

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES EM AVIÁRIOS DE POSTURA
CONFORME ASPECTOS DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO DE
BASTOS**

JULIANA MEDEIROS DE MATTOS

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP–Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES EM AVIÁRIOS DE POSTURA
CONFORME ASPECTOS DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO DE
BASTOS**

JULIANA MEDEIROS DE MATTOS

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Targa

Co-orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU – SP

Fevereiro – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LARFARO - BOTUCATU (SP)

M387a Mattos, Juliana Medeiros de, 1977-
Avaliação das instalações em aviários de postura conforme aspectos de conforto térmico na região de Bastos / Juliana Medeiros de Mattos. - Botucatu : [s.n.], 2007. ix, 57 f. : il. color., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2007
Orientador: Luiz Antônio Targa
Co-orientador: Marco Antônio Martin Biaggioni
Inclui bibliografia

1. Conforto térmico. 2. Aves - Criação. 3. Construções rurais. 4. Aves. 5. Construções rurais - Aquecimento e ventilação. I. Targa, Luiz Antônio. II. Biaggioni, Marco Antônio Martin. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. IV. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

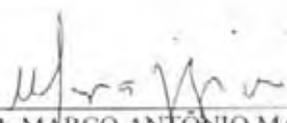
TÍTULO: "AVALIAÇÃO DAS INSTALAÇÕES EM AVIÁRIOS DE POSTURA
CONFORME ASPECTOS DE CONFORTO TÉRMICO NA REGIÃO DE
BASTOS"

ALUNA: JULIANA MEDEIROS DE MATTOS

ORIENTADOR: PROF. DR. LUIZ ANTÔNIO TARGA

CO-ORIENTADOR: PROF. DR. MARCO ANTÔNIO MARTIN BIAGGIONI

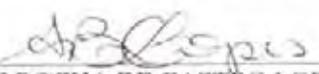
Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. MARCO ANTÔNIO MARTIN BIAGGIONI



PROF. DR. JOSÉ ROBERTO CORRÊA SAGLIETTI



DRª ANA BEATRIZ ROCHA DE CASTRO LOPES

Data da Realização: 26 de fevereiro de 2007.

Aos meus pais **José Barbosa de Mattos Filho** e **Claudete Medeiros Barbosa de Mattos**,
pelo amor, apoio, incentivo, paciência e por nunca me deixar desanimar.

DEDICO E OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, que me iluminou e me deu forças nos momentos em que mais precisei para vencer os obstáculos surgidos durante esse percurso.

À **UNESP** - Universidade Estadual Paulista “Julio Mesquita Filho”, pelas oportunidades oferecidas.

Ao **Prof. Dr. Luiz Antonio Targa**, pela compreensão e orientação.

Ao **Prof. Dr. Marco Antônio Martin Biaggioni**, pela co-orientação, amizade, confiança e incentivo na execução deste trabalho.

Ao **Sr Marcelo Minoru Maki**, proprietário da granja Maki e a todos os seus funcionários, pela atenção, confiança, colaboração para o desenvolvimento deste trabalho, viabilizando a execução do experimento a campo.

À **Dra Nilce Maria Soares Queiroz Gama**, pesquisadora do Instituto Biológico de Bastos – SP, pela confiança e ajuda na condução do experimento.

À amiga **Flavia Aléssio Marcelino**, vulgo “Gege”, pela amizade, pelo empréstimo do corredor para os churrascos das quintas-feiras e por ter me aceito como agregada da vossa kit.

Aos amigos e amigas que conquistei em Botucatu, **Rô, Sandrinha, Fernanda, Virola, Praga, Maca**, entre outros.

Às “**Magas**” e “**Magos**”, pela amizade e agradável companhia nos churrascos de final de semana.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VIII
LISTA DE FIGURAS.....	X
1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	2
3. INTRODUÇÃO.....	3
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	6
4.1 O ambiente avícola.....	6
4.2 Fisiologia e clima.....	7
4.3 Ambiente físico.....	12
4.3.1 Localização.....	12
4.3.2 Orientação.....	13
4.3.3 Disposição das construções.....	14
4.3.4 Proteção contra insolação.....	14
4.3.5 Dimensões recomendadas para as instalações avícolas.....	16
4.3.6 Arborização.....	16
4.4 Ventilação.....	17
4.5 Uso de forros.....	18
4.6 Uso do lanternim.....	19
4.7 Iluminação.....	20
4.8 Temperatura da água.....	21
4.9 Arquitetura bioclimática.....	22
4.10 Biosseguridade.....	22
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	23
5.1 Área experimental.....	23
5.2 Diagnóstico térmico da região.....	24
5.3 Tratamentos.....	25
5.3.1 Sistemas e instalações.....	25

5.3.2 Períodos de monitoramento.....	33
5.4 Variáveis ambientais e índices de conforto.....	33
5.5 Delineamento estatístico.....	35
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	36
6.1 Dados obtidos na primavera (P).....	36
6.1.1 Temperatura ambiente (TA).....	36
6.1.2 Umidade relativa do ar (UR).....	37
6.1.3 Efeito dos sistemas de condicionamento sobre os índices de conforto.....	38
6.1.4 Efeito do período do dia sobre os índices de conforto.....	39
6.1.5 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITU.....	40
6.1.6 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITGU.....	40
6.1.7 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para a CTR.....	41
6.2 Dados obtidos no verão (V).....	42
6.2.1 Temperatura ambiente (TA).....	42
6.2.2 Umidade relativa do ar (UR).....	43
6.2.3 Efeito dos sistemas de condicionamento sobre os índices de conforto.....	44
6.2.4 Efeito do período do dia sobre os índices de conforto.....	45
6.2.5 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITU.....	46
6.2.6 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITGU.....	47
6.2.7 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para a CTR.....	47
7. CONCLUSÕES.....	49
8. REFERÊNCIAS.....	50
APÊNDICES.....	56

LISTA DE TABELAS

Quadro	Página
1. ANAVA para os dados obtidos na determinação do desempenho térmico das instalações.....	34
2. Valores médios de temperatura ambiente, em °C, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período da estação primavera.....	36
3. Valores médios da umidade relativa do ar, em %, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período da estação primavera.....	37
4. Valores médios de ITU, ITGU e CRT obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento no período de 10 dias na primavera.....	38
5. Valores médios de ITU, ITGU e CRT obtidos nos diferentes horários do dia no período de 10 dias na primavera.....	38
6. Valores médios de ITU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento e horários do dia no período de 10 dias na primavera.....	39
7. Valores médios de ITGU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento e horários do dia no período de 10 dias na primavera.....	40
8. Valores médios de CTR obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento e horários do dia no período de 10 dias na primavera.....	41
9. Valores médios de temperatura ambiente, em °C, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período da estação verão	42
10. Valores médios da umidade relativa do ar, em %, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período da estação verão.....	43
11. Valores médios de ITU, ITGU e CRT obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento no período de 10 dias no verão.....	44
12. Valores médios de ITU, ITGU e CRT obtidos nos diferentes horários do dia no período de 10 dias no verão.....	45

13. Valores médios de ITU obtidos nos diferentes sistemas de acondicionamento e horários do dia no período de 10 dias no verão.....	45
14. Valores médios de ITGU obtidos nos diferentes sistemas de acondicionamento e horários do dia no período de 10 dias no verão.....	46
15. Valores médios de CTR obtidos nos diferentes sistemas de acondicionamento e horários do dia no período de 10 dias no verão.....	47

LISTA DE FIGURAS

Quadro	Página
1. Esquema para determinação das dimensões do lanternim.....	18
2. Ventilação do atíço.....	19
3. Localização do município de Bastos no estado se SP.....	23
4. Instalações internas do sistema natural (N).....	25
5. Planta esquemática do galpão natural (N).....	25
6. Fachada do galpão dos sistema natural (N).....	26
7 Instalações internas do sistema natural acondicionado (NA).....	27
8 Planta esquemática do galpão natural acondicionado (NA).....	27
9. Fachada do galpão dos sistema natura acondicionado (NA).....	28
10. Instalações internas do sistema artificial (A).....	29
11. Planta esquemática do galpão artificial (A).....	30
12. Vista externa do galpão artificial (A).....	30
13. Planta da localização dos galpões na granja.....	31
14. Termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro instalados no interior dos sistemas.....	32

1. RESUMO

O objetivo do trabalho foi apresentar análises e comparações sobre o desempenho térmico de um galpão para aves de postura, na região de Bastos, estado de São Paulo, adaptado a partir de alternativas naturais de acondicionamento, tendo como referências um galpão não adaptado, ou seja, de tipologia mais comum na região e outro acondicionado artificialmente. Os parâmetros avaliados foram: o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), o Índice de Temperatura de Globo Negro, Umidade e a Carga Térmica de Radiação (CTR) – foram calculados a partir de medidas de temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido, temperatura de globo negro e velocidade do ar. As medições foram realizadas, nos ambientes internos e externo, em quatro horários (5, 11, 15 e 16 horas) e duas estações (final da primavera e início do verão), durante dez dias consecutivos. Os resultados obtidos permitiram concluir que o galpão naturalmente acondicionado (NA) apresentou desempenho intermediário em relação aos demais, possibilitando o controle do ambiente em níveis adequados, somente, durante a primavera. Em todas as situações analisadas, o horário das 15 horas foi o que trouxe mais desconforto.

Palavras chave: conforto térmico, avicultura, construções rurais

EVALUATION OF THE LAYING HENS HOUSING BASED ON ASPECTS OF THERMAL COMFORT IN THE REGION OF BASTOS.

Botucatu, 2007. p. Tese (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: JULIANA MEDEIROS DE MATTOS

Adviser: Prof. Dr. LUIZ ANTONIO TARGA

Co-adviser: Prof. Dr. MARCO ANTONIO MARTIN BIAGGIONI

2. SUMMARY

The work aimed at presenting analyses and comparisons of the thermal performance of a laying hens housing in the region of Bastos, in the state of São Paulo, adapted from natural alternatives of acclimatization, having a not adapted housing as reference, that is, of a more common typology in the area, and another one, artificially acclimatized. The index evaluated was the temperature and humidity (THI), the black globe temperature and humidity index (GTHI) and the thermal radiation charge (TRC). Were calculated from the measurement of the temperature of dry bulb, temperature of humid bulb, temperature of black globe and air speed. The measurements were made both in the intern and the extern environment, at four times (5, 11, 15 and 16 o'clock) and in two seasons (late spring and early summer), for ten days in a row. The results allow us to conclude that the house naturally acclimatized (NA) has presented intermediate performance as compared with the others, making it to possible to control environment at adequate levels only during spring. In all the situations analyzed, the o'clock time has been the one that brought less comfort.

Keywords: thermal comfort, poultry, rural building

3. INTRODUÇÃO

A avicultura de postura brasileira, a exemplo de outros segmentos da produção animal sofreu um extraordinário processo de evolução técnica em todos os seus principais pontos de suporte: genética, alimentação, manejo, ambiente e sanidade. Estes fatores podem mesmo ser considerados como a base da avicultura, como atividade econômica, e de grande importância na produção de alimentos para a população humana (ALBUQUERQUE, 2004).

A avicultura de postura, no começo dos anos 70, era um negócio familiar, no qual o pequeno produtor era o único especialista, ou seja, entende de produção mas precisa entender também de comercialização, finanças, alianças estratégicas, garantir a qualidade de seu produto, a preservação do meio ambiente, do bem-estar das aves. As granjas de postura antigas eram bastante pequenas e sem nenhuma automação, nem sistemas de controle de ambiente. As instalações de 30, 20 anos atrás caracterizavam-se por galpões estreitos, baixos e não muito longos. Desta forma, buscava-se minimizar os efeitos do calor, onde os galpões totalmente abertos e de pouca largura propiciavam troca de ar natural um pouco mais rápida, embora ainda insuficiente (FUJIWARA, 2003).

Um desafio nas condições brasileiras, a definição de um modelo de edificação capaz de proporcionar melhor conforto térmico para os dias quentes e que permita um isolamento para que o calor gerado internamente não seja facilmente dissipado para o exterior em dias frios. Essa condição é mais complexa, pois os aviários devem ser versáteis,

com elevado poder de adaptação para responder às solicitações opostas: eliminar a radiação solar e ter ventilação abundante no verão; utilizar a radiação solar e controlar severamente a circulação do ar no inverno. Para atender às condições de frio e de calor, as instalações devem possuir dispositivos flexíveis que possam controlar o ambiente interno no aviário (ABREU, 1999).

Os aviários implantados no Brasil apresentam forte influência da indústria de equipamentos existentes nos países de clima temperado (USA e Europa). Esse fato associado à pouca observância nas fases de planejamento e concepção arquitetônica, por razões econômicas de curto prazo ou mesmo por desconhecimento, sem os ajustes necessários ao bioclima local, resultam em instalações que geram desconforto térmico, aumento de incidência de doenças ligadas a perda da qualidade do ar e da dependência energética. Levantamentos preliminares mostram que a maioria dos aviários no país são climatizados com recursos naturais ou artificiais, normalmente mal isolados e com diversos erros de concepção, implantação, construção e enorme índice de consumo de energia. Diante dessa constatação, não é surpresa encontrar altas taxas de mortalidade no período final de criação, depressão dos índices de produtividade (ganho de peso e conversão alimentar), bem como, o aumento dos gastos com energia elétrica nos períodos quentes do ano (ABREU e ABREU, 2001).

Construir e adequar instalações ao clima que permitam a manutenção da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar, em limites que proporcionem ambiente ideal no interior do aviário e às exigências das aves, sem aumento dos custos de produção, tem sido um grande desafio. Para tal, torna-se prioritário o estudo do microclima do local onde serão implantados os aviários (ABREU e ABREU, 2001).

O estudo do clima da região e/ou do local onde será implantada a exploração, determinando as mais altas e baixas temperaturas ocorridas, a umidade do ar, a direção e a intensidade do vento, definem o tipo ideal de edificação. Assim, é possível projetar aviários com características construtivas capazes de minimizar os efeitos do clima sobre as aves (ABREU, 1999).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo apresentar análises e comparações sobre o desempenho térmico de um galpão para aves de postura, na região de Bastos, estado de São Paulo, nas estações primavera e verão, adaptado a partir de alternativas

naturais de acondicionamento, tendo como referências um galpão não adaptado, de tipologia mais comum na região, e outro acondicionado artificialmente.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 O ambiente avícola

Como conceito, ambiente é o meio em que se vive, é o ar que nos cerca. O ambiente avícola vem se transformando à medida que a exploração avícola progride, aliada aos efeitos da temperatura que vem se elevando desde o fim da década de 70 (CAMPOS, 2000).

Nos anos 60, quando realmente iniciou-se a era vertiginosa da exploração avícola com a introdução de linhagens geneticamente melhoradas, a tecnologia estava presente em todos os segmentos de produção, tanto nas instalações e equipamentos quanto nas fábricas de rações e abatedouros; o desenvolvimento estava presente, porém o mercado estava apenas começando. Assistiu-se, naquela ocasião, a introdução de equipamentos que eram usados de maneira totalmente errônea, discussões entre técnicos que não estavam preparados para o desenvolvimento e entre técnicos que se defrontavam com criadores tradicionais que também não estavam preparados, enfim, as reuniões avícolas se baseavam em confrontos, às vezes pessoais, mas que eram importantes para a tomada de decisões. Foram 10 anos que realmente modificaram o “ambiente avícola” com o surgimento de projetos particulares, financiados ou não pelo governo, de âmbito nacional, apesar das condições difíceis de comunicação em todos os sentidos. Justamente como não poderia deixar de ser, já nos meados da década de 60, começaram a surgir as doenças, a princípio de maneira simples, depois foram se

transformando e se tornando quase que incontroláveis. O meio realmente estava favorecendo seu aparecimento com o aumento da população avícola aliado ao conceito antigo de instalações (CAMPOS, 2000).

Ao grande crescimento das fronteiras mercadológicas e o desenvolvimento científico contrapõe-se a pouca atenção que se deu, às técnicas de alojamento e, efetivamente, ao ambiente de criação de aves. Somente alguns anos, com a perspectiva da globalização que movimenta a economia mundial, a indústria avícola brasileira passou a buscar nas instalações e no ambiente, as possibilidades de melhoria do desempenho avícola, redução da mortalidade e dos custos de produção como forma de manter a competitividade. Assim, a produção de aves, de corte e de postura, em alta densidade de alojamento passou a ser amplamente usada e, desta forma, a exigência de conforto térmico ambiental, que já havia crescido muito com o aumento da precocidade das aves, passou a ser ainda maior, como resultado da elevação do número de aves por área habitada. Como consequência, a atenção ao adequado planejamento e projeto das instalações avícolas passou a ser priorizada (TINÔCO, 2001).

4.2 Fisiologia e clima

As aves são animais classificados como homeotermos, apresentando a capacidade de manter a temperatura interna constante. De acordo com os princípios da termodinâmica, isso significa que estes animais estão em troca térmica contínua com o ambiente. Porém, este processo só é eficiente quando a temperatura ambiente estiver dentro dos limites de termoneutralidade (SOUZA, 2005).

Em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, as aves terão dificuldade na transferência desse excedente de calor para o ambiente, ocasionando a elevação de temperatura corporal e, como consequência, o desconforto térmico e a queda de produção. Apenas parte da energia alimentar ingerida pelas aves é convertida na produção de ovos ou carne. O restante é empregado na manutenção fisiológica, nos mecanismos de homeotermia, ou perdido para o ambiente na forma de calor, através dos processos físicos de condução, convecção e radiação (SOUZA, 2005).

Segundo Campos (2000), o estresse calórico, apesar de ser uma palavra de uso corrente, surgiu com um médico canadense, Selye, em 1936, para definir um conjunto de

alterações fisiológicas denominado “síndrome geral de adaptação”; fisiologicamente, o estresse pode ser conceituado como qualquer alteração no equilíbrio homeostático do indivíduo. Porém, tratando-se das aves, o estresse, também denominado fatores de tensão, significa alterações que provocam um baixo rendimento no desempenho. O estresse calórico, para as aves significa estar acima ou abaixo da zona de conforto térmico. Durante o “estresse calórico”, pode ocorrer mortalidade quando a temperatura está acima de 38°C ou abaixo de -5 °C. As aves leves são mais resistentes a altas temperaturas (38 °C), e as pesadas, são mais resistentes a baixas temperaturas (-5 °C).

Alguns índices têm sido propostos e utilizados para prever o conforto ou o desconforto das condições ambientais. De modo geral, esses índices são baseados em um ou mais dos seguintes parâmetros: a temperatura do bulbo seco, a umidade relativa do ar, a velocidade e a radiação solar. O mais usual é o índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Kelly e Bond (1971), que procura indicar os efeitos combinados da temperatura e umidade do ar no conforto e desempenho do animal. Armstrong (1994), classificou o estresse térmico de acordo com a variação de ITU em brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). ITU abaixo de 72 caracterizaria um ambiente sem estresse por calor.

Buffington et al. (1981) mostram que o efeito da radiação não deve ser desprezado e propõe o índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), que incorpora a temperatura do ar, a umidade do ar, o vento e a radiação em um único valor. A temperatura do globo negro é obtida por meio de um termômetro de globo negro, o qual consiste de uma esfera oca de cobre, com 0,05 cm de espessura e 15 cm de diâmetro, enegrecida externamente com tinta de alta absorvidade, onde no centro aloja-se um termômetro, que fornece uma indicação dos efeitos combinados da temperatura e velocidade do ar e da radiação.

Pesquisas realizadas com frangos de corte em Belize, por Oliveira e Esmay (1981), mostraram que, para o verão, o aumento nos valores de ITGU de 80 para 82 ocasionou acréscimo de 42% na conversão alimentar e redução de 37% no ganho em peso para as aves criadas em área não sombreada, quando comparado com os animais criados em área sombreada. Concluíram os autores que o ITGU foi melhor indicador do conforto térmico que o ITU, e que a diferença entre os índices deveu-se ao efeito da radiação térmica sobre os animais, uma vez que eram idênticas as condições de vento e umidade do ar.

Em experimentos para diversas características de instalações e condições climáticas, observou que, na sétima semana de idade das aves, o aumento do índice de ITGU de 74 para 76,7, médias diárias tomadas entre 8 e 16 horas, refletiu em aumento de 41% na conversão alimentar e em decréscimo de 37,2% no ganho em peso das aves (TEIXEIRA, 1983).

Em trabalho realizado por Rosa (1984), foram obtidos, às 14 horas, em um dia típico de céu claro com 12,3 horas de insolação, em Viçosa, MG, valores de carga térmica de radiação (CTR) de $515,4 \text{ Wm}^{-2}$ para galpões com telhas de cimento amianto e $498,3 \text{ Wm}^{-2}$ para telhas de barro (francesa).

A maioria das edificações para criação intensiva de aves é construída em regiões cujos fatores climáticos diferem das exigências fisiológicas das aves. Para que ofereçam condições térmicas satisfatórias, com melhor desempenho animal e maior economia, é necessário projetá-las em função das condições climáticas onde a granja será construída. Muitos dos modelos de aviários implantados na avicultura resultaram de inovações introduzidas por técnicos e criadores ou absorção de tecnologias externas. Essas tecnologias nem sempre se revelaram adequadas às características climáticas predominantes no país (ABREU, 1999).

Considerando-se que o Brasil encontra-se localizado até a latitude de 30° sul, ou seja, na faixa mais quente do planeta, com médias de temperatura oscilando entre 20 a 25°C ao longo do ano, verifica-se que o país inspira uma situação de maior cuidado com o estresse por calor do que propriamente por frio, embora se deva também contemplar as prerrogativas necessárias ao conforto térmico no inverno e nas fases iniciais da vida da ave. Caso não se atente para esse fato ao se planejar uma instalação avícola, fatalmente, ocorrerá uma situação de desconforto térmico por calor que comprometerá substancialmente o desempenho das aves (TINÔCO, 2001).

Segundo Tinôco (2001), a pouca observância ao acondicionamento térmico natural é grave, uma vez que, por se tratar de instalações abertas, essa seria a forma mais eficaz de se resolver os problemas térmicos decorrentes dos alojamentos avícolas. Vale a ressalva de que, basicamente, o único envoltório que separa a ave do ambiente externo é a cobertura, já que as cortinas laterais são débeis e não conseguem isolar em nada o galpão, sendo sempre prejudiciais nos períodos quentes, pois barram a ventilação natural. Esses

aspectos ilustram a importância que assume a adequada escolha dos materiais de cobertura e suas associações, bem como a concepção arquitetônica e o paisagismo circundante, os quais tem a finalidade de, em conjunto, amenizar as adversidades climáticas, tanto para os períodos de frio, quanto de calor.

Como o Brasil é um país de clima tropical, os aviários são projetados para atender os efeitos indesejáveis do calor. No entanto, não existe um modelo padrão de aviário que atenda todas as variações climáticas no País. Um aviário para a região centro-oeste não é o mesmo para a região sul. Existem sempre as peculiaridades adversas do clima que exigem construções diferenciadas (ABREU, 1999).

As trocas de calor entre animal e ambiente apresentam dois fluxos:

- a) *Calor sensível ou não evaporativo* - que envolve os processos de condução, radiação e convecção (BAËTA, 1998). *Condução* é o ganho ou perda de calor através de energia térmica durante a colisão entre moléculas. Esse mecanismo pode ser observado no animal em contato com outras substâncias como ar, água, piso das instalações. *A radiação* é o processo no qual a superfície de todos os objetos emitem calor na forma de ondas eletromagnéticas. Em aves o ganho por calor é significativo se considerarmos a insolação e a energia térmica proveniente de telhados e instalações. *A convecção* é a troca de calor através de correntes aéreas, e é dependente da temperatura da superfície corporal, da temperatura e velocidade do ar ao redor do corpo. A ventilação favorece as perdas de calor entre aves e o ambiente.
- b) *O calor latente ou evaporativo* envolve processos de evaporação e condensação (BAËTA, 1998). *A evaporação* é a troca de calor através da mudança do estado da água de líquido para gasoso, sendo este processo um carreador de calor para fora do corpo do animal. A perda de calor em aves ocorre principalmente através do trato respiratório. Como a evaporação é dependente da pressão de vapor d'água, a medida em que aumenta a umidade do ar, a perda por evaporação diminui. É importante o controle da umidade do ar

dentro das instalações; em ambiente de temperatura e umidade do ar elevada, as perdas de calor latente são prejudiciais e a condição de estresse é acentuada. A *condensação* é um mecanismo sem importância entre o animal e o ambiente.

Todos os ajustes e ações sobre o organismo animal podem se refletir na produtividade final de um lote e no seu custo final. As condições ambientais que oferecem os menores desgastes para as aves, por produzirem os melhores resultados, situam-se em faixas ou limites denominadas zonas de conforto térmico (CURTIS, 1983).

Segundo Macari (2003), quando as condições de ambiente climatizado são inexistentes ou pouco eficazes, é fundamental que o técnico entenda os mecanismos biológicos de controle de temperatura da ave em condições de estresse de calor, para que se possa adotar os procedimentos de preparo do galpão. Antes de investir em sistemas sofisticados de condicionamento térmico é importante observar as características de cada aviário, seja visando à readaptação de galpões convencionais ou mesmo durante a concepção de novas instalações. Assim, aspectos como localização, orientação, dimensões, pé-direito, beirais, telhado, lanternim, quebra-ventos, sombreiros e arborização externa devem ser cuidadosamente estudados.

Na produção de poedeiras, o meio ambiente é de extrema importância e três fatores se destacam em sua composição: temperatura, umidade relativa e ventilação, sendo que as aves têm exigências diferentes conforme a idade. Assim, temos na fase inicial de cria um período, no qual a ave é exigente em calor. Posteriormente, na fase de postura observa-se uma correlação inversa entre a temperatura e a produtividade, pois a ocorrência de altas temperaturas ambientais irá provocar queda no consumo de ração, pois a ave tenta reduzir metabolismo para diminuir o calor metabólico, com conseqüentes menor produção, menor peso dos ovos e pior qualidade de casca e clara, aumento do consumo de água e também aumentos da temperatura corpórea e da respiração ofegante. Desta maneira, a ave tem que procurar dissipar calor e quanto mais a temperatura ambiente aproxima-se da corporal, maior a dificuldade do sistema orgânico em manter o seu funcionamento (ALBUQUERQUE, 2004).

4.3 Ambiente físico

Trata-se do ambiente que vai fornecer às aves todas as condições de conforto favoráveis ao seu desempenho. Muitas vezes, tanto o produtor como o técnico, esquecem que as aves estão confinadas, dessa maneira são privadas de levar uma vida em condições naturais, portanto, tudo aquilo que elas necessitam deve ser fornecido pelo responsável; se as condições naturais não são ideais, elas reclamam com um desempenho fora dos padrões. (CAMPOS, 2000).

Curtis (1983) define o ambiente como a soma do impacto de fatores físicos, químicos, biológicos e sociais, que atuam e interagem influenciando o desempenho animal. Dentre estes, destacam-se temperatura, radiação, poeira, composição química do ar, doenças, fatores que promovem reações comportamentais, etc. Esses fatores variam com a estação do ano e com a localização da região, bem como, por razões intrínsecas ao próprio animal como idade, sexo e alimentação fornecida. Ele distingue duas classes de modificações ambientais: as primárias e as secundárias. Modificações ambientais primárias são aquelas relacionadas ao invólucro, ou seja, aquelas relacionadas com o abrigo, com o galpão avícola propriamente dito e que permitem proteger a ave durante períodos em que o clima se apresenta extremamente quente ou frio, ajudando-a a aumentar ou reduzir sua perda de calor corporal. As modificações primárias correspondem ao acondicionamento térmico natural. As modificações secundárias correspondem ao manejo do microambiente interno das instalações. Geralmente envolvem um nível mais alto de sofisticação e compreendem processos artificiais de ventilação, aquecimento e refrigeração. As modificações secundárias, devem vir apenas após esgotados todos os recursos das modificações primárias e quando se pretende aumentar a densidade de alojamento de animais.

4.3.1 Localização

A localização das granjas é de suma importância para a obtenção de resultados satisfatórios no desenvolvimento da atividade. Em qualquer circunstância, para a instalação de novos complexos avícolas, sempre é preciso um estudo prévio ou planejamento das condições mínimas necessárias ao bom funcionamento das instalações. A localização das

instalações deve ter em vista a redução da carga térmica de radiação, assim como concepção arquitetônica no desenho dos volumes. Convém atentar para o fato de que ao se planejar uma obra, deve-se evitar terrenos de baixada, evitando problemas com alta umidade, baixa movimentação de ar e insuficiente insolação higiênica no inverno. Deve-se estar atento também à possível obstrução do ar por outras construções e barreiras naturais e artificiais próximas aos galpões avícolas, o que dificultaria a ventilação natural, trazendo prejuízos ao conforto térmico no verão (TINÓCO, 2001).

4.3.2 Orientação

Para o clima tropical e subtropical, o eixo longitudinal dos pavilhões avícolas deve estar orientado no sentido leste-oeste, com o que se conseguira que a superfície exposta a oeste seja a menor possível, evitando-se sobreaquecimento pela forte insolação nas longas tardes de verão; que ao se dispor de uma fachada orientada totalmente a norte, o sol de inverno, que sobe pouco no horizonte, penetre até o interior do edifício em decorrência do deslocamento paralelo ao plano da trajetória aparente do sol para o norte, o que é desejável, enquanto no verão o próprio beiral atuará como guarda-sol (no caso do hemisfério sul); que tendo duas fachadas, uma permanentemente quente e a outra permanentemente fria, favorece-se também a ventilação natural naqueles edifícios que não dispõem de outro meio de ativa-la. (TINÓCO, 2001).

A orientação leste-oeste em galpões para confinamento de animais é recomendado universalmente, a fim de minimizar a incidência direta do sol sobre os animais através das laterais da instalação, já que nesse caso o sol transita o dia todo sobre a cumeeira da instalação. Porém, em certos locais, este tipo de orientação pode prejudicar a ventilação natural, podendo ser a orientação norte-sul mais recomendável, quando se faz o cálculo do balanço térmico total do abrigo. Em outros locais, a própria topografia do terreno impede que o aviário seja construído na orientação leste-oeste. Nestes casos, sugere-se que a radiação incidente nas laterais do abrigo seja amenizada através do uso de beirais maiores, além do plantio de árvores e arbustos ao redor das instalações para sombreamento (SOUZA, 2005).

4.3.3 Disposição das construções

O afastamento entre galpões deve ser suficiente para que uns não atuem como barreira à ventilação natural nos outros. Assim, recomenda-se afastamento de 10 vezes a altura da construção para os primeiros galpões a barlavento, 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, deve-se possibilitar afastamentos entre galpões de no mínimo 35 a 40 m. (TINÔCO, 2001).

4.3.4 Proteção contra insolação

A principal causa do desconforto térmico dos galpões avícolas no verão é a insolação, a qual durante o dia, contribui com a parcela mais substancial de calor que penetra na construção, especialmente no caso de galpões abertos, como é o caso do Brasil. Para atenuar o efeito da insolação, o primeiro artifício objetivando o conforto térmico em climas quentes é o sombreamento natural ou artificial. Segundo Bond et al. (1976), o sombreamento pode reduzir, em muitas regiões, cerca de 30% da carga térmica de radiação (CTR) incidente sobre o animal.

O tipo de sombra ideal, segundo Kelly et al. (1950), embora seus valores comparativos sejam de difícil mensuração, é a sombra produzida por árvores, pois a vegetação transforma parte da energia solar, pela fotossíntese, em energia química latente, reduzindo os efeitos da insolação durante o dia. Assim, o emprego de árvores altas pode produzir um microclima ameno nas instalações, devendo-se evitar árvores que possam diminuir a ventilação no interior (quebra-ventos).

De acordo com Santos et al. (1993), Turco et al. (1994), Abreu et al. (1995), Tinôco (1996), Baêta e Sousa (1997) e Zanolla (1998), para condições brasileiras, o sombreamento através de coberturas reduz entre 20 e 40% da carga térmica de radiação no interior de instalações para animais. Bond et al. (1969) mediram a radiação térmica recebida de várias partes da instalação que envolviam um animal à sombra e concluiu-se que 28% da

carga térmica radiante provinha do céu, 21% do material de cobertura, 18% da área não sombreada e 33% da área sombreada. Assim, os autores concluíram que a quantidade de carga térmica de radiação devido ao material de cobertura e sua sombra detém mais de 50% da radiação térmica total.

A cobertura reduz a carga térmica de radiação proveniente do sol e do céu, e substitui uma área de solo aquecido por uma área de solo sombreado, mas adiciona uma nova fonte de energia: o material de cobertura. Assim, é no telhado que a radiação solar atua com maior intensidade, sendo que o fluxo de calor que atravessa o mesmo no pico de calor é da ordem de cinco vezes maior que aquele disperso no ambiente interno. Esse calor pode ser controlado pela ventilação adequada e o efeito da radiação pelo isolamento térmico (NÄÄS, 1989).

Vale a ressalva, contudo, de que mesmo à sombra, a ave está sujeita à radiação indireta oriunda do céu distante, do solo sombreado, do solo aquecido e das estruturas que estejam próximas ao local (TINÔCO, 2001).

Rosa (1984), trabalhando com três materiais de cobertura: barro, cimento amianto e alumínio, com objetivo de avaliar a influência desses materiais no índice de conforto térmico ambiente, em condições de verão, na cidade de Viçosa, MG; concluiu que a cobertura feita com telha de barro foi mais efetiva na redução da carga térmica de radiação (CTR), seguido do alumínio e, por último, o cimento amianto, resultados semelhantes aos obtidos por muitos outros pesquisadores e realizados em várias universidades e estações climáticas brasileiras.

Embora as telhas de barro apresentem melhor desempenho térmico, a cobertura executada com telhas onduladas de cimento-amianto, apresenta custo de construção inferior àquela executada com telhas de barro, devido, principalmente, à estrutura de suporte ser mais leve e a menor quantidade de mão-de-obra empregada (TCPO 7, 1980), sendo também de mais rápida execução e apresentando maior facilidade de limpeza, justificando a preferência desse tipo de cobertura pelos avicultores.

4.3.5 Dimensões recomendadas para as instalações avícolas

A largura a ser considerada para o galpão está relacionada ao clima da região onde o mesmo será construído e ao projeto de organização das gaiolas. Segundo Tinôco (1996), normalmente recomenda-se como limites máximos:

- larguras até 8,00 a 10,00 m – clima quente e úmido
- larguras até 10,00 a 14,00 m – clima quente e seco

No que diz respeito ao pé-direito, desde 1950, Kelly et al. verificou que, à medida que se aumenta o pé-direito de uma cobertura, não se altera o tamanho da sombra, mas diminui a temperatura do solo, porque a sombra se move mais rapidamente. Segundo esses autores, em locais onde a ocorrência de céu descoberto, altas temperaturas, baixa precipitação e baixa umidade são constantes, coberturas com pé-direito variando de 3,00 a 4,00 m são recomendadas, pois possibilitam maior exposição dos animais ao céu, que geralmente é mais frio que a superfície animal. Esses autores mostraram em seus estudos que, aumentando-se a altura do abrigo, os animais na sombra ficam expostos a maior exposição do céu frio, possibilitando, assim, aumento do efeito de arrefecimento térmico ambiente.

Conforme Givens (1965), em locais onde o céu se apresenta total ou parcialmente encoberto e com alta umidade relativa, instalações com pé-direito alto não são recomendadas, pois expõem o animal a maior carga térmica de radiação. Esse acréscimo se deve, provavelmente, à reflexão da radiação solar pelas nuvens. De acordo com Kelly et al. (1957), pé-direito alto é recomendado para áreas com céu claro e baixa umidade relativa do ar.

4.3.6 Arborização

De acordo com Cavalhiero (1994), algumas considerações devem ser observadas no planejamento de uma arborização, sob o aspecto do conforto ambiental: as árvores possibilitam a diminuição da temperatura do ar de 6 a 8°C através da transpiração, do sombreamento, enriquecimento da umidade relativa do ar, e através da fotossíntese.

Menezes (1996), em trabalho sobre a influência da arborização no desempenho térmico de aviários dos índices de conforto térmico e produção de ovos verificou que há um efeito altamente significativo da arborização na redução da temperatura interna dos aviários,

bem como na variação entre as temperaturas internas e externas da região, na temperatura de globo negro, nos índices de conforto térmico, e principalmente na produção total de ovos. A temperatura interna às 16 horas, dos aviários localizados na região arborizada foi 3°C (10,3%) inferior que nos aviários da região não arborizada.

O mesmo autor verificou, que variação da temperatura interna dos aviários em função de regiões arborizadas e não arborizadas, no horário das 16 horas. Com relação a temperatura de globo negro, houve uma redução de 3,3°C (11,32%), também com relação a carga térmica de radiação (CTR), observou-se que houve uma redução de 22,5 W/m² para a região arborizada. Relacionando a produção total de ovos, fez-se uma análise por aviários individuais e por seção (conjunto de 12 aviários), verificou-se que na região arborizada, a produção do aviário foi 23,1% superior ao da região não arborizada, e na comparação entre as seções essa diferença foi de 12,5%.

4.4 Ventilação

Uma instalação avícola ideal em termos de conforto térmico proporcionado às aves, prevê uma circulação de ar adequada com a finalidade de remover o excesso de umidade e calor concentrado no interior dos galpões. Em casos de meses mais frios, é desejável manter a temperatura interna do aviário em níveis adequados à sobrevivência e produtividade do lote. Neste caso, a função da ventilação seria apenas renovar o ar interno, controlando a concentração de gases, poeira e vapor d'água produzidos no interior dos aviários. Esta ventilação pode ser natural, através de aberturas laterais, que permitam a entrada do vento externo e/ou utilização do princípio de termossifão com construção de lanternins. No caso de ventilação forçada, pode-se fazer o uso de ventiladores e/ou exaustores. Convém ressaltar que na maioria das regiões produtoras do país, somente a ventilação natural não é o suficiente para manter lotes mais pesados dentro da região de termoneutralidade (CURTIS, 1983).

O fluxo de ar que entra ou sai de uma construção depende de pressão entre os ambientes interno e externo, da resistência ao fluxo de ar oferecida pelas aberturas, obstruções internas e de uma série de implicações relativas à forma do prédio. O dimensionamento de um sistema de ventilação natural é complexo, especialmente porque as

quantidades, intensidade e direção dos ventos modificam-se continuamente. Outro aspecto relevante é que os efeitos da incidência de ventos ficam muito reduzidos quando o pavilhão situa-se longitudinalmente em relação à principal direção do vento. Por exemplo, no caso do Brasil, em que predomina na maior parte das regiões o vento vindo do sul; o eixo da instalação (tomado na cumeeira) deverá ter direção do oeste para leste, para que os benefícios do vento sejam os maiores possíveis (TINÔCO, 2001).

Controlando-se convenientemente a entrada de calor no aviário, bem como facilitando a saída do calor produzido, a ventilação passa a ser uma complementação dos requisitos de conforto. A ventilação é um meio eficiente de redução da temperatura dentro das instalações avícolas, por aumentar as trocas térmicas por convecção. Desvios das situações ideais de conforto originam surgimento de desempenho baixo do lote, em consequência de estresse e o uso de artifícios estruturais para manter o equilíbrio térmico entre a ave e o meio, são necessários. A ventilação adequada se faz necessária também para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, proveniente da água liberada pela respiração das aves e através dos dejetos; e para permitir a renovação do ar regulando o nível de oxigênio necessário às aves, eliminando gás carbônico e gases de fermentação (ABREU e ABREU, 2000).

Segundo Souza (2005), em aviários lateralmente abertos, o manejo de cortinas é fundamental para obter um lote saudável, elevado bem-estar e produtivo durante todo período de crescimento do lote. Um bom manejo da ventilação, significa evitar súbitas mudanças na temperatura do aviário.

4.5 Uso de forros

No Brasil, o uso de materiais isolantes no forro, muitas vezes se torna antieconômico. Não é recomendado em regiões que predominem altas taxas de umidade relativa, por facilitar a ocorrência de condensação do vapor d'água no material poroso do forro, o que o torna apenas mais uma barreira física, para entrada do calor de radiação solar. Porém, através de pesquisas, demonstrou-se que a presença de forro é crucial para que se tenha um bom desempenho na ventilação dos aviários, além de reduzir a condução do calor externo para o interior dos aviários. A presença do forro reduz a entrada de calor na instalação no verão, e a saída de calor no inverno (SOUZA, 2005).

4.6 Uso do lanternim

Na ventilação térmica, as diferenças de temperatura provocam variações de densidade do ar no interior dos aviários, que causam, por efeito de tiragem ou termossifão, diferenças de pressão que se escalonam no sentido vertical. Essa diferença de pressão é função da diferença de temperatura entre ar no interior e exterior do aviário, das áreas de entrada e de saída do ar e da diferença de nível entre elas. Esse efeito é também denominado “efeito chaminé” e, considerando um aviário naturalmente ventilado, esse efeito existe independentemente da velocidade do ar externo, podendo favorecer ou prejudicar a tiragem natural (ABREU e ABREU, 2000).

Um telhado dotado de grande inclinação motiva, maior velocidade do ar sobre a cumeeira e, como consequência, ocorre uma pressão negativa mais acentuada, sendo o ar mais rapidamente succionado para fora da dependência, o que é desejável. Uma forma de direcionar o fluxo de ar é localizar a abertura de saída de ar na cumeeira, pois, nessa região há sempre alguma pressão negativa. Uma abertura com essas características, é denominada de lanternim (Figura 1). Recomenda-se que o lanternim seja construído em duas águas, disposto longitudinalmente em toda extensão do telhado, ser equipado com sistema que permita fácil fechamento e com tela de arame para evitar a entrada de pássaros. Deve permitir abertura mínima de 10% da largura do aviário, com sobreposição de telhados com afastamento de 5% da largura do aviário ou 40 cm no mínimo. As extremidades do lanternim devem estar no máximo a 5 cm da abertura do telhado para evitar entrada de chuva no aviário (ABREU e ABREU, 2000).

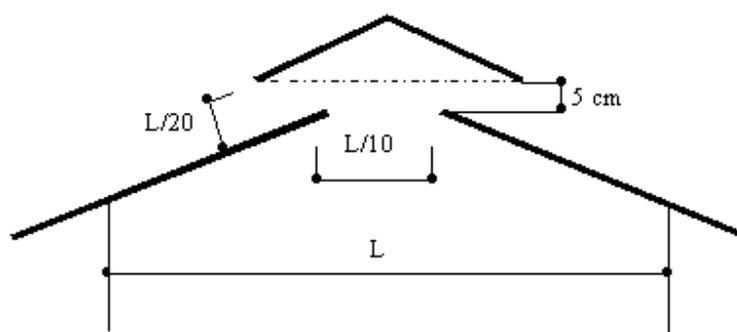


Figura 1 – Esquema para determinação das dimensões do lanternim.

Outro modo eficiente de reduzir a carga térmica em épocas quentes é a ventilação do atico; colchão de ar que se forma entre a cobertura e o forro (Figura 2). Essa técnica consiste em direcionar o fluxo de ar para o lanternim, por meio de aberturas feitas ao longo do beiral da construção. A técnica de acrescentar aberturas na cobertura é indicada mesmo que exista forro. Nesse caso, é necessário distribuir de forma adequada, algumas aberturas no forro.

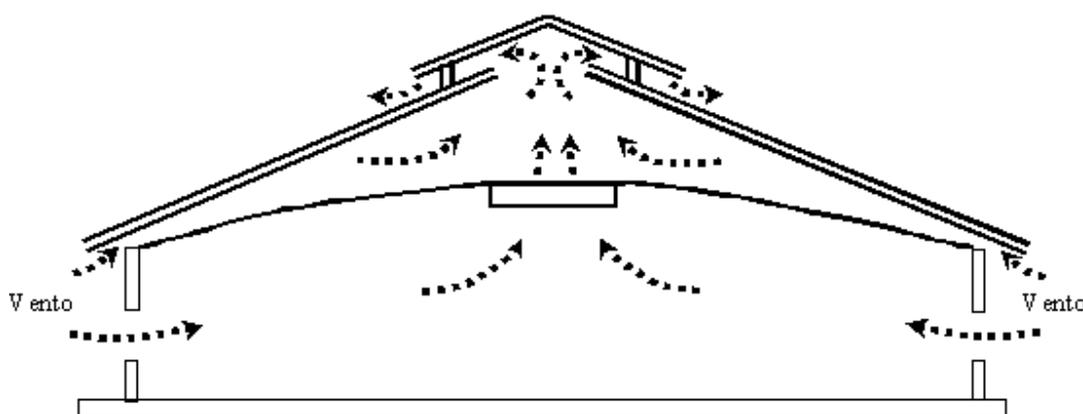


Figura 2 – Ventilação do ático.

4.7 Iluminação

A iluminação é o outro fator de extrema importância no inverno. Programas de luz são utilizados para otimizar o ganho de peso, a eficiência alimentar, as características de carcaça e o estado sanitário do plantel. Igualmente à temperatura, umidade e qualidade do ar tem de estar em níveis adequados para manter o bem estar das aves no aviário. A qualidade do material utilizado na construção do aviário também influencia na manutenção do ambiente ideal (ABREU, 2002).

O fator luz ou luminosidade, como elemento indispensável à produção das aves, foi inicialmente reconhecido em 1944. Naquela ocasião, o efeito da luz sobre a idade da maturidade sexual e sobre a posterior taxa de ovulação das poedeiras foram estudados intensamente, chegando-se a conclusão do valor que a luz exerce sobre a melhoria de

produção das poedeiras. Entretanto, a produção industrial, tanto de frangos de corte como de poedeiras e reprodutoras, estava apenas em conjecturas (CAMPOS, 1975).

Por volta de 1960, estando já implantados os diversos setores de produção e comercialização, consolidando assim, a indústria avícola, iniciou-se o emprego constante de novas técnicas com o objetivo de melhorar economicamente a produção. Desta maneira, os trabalhos pioneiros sobre os efeitos da luz na produção das aves passaram a ser divulgados, motivando novas pesquisas no setor. Surgiram diversos programas de iluminação, uns simples, outros bastante complicados, sendo que atualmente esses programas constituem parte integrante do bom manejo das granjas de produção avícola (CAMPOS, 1975).

Estudos (IESNA, 2001), mostram que a duração ótima da luz diária é de 14 horas e que valores acima de 17 horas podem prejudicar a produção de ovos. Como o sistema visual da ave responde a radiações luminosas na faixa do espectro visível entre 664 e 740 nm, as lâmpadas empregadas nos aviários devem emitir nessa faixa. Os dados (IESNA, 2001), também indicam que uma iluminância mínima de 10 lux é recomendada para a produção de ovos. Iluminâncias superiores a 10 lux não levam a qualquer benefício adicional e podem prejudicar a produção, favorecendo comportamentos de agressividade, hiperatividade e canibalismo.

Pela importância do programa de luz a que são submetidas tanto as aves em crescimento como aquela em postura, é imprescindível a instalação de um gerador próprio na granja para emergências de corte de luz da rede externa, se esta existir (ENGLERT, 1998).

4.8 Temperatura da água

Durante os períodos de altas temperaturas, os lotes aumentam sua demanda pela ingestão de água. A relação entre a taxa de ingestão de água pela ingestão de alimentos é de aproximadamente 2:1 sob temperaturas de 21°C, mas aumenta para 8:1 sob temperaturas acima de 38°C. Desta forma, deve-se deixar uma quantidade de água suficiente disponível ao lote. Bebedouros adicionais podem auxiliar na melhor distribuição de água ao lote sob condições de estresse térmico. Resfriar a água de bebida através de uma maior taxa de renovação da água dos bebedouros, tem demonstrado resultados favoráveis na diminuição dos efeitos negativos de estresse térmico. Linhas menores de distribuição de água no interior dos

aviários também tem auxiliado na diminuição da temperatura da água de beber (SOUZA, 2005).

4.9 Arquitetura bioclimática

Chama-se arquitetura o estudo que visa harmonizar as construções ao clima e características locais, pensando no homem que habitará ou trabalhará nelas, e tirando partido da energia solar, através de correntes convectivas naturais e de microclimas criados por vegetação apropriada. É a adoção de soluções arquitetônicas e urbanísticas adaptadas às condições específicas (clima e hábitos de consumo) de cada lugar, utilizando para isso, a energia que pode ser diretamente obtida das condições locais. A arquitetura bioclimática não se restringe a características arquitetônicas adequadas. Preocupa-se também com o desenvolvimento de equipamentos e sistemas que são necessários ao uso da edificação (aquecimento de água, circulação de ar, iluminação, conservação de alimentos, etc) e com o uso de materiais de conteúdo energético tão baixo quanto possível. (ARQUITETURA...)

Lamberts et al. (1997) definem arquitetura bioclimática ou arquitetura adaptada ao clima, como aquela em que a qualidade ambiental e a eficiência energética são obtidas mediante o aproveitamento racional dos recursos naturais, de modo a contribuir com o equilíbrio do ecossistema que está inserido.

4.10 Biosseguridade

Biossegurança pode ser entendida como desde a higiene pessoal da equipe de trabalho da granja, isolamento da propriedade, limpeza dos galpões e gaiolas, desinfecção e controle de veículos, ração de qualidade, programa de vacinação correto e em dia, ao transporte das aves ao abatedouro ou embalagem dos ovos (GAMA, 2002).

O sucesso desse programa só será alcançado desde que todos esses componentes funcionem em plena harmonia.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área experimental

O estudo foi realizado em aviários de postura localizados na região da cidade de Bastos, interior do estado de São Paulo, a uma altitude de 450 m, tendo como coordenadas geográficas 21°55'14" de latitude sul e 50°44'07" de longitude oeste de Greenwich (Figura 3). O clima dessa região segundo a classificação de Köppen, é Cwa, ou seja: clima quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e com verão quente, com temperatura máxima já registrada de 38°C e mínima de -4°C.

O município de Bastos, conhecido como a capital nacional do ovo, já foi pólo produtor de café e de algodão. Hoje, início do século XIX, segundo a Associação Comercial e Industrial do município, 74% de sua economia gira em torno do comércio de ovos; principal locomotiva local desde a década de 1950. A cidade soma pouco mais de 20 mil habitantes, desses, 1500 trabalham diretamente com a avicultura de postura.

Bastos possui, aproximadamente, 100 granjas avícolas, mais de 8 milhões de aves alojadas, sendo 5,6 milhões de poedeiras e cerca de 2,4 milhões em formação. A cidade chega a produzir 4.200 milhões de ovos por dia, o que resulta em uma produção de 1.533 bilhões de ovos por ano, ou seja, 48,6 ovos por segundo. Responsável por 26,5% da produção do Estado e 10,5% da população do país, o consumo de ração balanceada é de 20 mil

toneladas e o consumo mensal de milho é de 12.150 toneladas. A produção mensal de esterco é de 4,8 toneladas.

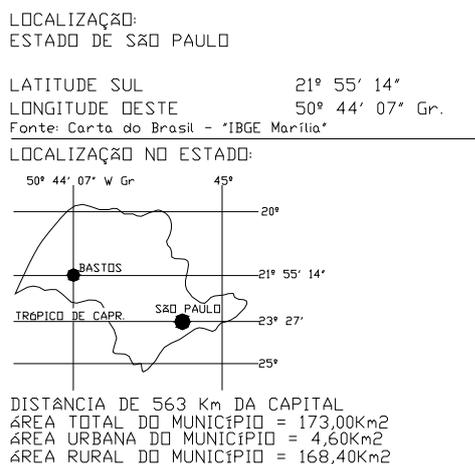


Figura 3 – Localização do município de Bastos no estado de SP

O experimento foi desenvolvido na Granja Maki – seção Glória I, onde se encontravam todos os galpões selecionados a fim de manter um mesmo padrão das condições físicas e climáticas para os galpões e permitiu com que as leituras fossem feitas quase que simultaneamente.

5.2 Diagnóstico térmico da região

Baseado no procedimento de diagnóstico climático proposto por Perdomo (1999), foram coletados os seguintes dados (médias mensais): temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa, velocidade e direção do vento. As informações resultaram de uma série histórica de cinco anos que foram fornecidas pela Casa da Agricultura do município de Tupã-SP e pela Estação Meteorológica de Presidente Prudente-SP.

Os resultados obtidos no diagnóstico térmico (Apêndice 1), mostraram temperatura quente no período do dia e confortável no período da noite, chegando-se a

conclusão que os galpões localizados na região de Bastos devem funcionar como dissipadores de calor; em vista disso, verificou-se que, fosse necessário que os galpões recebessem um tratamento, afim de acondicioná-los de maneira que a temperatura interna não causasse desconforto término, evitando o “estresse” nas aves.

5.3 Tratamentos

5.3.1 Sistemas e instalações

Foram analisadas as influências de três sistemas de condicionamento:

Sistema 1 – galpão natural (N): é aquele com tipologia mais comum na granja, sem quaisquer modificações (Figura 4);

Características físicas:-

O galpão utilizado possui 3,5 mil aves alojadas, da linhagem Hisex Brown, 7 meses de idade, possui dimensões de 100,00 x 3,50 m, com estrutura de madeira e telhado, sem lanternim, em duas águas com 0,60 m de beiral. A orientação foi norte-sul; o pé-direito de 3,05 m; fechado com lona lateralmente até a altura de 1,00 m no lado oeste e tela no leste. As extremidades eram abertas com uma distância de 2,00 m até o início das gaiolas, as quais alojavam 4 a 5 aves em cada, com dimensões 50x45x40 cm. As gaiolas eram distribuídas em 2 degraus, cujo primeiro, com altura de 0,50 m do piso e o segundo a 1,00 m do piso, o qual era concretado, e a cobertura em telha de barro francesa (Figura 5).

O abastecimento de água era feito por uma caixa d' água com capacidade de 100 L e o consumo diário de ração era em média 240 kg. A distribuição da ração era feita nos horários de 5, 7, 9, 14, 16, 18, 19:30 horas; a produção diária era em média de 110 bandejas e a mortalidade 3 aves por dia (Figura 6).



Figura 4 – Instalações internas do sistema natural (N)

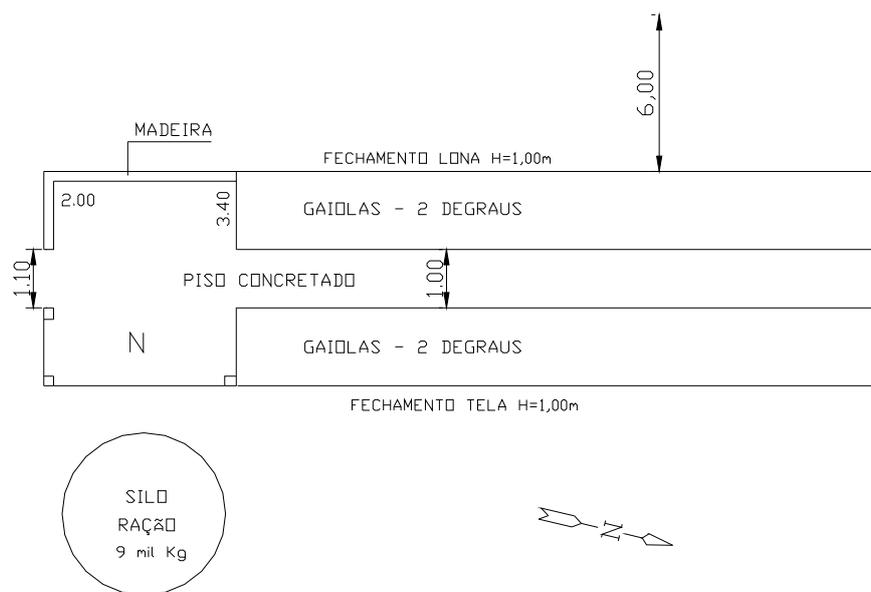


Figura 5 – Planta esquemática do galpão natural (N)



Figura 6 – Fachada do galpão do sistema natural (N)

Sistema 2 – galpão natural acondicionado (NA): é aquele que foi acondicionado por métodos naturais, baseando-se no resultado obtido com o diagnóstico térmico da região (Figura 7);

Características físicas:-

O galpão utilizado possui 3 mil aves alojadas da linhagem Babcock, 12 meses de idade, possui dimensões de 100,00 x 3,50 m, com estrutura de madeira e telhado, com lanternim em amianto com altura de 3,35 m, em duas águas com 0,60 m de beiral. A orientação foi norte-sul; o pé-direito de 2,95 m; fechado lateralmente com madeira do lado leste até uma altura de 0,80 m e lona no oeste numa altura de 1,30 m do chão. As extremidades eram fechadas com alvenaria de blocos, numa distância de 3,50 m até o início das gaiolas, as quais alojavam 3 a 4 aves em cada, com dimensões 50x45x40 cm. As gaiolas eram distribuídas em 2 degraus, cujo primeiro, com altura de 0,50 m do piso e o segundo a 1,00m do piso, o qual era concretado, e a cobertura em telha de barro francesa. A distância esse e o galpão seguinte, à esquerda, é de 6,00 m (Figura 8).

O abastecimento de água era feito por uma caixa d' água com capacidade de 100 L e o consumo diário de ração era em média 240 kg. A distribuição da ração era feita nos

horários de 5, 7, 9, 14, 16, 18, 19:30 horas; a produção diária era em média de 85 bandejas e a mortalidade 3 aves por dia (Figura 9).

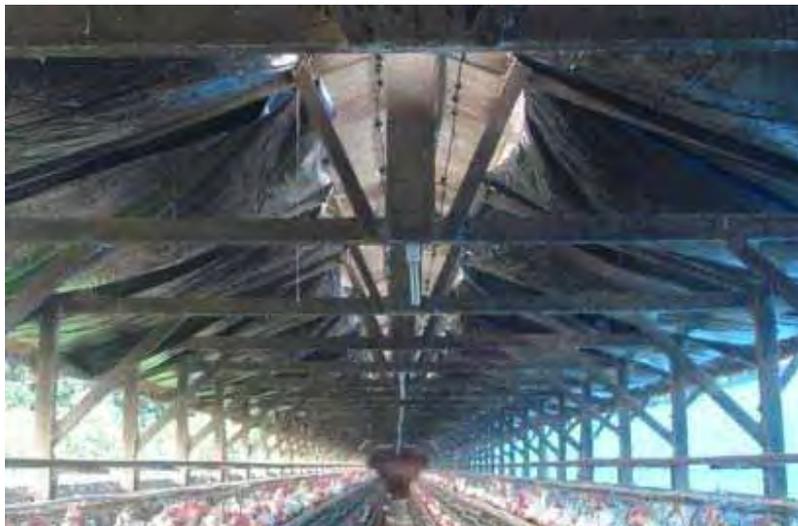


Figura 7 – Instalações internas do sistema natural acondicionado (NA)

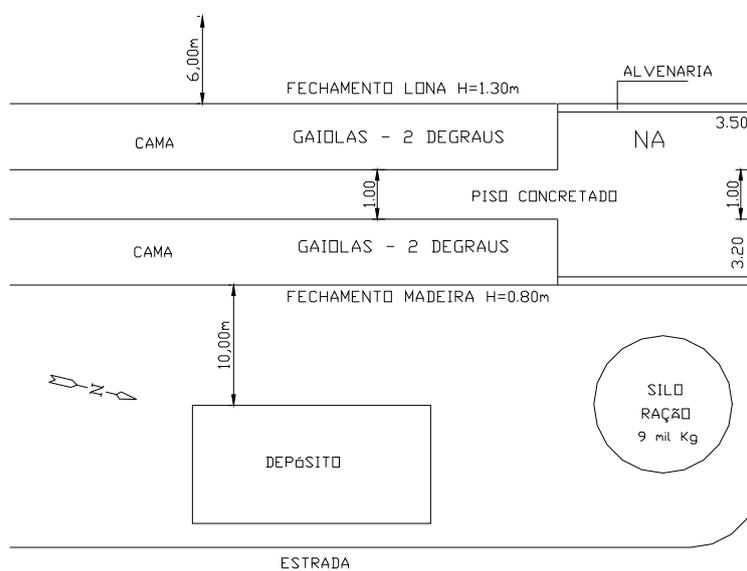


Figura 8 – Planta esquemática do galpão natural acondicionado (NA)



Figura 9– Fachada do sistema natural acondicionado (NA)

Metodologia utilizada para o acondicionamento natural:-

- Pintura do telhado (telha de barro), com látex na cor branco, buscando a reflexão da radiação solar, visando a queda na temperatura interna do galpão.
- Colocação de uma lona preta de 200 micras, no comprimento de 50,00 m por 4,00 m de largura amarrada na parte inferior dos dois panos do telhado, funcionando como um forro, visando direcionar o fluxo de calor proveniente da cobertura para o lanternim, além de possibilitar, pela baixa refletividade da cor preta, que o calor gerado pelos animais não retornasse para o ambiente interno.

Sistema 3 – galpão artificial (A): é aquele que foi acondicionado por métodos artificiais (Figura 10);

Características físicas:-

O galpão utilizado possui 30 mil aves alojadas da linhagem Hisex White, 8 meses de idade, possui dimensões de 100,00 x 15,00 m, com estrutura de concreto e telhado,

sem lanternim, em duas águas com 0,60 m de beiral. A orientação foi leste-oeste; o pé-direito de 6,00 m, mais a altura da cama que é de 2,20 m; fechado lateralmente com cortinas de lona, abertas automaticamente quando a umidade está elevada. As extremidades eram de alumínio, fechadas, apenas com abertura de porta, com distância de 2,30 m até o início das gaiolas, as quais alojavam 5 a 6 aves em cada, com dimensões 50x50x50 cm. As gaiolas eram distribuídas em 4 degraus, cujo primeiro, com altura de 0,20 m do piso, o segundo a 0,80 m, o terceiro a 1,40 m e o quinto a 2,00 m; o piso era de madeira sobre a estrutura de concreto e a cobertura em telha de alumínio. Foi instalado bem no centro do galpão um sensor de temperatura, o qual fazia com que os umedecedores, localizados ao longo dos quatro corredores, fossem acionados automaticamente quando a temperatura alcançasse 31,5 °C até que a temperatura reduzisse para 29,5 °C (Figura 11).

O abastecimento de água era feito por uma caixa d' água com capacidade de 500 L e o consumo diário de ração era, em média, 2400 kg. A distribuição da ração era feita nos horários de 5, 7, 9, 10, 12, 14, 16, 18, 19 e 19:30 horas; a produção diária era, em média, de 570 bandejas e a mortalidade 10 aves por dia (Figura 12).



Figura 10- Instalações internas do sistema artificial (A)

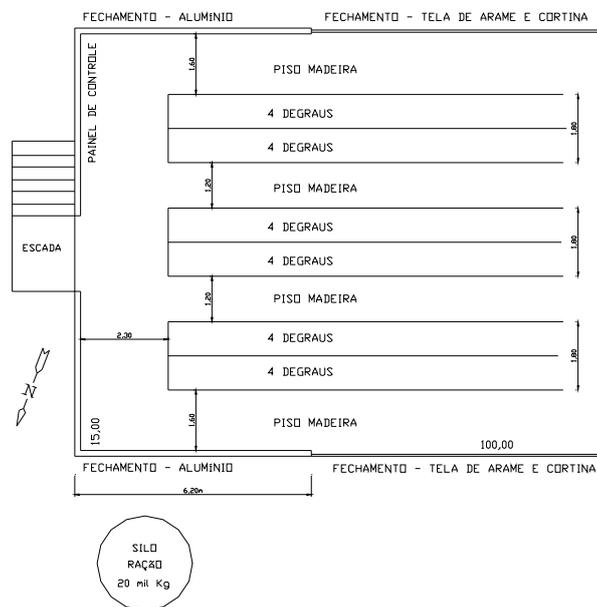


Figura 11– Planta do galpão artificial (A)



Figura 12 -Vista externa do galpão artificial (A)

A escolha da localização dos galpões não foi aleatória; para que todos os sistemas fossem expostos as mesmas condições físicas e climáticas, optou-se por montar o experimento numa única granja. (Figura 13).

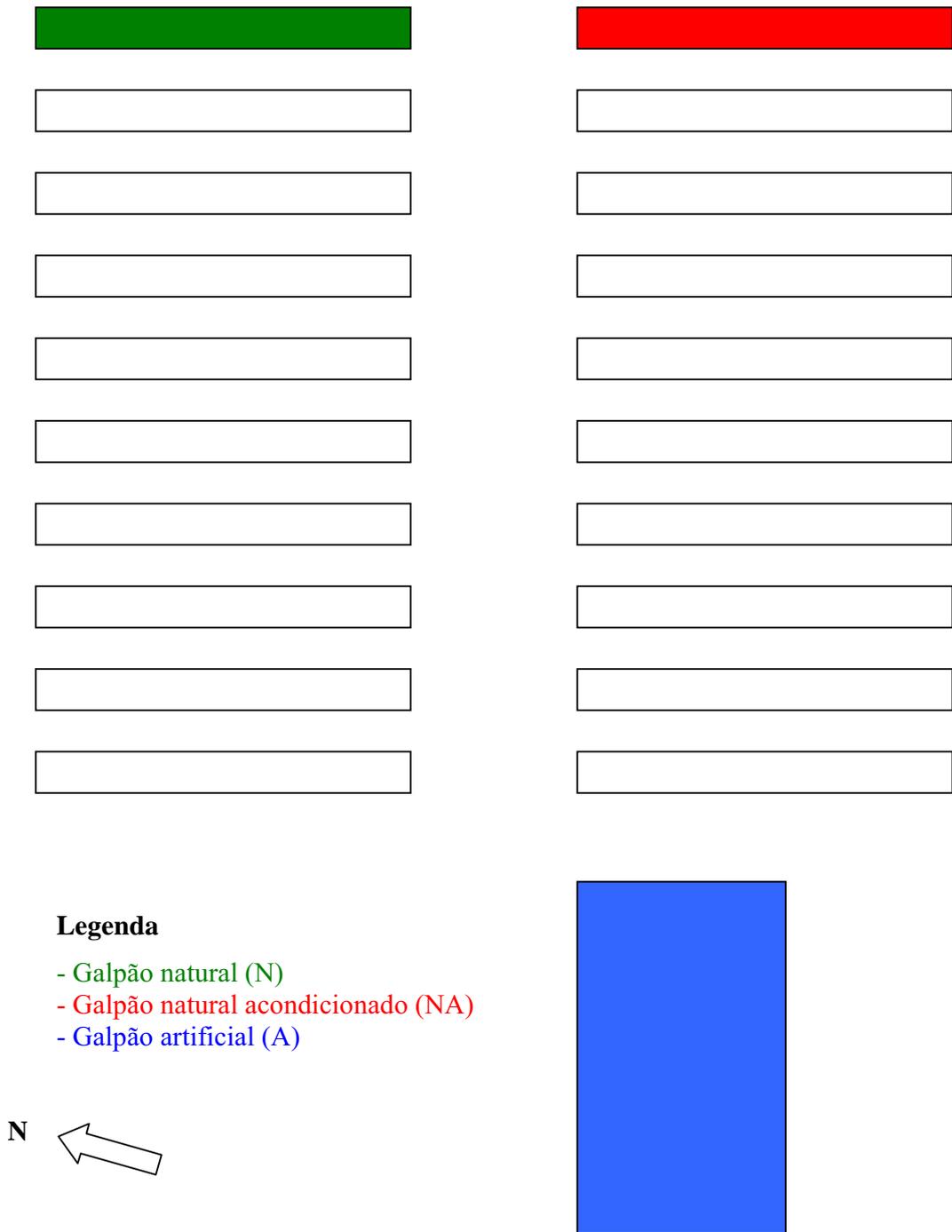


Figura 13– Planta da localização dos galpões na granja

5.3.2 Períodos de monitoramento

A fim de se comparar o desempenho térmico de cada sistema, foram monitorados a temperatura e umidade relativa do ar (UR), temperatura de globo negro (Tgn) e velocidade do vento (v), dentro e fora desses galpões, num período de 10 dias em cada uma das duas épocas: primavera (P) e verão (V), período mais quente do ano justamente onde aparecem os principais problemas ambientais devido às características climáticas da região, nos horários das 5, 11, 15 e 16 horas.

5.4 Variáveis ambientais e índices de conforto

Para obtenção da temperatura do ar, utilizaram-se quatro termômetros de bulbo seco (Tbs) e quatro de bulbo úmido (Tbu), colocados a uma altura de 1,10 m do piso; sendo que, três deles foram instalados um em cada galpão: natural (N), natural acondicionado (NA) e artificial (A), e o quarto instalado no ambiente externo (E), localizado num ponto estratégico entre os 3 sistemas, numa altura de 1,50 m do piso. A umidade relativa foi calculada utilizando-se de uma tabela psicrométrica.

Para obtenção da temperatura de globo negro (Tgn), utilizaram-se quatro termômetros de globo negro, instalados nos três diferentes sistemas, junto com o termômetro de bulbo seco e bulbo úmido, numa mesma altura de 1,10 m do piso e o quarto instalado no ambiente externo, numa altura de 1,50 m do piso (Figura 14). Para a obtenção da velocidade do vento, utilizou-se um anemômetro de fio quente.



Figura 14– Termômetro de bulbo seco e bulbo úmido e termômetro de globo negro instalados no interior dos sistemas

Com base nesses dados, foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU), citada por Pires et al. (2002), de acordo com a equação 1:

$$\text{ITU} = 0,8T_{bs} + U_r (T_{bs}-14,3)/100 + 46,3 \dots \dots \dots (1)$$

Onde:

T_{bs} – temperatura de bulbo seco, °C

U_r – umidade relativa do ar, %.

O Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), proposto por Buffington et al. (1981), foi obtido de acordo com a equação 2:

$$\text{ITGU} = T_{gn} + 0,36 T_{po} - 330,08 \dots \dots \dots (2)$$

Onde:

T_{gn} – temperatura do globo negro, K

T_{po} – temperatura do ponto de orvalho, K.

A Carga Térmica de Radiação (CTR), proposta por Esmay (1979), foi calculada de acordo com a equação 3:

$$\text{CTR} = \sigma (\text{TRM}) \dots \dots \dots (3)$$

Onde,

CTR – carga térmica de radiação, Wm^{-2}

σ - constante de Stefan Boltzmann, $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ K}^{-4}$

TRM – temperatura radiante média, K.

$$\text{TRM} = 100\{2,51 v^{1/2}(\text{Tgn} - \text{Tbs}) + (\text{Tgn}/100)^4\}^{1/4} \dots\dots\dots(4)$$

Onde:

v - velocidade do vento, m s⁻¹, e

Tbs – temperatura bulbo seco, K.

5.5 Delineamento estatístico

Utilizou-se um delineamento casualizado em blocos, com 10 repetições (correspondendo ao número de dias de monitoramento), com os tratamentos no esquema fatorial com dois fatores (3x4), sendo:

Fator 1 – Sistemas (S): Natural (N), Natural acondicionado (NA) e Artificial (A);

Fator 2 – Período do dia (PD): 5, 11, 15 e 16 horas

O esquema da análise de variância para comparação das variáveis respostas, ITU, ITGU e CTR – é apresentado na Tabela 1.

Os tratamentos que apresentaram significância foram submetidos ao teste de médias (Tukey), adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. ANAVA para os dados obtidos na determinação do desempenho térmico das instalações (sistemas).

FV	GL
S	2
PD	3
BL	9
SxPD	6
Res	99
Total	119

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

6.1 Dados obtidos na estação primavera (P)

6.1.1 Temperatura ambiente (TA)

Os valores médios de temperatura ambiente, em °C, para os diferentes horários, tratamentos e ambiente externo (E), encontram-se relacionados na Tabela 2, na qual observou-se que, no horário das 5 horas, todos os sistemas apresentaram valores mais confortáveis em relação aos demais horários, por ser o período mais fresco do dia.

No horário das 11 horas, observou-se que todos os sistemas apresentaram valores superiores à 28°C. Tomando-se como base este valor e segundo as recomendações de Baêta e Souza (1997) e Tinôco (2001), pode-se concluir que as aves estavam fora da zona de conforto, mesmo as alojadas no sistema artificial (A), que demonstrou pouca eficiência no controle do ambiente para o horário das 11 horas.

No horário das 15 horas, um dos mais quentes, o galpão do sistema artificial (A) apresentou temperatura ambiente mais baixa do que os demais, provavelmente em função dos equipamentos de condicionamento; as temperaturas nos sistemas natural (N) e natural acondicionado (NA) ficaram acima da temperatura crítica, a qual, segundo Moura (2001), é por volta de 32°C, mais elevada ainda do que a temperatura do ambiente externo. Esse fato pode ser justificado pela geração de calor interno e contribuição do entorno.

No horário das 16 horas, embora o galpão do sistema artificial (A) apresentasse melhor eficiência que os demais, observou-se que todos os sistemas registraram temperatura ambiente superior a 28°C e, portanto, fora das condições ideais de produção.

Tabela 2. Valores médios de temperatura ambiente, em °C, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período de 10 dias, na estação primavera.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	19,5	30	32,5	32
Natural Acondicionado	19	30,5	32,5	31,5
Artificial	20,5	29,5	30,5	30,5
Externo	18,5	29	31,5	31

6.1.2 Umidade relativa do ar (UR)

Os valores médios diários da umidade relativa do ar, em porcentagem (%), para os diferentes horários, tratamentos e ambiente externo (E), encontram-se relacionados na Tabela 3, na qual observou-se que no horário das 5 horas, todos os sistemas apresentaram umidade relativa do ar consideradas acima da zona de conforto térmico que, segundo as recomendações, deve ficar entre 50 e 70% (BAËTA e SOUZA, 1997 e TINÔCO, 2001).

O sistema artificial (A) indicou umidade mais elevada, chegando a ultrapassar as recomendações, até 80%, citadas por Moura (2001), mostrando que a influência desse sistema de condicionamento se estende durante o período noturno, refletindo nos valores de umidade relativa nas primeiras horas.

No horário das 11 horas, o sistema artificial (A) manteve uma umidade mais elevada das demais, mas ainda dentro da faixa recomendada pelos autores mencionados; já os outros sistemas, apresentaram umidade abaixo, ocasionando desconforto e possivelmente, um menor desempenho. Nos horários das 15 e 16 horas, os valores umidade foram decrescentes, conforme o esperado; já o sistema artificial (A), do contrário que se esperava, também ficou abaixo da zona de conforto.

Tabela 3. Valores médios da umidade relativa do ar, em (%), obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, e ambiente externo em diferentes horários no período de 10 dias, na estação primavera.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	76	45	40	39
Natural Acondicionado	79	44	39	39
Artificial	85	54	52	49
Externo	80	44	37	36

6.1.3 Efeito dos sistemas de condicionamento sobre os índices de conforto

Os valores médios diários do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação (CTR), nos diversos sistemas de condicionamento térmico, estão apresentados na Tabela 4. Apesar dos valores médios dos índices de conforto mostrarem-se dentro da zona de termoneutralidade recomendada (ITU até 78, Armstrong, (1994), ITGU até 77, Teixeira, (1983), e CTR até 498,3 Wm⁻², Rosa (1984)), notou-se uma variação significativa no ITU nos 3 sistemas. Observa-se que o galpão Natural Acondicionado (NA) apresentou o ITU mais baixo em relação aos outros dois sistemas; fato ocorrido, possivelmente, porque o galpão natural acondicionado (NA) tenha recebido pintura externa no telhado e forro de lona, direcionando o fluxo de calor proveniente da cobertura para o lanternim, amenizando a temperatura de bulbo seco (T_{bs}). A presença do lanternim permitindo, também, a circulação constante do ar pode ter contribuído para manutenção da Umidade Relativa do ar em níveis mais baixos.

Observou-se, também, que houve uma variação no CTR do galpão do sistema artificial (A) com os demais. Resultado que pode ser explicado devido a orientação dos galpões; lembrando que o galpão do sistema artificial (A), possui orientação leste-oeste e os outros dois sistemas estudados, possui orientação norte-sul.

Tabela 4. Valores médios de ITU, ITGU e CTR Wm^{-2} obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento no período de 10 dias na primavera.

Sistemas	ITU	ITGU	CTR
Natural	75,08 ab	75,72 a	476,51 a
Natural Acondicionado	74,89 b	75,51 a	479,21 a
Artificial	75,62 a	75,41 a	467,95 b
CV	1,75	1,83	3,24

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.1.4 Efeito do período do dia sobre os índices de conforto

Os valores médios de ITU, ITGU e CTR obtidos nos diferentes horários do dia estão apresentados na Tabela 5. Observa-se que o horário das 5 horas mostrou variações significativas em todos os índices; fato facilmente explicado, por registrar as temperaturas mais baixas do dia. No horário das 11 horas, percebeu-se que houve variação em relação ao horário das 5 horas, mesmo assim, todos os índices permaneceram dentro da faixa recomendada pelos autores.

No horário das 15 e 16 horas, observou-se significativa variação em relação aos horários anteriores, mostrando valores de ITU e ITGU que ficaram fora da faixa de termoneutralidade, causando possível desconforto térmico; apenas os valores do CTR permaneceram dentro do limite.

Tabela 5. Valores médios de ITU, ITGU e CTR Wm^{-2} obtidos nos diferentes horários do dia no período de 10 dias na primavera.

Horários (h)	ITU	ITGU	CTR
5	66,01 c	66,84 c	429,40 b
11	77,45 b	77,65 b	489,27 a
15	79,00 a	79,09 a	492,16 a
16	78,32 ab	78,62 a	487,36 a

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.1.5 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITU

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de condicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se pela Tabela 6, que os galpões apresentaram desempenhos significativamente diferentes apenas no horário das 5 horas, quando o sistema artificial (A) registrava maior ITU que os demais. Tal comportamento pode ser explicado pela condição de isolamento e dimensões do sistema, ou seja, o galpão artificial permaneceu fechado durante a noite, sendo aberto através de cortinas, esporadicamente durante o dia; já os demais tratamentos são abertos e mais estreitos, fazendo com que o ar seja renovado com mais rapidez.

Vale destacar, entretanto, que neste horário (5 horas), todos os sistemas mantiveram-se na zona de conforto (abaixo de 78); por outro lado, a partir das 15 horas, embora não sendo detectada diferença significativa entre os sistemas, todos registraram ITU fora da zona de conforto, com a tendência dos galpões natural acondicionado (NA) e artificial (A) assumirem os menores valores.

Tabela 6. Valores médios de ITU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias, na estação primavera.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	65,46 b C	75,17 a B	79,14 a A	78,53 a AB
Natural Acondicionado	64,93 b C	77,31 a B	79,12 a A	78,22 a AB
Artificial	67,63 a B	77,88 a A	78,74 a A	78,23 a AB

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.1.6 Análise das interações sistema e período do dia (SxPD) para o ITGU

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de condicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se, pela Tabela 7, que apenas o sistema artificial (A) apresentou, no horário das 5 horas, valor significativamente mais elevado em relação aos outros, embora todos dentro do valor recomendado, até 77, (TEIXEIRA, 1983).

No horário das 11 horas todos os sistemas indicaram valores superiores aos recomendados, observando-se que não houve diferença estatística para os sistemas, mostrando-se que o galpão artificial (A) apresentou uma tendência de melhor conforto em relação aos demais.

No horário das 15 e 16 horas, houve variações estatísticas, com valores de ITGU os mais elevados registrados, principalmente no horário das 16 horas, quando, no galpão natural (N), atingiu o ponto máximo. Denota-se, a partir dos valores de ITGU obtidos, que os sistemas de acondicionamento térmico utilizados não foram suficientes para reduzir o estresse. Outro aspecto a se considerar é que, em condições de campo, uma significativa parcela de sobreaquecimento advém do próprio calor gerado pelas aves, agravando mais a situação de desconforto térmico no interior das instalações.

Os valores de ITGU atingiram o máximo no horário das 15 horas devido à elevação das temperaturas das vizinhanças do globo negro, principalmente das temperaturas do solo aquecido e da superfície inferior da cobertura, que são mais elevadas quando a irradiância solar global também é elevada (ROSA, 1984). O aumento da temperatura das secções da vizinhança do globo faz com que ele receba mais calor do ambiente, acarretando elevação da sua temperatura com conseqüente elevação nos valores de ITGU.

Tabela 7. Valores médios de ITGU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias na primavera.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	66,27 b C	77,91 a B	79,70 a A	79,03 a AB
Natural Acondicionado	65,74 b C	77,84 a B	79,47 ab A	79,00 a AB
Artificial	68,50 a B	77,22 a A	78,10 b A	77,82 a A

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.1.7 Análise das interações sistema e período do dia (SxPD) para a CTR

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de acondicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se, pela Tabela 8, observou-se que o horário das 5 horas apresentou significativa variação em relação aos demais horários, chamando-se a

atenção o valor da CTR obtido para este horário no galpão natural acondicionado (NA), o qual apresentou menor valor, provavelmente por filtrar mais a radiação solar durante o dia, mostrando eficiência do sistema de condicionamento para a CTR nesse horário.

Observando-se os valores no horário das 11 horas, notou-se que o valor da CTR no galpão natural acondicionado (NA) foi muito superior aos demais. Esse pode ser explicado pelo possível erro de leitura do observador, pois o valor apresentado divergiu-se muito em relação aos outros sistemas. Reforçando-se essa possibilidade no erro de leitura, percebeu-se que os horários das 15 e 16 horas, cujos valores são muito influenciados pelo efeito da radiação, não foram tão altos quanto o valor apresentado no galpão natural acondicionado (NA) para as 11 horas, indicando-se ainda uma tendência do galpão natural (N), ser mais desconfortável, pois apresentou valor mais alto de CTR em relação aos demais sistemas estudados.

Tabela 8. Valores médios de CTR obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias na estação primavera.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	427,74 a B	486,57 b A	499,49 a A	492,26 b A
Natural Acondicionado	423,13 a B	508,34 a A	493,56 a A	491,82 b A
Artificial	437,32 a B	472,90 b A	483,45 a A	478,02 b A

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2 Dados obtidos na estação verão (V)

6.2.1 Temperatura ambiente (TA)

Os valores médios de temperatura ambiente, em °C, para os diferentes horários, tratamentos e ambiente externo (E), encontram-se relacionados na Tabela 9, mostrando-se que, assim como aconteceu na primavera, no horário das 5 horas, foi observado que todos os sistemas apresentaram valores de temperatura ambiente mais confortáveis do que os demais horários estudados, por ser o período mais fresco do dia.

No horário das 11 horas todos os sistemas apresentaram valores superiores a 28°C, demonstrando ineficiência dos sistemas de condicionamento do ambiente. O mesmo aconteceu nos horários das 15 e 16 horas, verificando-se que os valores apresentaram-se valores superiores a 28°C, concluindo-se que as aves estavam fora da zona de conforto térmico, segundo as recomendações de Baêta e Souza (1997) e Tinôco (2001).

Tabela 9. Valores médios de temperatura ambiente, em °C, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período de 10 dias, na estação verão.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	23,5	30	31	31
Natural Acondicionado	23,5	30,5	31,5	30
Artificial	24,5	29	30,5	30
Externo	22,5	29	30	30

6.2.2 Umidade relativa do ar (UR)

Os valores médios diários da umidade relativa do ar, em %, para os diferentes horários, tratamentos e ambiente externo (E), encontram-se relacionados na Tabela 10, na qual observou-se, assim como na estação primavera, que no horário das 5 horas, todos os sistemas apresentaram umidade relativa do ar consideradas acima da zona de conforto térmico a qual, segundo as recomendações, deve ficar entre 50 e 70% (Baêta e Souza, 1997 e Tinôco, 2001); além disso, verificou-se que todos os sistemas indicaram umidade muito elevadas, chegando a ultrapassar as recomendações, até 80%, citadas por Moura (2001).

No horário das 11 horas, todos os sistemas permaneceram acima da faixa de conforto, com exceção do sistema natural acondicionado (NA), que foi o único a entrar na zona de conforto recomendada pelos autores. A convecção natural, intensificado pela presença do laternim, possivelmente, foi a principal contribuição para se atingir tais níveis.

No horário das 15 e 16 horas, verificou-se que todos os sistemas entraram na zona de conforto. Vale se fazer uma observação no que diz respeito as condições do clima,

pois as leituras foram realizadas num período muito chuvoso, onde só conseguiu-se um único dia de leitura sem chuva torrencial.

Tabela 10. Valores médios da umidade relativa do ar, em %, obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos, ambiente externo e diferentes horários no período de 10 dias, na estação verão.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	95	74	65	64
Natural Acondicionado	87	64	60	60
Artificial	89	74	67	69
Externo	93	73	63	61

6.2.3 Efeito dos sistemas de condicionamento sobre os índices de conforto

Os valores médios diários do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU) e Carga Térmica de Radiação (CTR), nos diversos sistemas de condicionamento térmico, estão apresentados na Tabela 11. Observou-se que estatisticamente não houve variações para o ITU nos sistemas estudados, porém, percebeu-se que todos eles apresentaram valores acima da zona de termoneutralidade recomendada, chamando-se a atenção para o valor obtido no galpão natural (N), o qual apresentou ITU mais elevado em relação aos demais prejudicando a produção. A elevada UR foi, possivelmente, o maior contribuinte para elevação do ITU em relação a estação primavera.

Segundo Teixeira (1983), o ITGU com valor até 77 não influencia no desempenho das aves; em vista disso, pode-se constatar valores acima da zona de conforto em todos os sistemas, onde mais uma vez, nota-se que, apesar de apresentar desconforto, o galpão natural acondicionado (NA) ainda foi o de melhor desempenho e o galpão natural (N) o mais desconfortável.

Na CTR, também, não foi observado variações estatísticas, apenas notou-se uma tendência do galpão artificial (A) ser o mais eficiente para a CTR nas condições

climatológicas no qual foram feitas as leituras, ou seja, tempo muito chuvoso em todo período da coleta de dados do verão.

Tabela 11. Valores médios de ITU, ITGU e CTR Wm^{-2} obtidos nos diferentes sistemas de condicionamento no período de 10 dias no verão.

Sistemas	ITU	ITGU	CTR
Natural	79,40 a	77,95 a	467,21 a
Natural Acondicionado	78,36 a	77,13 a	474,47 a
Artificial	78,83 a	77,18 a	455,64 a
CV	2,80	4,07	8,85

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2.4 Efeito do período do dia sobre os índices de conforto

Os valores médios de ITU, ITGU e CTR obtidos nos diferentes horários do dia, estão apresentados na Tabela 12. Observou-se que o ITU foi melhor para o horário das 5 horas, fato explicado por ser o período mais fresco do dia. Para os demais horários o ITU apresentou valores acima da zona de termoneutralidade, alcançando seu pico no horário das 15 horas, mostrando ineficiência nos sistemas de condicionamento.

No ITGU, o horário das 5 horas, também, mostrou-se mais confortável do que os demais, notando-se que a partir do horário das 11 horas, todos os valores ficaram fora da zona de conforto, novamente atingindo seu ponto máximo no horário das 15 horas, período mais quente do dia.

Na CTR, o horário das 5 horas mostrou-se mais favorável em relação aos demais e em todos os horários, os valores da CTR se manteve na zona de conforto, segundo Rosa (1984), até $498,3 \text{ Wm}^{-2}$.

Tabela 12. Valores médios de ITU, ITGU e CTR Wm^{-2} obtidos nos diferentes horários do dia no período de 10 dias no verão.

Horários (h)	ITU	ITGU	CTR
5	73,41 b	72,43 b	441,18 b
11	80,62 a	77,97 a	475,64 a
15	81,10 a	79,63 a	475,95 a
16	80,31 a	79,65 a	470,33 a

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2.5 Análise das interações sistemas e período do dia (SxPD) para o ITU

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de condicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se, pela Tabela 13, que houve variação significativa apenas para o horário das 11 horas, em relação aos outros horários estudados, notando-se que apenas o sistema natural condicionado (NA) permaneceu na zona de conforto, mostrando melhor desempenho do sistema de condicionamento para as primeiras horas do dia; os demais sistemas ficaram fora da faixa de termoneutralidade afetando o rendimento das aves. Notou-se que a partir do horário das 15 horas o galpão artificial (A) passou a apresentar melhores valores de ITU, mesmo assim, permanecendo fora da zona de conforto.

Tabela 13. Valores médios de ITU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias, na estação verão.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	72,23 a B	80,27 a A	81,38 a A	81,13 a A
Natural Acondicionado	72,65 a B	80,27 a A	81,07 a A	79,44 a A
Artificial	74,31 a B	79,80 a A	80,83 a A	80,36 a A

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2.6 Análise das interações sistema e período do dia (SxPD) para o ITGU

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de condicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se, pela Tabela 14, a pequena variação do ITGU em relação aos horários estudados; apesar disso, verificou-se que o sistema natural acondicionado (NA) obteve melhor desempenho do que os demais sistemas no horário das 5 e 11 horas, mostrando-se uma boa eficiência deste sistema de condicionamento no período da manhã.

No horário das 15 e 16 horas, notou-se que o galpão com melhor desempenho foi o artificial (A), isso pode ser explicado devido ao uso dos umedecedores que eram acionados de acordo com a temperatura interna no galpão. Os demais sistemas ficaram fora da zona de neutralidade, percebendo-se, agora, que o galpão natural acondicionado (NA) apresentou o pior desempenho, e o galpão artificial (A), o melhor.

Tabela 14. Valores médios de ITGU obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias no verão.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	72,23 a B	79,81 a A	79,96 a A	79,79 a A
Natural Acondicionado	72,06 a C	76,27 b B	79,98 a C	80,21 a C
Artificial	73,00 a B	77,83 ab A	78,97 a A	78,93 a A

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

6.2.7 Análise das interações sistema e período do dia (SxPD) para a CTR

Analisando-se o desdobramento dos três sistemas de condicionamento estudados, dentro de cada período do dia, verifica-se, pela Tabela 15, que não foi notada variações significativas nos horários das 5, 11 e 15 horas; apenas foi notado que todos os sistemas se mantiveram dentro da faixa de conforto, até $498,3 \text{ Wm}^{-2}$, sugerida por Rosa (1984).

O horário das 16 horas foi o único que apresentou variação significativa, notando-se que o galpão artificial (A) foi o mais confortável, devido as condições climatológicas encontradas no período da leitura, ou seja, não houve radiação solar suficiente para que os sistemas diferenciassem seus desempenhos.

Tabela 15. Valores médios de CTR obtidos nos diferentes sistemas de condicionamentos e horários do dia no período de 10 dias na estação verão.

Sistemas	5h	11h	15h	16h
Natural	436,58 a A	477,61 a A	476,67 a A	477,99 ab A
Natural Acondicionado	443,86 a A	484,42 a A	480,97 a A	488,63 a A
Artificial	443,09 a A	464,90 a A	470,21 a A	444,36 b A

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

7. CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos nas condições deste trabalho, pode-se chegar as seguintes conclusões principais:

- O galpão com melhor desempenho foi o artificial (A) e o pior foi o galpão natural (N) ;
- O horário das 15 horas foi o período do dia mais crítico, trazendo desconforto em todos os sistemas;
- Os sistemas de acondicionamento estudados permitiram atingir condições de conforto térmico apenas na estação primavera.

8. REFERÊNCIAS

ABREU, P. G. **Período frio exige manejo adequado**. 1999 Disponível em: <<http://www.snagricultura.org.br/artigos/artitec-aves.htm>>. Acesso em: 23 jul. 2004.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Inverno: manejo e redução de energia na criação de aves**. 2001. Embrapa. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 12 jan. 2004.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Lanternim: função e construção**. Embrapa. 2000. Disponível em: <<http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jun. 2006.

ABREU; P.G.; BAÊTA, F. C.; SOARES, A.R.; ABREU, V.M.N.; MACIEL, N.F. **Utilização de piso aquecido eletricamente na criação de aves**. Engenharia na agricultura, 1995, v.4, n.12, p.1-19.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Diagnóstico Bioclimático: qual sua importância na produção de aves?. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 91, n.09, p.16-20, edição 1093, 2001.

ABREU, V. M. N. Produtividade e bem-estar. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 93, n. 8, p. 26-38, edição 1121, 2002.

ALBUQUERQUE, R. Tópicos importantes na produção de poedeiras comerciais. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 95, n. 3, p. 53-56, edição 1121, 2004.

ARMSTRONG, D.V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.2044-2050, 1994.

[[Medline](#)]

ARQUITETURA bioclimática. Disponível em:

<<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./energia/index.html&conteudo=./energia/solar.html#arquitetura>> Acesso em 10 jan 2006.

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

BAÊTA, F. C. Sistema de ventilação natural e artificial na criação de aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E SISTEMA DE PRODUÇÃO AVÍCOLA, 1., 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA, CPATSA, 1998. p.96-117.

BOND, T.E.; MORISON, S.R.; GIVENS, R.L. **Influence of surrounding on radiant heat load of animals**. Transactions of the ASAE 1969, v.12, n.2, p.46-248.

BOND, T. E.; NEUBAUER, L. M.; GIVENS, R.L.; **The influence of slop and orientation ond effectiveness of livestock shades**. Transactions of the American Society of Agricultura Engineering. St Joseph, Michigan, 1976, v.19, n.11, p.134-136.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCHO, A; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. **Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows**. Trans. Am. Soc. Agric. Eng., v.24, p.711-4, 1981.

CAMPOS, E.J. **Tópicos Avícolas**. Minas Gerais: Escola Veterinária da Universidade, 1975, p.387.

CAMPOS, E. J. **Avicultura**: razões, fatos e divergências. Belo Horizonte: FEPMVZ, ano 1935, p.80–131, edição 2000.

CAVALHIERO, F. **Arborização urbana**: planejamento, implantação e condução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2; ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5. São Luiz. **Anais...**São Luiz: SBAR, 1994, p.227-231.

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

ENGLERT, S.I. **Avicultura**: Tudo sobre raças, manejo e Nutrição. Guaíba: Agropecuária, 1998.

ESMAY, M. L. **Principles of animal environment**. West Port: AVI Publishing, 1979. p.325.

FUJIWARA, C. Do vime e da madeira para sistemas modernos e automatizados. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 94, n.6, p.32-39, edição 1113, 2003.

GIVENS, R.L. **Height of artificial shades for cattle in southeast**. Transactions of the ASAE 1965; v.3, n.3, p.312-313.

GAMA, N.M.S.Q. Riscos e Prevenção. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 94, n.9, p.46-47, edição 1105, 2002.

IESNA: **Effects on poultry**.< <http://www.iesna.org>.> Acesso em: 06 de mai 2006.

KELLY, C.F. BOND, T.E. ITTNER, N.R. **Cold spots in the skay help cool livestock**. Agricultural Engineering, 1950, v.31, n.12, p.606-606.

KELLY, C.F.; BOND, T.E.; ITTNER, N.R. **Cold spots in the skay help cool livestock.** Agricultural Engineering, 1957, v.38, n.10, p.726-729.

KELLY, C.F.; BOND, T.E. Bioclimatic factors and their measurements. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, (Ed.) **A guide to environmental research on animals.** Washington: National Academy of Sciences, 1971. p.71-92.

LAMBERTS, R. DUTRA, L. PEREIRA, F.O.R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** São Paulo: PUV Editores, 1997, p.188.

MACARI, M. Cuidados de verão. **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 95, n.1, p.18-21, edição 1119, 2003.

MENEZES, J.F. **Influência da arborização no desempenho térmico de aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos.** 1996. Departamento de Engenharia Rural. ESALQ, USP-SP.

MOURA, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: SILVA, I. J. O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical.** Piracicaba: FUNEP, 2001, p.81-93.

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

OLIVEIRA, J.L; ESMAY, M.L. **Systems model analysys of hot weather housing for livestock.** Pap. Am. Soc. Agric. Eng., 81-4561, p.1-17, 1981.

PERDOMO, C. C. Projetos para construções rurais e ambiência. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1999, Pelotas. **Anais. . . Pelotas: Universidade Federal de Pelotas.** editado em CD-ROM, CTP466, 1999.

PIRES, M.F.A. ; FERREIRA, A. M.; SATURNINO, H.M.; TEODORO, R.L. Taxa de gestação em fêmeas da raça Holandesa confinadas em free stall, no verão e inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, vol.54, n.1,p.1-10, 2002.

ROSA, Y.B.C.J. **Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico, em condições de verão para Viçosa, MG**. 1984, f.77. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Viçosa.

SANTOS, A.C.; BAÊTA, F.C.; CECON, P. R.; CARDOSO, R. M. **Análise de diferentes bezerreiros individuais móveis para a região de Viçosa**. Engenharia na Agricultura, 1993, v.2, n.7, p.1-8.

SOUZA, P. Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves? **Avicultura Industrial**, Porto Feliz, ano 96, n.4, p.52-58, edição 1133, 2005.

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

TCPO 7 – Tabelas de composição de preços para orçamentos. Editora Pini, São Paulo, 1980, p.830, edição 7.

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, em condições de verão e outono**. 1996, p.169. Dissertação (Doutorado)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

TINOCO, I. F. F. Avicultura Industrial: Novos Conceitos de Materiais, Concepções e Técnicas Construtivas Disponíveis para Galpões Avícolas Brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**.v.3, n.1, jan./abr.2001, p.1-26. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-635X2001000100001&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 20 ago. 2004.

TURCO, S. H. N.; BAÊTA, F.C.; COSTA, P.M.A.; CARDOSO, R. M.; CECON; P. R. **Modificações das condições ambientais de verão em maternidades de suínos.** Engenharia de Agricultura, 1994, v.3, nº11, p.1-12.

ZANOLLA, N. **Sistema de Ventilação em Túnel e Sistema de Ventilação Lateral na Criação de Frangos de Corte em Alta Densidade.** 1998, f.82 Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Diagnóstico climático da região de Bastos – SP

1. SISTEMATIZAÇÃO DOS DADOS CLIMÁTICOS

1.1 Médias das temperaturas (Tmax,°C), mínimas (Tmin,°C), amplitude térmica (AMPL,°C) e umidade relativa do ar (UR, %).

Param/mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tmax	32,2	31,9	31,6	30,4	25,4	25,3	24,1	26,9	28,2	30,8	31,5	32,0
Tmin	23,1	23,0	23,2	22,1	17,8	17,8	15,5	17,9	18,9	21,5	21,9	22,6
Ampl	9,1	8,9	8,5	8,2	7,6	7,5	8,6	9,0	9,3	9,4	9,6	9,4
UR	70,3	68,3	65,6	60,7	64,7	61,6	58,8	47,3	54	56,5	61,6	63,8

Fonte 1: Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Tupã/SP

Fonte 2: Estação Meteorológica de Presidente Prudente/SP

2. EXIGÊNCIAS DO ANIMAL

2.1 Exigências médias de temperatura das aves, de uma maneira geral:

a. 24 a 12,7°C

3. DIAGNÓSTICO TÉRMICO

Diagnóstico térmico para a produção de aves com base nos dados climáticos da região de Bastos-SP.

Fase/mês	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	QC											

C – confortável; Q – quente; F – frio

4. ANÁLISE

a. Armazenamento térmico

b. Dissipação de calor