho do frango. **Avicultura Industrial**, Gessulli, p.25-38, 1999.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Influência da cortina e do programa de luz no desempenho produtivo de frangos de corte e no consumo de energia elétrica**. Embrapa, (**Comunicado Técnico – Embrapa**), p. 1-4. 2006.

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.59 n.4, p.1014-1020, 2007.

ARAÚJO, J. DOS S.; OLIVEIRA, V. DE; BRAGA, G.C. Desempenho de frangos de corte criados em diferentes tipos de cama e taxa de lotação. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, páginas 59-64, 2007.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais - conforto animal**, 2ª Ed. – Viçosa, MG: UFV, 269 p, 2010.

BANHAZI, T.M.; SEEDORE, J.; LAFRIQUE, M.; RUTLEY, D. Identification of the risk factors for high airborne particle concentrations in broiler buildings using statistical modeling. **Biosystems Engineering**, v. 101, p. 100-110, 2008.

BENITES, J. B. **Limpeza e desinfecção de aviários**. Revista ARCC. 2001.

BERNARDELLI, J. H. S. **Viabilidade econômica de dois sistemas de condicionamento para frangos de corte cidade gaúcha**. Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Agrícola, CIDADE GAÚCHA – PR, AGOSTO – 2008.

BOTTCHER, R.W., BRAKE, J., BAUGHMAN, G.R., MAGURA, J.R. Reducing heat stress in broilers – vertically directed mixing fans as an alternative to tunnel ventilation. **World Poultry-Misset**, v. 11, n. 3, p. 24-31, 1995.

BUENO, L.; ROSSI, L. A. Comparação entre tecnologias de climatização para criação de frangos quanto à energia, ambiência e produtividade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.2, p.497-504, 2006.

CARDOSO, A. DE S. **Avaliação de materiais alternativos como coberturas em instalações para produção animal visando o conforto térmico**. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Magister Scientiae. VIÇOSA, MINAS GERAIS – BRASIL, 2010.

CRAVO, J.C. M.; POLYCARPO, G. V.; CRUZ, V. C.; SARTORI, D. L.; BALIEIRO, J. C. DE C.; FIORELLI, J. Caracterização tipológica de aviários em uma integradora do Estado de São Paulo. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 55, n. 2, p. 154-158, abr./jun. 2012.

CONY, A. V. Instalações e equipamentos. Curso básico de manejo de frangos de corte. Conferência **APINCO 2001** de Ciência e Tecnologia Avícolas. P. 33, 2001.

EVANGELISTA. F. R.; NOGUEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA, A. A. P. **Avicultura industrial de corte no nordeste: aspectos econômicos e organizacionais**. Sociedade brasileira de economia, administração e sociologia rural, Rio Branco- Acre, 20 a 23 de julho de 2008.

Fukayama, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal, UNESP, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia. Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 2008.

FUNCK, S. R. & FONSECA, R. A.. Avaliação energética e de desempenho de frangos com aquecimento automático a gás e a lenha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.12, n.1, p. 91-97, 2008.

FUNDAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO/FIDEPE, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. 80p. (Monografias Municipais).

FURTADO, D. A.; TINOCO, I. F. F.; NASCIMENTO, J. W. B.; LEAL, A. F.; AZEVEDO, M. A. Caracterização das instalações avícolas da mesorregião do agreste paraibano. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p.831-840, 2005.

GRIMES, J. L. Alternatives litter materials for growing poultry. **North Carolina Poultry Industry Newsletter**, v. 1, 2004.

GUIMARÃES, M. C. C. **Inventário de características arquitetônico-ambiental associado a sistemas de acondicionamento térmico de galpões avícolas**. Tese apresentada a Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doutor Scientiae. Viçosa, 2009.

HARDOIN, P.C. **Qualidade do ar. Sistemas de ventilação natural e artificial na exploração Avícola**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL, Campinas, 1995. **Anais...** Campinas: FACTA, páginas 89-98, 1995.

HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O.; MORAES V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades de tempos de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, 2002.

LEVA, F. F. **Estudo de sistemas de aquecimento aplicado a galpões avícolas com uso de elementos finitos**. Tese À Universidade Federal de Uberlândia, para obtenção do título de doutora em Ciências, Nov. 2010.

MACARI, M.; FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. In: SILVA, I. J. O. Da. *Ambiência na Produção de Aves em Clima Tropical*. Piracicaba: FUNEP, v. 1, p. 31-87, 2001.

MAZON, A. A. O. **Ventilação natural em galpões utilizando lanternins**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação do Departamento de Engenharia Civil da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, área de concentração: Estruturas Metálicas. Ouro Preto, setembro de 2005.

MAZZUCO, H. Bem-estar na avicultura de postura comercial: Sob a óptica científica. **Avicultura industrial**, n.01, ano 97, p.18-20, 2006.

MENDES, A.A. et al. Produção de Frangos de Corte. Campinas, FACTA, **Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Agrícola**, 2004. Cap. 8, p.117-119. Cap. 11, p.171- 173.

MIGLIAVACCA S.N.; **Criação de frango de corte de integração na região de Tabatinga- DF**. Planaltina, Distrito Federal, 2010.

MOLENTO, C.F.M. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos – Revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-11. 2005.

MOURA, Da. J. **Ambiência na Produção de Aves de Corte**. In: SILVA, Iran José Oliveira. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*, Piracicaba: **SBEA**, v. 2, p. 75-148, 2001.

Mizusaki, M. Y. **Território e reestruturação produtiva na avicultura**. Tese apresentada ao Programa de Doutorado da USP, defendida em 2004, sob o título: “Monopolização do território e reestruturação produtiva na avicultura em Mato Grosso do Sul”. Editora Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS, 2009.

NÄÄS, I.A.; SEVEGNANI, K.B.; MARCHETO, F.G.; ESPELHO, J.C.C.; MENEGASSI, V.; SILVA, I.J.O. Avaliação térmica de telhas de composição de celulose e betume, pintadas de branco, em modelos de aviários com escala reduzida. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, volume 21, número 2, páginas 121-6, 2001.

OURO FINO, **PROGRAMA DE LIMPEZA E DESINFECÇÃO PARA A INDÚSTRIA DE AVES E SUÍNO, OURO FINO**. Saúde animal, páginas 18. https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:Xaf4fa8Bo9kJ:www.ourofino.com/saudeanimal/avesesuinos/programassanitarios/%3Ffile%3Dprogramalimpezadesinfeccao.pdf+o+que+s%C3%A3o+vazios+sanit%C3%A1rios+em+galp%C3%B5es+av%C3%ADcolas&hl=ptBR&gl=br&pid=bl&srcid=ADGEESil4c4R4b_Vs1LJr5KjSOtHSDhgpYN2xunck2nkuxFKq9E9I85T8wYZy880fQkuM7fsLEOi9qb0lW0kjq6vZiWGeJq_IkYUJeoA2Bc0koVbH_SIntPQ_WKkh5F9L82zekJnAWP&siq=AHIEtbRQZL8xbqGVRk73RxMMmROT4nDLog. Acessado em 07/01/2013.

PAULA, M. O.; CAETANO, S. P., MOREIRA, G. R., AMORIM, M. M., DURAN, M. C. Identificação da tipologia construtiva de galpões avícolas no Estado do Espírito Santo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.8, N.14; p. 641 2012.

PEREIRA, A. K. **Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva.** Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para a obtenção do título de "Magister Scientiae, VIÇOSA, MINAS GERAIS – BRASIL, 2006.

RESENDE, O. BATISTA, J. A., RODRIGUES, S. Caracterização de instalações avícolas em diversos municípios do estado de Rondônia. **Revista global science and technology** (ISSN 1984 - 3801), v. 01, n. 09, p.71 - 81, dez/mar. 2008.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J. O.; NASCIMENTO, S. T.; VIEIRA, F. M. C.; Instalações avícolas no Estado de São Paulo- Brasil: Os Principais pontos críticos quanto ao bem estar e conforto térmico. **Revista THESIS**, São Paulo, ano V, número 11, páginas 24-30, 2º semestre.

RUI, B.R.; ANGRIMANI, D. S. R.; CRUZ, L. V.; MACHADO, T. L.; LOPES, H. C. Principais métodos de desinfecção e desinfectantes utilizados Na avicultura: revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária** – Issn: 1679-7353- Periódico semestral, ano IX – Número 16 – Janeiro de 2011.

SANTOS, R. C.; TINÔCO, I. F. F.; PAULO, M. O. et al. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 142-146, 2002.

SANTOS, P. A. **Qualidade do ar, conforto térmico e desempenho de frango de corte em dois sistemas de aquecimento e de ventilação.** Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Doctor Scientiae. Viçosa, Minas Gerais – Brasil, 2008.

SARMENTO, L. G. V.; DANTAS, R. T.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. **Revista Agropecuária Técnica**, Areias, v. 26, n. 2, p. 152-159, 2005.

SILVA, E. T.; LEITE, D. G.; SANTOS, S. A.; SILVA, A. F. **Análise econômica para produção aves de corte em aviários semiautomatizados e climatizados.** AVISITE, Ciência e Tecnologia – Trabalhos e Artigos, 2007. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20070730_trabalho.pdf. Acesso em: Setembro de 2012.

SILVA, M. G. S. LIRA, M. DE A., SANTOS, M. V. F. DUBEUX JUNIOR, J. C. B. LINS, M. M., SILVA C. V. N. S. Dinâmica da associação de capim-milhã e

capim-de-raiz em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2340-2346, 2011.

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.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA – UBA. **Relatório Anual 2008**. Disponível em: http://www.abef.com.br/uba/arquivos/relatorio_07_08.pdf. Acesso em 08-02-2013.

VAN WICKLEN, G. L., STEINBERG, S. D., EGAN, M. A. **Reducing broiler house temperatures using a reflective roof coating**. Madison: ASAE, (Paper 85-4546), 1985.

VIGODERIS, R. B. **Ambiência e bem-estar animal em instalações zootécnicas – aplicações práticas**. I Jornada Universitária da Unidade Acadêmica de Garanhuns, Garanhuns – 2007.

VITORASSO, G. & PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, V. 13, n. 6, p. 788-794, 2009.

VOLPE, C. A.; SCHÖFFEL, E. R. **Quebra vento**. Bananicultura, Jaboticabal: FUNEP, p. 196-211, 2001.

CAPÍTULO 2

EFICIÊNCIA TÉRMICA DE GALPÕES AVÍCOLAS NO AGRESTE PERNAMBUCANO

EFICIÊNCIA TÉRMICA DE GALPÕES AVÍCOLAS NO AGRESTE PERNAMBUCANO

RESUMO: A análise e monitoramento do ambiente de criação de frangos de corte são de suma importância para o conforto e bem-estar animal. Com isso, o objetivo dessa pesquisa foi avaliar os efeitos do ambiente de produção de cinco galpões selecionados no Agreste pernambucano, no período de março a maio de 2012. Esses galpões apresentavam características tipológicas distintas, porém, tiveram o mesmo manejo. Foram avaliadas seis variáveis térmicas (temperatura do ar, umidade relativa do ar, índice de temperatura de globo negro e umidade, índice de temperatura e umidade, carga térmica radiante e entalpia). Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os galpões ($P < 0,05$) para todas as variáveis analisadas. As variáveis ambientais apresentaram variações ao longo do dia, sendo que nos horários mais quente, das 09 às 15:00, obtiveram valores médios acima da zona de conforto térmico, com influencia negativa no seu potencial produtivo. Uma forma de minimizar os efeitos dos agentes estressores sobre as aves seria investir em sistema de resfriamento evaporativo e seu correto manejo, para manter o conforto térmico e a eficiência da produção.

Palavras-chave: ambiência, índices de conforto térmico, instalações avícolas

THERMAL EFFICIENCY OF POULTRY SHEDS IN THE PERNAMBUCAN

ABSTRACT: The analysis and monitoring of the authoring environment of broilers are of paramount importance to the comfort and welfare. Thus, the objective of this research was to evaluate the effects of the production environment of five barns selected in the Pernambuco in the period March-May 2012. These sheds were distinct typological characteristics however, had the same management. We evaluated six thermal variables (air temperature, relative humidity, temperature index and black globe humidity index temperature and humidity, radiant heat load and enthalpy). The results showed no significant difference between the sheds ($P < 0.05$) for all variables. Environmental variables showed variations during the day, and in warmer times, from 09 am to 15:00, had average values above the thermal comfort zone, with negative influence on their productive potential. One way to minimize the effects of stressors on birds would invest in evaporative cooling system and its proper management, to maintain thermal comfort and efficiency of production.

Keywords: animal environment, thermal comfort indices, poultry houses

INTRODUÇÃO

A indústria de frangos de corte é uma das atividades agropecuária de maior inserção de tecnologia e automação. Seu rápido progresso durante os últimos 50 anos foi permitido por melhorias na área de nutrição, que promoveu maior ganho de peso de frangos de corte em períodos cada vez mais curtos, em genética, com o desenvolvimento de linhagens de alto rendimento. Além disso, avanços no controle do microclima no interior dos galpões avícolas, com ênfase no conforto térmico animal, têm permitido as aves expressar seu máximo potencial genético (LIMA et al., 2011).

As aves, como animais homeotérmicos, mantêm sua temperatura corporal por meio de mecanismos fisiológicos e comportamentais. O efeito da intensidade e duração dos agentes estressores, como temperatura do ar, umidade relativa do ar, radiação solar e velocidade do vento, afetam diretamente as aves, pois, podem comprometer a sua homeotermia, desencadeando os processos de termólise ou termogênese e dispêndio de energia de produção para manutenção (DAMASCENO et al., 2010).

A indústria avícola passou a buscar também nas instalações e na ambiência, a possibilidade de melhoria no desempenho avícola, como forma de manter a competitividade. Assim, a influência dos elementos meteorológicos passou a ser considerada determinante no processo de criação dos animais (OLIVEIRA et al., 2006).

Apenas a temperatura do ar não é suficiente para caracterizar as condições térmicas ambientais, outros elementos são também importantes, como a umidade relativa, a velocidade do vento e a carga térmica radiante (SANTOS et al., 2009).

Uma análise mais crítica de temperaturas máxima e mínima permite o conhecimento mais preciso das condições ambientais no período diurno e noturno. Além da análise desses elementos climáticos, vários índices térmicos ambientais têm sido estabelecidos e usados para prever o conforto ou o desconforto ambiental, em relação aos animais (ABREU e ABREU, 2011).

Segundo Fioreli et al., (2009) a realização de pesquisas que visam determinar índices de conforto térmico e tipos de materiais de cobertura mais adequados para instalações zootécnicas no meio rural, se mostra importante

para garantir melhor conforto aos animais e, conseqüentemente, aumento da produção, mas o Brasil, país de dimensões continentais, apresenta variação climática acentuada, tornando-se necessário o desenvolvimento de estudos regionais para quantificar a eficiência térmica de materiais de cobertura em instalações zootécnicas.

Com base nessas considerações o objetivo dessa pesquisa foi determinar a eficiência térmica dos modelos de galpões avícolas, com características construtivas diferenciadas, por meio de índices bioclimáticos (temperatura e umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação e entalpia).

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Granja Cajueiro e integrados, localizada no município de São Bento do Una, Mesorregião do Agreste e Microrregião Vale do Ipojuca, Estado de Pernambuco, latitude de 08°31'16" S, longitude 36°33'33" O e altitude de 650 m. O clima da região, segundo Thornthwaite e Mather (1955) é DdA'a' semiárido megatérmico com pequeno ou nenhum excesso hídrico. A velocidade média dos ventos mais intensa nos meses de outubro a dezembro, com valores médios de 3 m/s. A precipitação pluviométrica média anual é de 630 mm, desse total 70% concentram-se no período de março a junho (SILVA et al., 2011).

As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de novembro a janeiro e são superiores a 30 °C. A temperatura média mensal varia de 21,0 a 24,6 °C, com média anual de 23 °C. A umidade relativa média do ar é de 66% (FIDEPE, 1982).

O experimento foi conduzido com galpões para frangos de corte da linhagem Cobb 500, durante as sete semanas do ciclo de produção, no período de março a maio de 2012.

Para esse estudo foram selecionados, com base na disponibilidade das granjas, cinco galpões com características tipológicas distintas, com distância entre granjas inferior a 10 km (Figura 2).



Figura 2- Características tipológicas dos cinco galpões selecionados para este estudo.

A Tabela 12 apresenta breve caracterização dos galpões selecionados para esse estudo.

Tabela 12- Características Tipológica dos Galpões

| Caracterização Dos Galpões | Galpões | | | | |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Largura | 10 m | 8,1 m | 8 m | 10 m | 8 m |
| Comprimento | 100 m | 60 m | 76 m | 100 m | 57,8 m |
| Dist. Entre galpões | 20 m | 18 m | 19 m | 18 m | 15 m |
| Pé-direito | 2,60 m | 1,9 m | 1,85 m | 2,40 m | 2,1 m |
| Beirais | 70 cm | 80 cm | 100 cm | 90 cm | 60 cm |
| Mureta | 27 cm | 34 cm | 40 cm | 30 cm | 38 cm |
| Tipo de Telha | Cerâmica | Cerâmica enegrecida | Cerâmica enegrecida | Cerâmica | Cerâmica enegrecida |
| Cor da cortina | Amarela | Amarela | Amarela | Azul | Amarela |
| Quant. de Aves | 10400 | 4650 | 6600 | 10800 | 4300 |
| Lotação | 10 aves/m ² | 9 aves/m ² | 10 aves/m ² | 10 aves/m ² | 9 aves/m ² |
| Orientação | Norte-Sul | Leste-Oeste | Norte-Sul | Leste-Oeste | Norte-Sul |
| F. Transversal | Aberta | Fechado | Fechado | Aberta | Fechado |
| Vegetação | Parcialmente gramado | Não | Parcialmente gramado | Não | Parcial gramado+Árvore |
| Nebulização | Sim | Não | Não | Sim | Não |
| Tipo de cama | Palha de Arroz | Palha de Arroz | Palha de Arroz | Palha de Arroz | Bagaço de cana / Palha de Arroz |
| Comedouros | Automático e Tubular (manual) | Automático e Tubular (manual) | Tubular (manual) | Automático e Tubular (manual) | Tubular (manual) |
| Bebedouros | Nipple e Pendular /Automático | Pendular automático | Pendular automático | Pendular automático | Pendular automático |
| Aquecedores | Campânula-Forno a carvão | Tambor-Carvão e Madeira | Tambor-Carvão e Madeira | Tambor-Carvão e Madeira | Campânula-Forno a carvão |
| Climatização | Ventiladores /Nebulizadores | Não possui | Não possui | Ventiladores /Nebulizadores | Não possui |
| Chegada do Lote | 22/03/2012 | 05/04/2013 | 05/04/2013 | 05/04/2013 | 29/03/2012 |
| Linhagem | Cobb | Cobb | Cobb | Cobb | Cobb |

As variáveis meteorológicas temperatura do ar (T_a , °C), umidade relativa do ar (UR,%), temperatura de globo negro (T_{gn} , °C) e velocidade do vento (V_v , m/s) foram registradas no interior dos galpões selecionados, no centro geométrico das instalações a 0,4 m do piso e, no ambiente externo a 1,5 m do piso, em abrigo meteorológico, por meio de dataloggers modelo HOBO U12-12, com dois canais externos, sendo um canal equipado com sensor de T_a e o outro com o sensor para T_{gn} . O intervalo de medição do datalogger para temperatura foi de -20 a 70 °C e, para umidade relativa do ar entre 5 e 95%. A

precisão do datalogger para registro da temperatura e umidade relativa do ar é de $\pm 0,35$ °C e $\pm 2,5\%$, respectivamente. A temperatura de globo negro foi medida com auxílio de uma esfera oca de polietileno pintado de preto fosco com 15 cm de diâmetro, na qual foi inserido um sensor térmico (termistor) acoplado ao datalogger. Os dados meteorológicos foram registrados a cada 1 h no decorrer do período experimental (49 dias). A velocidade do vento dentro das instalações foi obtida por anemômetros digitais posicionados próximos aos ventiladores e nas aberturas ao longo dos galpões.

Para a avaliação da eficiência térmica nos modelos de galpões estudados, determinou-se a partir das variáveis meteorológicas registradas, a carga térmica radiante (CTR, $W \cdot m^{-2}$), o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), o índice de temperatura e umidade (ITU) e entalpia específica (h, $kJ \cdot Kg \text{ de ar seco}^{-1}$), por meio das seguintes equações:

a) Índice de carga térmica radiante (CTR), proposto por Esmay (1982):

$$CTR = \tau(TMR)^4 \quad (1)$$

$$TRM = 100 \left\{ \left[2,51(Vv)^{0,5}(Tgn - Tbs) + \left(\frac{Tgn}{100} \right)^4 \right]^{0,25} \right\} \quad (1.1)$$

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

b) Índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), proposta por Buffington et al, (1981):

$$ITGU = Tgn + 0,36 \cdot Tpo + 41,5 \quad (2)$$

em que: Tgn = temperatura de globo negro (°C); Tpo = temperatura de ponto de orvalho (°C).

c) Índice de temperatura e umidade (ITU), proposto por Chepete et al, (2005) para duas idades distintas:

$$ITU = 0,62 \cdot Tbs + 0,38 \cdot Tbu \quad (1 \text{ a } 21 \text{ dias}) \quad (3)$$

$$ITU = 0,71 \cdot Tbs + 0,29 \cdot Tbu \quad (22 \text{ a } 49 \text{ dias}) \quad (3.1)$$

em que: T_{bs} = temperatura do bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$); T_{bu} = temperatura de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$),

d) Entalpia h ($\text{kJ kg ar seco}^{-1}$), proposta por Rodrigues et al, (2010):

$$h = \left(1,006.T_{bs} + \left(\left(\frac{UR}{P_{atm}} \right) \cdot 10^{\left(\frac{7,5.T_{bs}}{237,3+T_{bs}} \right)} \right) \right) \cdot (71,28 + 0,052.T_{bs}) \quad (4)$$

em que: T_{bs} = temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$); UR = umidade relativa (%); P_{atm} = pressão atmosférica do local (mmHg), corresponde a 640 mmHg.

Análise dos Dados

Realizaram-se, para os índices ambientais, a análise de variância, com o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC); no esquema de parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas os galpões (1, 2, 3, 4 e 5) e nas subparcelas, os 8 tempos de observação, com intervalos de 3 em 3 h (de 0:00 às 21:00), com sete repetições (número de semanas do experimento). A comparação entre médias foi realizada pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade.

As análises estatísticas foram processadas no PROC GLM do programa estatístico SAS Institute, versão 9.0 (SAS, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A necessidade térmica e a resistência ao calor nas aves variam de acordo com a semana de criação. As faixas de conforto e estresse térmico para frangos de corte para as sete semanas foram estabelecidas de acordo com informações propostas por Macari e Furlan (2001).

Observa-se na Figura 3 que os cinco galpões apresentaram variação da temperatura ao longo das sete semanas. Nas duas primeiras semanas as aves são mais tolerantes ao calor e observa-se que no início da primeira e segunda semana a temperatura do ambiente está abaixo da temperatura crítica inferior e nesse caso verifica-se que os sistemas de aquecimento utilizado não estão atendendo as necessidades de conforto das aves, pois, as duas primeiras semanas de vida das aves são as mais críticas e erros cometidos nesta fase não poderão ser corrigidos a contento no futuro, afetando assim o desempenho final das aves. Nicholson et al. (2004) recomendam que a temperatura para frangos na fase inicial esteja entre 32 a 35 °C, havendo um decréscimo a cada dois dias de 1,0 °C; a partir da terceira semana deve ficar entre 20 e 24 °C. Essa redução da temperatura no decorrer das semanas, demonstra que frangos de corte são mais resistentes ao frio do que ao calor.

Nota-se, que na terceira semana em diante, todos os galpões ultrapassaram a faixa de conforto térmico, recomendada para frangos de corte, mas em nenhum momento essa faixa excedeu a temperatura crítica superior.

FURTADO et al. (2006), em estudos com diferentes sistemas de condicionamento térmico, concluíram que, na região semiárida, para os períodos diurnos, as aves estavam em situação de desconforto térmico, havendo necessidade, para os meses mais quentes do ano, do emprego de mecanismos de climatização. Situação de desconforto térmico, provocado por altas temperaturas no interior dos galpões de frangos de corte, também são relatados por BUENO & ROSSI (2006) e VITORASSO & PEREIRA (2009).

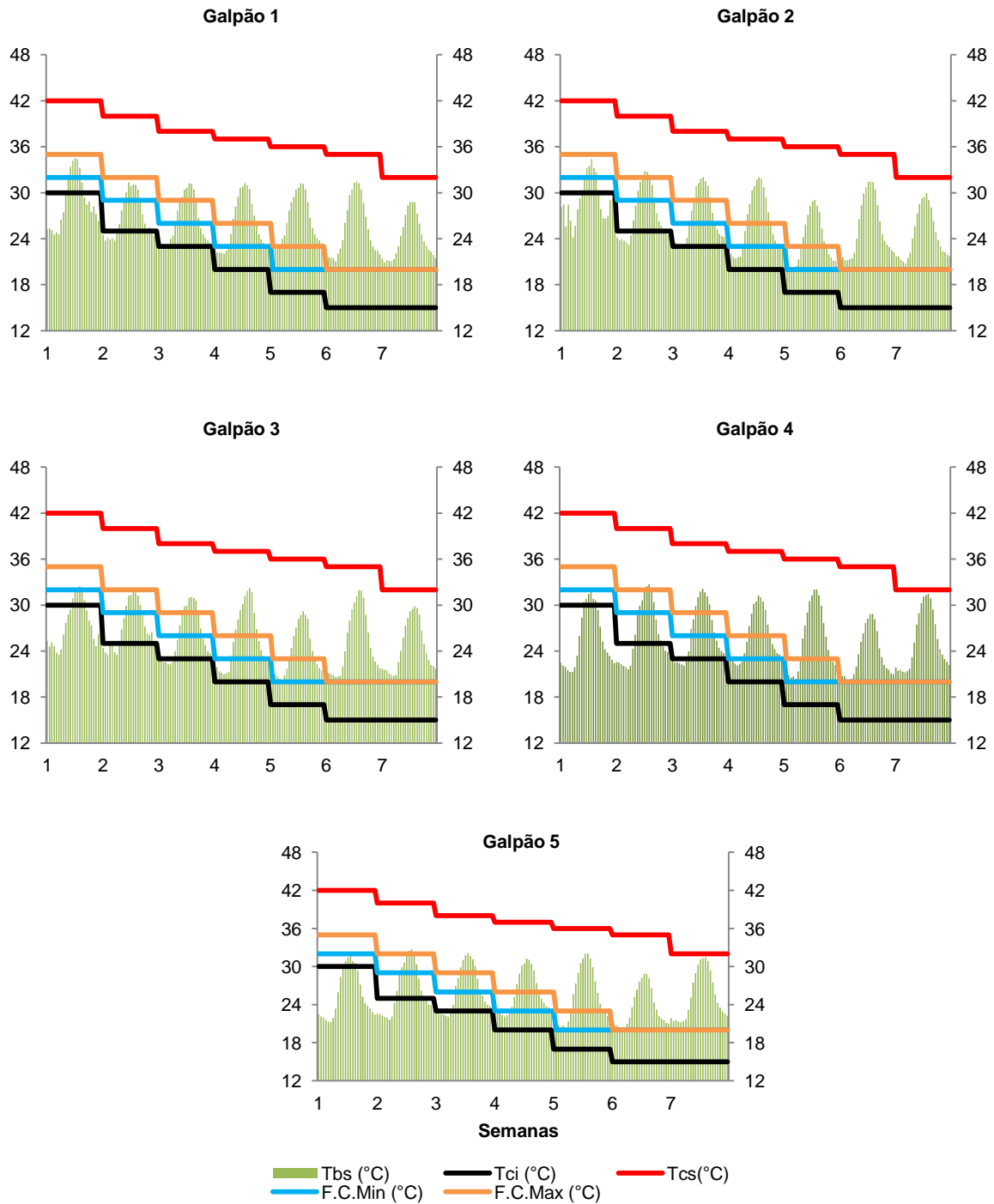


Figura 3-Variação horária semanal da temperatura do ar (Tbs), faixa de conforto térmico (F.C Min e F.C.Max) e temperaturas crítica superior e inferior no interior (Tci e Tcs) da instalação ao longo do ciclo de produção das aves.

Não houve efeito significativo entre os cinco galpões, no entanto, quanto aos horários ao longo do dia, durante as sete semanas de experimento, a diferença foi significativa ($P < 0,05$) (Tabela 13).

Tabela 13- Valores médios* dos parâmetros ambientais ITU, ITGU, CTR, H em diferentes horários e galpões.

| Horas | ITU | | | | |
|-------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 21,73 e | 21,76 d | 21,5 cd | 21,83 d | 21,22 e |
| 3h | 21,47 e | 21,36 d | 21,14 d | 21,53 d | 20,73 e |
| 6h | 22,56 d | 22,08 cd | 21,00 d | 21,76 d | 21,11 e |
| 9h | 25,22 b | 25,24 b | 24,24 b | 24,8 b | 24,73 b |
| 12h | 26,49 a | 26,74 a | 26,04 a | 26,43 a | 26,53 a |
| 15h | 25,96 a | 25,99 ab | 26,51 a | 26,21 a | 26,20 a |
| 18h | 23,51 c | 23,14 c | 23,79 b | 23,69 c | 23,28 c |
| 21h | 22,42 d | 22,44 cd | 22,19 c | 22,4 d | 21,99 d |
| Horas | ITGU | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 71,86 e | 71,72 de | 71,57 cd | 71,99 d | 71,17 ed |
| 3h | 71,47 e | 71,14 e | 71,06 d | 71,59 d | 70,59 e |
| 6h | 73,40 d | 72,08 de | 70,81 d | 72,17 d | 71,15 ed |
| 9h | 77,69 b | 77,07 b | 75,86 b | 76,77 b | 76,60 b |
| 12h | 79,79 a | 79,56 a | 78,86 a | 79,40 a | 79,41 a |
| 15h | 78,47 b | 78,40 ab | 79,62 a | 79,03 a | 78,94 a |
| 18h | 74,81 c | 73,77 c | 75,17 b | 74,75 c | 74,51 c |
| 21h | 73,17 e | 72,69 cd | 72,61 c | 72,77 d | 72,49 d |
| Horas | CTR | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 443,23 e | 441,07 d | 442,02 cd | 443,94 d | 442,41 d |
| 3h | 441,56 e | 437,93 d | 439,27 d | 442,37 d | 440,58 d |
| 6h | 455,16 d | 441,92 d | 437,3 d | 448,93 d | 443,88 d |
| 9h | 486,76 b | 477,21 b | 469,95 b | 477,72 b | 478,15 b |
| 12h | 502,11 a | 497,24 a | 493,63 a | 497,54 a | 498,13 a |
| 15h | 491,3 b | 488,87 a | 499,00 a | 495,03 a | 495,65 a |
| 18h | 461,61 c | 453,93 c | 466,37 b | 461,25 c | 466,32 bc |
| 21h | 451,17 d | 446,30 cd | 447,8 c | 447,74 d | 452,08 cd |
| Horas | h | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 61,01 cd | 61,3 cd | 60,98 de | 61,89 c | 59,08 de |
| 3h | 60,50 d | 60,33 d | 60,16 e | 61,21 c | 57,99 e |
| 6h | 62,81 abc | 62,87 bc | 60,18 e | 62,16 bc | 59,67 cde |
| 9h | 64,08 a | 65,29 ab | 64,65 abc | 65,54 a | 64,16 a |
| 12h | 63,46 ab | 65,64 a | 64,97 ab | 65,66 a | 65,17 a |
| 15h | 64,12 a | 64,65 ab | 65,47 a | 64,45 ab | 63,83 ab |
| 18h | 62,64 abc | 63,28 abc | 63,12 bcd | 63,4 abc | 71,77 bc |
| 21h | 61,85 bcd | 62,95 bc | 65,51 cd | 63,2 bc | 60,87 cd |

Médias seguidas de letras diferentes (minúsculas nas colunas) indicam diferenças estatísticas ($P < 0,05$) para cada horário pelo teste de Tukey, durante as 7 semanas.

É possível observar na Tabela 13 que os maiores valores de ITU encontra-se nos horários das 9:00 às 15:00, para os cinco galpões e, de acordo com Purswell et al., (2012) os valores de ITU crítico se encontra na faixa de 20 °C a 26 °C para frangos adultos e nesse caso os frangos passam a sofrer estresse térmico ocasionando a redução de peso e aumento da temperatura central das aves.

O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), cujos valores médios para esse estudos estão apresentados na Tabela 13, é um dos índices

ambientais de conforto térmico mais utilizado em estudos de comparação de sistemas construtivos para animais.

Os limites de ITGU inferior e superior de conforto térmico para frangos de corte são de 69,1 e 77,5, respectivamente (Oliveira Neto et al., 2000; Oliveira et al., 2006). Observa-se neste experimento, que os maiores valores de ITGU ultrapassam os limites considerado de conforto, entre os horários das 09:00 às 15:00 h.

De acordo com TINÔCO (1988), valores de ITGU superiores a 75,0, causam desconforto para frangos de corte com idade acima de quinze dias, sendo essa situação agravada à medida que as aves se desenvolvem. A variação do ITGU ao longo do dia, segundo Damasceno et al., (2010) ocorre devido a adição dos efeitos da radiação solar e da velocidade do ar.

A Tabela 13 ilustra a variação média da CTR nos horários de avaliação para todos os galpões. Em geral, observa-se diferença significativa ao longo do dia no qual foram mais intensa no período das 09:00 às 15:00, para os cinco galpões, sendo o valor máximo atingido às 12 h, período em que os níveis de radiação solar estão mais intensos. Em seguida, ocorre um decréscimo registrado às 15:00 h. Essa variação da CTR foi similar ao ITGU, pois esses dois índices de conforto térmico ambiental consideram, além de outras variáveis, a temperatura de globo negro.

Rosa, (1984) considera a CTR em torno de 498,3 W/m² como um indicativo de conforto térmico para cobertura de telha cerâmica, sendo essa telha verificada nos cinco galpões. Observa-se que os valores encontrados foram inferiores ao de referência, exceto no galpão 1 e 5 que apresentou CTR de 502,11 W/m² e 498,13 W/m² às 12:00 h e no galpão 3 com CTR de 499,00 W/m² às 15:00 h.

Ao longo do dia ocorrem variações da temperatura e umidade e nos horários mais quentes do dia (das 9:00 às 15:00) tem-se um aumento progressivo dessas variáveis que por sua vez é acompanhada com o aumento da quantidade de energia no ambiente de produção, ou seja, aumento de entalpia, observado na Tabela 13. Esta variável, segundo o próprio Albright (1990), é um fator limitante quanto à perda de calor pelas aves e desse modo, o aumento desta grandeza física de energia indica que as aves terão que utilizar meios termorreguladores que possam suprir suas necessidades em

termos de trocas térmicas. Sendo a variável psicrométrica que expressa a quantidade de calor existente no ar seco (kJ/kg de ar seco), sendo muito utilizada para avaliação de ambientes

Nota-se que o maior valor médio registrado ao longo do dia, variou de 64,8 a 65,54 kJ kg^{-1} . E que o maior valor médio registrado nos diferentes galpões foi detectado às 18:00 no galpão cinco. Esses valores representam a quantidade de energia contida nos sistemas avaliados, levando-se em consideração a Tbs e a razão de mistura (kg de vapor d' água kg^{-1} de ar seco), sendo assim, um bom indicador da condição de conforto proporcionada aos animais.

Sendo assim, os índices de conforto térmico ITGU e entalpia, apontam que o microclima no interior das instalações permaneceu por mais tempo fora da zona considerada de conforto para as aves, apresentando situações de estresse.

Essas condições de desconforto podem resultar em inibição do desenvolvimento produtivo, entretanto, as limitações climáticas podem ser amenizadas pelo manejo racional no microclima no interior das instalações, bem como pelo uso de técnicas de modificações térmicas ambientais (LIMA, 2005).

Nos galpões 1 e 4 apesar de apresentarem sistemas de climatização esses não foram manejados corretamente para promover o conforto das aves, principalmente nas horas mais quentes do dia. Pois o manejo adequado desses equipamentos é de suma importância para a eficiência térmica do sistema de criação, pois não adianta ter os equipamentos e não acioná-los nos horários de maior necessidade das aves, seja durante o dia (através da climatização) ou durante a noite (aquecimento nas fases iniciais). Para os demais galpões há necessidade de adequação do ambiente de criação com intuito de melhoria do microclima das instalações.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos foi possível observar que os galpões analisados não estavam atendendo as necessidades térmicas das aves durante todo seu desenvolvimento, isso com base nas recomendações da literatura.

É imprescindível uma adequação do ambiente térmico das instalações associada ao manejo correto do equipamento de aquecimento (nas fases iniciais) e climatização (a partir da 3ª semana), pois se sabe que o estresse causado por condições ambientais inadequadas tem influência direta no seu desenvolvimento.

Essa adequação pode ser uma simples pintura reflexiva na parte externa do telhado e enegrecida na parte interna para que assim a radiação seja refletida na parte externa e absorvida na parte interna pelo material de cobertura. Ou implantação vegetação de entorno para servir como barreira contra a radiação e promover um microclima mais ameno. Essa é uma técnica simples, viável e que apresenta bons resultados na melhoria de um microclima mais adequado para criação das aves.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, V. M. N.; ABREU, P, G, Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1-14, 2011.

CHEPETE H.J., CHIMBOMBI, E.; TSHEKO, R. **Production performance and temperature-humidity index of Cobb 500 broilers reared in open-sided naturally ventilated houses in Botswana.** In Livestock Environment VII: **Proceedings of the ASAE Annual Meeting.** Beijing, China, 2005.

DAMASCENO, F.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; GOME, R. C.C.; MORAES, S. R. P.. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Revista de Ciência Agrotecnologia**, v.34, p. 1031-1038, julho/agosto, 2010.

FIORELLI, J.; MORCELI, J.A. B.; VAZ, R. I. ; DIAS, A. A.. Avaliação da eficiência térmica de telha reciclada à base de embalagens longa vida. **Revista brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental** [online]. 2009, v. 13, n. 2, p.204-209, 2009.

MACARI, M. FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** In: Silva IJO, editor. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Jaboticabal: Funep-Unesp, p. 31-87, 2001.

NICHOLSON, F.A.; CHAMBERS, B.J.; WALKER, A.W. Ammonia emissions from broiler litter and laying hen manure management systems. **Biosystems Engineering**, v.89, n.2, p.175-185, 2004.

OLIVEIRA NETO, A.R.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; ROSTAGNO, H.S.; FERREIRA, R.A.; MAXIMIANO, H.C.; GASPARINO, E. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas controladas e dois níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.183-190, 2000.

OLIVEIRA, R.F.M.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; CECON, P.R.; VAZ, R.G.M.V.; ORLANDO, U.A.D. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PURSWELL, J. L.; DOZIER III, W. A.; OLANREWAJU, H. A.; DAVIS, J. D.; XIN, H. Effect of temperature-humidity index on live performance in broiler chickens grown from 49 to 63 days of age. **Ninth International Livestock Environment Symposium**, City Valencia, Spain.Publication Date 7-2012.

ROSA, Y.B.C.T. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão, para Viçosa-MG.** 1984. 77 p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiência) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1984.

SANTOS, P. A.; BAETA, F.C.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T.; CECON, P.R. Ventilação em modos túnel e lateral em galpões avícolas e seus efeitos no conforto térmico, na qualidade do ar e no desempenho das aves. **Revista Ceres** Março/Abril, 2009.

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, p.150-214. 2001.

SILVA, M. G. S. LIRA, M. DE A., SANTOS, M. V. F. DUBEUX JUNIOR, J. C. B. LINS, M. M., SILVA C. V. N. S. Dinâmica da associação de capim-milhã e capim-de-raiz em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2340-2346, 2011.

TINÔCO, I. F. F. **Sistema de resfriamento adiabático (evaporativo) na produção de frangos de corte**. (Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, p. 92, 1988.

CAPÍTULO 3

BALANÇO DE ENERGIA NO SISTEMA AVE-GALPÃO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

BALANÇO DE ENERGIA NO SISTEMA AVE-GALPÃO E SUA INFLUÊNCIA NO DESEMPENHO DE FRANGOS DE CORTE

RESUMO: Objetivou-se com essa pesquisa determinar o balanço de energia, para cinco galpões com características tipológicas distintas, e sua interferência no desempenho de frangos de corte. Para análise térmica da instalação foi utilizada técnica de termografia por infravermelho e registro de elementos meteorológicos, o que possibilitou a aquisição de dados para elaboração do balanço de energia. O delineamento experimental adotado foi inteiramente ao acaso (DIC); no esquema de parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas os galpões (1, 2, 3, 4 e 5) e nas subparcelas, os horários (00h00min às 23h00min), com sete repetições (número de semanas do experimento), o que permitiu análise de variância e comparação entre médias pelo teste de Tukey. Os valores médios das trocas de calor sensível, latente e trocas totais não apresentaram diferença significativa entre os cinco galpões, quanto aos horários o efeito foi significativo ($P < 0,05$). As trocas sensíveis apresentaram variação entre os galpões. Nos galpões 1 e 5, as trocas sensíveis foram menos evidentes na quinta, sexta e sétima semana com valores da ordem de 67, 71 e 58% (galpão 1) e 70, 67 e 61% (galpão 5). No galpão 2, notou-se que na sexta e sétima semana, a menor contribuição das perdas sensíveis foram de 78 e 71%. Para os galpões 3 e 4, verificou-se esse efeito a partir da quarta semana, com percentual de 71, 76, 66 e 44% (galpão 3) e 73, 70, 74 e 56% (galpão 4). Os dados mostraram que houve aumento das trocas latentes a partir da quarta semana, porém esses valores ficaram abaixo do que representa condições de estresse térmico, com exceção do galpão 3 que na sétima semana as trocas latentes ultrapassaram as trocas sensíveis. Com relação ao desempenho produtivo, nota-se que não houve diferença significativa entre o galpão 1 e 4 para as variáveis ganho de peso, mortalidade, consumo de ração e conversão alimentar. Incluindo nessa última variável o galpão 3. Para os demais galpões a diferença foi significativa ao nível de 5% de probabilidade. No geral, pode-se observar que os valores encontrados para os índices produtivos se mantiveram abaixo das faixas tidas como ideais para a indústria de aves de corte. A partir do balanço de energia foi possível a verificação das condições críticas às necessidades térmicas das aves ao longo do ciclo de produção, com reflexo negativo no desempenho dos animais.

Palavras-chave: avicultura de corte, conforto térmico, termografia

ENERGY BALANCE SYSTEM POULTRY SHED AND IT'S INFLUENCE ON THE PERFORMANCE OF BROILERS

ABSTRACT: The objective of this research to determine the energy balance for five sheds with different typological characteristics, and its interference with the performance of broilers. For installation of thermal analysis technique was used infrared thermograph and record weather elements, allowing the acquisition of data for development of the energy balance. The experimental design was completely randomized in a split-plot, taking up plots in the sheds (1, 2, 3, 4 and 5) and the subplots, the hours (00:00 to 23:00), with seven repetitions (number of weeks of the experiment), allowing analysis of variance and comparison of means by Tukey test. The average values of exchanges of sensible heat, latent and total trade showed no significant difference among the five sheds, about the time the effect was significant ($P < 0.05$). The sensitive exchanges showed variation between the sheds. In sheds 1 and 5, the exchanges were less sensitive evident in the fifth, sixth and seventh week with values of the order of 67, 71 and 58% (Shed 1) and 70, 67 and 61% (hall 5). In the shed 2, it was noted that in the sixth and seventh week, the lowest contribution of large losses were 78 and 71%. For the sheds 3 and 4, it was found that effect from the fourth week with a percentage of 71, 76, 66 and 44% (shed 3) and 73, 70, 74 and 56% (shed 4). The data showed an increase in trade latent from the fourth week, but these values were lower than is thermal stress conditions, except for 3 who shed the seventh week exceeded trade exchanges latent sensitive. With respect to production performance, we note that there was no significant difference between the shed 1 and 4 for the variables daily weight gain, mortality, feed intake and feed conversion. Including this last variable Shed 3. For other sheds the difference was significant at the 5% level of probability. Overall, it can be observed that the values found for the production indices remained below the tracks taken ideal for cutting poultry industry. From the energy balance was possible to verify the conditions critical thermal needs of birds throughout the production cycle, with negative effect on performance.

Keywords: poultry production, thermal comfort, thermograph

INTRODUÇÃO

Em países tropicais como o Brasil, a produção de frango de corte confronta-se com um grande desafio, o estresse térmico, principalmente nos períodos mais quentes do ano. As aves portam-se como um sistema termodinâmico vivo, que continuamente troca energia com o ambiente. Neste processo, os agentes estressores tendem a produzir variações internas no animal, com influência direta no fluxo de energia entre o ambiente externo e a ave, o que pode conduzir a necessidade de ajustes fisiológicos para manutenção da homeotermia (ABREU e ABREU, 2011).

O comprometimento do desempenho produtivo ocorre quando as aves são submetidas a temperaturas acima da zona de conforto, devido à diminuição do consumo de ração e o maior gasto de energia para manutenção da temperatura corporal, com conseqüente depreciação dos índices zootécnicos (LIN et al., 2006; LAGANÁ et al., 2007)

O calor pode ser dissipado para o ambiente por dois mecanismos principais, por meios sensíveis, condução, convecção e radiação, pela diferença de temperatura entre a superfície do animal e o ambiente; e por meios latentes, caracterizado pela transferência de energia pela evaporação, devido ao gradiente de pressão de vapor (YAHAV, 2009).

As trocas de energia nas aves são controladas por meio da alteração do fluxo sanguíneo na superfície corporal, podendo assim identificar uma mudança perceptiva no estado de conforto do animal pelo registro da temperatura superficial. O aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave em condições inadequadas de alojamento (SHINDER et al., 2007).

As câmeras de infravermelho medem a quantidade de energia emitida pela superfície alvo e as convertem em temperatura superficial, produzindo imagens termográficas. Esses instrumentos de medição têm sido usados para medir a temperatura superficial de frangos de corte em estudos de perda de calor sensível (CZARICK et al., 2007; CANGAR et al., 2008; YAHAV et al., 2008).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho elaborar um balanço de energia (sensível e latente) no sistema ave-galpão e seu efeito no desempenho de frangos de corte, durante um ciclo de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Granja Cajueiro e integrados, localizada no município de São Bento do Una, Mesorregião do Agreste e Microrregião Vale do Ipojuca, Estado de Pernambuco, latitude de 08°31'16" S, longitude 36°33'33" O e altitude de 650 m. O clima da região, segundo Thornthwaite e Mather (1955) é DdA'a' semiárido megatérmico com pequeno ou nenhum excesso hídrico. A velocidade média dos ventos mais intensa nos meses de outubro a dezembro, com valores médios de 3 m/s. A precipitação pluviométrica média anual é de 630 mm, desse total 70% concentram-se no período de março a junho (SILVA et al., 2011).

As temperaturas mais elevadas ocorrem nos meses de novembro a janeiro e são superiores a 30 °C. A temperatura média mensal varia de 21,0 a 24,6 °C, com média anual de 23 °C. A umidade relativa média do ar é de 66% (FIDEPE, 1982).

Para a elaboração do balanço de energia do sistema ave-galpão, foram utilizados frangos de corte da linhagem Cobb 500. O experimento foi executado durante as sete semanas do ciclo de produção, com base no conhecimento de transferência de energia para frangos de corte em câmaras climáticas, de acordo com modelos termodinâmicos descritos por Nascimento (2010). Para esse estudo foram selecionados cinco galpões com características tipológicas distintas, com distância entre granjas inferior a 10 km.

Os parâmetros de avaliação se referem à caracterização térmica, a partir de imagens termográficas das aves, tipos de materiais, variáveis psicrométricas, tipologia e arquitetura local, sem interferir no manejo adotado pelo produtor.

Variáveis Ambientais

As variáveis meteorológicas temperatura do ar (T_a , °C), umidade relativa do ar (UR,%), temperatura de globo negro (T_{gn} , °C) e velocidade do vento (V_v , m/s) foram registradas no interior dos galpões selecionados, no centro

geométrico das instalações a 0,4 m do piso e no ambiente externo a 1,5 m do piso, em abrigo meteorológico, por meio de dataloggers modelo HOBO U12-12, com dois canais externos, sendo um canal equipado com sensor de Ta e o outro com o sensor para Tgn. O intervalo de medição do datalogger para temperatura é de -20 a 70 °C e, para umidade relativa do ar entre 5 e 95%. A precisão do datalogger para registro da temperatura e umidade relativa do ar é de $\pm 0,35$ °C e $\pm 2,5\%$, respectivamente. A temperatura de globo negro foi medida com auxílio de uma esfera oca de polietileno pintado de preto fosco com 15 cm de diâmetro, na qual foi inserido um sensor térmico (termistor) acoplado ao datalogger. Os dados meteorológicos foram registrados a cada 1 h no decorrer do período experimental (49 dias). A velocidade do vento dentro das instalações foi obtida por anemômetros digitais posicionados próximos aos ventiladores e nas aberturas ao longo dos galpões.

Em toda a pesquisa foi utilizada uma câmera termográfica FLIR[®], modelo i60, para obtenção de imagens térmicas das aves, o que permitiu identificar a variação de temperatura de superfície em diversos pontos do corpo das aves (Figura 4).

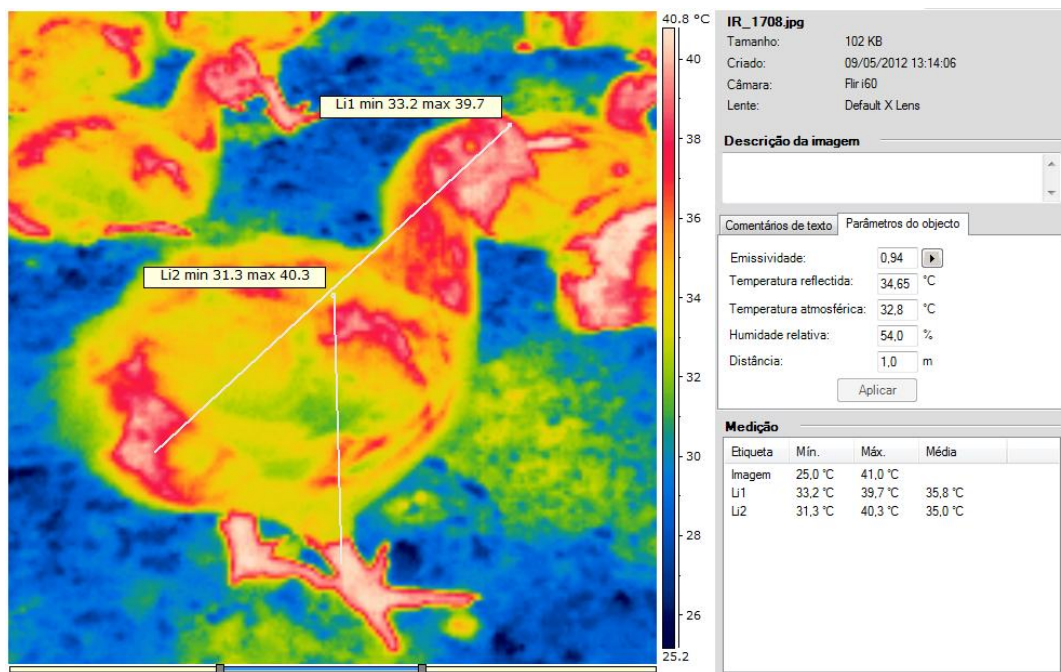


Figura 4- Imagem térmica das aves na terceira semana do ciclo de produção.

As imagens termográficas foram medidas discretas dentro do período de estudo, obtidas semanalmente. Após o registro, as imagens foram convertidas

em matrizes numéricas pelo software FLIR QuickReport da câmera termográfica, sendo possível assim uma análise posterior dos dados. Os parâmetros de ajuste prévio da câmera para obtenção das imagens foram: emissividade (0,94) das superfícies das aves, condição termohigrométrica no instante do registro da imagem e a distância entre a câmera termográfica e o alvo.

Por meio da termografia foi possível obter a temperatura de superfície das aves, o que permitiu melhor compreensão dos processos de transferência de energia para determinação do balanço térmico.

Balanço de Energia

O balanço de energia no sistema ave-galpão foi realizado por meio das trocas totais, por unidade de área superficial, obtidas pelo somatório entre as trocas sensíveis e latentes. As propriedades físicas do ar foram estimadas por meio de modelos em correspondência com a variação da temperatura do ar, no interior de cada galpão selecionado para o estudo (Tabela 14), a partir de informações de Silva (2001b).

Tabela 14- Modelos para estimativa das propriedades do ar em função da temperatura ambiente (T_a).

| Propriedade do ar | Modelo |
|--|--|
| Viscosidade cinemática ($m^2 \cdot s^{-1}$) | $\nu = 1,3291 \cdot 10^{-5} + 9 \cdot 10^{-8} \cdot T_a$ |
| Densidade ($kg \cdot m^{-3}$) | $\rho = 1,2898 - 0,0041 \cdot T_a$ |
| Condutividade ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$) | $k = 0,0243 + 6,2909 \cdot 10^{-5} \cdot T_a$ |
| Calor específico ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$) | $c_p = 1005,5240 + 0,0337 \cdot T_a$ |

Trocas Sensíveis

Para a determinação das trocas de calor sensíveis entre o meio circundante e as aves, por unidade de área superficial corporal, foi adotado o seguinte modelo (Turnpenny et al., 2000), determinado pela equação (5):

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_{cc} + \dot{Q}_r \quad (5)$$

em que: \dot{Q}_s = trocas de calor sensível entre a ave e o meio ($W \cdot m^{-2}$); \dot{Q}_{cc} = fluxo de calor por convecção ($W \cdot m^{-2}$); \dot{Q}_r = fluxo de calor por radiação ($W \cdot m^{-2}$).

As trocas sensíveis por condução não foram incluídas na equação (1) por serem consideradas desprezíveis (McARTHUR, 1987). O fluxo de calor por

convecção, \dot{Q}_{cc} , foi determinado pela equação (6), proposta por McArthur, 1987; Silva, 2000; Turnpenny et al., 2000 e, adotada por Aerts e Berckmans, 2004; Maia et al., 2005.

$$\dot{Q}_{cc} = \frac{\rho \cdot c_p}{R_{cc}} \cdot (T_c - T_a) \quad (6)$$

em que: \dot{Q}_{cc} = fluxo de calor por convecção ($W \cdot m^{-2}$); ρ = densidade do ar ($kg \cdot m^{-3}$); c_p = calor específico do ar ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$); R_{cc} = resistência da camada limite à transferência de calor por convecção ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$); T_c = temperatura da superfície corporal ($^\circ C$); T_a = temperatura do ar ($^\circ C$).

A resistência da camada limite à transferência de calor por convecção foi calculada pela equação (7).

$$R_{cc} = \frac{\rho \cdot c_p \cdot d_b}{k \cdot Nu} \quad (7)$$

em que: R_{cc} = resistência da camada limite às trocas por convecção ($m^2 \cdot ^\circ C \cdot W^{-1}$); ρ = densidade do ar ($kg \cdot m^{-3}$); c_p = calor específico do ar, ($J \cdot kg^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$); d_b = diâmetro médio do corpo da ave (m); k = condutividade térmica do ar ($W \cdot m^{-1} \cdot ^\circ C^{-1}$); Nu = número de Nusselt.

O cálculo do diâmetro médio das aves, para cada semana de estudo, foi determinado pela equação (8), proposta por Mitchell (1930):

$$d_b = 0,131 \cdot p^{0,33} \quad (8)$$

em que: d_b = diâmetro do corpo da ave (m); p = peso da ave (kg)

O número de Nusselt foi determinado pela equação (9), ao considerar a representação do corpo da ave como uma esfera.

$$N_u = 2 + 0,79 \cdot R_e^{0,48} \quad (9)$$

em que: N_u = número de Nusselt; R_e = número de Reynolds. O número de Reynolds será obtido pela equação (10).

$$R_e = \frac{V \cdot d_b}{\nu} \quad (10)$$

em que: R_e = número de Reynolds; ν = viscosidade cinemática do ar, $m^2 \cdot s^{-1}$; d_b = diâmetro do corpo da ave (m); V = velocidade do ar ($m \cdot s^{-1}$)

As trocas por radiação de ondas longas foram calculadas pela equação (11), proposta por McArthur (1987); Silva (2000); Turnpenny et al. (2000) e, adotada por Aerts e Berckmans (2004); Maia et al. (2005).

$$\dot{Q}_r = \frac{\rho \cdot c_p}{R_r} \cdot (T_c - \bar{T}_r) \quad (11)$$

em que: \dot{Q}_r = fluxo de calor sensível por radiação de ondas longas ($W \cdot m^2$); ρ = densidade do ar ($kg \cdot m^{-3}$); c_p = calor específico do ar ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$); R_r = resistência da camada limite à transferência de calor por radiação ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$); T_c = temperatura corporal média das aves (K); \bar{T}_r = temperatura radiante média (K).

A temperatura corporal média das aves foi determinada por meio das equações propostas por Nascimento (2010), de acordo com as diferentes semanas de criação (Tabela 15).

Tabela 15- Modelos de regressão linear múltipla para determinação da temperatura corporal média (T_c) das aves durante o ciclo de produção.

| Semana | Modelo |
|---------------------------------|---|
| 1 ^a | $T_c = 0,11 \cdot T_{asa} + 0,10 \cdot T_{cabeça} + 0,15 \cdot T_{pé} + 0,56 \cdot T_{dorso} + 3,45$ |
| 2 ^a | $T_c = 0,07 \cdot T_{asa} + 0,10 \cdot T_{cabeça} + 0,16 \cdot T_{pé} + 0,47 \cdot T_{dorso} + 7,5$ |
| 3 ^a | $T_c = 0,23 \cdot T_{asa} + 0,13 \cdot T_{cabeça} + 0,60 \cdot T_{dorso}$ |
| 4 ^a | $T_c = 0,27 \cdot T_{asa} + 0,16 \cdot T_{cabeça} + 0,07 \cdot T_{pé} + 0,45 \cdot T_{dorso}$ |
| 5 ^a | $T_c = 0,46 \cdot T_{asa} + 0,07 \cdot T_{pé} + 0,32 \cdot T_{dorso} + 0,12 \cdot T_{crista}$ |
| 6 ^a e 7 ^a | $T_c = 0,27 \cdot T_{asa} + 0,10 \cdot T_{cabeça} + 0,05 \cdot T_{pé} + 0,50 \cdot T_{dorso} + 0,10 \cdot T_{crista}$ |

A resistência da camada limite à transferência de calor por radiação foi determinada pela equação (12).

$$R_r = \frac{\rho \cdot c_p}{4 \cdot \varepsilon_s \cdot \sigma \cdot \bar{T}_m^3} \quad (12)$$

em que: R_r = resistência da camada limite às trocas de calor por radiação ($m^2 \cdot K \cdot W^{-1}$); ρ = densidade do ar ($kg \cdot m^{-3}$); c_p = calor específico do ar ($J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$); ε_s = emissividade das penas, de 0,94; σ = constante de Stefan-Boltzmann

($5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$); \bar{T}_m = temperatura média entre T_c e \bar{T}_r , ou seja, $\bar{T}_m = 0,5 \cdot (T_c + \bar{T}_r)$ [K].

A temperatura radiante média foi obtida pela equação (13), proposta por Silva (2001).

$$\bar{T}_r = \left[\frac{1,053 \cdot h_g \cdot (T_g - T_a)}{\sigma} + T_g^4 \right]^{0,25} \quad (13)$$

em que: \bar{T}_r = temperatura radiante média (K); h_g = coeficiente de convecção do globo ($\text{W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$); σ = constante de Stefan-Boltzmann ($5,67 \cdot 10^{-8}$, em $\text{W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$); T_g = temperatura de globo negro (K); T_a = temperatura do ar (K).

O coeficiente de convecção de globo negro foi calculado pela equação (14).

$$h_g = \frac{0,38 \cdot k \cdot R_e^{0,6} \cdot P_r^{\frac{1}{3}}}{d_g} \quad (14)$$

em que: h_g = coeficiente de convecção do globo ($\text{W.m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$); k = condutividade térmica do ar ($\text{W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$); d_t = diâmetro do globo negro (m); R_e = número de Reynolds; P_r = número de Prandtl.

O número de Prandtl foi determinado pela equação (15).

$$P_r = \frac{\rho \cdot c_p \cdot \nu}{k} \quad (15)$$

em que: P_r = número de Prandtl; ρ = densidade do ar (kg.m^{-3}); c_p = calor específico do ar ($\text{J.kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$); ν = viscosidade cinemática do ar ($\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$); k = condutividade térmica do ar ($\text{W.m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$).

Trocas Latentes

Para as trocas latentes foi considerado como processo de evaporação respiratória e as trocas pela superfície da pele. Para o cálculo do fluxo das trocas latentes, será utilizada a relação empírica de Hutchinson (1954), determinado pela equação. (16).

$$\dot{Q}_e = (-3,5 \cdot 10^{-3} \cdot e_a + 23) \cdot (T_n - 314) + 10 \quad (16)$$

em que: \dot{Q}_e = fluxo total de calor por evaporação ($W.m^{-2}$); e_a = pressão de vapor do ambiente (kPa); T_n = temperatura do núcleo corporal, representada pela temperatura retal (K).

Para temperatura retal foi utilizado modelo de regressão proposto por Ponciano et al. (2012), por meio da equação (17).

$$T_{\text{retal}} = 35,03 + 0,15 \times T_{\text{ar}} + 0,12 \times \text{idade} \quad (17)$$

Desempenho Zootécnico

Durante o período experimental as aves tiveram o mesmo manejo, receberam formulações de rações idênticas, de acordo com a sua fase de criação.

Os parâmetros de desempenho zootécnicos avaliados foram: peso corporal, ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade. Para isto registrou-se o consumo de ração e peso vivo semanalmente em planilhas de campo e comparadas aos dados de referência do manual da linhagem Cobb 500 (COBB-VANTRESS INC., 2008).

Análise dos Dados

Realizaram-se, para as trocas de calor (sensível e latente) e trocas totais, a análise de variância e o teste de Tukey, com o delineamento experimental inteiramente ao acaso (DIC); no esquema de parcelas subdivididas, tendo-se nas parcelas os galpões (1, 2, 3, 4 e 5) e nas subparcelas, os horários (00h00min às 23h00min), com sete repetições (número de semanas do experimento).

As análises estatísticas foram processadas no PROC GLM do programa estatístico SAS Institute, versão 9.0 (SAS, 2009).

Para os dados de desempenho zootécnico empregou-se delineamento inteiramente casualizado, utilizando o comando PROC ANOVA pelo aplicativo SAS Institute e comparação de médias pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das trocas sensíveis (QS), trocas latentes (QL) e trocas totais (QT), para os cinco galpões, não apresentaram diferença significativa. No entanto, considerando-se os horários e a interação Galpão*Hora, o efeito foi significativo ($P < 0,05$) como observado na Tabela 16.

Tabela 16- Análise de variância referente aos efeitos dos cinco diferentes galpões e de horas, com relação à média horária das trocas sensíveis (QS), latentes (QL) e trocas totais (QT) e a interação galpão x horário.

| F.V | DF | Quadrados médios | | |
|------------------|-----|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | QS (W/m ²) | QL (W/m ²) | QT (W/m ²) |
| Galpão | 4 | 1,21 ns | 1,65 ns | 1,13 ns |
| Resíduo (Galpão) | 24 | 148,37 | 37,22 | 148,32 |
| Hora | 23 | 213,51 ** | 599,34 ** | 143,04 ** |
| Galpão*Hora | 92 | 1,45 ** | 3,23 ** | 1,23 ** |
| Resíduo | 690 | | | |
| C.V (%) | | 14,26 | 7,01 | 11,11 |

Observa-se que as trocas de calor sensível foram mais evidentes no intervalo horário das 00h00min, 03h00min, 06h00min, 18h00min e às 21h00min, para os cinco galpões do estudo, nos horários em que as temperaturas do ambiente foram mais amenas (Tabela 17). Segundo Macari e Furlan (2001); Nascimento (2010) as trocas sensíveis ocorrem por meio das perdas por convecção e radiação, no qual dependem de um diferencial de temperatura entre a superfície corporal das aves e a temperatura ambiente, ou seja, quanto maior essa diferença, mais eficientes serão essas trocas.

Segundo Abu-Dieyeh (2006) a exposição ao calor ocasiona o estresse térmico, uma vez que reduz a capacidade da ave de trocar calor sensível com o meio. Essa redução pode ser vista entre 09h00min, 12h00min e 15h00min, em que as trocas por meio latente foram mais expressivas. Isso é justificado pelo fato das trocas latentes serem cada vez mais evidente quando as aves estão submetidas às altas temperaturas. Nascimento e Silva (2009) analisando as trocas de calor sensível e latente de frangos de corte aos 42 dias constatou que em altas temperaturas as trocas latentes são mais evidentes e isso demonstra a tentativa das aves em manter a homeotermia pela ofegação (evaporação respiratória). Nesse caso, o aconselhável, segundo Yahav et al., (2004); Baracho et al., (2011) seria utilização de ventiladores para aliviar o estresse por calor, uma vez que aumentaria a perda de calor por convecção.

A contribuição das trocas totais foi mais intensa nos horários das 00h00min, 03h00min, 06h00min, 18h00min e 21h00min. De acordo com Nascimento (2010), em condição de conforto térmico, as aves apresentaram maior quantidade de trocas totais, o que se evidenciou nesse estudo, nos horários de temperatura amena.

Tabela 17- Valores médios* das trocas de calor sensível (QS), latente (QL) e trocas totais (QT) para os diferentes horários e galpões para as sete semanas.

| Horas | QS (W/m ²) | | | | |
|-------|------------------------|----------|------------|----------|-----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 172,73 a | 224,13 a | 202,91 a | 210,18 a | 235,07 a |
| 3h | 176,33 a | 229,72 a | 209,21 a | 211,93 a | 252,61 a |
| 6h | 149,58 ab | 236,59 a | 215,26 a | 218,47 a | 243,99 a |
| 9h | 79,10 c | 154,52 b | 138,49 b | 139,36 b | 139,93 c |
| 12h | 42,14 c | 97,33 c | 84,12 c | 85,92 c | 80,02 d |
| 15h | 57,91 c | 88,76 c | 76,57 c | 79,29 c | 85,03 d |
| 18h | 129,84 b | 166,22 b | 147,92 b | 154,32 b | 178,21 bc |
| 21h | 156,33 ba | 205,26 a | 192,39 a | 195,63 a | 219,93 ab |
| Horas | QL (W/m ²) | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 30,97 de | 29,94 d | 25,60 c | 27,08 c | 23,67 e |
| 3h | 30,52 e | 28,28 d | 26,92 c | 28,52 c | 24,1 e |
| 6h | 35,26 cd | 30,37 d | 25,93 | 29,19 c | 25,5 de |
| 9h | 50,58 b | 48,33 b | 42,46 b | 45,39 b | 44,81 b |
| 12h | 59,09 a | 58,16 a | 53,98 a | 56,10 a | 56,48 a |
| 15h | 54,86 ba | 54,59 a | 56,22 a | 55,88 a | 56,0 a |
| 18h | 39,67 c | 36,58 c | 40,84 b | 39,96 b | 37,88 c |
| 21h | 34,25 de | 32,66 cd | 31,35 c | 32,17 c | 29,93 d |
| Horas | QT (W/m ²) | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 0h | 203,71 a | 254,06 a | 228,50 a | 237,26 a | 258,73 ab |
| 3h | 206,85 a | 258,00 a | 236,12 a | 240,45 a | 276,71 a |
| 6h | 184,83 a | 266,96 a | 241,19 a | 247,66 a | 269,49 a |
| 9h | 129,67 bc | 202,85 b | 180,96 cd | 184,75 b | 184,75 cd |
| 12h | 101,22 c | 155,48 c | 138,10 de | 142,02 c | 136,5 e |
| 15h | 112,77 c | 143,36 c | 132,79 e | 135,17 c | 141,03 ed |
| 18h | 169,51 ba | 202,80 b | 188,76 bc | 194,28 b | 216,09 bc |
| 21h | 190,98 a | 237,91 a | 223,75 abc | 227,81 a | 249,76 ab |

As médias de pelo menos uma letra semelhante minúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

A Figura 5 mostra a variação da temperatura do ar e das trocas de energia por meios sensíveis e latentes em função do ciclo de produção, em que se verifica na primeira e segunda semana efeito preponderante das trocas sensíveis. A partir da terceira semana, nota-se menor contribuição das perdas sensíveis, por causa da necessidade térmica das aves, com elevação das perdas de calor por meios latentes, que passam a contribuir na liberação de

calor das aves, na tentativa de manter o equilíbrio térmico do sistema ave-galpão.

Segundo Nascimento (2011), estudando o balanço de energia em condições de conforto e estresse, quando as aves são submetidas ao estresse por frio ocorre aumento das trocas sensíveis, enquanto que as trocas latentes são muito baixas. Esse efeito se verificou nos cinco galpões, nas duas primeiras semanas de alojamento, quando as aves são mais sensíveis às baixas temperaturas e necessitam de aquecimento para manter a temperatura corporal dentro dos limites de conforto.

É possível observar que nos cinco galpões as trocas latentes foram negativas até a segunda semana do ciclo de produção. Isso é justificado pelo fato do modelo de predição da temperatura cloacal, proposto por Ponciano et al.,(2012), considerar em suas estimativas, a partir dos primeiros 14 dias de idade das aves, ou seja, para o autor a termoneutralidade residiria numa temperatura de núcleo corporal de 41 °C, o que indicaria trocas mínimas de 10 W.m⁻².

A variação do fluxo de energia (sensível e latente) observada durante todo o ciclo produtivo ocorreu devido ao desenvolvimento dos mecanismos termorregulatórios, depois da segunda semana, e neste caso, as aves tornam-se mais tolerantes as baixas temperaturas e apresentam maior sensibilidade as altas temperaturas (SILVA et al., 2012).

A partir da quarta semana, observou-se maior acréscimo das trocas latentes em todos os galpões, que se estendeu até a sétima semana. Segundo Nascimento (2010), isso se justifica como uma tentativa de manutenção do equilíbrio térmico (Figura 5).

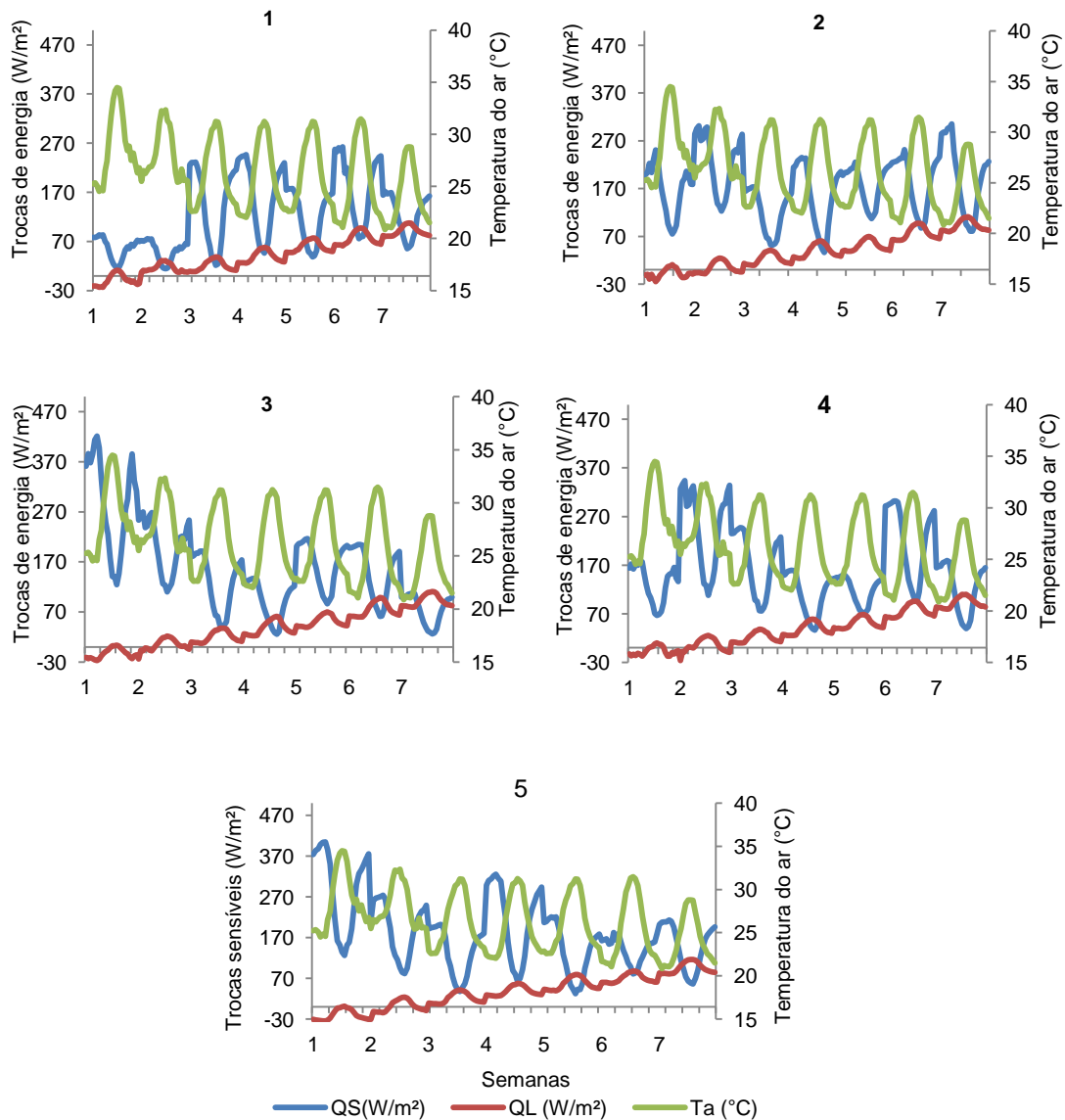


Figura 5- Variação horária semanal da temperatura do ar e das trocas de calor para os galpões analisados.

É possível observar na Figura 6 a distribuição dos valores entre as trocas sensíveis, latentes e o balanço total, obtido pelo somatório entre ambas. Em que, mesmo os valores de trocas latentes tendo aumentado nas últimas semanas do ciclo de produção, seus valores ficaram abaixo daqueles que representam condições de estresse térmico para as aves, pois segundo Silva et al., (2012), essa condição se caracteriza quando os valores de trocas latentes superam as trocas sensíveis. Isso foi observado no galpão 3, em que na sétima semana as trocas latentes ultrapassaram as sensíveis. Nascimento (2010), mostrou que qualquer alteração nas trocas latentes em detrimento das trocas sensíveis, reduz a disponibilização de energia para o desenvolvimento

das aves, intensificando a utilização de energia para manutenção de temperatura corporal.

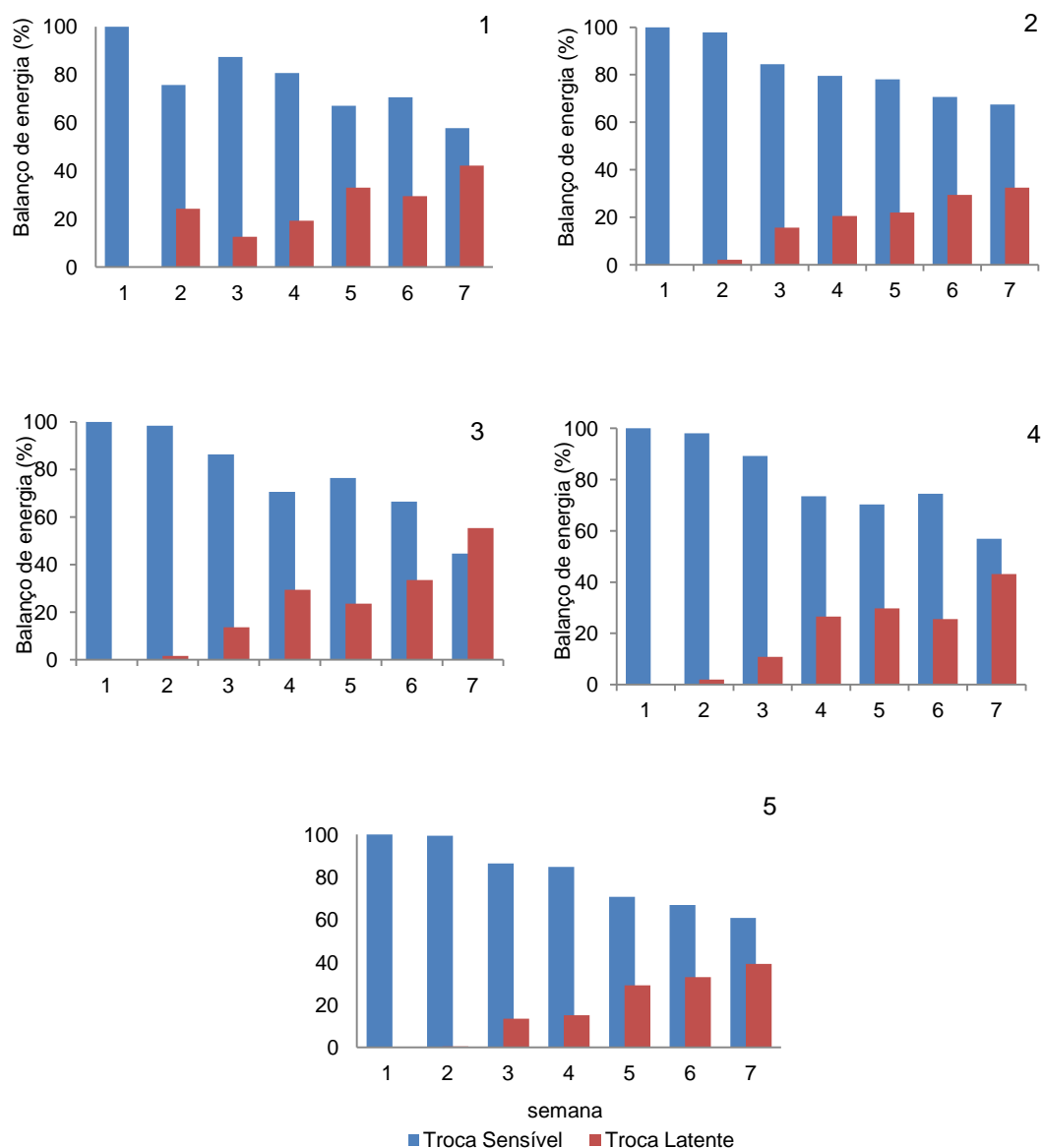


Figura 6- Percentual de contribuição das trocas térmicas para o balanço de energia nos cinco galpões analisados.

As trocas sensíveis apresentaram variação entre os galpões, em que nos galpões 1 e 5, as trocas sensíveis foram menos evidentes na quinta, sexta e sétima semana, com valores da ordem de 67, 71 e 58% (galpão 1) e 70, 67 e 61% (galpão 5). No galpão 2, nota-se que na sexta e sétima semana, a menor contribuição das perdas sensíveis foram de 78 e 71%. Para o galpão 3 e 4, verificou-se esse efeito a partir da quarta semana, com percentual de 71, 76, 66 e 44% (galpão 3) e 73, 70, 74 e 56% (galpão 4) (Figura 6). Pesquisa realizada por Nascimento (2010), com frangos de corte da linhagem Cobb

submetidas a períodos de exposição ao estresse em câmara climática, as aves submetidas à exposição durante 30 e 60 min de estresse apresentaram queda das trocas sensíveis durante a terceira até a quinta semana do ciclo de produção e quando expostas a 90 min de estresse, essa queda esteve presente na quarta e quinta semana.

Portanto, a resposta das trocas sensíveis foi mais evidente ao estresse, a partir da quarta semana, para os cinco galpões do estudo. O fluxo de calor por meios sensíveis foi mais expressivo, ficando acima de 80% na maioria das semanas (1^a, 2^a, 3^a e 4^a), enquanto as trocas de calor por meios latentes só atingiram valores igual a 30% das trocas totais na quarta (galpão 1), terceira (galpão 2), sexta (galpão 3), quarta (galpão 4) e na quinta semana (galpão 5), pois, as aves nesse período do ciclo ampliam sua dissipação de calor por meio evaporativos, devido sua maior sensibilidade a temperatura do ar que varia em função da idade (Nazareno, 2012).

Desempenho Zootécnico

Durante todo período de pesquisa foi analisado o desempenho zootécnico (ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração e mortalidade) de frangos de corte nos galpões estudados cujos valores médios estão apresentados na Tabela 18.

Tabela 18- Valores médios das variáveis produtivas, ganho de peso (GP), mortalidade (TM), consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) para os cinco galpões avaliados.

| Galpão | GP semanal (kg) | TM semanal (%) | CR semanal (kg) | CA |
|--------|-----------------|----------------|-----------------|----------|
| 1 | 0,375 a | 5,773 c | 0,746 a | 1,932 b |
| 2 | 0,327 ab | 8,468 b | 0,689 ab | 2,051 ab |
| 3 | 0,282 b | 9,758 a | 0,604 b | 1,975 b |
| 4 | 0,369 a | 5,614 c | 0,732 a | 1,961 b |
| 5 | 0,316 ab | 8,113 b | 0,684 ab | 2,152 a |

As médias de pelo menos uma letra semelhante minúscula na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Nota-se que não houve diferença significativa entre o galpão 1 e 4 para as variáveis ganho de peso semanal, mortalidade, consumo de ração e conversão alimentar. Incluindo nessa última variável o galpão 3. Para os demais galpões a diferença foi significativa ao nível de 5% de probabilidade.

Durante o ciclo produtivo das aves, as maiores taxas de mortalidade foram identificadas nos galpão 2, 3 e 5 com valores na ordem de 8,47; 9,76 e

8,11 %, respectivamente. Isso pode ser justificado pelas aves estarem submetida às condições de estresse exposto pelo microclima local. O que já era de se esperar, pois esses galpões mencionados não atendiam as condições mínimas ideais de alojamento propostas pelas principais indústrias de frango de corte, devido à ausência de lanternim, um sistema de ventilação a pressão positiva associada à nebulizadores, com manejo adequado desses equipamentos, principalmente nos horários mais críticos do dia, visto que na 3ª semana em diante as aves são mais sensíveis ao calor.

Esse valor foi superior ao citado pela Cobb-Vantress (2008) que foi de aproximadamente 5% para a linhagem avaliada. Os valores encontrados por Furtado et al., (2006) no agreste paraibano foram em média de 2,8%, muito próximos dos encontrados na granja 2 (3,36%). As menores taxas de mortalidade encontradas nesse estudo foi no galpão 1 e 4, que diferente dos demais galpões apresentavam sistema de condicionamento térmico do ambiente (ventiladores associado a nebulizadores).

Observa-se que o consumo de ração para os cinco galpões foi superior ao encontrado por Moreira et al. (2003) que foi de 2818 g, ao avaliarem o desempenho de frangos de corte, fêmeas, da linhagem Cobb 500. Já Damasceno et al., (2010) trabalhando com dois sistemas de ventilação (galpão equipado com ventilação em modo túnel (pressão negativa) e sistema de resfriamento evaporativo do tipo material poroso umedecido e nebulização) encontrou valores de CR médios finais das aves de 2392 e 2384 g, respectivamente.

De acordo com Cobb-Vantress (2008), a conversão alimentar (CA) para frangos de corte da linhagem Cobb 500 é, aproximadamente, 1,70 que foi abaixo do encontrado nesse trabalho cujo menor valor foi encontrado no galpão 1 (1,93) e o maior valor foi encontrado no galpão 5 (2,15).

Valores similares foram encontrados por Sarmiento et al., (2005) que avaliaram a influência da pintura externa do telhado sobre a temperatura interna da telha, o acondicionamento térmico do galpão e o desempenho produtivo de frangos de corte, criados na região do Nordeste brasileiro, no período de 19 a 49 dias de idade e Furtado et al., (2006) que avaliaram a influência ambiental em instalações de frangos de corte, cobertos com telha de cimento amianto, com três sistemas de acondicionamento térmico, ou seja:

ventilação artificial e aspersão sobre a cobertura, ventilação artificial e ventilação artificial e nebulização, correlacionando-os com os índices produtivos que encontraram valores da ordem de 1,97 e 2,07, respectivamente.

No geral, pode-se observar que os valores encontrados para os índices produtivos se mantiveram abaixo das faixas tidas como ideais para a indústria de aves de corte.

A Figura 7 mostra a variação do ganho de peso semanal em relação ao padrão de referência indicados pela Cobb-Vantress (2008). Observa-se que em todos os galpões o peso vivo semanal está abaixo do aconselhável pelas principais indústrias de frangos de corte. Os valores das últimas semanas são caracterizados pela baixa eficiência da instalação em controlar a variação da temperatura e conseqüentemente, o balanço de energia no interior do galpão, o que afetou diretamente o seu desempenho produtivo.

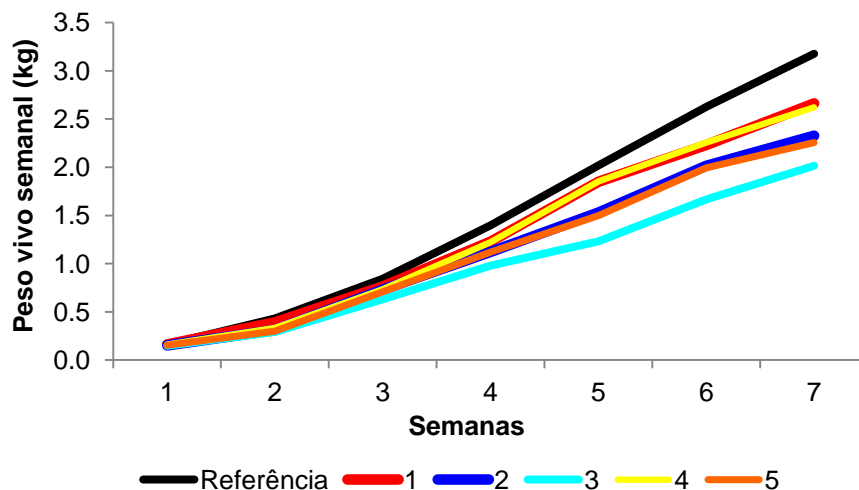


Figura 7- Variação do ganho de peso ao longo do ciclo produtivo.

CONCLUSÃO

A partir do balanço de energia foi possível verificar as condições críticas das instalações, pois essas não atenderam as necessidades térmicas das aves ao longo do ciclo de produção, que apresentou efeito negativo no desempenho das aves.

Nas primeiras semanas do ciclo de produção é de suma importância permitir aquecimento constante dos galpões, principalmente nos horários em que a temperatura do ambiente encontra-se abaixo da sua zona de conforto térmico. Pois, se o aquecimento não for adequado nas duas primeiras semanas de vida das aves, esses erros não poderão ser corrigidos no decorrer de seu desenvolvimento, afetando assim o desempenho final das aves.

O que seria viável para amenizar as perdas produtivas nos galpões estudados seria o manejo correto dos equipamentos de climatização e melhor aproveitamento dos recursos de climatização natural, sendo recomendado que esse manejo ocorra principalmente nos horários mais críticos do dia.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p.1-14, 2011.

ABU-DIEYEH, Z.H.M. Effect of Chronic heat Stress and Long-Term Feed Restriction on Broiler Performance. **Internacional Journal of Poultry Science**. V. 5, p.185-190,2006.

AERTS, J. M. ; BERCKMANS, D. A virtual chicken for climate control design: tatic and dynamic simulations of heat losses. **Transactions of the ASAE. St. Joseph**, v. 47, n.5, p.1765-1772, 2004.

BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; NASCIMENTO, G.R.; CASSIANO, J. A.; OLIVEIRA, K. R. Surface temperature distribution in broiler houses. **Brazilian Magazine Sciences Avicola**, v.13 n.3 Campinas July/Sept. 2011.

CANGAR, O.; AERTS, J. M.; BUYSE, J.; BERCKMANS, D. Quantification of the spatial distribution of surface temperatures of broilers. **Poultry Science**, v. 87, p. 2493–2499, 2008.

CARVALHO, J. C. C.; BERTECHINI, A. G.; FASSANI, E. J.; RODRIGUES, P. B.; PEREIRA, R. A. N. Desempenho e características de carcaça de frangos de corte alimentados com dietas à base de milho e farelo de soja suplementadas com complexos enzimáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.292-298, 2009.

COBB 500, **suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte**, COBB- VANTRESS, Revisado, 2008.

CZARICK, M. Thermal imaging in the poultry industry. The **University of Georgia**, p. 8, 2007.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Revista de Ciências Agrotecnica**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 1031-1038, jul./ago., 2010.

FUNDAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO/FIDEPE, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. 80p. (Monografias Municipais).

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

HUTCHINSON, J. C. D. Evaporative cooling in fowls. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 45, p. 48-59, 1954.

LAGANÁ, C.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; KRATZ, L.R.; PINHEIRO, C.C. Effects of the reduction of dietary heat increment on the performance,

carcass yield, and diet digestibility of broilers submitted to heat stress. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v. 9, n.1, p.45-51, jan./mar, 2007.

LIN, H.; JIAO, H.C.; BUYSE, J. & DECUYPERE, E. Strategies for preventing heat stress in poultry. **World's Poultry Science Journal**, 62, pp 71-86, 2006.

MACARI, M. & FURLAN, R.L. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. In: SILVA, I. J. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: **FUNEP**. cap.2, p. 31-87, 2001.

MAIA, A. S.C. ; SILVA, R. G. ; LOUREIRO, C. M. B. Respiratory heat loss of Holstein cows in a tropical environment. **International Journal of Biometeorology, Heidelberg**, v. 49, p. 332-336, 2005.

MCARTHUR, A. J. Thermal interaction between animal and microclimate: a comprehensive model. **Journal of Theoretical Biology**. Amsterdam, v.126, p. 203–238, 1987.

MITCHELL, H. H. The surface area of single comb white leghorn chickens. **Journal of Nutrition. Rockville Pike**, v. 2, p. 443, 1930.

MOREIRA, J.; MENDES, A. A.; GARCIA, E. A.; OLIVEIRA, R. P.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA, I. C. L. Avaliação de desempenho, rendimento de carcaça e qualidade da carne do peito em frangos de linhagens de conformação versus convencionais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1663-1673, 2003.

NASCIMENTO, S. T. & SILVA, I. J.O. As perdas de calor das aves: entendendo as trocas de calor com o meio. **Revista AviSite**, 2009. Disponível em: http://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocasdec calor.pdf. Acesso: 30/08/2012.

NASCIMENTO, S. T. **Determinação do balanço de calor em frangos de corte por meio das temperaturas corporais**. Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola, Piracicaba, 2010.

NAZARENO, A. C. **Ambiência pré-porteira: avaliação das condições bioclimáticas e das operações pré-eclosão na qualidade de pintos de corte**. Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Física do Ambiente Agrícola Piracicaba 2012.

PONCIANO, P.F., YANAGI JUNIOR, T., LIMA, R. R., SCHISSI, L., TEIXEIRA, V. H. Adjust of regression to estimate the rectal temperature of broilers for the first 14 of life. **Revista Agrícola de Jaboticabal**, v. 32, n. 1, p. 10-20, Jan/Fev, 2012.

SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, User's guide: Statistics, Version 9,0, NC; SAS Institute, 2009.

SHINDER, D.; RUSAL, M.; TANNY, J.; DRUYAN, S.; YAHAV, S. Thermoregulatory responses of chicks (*Gallus domesticus*) to low ambient

temperatures at an early age. **Poultry Science, Champaign**, n. 86, p. 2200-2209, 2007.

SILVA, R. G. **Introdução à Bioclimatologia Animal**. São Paulo, p. 286, Nobel 2000.

SILVA, R. G. **Trocas térmicas em aves**. In: Silva, I. J. O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: **FUNEP**, 2001. Cap. 3, p. 88-124, 2001.

SILVA, M. G. S. LIRA, M. DE A., SANTOS, M. V. F. DUBEUX JUNIOR, J. C. B. LINS, M. M., SILVA C. V. N. S. Dinâmica da associação de capim-milhã e capim-de-raiz em pasto diferido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2340-2346, 2011.

SILVA, T. P. N.; BATISTA, B. A.; MORRILL, W. B. B; PANDORFI, H.; ALMEIDA NETO, L. A. **Balanco de energia em galpão avícola no agreste pernambucano**. Simpósio de Construções Rurais e Ambientes Protegidos, IV **SIMCRA**. Viçosa – MG, Brasil, 07 a 09 de novembro de 2012.

TURNPENNY, J. R.; MCARTHUR, A. J. CLARK, J. A. , WATHES, C. M. Thermal balance of livestock: 1. A parsimonious model. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 101, p. 15–27, 2000.

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. **Poultry Science**, v. 83, p. 253-258, 2004.

YAHAV, S.; RUSAL, M.; SHINDER, D. The Effect of Ventilation on Performance Body and Surface Temperature of Young Turkeys. **World's Poultry Science Journal**, v. 61, p. 419-434, 2008.

YAHAV, S. Alleviating heat stress in domestic fowl: different strategies, **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v.65, p. 719-732, 2009.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

❖ Com base no levantamento tipológico das instalações avícolas foi possível analisar os aspectos quantitativos e qualitativos adotados na região, em termo de materiais, concepções arquitetônicas e técnicas construtivas. O que servirá como um inventário arquitetônico dos principais galpões avícolas utilizados na região pernambucana.

❖ A maioria dos aviários da região apresentou largura (66%) entre 10-12 m e para essas dimensões há necessidade de climatização artificial e para otimizar o uso dos equipamentos automáticos é recomendado para essa largura um comprimento de 10-12 m. Nos aviários com largura de 8-10 m (34%), que é o mais encontrado nas regiões de climas quentes e que foi as características dos cinco galpões analisados nos estudos de eficiência térmica e produtiva, é necessário que se tenta aberturas laterais e que o manejo de cortina sejam adequados. Nos galpões acima de 12 m é necessário que o ambiente interno seja totalmente controlado.

❖ O pé-direito é dimensionado em função da largura adotada para que ambos forneçam o condicionamento térmico natural do ambiente, sendo recomendado um pé-direito mínimo de 3 m. Na altura do pé-direito é importante que tenha presença de forro para que assim reduza a transferência de calor para as aves.

❖ Em todos os galpões da região notou a ausência de lanternim e como a maioria dos galpões apresentou largura acima de 8 m sua presença é imprescindível, pois irá permitir a saída do ar quente, possibilitando assim a renovação do ar.

❖ Através da eficiência térmica das instalações foi determinada a caracterização do ambiente térmico e as variáveis que influenciam o conforto térmico das aves e com isso pode-se observar a necessidade de equipamentos que forneçam condições ideais de conforto aos frangos de corte associada ao seu correto manejo.

ANEXO:

Tabela 19- Questionário quali-quantitativo para caracterização dos sistemas produtivos avícolas em estudo.

| CARACTERIZAÇÃO DA GRANJA: | | | |
|---|-------|--------------|------------|
| Empresa: | | | |
| Município: | | Estado: | |
| Endereço: | | | |
| Latitude: | | Altitude: | |
| Temperatura média: | Máx,: | Mín,: | Anual: |
| Classificação Climática: | | | |
| Linhagem: | | | |
| DESCRIÇÃO DO AVIÁRIO: | | | |
| Numero de galpões: | | | |
| Largura: | | | |
| Comprimento: | | | |
| Distância entre galpões: | | | |
| Altura do pé-direito: | | | |
| Largura do lanternim: | | | |
| Comprimento dos beirais: | | | |
| Altura da mureta: | | | |
| Tipo de cobertura: cerâmica () amianto () zinco () outro () | | Especifique: | |
| Numero de funcionários: | | | |
| Taxa de lotação: | | | |
| Existe pintura reflexiva no telhado (sim ou não) | | | |
| Presença de forro (sim ou não): | | | |
| Utilização de cortinas(sim ou não): | | | |
| Cor do forro e/ou cortinas: | | | |
| Observações: | | | |
| CONSTRUÇÃO: | | | |
| O projeto de construção dos aviários está de acordo com as normas vigentes em relação à: | | Sim | Não |
| Orientação geográfica (L-O) | | | |
| Distancias entre galpões | | | |
| Utilização de telas com malha não superiores a 2,5 cm | | | |
| Presença de lanternim | | | |
| Fechamentos transversais | | | |
| Existências de quebra-vento (barreira verde) | | | |
| Ao redor do aviário existe vegetação para cobertura do solo | | | |
| O sistema hidráulico atende com segurança e qualidade a: | | Sim | Não |
| Nebulização | | | |
| Limpeza e desinfecção dos equipamentos e instalações | | | |
| Condições do reservatório de água: | | | |
| Observações: | | | |
| EQUIPAMENTOS DO AVIÁRIO: | | | |

| | | |
|--|------------------|------------|
| Tipo de comedouros | | |
| Tipo de bebedouros | | |
| Tipo de aquecedores | | |
| Sistema ventilação | Aves/ventilador: | |
| Sistema de resfriamento | Nº de bicos: | |
| Automação desses sistemas | | |
| ESCOLHA DO TERRENO: | | |
| A alocação das instalações permite o usar adequadamente | Sim | Não |
| Os recursos naturais | | |
| Eletricidade | | |
| Fluxo de pessoas | | |
| Trânsito de veículos de carga para apoio a produção | | |
| Proximidade a vias de acesso: | | |
| Observações: | | |
| MANEJO DOS DEJETOS: | | |
| | Sim | Não |
| Existe algum programa de tratamento de resíduos? | | |
| A cama de frango é avaliada físico/quimicamente antes de seu aproveitamento? | | |
| É feita coleta e disposição do lixo orgânico, inorgânico e veterinário? | | |
| Quantas vezes a cama é reutilizada: | | |
| Qual o material utilizado como cama: | | |
| Observações: | | |