

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ÍNDICES ZOTÉCNICOS EM GALPÕES DE  
POEDEIRAS NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

**JAIR LUCENA DA TRINDADE**

**CAMPINA GRANDE /PB**  
**NOVEMBRO/ 2005**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM CONSTRUÇÕES RURAIS E AMBIÊNCIA**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ÍNDICES ZOOTÉCNICOS EM GALPÕES DE  
POEDEIRAS NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

**JAIR LUCENA DA TRINDADE**

**ORIENTADORES**

**Prof. Dr. JOSÉ WALLACE B. DO NASCIMENTO**

**Prof. Dr. DERMEVAL ARAÚJO FURTADO**

**CAMPINA GRANDE /PB**

**NOVEMBRO/ 2005**

**JAIR LUCENA DA TRINDADE**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ÍNDICES ZOTÉCNICOS EM GALPÕES DE  
POEDEIRAS NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós  
Graduação em Engenharia Agrícola da  
Universidade Federal de Campina Grande,  
em cumprimento às exigências para  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia  
Agrícola.

**Área de concentração:** Construções Rurais e Ambiência

**CAMPINA GRANDE /PB**

**NOVEMBRO /2005**



BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCCG

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ÍNDICES ZOTÉCNICOS EM GALPÕES DE POEDEIRAS NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCCG

T833d Trindade, Jair Lucena da  
2005 Diagnóstico ambiental e índices zotécnicos em galpões de poedeiras no semi-árido paraibano / Jair Lucena da Trindade. — Campina Grande, 2005.  
68 f. : il.

Inclui bibliografia.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande Centro de Ciências e Tecnologia.

Orientadores: José Wallace B. do Nascimento e Dermeval Araújo Furtado.

1— Aviário – Conforto Térmico 2— Galinhas de Postura 3— Sistema de Acondicionamento - Aviário I— Título

CDU 631.21

BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCCG

NOVEMBRO 2005



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E RECURSOS NATURAIS  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

JAIR LUCENA DA TRINDADE

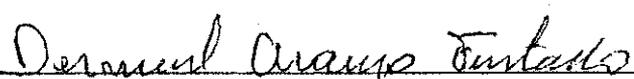
DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E ÍNDICES ZOOTÉCNICOS EM  
GALPÕES DE POEDEIRAS NO SEMI-ÁRIDO PARAÍBANO

BANCA EXAMINADORA

PARECER

  
Dr. José Wallace B. Nascimento-Orientador

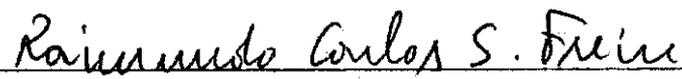
APROVADO

  
Dr. Dermeval de Araújo Furtado -Orientador

APROVADO

  
Dra. Ilda de Fátima F. Tinôco – Examinadora

APROVADO

  
Dr. Raimundo Carlos Silveira Freire - Examinador

APROVADO

NOVEMBRO - 2005

COPEAG – COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
Av. Aprígio Veloso, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1º Andar, Caixa Postal 10.087, CEP 58109.970, CAMPINA  
GRANDE, PB, BRASIL, Fone(0xx83) 3310-1185, E-mail: [copeag@deag.ufcg.edu.br](mailto:copeag@deag.ufcg.edu.br)  
<http://www.deag.ufcg.edu.br/~copeag>

**“Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo. Todos nós sabemos alguma coisa.  
Todos nós ignoramos alguma coisa. Por isso aprendemos sempre”.**

**Paulo Freire, Educador Brasileiro.**

**Aos meus pais João Trindade da Nóbrega e  
Terezinha Lucena da Trindade, razão da  
minha existência, estudo, apoio, carinho,  
amor em todos os momentos da minha vida.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, inteligência suprema, causa primeira de todas as coisas;

Ao Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande – PB;

Ao CEFET /RR pelo incentivo e valorização à minha formação profissional;

Aos Orientadores Prof. Dr. José Wallace B. Nascimento e o Prof. Dr. Dermeval Araújo Furtado pela compreensão e disposição na missão de orientador;

Aos Professores do Departamento de Engenharia Agrícola em especial a Área de Construções Rurais e Ambiente;

À Granja Bosque da Prata, na pessoa do seu proprietário Erivelton e os funcionários, pela oportunidade de realização do experimento em suas instalações;

Ao meu irmão José Dantas Neto pela compreensão, apoio e ajuda, sobre tudo pela paciência e força nos momentos mais difíceis;

Aos meus familiares, com o reconhecimento pela minha formação,

A Vilma Trindade e as minhas queridas filhas Déborah e Thaysa;

Aos membros da Banca Examinadora, pelas valiosas sugestões, indispensáveis à melhoria deste trabalho;

Aos amigos de pós-graduação José Pinheiro Neto, Fernanda, Iânglio e os demais, pela ajuda na superação das dificuldades e até mesmo aos ausentes, mas que sempre me motivaram a conquistar meus ideais, obrigado;

A todos que de alguma maneira me ajudaram a realizar este trabalho.

## RESUMO

TRINDADE, Jair Lucena. Universidade Federal de Campina Grande. 2005. 68f **Diagnóstico ambiental e índices zootécnicos em galpões de poedeiras no semi-árido paraibano**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os índices de conforto ambiental e produtivo em aves de postura leves da linhagem Lohmann, em condições de verão e inverno de 2005, no Distrito de São José da Mata, Município de Campina Grande, região do semi-árido paraibano. Foram utilizados três galpões com diferentes sistemas de condicionamento térmico classificados por: galpão californiano (GC), galpão sem nebulizadores (GSN) e galpão com nebulizadores (GCN). Foram avaliados a temperatura do ar (TA), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento, iluminância (lx), níveis de pressão sonora; e os índices produtivos: produção total de ovos (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmem (PA), peso da gema (PG) e peso das cascas (PC), em função da idade das aves. Foram utilizados um total de 34.500 aves, com idade variando de 18 à 88 semanas com uma produção diária aproximada de 22.500 ovos. Os índices ambientais foram medidos diariamente, a cada duas horas das 8 às 16 horas. Concluiu-se, baseado nos índices térmicos ambientais, que o sistema de condicionamento galpão californiano (GC), apresentou melhor desempenho de conforto ambiental, quando comparado com outros sistemas. Com relação aos níveis de pressão sonora observam-se que nos sistemas analisados os trabalhadores não estão expostos à insalubridade. Os índices produtivos em todos os sistemas de condicionamento estão coerentes com as recomendações técnicas. A idade das aves teve influência nos índices produção total, peso do ovo e peso da gema. A maior produção de ovos foi obtida com aves mais jovens, enquanto que o peso do ovo e da gema com aves de maior idade.

Palavras-chave: conforto térmico, sistema de condicionamentos, aves de postura.

## ABSTRACT

TRINDADE, Jair Lucena. Universidade Federal de Campina Grande. 2005. 68f **Environmental diagnostic and zootechnical indexes in hens' poultry house in Paraíba's semi-arid.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2005.

The objective of this work was to evaluate the indexes of environmental and productive comfort for laying hens of Lohamann lineage, in conditions of summer and winter of 2005, in São José da Mata district's in Campina Grande's city, which is located in Paraíba's semi-arid. Three poultry houses with different thermal accommodation's systems were used and were classified by: californian poultry house (GC), poultry house without nebulosity (GSN) and poultry house with nebulosity (GCN). The indexes: air temperature (TA), the black globe and humidity temperature (ITGU), thermal charge radiation (CTR), air relative humidity (UR), clarity (lx), sound pressure levels (noises), the productive indexes of total eggs' production (PT), egg weight (PO), albumen weight (PA), egg yolk's weight (PG) and rind's weight (PC) were evaluated in function of the bird's age. During some weeks was used a number of 34.500 birds, from 18 to 88 weeks of age with a daily production of 22.500 eggs. The environmental indexes were measured everyday, in each two hours from 8:00 a.m to 4:00 p.m in the internal area of the poultry houses. Based on the environmental thermal indexes, it was concluded that the accommodation's system open californian poultry house (GC) showed a better performance of environmental comfort when it was compared to the other systems. In relation to the sound pressure levels (noises), it is observed that in the analyzed systems the workers are not exposed to the insalubrities. The productive indexes in all accommodation's systems are according to the technique recommendations. The bird's age influenced in the indexes of total production, egg weight and also yolk's egg weight. The highest production of eggs was obtained to youngest birds. On the other hand, egg weight and the yolk's egg weight were obtained to oldest birds.

Key words: thermal comfort, accommodation's system, laying hens.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<i>vi</i>
<b>ABSTRACT</b> .....	<i>vii</i>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<i>xi</i>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<i>xii</i>
<b>LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS</b> .....	<i>xiv</i>
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Panorama da avicultura brasileira.....	4
2.2 Ambiência para aves de postura.....	5
2.3 Influência do ambiente quente sobre a produção avícola.....	7
2.4 Influência do ambiente térmico sobre as fêmeas.....	8
2.5 Índices do ambiente térmico.....	9
2.5.1 Temperatura ambiente.....	9
2.5.2 Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).....	11
2.5.3 Carga térmica de radiação.....	12
2.5.4 Umidade relativa do ar.....	13
2.6 Índices zootécnicos.....	15
2.6.1 Qualidade dos ovos.....	15
2.6.2 Peso e tamanho do ovo.....	16
2.7 Qualidade da casca dos ovos.....	16
2.8 A ventilação na produção.....	17
2.9 Níveis de pressão sonora.....	19
2.9.1 Considerações gerais.....	19

2.10	Questão do ruído na avicultura.....	21
2.11	Ação da luz nas aves.....	22
2.11.1	Conceitos básicos – Luz visível.....	23
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1	Local de desenvolvimento da pesquisa.....	27
3.2	Características dos sistemas de acondicionamento ambiental.....	27
3.2.1	Galpão californiano – GC.....	27
3.2.2	Galpão com nebulizadores – GCN.....	28
3.2.3	Galpão sem nebulizadores – GSN.....	29
3.3	Manejo do sistema de acondicionamento ambiental .....	30
3.4	Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes.....	30
3.4.1	Temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento e iluminância.....	30
3.4.2	Índice de temperatura de globo negro e umidade.....	31
3.4.3	Índices de conforto térmico.....	32
3.4.4	Níveis de pressão sonora.....	33
3.5	Índices zootécnicos.....	33
3.6	Manejo das aves nos galpões.....	34
3.7	Manejo dos ovos.....	35
3.8	Delineamento estatístico.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>36</b>
4.1	Avaliação do conforto térmico ambiental.....	36
4.1.1	Temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR).....	36
4.1.1.1	Temperatura ambiente (TA).....	37

4.1.1.2 Umidade relativa do ar (UR).....	39
4.1.1.3 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).....	41
4.1.1.4 Carga térmica de radiação (CTR).....	43
4.1.2 Velocidade do vento (VV) e iluminância (lx).....	45
4.1.2.1 Velocidade do vento(VV).....	46
4.1.2.2 Iluminância (lx).....	48
4.1.3 Níveis de Pressão Sonora (Ruídos).....	50
4.1.3.1 Picos de níveis de pressão sonora.....	52
4.2 Índices Zootécnicos.....	53
4.2.1 Produção total de ovos (PT) .....	54
4.2.2 Peso do Ovo (PO).....	55
4.2.3 Peso do Albúmem, gema e casca.....	55
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>58</b>
<b>SUGESTÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 01.	Galpão californiano.....	28
Figura 02.	Galpão com nebulizadores.....	29
Figura 03.	Galpão sem nebulizadores.....	30
Figura 04.	Detalhe do luxímetro digital (LM- 8000 Lutron).....	31
Figura 05.	Detalhe do globo negro no centro de massa das aves.....	31
Figura 06.	Detalhe do decibelímetro digital nas avaliações de ruídos.....	33
Figura 07.	Arraçoamento feito de forma manual.....	34
Figura 08.	Estimativas das temperaturas ambientes (TA), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	38
Figura 09.	Estimativas da umidade relativa do ar (UR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	41
Figura 10.	Estimativas dos índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	43
Figura 11.	Estimativas da carga térmica de radiação (CTR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	45
Figura 12.	Estimativas da velocidade do vento (VV), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	47
Figura 13.	Estimativa de iluminância (lx) em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	49
Figura 14.	Estimativas dos níveis de pressão sonora (ruídos), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	52
Figura 15.	Níveis de pressão sonora nos períodos estudados.....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Efeito da temperatura e umidade relativa do ar sobre a perda evaporativa de calor em aves.....	14
Tabela 02	Limites de tolerância a ruídos.....	21
Tabela 03	Lumens produzidos por lâmpadas brancas incandescentes e fluorescentes.....	25
Tabela 04	Qualidade da luz emitida em função da limpeza do bulbo.....	25
Tabela 05	Resposta de produção de aves Leghorn em gaiolas para diferentes níveis de intensidade de luz.....	25
Tabela 06	Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos sistemas de condicionamento de ambiente (s) e das horas (h), com relação à média horária do índice de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR).....	36
Tabela 07	Média e valores médios de temperatura ambiente (TA), em °C para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	37
Tabela 08	Média e valores médios da umidade relativa do ar (UR) em %, para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	40
Tabela 09	Média e valores médios de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	42
Tabela 10	Média e valores médios da carga térmica de radiação (CTR) em $W.m^{-2}$ para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	44
Tabela 11	Resumo da análise de variância referentes aos efeitos dos sistemas de condicionamento do ambiente(S), dos horários de observação (H), e da interação entre S x H, da velocidade do vento (VV) e da iluminância.....	46
Tabela 12	Médias e valores médios da velocidade do vento (VV) em $m.s^{-1}$ para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	46
Tabela 13	Média e valores médios da quantidade da iluminância (lx), para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.....	49

Tabela 14	Resumo da análise de variância referente aos efeitos idades das aves nos sistemas de acondicionamento (S), dos horários de observação (H), e da interação S x H para os níveis de pressão sonora.....	50
Tabela 15	Média e valores médios de níveis de pressão sonora (Ruídos) em dB (A), para as diferentes idades analisadas.....	51
Tabela 16	Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos tratamentos (idade das aves em semanas) nos índices zootécnicos valores médios da produção total (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmen, peso da gema (PG) e peso das cascas (PC).....	54
Tabela 17	Valores médios dos índices zootécnicos produção total de ovos (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmen, peso da gema (PG) e peso das cascas (PC) em função dos tratamentos idade das aves em semanas.....	54

**LISTA DE ABREVIACOES E SÍMBOLOS**

APA	Associação paulista de avicultura
CA	Conversão alimentar
CTR	Carga térmica de radiação
dB (A)	Decibel (is) ponderado(s) na curva A
GSN	Galpão sem nebulizadores
FV	Fonte de variação
GC	Galpão californiano
GCN	Galpão com nebulizadores
GL	Grau de liberdade
GSN	Galpão sem nebulizadores
ITGU	ndice de temperatura de globo negro e umidade
LACRA	Laboratório de construções rurais e ambiência
lx	Iluminância
PA	Peso do albúmem
PC	Peso das cascas
PG	Peso da gema
PO	Peso dos ovos
PT	Produção total de ovos
$\sigma$	Constante de Stefan - Boltzmann, ( $5,67 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$ )
TA	Temperatura ambiente
TCI	Temperatura crítica inferior
TCS	Temperatura crítica superior
$T_d$	Temperatura do ponto de orvalho
$T_{gn}$	Temperatura do globo negro
TRM	Temperatura radiante média
UBA	União brasileira de avicultura
VV	Velocidade do vento
ZCT	Zona de conforto térmico

## **1 INTRODUÇÃO**

O avanço do setor avícola nacional ocorreu entre os anos de 1939-1945. Até então, a avicultura era uma atividade artesanal e sem importância, os criadores não tinham conhecimento dos cuidados quanto à nutrição das aves e, portanto, não tinham como aumentar sua produtividade. A revolução no campo da genética ainda estava por vir. No Brasil, os reflexos desses avanços começaram a chegar no final da década de 50 e início da década de 60, quando tiveram início às importações de linhagens híbridas americanas de frangos, mais resistente e produtivo. Com elas, padrões de manejo e alimentação foram se alterando gradativamente. Na década de 70, a indústria de frangos brasileira cresceu em média 12% a.a., sendo que estes investimentos ocorreram em sua maioria na região Sul, região produtora de milho e soja, principais ingredientes de ração avícola.

O alto nível tecnológico alcançado pela avicultura nacional, notadamente a de corte, colocou a atividade em posição privilegiada em relação a outras atividades pecuárias desenvolvidas no Brasil, com nível de produtividade internacional, comparada a dos países mais industrializados do mundo. A indústria de carnes é absorvedora de tecnologias geradas na indústria de bens de capital e são essas que geram inovações que se poderia chamar de "radicais" para o segmento.

Atualmente a avicultura de postura apresenta-se bem tecnificada, a maioria das granjas caminha para uma automatização completa dos seus processos de produção e a genética é a maior responsável pelas altas produções alcançadas pelas poedeiras. Um dos indícios que viria confirmar esta tendência é a mudança das instalações e do manejo para a criação de aves poedeiras que logo estará sendo exigido pela União Européia (EU), para atender as legislações de bem-estar animal. Neste início de século estão sendo introduzidos novos conceitos de ambiência, o qual não só analisa os fatores termodinâmicos (trocas

térmicas secas e úmidas – calor sensível e latente) e a velocidade do ar, como também a qualidade do ambiente nas instalações como poeira, gases e ruído.

A China é a maior produtora de ovos do mundo, com uma participação de 42% do total. O Brasil tem 2,1%. No período de 1995 a 2004 o índice de dinamismo da produção mundial de ovos foi de 35,1%, o Brasil ficou abaixo da média com 10,2%, um terço da média mundial. Analisando o desempenho da produção dos dez principais países produtores nos anos de 70, 90 e 2004 observamos que os Estados Unidos em 1990 perdeu a liderança que tinha em 1970. O Brasil ocupava o quarto lugar em 1990, em 2004, foi ultrapassado por Rússia, México e Índia colocando-se em sétimo lugar no "ranking" mundial.

As projeções indicam uma produção nacional de 22,719 bilhões de unidades no corrente ano, 9,22% maior do que foi produzido no ano passado. A principal causa desse resultado positivo é: o maior alojamento de pintos comerciais que deverá chegar aos 69 milhões de cabeças, proporcionando um plantel médio de poedeiras de 100 milhões de aves.

O consumo anual "per capita" é estimado em 123,3 unidades, considerando uma população de 184 milhões de habitantes, quantidade praticamente igual ao do ano de 2004. Este número ainda é modesto comparando-se ao consumo de países como Japão onde é consumido mais de um ovo por dia. O Brasil ocupa a 64ª colocação no consumo e a média do mundo é de 168 ovos por habitante ano (aveseovos 2005).

Em climas tropicais e subtropicais, os valores de temperatura e umidade relativa do ar têm se mostrado restritivo ao desenvolvimento, à produção e à reprodução dos animais (Oliveira *et al.*, 1995). Este fato é comprovado principalmente na área de avicultura, em que a dificuldade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações, que não promovem o equilíbrio térmico desejável. Isto faz com que as amplitudes críticas externas sejam imediatamente transferidas para o interior dos galpões, provocando altos índices de mortalidade (Nããs *et al.*, 1995).

Com base nestas novas tendências comerciais, serão necessárias mudanças radicais nas instalações para poedeiras, além de mudanças também na genética, visando uma adequação de linhagens que se encaixem nos novos moldes do mercado mundial. Por outro lado, segundo Becker (2002), deve-se considerar também que a criação intensiva exige adaptações fisiológicas e comportamentais dos animais que, por sua vez, devem ser estudadas para avaliar os sistemas de manejo mais adequados.

Objetivou-se com este trabalho conduzido com galinhas de postura comerciais criadas em região de clima quente e seco no semi-árido paraibano:

- 
- Analisar os índices de conforto térmico de aves de postura semipesadas em três sistemas de condicionamento classificado como galpão californiano (GC), galpão com nebulizadores (GCN) e galpão sem nebulizadores (GSN). A comparação será feita com base nas variáveis relacionadas ao conforto térmico ambiente: Temperatura ambiente (TA), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (vv), iluminância (lx), e dos níveis de pressão sonora (ruído) no interior das instalações.
  - Analisar os índices zootécnicos como: produção total de ovos (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmem (PA), peso da gema (PG) e peso das cascas (PC) em função das idades das aves alojadas.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### ***2.1 Panorama da avicultura brasileira***

A avicultura no Brasil foi uma das atividades agropecuárias de maior desenvolvimento nas últimas décadas. Este progresso, tanto no número de frangos abatidos como no de ovos produzidos, possibilitou à indústria avícola um notável potencial para prover aos consumidores uma fonte protéica saudável a um custo acessível.

A participação da avicultura no produto interno bruto (PIB) está em torno de 2,5% e emprega acima de 1,6 milhões de pessoas, radicadas, em sua esmagadora maioria, na zona rural, contribuindo assim, na fixação da população rural e na redução do êxodo rural. Poucos segmentos econômicos tiveram tão expressivo crescimento, principalmente levando em consideração as constantes crises vividas na década de oitenta e os sucessivos planos de estabilização econômica impostos pelos governos.

A produção avícola tem se caracterizado pelo excelente crescimento e produtividade alcançada nos últimos anos. O setor tem apresentado desenvolvimento significativo, sempre orientado à obtenção do máximo potencial genético do animal, nos aspectos produtivos e reprodutivos. A busca da máxima eficiência está alicerçada na satisfação das necessidades de manejo, sanidade, genética e nutrição, nos levando a trabalhar com aves de rápido crescimento e alta eficiência alimentar. Em 1930, um frango alcançava 1,5kg em 15 semanas de alojamento e uma conversão alimentar (C.A) de 3,5 atualmente para se obter um frango de 2,4kg, são necessários 6,1 semanas, resultando numa C.A média de 1,83 (UBA, 2005).

Devido à revolução tecnológica pela qual a exploração avícola tem passado, as atuais granjas podem ser caracterizadas como verdadeiras “fabricas“ de produção de proteína animal. O melhoramento genético tem buscado, ao longo dos anos, aves cada vez mais pesadas com melhor conversão alimentar em menor tempo de alojamento, a formação de uma poedeira nos dias atuais apresentou uma evolução em relação a 1970, de um incremento de 184 pra 219,9 ovos por ave alojada, isto é, para cada ave no seu ciclo de

produção completo houve um incremento de 35,9 ovos a mais; e de 70,1% para 80,7% de ovos por ave dia, que significa um aumento de 10,6% de ovos a mais por dia por cada poedeira (APA, 1999).

Faria & Santos (2005) enfatizaram a necessidade de que sejam plenamente conhecidos os potenciais genéticos das diversas linhagens e variedades de aves existentes no mercado, com os seus respectivos perfis de produção ao longo do ciclo produtivo para, desta forma, adequar a melhor nutrição.

## ***2.2 Ambiência para aves de postura***

O conforto animal, até alguns anos atrás, era visto como um problema secundário, tanto do ponto de vista ecológico quanto produtivo. Presumia-se que o desconforto térmico seria resolvido com o uso de condicionamento artificial, sem considerar os custos e problemas de implantação de um sistema. Porém, na última década, a preocupação com o conforto animal vem crescendo notoriamente, principalmente quando associado às respostas fisiológicas como indicadores do conforto animal (Silva, 2001).

Com relação ao efeito da temperatura nas aves de postura, estudos mostram a existência de uma zona de conforto térmico (ZCT) que está relacionada a um ambiente térmico ideal, onde as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. Entretanto a determinação da ZCT envolve o conhecimento e as interações de muitas variáveis que podem influenciar nesse processo (umidade, manejo, ventilação, instalações, etc).

O desconforto térmico em aves de postura também provoca uma série de conseqüências que, por sua vez, estão intimamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole. Para condições tropicais, Silva (1998) propõe modelos matemáticos para prever os efeitos da temperatura e sistemas de climatização na produção de ovos.

Normalmente, a temperatura normal do corpo de uma ave poedeira é, em média, de 41 °C, sendo que durante os dias de calor a temperatura pode atingir até 43 °C. A partir daí o animal está sujeito ao estresse térmico e para cada grau acima desse valor, o consumo de alimentos começa a diminuir e a produção ficará comprometida (Nakano, 1979).

As diferentes linhagens de aves também demonstram diferentes graus de tolerância ao calor. Como exemplo, as linhagens derivadas da Leghorn branca, que demonstram, em relação às demais, uma maior capacidade de tolerância a temperaturas mais elevadas, devido a certas características anatômicas que favorecem uma melhor perda de calor corporal, (Nakano, 1979).

Segundo Costa (1982), o organismo das aves funciona como verdadeira fonte de calor, necessitando, para desenvolver sua atividade vital, de um desnível térmico em relação ao meio externo. Por esta razão, é necessário que a temperatura ambiente das instalações esteja na faixa de conforto animal, para que este atinja o seu potencial genético.

Condições climáticas inadequadas afetam consideravelmente a produção de frangos de corte e postura. O excesso de frio, e principalmente o excesso de calor comum em nossa condição de país tropical, reverte em uma menor produtividade das aves, afetando seu crescimento, sua saúde e levando a situações extremas como altas taxas de mortalidade dos lotes. As aves, diferentemente da maioria dos animais, possuem pequena quantidade de glândulas sudoríparas para auxiliar nas perdas de calor, sendo assim, a maior parte do calor corporal é dissipado por via latente, ou seja, pela respiração (Muller, 1982). A velocidade de perda de calor das aves é influenciada pela temperatura ambiental e umidade relativa; assim, quanto maior for pressão de vapor do ambiente, maior a dificuldade de liberação de calor por meios evaporativos.

Para situações de temperatura em níveis próximos a 21 °C e umidade relativa menor que 70%, as aves perdem até 75% de calor através dos meios sensíveis: radiação, condução e convecção. Porém, quando a temperatura ambiental aproxima-se da temperatura corporal das mesmas, em média 41 °C, seu meio principal de perda de calor passa a ser liberado por via latente, através da respiração (Moura, 1998).

Contudo, o processo de dissipação de calor por via latente é limitado, pois a hiperventilação pulmonar das aves através da ofegação, leva a perdas significativas de CO<sub>2</sub>. Segundo Wang et al. (1989) o ofego ocasiona o aumento da perda de dióxido de carbono pelos pulmões, reduzindo a pressão parcial de dióxido de carbono e bicarbonato do plasma sangüíneo. Em consequência, a reduzida concentração de íons de hidrogênio no plasma ocasiona um aumento do pH sangüíneo, o que é comumente denominado de alcalose respiratória. Pesquisas indicam que alcalose sangüínea em frangos inicia-se quando a temperatura ambiente atinge 32 °C, o que pode levá-los ao óbito quando o estresse for prolongado, e em poedeiras a alcalose afeta diretamente a qualidade dos ovos.

Outro fator negativo decorrente do ofego das aves está no fato de que a passagem nasal destas funciona como um filtro à poeira e às bactérias presentes no ar que entra no trato respiratório, e esse sistema é prejudicado quando as aves ofegam, pois abrem o bico para respirar, podendo levar a um aumento na incidência de infecções respiratórias secundárias (Moura, 1998).

O calor corporal também pode ser liberado pela superfície corporal por radiação através do ar para outra superfície. Também pode ser transferido por condução para qualquer superfície mais fria como as paredes do aviário. O calor corporal também pode ser liberado através de processos convectivos, com uso da ventilação natural ou artificial. Neste caso, a ventilação quando a temperatura do ar é de 28 °C pode possibilitar uma sensação térmica de até 6 °C inferior à temperatura ambiente, para velocidades do ar em torno de 2,5 m.s<sup>-1</sup>. Assim, quando a temperatura ambiental se encontra entre 28 e 30 °C, os processos de trocas térmicas de radiação, condução e convecção são usualmente adequados para manter a temperatura corporal das aves constante (Donald, 1996).

### ***2.3 Influência do ambiente quente sobre a produção avícola***

De acordo com Sainbury (1971), Clark (1981) e Yousef (1985), a faixa de temperatura de conforto ambiente para as aves em condições de postura, é atingido quando a temperatura ambiente está entre 13 a 27 °C, umidade relativa do ar de 50 a 80%, umidade da cama entre 20 e 30%

Payne (1967) verificou que as quedas na produção de ovos sob altas temperaturas não são só provocadas necessariamente por essas temperaturas, mas também pela diminuição na ingestão de nutrientes essenciais de energia, resultando, assim, numa diminuição do apetite. Descreve também que a postura não era afetada, mesmo quando atingida temperatura de 36 °C durante 6 horas ao dia, sempre que as aves tivessem se aclimatado a ela e que a umidade relativa estivesse na faixa de 40 a 50%. Quanto à conversão alimentar, quase sempre tem se observado uma melhora ao se aumentar a temperatura ambiente. Porém, isso só seria possível no caso de se mudar a concentração da ração sem que a produção ficasse prejudicada.

Altas temperaturas, além de provocar uma redução no desempenho das aves, induzem uma hiper-ventilação dos pulmões durante a respiração, com perda excessiva de dióxido de carbono do sangue, fator importante na formação do carbonato de cálcio para a casca. A

temperaturas de 38 °C, ao cabo de algum tempo, sobrevém a morte (Brooks, 1971; Sainbury, 1971; Hamilton, 1982; Zumbado, 1983 e Yousef, 1985) apud Jácome (2005). Por outro lado, as condições ambientais podem, indiretamente, afetar também o controle de doenças. A multiplicação e capacidade de sobrevivência dos microorganismos patogênicos no ar dependem tanto da temperatura quanto da umidade, assim com o da taxa de renovação de ar (Hicks, 1973).

Quando expostas ao estresse térmico, especialmente ocasionado por trocas súbitas de temperaturas, a ave produz o ovo com peso e volumes reduzidos, gerando pintos menores. Haverá redução da concentração sanguínea de cálcio, ocorrendo diminuição dos números de ovos e prejuízo da fertilidade, através de redução na taxa de incubação e do número médio de pintos por ave alojada (Morris et al., 1990).

#### ***2.4 Influência do ambiente térmico sobre as fêmeas***

A fêmea reage ao estresse com aumento da temperatura corporal, aumento da taxa respiratória, diminuição no consumo alimentar e manifestação da letargia, na proporção da severidade do ambiente térmico imposto. Em adição, as penalidades na performance reprodutiva ocorrerão, também proporcionalmente a esta severidade, associada com o tempo de exposição da ave às condições estressantes e ao número de vezes em que já passou por esta situação, ou seja, condições de aclimação (Roller & Sttombaugh, 1974).

De acordo com Molina (1992), as linhagens de matrizes de corte são menos tolerantes ao calor do que as linhagens de postura, existindo uma correlação negativa com o peso corporal; devido a esta correlação negativa, as matrizes pesadas são mais afetadas pelas temperaturas altas.

Faria et al. (2001) observaram que o desempenho de poedeiras piorou quando submetidas a estresse calórico constante, com exceção para a conversão alimentar. Isto pode estar ligado à queda no consumo de ração como uma tentativa da ave em evitar o aumento da produção de calor corporal devido ao incremento calórico. Os componentes dos ovos mostraram melhores resultados com o estresse calórico cíclico, para percentagem de albúmen e estresse calórico constante. A qualidade de casca apresentou-se melhor para a temperatura termoneutra e o estresse calórico cíclico. A diminuição da ingestão de alimento promove indiretamente redução na quantidade de cálcio ionizável no sangue prejudicando a produção de íons carbonato na mucosa uterina, piorando a qualidade da casca. O importante é ressaltar

que a menor ingestão de nutrientes em situações de estresse calórico resulta em prejuízo tanto da produção como do peso dos ovos.

## *2.5 Índices do ambiente térmico*

Além da temperatura do ar vários índices do ambiente térmico têm sido estabelecidos com a finalidade de expressar o conforto ou desconforto em relação às condições ambientais. Os fatores ambientais mais usados são a temperatura ambiente, o índice de temperatura do globo negro e umidade, a carga térmica de radiação e a umidade relativa do ar (Tinôco, 2001).

### *2.5.1 Temperatura ambiente*

Nos climas subtropicais e tropicais, como é o caso do Brasil, os efeitos de temperatura e umidade do ar são muitas vezes limitantes ao desenvolvimento, produção e reprodução dos animais, em razão do estresse a eles associado. De acordo com Curtis (1983), o ambiente é o conjunto de todos os fatores que afetam direta ou indiretamente os animais.

O ambiente a que são submetidas às aves constitui um dos principais responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola. Nesse contexto, os fatores térmicos (radiação térmica, temperatura, umidade e movimentação do ar) comprometem a função vital mais importante dos animais que é a homeotermia. (Tinôco, 1996).

De acordo com Baêta & Souza (1997), a ZCT dependendo da adaptação animal ao frio ou ao calor e em função do tempo de exposição e do nível de produção, para a ave adulta a ZCT está entre 18 e 28 °C, sendo que a temperatura efetiva crítica inferior (TCI) é de 15 °C e a temperatura efetiva crítica superior (TCS) é 35 °C.

Milligan & Winn (1964), Reece et al. (1986), Strom & Fuenstra (1980), Clark (1981), Isa Babcock (1982), Reece & Lott (1982), Curtis (1983), Esmay & Dixon (1986), Timmons & Gates (1988), Zulovich & Deshazer (1990) apud Jácome (2005) a ZCT para aves adultas, tanto para frangos de corte, como para galinhas de postura, está em torno de 15 a 25 °C.

Abreu et al (2001) comenta que em países de clima tropical com temperaturas elevadas de verão e intensa irradiação solar, os materiais a serem utilizados para a confecção das instalações devem permitir bom isolamento térmico, para que o ambiente interno dessas instalações seja menos influenciável pela variação climática.

Quanto a baixas temperaturas, o maior inconveniente é o aumento do consumo de ração, como uma reação natural para incrementar a ingestão de energia necessária à manutenção de todas as atividades vitais. O consumo mais alto é encontrado entre 5 e 10 °C (Fabrello 1979).

A ZCT varia de acordo com a idade, para pintinhos de um a sete dias de idade, a ZCT está entre 31 e 33 °C, outra informação importante, obtida a partir de monitoração de temperatura e umidade da instalação, é o cálculo da entalpia ambiental. A entalpia é a variável física que indica a quantidade de energia (expressa em kJ/kg de ar seco) contida em uma mistura de vapor d'água. Portanto, na mudança de temperatura, para umidade relativa constante, ou vice-versa, há alteração da energia envolvida no processo, afetando a troca térmica. Assim, o uso do conceito de entalpia, para seleção de períodos críticos, permite a avaliação correta da produção e da mortalidade, no caso de situações completamente adversas à zona de termoneutralidade (Nããs et al., 1995).

Em condições de calor, onde são verificadas altas temperaturas, o movimento do ar é um fator indispensável para a melhoria das condições ambientais, principalmente de duas maneiras: primeira – ao aumentar a velocidade do vento, para temperatura ambiente abaixo da corporal, aumenta-se a dissipação de calor por convecção e, para qualquer temperatura ambiente, favorece-se a dissipação de calor na forma evaporativa: segunda – promove-se a renovação do ar ao redor dos animais pôr outro ar mais frio e menos úmido, o que favorece a dissipação de calor do animal para o ambiente e possibilita a circulação do ar ambiente com maior índice de oxigênio e menores índices de gás carbônico e amônia. (Ferreira, 1996).

Segundo Donald (1998), as aves apresentam uma melhor produção quando estão em ambientes com umidade relativa na faixa de 50 a 60%. Em ambientes com 26,7 °C e umidade relativa de 60%, as aves completamente emplumadas estão próximas ao limite superior de sua ZCT, significa que não estão estressadas pelo calor. No entanto em ambientes com a mesma temperatura e umidade superior a 80%, ficam desconfortáveis prejudicando o desempenho das aves, vale salientar que este conforto para a ave, na qual há a constância do meio interno e os sistemas homeostáticos controladores estão atuando com o menor gasto de energia, deve ser traduzido em ganho de peso, conversão alimentar e produção de ovos. De um modo geral, para que o animal esteja confortável termicamente é necessário que ele esteja dissipando calor em taxa igual a resultante dos processos metabólicos mais a recebida do próprio ambiente.

Freeman (1968), pesquisando aves adultas criadas a temperaturas de 20 °C, observou que ocorreu perda evaporativa de 25% do calor total dissipado quando foram submetidas a 40% e 87% de umidade relativa. Para temperatura de 24 °C, verificou perda evaporativa de 50 e 22% do calor total dissipado, quando as aves foram submetidas a 40 e 84% de umidade

relativa, quando criadas a 34 °C, verificou-se perdas evaporativas de 80 e 39% do total dissipado, com umidade de 40 e 90%. O autor mostra a importante relação entre temperatura e umidade nas trocas de calor realizado pelas aves.

De acordo com Moura (2001), quando o ambiente térmico está acima da ZCT, ocorre redução na atividade física, ocorrendo diminuição da produção interna de calor das aves e o sangue vai para a superfície corporal principalmente nas cristas e barbelas, aumentando o seu tamanho. Portanto, o calor metabólico migra à superfície do corpo e liberado ao ambiente pelos processos de condução, convecção e de radiação. Para aumentar a liberação de calor para o ambiente externo as aves adotam um comportamento diferenciado, abrindo as suas asas e mantendo-as afastadas do corpo. No caso dos frangos, o metabolismo alimentar e o calor ambiente aumentam a produção de calor do animal e, especialmente em regiões tropicais, causam à redução no consumo de ração. Por outro lado, ao manter-se em equilíbrio com o ambiente circundante, diz-se que o animal se encontra confortável e apto à produtividade máxima (Penz Jr., 1989 e Silva et al., 1990).

### *2.5.2 Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU)*

Buffington et al. (1981) proporam o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para vacas leiteiras. Este índice foi desenvolvido baseado no Índice de temperatura e umidade (ITU), desenvolvido por Thom (1958), utilizando a temperatura do globo negro no lugar da temperatura do bulbo seco.

O ITGU incorpora os efeitos da temperatura do ar, da radiação, da velocidade do ar e da umidade relativa do ar. Teixeira (1983), Piasentin (1984) Tinôco (1988), Ferreira (1996), Zanolla (1998) e Fonseca (1998) apud Jácome (2005), constataram que nos dias atuais é utilizado o ITGU para representar o conforto térmico ambiental na produção de animais em clima tropical.

Teixeira (1983) trabalhando com frangos de corte, em condições de verão, observou que os valores do ITGU na ordem de 78,5 a 81,6 mostraram-se compatíveis com a conversão alimentar e o ganho de peso, na primeira semana de vida. Na segunda semana de vida, os valores do ITGU variaram de 67,4 a 75,6 apresentando um aumento na conversão alimentar de 44% e redução no ganho de peso de 30%, gerando desconforto em razão das condições de frio. Os valores do ITGU variando entre 65,0 e 77,0 da terceira à sexta semana de vida das aves; não afetaram a produção dos frangos, compatíveis com a produção no período considerado. Na sétima semana de vida das aves o ITGU variando de 73,3 a 80,5, refletindo

no aumento da conversão alimentar de 41% e redução no ganho de peso dos frangos de 37,2%, portanto um desconforto em virtude das condições de calor.

De acordo com Piasentin (1984), ao comparar dois tipos de pisos suspensos, observou que o ITGU variou de 65,0 a 77,0 no período da quarta a sétima semana de idade das aves e não influenciou de forma negativa o desempenho avícola, mostrando compatíveis com a produção no período considerado.

Silva et al. (1998), estudando o efeito do ITGU em abrigos com diferentes materiais de cobertura de telha de cimento amianto e telha canal, concluíram que a telha de cerâmica proporcionou valores menores de ITGU (83,08 e 83,74 as 11 e 14 h, respectivamente).

Furtado (2002) estudando a caracterização das tipologias de construção e condição de conforto ambiental das instalações avícolas na mesorregião do Agreste Paraibano encontrou os maiores valores médios de ITGU para o sistema TASV (telha de amianto sem sistema de ventilação interna) no intervalo de 12 as 14 h respectivamente de 81,16 e 80,61.

Vieira (2003) estudando a influência ambiental no desempenho de francos de corte em Campina Grande – PB encontrou os maiores valores médios de ITGU para o sistema TASP (galpões com telha de amianto e sistema de ventilação artificial sem pintura) no intervalo de 11 as 13 h respectivamente de 75,2 e 76,3.

### 2.5.3 Carga térmica de radiação

Outro indicador das condições térmicas ambientais é a carga térmica de radiação (CTR), que, em condições de regime permanente, expressa a carga térmica radiante a que está exposto o globo negro em todos os espaços ou em todas as partes da vizinhança. A carga térmica de radiação quantifica a radiação ambiente incidente sobre o animal, com base na temperatura radiante média (TRM).

De acordo com Bond et al. (1954) a temperatura média radiante é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, iluminando o efeito da reflexão, com o qual o corpo (globo negro) troca grande quantidade de energia quanto a contida no ambiente considerado.

Bond et al. (1976) comentam que o sombreamento pode reduzir cerca de 30% ou mais a carga térmica radiante incidente sobre o animal e esta redução depende do material de cobertura utilizado para promover o sombreamento. A proteção contra a insolação direta sob coberturas, segundo Costa (1982), pode ser obtida pelo uso de coberturas com alto poder refletivo, isolantes térmicos e materiais de grande inércia térmica.

Segundo Rosa (1984), durante o dia, a cobertura reduz a carga térmica de radiação proveniente do sol e do céu, substituindo uma área de solo aquecido por uma área de solo sombreado. Assim o material de cobertura passa a ser um elemento importante no processo de troca de calor.

Silva et al. (1998) estudando o efeito da CTR em abrigos com diferentes materiais de cobertura (telha canal e de cimento amianto), concluíram que nos dias de maior entalpia, a telha de cerâmica proporcionou valores menores de CTR (554,46 e 549,43  $\text{Wm}^{-2}$  às 11 e 14 h, respectivamente), que os proporcionados pela telha de cimento amianto (609,90 e 646,68  $\text{Wm}^{-2}$  às 11 e 14 h, respectivamente).

Moraes et al. (1999) encontraram valores médios de CTR (08, 10, 12, 14 e 16 h) de 487,6  $\text{Wm}^{-2}$  para telhas de cimento amianto e de 480,9  $\text{Wm}^{-2}$  para galpões com telhas de cimento amianto e aspersão sobre a cobertura.

Furtado (2002) encontrou os maiores valores médios de CTR para o sistema TASV (telha de amianto sem sistema de ventilação interna) no intervalo de 12 as 14 h respectivamente de 509,46 e 505,31  $\text{Wm}^{-2}$ .

Vieira (2003) encontrou os maiores valores médios de CTR para o sistema TASP (galpões com telha de amianto e sistema de ventilação artificial sem pintura) no intervalo de 11 as 13 h respectivamente de 480,70 e 487,00  $\text{Wm}^{-2}$ .

#### 2.5.4 Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é um fator climático que ajuda na determinação do conforto térmico ambiental. Levando em consideração que a principal forma de dissipação de calor pelas aves em temperaturas elevadas ocorre por evaporação via respiratória, pode-se afirmar que a capacidade da ave de suportar as condições de calor é inversamente proporcional ao teor de umidade relativa do ar.

Em regiões com temperaturas elevadas ocorre aumento da frequência respiratória da ave, para aumentar a dissipação de calor por evaporação. Este aumento na perda de água por evaporação induz a ave a aumentar a ingestão de água, tornando as fezes mais líquidas; conseqüentemente, mais umidade é adicionada ao ambiente e à cama, intensificando a dificuldade de dissipação de calor via evaporativa das aves. Assim, a decomposição microbiana de ácido úrico, que resulta em amônia e gás carbônico, é

favorecida pela alta umidade; dessa forma, a alta umidade relativa do ar constitui um fator negativo para a produtividade avícola (Baião, 1995).

Tinôco (1998) comenta que um ambiente é tido como confortável para aves adultas, quando apresenta temperaturas de 15 – 18 °C a 22-25 °C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Estes valores, especialmente no que tange à temperatura, dificilmente são obtidos nas condições do clima brasileiro, sobretudo no verão.

De acordo com Moura (2001), as aves adultas com cinco semanas de idade suportam temperaturas acima de 27 °C, sem problema com o nível de umidade relativa ao qual estão sendo submetidas. Temperaturas ambientais menores de 32 °C e altas taxas de umidade relativa do ar (acima de 75%) as aves são severamente estressadas. Níveis de umidade relativa acima de 80% causam problemas e aumento de fezes aquosas que ocasionam escurecimento das penas a aumentam a concentração de gases e odores nos aviários. Altas taxas de umidade relativa do ar associado a altas temperaturas, fazem com que ocorra uma menor remoção da umidade das vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante.

Barbosa Filho (2004b) comenta que quanto à umidade do ar ideal para aves de postura, não há valores concretos como no caso da temperatura. O que se pode afirmar com certeza é que, com valores muito altos de umidade relativa, as aves ficam mais sensíveis ao estresse calórico. Por isso, é importante se manter uma baixa umidade relativa no aviário, principalmente no verão. Outro problema sério causado pela alta umidade relativa nos aviários que utilizam cama, ao invés de gaiolas, é seu umedecimento, o que além de trazer problemas de saúde as aves, ainda poderá comprometer a qualidade dos ovos ali postos.

De acordo com a Tabela 01, visualiza-se o efeito da temperatura e umidade relativa do ar sobre a perda evaporativa de calor de aves. Segundo Payne (1967), quando a umidade relativa noturna é constante e superior a 80% e a diurna superior a 72%, o nível de umidade da cama passará de 32% e ficará totalmente úmida.

Tabela 01 - Efeito da Temperatura e umidade relativa do ar sobre a perda evaporativa de calor em aves.

Clima	Temperatura (° C)	Umidade Relativa do ar (%)	Perda Evaporativa (%)
Normal, seco	20	40	25
Normal, úmido	20	87	25
Quente e Seco	24	40	50
Quente e úmido	24	84	22
Muito quente, seco.	34	40	80
Muito quente e úmido	34	90	39

FONTE: Romijn e Lokhorst (1966)

## 2.6 Índices zootécnicos

### 2.6.1 Qualidade dos ovos

O ovo pode ser considerado um dos alimentos mais completos nutricionalmente e com a aplicação de técnicas desenvolvidas cientificamente, a indústria de ovos tem atingido eficiente produção. A qualidade da produção é, sem dúvida nenhuma, um dos principais interesses dos produtores e consumidores de ovos, uma vez que está diretamente relacionada a fatores como: higiene, sanidade e principalmente a saúde e bem-estar animais.

Estudos têm sido conduzidos a fim de se verificar a influência do estresse térmico na qualidade dos ovos. Bennion & Warren (1993) trabalhando com poedeiras submetidas a altas temperaturas, verificou uma certa influência das altas temperaturas na qualidade das cascas dos ovos, além de um decréscimo nos valores de peso dos componentes constituintes do ovo.

Payne (1967) demonstrou que a queda na produção de ovos em aves submetidas ao estresse térmico, não são necessariamente provocadas pelas altas temperaturas, mas que são também resultados da diminuição na ingestão de alimentos e nutrientes essenciais às aves, ocasionada principalmente pela perda de apetite provocado pelo estresse.

Segundo Pereira (1991) o pH sanguíneo das aves de postura decresce juntamente com o nível de cálcio, após duas horas de estresse térmico. Isso é prejudicial à formação da casca do ovo, pois há uma diminuição de cálcio no sangue.

Andrade et al. (1976) verificaram que aves expostas a uma temperatura de 32 °C apresentaram um decréscimo significativo na produção de ovos, além de um decréscimo de aproximadamente 25% no consumo de ração. Quanto à qualidade dos ovos, o estudo revelou um decréscimo significativo no peso dos ovos, nos valores de gravidade específica e na espessura da casca.

Mashaly et al. (2004) submeteram aves poedeiras de 31 semanas a três tratamentos em câmara climática, com temperaturas cíclicas e sob condição de estresse térmico constante de 35 °C e 50% UR. Como respostas, verificaram que o ganho de peso das aves e o consumo de ração foram significativamente reduzidos nas condições de estresse, bem como o peso dos ovos e da casca, a espessura da casca e a gravidade específica.

### 2.6.2 *Peso e tamanho do ovo*

A classificação dos ovos por peso varia muito de país para país. Em vários mercados, incluindo Japão, México e Suécia, os ovos são vendidos por peso (kg). Ainda assim, o peso pago por quilograma varia com o peso médio de cada ovo. Muitos varejistas exigem uma proporção de ovos de cada tipo para atender às preferências de todos os seus cliente.

No Brasil os ovos são classificados em grupos, classes e tipos, segundo a coloração da casca, qualidade e peso, de acordo com as especificações que ora se estabelecem.

Fatores como a fisiologia da ave (Cavalheiro, 1980), tempo de oviposição, estrutura da gaiola, número de fêmeas por gaiola e frequência de colheita de ovos (Washburn, 1982), a idade das aves, a nutrição, as condições de manejo, o estado sanitário, temperatura e umidade, a genética e o manejo das aves (Andriquetto et al., 1998) influenciam o tamanho e a qualidade do ovo.

Jácome (2005) estudando o os efeitos de dois sistemas de acondicionamento sobre os índices zootécnicos de poedeiras semi-pesadas (Lohmann Brown) no município de Lagoa Seca - PB, com idade entre 24 e 40 semanas, encontrou valores médios de peso do ovo, para o sistema telha de amianto de 66,38g e para o sistema telha de cerâmica de 71,54g.

Quando expostas ao estresse térmico, especialmente ocasionados por trocas súbitas de temperatura, a aves produz o ovo com peso e volumes reduzidos, gerando pintos menores. Haverá redução da concentração sangüínea de cálcio, ocorrendo diminuição do número de ovos e prejuízo da fertilidade, através de redução na taxa de incubação e do número médio de pintos por ave alojada (Morris et al. 1968 apud Tinôco 1996).

### 2.7 *Qualidade da casca dos ovos*

Alguns fatores estão associados à produção de ovos de casca fina e conseqüentemente, a maior quebra dos mesmos desde a idade das galinhas (Broks, 1971), temperatura e umidade dentro das instalações (Muller, 1982), entre outros. Entre os fatores ambientais que levam a produção de ovos com casca fina, a temperatura ambiente, é sem dúvida o mais importante.

A avaliação da qualidade da casca tem sido feita por vários processos, diretos e indiretos, destacando-se neste último, o método do peso específico pela simplicidade, facilidade e rapidez, baixo custo, sem perdas de ovos, sendo este o método indireto mais usado (Hamilton, 1982). A integridade da casca tem grande importância na qualidade do ovo, sendo um dos fatores que mais tem preocupado os produtores, principalmente quando se

explora a produção de ovos por mais um ciclo de postura. A espessura da casca pode variar devido a vários fatores, entre eles a hereditariedade, já que algumas famílias ou linhagens de aves produzem ovos com casca mais grossa do que outras. Estas diferenças entre as aves com relação à qualidade da casca são definidas pela capacidade das aves de utilizar o cálcio. Outro fator é o clima, já que altas temperaturas reduzem a espessura da casca, como também os níveis de cálcio ou bicarbonato de sódio do sangue são reduzidos, como resultado dos movimentos respiratórios mais acelerados, pois a poedeira procura desta forma controlar a temperatura de seu corpo. Simultaneamente, o ambiente de temperatura elevada provoca uma diminuição no consumo de alimentos, que por sua vez determina uma diminuição no consumo de cálcio, fósforo e vitamina D<sub>3</sub>.

Em termos gerais, o peso específico proporciona uma idéia da qualidade da casca, baseado no fato de que, este está correlacionado com a percentagem de casca e, portanto seu peso. Quanto maior o valor do peso específico dos ovos, melhor será a qualidade da casca, e menor a percentagem provável de ovos quebrados (Hamilton, 1982, Zumbado 1983).

A idade afeta a espessura da casca, geralmente ao final do ano de postura, sendo que as cascas mais finas aparecem depois de 10-12 meses de postura. O nível nutricional também interfere, pois a casca do ovo é formada principalmente de carbonato de cálcio e uma deficiência deste elemento pode resultar em ovos de casca mole ou casca fina, como também a redução de magnésio e fósforo provoca a mesma situação (El Boushy & Raterink, 1985).

Roland (1984), apud Oliveira et al. (1995) constatou que durante a noite as poedeiras tornam-se deficientes em cálcio, período este em que a formação da casca é mais intensa; contudo, este problema soluciona-se com o fornecimento ao entardecer de dietas contendo calcário de partículas grandes, prolongando assim, sua permanência no trato digestivo durante toda à noite.

### **2.8 A ventilação na produção**

A ventilação nas instalações avícolas é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente, provenientes da água liberada pela respiração das aves e através de dejetos; para permitir a renovação do ar, favorecendo a entrada de ar puro (com menor concentração de CO<sub>2</sub>), para eliminar o amoníaco que muitas vezes depende dos dejetos e por fim reduzir o excesso de calor existente (Nããs, 1997).

Nas instalações, a ventilação é realizada de duas formas, por meios naturais ou por meios mecânicos (ventilação forçada), sendo esta adotada sempre que os meios naturais não

proporcionam índice de renovação de ar adequado, apresentando a vantagem de ser independente das condições atmosféricas e de possibilitar o tratamento do ar (filtração, umidificação, resfriamento, secagem, despoluição, etc) e a sua melhor distribuição (Tinôco, 1997).

De acordo com Baêta (1995), normalmente nas instalações brasileiras, a lateral do galpão é composta por muretas, tela e cortina. A altura da mureta de 20 cm mostra-se satisfatória, para permitir a entrada de ar ao nível das aves. Quanto à cortina deve ser manejada de forma a possibilitar uma ventilação diferenciada para as condições de calor, obtendo o máximo de ventilação e refrigeração, com pequena entrada de ar do meio externo.

Segundo Curtis (1983), a ventilação deve obedecer a exigências higiênicas e térmicas. Em regiões em que a temperatura se mantém quase sempre acima da requerida para conforto das aves, deve prevalecer uma ventilação baseada em razão térmica, e o projeto deve estar orientado para extrair o calor liberado pelas aves, bem como advindos da cobertura, para que a temperatura ambiente interior não aumente. Nas regiões frias, com baixas temperaturas, a ventilação deve atender as razões higiênicas (ligadas à renovação e qualidade do ar), exclusivamente. No entanto, para as regiões caracterizadas por terem um período frio e outro quente, muito bem definidos e discrepantes, a arquitetura do alojamento, deve adaptar-se a necessidades diferentes, originando, o que se chama ventilação de inverno, onde a única preocupação são as exigências higiênicas e a ventilação de verão, que deverá satisfazer tanto as higiênicas quanto as térmicas.

Segundo Tinôco (2001) a ventilação natural é o movimento do ar através de construções especialmente abertas pelo uso de forças naturais produzidas pelo vento e/ou por diferenças de temperaturas. Este tipo de ventilação pode e deve ser aproveitado nos climas quentes, realizando um estudo criterioso das condições de clima, topografia do terreno, localização do setor avícola e organização espacial dos galpões, paisagismo natural e da própria construção. Pode prever renques de vegetação, cuja função é canalizar o fluxo do vento para determinados pontos das construções aumentando ou reduzindo sua velocidade, de acordo com a necessidade. Portanto as regras mais importantes numa substancial ventilação natural em galpões abertos são a localização e orientação.

Um outro aspecto que pode explicar a baixa eficiência de boa parte dos sistemas de ventilação brasileiros é o fato de que, até início da década de 90, a velocidade máxima recomendada para a movimentação do ar perto das aves adultas era de  $0,2\text{ms}^{-1}$  no inverno e  $0,5\text{ms}^{-1}$  no verão. Estes baixos limites foram estabelecidos por Llobet & Gondolbel (1986),

Vaquero (1981); Curtis (1983), entre outros autores, devido a temores relativos a incidência de doenças pulmonares.

Tinôco (1997), relata que atualmente as pesquisas mostram que, na fase adulta e em condições de calor, a velocidade do ar pode chegar de 2,0 a 2,5ms<sup>-1</sup>, valores estes ainda passíveis de discussão e comprovação. Contudo, é notório que o incremento da velocidade do ar tem efeito muito importante na sensação térmica da ave e conseqüentemente na redução do estresse calórico.

Mitchell (1985) apud Moura (2001), pesquisando o efeito da ventilação em aves utilizando duas temperaturas de 20 e 30 °C e velocidade do vento de 0,3 para 1,05 m.s<sup>-1</sup>, observou-se que a temperatura de 20 °C com a mesma velocidade do vento, não ocorreu nenhuma redução na temperatura de superfície corporal dos frangos e a temperatura de 30 °C, com a mesma velocidade do vento, ocorreu uma redução em sua temperatura superficial de 0,6 °C, o que mostra uma forma efetiva de resfriar a ave, com a redução da demanda por perdas evaporativas de calor, auxiliando na manutenção de sua temperatura corporal. Muller (1982) constatou que a velocidade máxima do vento perto dos animais confinados, não deve ultrapassar 0,2 m.s<sup>-1</sup>. Menec (1995) trabalhando com aumento da velocidade do vento de 0 a 0,8 m.s<sup>-1</sup>, aumentou o consumo diário de alimentos, ocorrendo redução percentual da taxa de mortalidade das aves.

Segundo Cunningham (1995) e Donald (1996), a movimentação do ar em torno das aves é capaz de provocar uma redução da sua sensação térmica, em até 8 °C, quando alcança uma velocidade de 2 m.s<sup>-1</sup>. Contudo, a possível vantagem da ventilação na dissipação do calor corporal se anula quando a temperatura do ar se iguala á temperatura corporal das aves, sendo muito prejudicial para valores superiores a este.

## **2.9 Níveis de pressão sonora**

### **2.9.1 Considerações gerais**

O estudo das perdas auditivas induzidas pelo ruído (PAIRs) não é recente. Já que no início do século XVIII, na obra "*De morbis artificum diatriba*" [As doenças dos trabalhadores], Ramazzini (1700) analisa as enfermidades de 54 tipos de profissionais da época, às quais sugere como medida preventiva o menor tempo possível de exposição aos agentes agressivos. Uma dessas doenças era a surdez ocupacional desenvolvida na atividade dos bronzistas, descrita da seguinte forma:

Observamos esses artífices, todos sentados sobre pequenos colchões postos no chão, trabalhando constantemente encurvados, usando martelos a princípio de madeira, depois de ferro, e batendo o bronze novo, para dar-lhe a ductilidade desejada. Primeiramente, pois, o contínuo ruído danifica o ouvido, e depois toda a cabeça, tornando-se um pouco surdo e, se envelhecem no mister, ficam completamente surdos (Ramazzini, 1700).

Atualmente, a relação entre as exposições contínuas ao ruído e as perdas auditivas está estabelecida, porém pouco se sabe sobre exposições não contínuas. Ao contrário das primeiras, as exposições não contínuas não apresentam um mesmo nível médio diário ou semanal representativo da vida laboral dos trabalhadores. Ward (1986) relatou que os estudos das perdas auditivas, até então, baseou-se em muitos anos de exposição de oito horas diárias ao ruído constante, por isso seus resultados têm pouco uso para avaliação dos riscos associados com exposições não contínuas. O uso de tais resultados só seria possível se um novo método fosse elaborado pelo qual uma exposição específica, não importa de que complexidade pudesse ser expressa, em termos de exposição contínua. Para tanto, seria necessário encontrar um fator comum entre esses dois tipos de exposição que tornasse possível uma relação de efetividade como sugeriu Ward (1986).

Os trabalhadores que desenvolvem a perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) são prejudicados na sua capacidade de conversação e limitados na sua habilidade de perceber sinais audíveis nos ambientes de trabalho, geralmente sofrendo de outros problemas de saúde, como insônia, estresse, irritação etc. Além disso, por falta de metodologia adequada para estimar um nível único representativo da exposição diária desses trabalhadores, eles são prejudicados nos seus direitos trabalhistas e previdenciários, pois não conseguem provar a insalubridade das atividades executadas em seus postos de trabalho.

A ocorrência da perda auditiva ocorre em função de fatores ligados às características individuais da pessoa exposta ao ruído, ao meio ambiente e ao próprio agente agressivo (som). Astete & Kitamura (1980) explicam que, dentre as características do agente importantes para o aparecimento de doença auditiva, destacam-se: a intensidade, relacionada com o nível de pressão sonora; o tipo de ruído, definido como contínuo, intermitente ou de impacto; a duração, relacionada ao tempo de exposição a cada tipo de agente; e a qualidade, que diz respeito à frequência dos sons que compõem os ruídos em determinada análise.

De acordo com o Manual de Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho (2004), o limite da salubridade para pessoas trabalhando 8 horas semanais estão no nível de 85 dB. Por outro lado, os limites de tolerância, relacionados à exposição a picos de ruídos de impacto e

intensidade, segundo a Norma Reguladora NR-15 (1978), estão apresentados em faixas, na Tabela 02.

Tabela 02 - Limites de tolerância a ruídos

Nível de ruído – dB (A)	Máxima exposição diária permissível (h)
85	8h
86-90	4h a 7h
91-100	1h a 3h30min
102-115	7min a 45min

Adaptado da NR-15 (1978).

A perda auditiva por ruído é discutida por Pinheiro et al. (1999) e Miranda (1998) que encontraram níveis de prevalência de até 58,7% para alguns ramos de trabalho, como por exemplo, a indústria gráfica. Ainda segundo Miranda (1998), essa perda pode ser induzida mais rapidamente se o trabalhador apresentar alguma doença sistêmica crônica.

### 2.10 - Questão do ruído na avicultura

A criação de matrizes pesadas, de uma maneira geral, tem um caráter industrial, pois possui alto nível de mecanização e controle das operações dentro dos ambientes, utiliza o mínimo de mão de obra, com rotina intermitente, o que caracteriza uma presença mínima do tratador dentro das instalações, sendo as demais horas contratadas despendidas em tarefas de apoio que ocorrem fora da edificação em pauta. No caso específico de galpões de produção, este tempo totaliza 44 horas semanais quando da coleta manual de ovos.

Maas (1977) cita a legislação americana, na qual o limite superior permissível por 8 horas de trabalho no setor industrial está na faixa de 90 dB. O mesmo autor aponta como uma importante causa de complicações legais nos Estados Unidos da América o aparecimento de surdez em indivíduos expostos a altos limites de intensidade (denominados de picos de intensidade) por longos períodos durante o dia de trabalho.

Medidas de ruídos em criação intensiva de animais são raras no Brasil. Apesar de sugestões de se relacionar à vocalização de animais domésticos com sua condição de bem-estar, pouco também se encontra na literatura internacional (Marchant et al. 2001 apud Sampaio 2005).

### *2.11 - Ação da luz nas aves*

No Brasil, a criação intensiva de aves é realizada em galpões abertos para aproveitar os recursos ambientais existentes. Os galpões de criação são equipados para otimizar o desempenho zootécnico da produção. A modernização tecnológica ocorrida nas últimas décadas não levou em consideração a limitação quanto ao uso de energia elétrica.

O racionamento de energia elétrica realizado em 2001 ocorreu em razão de vários fatores. Medidas de emergência foram aplicadas, para diminuir o consumo, bem como aumentar a geração e distribuição e por isso, os diversos setores produtivos da economia tiveram de se ajustar à nova realidade. Para integrar o setor avícola a esta realidade, diversos estudos são necessários. A substituição de lâmpadas incandescentes por outras de vapor de sódio traria uma economia de cerca de 70% de energia elétrica. Outros procedimentos causariam uma redução ainda mais significativa (Cotta, 2002).

Em aves de postura é conhecida a função da luz elétrica nos programas de iluminação, aumentando o foto-período e estimulando a produção de ovos. No entanto, no Brasil este tema tem sido pouco estudado, pois, com o uso de galpões abertos, o tempo de iluminação artificial diária é muito menor, quando comparado com países em que se trabalha com galpões fechados.

Callemback (1943) foi o primeiro a descrever que o aumento do período de luminosidade durante os meses de inverno, aumentava a produção de ovos através do aumento da persistência de postura, atrasando a muda natural das aves. Tais resultados, comprovados mais tarde, motivaram pesquisas posteriores com a introdução de programas de luz para poedeiras. Apesar das inúmeras pesquisas que vêm sendo realizadas na área, os objetivos que levam a aplicação correta de um programa de luz, ainda são motivos de questionamentos e controvérsias, contribuindo deste modo para o agravamento de uma situação considerada bastante simples.

Nos países onde as instalações são fechadas, têm sido desenvolvidas pesquisas com programas de luz intermitente, com a finalidade de reduzir o período de iluminação artificial diário, sem que os índices zootécnicos e a concentração de postura sejam afetados (Sauveur, 1996).

O programa de iluminação ideal seria aquele que proporcionasse a máxima produção com o mínimo consumo de ração e gasto de energia elétrica.

Estudos sobre programas de iluminação para aves de postura vêm sendo preconizados há várias décadas por diversos autores, que relatam a influência dos programas de iluminação sobre a fase de crescimento e maturidade sexual em galinhas poedeiras.

Ernst et al. (1984) avaliou um sistema para economizar energia elétrica em galpão aberto, fornecendo somente 15min de luz artificial (LA) por dia. Os testes foram realizados com aves de 36 semanas de idade. Observou-se diminuição do consumo de ração e redução na produção de ovos. Esse programa foi considerado interessante por Rowland (1987), pois reduziu em 75% o gasto de energia elétrica nos galpões e melhorou a eficiência alimentar das aves. Entretanto, foi observada uma diminuição de 0,5 a 1% na postura de ovos.

O uso da iluminação artificial em aves reprodutoras e de postura comercial é uma das mais poderosas ferramentas de manejo disponíveis para o produtor avícola. O início da postura pode ser antecipado ou retardado; a taxa de postura pode ser influenciada e seu intervalo alterado; a qualidade da casca pode ser melhorada; o tamanho do ovo pode ser otimizado e a eficiência alimentar pode ser maximizada pelo fornecimento apropriado de um regime luminoso (Etches, 1996).

### *2.11.1- Conceitos básicos – Luz visível*

De acordo com Baeta (1997) vistas pelo olho humano, a luz é parte do espectro de energia radiante que é representada pelo comprimento de ondas entre 0,39 a 0,77 $\mu$ m (micrometros). Os limites dos olhos das aves domésticas são similares aos do olho humano. Todas as aves têm distinção de cores. Existem indícios de que as aves podem ver os raios do fim do espectro visual, como vermelho, laranja, amarelo e talvez parte do azul.

Se considerarmos a luz suficiente apenas para que as aves se alimentem, esta pode ser de baixíssima intensidade, podendo estar na faixa de apenas 0,1 lux (o que seria praticamente escuro ao olho humano).

A radiação fótica refere-se à luz que pode agir sobre os animais em função de sua qualidade e quantidade. O comprimento das ondas eletromagnéticas visíveis ao olho animal estende-se de 0,39 a 0,77 $\mu$ m, com cor variando em função do comprimento de onda. Para fins de comparação, a radiação ultravioleta estende-se de 0,004 a 0,39 $\mu$ m.

Um importante aspecto a ser considerado é a visão propriamente dita. Aves domésticas têm visão fotópica, enquanto alguns mamíferos têm visão escotópica. A visão fotópica opera melhor em condições de brilho e permite ao animal distinguir cores em seu ambiente. A visão

escotópica opera melhor em condições vagamente obscurecidas (ofuscadas) e não envolve nenhuma visão colorida. A visão animal é altamente sensível a comprimentos de onda na faixa de 0,51 a 0,56 $\mu\text{m}$ . Efeitos fotoperiódicos associados à reprodução de aves são causados, de maneira máxima, pela luz, com um comprimento de ondas em torno de 0,63 $\mu\text{m}$ . Luz de lâmpadas incandescentes e fluorescentes geralmente são usadas nesses casos.

É necessário evidenciar alguns conceitos básicos sobre as unidades de iluminação. Por exemplo, a vela é uma unidade-padrão de intensidade luminosa, que representa 1/6 da intensidade luminosa de um centímetro quadrado de um corpo negro, com radiação a partir de uma superfície a 2.046 Km.

O lúmen é a unidade-padrão de fluxo luminoso no sistema internacional de medidas. Ele é definido como o fluxo numa superfície unitária onde todos os pontos estão a uma distância unitária de uma fonte-ponto, com a intensidade de uma vela. Em outras palavras, o lúmen corresponde ao fluxo luminoso emitido, no interior de um ângulo sólido de um esferorradiano, por uma fonte pontual de intensidade invariável de uma candela e que emite, uniformemente, para todas as direções. A densidade do fluxo luminoso é expressa em termos de lux, um lúmen de luz incidente em um metro quadrado. Baseados na visão humana, os engenheiros de iluminação padronizaram o lux como uma fonte luminosa com distribuição espectral idêntica à curva-padrão de resposta do olho humano, que mostra que a sensibilidade do olho humano culmina em uma onda de comprimento 0,55 $\mu\text{m}$ . O brilho do Sol, por exemplo, tem uma densidade média de fluxo de 1,5 cal.  $\text{cm}^2 \cdot \text{min}^{-1}$  na Terra, o que equivale a 1.000 lux ou 0,1  $\text{W} \cdot \text{cm}^2$ .

Estes esclarecimentos detalhados a respeito de lumens e lux mostram que não basta saber a quantidade de lumens que uma lâmpada emite e simplesmente dividir pela área do galpão, no intuito de se obter o valor em lux (apesar de 1,0 lux = 1,0 lúmen/ $\text{m}^2$ ). A densidade do fluxo luminoso (lux) na prática não é homogênea e uniforme menciona o conceito supra de lumens e lux. Em função disto, não há como definir a quantidade de lux nos diferentes pontos do galpão, sem fazer uso do luxímetro, aparelho específico para este fim.

Outro conceito importante a ser esclarecido é que há uma diferença significativa entre o tipo de fonte luminosa, mesmo com as potências (Watts) iguais, em relação ao fluxo luminoso oferecido por cada uma delas. A Tabela 03 demonstra a diferença entre lâmpadas fluorescentes e incandescentes.

Tabela 03 - Lumens produzidos por Lâmpadas Brancas Incandescentes e Fluorescentes.

Potência (Watts)	Bulbo Incandescente (Lumens)	Bulbo Fluorescente (Lumens)
7		400
15	125	500-700
25	225	800-1.000
40	430	2.000-2.500
50	655	
60	810	
75		4.000-5.000
100	1.600	
150	2.500	
200	3.500	10.000-12.000

Fonte: North & Bell. Commercial Chicken Production Manual (1990).

A quantidade de luz produzida por unidade de energia elétrica é um ponto econômico importante na escolha da fonte de iluminação do galpão.

Outros fatores podem influenciar de maneira significativa a qualidade e intensidade do fluxo luminoso, como por exemplo: a condição de limpeza do bulbo, a distância da fonte luminosa ao ponto de atuação da luz na ave (retina). A Tabela 04 apresenta resultados práticos sobre a limpeza dos bulbos, assim como a Tabela 05 seguinte, demonstra a diferença entre a distância e a qualidade da luz fornecida às aves, dependendo do local onde as mesmas se encontram.

Tabela 04 - Qualidade da luz emitida em função da limpeza do bulbo.

Condição de Bulbo e Refletores	Equivalência de intensidade de luz
Bulbo limpo, refletor limpo	60 Watts
Bulbo limpo, sem refletor	40 Watts
Bulbo sujo, refletor sujo	40 Watts
Bulbo sujo, sem refletor	25 Watts

Tabela 05 - Resposta de Produção de aves Leghorn em gaiolas para diferentes níveis de Intensidade de Luz.

Altura da gaiola	Intensidade de Luz (Lux)	Ovos produzidos por ave (45 semanas de produção)
Alto	37,0	240
Médio	25,0	242
Baixo	17,0	242
Alto	7,5	239
Médio	5,0	240
Baixo	3,3	233
Alto	1,5	231
Médio	1,0	233
Baixo	0,7	222

Tabela 05 - Resposta de Produção de aves Leghorn em gaiolas para diferentes níveis de Intensidade de Luz.(Cont.)

Altura da gaiola	Intensidade de Luz (Lux)	Ovos produzidos por ave (45 semanas de produção)
Alto	0,3	223
Médio	0,2	221
Baixo	0,1	208

Fonte: Morris, T., Departamento de Agricultura, Inglaterra, citado por North & Bell (1990).

Uma questão também bastante discutida refere-se à cor da luz. Curtis (1983) demonstrou que frangas criadas sob luz azul ou verde atingem a maturidade sexual alguns dias antes do que aquelas criadas sob luz vermelha ou incandescente clara. Já na fase de postura as aves demonstraram melhor desempenho com o uso da luz vermelha.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### ***3.1 Local de desenvolvimento da pesquisa***

A fase experimental deste trabalho foi realizada em galpões de criação comercial de galinhas poedeiras pertencente à Granja Bosque da Prata, localizada no Distrito de São José da Mata, Município de Campina Grande-PB, inserida no semi-árido paraibano, com altitude de 548 m, com latitude de 07° 11' 23" Sul e longitude de 35° 59' 04" Oeste. De acordo com a classificação climática de Koeppen, o clima da região é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico) com total anual médio de chuva (P) em torno de 750 mm, e temperatura do ar média mensal em todos os meses é superior a 18 °C, em que a estação seca caracteriza-se do inverno a primavera.

O experimento foi conduzido em seis galpões de postura de um mesmo núcleo, com três sistemas de acondicionamento ambientais, assim classificados, GC (galpão californiano), GCN (galpão com nebulizadores) e GSN (galpão sem nebulizadores), nos meses de abril a junho de 2005, quando foi utilizado um total de 34.500 aves, da linhagem Lohmann (leves) e Bovans (semi-pesadas), com idade no intervalo de 18 a 88 semanas. A Granja Bosque da Prata tem uma produção diária aproximada de 22.500 ovos.

#### ***3.2 Características dos sistemas de acondicionamento ambiental***

##### ***3.2.1 Galpão californiano – GC***

O galpão californiano está orientado no sentido leste-oeste composto de um vão central, construído em alvenaria com comprimento de 112 m, largura 4,40 m, altura de pé-direito de 2,70 m, constituindo uma área 498,80 m<sup>2</sup> com alojamento de 5.800 aves da linhagem Bovans com 18 semanas ao final do experimento (Figura 01).



Figura 01 - galpão californiano

Os oitões são de alvenaria construídos com tijolos furados, sem revestimentos e sem pinturas. As laterais do galpão possui 20 pilares de concreto com altura externa de 3,00 m e espaçamento entre eles 4,00 m. O piso interno e o passeio são de terra batida.

O telhado do galpão tem cobertura de telha ondulada de fibrocimento com 6 mm de espessura apoiado sobre treliças de madeiras, em duas águas com inclinação de 20° e beiral de 0,80 m de comprimento, além de comedouros manual tipo calha e bebedouros tipo nipples.

### 3.2.2 Galpão com nebulizadores – GCN

Orientado no sentido leste-oeste, construído em alvenaria com comprimento de 42 m, largura 8,20 m, altura de pé-direito de 2,70 m, constituindo uma área 344,40 m<sup>2</sup> com alojamento de 5.340 aves da linhagem lohmann com 60 semanas de vida ao final do experimento.

O aviário é constituído por dois corredores com dimensões de 1,70m de largura cada um, com duas aberturas no final deste medindo 1,80 m x 1,40 m. Os oitões são de alvenaria construídos com tijolos furados, com revestimentos de argamassa e pintados com tinta á base da cal. As laterais do galpão possui 10 pilares de concreto com altura externa de 3,00 m e espaçamento aproximado de 4,00 m. O piso interno e o passeio são de solo cimento.

O telhado do galpão tem cobertura de telha ondulada de fibrocimento com 6 mm de espessura apoiado sobre treliças de madeiras, em duas águas com inclinação de 20° e beiral de 0,80 m de comprimento, além de comedouros manual tipo calha e bebedouros tipo nipples. (Figura 02).

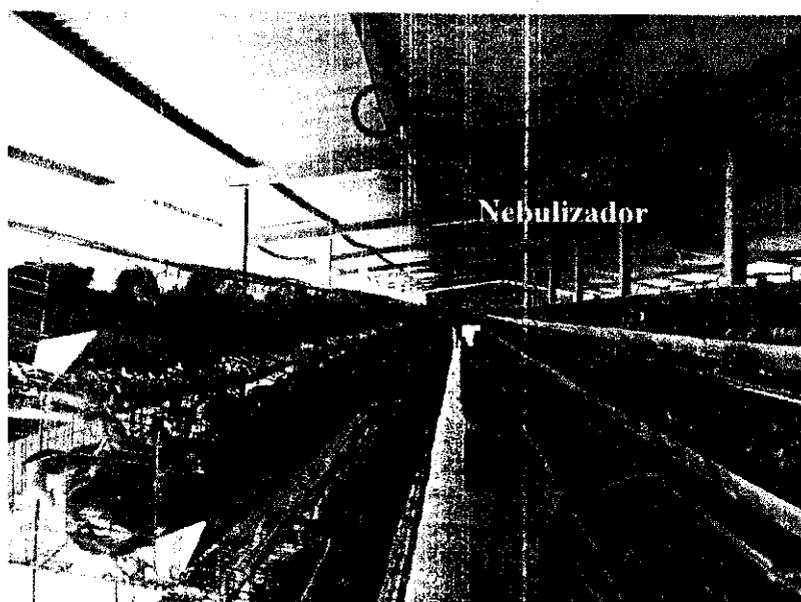


Figura 02 – galpão com nebulizadores

O sistema de nebulização é constituído de tubos de PVC, instalados em uma única linha no lado esquerdo do galpão, com bicos de nebulização instalados a cada 3 m, posicionados a 3,5 m de altura do piso, sendo acionado por meio de um bombeamento individual.

### 3.2.3 Galpão sem nebulizadores – GSN

O galpão sem nebulizador está orientado no sentido leste-oeste, construído em alvenaria com comprimento de 57 m, largura 7,20 m, altura de pé-direito de 2,60 m, constituindo uma área de 410,40 m<sup>2</sup>, com alojamento de 6.000 aves da linhagem Lohmann com 71 semanas de vida ao final do experimento.

Constituído por dois corredores com 1,00m de largura cada um, com duas portas no início e duas no final do galpão medindo respectivamente 2,00 m x 0,75 m e 1,80 m x 0,80 m. Os oitões são de alvenaria construído por tijolos de seis furos, sem revestimentos de argamassa e sem pinturas. As laterais do galpão possui 14 pilares de concreto com altura externa de 3,00 m e espaçamento entre eles 4,00 m. O piso interno e o passeio são de solo cimento, além de comedouros manual e bebedouros tipo nipples.

O telhado do galpão tem cobertura de telha ondulada de cimento amianto com 6 mm de espessura apoiado sobre treliças de madeiras, em duas águas com inclinação de 20° e beiral de 1,10 m de comprimento (Figura 03)

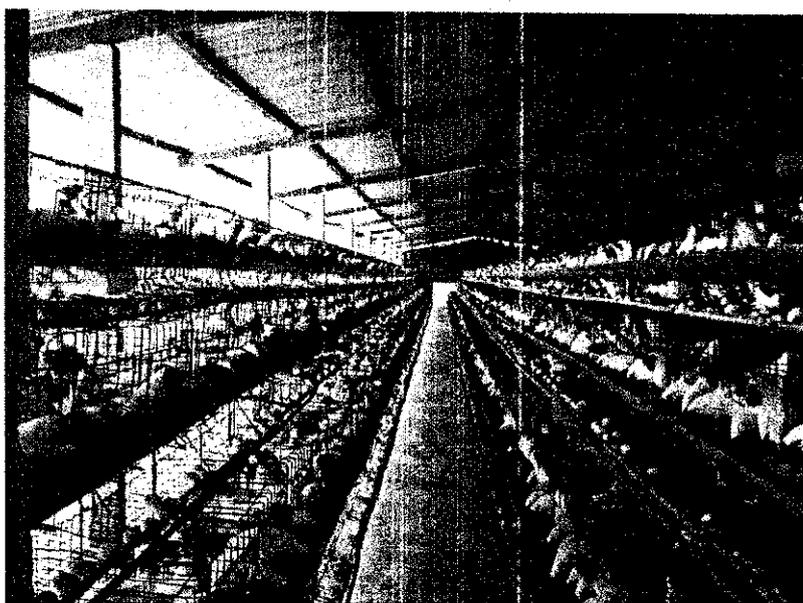


Figura 03 – galpão sem nebulizadores

### ***3.3 – Manejo do sistema de acondicionamento ambiental***

O sistema de nebulização é acionado quando as condições internas dos aviários são consideradas desfavoráveis às aves, ou seja, os sistemas de nebulizadores entram em funcionamento sempre que a temperatura interna do sistema atinge valores iguais ou superiores a 28 °C, sendo desligado quando a umidade relativa do ar alcança 80% e quando se presencia condensação no galpão.

### ***3.4 – Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes***

A partir do 1º dia do experimento (13/04/2005), foram medidas nos galpões as temperaturas do globo negro, velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura do ar, iluminância e os níveis de pressão sonora. Estas medições foram realizadas com intervalos de duas horas, começando às 8h e finalizando às 16h.

#### ***3.4.1 Temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento e iluminância.***

Essas variáveis foram mensuradas instantaneamente através de anemômetro digital (LM-8000 Lutron) realizadas em três pontos do aviário início, meio e fim, sendo feita uma

média destes dados, no instante da leitura o sensor estava posicionado no centro de massa das aves de cada galpão pesquisado (Figura 04).



Figura 04 – Detalhe do luxímetro digital (LM-8000 Lutron)

#### 3.4.2. Índice de temperatura de globo negro e umidade

As temperaturas de globo negro foram determinadas através de termômetro de globo negro, com diâmetro de 0,15 m, com termômetro de mercúrio, em vidro com resolução de 0,1 °C, sendo instalados dois globos negro, um à direita e outro à esquerda em cada galpão preso ao telhado através de arame galvanizado durante os três meses de experimento á uma altura de 1,50 m equivalente ao centro de massa das aves que estavam nas gaiolas intermediárias (Figura 05). Utilizou-se a média destas duas medições para calcular a temperatura radiante média, a carga térmica de radiação e o índice de temperatura de globo negro e umidade.



Figura 05 – Detalhe do globo negro no centro de massa das aves

### 3.4.3 Índices de conforto térmico

Através dos dados coletados de temperatura do globo negro e velocidade do vento, foram determinadas o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR).

O ITGU foi obtido pela expressão proposta por Buffington et al. (1977):

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

Onde:

ITGU – Índice de temperatura de globo negro e umidade em K;

$T_{gn}$  – Temperatura de globo negro, em K; e

$T_d$  – Temperatura do ponto de orvalho, em K.

A Carga Térmica de Radiação (CTR) foram calculadas, de acordo com a equação proposta por Esmay (1969):

$$CTR = \sigma (TRM)^4 \quad (2)$$

Onde:

CTR – dada em  $W.m^{-2}$ ;

$\sigma$  – a constante de Stefan - Boltzmann, ( $5,67 \times 10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$ ); e

TRM – temperatura radiante media (K).

A TRM é a temperatura de uma circunvizinhança, considerada uniformemente negra, para eliminar o efeito da reflexão, com a qual o corpo (globo negro) troca tanta quantidade de energia quanto a do ambiente considerado (Bond & Kelly, 1954), expressa por:

$$TRM = 100 \times \left[ 2,51 \times v^{1/2} \times (T_{gn} - T_a) + \left( \frac{T_{gn}}{100} \right)^4 \right]^{1/4} \quad (3)$$

Onde:

$v$  – velocidade do vento, em  $ms^{-1}$ ;

$T_{gn}$  – Temperatura de globo negro, em K

$T_a$  – Temperatura ambiente, em K

#### 3.4.4 Níveis de pressão sonora

A coleta dos níveis de pressão sonora foi efetuada durante todo o experimento nos seis galpões de postura analisados nesta pesquisa, no centro geométrico do local, a uma altura de 1,5 m do piso, utilizando o equipamento de nível sonoro marca Lutron<sup>®</sup> modelo SL 4001 *Sound Level Meter*. As leituras eram feitas a cada duas horas começando as 8 h e finalizando as 16h, os níveis foram registrados utilizando-se a escala normal e a escala de pico de intensidade. A escala normal refere-se aos valores lidos pelo equipamento em dB (A) que ocorrem com maior frequência dentro do período de cada intervalo de tempo. A escala de pico de intensidade refere-se ao maior valor detectado no mesmo período (Figura 06).



Figura 06 – Detalhe do decibelímetro digital nas avaliações de ruídos

#### 3.5 Índices Zootécnicos

A avaliação do desempenho produtivo das aves em função das idades se deu por meio dos seguintes índices de desempenho zootécnicos:

- Produção Total de ovos (PT): Dados registrados diariamente da quantidade de ovos retirados dos galpões em caixas de 30 unidades, em relação à quantidade de aves mantidas em cada galpão.
- Peso do Ovo (PO): Peso específico do ovo, retirada uma amostra de 30 ovos por galpão durante 6 semanas, pesados em balança digital com precisão de 0.01 gramas e retirados suas médias.

- **Peso da Casca (PC):** Após a retirada dos componentes, as cascas foram levadas a estufa a 105° durante o período de 2 horas e pesados em balança digital com precisão de 0.01 gramas.
- **Peso do Albúmem (PA):** Peso da clara do ovo, após a separação manual dos componentes (casca, clara, gema).
- **Peso da Gema (PG):** Peso específico da gema do ovo, depois de retirada do albúmem e da chalaza.

### ***3.6 - Manejo das aves nos galpões***

A alimentação era distribuída de forma manual (Figura 07) em todos os galpões a partir das 5h com média de 360Kg por aviário. Os aviários, exceto o californiano, possuem dois passeios (vão) com duas baterias de gaiolas cada uma com de três andares com dimensões de 50 x 45 x 45 cm com capacidade para cinco aves e comedouros tipo calha com bebedouros do tipo nipple acoplados nas gaiolas. A Ração era à base de proteína, carboidratos, lipídeos, vitaminas e minerais concentrados, os minerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de todos os processos bioquímicos corporais, dentre esses processos podemos destacar a importância dos minerais na formação da casca do ovo e também na melhora da sua qualidade interna. Durante a fase do experimento as aves tiveram o mesmo manejo, receberam formulação de ração idênticas, de acordo com a idade de cada lote.



**Figura 07 – Arraçamento feito de forma manual**

### **3.7 – Manejo dos ovos**

Os ovos eram colhidos manualmente sempre no mesmo horário (8h) nos aviários A,B,C e D em bandejas de papelão com capacidade para trinta ovos, sendo estes numerados de 1 a 30, e depois transportado da granja para o LACRA (Laboratório de Construções Rurais e Ambiência) para as devidas análises.

### **3.8 Delineamento estatístico**

Para a análise dos índices térmicos nos diferentes ambientes de acondicionamento, foi considerado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os três sistemas de acondicionamento de ambiente (GC, GSN, GCN), na subparcelas os cinco tempos de observações (08, 10, 12, 14, 16 h) com 8 repetições (números de semana do experimento).

Para análise de variáveis zootécnicas, produção total de ovos, peso dos ovos, percentagem de gema, de albúmen e de casca utilizou-se de um delineamento em blocos casualizados composto de quatro tratamentos (aviários A, B, C e D) e nove blocos (época de coleta).

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio do programa ASSISTAT, segundo Silva (2005). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. Para a confecção dos gráficos, utilizou-se o programa computacional STATISTICA.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

##### 4.1 Avaliação do Conforto térmico ambiental

Os valores médios de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR), velocidade do vento (VV), iluminância (lx) e dos níveis de pressão sonora (Ruído) observados nos três sistemas de condicionamento assim descritos: galpão californiano (GC), galpões sem nebulizadores (GSN) e galpões com nebulizadores (GCN) estão relacionados da Tabela 06 a Tabela 14.

4.1.1 Temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR).

O resumo da análise de variância para os valores de temperatura ambiente (TA), temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR), obtidos nos galpões experimentais estão apresentados na Tabela 06.

TABELA 06 – Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos sistemas de condicionamento de ambiente (S) e das horas (H), com relação á média horária do Índice de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e carga térmica de radiação (CTR).

F.V	G.L	QUADRADOS MÉDIOS			
		TA	UR	ITGU	CTR
Sistemas (S)	2	22,92 <sup>ns</sup>	29,32 <sup>ns</sup>	25,86 <sup>ns</sup>	938,69 <sup>ns</sup>
Resíduo (a)	21	25,66	683,07	24,73	1090,65
Horário (H)	4	28,81 <sup>**</sup>	556,02 <sup>**</sup>	32,26 <sup>**</sup>	2483,43 <sup>**</sup>
S x H	8	0,24 <sup>ns</sup>	3,48 <sup>*</sup>	2,03 <sup>ns</sup>	117,88 <sup>ns</sup>
Resíduo (b)	84	0,59	13,30	2,49	137,35
C.V (%)		2,77	5,60	2,20	2,55

\*\* = F significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* = F significativo ao nível de 5% de probabilidade, <sup>ns</sup> = F não significativo.

Observa-se na Tabela 06 que o efeito dos sistemas de condicionamento (s) não influenciou significativamente os valores de TA, UR, ITGU e CTR, já com relação aos horários (H) pode-se observar um efeito altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre os mesmos. Pelo teste F estudando a interação entre S x H, foi não significativa para os valores de TA, ITGU e CTR demonstrando que não há uma dependência de uma fonte de variação em relação à outra, já para a UR observa-se um efeito significativo ( $P < 0,05$ ). Tinôco (1996) encontrou efeito altamente significativo quando analisou seis diferentes sistemas de condicionamento de ambiente na avaliação do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) e na carga térmica de radiação (CTR), em galpões de matrizes.

#### 4.1.1.1 Temperatura ambiente (TA)

Os valores médios da TA estão apresentados na Tabela 07 onde se observa que entre as médias diárias, não houve diferença estatística entre os diferentes sistemas, no entanto ao longo do dia houve diferença nos diferentes horários de observação. Assim a TA observada as 12 h difere estatisticamente da observada as 8, as 10 e as 16 h porém não difere da observada as 14 h. Jácome (2005) estudando os efeitos de dois sistemas de condicionamento sobre os índices ambientais de poedeiras semi pesadas encontrou valores médios diários de temperaturas de 25,2 °C para o sistema telha de amianto e 24,2 °C para o sistema telha de cerâmica, portanto valores de TA, foram inferiores aos encontrados na presente pesquisa nos três sistemas de condicionamento. Vale salientar que a pesquisa do autor foi realizada em dezembro de 2004, onde se registrou índices pluviométricos acima da média da região, fato que afetou a TA.

TABELA 07 – Média e valores médios de temperatura ambiente (TA), em °C para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.

Galpão	TA (°C)					Média
	08h	10h	12h	14h	16h	
GC	25,32 a	26,69 a	27,57 a	27,97 a	26,59 a	26,83 a
GSN	26,31 a	28,15 a	29,07 a	29,06 a	27,46 a	28,01 a
GCN	26,62 a	28,47 a	29,23 a	29,22 a	27,64 a	28,24 a
Média	26,08 C	27,77 B	28,62 A	28,75 A	27,23 B	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para a TA em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas na Figura 08. Observa-se que para todos os sistemas de condicionamento o modelo quadrático representou bem o comportamento da temperatura ao longo do dia, com excelentes coeficientes de determinação. Para o sistema GC a maior temperatura estimada foi 27,3°C ocorrendo às 12h e 30min, para o sistema GSN a maior temperatura estimada foi 29,1°C ocorrendo às 12h e 32min e para o sistema GCN a maior temperatura estimada foi 28,8°C ocorrendo às 12h e 11 min.

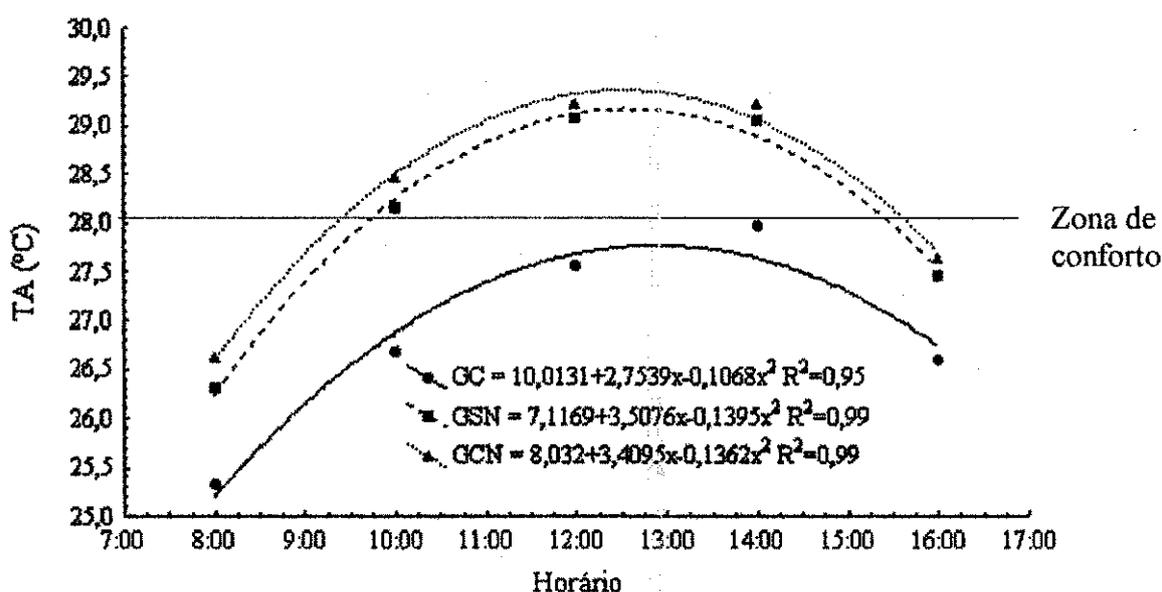


Figura 08 – Estimativas das temperaturas ambientes (TA), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Observa-se que o ambiente térmico avaliado pela TA nos três sistemas de condicionamento mostra maiores valores entre 12 e 14h. Os menores valores da TA ocorreram pela manhã, crescendo gradualmente até o valor máximo ao meio-dia e decrescendo até o final da tarde, e que o GCN apresenta maiores valores temperaturas em relação aos outros sistemas.

De acordo com Baêta & Souza (1997) para a ave adulta a ZCT está entre 18 e 28 °C, sendo que a temperatura efetiva crítica inferior (TCI) é de 15 °C e a temperatura efetiva crítica superior (TCS) é 35 °C. Observa-se assim que os sistemas de condicionamento GSN e GCN proporcionaram condições de desconforto para as aves no intervalo de 10 às 14h e que o sistema GC não apresentou nenhuma situação de desconforto fazendo com que as aves desempenhe satisfatoriamente todo seu potencial de produção.

Borbas & Minville (1997) avaliaram os efeitos da temperatura ambiental em aves poedeiras de diferentes linhagens e, ao submeter às aves a ambientes com temperatura de 21° C e 35° C, observaram que houve uma redução na ingestão de alimentos (16%), no número de ovos (13%), no peso corporal (8%), e no peso dos ovos (4%), e que não houve diferença no desempenho entre as diferentes linhagens.

Silva (1998) estudando a influência da arborização no desempenho térmico em aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos mostrou 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, nesta pesquisa ele observou que a temperatura interna às 16 h, dos aviários localizados na região arborizada foi 3°C (10,3%) inferior que nos aviários da região não arborizada.

Furtado (2002) estudando a caracterização das tipologias de construção e condição de conforto ambiental das instalações avícolas na mesorregião do Agreste Paraibano encontrou os maiores valores médios de TA interna para o sistema TASV (telha de amianto sem sistema de ventilação interna) no intervalo de 12 as 14 h respectivamente de 30,87 e 30,77 °C.

Jácome (2005) estudando o os efeitos de dois sistemas de acondicionamento sobre os índices zootécnicos de poedeiras semi-pesadas, encontrou valores médios de temperatura, para o sistema telha de amianto, na fase de postura, acima de 26,0 °C no período de 12 a 14 h.

#### 4.1.1.2 Umidade relativa do ar (UR)

Observa-se na Tabela 08 que não houve diferença estatística para os valores de umidade relativa do ar entre os diferentes sistemas. Ao longo do dia houve diferença estatística pelo teste Tukey nos valores médios de umidade relativa do ar nos diferentes horários de observação. A maior umidade relativa do ar ocorreu as 8 h (72,46%) diferindo estatisticamente das demais. A umidade relativa em média decresceu até 12 h voltando a crescer até 16 h. No entanto estatisticamente não há diferença às 10 e 16 h assim como 12 e 14 h. Tinoco (1996) encontrou efeito semelhante quando analisou o efeito dos horários (08 às 18h) na avaliação do índice umidade relativa do ar (UR) em seis diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente.

TABELA 08 – Média e valores médios da umidade relativa do ar (UR) em %, para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.

Galpão	UR (%)					Média
	08h	10h	12h	14h	16h	
GC	73,37 a	66,81 a	61,85 a	61,62 a	66,76 a	66,08 a
GSN	72,13 a	64,12 a	59,60 a	60,36 a	65,96 a	64,44 a
GCN	71,89 a	63,75 a	60,80 a	60,84 a	67,02 a	64,86 a
Média	72,46 A	64,89 B	60,75 C	60,94 C	66,58 B	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Furtado et al (2003) analisando o conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento encontrou valores de umidade relativa do ar (UR) para o sistema denominado de TASV (Telha de amianto sem ventilação artificial) nos horários de 12 e 14 h de 53,63 e 52,10 respectivamente, valores esses menores que o encontrado nesta pesquisa no sistema GSN que foram de 59,60 e 60,36 respectivamente. Fato explicado visto que a pesquisa de Furtado et al (2003) foi executada no verão enquanto neste trabalho a análise das variáveis ocorreu no começo de estação chuvosa.

Jácome (2005) estudando os efeitos de dois sistemas de condicionamento sobre os índices ambientais de poedeiras semi-pesadas no município de Lagoa Seca - PB nos meses de março a maio de 2004 encontrou valores médios de umidade relativa do ar para o sistema telha de cimento amianto de 80,1% e para o sistema telha de cerâmica de 80,8%.

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para a umidade relativa do ar em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas Figura 09. Nota-se que para todos os sistemas de condicionamento o modelo quadrático representou o comportamento da umidade relativa do ar ao longo do dia, com altos níveis de significância pelo teste t ( $P < 0,05$ ) e excelentes coeficientes de determinação para todos os sistemas. Para o sistema GC a mínima umidade relativa do ar estimada foi 61,33% ocorrendo às 12h e 58min, para o sistema GSN o menor valor encontrado da umidade relativa do ar estimada foi 54,50% ocorrendo as 12h e 42 min e para o sistema GCN o menor valor encontrado da umidade relativa do ar estimada foi 59,50% ocorrendo as 12 h e 40 min.

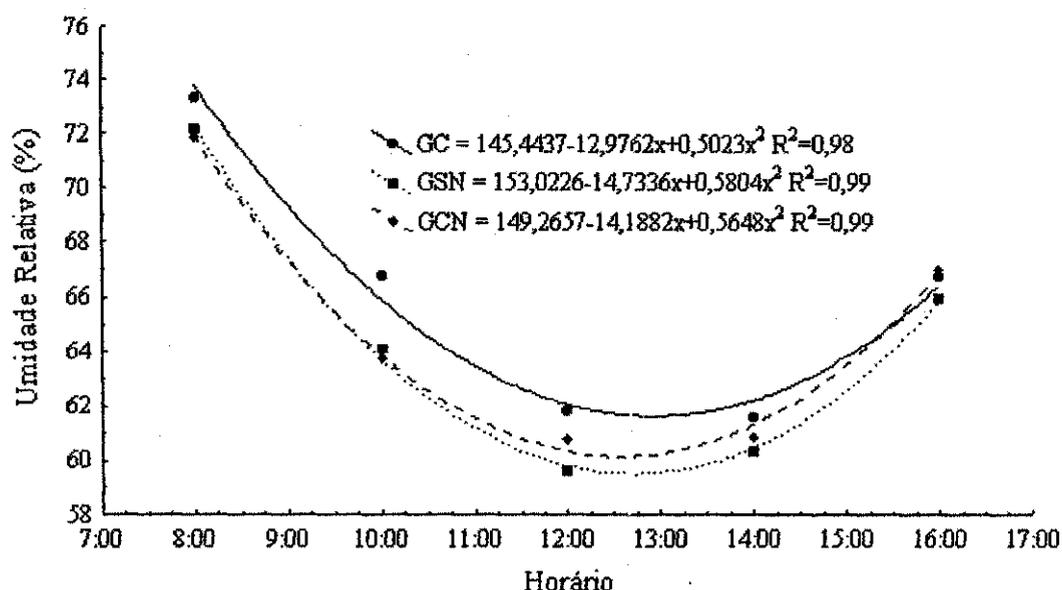


Figura 09 – Estimativas da umidade relativa do ar (UR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Observa-se, também, que no horário das 08h todos os sistemas de condicionamento tiveram valores de UR considerado acima da ZCT que, segundo as recomendações, deve ficar entre 50 e 70% Baêta & Souza (1997).

Com base na Figura 09, observa-se que a umidade relativa do ar expressa em % nos três sistemas mostra maiores valores às 08h. Os menores valores de umidade relativa do ar ocorreram por volta de 12 h, para todos os sistemas estudados.

#### 4.1.1.3 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Observa-se na Tabela 09, que pelo teste de Tukey, não houve diferença estatística para os valores de ITGU entre os diferentes sistemas, no entanto ao longo do dia houve diferença estatística nos valores de ITGU nos diferentes horários de observação. Assim o ITGU médio observado em todos os sistemas no horário das 12h difere estatisticamente do observado as 08, as 10 e as 16h porem, não difere do observada as 14h.

Ao meio dia, horário considerado crítico, o valor médio encontrado, 77,19 está próximo do limite superior encontrado por Teixeira (1983) que pesquisando instalações para frangos de corte na região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG, concluiu que da terceira à sexta semana, os ambientes cujos valores de ITGU variaram entre 65 e 77, não afetaram o desempenho dos frangos e, portanto, foram considerados confortáveis para a produção.

TABELA 09 – Média e valores médios de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) para os diferentes horários e sistemas de acondicionamento analisados.

Galpão	ITGU					Médias
	08h	10h	12h	14h	16h	
GC	73,21a	74,73 a	76,13 a	75,47 a	73,92 a	74,69 a
GSN	74,69 a	76,42 a	77,67 a	75,61 a	75,30 a	75,94 a
GCN	74,52 a	76,41a	77,77 a	77,15 a	75,11a	76,19 a
Média	74,14 C	75,85 B	77,19 A	75,97 AB	74,88 BC	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

Os valores de ITGU nos sistemas GSN e GCN em média estão acima dos valores citados por Tinoco (1988) que conduziu experimentos com frangos, em condições de verão em Uberaba-MG, e verificou que valores de ITGU superiores a 75 causam desconforto nas aves acima de quinze dias de vida, sendo que a situação de estresse se agrava à medida que as aves se desenvolvem. Os menores valores de ITGU foram observados no GC, sendo assim o mais adequado à promoção do conforto térmico, em relação aos sistemas GSN e GCN. Podendo melhorar este índice com a implantação de um paisagismo circundante ao redor do galpão.

Silva (1998) estudando a influência da arborização no desempenho térmico em aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos com relação ao ITGU observou que com o paisagismo circundante houve uma redução de 3,3 °C (11,32%) em relação aos outros galpões sem arborização

Como a granja Bosque da Prata, esta situada numa microrregião que é caracterizado como semi-árido estes valores são ligeiramente superiores aos dos autores citados. Percebe-se que o GSN apresentou ITGU melhor que o GCN, o que podemos concluir que o sistema de arrefecimento implantado no GCN não está funcionando de forma adequada.

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para o ITGU em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas na Figura 10. Observa-se que para os sistemas de acondicionamento californiano (GC) e com nebulizador (GCN) o modelo quadrático representou bem o comportamento da temperatura ao longo do dia, com excelentes coeficientes de determinação, o sistema de acondicionamento galpão sem nebulizador (GSN) também o modelo quadrático representou o comportamento da temperatura ao longo do dia, com um bom coeficiente de determinação. Para o sistema GC o maior ITGU estimado foi 76,88 ocorrendo às 12h e 55 min, para o

sistema GCN o maior ITGU estimado foi 78,46 ocorrendo às 12h e 41 min e para o sistema GSN o maior ITGU estimado foi 77,63 ocorrendo às 12h e 44 min.

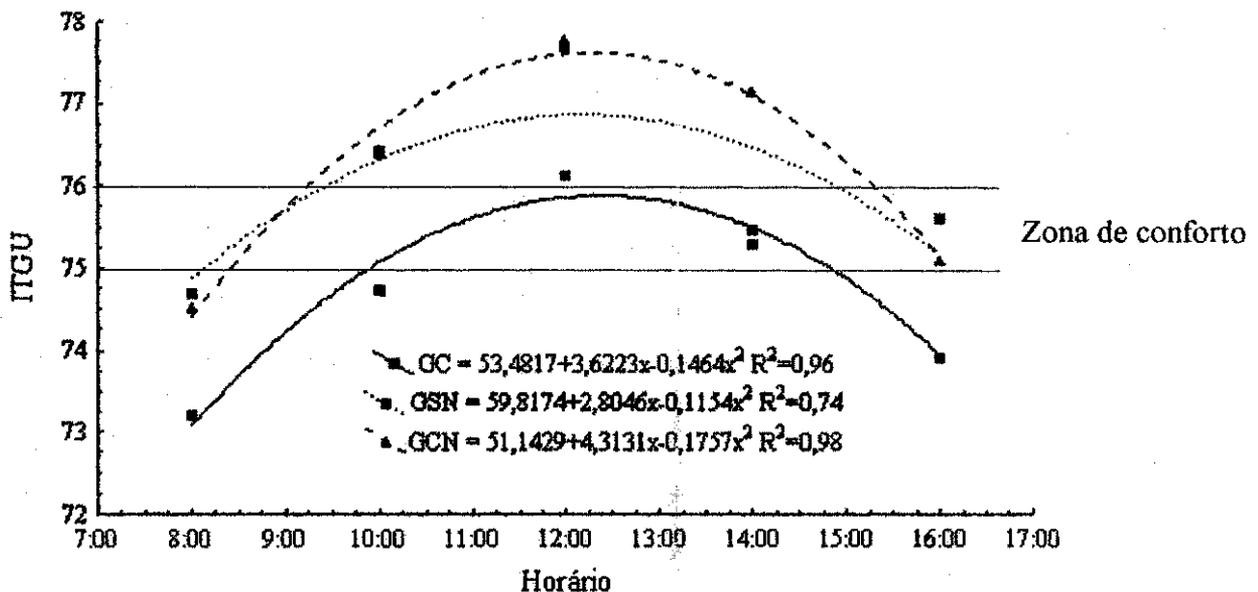


Figura 10 – Estimativas dos índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função das horas para os diferentes sistemas de acondicionamento

Com base Figura 10 observa-se que o ambiente térmico avaliado pelo ITGU nos três sistemas mostra maiores valores entre 10 e 14 h e que os menores valores de ITGU, para os sistemas ocorreram pela manhã, crescendo gradualmente até o valor máximo, entre 12 e 14 h e decrescendo até o final da tarde. Este comportamento diário dos valores médios de ITGU, também foi verificado por Rosa (1984) isto ocorre em virtude de uma maior temperatura das seções da vizinhança do globo negro, representadas, segundo Bonde et al (1954) por solo, céu, cobertura e horizonte, logo após o meio dia. O aumento da temperatura nas seções da vizinhança do globo negro faz com que este receba mais calor do ambiente, acarretando elevação da sua temperatura, com conseqüência elevação nos valores de ITGU.

Jácome (2005) estudando o os efeitos de dois sistemas de acondicionamento sobre os índices ambientais de poedeiras semi-pesadas, encontrou valores médios de ITGU para o sistema telha de amianto de 75,27 já para o sistema telha de cerâmicas encontrou o valor de 74,03, portanto valores inferiores aos encontrados na presente pesquisa nos três sistemas de acondicionamento.

#### 4.1.1.4 Carga térmica de radiação (CTR)

Observa-se na Tabela 10, que pelo teste de Tukey que não há diferença estatística para os valores de CTR entre os diferentes sistemas, no entanto ao longo do dia houve diferença nos diferentes horários de observação. Assim a CTR média observada as 12 h difere estatisticamente da observada as 08, as 10 e as 16 h porem não difere da observada as 14 h.

TABELA 10 – Média e valores médios da carga térmica de radiação (CTR) em  $W.m^{-2}$  para os diferentes horários e sistemas de condicionamento analisados.

Galpão	CTR ( $W.m^{-2}$ )					Média
	08 h	10 h	12 h	14 h	16 h	
GC	445,31 a	456,41 a	473,07 a	457,67 a	443,97 a	455,29 a
GSN	452,99 a	466,24 a	472,38 a	468,30 a	445,84 a	461,15 a
GCN	453,34 a	464,98 a	476,01 a	469,93 a	460,21 a	464,90 a
Média	450,54 C	462,55 B	473,82 A	465,30 AB	450,01 C	

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

A CTR média mostrou-se crescente até ao meio dia, sendo registradas os maiores valores neste horário e a partir das 14h há um decréscimo da CTR nos três sistemas de condicionamento. Matos (2001), observou que os sistemas de ventilação, nebulização e aspersão mantiveram a CTR relativamente homogênea quando comparada com as condições externas. Moraes et al. (1999), encontraram valores médios de CTR (08, 10, 12, 14 e 16 h) de  $487,6 W.m^{-2}$  para telhas de cimento amianto, esses dados divergem dos encontrados nesta pesquisa que obteve médias de CTR de 455, 29, 461,15 e  $464,89 W.m^{-2}$ , respectivamente, para os sistemas GC, GSN e GCN.

Silva (1998) estudando a influência da arborização no desempenho térmico em aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos observou que a CTR teve uma redução de  $22,5 W.m^{-2}$  para a região arborizada em comparação aos aviários não arborizados.

Furtado (2003) analisando o conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento encontrou valores de CTR para o sistema denominado de TASV (Telha de amianto sem ventilação artificial) nos horários de 12 e 14h de 509,46 e 505,31 respectivamente, valores maiores do que encontrado nesta pesquisa no sistema GCN que foram 476,01 e 469,93 respectivamente. Fato explicado pelo fato que a pesquisa de Furtado (2003) foi executado no verão enquanto neste trabalho a análise das variáveis ocorreu no começo de estação chuvosa.

Jácome (2005) estudando os efeitos de dois sistemas de condicionamento sobre os índices ambientais de poedeiras semi pesadas encontrou valores médios de CTR de 457,53  $\text{W.m}^{-2}$  para o sistema telha de amianto e 451,82  $\text{W.m}^{-2}$  para o sistema telha de cerâmica. Isso se explica por que os galpões pesquisados por Jácome (2005) estão muito próximo um do outro possuindo baixa ventilação, apesar de localizado numa região de microclima bem mais ameno. Enquanto a Granja Bosque da Prata é mais ampla, possui bom espaçamento entre os galpões e as telhas de fibrocimento eram mais claras.

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para a CTR em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas Figura 11. Observa-se que para todos os sistemas de condicionamento o modelo quadrático representou bem o comportamento da temperatura ao longo do dia, com excelentes coeficientes de determinação para os sistemas GSN e GCN.

Para o sistema GC a maior CTR estimada foi 468,06  $\text{W.m}^{-2}$  ocorrendo às 12h e 02min, para o sistema GSN a maior CTR estimada foi 473,89  $\text{W.m}^{-2}$  ocorrendo às 11h e 51 min já para o sistema GCN a maior CTR estimada foi 474,87  $\text{W.m}^{-2}$  ocorrendo às 12h e 32 min.

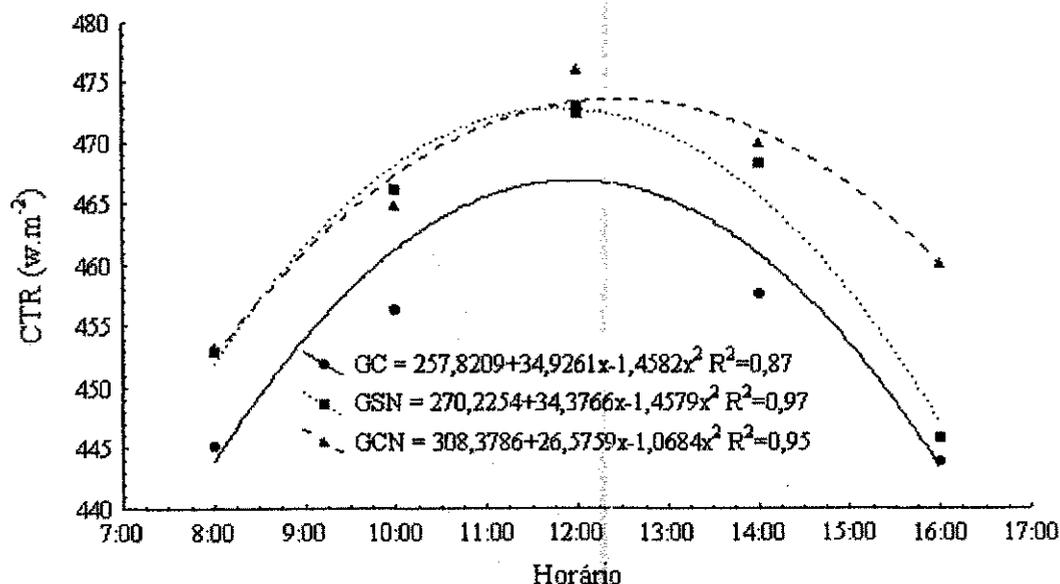


Figura 11 – Estimativas da carga térmica de radiação (CTR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

#### 4.1.2 Velocidade do vento (VV) e iluminância (lx)

O resumo da análise de variância envolvendo os resultados da velocidade do vento (VV) e iluminância (lx) em função dos horários observados encontram-se na tabela 11.

TABELA 11 – Resumo da análise de variância referentes aos efeitos dos sistemas de acondicionamento do ambiente(S), dos horários de observação (H), e da interação entre S x H, da velocidade do vento (VV) e da iluminância.

F.V	G.L	QUADRADOS MÉDIOS	
		VENTO	ILUMINÂNCIA
Sistemas (S)	2	2,66**	6923927,56**
Resíduo (a)	21	0,05	135556,68
horário (H)	4	0,19**	1004954,48**
S x H	8	0,05 <sup>ns</sup>	216227,05**
Resíduo (b)	84	0,03	55858,01
C.V(%)		58,50	38,09

\*\* =F significativo ao nível de 1% de probabilidade; \* =F significativo ao nível de 5% de probabilidade <sup>ns</sup> =F não significativo.

Observa-se na Tabela 11, que o efeito dos sistemas de acondicionamento (S) e horário (H) foi altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre os parâmetros analisados. Pelo teste F estudado não ocorreu interação entre S x H, na velocidade do vento, já para a o parâmetro iluminância a interação foi altamente significativa ( $P < 0,01$ ).

#### 4.1.2.1 Velocidade do vento (VV)

Observa-se na Tabela 12 que há diferença estatística para os valores de velocidade de vento entre os diferentes sistemas. Os maiores valores médios de velocidade de vento foram encontrados no galpão californiano (GC) o qual difere estatisticamente dos demais, pois o GC possui um vão menor em relação outros sistemas. Os sistemas galpão sem nebulizador (GSN) e galpão com nebulizador (GCN), não diferem estatisticamente entre si.

TABELA 12 – Média e valores médios da velocidade do vento (VV) em  $m.s^{-1}$  para os diferentes horários e sistemas de acondicionamento analisados.

Velocidade do Vento ( $m.s^{-1}$ )						
Galpão	08 h	10 h	12 h	14 h	16 h	Média
GC	0,44 a	0,60 a	0,90 a	0,52 a	0,54 a	0,60 a
GSN	0,10 b	0,20 b	0,27 b	0,17 b	0,12 b	0,17 b
GCN	0,11b	0,12 b	0,17 b	0,17 b	0,09 b	0,13 b
Média	0,21 B	0,31 B	0,45 A	0,29 B	0,25 B	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

Ao longo do dia houve pouca variação nos valores médios de velocidade do vento nos diferentes horários de observação. Assim a velocidade média para os sistemas observada às 12h difere estatisticamente das demais, no entanto a velocidades do vento observadas as 08, 10, 14 e as 16 h não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para a velocidade do vento em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas Figura 12. Nota-se que para todos os sistemas de condicionamento o modelo quadrático representou o comportamento da velocidade do vento ao longo do dia, com bons coeficientes de determinação para os sistemas GSN e GCN. Além do baixo coeficiente de determinação encontrado no sistema GC o efeito quadrático não foi significativo pelo teste t ( $P < 0,05$ ). Para o sistema GC a maior velocidade do vento estimada foi  $0,48 \text{ m.s}^{-1}$  ocorrendo às 11h, para o sistema GSN a maior velocidade do vento estimada foi  $0,03 \text{ m.s}^{-1}$  ocorrendo às 10h e para o sistema GCN a maior velocidade de vento estimado foi  $0,07 \text{ m.s}^{-1}$  ocorrendo as 11 h 15 min.

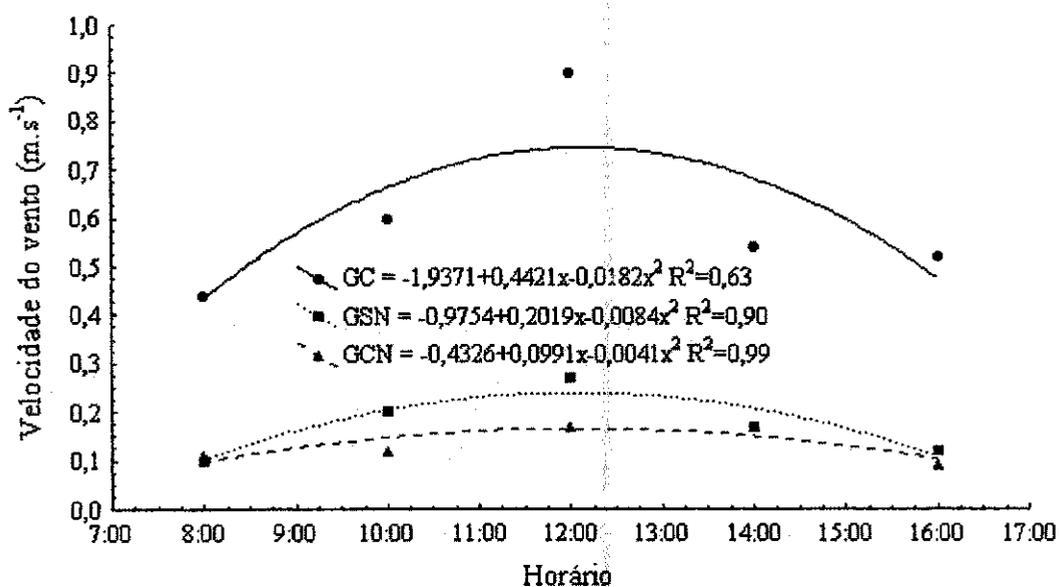


Figura 12 – Estimativa da velocidade do vento em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Analisando a Figura 12, vê-se que a velocidade do vento nos sistemas de condicionamento GSN e GCN tem menores valores na parte matinal entre 08 e 10h tendo seu pico às 12h depois deste horário a um decréscimo até o final da tarde. O sistema GC é que apresenta melhor desempenho com média de  $0,60 \text{ m.s}^{-1}$ , pois é o galpão que fica mais isolado

possuem apenas um corredor central com duas baterias de gaiolas e, portanto facilita as entradas de ar no seu interior, facilitando desta maneira eliminação de gases (amônia) e poeira que segundo Baêta (1997), são considerados poluentes principais em aviários, afetando a taxa de crescimento, causando doenças nos olhos e problemas pulmonares.

Llobet apud Tinôco (1997), relata que de um modo geral a velocidade máxima recomendada, para movimentação de ar perto das aves adultas, é de  $0,2 \text{ m.s}^{-1}$  no inverno e  $0,5 \text{ m.s}^{-1}$  no verão. Tinôco (1998) comenta que a velocidade do ar pode chegar a  $2,0$  a  $2,5 \text{ m.s}^{-1}$ , na fase adulta e em condições de calor, valores estes ainda passíveis de discussão e comprovação. Quando as aves são jovens este limite (vento) é menor. Acima dos valores recomendados pode ocorrer incidência de doenças pulmonares. Nããs (1997) relatou que em grande parte das regiões produtoras do Brasil, a ventilação natural não é suficiente para manter lotes pesados dentro da região de termoneutralidade, necessitando de ventilação forçada.

#### 4.1.2.2 Iluminância (lx)

Observa-se na Tabela 13, que há diferença estatística para os valores de Iluminância entre os diferentes sistemas. Os maiores valores médios de iluminância foram encontrados no galpão californiano (GC) foto explicado porquê este galpão tem um vão menor em relação aos outros sistemas, o qual difere estatisticamente dos demais. Os sistemas galpão sem nebulizador (GSN) e galpão com nebulizador (GCN), não diferem estatisticamente entre si. Ao longo do dia houve diferença estatística nos valores de iluminância nos diferentes horários de observação. Assim a iluminância média observada às 10h difere estatisticamente da observada às 08, 14 e às 16h porém não difere da observada às 12h.

TABELA 13 – Média e valores médios da quantidade da iluminância (lx), para os diferentes horários e sistemas de acondicionamento analisados.

Galpão	Iluminância (lx)					Média
	08 h	10 h	12 h	14 h	16 h	
GC	1068,87 a	1237,25 a	1566,00 a	1054,75 a	576,87 a	1100,75 a
GSN	342,37 b	659,25 b	370,65 b	328,75 b	153,62 b	370,92 b
GCN	377,37 b	566,25 b	419,12 b	398,12 b	187,62 b	389,70 b
Média	596,21 BC	820,92 A	785,25 AB	593,87 C	306,04 D	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para a iluminância (lx) em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas Figura 13. Observa-se que para todos os sistemas de acondicionamento o modelo quadrático representou bem o comportamento da temperatura ao longo do dia, com bons coeficientes de determinação para os sistemas GC e GCN. Apesar do baixo coeficiente de determinação encontrado no sistema GSN o efeito quadrático foi altamente significativo pelo teste t ( $P < 0,01$ ). Para o sistema GC a maior iluminância estimada foi 1427,8 lx ocorrendo às 11h e 14min, para o sistema GSN a maior iluminância estimada foi 500,74 lx ocorrendo às 10h e 40 min, já para o sistema GCN a maior iluminância estimada foi 501,45 lx ocorrendo às 10h e 52 min.

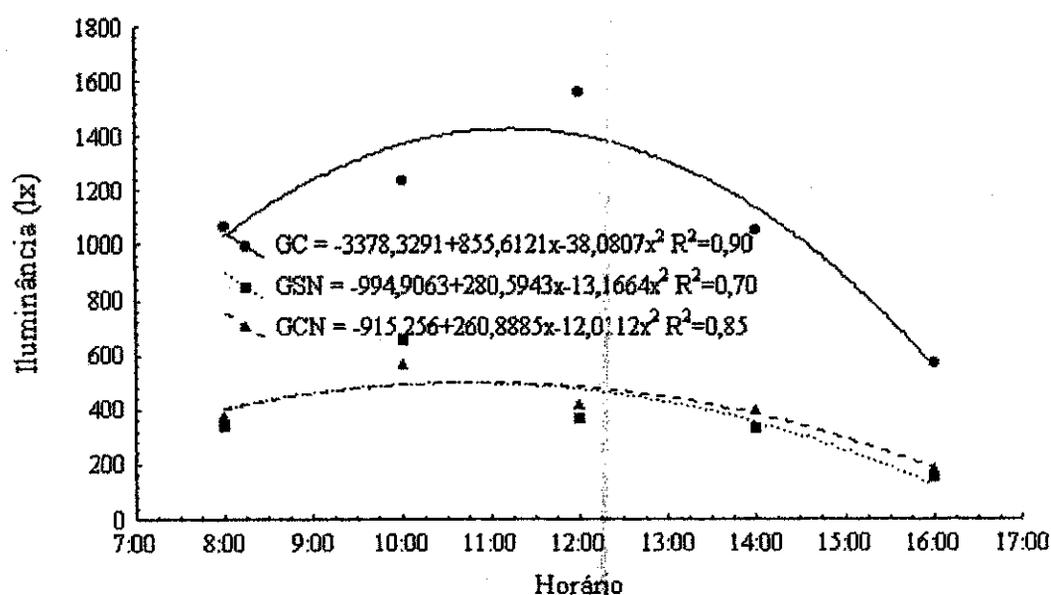


Figura 13 – Estimativa de iluminância (lx) em função das horas para os diferentes sistemas de acondicionamento

Com base na Figura 13, observa-se que a iluminância expressa em Lux (lx) nos três sistemas mostra maiores valores entre 10 e 12h, e os menores ocorreram às 16h.

Baêta & Souza (1997) descrevem que o projeto da instalação de um aviário é de significativa importância com respeito a iluminância, uma vez que a localização e a orientação afetam sobre maneira o regime de iluminação artificial. Outro aspecto é o tipo de construção (vão), mais aberta ou mais fechada, o que também altera os níveis de iluminação natural.

Dul & Weerdmeester (1991) dizem que a intensidade luminosa ao ar livre varia durante o dia de 2.000 a 100.000 lx e a noite são comuns 50 a 500 lx de iluminação artificial. Pilloto Neto (1980) recomenda para ambientes de trabalho iluminância mínimo de 150 lx. Considerando que os galpões em estudos são abertos (GC) e semi-abertos (GSN e GCN) os valores de iluminância encontrados no período de observação de 8 as 16 h estão coerentes com a literatura. De acordo com os autores citados, a iluminância do GC está próxima do limite inferior da luminosidade ao ar livre e isto poderá afetar o desempenho produtivo das aves. É necessário mais estudos para termos mais embasamento sobre a relação luminosidade natural e índice produtivo para estes modelos de sistema de condicionamento.

Segundo o guia de manejo da Hy-Line (2005) para aves em postura plena recomenda-se uma iluminância mínima de 10 a 20 lx durante 16 horas. Com respeito ao conforto térmico nos ninhos de poedeiras a intensidade de luz recomendada deve ser de no mínimo 60 lx (Agrocerec 1998). Todos os valores encontrados no experimento estão acima do mínimo recomendado pela literatura. Portanto a iluminância nos ambiente GSN e GCN não é fator restritivo a criação de aves de postura.

#### 4.1.3 Níveis de pressão sonora (Ruídos)

O resumo da análise de variância para os níveis de pressão sonora (ruídos) em relação às idades das aves alojados nos sistemas de condicionamento está apresentados na Tabela 14, na qual se observa que o efeito dos sistemas de condicionamento (S), horário (H) e interação S x H foi altamente significativo ( $P < 0,01$ ) sobre os parâmetros analisados.

TABELA 14 - Resumo da análise de variância referente aos efeitos idades das aves nos sistemas de condicionamento (S), dos horários de observação (H), e da interação S x H para os níveis de pressão sonora.

F.V	G.L	QUADRADOS MÉDIOS
		RUÍDOS
Sistemas (S)	2	3786,64 **
Resíduo (a)	21	12,03
horário (H)	4	168,32 **
S x H	8	18,82 **
Resíduo (b)	84	3,88
C.V(%)		3,09

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

76,05 dB (A) foi encontrado no galpão com nebulizador (GCN) o qual difere estatisticamente dos demais. O menor valor 51,01 dB (A) foi encontrado no galpão aberto.

TABELA 15 – Média e valores médios de níveis de pressão sonora (Ruídos) em dB (A), para as diferentes idades analisadas.

Idade (semanas)	Níveis de Pressão Sonora - dB(A)					Média
	08 h	10 h	12 h	14 h	16 h	
GC (18)	54,57 c	52,64 c	53,02 c	52,15 b	51,01 b	52,68 c
GSN (71)	73,22 b	68,04 b	66,84 b	66,15 a	65,55 a	67,96 b
GCN (60)	76,05 a	73,11 a	70,00 a	67,00 a	67,61 a	70,75 a
Média	67,95 A	64,59 B	63,29 BC	61,77 CD	61,39 D	-

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna e de pelo menos uma mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

Há de se considerar que no galpão californiano às aves estavam no início da postura (18 semanas) conseqüentemente apresentando menores valores de pressão sonora. Estes níveis diminuíram ao longo do dia. O maior valor médio encontrado, 67,95 dB (A) ocorreu as 8 h, diferindo estatisticamente dos demais. Esse fato pode ser explicado por ser o momento em que os trabalhadores estão abastecendo os comedores manualmente e também começando a colheita dos ovos. Depois de 12h não havia movimentação de trabalhadores dentro dos galpões, conseqüentemente o nível de pressão sonora diminuía. O menor valor médio encontrado, 61,39 dB (A) ocorreu às 16h, no entanto esse valor não difere estatisticamente do valor encontrado às 14h (61,77 dB(A)). Nääs (2001) pesquisando níveis de ruídos na produção de matrizes pesadas, em galpões de recria do tipo *Dark House*, nos horários de 08 às 17h, encontrou valores de níveis de pressão sonora na faixa de 79, 8 a 82,9 dB(A).

As equações de regressão ajustadas, representação gráfica e coeficientes de determinação para os níveis de pressão sonora em função das horas para os respectivos sistemas (S) estão representadas na Figura 14. Nota-se que para todos os sistemas de acondicionamento o modelo quadrático representou o comportamento dos níveis de pressão sonora ao longo do dia, com níveis de significância pelo teste t de 5% ( $P < 0,05$ ) e excelentes coeficientes de determinação para todos os sistemas. Os maiores valores estimados foram 54,2; 74,3 e 76,4 dB (A) respectivamente para as aves com 18, 71 e 60 semanas, ocorrendo as 08h, e os menores valores estimados foram 51,1; 64,0 e 72,6 dB (A) ocorrendo às 16 h.

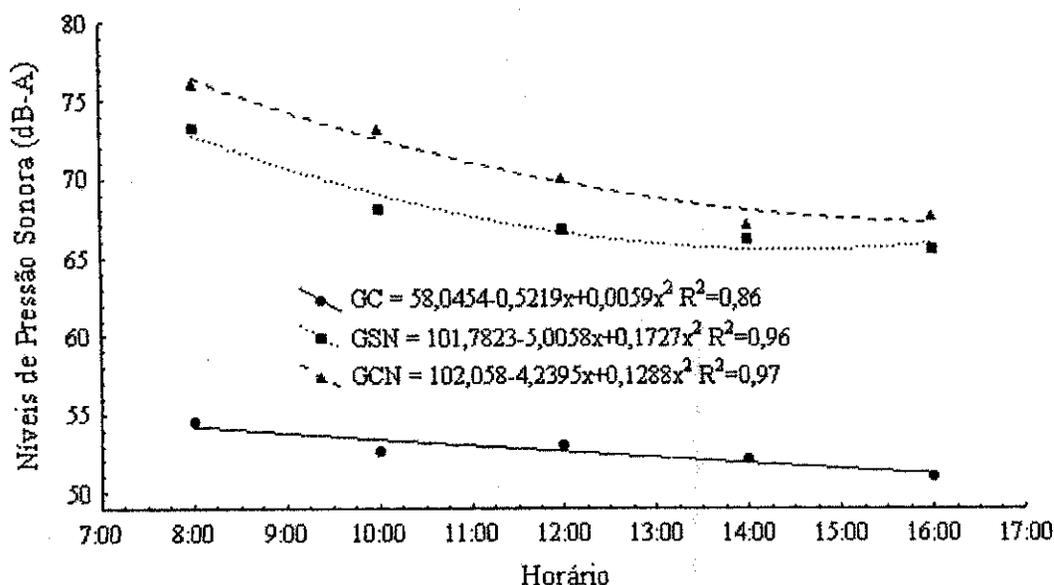


Figura 14 – Estimativas dos níveis de pressão sonora (Ruídos), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Observando a Figura 14, nota-se que os níveis de pressão sonora nos três sistemas são maiores as 08 h. Em média o galpão com nebulizador (GCN) foi onde ocorreu os maiores valores de níveis de pressão sonora, o fato pode ser explicado por que nesse galpão se encontravam as aves mais velhas. Observa-se que os valores encontrados no GC ao longo do dia são bem menores que os demais sistemas, nesse galpão as aves eram jovens e ainda não estavam em fase de postura.

#### 4.1.3.1 Picos dos níveis de pressão sonora

A representação dos valores médios encontrados para níveis de pressão sonora bem como os valores extremos (picos) ao longo do dia nos três sistemas de condicionamento, durante o período do experimento são apresentados na Figura 15. O maior pico de pressão sonora foi 81,1 dB(A) encontrado no GCN às 08h. Ao longo do experimento os valores máximos encontrados estão abaixo dos limites de tolerância relacionados à exposição a picos de ruídos de impactos e intensidade que segundo a Norma Reguladora 15 é de 85 dB (A) (Manual de Legislação de Segurança e Medicina de Trabalho 2004), portanto não sendo recomendado uso de protetores auriculares. Nãas (2001) pesquisando níveis de ruídos na

produção de matrizes pesadas, em galpões de recria do tipo Dark House no horário de 08 às 17h encontrou valores de pico de níveis de pressão sonora variando de 87,6 a 95,1 d B(A).

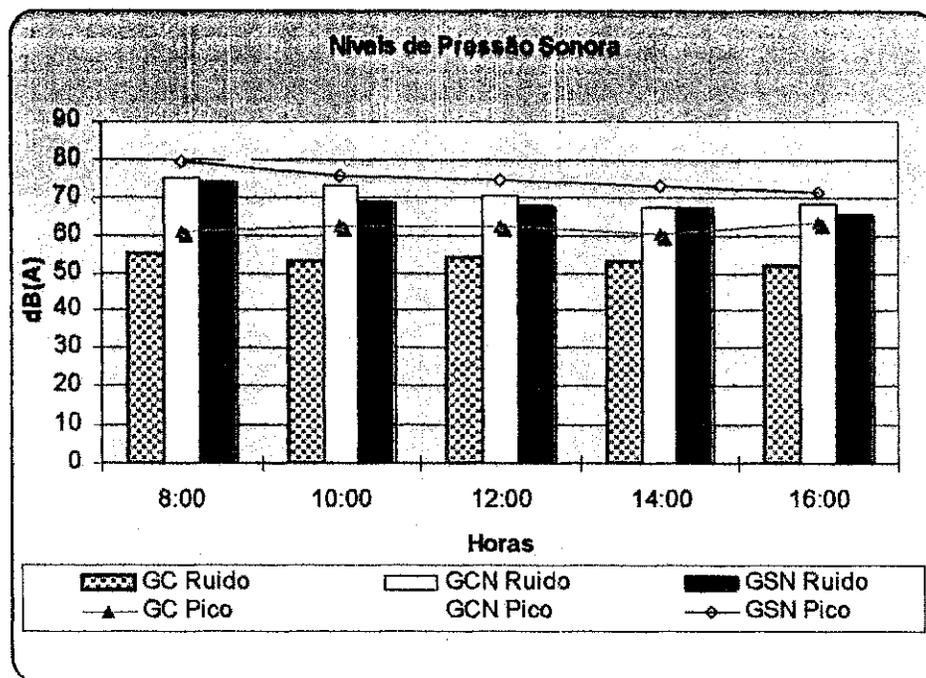


Figura 15 - Níveis de pressão sonora no período estudados

#### 4.2 Índices zootécnicos

Os dados do total de ovos produzidos por ave/dia (PT), em %, peso do ovo (PO), em g, peso da casca (PC) em g, peso da gema (PG) em g e peso do albúmem (PA) em g foram analisadas ao final do experimento. Estes índices foram analisados estatisticamente levando em consideração as idades das aves, pois as variáveis ambientais (TA e UR) dos sistemas de acondicionamento GC, GSN e GCN em média ofereceram condição de conforto para as aves. O resumo da análise de variância dos índices zootécnicos estão apresentados na Tabela 16.

Observa-se na Tabela 16, que o efeito dos tratamentos idade das aves proporcionou um efeito altamente significativo ( $P < 0,01$ ) nos valores de Peso Total, Peso do Ovo e Gema e não influenciou nos índices albúmem e casca já com relação aos blocos só não se observou efeito significativo no índice casca. Tinôco (1996), pesquisando aves de postura entre 26 e 37 semanas, encontrou efeito altamente significativo tanto para os diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente como para a idade, nos valores de produção total de ovos por ave alojada.

TABELA 16 – Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos tratamentos (idade das aves em semanas) nos índices zootécnicos: valores médios da produção total (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmem, peso da gema (PG) e peso das cascas (PC).

F. V.	G.L	QUADRADOS MÉDIOS				
		PT	PO	ALBÚMEM	GEMA	CASCA
Trat ( I)	3	162,85**	49,24**	0,18 <sup>ns</sup>	1,43**	0,32 <sup>ns</sup>
Bloco	8	1,69*	6,96**	0,92*	0,59*	0,19 <sup>ns</sup>
Resíduo	24	0,54	1,71	0,33	0,25	0,18
C.V(%)		0,82	2,05	0,90	1,88	4,33

\*\* = significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste 't', \* = significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste 't'.

#### 4.2.1 Produção total de ovos

Observa-se na Tabela 17 que pelo teste de Tukey que houve diferença estatística para os valores de produção total entre os diferentes tratamentos. Assim a maior produção, 93,55%, ocorreu nas aves com 32 semanas. Percentualmente a menor produção ocorreu nas aves com 71 semanas (83,44%) diferindo estatisticamente do demais. Conforme se observa na Tabela 16, quanto mais velha as aves menores a produção total. Tinoco (1996), pesquisando aves de postura entre 26 e 37 semanas, sob diferentes sistemas de condicionamento de ambientes e diferentes níveis de energia metabolizável na dieta de matrizes, encontrou valores de PT crescente até a 35ª semana, quando ocorreu o pico de postura, decrescendo a partir daí. Efeito semelhante encontrou-se no presente estudo quando a produção decresceu a partir da 44ª semana.

TABELA 17 – Valores médios dos índices zootécnicos produção total de ovos (PT), peso do ovo (PO), peso do albúmem, peso da gema (PG) e peso das casca (PC) em função dos tratamentos idade das aves em semanas.

TRATAMENTOS	PT (%)	Peso (g)	ALBÚMEM (g)	GEMA (g)	CASCA (g)
60 semanas	89,00b	65,60b	41,66a	17,71b	6,23a
32 semanas	93,55d	60,52a	38,62a	15,85a	6,05a
50 semanas	90,66c	64,45b	41,17a	17,00a	6,28a
71 semanas	83,44a	65,50b	41,95a	17,23a	6,32a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na coluna, não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste de Tukey.

Costa et al (2004) trabalhando com poedeiras da linhagem Hisex Brown com idade de 40 semanas encontrou produção com média de 86 % em condições de verão na cidade de Areia -

PB alojadas em galpão aberto com cobertura de palha. Jácome (2005) encontrou valores médios de produção total, para o sistema telha de cimento-amianto de 87,20% e para o sistema telha de cerâmica de 90,00%. Faria et al. (2005) observaram que aves mais velhas apresentaram menor produção de ovos, maior peso dos ovos e pior conversão alimentar em relação às aves mais jovens, e descreve para aves com idade entre 24-36 semanas, 92,86 % de produção total de ovos.

Os dados constantes na Tabela 17 para aves com 32 semanas estão coerentes com os valores recomendados pelo guia de manejo Lohmann (2005), que apresenta como médias para aves da linhagem Lohmann com 32 semanas, PT de 94,5 %. No entanto o mesmo manual apresenta valores de PT de 79,5 para aves com 71 semanas diferindo do encontrado nesta pesquisa que foi de 83,44.

#### *4.2.2 Peso do ovo*

Observa-se na Tabela 17 que houve diferença estatística para os valores de peso dos ovos entre os diferentes tratamentos. O maior peso encontrado foi de 65,60 g, nas aves com 60 semanas, porem não difere estatisticamente das aves com 50 e 71 semanas. Já o menor 60,52 g, foi encontrado nas aves com 32 semanas, diferindo estatisticamente dos demais. Segundo classificação do guia de manejo Lohmann (2005) os ovos das aves com 60,50 e 71 semanas são classificados como grandes enquanto as aves com 32 semanas como ovos médios, ainda de acordo com o mesmo guia de manejo a meta de desempenho da linhagem Lohmann para 32, 50, 60 e 71 semanas os ovos devem pesar 60,8; 64,1; 65,1 e 66,2g, respectivamente. Portanto os valores encontrados na pesquisa estão coerentes com o previsto para a raça e idade das aves.

Jácome (2005) encontrou valores médios de peso do ovo, para o sistema telha de amianto de 66,38g e para o sistema telha de cerâmica de 71,54g. Scott & Silversides (2000) encontraram valores abaixo da média descritos nesta pesquisa para peso do ovo, para a linhagem ISA Brown, com média de peso de 58,5 gramas.

#### *4.2.3 Peso do Albumem, gema e casca.*

De acordo com a Tabela 17 dos constituintes, albúmem, gema e casca, observa-se que apenas as médias do P.G houve diferença estatística ao nível de 5% pelo Teste de Tukey, entre os diferentes tratamentos. O maior peso de gema encontrado foi de 17,71 g, nas aves com 60 semanas, diferindo estatisticamente das aves com 32, 50 e 71 semanas. Não houve diferença estatística entre as médias de peso de gema para as galinhas com 32, 50 e 71 semanas. Os valores estão coerentes com os encontrados por Jácome (2005), que encontrou valores médios de peso de gema, para o sistema telha de amianto de 17,51g e para o sistema telha de cerâmica de 18,33g.

Hamilton (1982) comenta que um aspecto que se deve ter em conta é que as galinhas tendem a produzir ovos com casca de qualidade inferior, a medida que se tornam mais velhas, devido entre outras causas, ao fato de que os ovos são de maior tamanho e apresentam menor proporção da casca.

Conforme se observa na Tabela 17 não houve diferença estatística entre as diferentes idades das aves para o componente albúmem, entretanto avaliando os efeitos da idade das poedeiras (25, 31, 49 e 59 semanas) das linhagens ISA Brown e ISA White sobre a proporção dos componentes dos ovos, Silversides & Scott (2001) verificaram que o peso do ovo e a porcentagem de gema aumentam com a idade, enquanto que a casca e a clara (albúmem) diminuem.

Observando a Tabela 17 e relacionando-se o peso da gema com o peso do albúmem encontram-se os seguintes valores: aves com 60 semanas 0,42; aves com 30 semanas 0,41; aves com 44 semanas 0,41 e aves com 71 semanas 0,42, portanto quanto maior a idade da ave maior a relação gema/albúmem. Ahn et al. (1997) estudaram os efeitos do tamanho do ovo e da idade da poedeira sobre o conteúdo de sólidos totais do ovo, do albúmem e da gema e verificaram que quanto maior o tamanho dos ovos, menor é a relação gema: albúmem, considerando que os maiores valores desta relação foi observado em poedeiras com idade de 55 e 78 semanas, recomenda-se que estes ovos sejam utilizados na indústria de processamento, enquanto que os ovos das poedeiras de 28 e 97 semanas (após a muda forçada) são mais indicados para consumo.

A Tabela 16 permite verificar que o peso da casca do ovo, não houve diferença estatística entre os diversos tratamentos. A relação, em percentagem, entre peso da casca e peso do ovo, segundo a Tabela 17 é 9,5; 10,0; 9,7 e 9,6% para as aves com 60, 32, 50 e 71 semanas, respectivamente. Considerando que as aves estudadas encontravam-se

acondicionadas em galpões com telha de fibrocimento, os valores da percentagem de casca se assemelham aos encontrados por Jácome (2005) que encontrou valores de percentagem de casca, para o sistema telha de amianto de 9,4% e para o sistema telha de cerâmica de 8,8%. Barbosa (2004) encontrou porcentagens de casca de ovos de aves submetidas a estresse térmico na ordem de 8,6 % para a linhagem Brown, valor esse menor do que os encontrados na presente pesquisa.

## CONCLUSÕES

Conforme os dados obtidos e os resultados analisados, conclui-se que:

a) Os índices de conforto ambiental: Temperatura ambiente, temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação e umidade relativa não foram influenciados pela tipologia galpão californiano, galpão sem nebulizador e galpão com nebulizador. O mesmo não ocorrendo com a Iluminância, Velocidade do Vento e Níveis de Pressão Sonora (Ruídos).

b) O sistema de acondicionamento californiano apresentou melhor conforto ambiental, quando comparado com os outros sistemas, quanto aos índices: Iluminância e níveis de pressão sonora, no entanto, os valores do índice velocidade do vento sobressaem em relação aos sistemas pesquisados.

c) Os valores dos índices zootécnicos em todos os sistemas de acondicionamento analisados estão coerentes com as recomendações técnicas. A idade das aves influenciou nos índices zootécnicos: produção total, peso do ovo e peso da gema. A maior produção de ovos foi obtida com aves mais jovens, enquanto que o peso do ovo e da gema com aves de maior idade.

d) Os trabalhadores envolvidos nas operações existentes dentro dos sistemas de acondicionamento não estiveram expostos à insalubridade por níveis de ruídos, conforme preconiza a legislação em vigor.

## **SUGESTÕES**

Para trabalhos futuros a fim de uma continuidade acadêmica, sugere-se as seguintes recomendações:

- a) Automatizar os equipamentos de medições para as análises dos índices ambientais;
- b) Acompanhar as aves desde a chegada até sua retirada dos sistemas de acondicionamento;
- c) Fazer análise dos níveis de pressão sonora durante o arraçamento das aves;
- d) Analisar juntamente com os índices ambientais o ambiente aéreo (gases e poeira) dos sistemas de acondicionamento;
- e) Fazer estudos com os trabalhadores tratadores dos galpões com referência a segurança do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COSTA, O. A. D. Avaliação de coberturas de cabanas de maternidade em sistema intensivo de suínos criados ao ar livre (Siscal), no verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 1728 - 1734, 2001.

AGROCERES. **Manual de manejo de matrizes AGROSS**. Rio Claro: Agrocerees, 1998. 85p. Disponível em: <<http://www.agrocereesross.com.br>>. Acesso em: 11 ago 2005.

AHN, D.U; *et al.* **Effect of egg size and strain and age of hens on the solids content of chicken eggs**. *Poultry Science*, v. 76, p. 914-919, 1997.

ANDRADE, A.N.; ROGLER, J.C.; FEATHERSTON, W.R. Influence of constant elevated temperature and diet on egg production and shell quality. **Poultry Science**, v.55, p.685-693.1976.

ANDRIGUETTO JM, Perly L, Minardi I, Gemael A, Flemming JS, Souza GA, Bona Filho A. **Nutrição animal: As bases e os fundamentos de nutrição animal, os alimentos**. 6. ed. São Paulo (SP): Nobel, 1998.

APA (Associação Paulista de Avicultura). **Aves & Ovos**. São Paulo, n.7 ,p.10-17.1999

ARTHUR, A. J. e FLOCK, K. D. Qual poedeira é melhor? **Indústria Avícola**. V. 9, n. 3, p. 12-18, 1982.

ASSISTAT. **Programa de análises estatísticas**. Versão Beta 7.2, por Francisco de Assis Santos e Silva. Departamento de Engenharia Agrícola – CCT – UFCG, Campina Grande – PB. 2005

ASTETE MGW & KITAMURA S, **Efeitos da exposição Profissional ao Barulho**. In: Mendes R, editor. **Medicina do Trabalho: Doenças Ocupacionais**; São Paulo, SP: Sarvier S/A editora Livros Médicos; 1980. p. 416- 435.

AVESEOVOS. Disponível em <[http://www.aveseovos.com.br/m\\_ovos\\_analise.html](http://www.aveseovos.com.br/m_ovos_analise.html)>. Acesso em: 23 Nov 2005.

BAÊTA, F. C. **Planejamento de instalações Avícolas considerando as variações de temperatura**. In: Simpósio Internacional de Ambiente e instalação na Avicultura Industrial. Anais..., Campinas, SP, FACTA, p. 123 - 129, 1995

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

- BAIÃO, N.C. Sistemas de produção e seus efeitos sobre o desempenho das aves. In: **SIMPÓSIO INTEWRNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL**, 1995, Campinas. Livro de textos. Campinas: FACTA, 1995. p.67-75.
- BARBOSA FILHO, JOSÉ ANTÔNIO. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Piracicaba, 2004. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São paulo .123p.
- BECKER, B.G. Comportamento das aves e sua aplicação prática. In: Conferência apinco de ciência e tecnologia avícolas, **Anais**, 2002.
- BENNION, N.L.; WARREN, D.C. Temperature and its effect on egg size in the domestic fowl. **Poultry Science**, v. 12 , p. 69-82 , 1993.
- BOND, T. E., KELLY, C. F.; ITTNER, N. R. **Radiation studies of painted shade materials**. Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigam, v.35, n.6, p.389-392, 1954.
- BOND, T.E., KELLY, C.F. The globe thermometer in agriculture research. **Agricultural Engineers**. n. 36. p. 251-260.1955.
- BOND, T. E.; NEUBAUER, L. W.; GIVENS, R. L. The influence of slope and orientation on effectiveness of livestock shades. **Transaction of the ASAE**, v. 19, n. 11, p. 134 - 136, 1976.
- BORBAS, A.; MINVELLE, F. Réponse à la chaleur de poules pondeuses issues de lignées sélectionnées pour une faible (R-) ou forte (R+) consomation alimentaire résiduelle. **Genetics, Selection, Evolution**, v. 29, n. 3, p. 279-290, 1997.
- BROOKS, R.C. Egg breakage is costing you money. **Poultry Tribune**, v.3, n.77, p.22-36, March.1971.
- 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. ASAE No 24. pp. 711-14,1981.
- CALLEMBACK, E.W. Influence of light on age of sexual maturity and ovulation rate of pullets. **Pa. Agr. Ext. Sta. Bull.**, 461, 1943.
- CAVALHEIRO, A.C.L. Influência na qualidade. **A granja Avícola**, Porto Alegre, v.390, n.15, p.12 – 13, 1980.
- CLARK, J.A. **Environmental aspects of housing for animal production**. Brish University of Northingham, Page Bros Ltd, 1981.510p.
- COSTA, E. C. **Arquitetura ecológica, condicionamento térmico natural**. 5: ed. São Paulo: Edgard Blúcher, 1982. 264p.

- COSTA, F.G.P, JACOME, I.M.T.D. Níveis de fósforo disponível e de fitase na dieta de poedeiras de ovos de casca marrom. *Revista Ciência Animal Brasileira*, 2004. v.5, n.2, p.73-81, Goiânia – GO.
- COSTA, M.S., HUNTON, P. Alimentação e Manejo para Poedeiras em Regiões Tropicais. In: Congresso Latinoamericano de Avicultura, IV, Lima, Perú. *Anais...* pp.118-126. 1979.
- COTTA, J. T. B. **Galinha: produção de ovos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002. 260 p.
- CUNNINGHAM, D.L. **Poultry production systems in Georgia, costs and returns**. Analysis cooperative expansion service, College of Agricultural and Environmental Sciences, The University of Georgia, Athens , GA 306024356,1995.
- CURTIS, S. E. **Environmental management in animal agriculture**. AMES: The Iowa State University Press, 1983. 409 p.
- DONALD, J. **Considerações básicas sobre ventilação em galpões de integração de aves**. 1996. 22p (Circular ANR, 956).
- DONALD, J. Environmental control options under different climatic conditions. *World Poultry- Elsevier*. v.14, n.11, 1998, p. 22-23.
- DUL,J; WEERDMEEESTER,B.**Ergonomia Prática**. São Paulo, Editora Blucher LTDA, 1991.
- EL BOUSHY, A. R. e RATERINK, R. **Avicultura Industrial**. p. 37-42, Nov/1985.
- ELLIOT, H. A.; COLLINS, N. E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. *Transactions of the ASAE*, v.25, p.413 – 424, 1982.
- ERNST, R. A.; MILLAM, J. R.; MATTHER, F. B. Review of life-history lighting program for commercial laying fowls. *World's Poultry Science Journal*, Ithaca, v. 43, n. 1, p. 44-55, Feb. 1984.
- ETCHES, R. J. **Reproducción aviar**. Zaragoza: Acribia, 1996. 339 p.
- FABRELLO, R. Temperatura, umidade e pureza do ar, importantes fatores. *A Granja*. Fevereiro. 1979.
- FARIA, D. E., et al. **Suplementação de vitaminas D e C para poedeiras durante o primeiro ciclo de produção**. *Revista Brasileira de ciência Avícola*, v.1 (2), p. 135–144, 1999.
- FARIA, D.E., et al. **Desempenho, temperatura corporal e qualidade de ovos de poedeiras alimentadas com vitaminas D e C em três temperaturas ambientes**. *Revista Brasileira de ciência Avícola*, v.3 (1), p. 49 – 56, 2001.
- FARIA, D.E. & SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: II Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos. *Anais...* Viçosas,

MG. p.315-330, 2005.

FERREIRA, J. H. **Posicionamento de ventiladores em galpões para frango de corte.** Viçosa: UFV, 1996, 68p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola - Construções Rurais e Ambiente) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

FREEMAN, B. M. **The fowl and physical environment.** World's Poultry Science Journal, v.25, n. 2, pp. 99-111. 1968.

FREEMAN, B. M. **The domestic fowl in biomedical reserch: physiological effects of the enviroment.** World's Poultry Science Journal, v.44, pp. 44-60. 1988.

FURTADO, D.A. **Caracterização das tipologias de construção e condições de conforto ambiental das instalações avícolas na mesorregião do Agreste Paraibano.**Campina Grande: UFCG, 2002,106p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola -Construções rurais e ambiência) - Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

FURTADO, D.A., AZEVEDO, Pedro V. de e TINOCO, Ilda de F. F. **Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., set./dez. 2003, vol.7, no.3, p.559-564. ISSN 1415-4366.

**GUIA DE MANEJO - Hy-Line.** Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br>>. Acesso em: 20 jun 2005.

**GUIA DE MANEJO BOVANS.** Disponível em: <<http://www.granjaplanoalto.com.br>>. Acesso em: 03 nov 2005.

**GUIA DE MANEJO LOHMANN CLASSICA.** Disponível em: <<http://www.hylinedobrasil.com.br>>. Acesso em: 07 nov 2005.

HAMILTON, R.M.G. **Methods and factors that affect the measurement of egg shell.** In: SYMPOSIUM; EGG SHELL QUALITY. 1982. Poultry Science, 61:2022:2039

HICKS, C.R. **Fundamental concepts in the design of experiment.**2. ed. New York: Holt,Rinehart and Winston, 1973.349p.

JÁCOME, IANGLIO T. D. **Efeitos de dois sistemas de acondicionamento sobre os índices ambientais e zootécnicos de poedeiras semi-pesadas.** Campina Grande, PB: 2005. 81p.il. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) Universidade Federal de Campina Grande: UFCG, 2005.

LLOBET,J.A.C.; GONDOLBEI, V. S. **Manual Prático de Avicultura.** Livraria Popular Francisco Franco. Lisboa, 1986.214p.

LLOBET, J.A.C. **Construções e equipamentos avícolas.** Barcelona, Real Escuela de Avicultura, 1993.

MAAS, R.B. **Occupational Noise Expousure na Hearing Conservation.** In: Zens C, editor. **Occupational Medicine Principles and Practical Applications.** Londres, UK. Yearbook

Medical Publication; 1977. p. 317-357

MACARI, M., FURLAN, R.L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte.** FUNEP/UNESP, Jaboticabal, São Paulo, 1994, 296p.

**MANUAL DE LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO.** 23ª Edição, 2004. 223p.

MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune responses of commercial laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.889-894, 2004.

MATOS, M.L. **Conforto térmico ambiente e desempenho de frangos de corte, alojados em dois níveis de alta densidade, em galpões com sistemas de ventilação em túnel e ventilação lateral.** Viçosa: UFV, 89p. 2001. (Dissertação de Mestrado)

MENEC, M. L. A qualidade do ar e seus efeitos sobre o desempenho das aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL. **Anais...** Campinas, 1995, p. 49 - 62.

MILLIGAN, J. L., WINN, P.N. **The influence of temperature and humidity on broiler performance in environmental chambers.** **Poultry Science**, v.43, 1964, p817-824.

MIRANDA, CARLOS ROBERTO. **Introdução à Saúde no trabalho.** São Paulo: Atheneu, 1998

MOLINA, J. Manejando reproductoras en climas tropicales. Venezuela, 1992. P- 15 - 17. **Indústria Avícola: Avícola watt.** Marzo 1992, v. 39, n.3.

MOURA, D.J. **Avaliação de eficiência térmica de instalações sombreadas e ventiladas artificialmente diferentes orientações.** Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 1998, 163p.

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

MORAES, S.R.P. et al. Conforto Térmico em galpões avícolas, sob coberturas de telha de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. v.3, n.1, p.89-92, 1999.

MORRIS, T. R.; MIDGLEY, M. M.; BUTLER, E. A. Effect of age at starting Biomittent light on performance of laying hens. **British Poultry Science**, London, v. 31, p. 447-455, 1990.

MULLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** 2. ed. Porto Alegre, RS. Ed. sulina, 1982. 158p.

NÄÄS, I. A. Fatores não nutricionais que afetam o desempenho de frangos de corte. In: Conferência APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais...** Campinas, 1992.

- NÃÃS, I. A. Conforto Térmico. Ambiente Instalação, Equipamentos e Manejo. **Palestra**. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1994.
- NÃÃS, I.A.; MOURA, D.J.; LAGANÁ, C.A. 1995. A amplitude térmica e seu reflexo na produtividade de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995. **Anais**. Campinas, Facta. p.203-4.
- NÃÃS, I. A. CONFERÊNCIA APINCO 1997 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIAS AVÍCOLAS, **Anais...**, São Paulo, 1997, p. 108-119.
- NÃÃS, I.A. **Níveis de Ruídos na Produção de Matrizes Pesadas – Estudo de Caso**. Rev. Bras. Cienc. Avic. vol.3 no.2 Campinas May/Aug. 2001
- NAKANO, M. **Problemas da avicultura no verão**. Avicultura Industrial, Seção de Doenças das Aves. Fevereiro, 1979.
- NOBLE,,R.C.,COCCHI,M.,TRCHETTO, E. Egg fat - a case for concern .**World's Poultry Science Journal**, v.46, n.2, p.109-18, 1990.
- NR-15 BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978: **Normas Regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho**. In: Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 33ª ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523 p.
- NORTH & BELL. **Commercial Chicken Production Manual**. ed.4. 1990.
- OLIVEIRA, P. A. V.; GUIDONE, A. L.; BARONI JÚNIOR, W.; DALMOURA, V. J.; CASTANHA, N. Efeito do tipo de telha sobre o acondicionamento ambiental e o desempenho de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1995, Curitiba. **Anais...** Curitiba: FACTA, 1995. P.297-8.
- PAYNE, G.C. **Environmental temperature and egg production – The physiology of the domestic fowl**, Edinburgh,1967,p.235-241.
- PEREIRA, A. M. Stress Calórico em Poedeiras Comerciais. In: **Seminário de postura comercial**. Guabi, 1991. p.133-146
- PENZ JR., A.M. **Estresse pelo calor: efeitos em frangos e matrizes - manipulação do equilíbrio ácido-base**. In: APINCO. **Anais**. p.139-46. 1989.
- PIASENTINI, J.A. **Conforto medido pelo índice de temperatura do globo e umidade na produção de frangos de corte para dois tipos de pisos em Viçosa-MG**. Viçosa: UFV, 1984. 98p. Dissertação.(Mestrado em Construções rurais e Ambiente) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 1984.
- PILLOTO, E. NETO.**Cor e iluminação nos ambientes de trabalho**. São Paulo, Livraria Ciência e Tecnologia Editora, 1980.

PINHEIRO, D.C., Colafemina JF, Neto ATC, Alves RPC, Ribeiro ML. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em Pacientes com Doenças Sistêmicas**. Disponível em: <www.saudeetrabalho.com.br. Acesso em: 13 mar 1999.

RAMAZZINI, B. **As doenças dos trabalhadores**. Trad. FUNDACENTRO, São Paulo, 1998, p. 180 (tradução de: *De Morbis Artificum Diatriba*).

ROLLER, W.L.; STTOMBAUGH, D.P. The influence of environmental factors on reproduction of livestock, St. Joseph- Michigan. P.31-50, 1974. In: Symposium I international Livestock Environment. ASAE St. Joseph. 1974. 429p.

ROMIJN, R.; LOKHORST, K. L. Meat regulation and energy metabolism in the domestic fowl **Physiology of Domestic Fowl**. Horton – Smith e E.C. Amoroso, Springer – Verlag, New York, 1966.

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

RUTZ, F. Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico as aves. Conferência APINCO. **Anais...** p. 99-110. Santos, 1994.

ROWLAND, K. W. Intermitent lighting for laying fowls: a review. **World's Poultry Science Journal**, Ithaca, v. 41, n. 1, p. 5-20, 1987.

SAINSBURY, D. **Sanidad y alojamientos para animales**. Compañia Editorial Continental, S.A. – Espana, 1971. 196p.

SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J. A. **Environmental Aspects of Housing for Animal Production**. Butterworths, , 1981. 24, p.439 – 454.

SAMPAIO, Carlos A. de P., NAAS, Irenilza de A. e NADER, Alexandre. **Gases e ruídos em edificações para suínos: aplicação das normas NR-15, CIGR e ACGIH**. Eng. Agríc., jan./abr. 2005, vol.25, no.1, p.10-18. ISSN 0100-6916.

SAUVEUR, B. Photopériodisme et reproduction des oiseaux domestiques femelles. **Animal Production**, Edinburgh, v. 9, n. 1, p. 25-34, 1996.

SILVA, I. J. O. GUELFI FILHO, H., CONSIGLIERO, F. R. Influência dos materiais de coberturas no conforto térmico de abrigos. **Engenharia rural**, v.1. N. 2, p. 43-55, 1990.

SILVA, I.J.O., **Desenvolvimento de modelos matemáticos para avaliar a influência das condições ambientais na produção industrial de ovos**. Campinas, 1998. Tese (Doutorado)-Feagri, Universidade de Campinas. 145 p.

SILVA, I. J. O.; NÄÄS, I. A. **A influência da arborização no desempenho térmico de aviários através dos índices de conforto térmico e produção de ovos**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 1998, Poços de Caldas. Anais do XXVII Conbea, 1998. v.

4. p. 231-233.

SILVA, I.J.O. **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba, 2001.v.2, p.150-204.

SILVERSIDES, F.G.; TWIZEYIMANA, F.; VILLENEUVE, P. A Study relating to the validity of the Haugh unit correction for egg weight in fresh eggs. **Poultry Science**, v.72,p. 760-764, 1993.

SILVERSIDES, F.G.; SCOTT, T.A. **Effect of storage and layer age on quality of eggs from two lines of hens**. **Poultry Science**, v. 80, p. 1240-1245, 2001.

SCOTT, T.A.; SILVERSIDES, F.G. **The effect of storage and strain of hen on egg quality**. **Poultry Science**, v. 79, p. 1725-1729, 2000.

THOM, E.C. Cooling degree – days Air conditioning heating and ventilating. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Michigan, v.55, n.7, p. 65-72, 1958.

TEIXEIRA, V.H. **Estudo dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para a região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, M.G.** Viçosa: UFV. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, 1983.

TINÔCO, I.F.F. **Resfriamento Adiabático (Evaporativo) na Produção de Frangos de Corte**. Viçosa: UFV. 1988.92p. Dissertação.(Mestrado em Construções rurais e Ambiência) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 1988.

TINÔCO, I. F. Planejamento de instalações avícolas face às variações de temperatura. In: **Simpósio Internacional sobre Ambiência e Instalação na Avicultura Industrial. Anais...** pp. 118 – 120. Campinas, 1995.

TINÔCO, I.F.F. **Efeito de diferentes sistemas de condicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte, em condições de verão e outono**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais -UFMG, 1996,173p

TINÔCO, I.F.F. 1996. **Conforto ambiental para aves: ponto de vista do engenheiro**. In: **SIMPÓSIO GOIANO DE AVICULTURA, 2.**, Goiânia, 1996. Anais. Goiânia, UFG/AGA. p.47-56.

TINÔCO, I. F. F., RESENDE, P. L. **Produção de frango de corte em alta densidade**. Viçosa: Manual CPT - Centro de Produções Técnicas, 1997. 20 p.

TINÔCO, I.F.F. **Ambiência e instalações na produção de matrizes avícolas**. SILVA.I.J.O. **Ambiência na produção de aves em climas tropicais**. Piracicaba: FUNEP, p.17-27. 2001

UBA. Disponível em: <http://www.uba.org.br/>. Acesso em: 10 nov 2005.

VAQUERO, E.G. **Projeto e construção de alojamento para animais**. 7. Ed. Lisboa, Portugal; Litexa, 1981. 237p.

VIEIRA, L.G., **Influência ambiental no desempenho de francos de corte em Campina Grande – PB.** Tese de Mestrado. Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, 2003, 82p.

WANG, S. ;BOTTJE, W.G.; KINZLER, S.; NELDON, H.L. ;KOIKE, T.I. **Effect of heat stress on plasma levels of arginine vasotcin and mesotcin in domestic fowl(Gallus domestcus)** Comparative Biochemistry and Physiology, 1989. 93A (4): 721-724.

WARD, W. D. **Auditory effects of noise.** In: BERGER, E. H. Noise Hearing Conservation Manual. 4. Ed. Akron, American Industrial Hygiene Association, Cap. 5, 1986 a. pp. 177-217.

WASHBURN, K.W. Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in commercial production. **Poultry Science.**, Champaign, v.61, p.2005 – 12, 1982.

YOUSEF, M. K. **Stress physiology in livestock – Vol III poultry.** Las Vegas Nevada, CRC press, Inc., 1985.159p.

ZUMBADO,M. La gravedad específica para determinar la calidad del cascarón. **Avicultura Proffesional**, n.2, p.8-10, Marzo 1983.