



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

ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS, PRODUTIVOS E
CONCENTRAÇÃO DE GASES EM GALPÕES AVÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO
PARAIBANO

HERLÚCIO PAES DA ROCHA

CAMPINA GRANDE, PB

MAIO, 2007



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

ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS, PRODUTIVOS E
CONCENTRAÇÃO DE GASES EM GALPÕES AVÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO
PARAIBANO

HERLÚCIO PAES DA ROCHA

ORIENTADOR: Prof. Dr. DERMEVAL ARAÚJO FURTADO

CAMPINA GRANDE, PB

MAIO, 2007

HERLÚCIO PAES DA ROCHA

**ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS, PRODUTIVOS E
CONCENTRAÇÃO DE GASES EM GALPÕES AVÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO
PARAIBANO**

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

Área de concentração: Construções Rurais e Ambiente

CAMPINA GRANDE, PB

MAIO, 2007

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL DA UFCG

R672a

2007 Rocha, Herlúcio Paes da

Análise dos parâmetros ambientais, produtivos e concentração de gases em galpões avícolas no semi-árido paraibano /Herlúcio Paes da Rocha. — Campina Grande: 2007.

59f. : il

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

Referências.

Orientador: Dr. Dermeval Araújo Furtado.

1. Condições Climáticas. 2. Produtividade. 3. Concentração de Gases. I. Título.

CDU 551.586 (043)



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



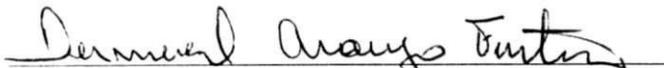
PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

HERLÚCIO PAES DA ROCHA

ANÁLISE DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS, PRODUTIVOS E CONCENTRAÇÃO DE
GASES EM GALPÕES AVÍCOLAS NO SEMI-ÁRIDO PARAIBANO

BANCA EXAMINADORA

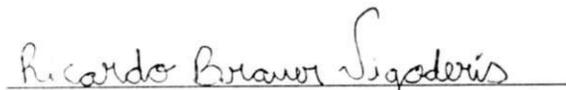
PARECER


Dr. Dermerval Araújo Furtado - Orientador

Aprovado


Dr. José Wallace Barbosa do Nascimento - Examinador

APROVADO


Dr. Ricardo Brauer Vigoderis - Examinador

Aprovado

MAIO - 2007

AGRADECIMENTOS

A Deus, ser supremo de todas as coisas.

A meus pais pelo carinho, apoio, força e compreensão.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, da Universidade Federal de Campina Grande.

À Capes pelo apoio financeiro da bolsa de estudo ao decorrer da pesquisa.

Aos Orientadores Professores Dr. Dermeval Araújo Furtado e Dr. Wallace B. Nascimento, pela sua orientação nesta pesquisa.

À secretária da COPEAG, Rivanilda Pereira Diniz.

Aos professores, funcionários e colegas da Pós-graduação em Engenharia Agrícola.

À Granja Natal, na pessoa do Sr. João Augusto, e aos funcionários, pela oportunidade de realização do experimento em suas instalações.

Aos meus familiares, pelo incentivo ao meu profissionalismo.

Aos amigos que, direta e indiretamente tanto me ajudaram, na minha vida pessoal e profissional.

SUMÁRIO

	Página
Capítulo I.....	1
1.1. Introdução.....	2
1.2. Objetivos.....	4
Capítulo II - Revisão bibliográfica.....	5
2.1. Produção avícola no Brasil.....	6
2.2. Influência do ambiente térmico sobre as aves.....	6
2.3. Índices do ambiente térmico.....	8
2.3.1. Temperatura do ar.....	8
2.3.2. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU).....	9
2.3.3. Carga térmica de radiação (CTR).....	10
2.3.4. Umidade relativa do ar (UR).....	10
2.4. Ventilação na avicultura.....	11
2.5. Contaminantes aéreos nas instalações.....	12
2.5.1. Concentração de gases na avicultura.....	13
2.6. Níveis de pressão sonora.....	15
2.6.1. Ruídos na avicultura.....	16
Capítulo III - Material e Métodos.....	18
3.1. Local do desenvolvimento da pesquisa.....	19
3.2. Características dos sistemas de acondicionamento ambiental.....	19
3.2.1. Galpão de telha de cerâmica (GC).....	19
3.2.2. Galpão de telha de fibro cimento (GA).....	20
3.3. Manejo do sistema de acondicionamento ambiental.....	21
3.4. Manejo no interior dos galpões.....	21
3.5. Instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes..	23
3.5.1. Temperatura ambiente, umidade relativa do ar, velocidade do vento	23
3.5.2. Índice de temperatura de globo negro e umidade.....	23
3.5.3. Índice de conforto térmico.....	24
3.6. Temperatura da água nos galpões.....	25
3.7. Umidade relativa do ar nos galpões.....	26
3.8. Coleta dos níveis de concentração de gases.....	26

3.9. Níveis de pressão sonora.....	27
3.10. Índices zootécnicos.....	28
3.11. Delineamento estatístico.....	29
Capítulo IV - Resultados e Discussão.....	30
4.1. Avaliação de conforto térmico ambiental.....	31
4.1.1. Temperatura ambiente (TA).....	32
4.1.2. Umidade relativa do ar (UR).....	32
4.1.3. Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).....	33
4.1.4. Carga térmica de radiação (CTR).....	35
4.1.5. Velocidade do vento (VV).....	36
4.2. Temperatura da água.....	38
4.3. Temperatura da cama.....	39
4.4. Umidade da cama.....	41
4.5. Concentração de gases.....	41
4.6. Níveis de pressão sonora.....	43
4.7. Variáveis produtivas.....	45
Capítulo V – Conclusões.....	47
Capítulo VI - Referências bibliográficas.....	49

LISTA DE FIGURAS

Capítulo III

	Página
Figura 1. Vista lateral do galpão GC.....	19
Figura 2. Vista lateral do galpão GA.....	20
Figura 3. Ventiladores utilizados em ambos os galpões.....	21
Figura 4. Sistema de aquecimento a lenha.....	22
Figura 5. Bebedouros tipo nipple.....	22
Figura 6. Bebedouros e comedouros pendulares.....	22
Figura 7. Termômetro digital (LM-8000 Lutron).....	23
Figura 8. Globo negro no centro de massa das aves.....	24
Figura 9. Termômetro infravermelho (Raytec®).....	25
Figura 10. Monitor de gases portátil digital (Biosystems®).....	26
Figura 11. Decibelímetro digital modelo SL 4001.....	28

Capítulo IV

Figura 12. Valores dos índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	34
Figura 13. Valores da carga térmica de radiação (CTR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	36
Figura 14. Estimativas da velocidade do vento (VV) $m.s^{-1}$, em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	37
Figura 15. Valores da temperatura da água ($^{\circ}C$), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	38
Figura 16. Relação entre a temperatura ambiente (TA) e a temperatura da água nos dois sistemas de condicionamento.....	39
Figura 17. Valores da temperatura da cama ($^{\circ}C$), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	40
Figura 18. Relação entre a temperatura ambiente e a temperatura da cama dos sistemas.....	40
Figura 19. Valores da umidade da cama (%), em função das semanas para os diferentes sistemas de condicionamento.....	41

Figura 20.	Valores dos níveis de pressão sonora (Ruídos) em dB(A), em função das horas para os diferentes sistemas de acondicionamento.....	44
Figura 21.	Valores dos níveis de pressão sonora (Picos) em dB(A), em função das horas para os diferentes sistemas de acondicionamento.....	44

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

	Página
Tabela 1. Limites de tolerância a ruídos.....	16

Capítulo III

Tabela 2. Dados dos níveis pré-estabelecidos dos sensores de gás do PHD5 (Biosystems®).....	27
----------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Capítulo IV

Tabela 3. Resumo das análises de variância referentes aos efeitos dos sistemas de acondicionamento ambiente (S) e de horas (H), com relação à média horária do índice de TA, UR, ITGU, CTR e (VV).....	31
Tabela 4. Valores médios dos parâmetros ambientais TA, UR, ITGU, CTR e VV, para os diferentes horários e sistemas de acondicionamento do período experimental.....	31
Tabela 5. Concentração média dos dois sistemas de O ₂ , NH ₃ , CO, CH ₄ e H ₂ S.....	42
Tabela 6. Valores médios das variáveis produtivas peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), taxa de mortalidade (TM) e idade média de abate (IdAb), dos dois sistemas de produção avaliados.....	45

ROCHA, Herlúcio Paes da. Universidade Federal de Campina Grande. 2007. 56p. **Análise dos parâmetros ambientais, produtivos e concentração de gases em galpões avícolas no semi-árido paraibano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

RESUMO: Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar os efeitos ambientais e produtivos, como a concentração de gases, em diferentes sistemas de acondicionamento sobre o desempenho de frangos de corte comerciais, da linhagem Cobb avian 48, em condições de verão de 2007, na cidade de Puxinanã, região semi-árida paraibana. O experimento foi realizado em dois galpões, sendo um com cobertura de telha de cerâmica (CG) e outro com cobertura de telha de fibro cimento (GA). Avaliaram-se: os índices de conforto térmico, as condições da cama, a concentração de gases e os níveis de pressão sonora de cada galpão, além dos índices produtivos: ganho de peso, ganho de peso diário, conversão alimentar, taxa de mortalidade e idade de abate. Utilizaram-se 22.000 aves, lote misto, desde um dia de idade, no início do experimento, até 42 dias de idade, no seu final. Os índices de conforto térmico foram medidos diariamente, a cada hora, das 8 às 17 h, concluindo-se que os sistemas de acondicionamento de ambos os galpões proporcionaram, em alguns horários do dia situação de desconforto ambiental. Os índices produtivos obtiveram resultados satisfatórios para a indústria de frangos de corte nesta região. Quanto às concentrações de gases e ruídos, as aves nem os trabalhadores foram expostos à insalubridade.

Palavras-chave: condições climáticas, produtividade, concentração de gases

ROCHA, Herlúcio Paes da. Universidade Federal de Campina Grande. 2007. 56p. **Analysis of the parameters environmental, productive and concentration of gases in poultry house in Paraíba's semi-arid.** Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.

ABSTRACT: The present work had for objective to evaluate the environmental and productive effects, as the gases of concentration, of the different accommodation's systems on the performance broiler commercial lineage Cobb avian 48, in conditions of summer of 2007, in the of Puxinanã city, which is located in Paraíba's semi-arid region. The experiment was accomplished at two poultry houses, being one with roof of ceramic tileless (CG) and other with roof of tileless of fibro cement (GA). Evaluated was to the indexes of thermal comfort, the broiler litter conditions, the concentration of gases and sound pressure levels of each poultry house besides the productive indexes: weight gain, daily weight, alimentary conversion, mortality rate and discount age. A total of 22.000 birds, mixed lot with a day of age was used in the begin of the experiment up to 42 days of age in the end of the same. The environmental indexes were daily measured, every hour, of the 8 to the 17 h. It was ended that the accommodation's systems of poultry houses both provided, in some the day of schedules situation of environmental discomfort. The productive indexes obtained satisfactory results for the industry of broiler in this region. With relationship the gases and noises of concentration nor the birds and the workers were exposed to the insalubrities.

Key words: climatic conditions, productivity, gases of concentration

Capítulo I

Introdução e Objetivos

1.1. Introdução

Os fatores climáticos de uma região influenciam, direta e indiretamente, na sobrevivência e no bem-estar das aves nas instalações e, dentre os fatores ambientais, os fatores térmicos são aqueles que afetam mais diretamente as aves (Tinôco, 1998); entretanto, conforto térmico no interior das instalações avícolas é um fator altamente importante já que as condições climáticas inadequadas afetam consideravelmente a produção de frango de corte, isto é, tanto o excesso de frio como de calor, para países tropicais, reverte em menor produtividade das aves, podendo levar a altos valores de perda no lote tornando-se, portanto, um fator limitante para a produção avícola, nos países de clima tropical.

Em algumas regiões do Brasil as instalações estão localizadas em regiões de altas temperaturas ambientais, principalmente durante os meses de verão, representando um obstáculo à atividade e, ainda que o problema seja sazonal e de duração variável, seus efeitos são economicamente significativos (Furtado et al., 2003); porém, mesmo apresentando este fator limitante, a produção brasileira de carne de frango foi no mês de março de 2007, de 843.720 toneladas, volume que representou um aumento de 3,54 % sobre a produção de março de 2006, de 814.900 toneladas (AVISITE, 2007), consolidando o setor de frangos como o segundo maior no ranking da exportação do agronegócio brasileiro, destacando-se com alta competitividade expressa em preços, quantidade, qualidade e sanidade (ANUALPEC, 2006).

Apesar desse destaque na produtividade brasileira, ainda existe uma preocupação com a tipologia construtiva dos aviários, a qual deve estar associada ao macroclima local, à topografia e à vegetação de entorno, que influencia nas condições do microclima interno: temperaturas e umidade relativa do ar (Miragliotta, 2000).

Neste sentido, o Nordeste brasileiro, região caracterizada por temperaturas elevadas durante a maior parte do ano e na qual a avicultura se tem constituído em uma atividade de grande importância econômica, tem-se cuidado na concepção arquitetônica das instalações e no acondicionamento térmico do ambiente, os quais são fundamentais ao sucesso do empreendimento e ao bem-estar do animal (Furtado et al., 2003).

Dentre outros fatores preocupantes nas instalações, se encontra a presença dos poluentes aéreos, mais precisamente a quantidade de concentração de gases em seu interior, os quais, se em grandes quantidades alteram as características ideais do ar

favorecendo o aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias e/ou prejuízos no processo produtivo (Macari & Furlan, 2001, Tinoco, 2004). Dentre os gases encontrados nas instalações está a amônia, um gás altamente irritante para aves e, quando encontrado em grande quantidade no ar dos galpões causa estresse às aves, levando à diminuição da produtividade, podendo até provocar a morte das mesmas (Hernandez et al., 2001). Diante de tal problema, ocasionado pela concentração de gases, torna-se necessário o manejo adequado da ventilação mínima, sendo natural ou mecânica, dentro do aviário.

Portanto, o conceito de ambiente para produção animal é amplo, uma vez que inclui todas as condições que afetam o desenvolvimento dos animais, levando-se em consideração o ambiente térmico (temperatura, umidade, velocidade do vento e outros), o ambiente acústico (ruídos), o ambiente aéreo (gases e poeiras) e o ambiente social (tratador) (Sousa, 2006), de tal maneira, que a avicultura contemporânea passe a reavaliar as condições ambientais em que as aves são criadas, na possibilidade de se obter benefícios ainda maiores com a aplicação das tecnologias conquistadas, resultando no máximo do seu desempenho produtivo.

Desta forma, pode-se dizer que a avicultura brasileira não deve, em eficiência e tecnologia, a nenhum outro país do mundo, resguardadas as características de manejo e de instalações diferenciadas para cada um deles (Tinoco, 2006); entretanto, com a abertura da economia e a crescente pressão da sociedade pela preservação do meio ambiente e saúde humana, nova configuração tecnológica passou a ser exigida pelo setor.

1.2. Objetivos

Objetivou-se, com este trabalho, analisar os parâmetros ambientais, produtivos e a concentração de gases em galpões de frangos de corte comerciais, criados no semi-árido paraibano, durante o período de verão.

Capítulo II

Revisão Bibliográfica

2.1. Produção avícola no Brasil

A produção avícola tem-se caracterizado pelo excelente crescimento e produtividade alcançada nos últimos anos. O setor tem apresentado desenvolvimento significativo, sempre orientado para a 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, nutrição, equipamento e sistemas de produção. Em 1930 um frango alcançava 1,5 kg em 15 semanas de alojamento e conversão alimentar (C.A) de 3,5; atualmente, para se obter um frango de 2,4 kg são necessários 6,1 semanas, resultando em uma C.A média de 1,83 (UBA, 2005).

O Brasil ocupa, hoje, a terceira posição no ranking mundial dos maiores produtores, superada apenas pelos Estados Unidos e China. Analisando-se a evolução da produção brasileira por região geográfica nos últimos 10 anos, verifica-se que elas não têm apresentado os mesmos índices de crescimento, em que dois indicadores podem ser examinados: o crescimento dos volumes de produção da região e sua participação no crescimento da produção nacional, ao longo dos anos (ANUALPEC, 2005 a).

Observa-se que o Sul do País, região pioneira, aumentou em 133% sua produção e obteve um crescimento de 50 para 56% na sua participação na produção brasileira. A região Centro Oeste, grande produtora e com menores preços para o milho e a soja, principais itens do custo de alimentação das aves, é a mais recente área de expansão da avicultura, haja vista que tem demonstrado dinamismo, apresentando o maior crescimento da produção (306%); além disso, dobrou (5% para 10%) sua participação na produção interna, ultrapassando a região Nordeste e se sobressaindo como a terceira maior região produtora, enquanto o Sudeste ainda ocupa a segunda posição, mas está perdendo participação e reduzindo a produção; por outro lado, as regiões Norte e Nordeste, devido à pequena produção e aos altos preços dos insumos para alimentação das aves, apresentaram os menores incrementos nos volumes produzidos e mantêm pequena participação na produção nacional (ANUALPEC, 2005 b); entretanto, o aumento da produção de carne de frango é resultado do aumento do consumo per capita e o mesmo está relacionado à redução do custo final do produto.

2.2. Influência do ambiente térmico sobre as aves

Em algumas regiões do Brasil as instalações estão localizadas em regiões de altas temperaturas ambientais, sobretudo durante os meses de verão, o que vem representando obstáculo à atividade (Mattos, 2001).

As variáveis ambientais podem ter efeitos positivos e negativos sobre a produção das aves; desta forma, temperaturas acima da faixa de conforto reduzem o consumo de alimento, prejudicando o desempenho das aves. Para baixas temperaturas pode ocorrer um ganho melhor de peso, mas à custa de elevada conversão alimentar; assim a condição ambiental deve ser manejada na medida do possível, para evitar os efeitos negativos sobre o desempenho produtivo das aves, uma vez que pode afetar o metabolismo. Durante o verão o consumo de alimento é significativamente menor em comparação com o inverno; este efeito está relacionado ao ajuste da ingestão de energia que as aves executam para atender às exigências de manutenção, de acordo com a temperatura ambiente (Macari & Furlan, 2001). Bianca, 1976, diz que a redução no consumo dos alimentos induzida pelo calor facilita o controle da homeotermia pelo animal, principalmente nas regiões quentes; entretanto, ela normalmente representa, indiretamente, perda econômica para o produtor.

O calor atua de forma diversificada no comportamento funcional das aves, sendo que as fêmeas das linhagens de matrizes de corte toleram menos calor 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 altas temperaturas (Molina, 1992). Conforme Coopers & Washburn, 1998, em frangos de corte expostos a 32 °C a partir dos 28 dias de idade, verifica-se forte correlação negativa entre temperatura corporal e ganho de peso, consumo de ração e eficiência alimentar, depois de uma semana do início do stress de calor e até os 48 dias de idade.

Segundo Baião (1995) na terceira semana de vida o mecanismo de termorregulação nos frangos de corte está completamente desenvolvido e a partir desta idade se tornam homeotermos, ou seja são, até certo limite de adversidade, capazes de manter sua temperatura corporal relativamente constante, independentemente da temperatura ambiente. De acordo com a temperatura e umidade relativa do ar, atividade física, aclimação, luminosidade, idade, linhagem, muda de penas, jejum e sexo, a temperatura interna das aves adultas pode mudar, em média, oscilando entre 41 e 42 °C.

Mesmo apresentando este mecanismo de termorregulação, as aves trocam de calor com o ambiente, através dos processos de convecção, condução, radiação e evaporação; referidos processos são influenciados pela temperatura, umidade, velocidade do vento e

temperatura da vizinhança. Geralmente, o transporte de calor no núcleo central até a periferia, ocorre por condução; no processo de radiação, a troca de calor depende da natureza das superfícies consideradas visto que o animal dissipa calor para objetos mais frios que ele; já no processo da convecção, este transporte de calor ocorre na substituição de moléculas quentes por outras frias (influenciadas pela movimentação do ar e extensão da superfície considerada, dentre outros); na evaporação, esta dissipação de calor se dá no processo de transformação da água do estado líquido para vapor, isto é, envolve mudança de estado físico (Tinôco, 1996).

Ressalta-se, então, que quando o ambiente térmico está acima da zona termoneutra ou de conforto, ocorre redução na atividade física, com diminuição da produção interna de calor das aves para a sua manutenção corporal (Moura, 2001).

2.3. Índices do ambiente térmico

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

2.3.1. Temperatura do ar

O meio ambiente inclui todas as influências e condições externas que afetam a ave, por meio dos fatores do ambiente; os térmicos, representados pela umidade, temperatura, velocidade do ar e a irradiação solar afetam, de forma direta, a matriz, comprometendo a manutenção de sua homeotermia e, caso tais estejam condições mais próximas das ideais, a probabilidade de se obter alta produtividade é grande (Tinôco, 2001 b); com isto, o ambiente a que são submetidas as aves constitui um dos principais responsáveis pelo sucesso ou fracasso do empreendimento avícola.

De acordo com Baeta & Souza (1997) a zona de conforto térmico (ZCT), dependendo da adaptação animal ao frio ou ao calor e em função do tempo de exposição e do nível de produção para 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 crítica superior (TCS) é 32 °C.

Abreu et al. (2001) comentam que em países de clima tropical, com temperaturas elevadas de verão e intensa irradiação solar, os materiais a serem utilizados para

confeção das instalações devem permitir bom isolamento térmico para que o ambiente interno dessas instalações seja menos influenciável pela variação climática.

Em condições de calor, quando são verificadas temperaturas elevadas o movimento do ar é fator indispensável para a melhoria das condições ambientais, principalmente de duas maneiras: na primeira: ao se aumentar a velocidade do vento para temperatura abaixo da corporal, aumenta-se também a dissipação de calor por convecção e, para qualquer temperatura ambiente, favorece-se a dissipação de calor na forma evaporativa; e na segunda: promove-se a renovação do ar ao redor dos animais por 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, 1997 a); porém, conforme (Penz Jr., 1989 & Silva et al., 1990) o metabolismo alimentar e o calor ambiente aumentam a produção de calor do animal e, especialmente em regiões tropicais causa a redução no consumo de ração; por outro lado, ao se manter em equilíbrio com o ambiente circundante, diz-se que o animal se encontra confortável e apto à produtividade máxima

2.3.2. Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU)

O ITGU é um índice físico que relaciona a temperatura de globo negro (que demonstra o efeito na temperatura devido à radiação T_g em K) e a temperatura de Ponto de Orvalho (T_o em K); esta temperatura de orvalho indica a temperatura em que haverá precipitação, com base na temperatura ambiente, pressão barométrica e umidade (Buffinton et al., 1981 & Sevegnani, 1997); portanto, o ITGU incorpora os efeitos da temperatura do ar, da radiação, da velocidade do ar e da umidade relativa do ar.

Jácome & Trindade (2007) constataram que nos dias atuais é utilizado o ITGU para representar o conforto térmico ambiental na produção de animais em clima tropical.

Em estudo realizado por Furtado et al. (2003 a), sobre a caracterização das tipologias de construção e condição de conforto ambiental das instalações avícolas na mesorregião do Agreste Paraibano, eles encontraram os maiores valores médios de ITGU para o sistema de telha de amianto sem sistema de ventilação interna, às 12 e 14 h, respectivamente, de 81,16 e 80,61.

Vieira et al. (2005 a) estudando a influência ambiental no desempenho de frangos de corte em Campina Grande, PB, encontraram os maiores valores médios de ITGU para

sistema dos galpões com telha de amianto e sistema de ventilação artificial sem pintura às 11 e 13h, respectivamente, de 75,2 e 76,3.

2.3.3. Carga térmica de radiação (CTR)

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). A TRM 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 em relação à contida no ambiente considerado (Bond et al.,1954).

Em seu trabalho realizado, Moraes et al. (1999), encontraram valores médios de CTR (8, 10, 12, 14 e 16 h) de 487,6 W.m⁻² para telhas de cimento amianto e de 480,9 W.m⁻² para galpões com telhas de cimento amianto e aspersão sobre a cobertura; já Silva et al. (1990) 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 w.m⁻², às 11 e 14 h, respectivamente), que os proporcionados pela telha de cimento amianto (609,90 e 646,68 W.m⁻², às 11 e 14 h, respectivamente); no entanto, Furtado et al. (2003 b), encontraram os maiores valores médios de CTR para o galpão com telha de amianto sem sistema de ventilação interna, às 12 e 14 h, respectivamente, de 509,46 e 505,31 W.m⁻², e Vieira et al. (2005 b), encontraram os maiores valores médios de CTR para o galpão com telha de amianto e sistema de ventilação artificial sem pintura, às 11 e 13 h, respectivamente, de 480,70 e 487,0 W.m⁻².

2.3.4. Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é um fator climático que ajuda na determinação do conforto ambiental. Levando-se 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. As altas taxas de umidade relativa do ar associadas a essas temperaturas elevadas, fazem com que ocorra menor remoção da umidade das vias aéreas, tornando a respiração cada vez mais ofegante (Trindade, 2005).

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; desta forma, a decomposição microbiana de ácido úrico, que resulta em amônia e gás carbônico, é favorecida pela alta umidade; então, a alta umidade relativa do ar constitui fator negativo para a produtividade avícola (Baião, 1995).

Segundo 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; porém os níveis de umidade relativa acima de 80% causam problemas e aumento de fezes aquosas, que ocasionam escurecimento das penas e aumentam a concentração de gases e odores nos aviários.

2.4. Ventilação na avicultura

A ventilação nas instalações avícolas é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e através de dejetos, para permitir a renovação do ar favorecendo a entrada de ar puro; para eliminar o amoníaco que depende dos dejetos e, por fim, reduzir o excesso de calor existente (Vieira, 2005 c).

Nas instalações a ventilação é realizada de duas formas: por meio natural ou por meio mecânico (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 (Tinoco, 1997 a); entretanto, a ventilação deve obedecer às exigências higiênicas e térmicas. Em regiões em que a temperatura se mantém quase sempre acima da requerida

para o 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 às razões higiênicas (ligadas à renovação e qualidade do ar), exclusivamente, Curtis (1983) apud (Tinôco,1997 b); mas, no posicionamento de ventiladores em galpões para frangos de corte, deve-se levar em consideração alguns aspectos para instalação dos mesmos, tais como: altura em relação ao piso, inclinação, posicionamento em relação aos ventos dominantes e em relação à possibilidade de ventilação, em todas as regiões do interior do galpão, favorecendo a ventilação maior eficiência possível, auxiliando no arrefecimento do ar e, como consequência, melhorar o conforto térmico e o desempenho do frango de corte (Ferreira, 1997 b).

Portanto, em grande parte das regiões produtoras do Brasil a ventilação natural não é suficiente para manter lotes pesados dentro da região de termoneutralidade necessitando, assim, da ventilação forçada (Nããs,1997).

2.5 Contaminantes aéreos nas instalações

A preocupação em garantir que os galpões avícolas forneçam um ambiente saudável, às aves e aos trabalhadores, é uma demanda atual que agrega valor aos produtos avícolas. Em contrapartida, em sua maioria, as propriedades avícolas brasileiras que alojam aves geram acúmulo de gases, como amônia (NH_3), dióxido (CO_2) e monóxido de carbono (CO), prejudicando a saúde dos animais e trabalhadores.

O ambiente de criação animal pode ser avaliado sob diferentes enfoques, em que um deles se refere à qualidade do ar disponível nas proximidades dos animais; o outro é a avaliação dos poluentes presentes que podem ser inalados e, eventualmente, causar danos à saúde humana e animal (Miragliota, 2000).

Hinz & Linke (1998) apontam que a distribuição de poluentes aéreos nas instalações para a criação de animais, depende da sua tipologia, do local de entrada e saída do fluxo de ar e do padrão de circulação interno do ar; para isto, a mensuração da taxa de ventilação é um requisito fundamental nesses estudos.

Hellickson & Walker (1983 a), demonstraram tendência de difusão dos gases, seguindo o fluxo de convecção do ar e que CO_2 , NH_3 e H_2S (ácido sulfídrico) são

produzidos constantemente nas canaletas de esterco, cujas concentrações são distribuídas mais ou menos uniformemente na instalação. Como fatores que intervêm na concentração de amônia nas construções, pode-se citar a influência da espécie, da temperatura e da taxa de ventilação presente. Em criação de frangos de corte, mantidos a 24 °C e com taxa de ventilação de 1,1 m³/h por ave, a concentração média encontrada variou de 15 a 90 ppm; dobrando-se esta taxa para 2,3 m³/h por ave, reduziu-se a concentração para no máximo 50 ppm.

Conceição et al. (1989) pesquisaram uma criação inicial de matrizes em galpões convencionais e concluíram que do 1º dia à 18ª semana de vida, a distribuição espacial dos poluentes aéreos foi determinada pela posição das suas fontes geradoras e sua força relativa de geração desses poluentes; pelo fluxo de ar predominante, dependente do local, da taxa de ventilação e da temperatura e de forças físicas, como difusão e sedimentação, cuja ação é de pequena escala. Observaram que as concentrações de amônia foram maiores com o aumento da idade das aves, ocorrendo pequena redução aos 29 dias e uma significativa variação com o local de coleta de amostras influenciada por fatores físicos e químicos, como pH, umidade e temperatura da cama.

Portanto, os desafios relativos a este tema, não são pequenos, haja vista que não existem soluções simples para equacionar o problema da exposição dos contaminantes aéreos a que são submetidos os trabalhadores e as aves, no interior dos galpões (Nääs, 2006).

2.5.1. Concentração de gases na avicultura

Um dos poluentes aéreos freqüentemente encontrados em altas concentrações nos aviários, é a amônia (Sainsbury, 1981 a); a amônia, gás incolor de odor ocre, mais leve que o ar e solúvel em água, é produzida durante a degradação biológica do esterco, juntamente com o ácido sulfídrico (H₂S), metano (CH₄) e o gás carbônico (CO₂) (Hellickson & Walker, 1983 b); no excremento das aves o nitrogênio está presente em 70% na forma de ácido úrico e 30% como proteínas não digeridas (Groot Koerkamp, 1994). Alguns fatores, como temperatura, pH e umidade da cama-de-frango, exercem influência sobre esta reação (Elliot & Collins, 1982) e devem ser avaliados em estudos sobre qualidade do ar dentro dos ambientes de produção; enquanto Wathes et al. (1998) citam que a volatilização da amônia envolve uma fase de equilíbrio entre NH₄ (líquido) e NH₃ (gás), muito influenciada pela temperatura, pH da cama-de-frango e velocidade

do ar. Sainsbury (1981 b) cita que até 50 ppm se considera seguro para a saúde do trabalhador; de 50 a 100 ppm, a amônia pode ser inalada sem grandes conseqüências, de 100 a 200 ppm, a amônia induz à sonolência, salivação e inapetência e, nas aves, o crescimento é reduzido, ocorrendo ceratoconjuntivites e redução do apetite.

A preocupação com a emissão de amônia das instalações de criação de animais não se restringe apenas ao ambiente interno. Segundo Groot Koerkamp et al. (1998) a amônia tem sido estudada em virtude de refletir em severos efeitos ao meio ambiente. A contribuição dada pela amônia na emissão e deposição de ácidos no meio ambiente, foi estimada em 45% na Holanda, no ano de 1989; cerca de 85% (mais de 220.000 t/ano) do total de emissão de amônia neste país advêm de criatórios animais e, dentre esses, as granjas de aves e suínos são os maiores contribuintes.

Em seu estudo, Abreu et al. (1998) determinaram os efeitos dos sistemas de aquecimento para criação de aves sobre os teores de umidade da cama-de-frango e a de amônia no ambiente. Os maiores teores de amônia foram encontrados nos sistemas de cobertura (células), em que a umidade dentro dos círculos de proteção é maior, principalmente no horário de coleta, ou seja, das 4:00h da manhã; as concentrações não ultrapassaram os 10 ppm, considerados seguros para a criação animal.

O impacto da amônia sobre o bem-estar animal foi determinado pelo Farm Animal Welfare Council's (FAWC, 1992) que listou, primeiro, as cinco liberdades dos animais domésticos e relatou o atual status do efeito da amônia sobre esta liberdade, como segue, e forneceu uma indicação concernente à necessidade de futuras pesquisas sobre o assunto:

- Estar livre de fome, sede ou má-nutrição: a amônia reduz o consumo de alimentos causando redução no ganho de peso. Os efeitos sobre a sede e o comportamento dos animais ao se alimentar e beber a água, ainda não são conhecidos.
- Estar livre de desconforto: a amônia causa irritação das membranas das mucosas, ocasionando desconforto ao longo de seu ciclo de vida.
- Estar livre de dor, injúria ou doença: a amônia causa lesões nos sacos aéreos, ceratoconjuntivites e aumento da susceptibilidade às doenças.
- Estar livre para expressar seu comportamento normal: as poedeiras mostram preferência ao se alimentarem, limpar as penas e descansar em ambientes com ar fresco ao invés de ambientes com gás amônia.

- Estar livre de medo e estresse: estudos futuros estariam investigando se as aves consideram a amônia adversa.

Outro estudo indica que a tolerância a altas concentrações de amônia reduz, se acompanhada de altas taxas de umidade relativa do ar. Preconiza-se o controle das taxas de umidade relativa do ar nos primeiros estágios de vida dos pintos, pois isso influenciaria, sem dúvida na produção de amônia nos estágios subseqüentes, decorrente das condições da cama-de-frango (Belyavin, 1993).

2.6. Níveis de pressão sonora

Atualmente, a relação entre as exposições contínuas ao ruído e as perdas auditivas, está estabelecida, porém pouco se sabe quanto a 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 estudos sobre perdas auditivas até então, foram baseados em muitos anos de exposição de oito horas diárias ao ruído constante, razão pela qual os resultados têm pouco uso para avaliação dos riscos associados à exposições não contínuas.

Os trabalhadores aos quais desenvolve perda auditiva induzida pelo ruído (PAIR) são prejudicados na sua capacidade de conversação e limitados na habilidade de perceber em sinais audíveis nos ambientes de trabalho, sofrendo, geralmente, 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 nos canteiros de obras nem; tampouco, têm reconhecimento dos benefícios previdenciários decorrentes da perda auditiva; 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).

De acordo com o Manual de Legislação de Segurança e Medicina do Trabalho (2004), o limite da salubridade para pessoas trabalhando 8 horas semanais se situa no nível de 85 dB.

Por outro lado, os limites de tolerância, relacionados a exposição a picos de ruídos de impacto e intensidade, segundo a Norma Reguladora NR-15 (1978), estão apresentados em faixas, na Tabela 1.

Tabela 1. Limites de tolerância a ruídos

Nível de ruído (dB)	Máxima exposição diária permissível (h)
85	8
86-90	7-4
91-100	3:30” - 1
102-115	45’ – 7’

Adaptado da NR-15 (1978)

A perda auditiva por ruído é discutida por Pinheiro et al. (2005) e Miranda (1999) que encontraram níveis de prevalência de até 58,7% para alguns ramos de trabalho como, por exemplo a indústria gráfica; esta perda pode ser induzida mais rapidamente se o trabalhador apresentar alguma doença sistêmica crônica.

2.6.1. Ruídos na avicultura

A ocorrência da perda auditiva nas granjas de aves ocorre em função de fatores ligados às características individuais da pessoa exposta ao ruído, ao meio ambiente e ao próprio agente agressivo (som), conforme citado por Nääs et al. (2001). Neste estudo, os autores demonstraram que trabalhadores envolvidos nas operações existentes dentro de galpão de recria não estão expostos à insalubridade, como aqueles envolvidos nas operações existentes dentro de galpões de produção e os que estão nas salas de vacinação de pintainhas os quais estão passíveis de exposição acima do nível de salubridade sendo necessário, portanto, o uso de proteção auricular, conforme preconiza a legislação em vigor.

Astete & Kitamura (1980) explicam que dentre as características dos agentes importantes para o aparecimento de doença auditiva se destacam: a intensidade,

relacionada ao nível de pressão sonora; e o tipo de ruído, definido como contínuo, intermitente ou de impacto.

Nããs (2001) cita a legislação americana, na qual o limite superior permissível por 8 horas de trabalho no setor industrial está na faixa de 90 dB; este autor aponta, como importante causa de complicações legais nos Estados Unidos da América, o aparecimento de surdez em indivíduos expostos a altos limites de intensidade (denominados picos de intensidade) por longos períodos, durante o dia de trabalho.

Capítulo III

Material e Métodos

3.1. Local do desenvolvimento da pesquisa

A fase experimental foi realizada em galpões de criação comercial de frangos de corte, na Granja Natal, PB, integrada à empresa Avezen Ltda., localizada no Município de Puxinanã, PB, inserida na região de transição entre o semi-árido e o agreste paraibano. De acordo com a classificação climática de Koeppen, o clima da região é AWi, caracterizado como clima tropical chuvoso (megatérmico), com média anual de precipitação em torno de 802,7 mm, com latitude de 07° 09' 0,25" Sul e longitude de 35° 56' 42,68" Oeste e altitude de 657 m.

3.2. Características dos sistemas de acondicionamento ambiental

O experimento foi conduzido em dois galpões comerciais de frango de corte, com distanciamento de 50 m um do outro, tendo dois tipos de coberturas: o GC (galpão de telha de cerâmica) e o GA (galpão de telha de fibrocimento), no período de 25 de janeiro ao dia 08 de março de 2007, utilizando-se o total de 22.000 aves, das quais 19.500 no galpão GC e 2.500 no GA, da linhagem Cobb avian 48, constituídos de machos e fêmeas, com idade de 1 dia no início do experimento e 42 dias no seu final.

3.2.1. Galpão de telha de cerâmica (GC)

O galpão GC era orientado no sentido leste-oeste, com vão central construído em alvenaria, com uma porta central, com comprimento de 125 m, largura 12,5 m, altura do pé direito de 3,0 m, constituindo uma área 1.562,50 m², com alojamento de 19.500 aves da linhagem Cobb avian 48 com 6 semanas ao final do experimento (Figura 1).



Figura 1. Vista lateral do galpão GC

Os oitões eram abertos e telados com arame galvanizado; suas laterais possuíam 32 pilares, com altura de 3,0 m e espaçamento entre eles de 4,0 m com muretas de 0,20 m de altura, também de alvenaria e tela de arame, até a altura do telhado, com a presença de cortinas externas de polietileno; o piso interno e o passeio que circundava o galpão era de concreto; telhado tinha cobertura de telha de cerâmica apoiado sobre treliças de madeira, com suporte de aço, em duas águas com inclinação de 20° e beiral de 1,50 m de comprimento, além de comedouros automáticos de três linhas e bebedouros automáticos do tipo nipples de quatro linhas.

3.2.2. Galpão de telha de fibrocimento (GA)

O galpão GA era orientado no sentido leste-oeste, com vão central construído em alvenaria com uma porta central, comprimento de 30,0 m, largura 10,0 m, altura do pé direito de 3,0 m, constituindo uma área 300,0 m² com alojamento de 2.500 aves da linhagem Cobb avian 48 com 6 semanas ao final do experimento (Figura 2).

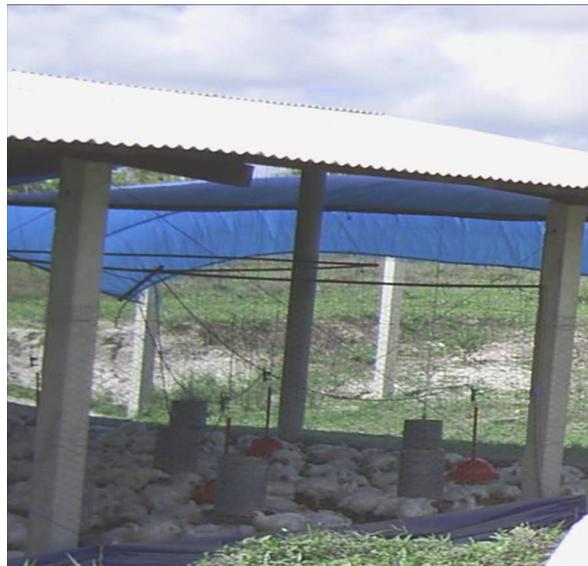


Figura 2. Vista lateral do galpão GA

Os oitões também eram abertos e telados com arame galvanizado; as laterais possuíam sete pilares com altura de 3,0 m e espaçamento entre eles de 4,0 m com muretas de 0,20 m de altura, também de alvenaria e tela de arame até a altura do telhado, com a presença de cortinas externas de polietileno; o piso interno era de concreto e o passeio que circundava o galpão era de chão batido, enquanto o telhado tinha cobertura de telha ondulada de fibrocimento com 6 mm de espessura apoiado

sobre treliças de madeira, em duas águas com inclinação de 20° e beiral de 1,50 m de comprimento, além de comedouros manuais e bebedouros pendulares.

3.3. Manejo do sistema de acondicionamento ambiental

O sistema de ventilação mecanizado do galpão GC era lateral, constituído de 18 ventiladores e, no galpão GA, de um ventilador, ambos axiais com diâmetro de 0,90 m e vazão de 300 m³/min, posicionados transversalmente na lateral norte e sul do galpão, com fluxo de ar no sentido dos ventos predominantes do local; os ventiladores possuem motores de indução monofásicos, com potência de 0,5 CV, 820 RPM e 200 W (Figura 3).



Figura 3. Ventiladores utilizados em ambos os galpões

O sistema de ventilação era acionado para os dois galpões (GC e GA) quando as condições internas eram consideradas desfavoráveis às aves, ou seja, os ventiladores entravam em funcionamento sempre que a temperatura do ar ficava acima de 27 °C, isto com as cortinas permanecendo abertas durante o manejo.

3.4. Manejo no interior dos galpões

Durante a pesquisa as aves tiveram não só tiveram o mesmo manejo mas receberam formulação de rações idênticas, de acordo com a sua idade.

Em relação ao manejo, a mesma cama era revirada diariamente pelos tratadores, no período noturno; no caso da presença de aves mortas, elas eram retiradas do interior do galpão.

A cama utilizada no piso dos dois galpões foi de casca de arroz e bagaço de cana, com espessura de 0,10 m, sistema de aquecimento do tipo lenha (Figura 4), aceso nos primeiros 15 dias, no início da manhã e no começo da noite, com as cortinas totalmente levantadas.



Figura 4. Sistema de aquecimento a lenha

Os bebedouros no galpão GC eram do tipo nipple distribuídos em quatro linhas e os comedouros eram do tipo automático tipo pendular; no galpão GA os comedouros eram do tipo manual e os bebedouros do tipo pendular (Figura 5 e 6).



Figura 5. Bebedouros tipo nipple



Figura 6. Bebedouros e comedouros pendulares

3.5. instrumentos e medições utilizados na caracterização dos ambientes

As variáveis ambientais temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (VV) e temperatura do globo negro (Tgn), foram coletadas das 08 às 18h, com intervalo de hora em hora, desde o 1º dia do experimento.

3.5.1. Temperatura ambiente, umidade relativa do ar e velocidade do vento

As TA, UR e VV foram coletadas instantaneamente, através de um termômetro digital (LM-8000 Lutron) realizadas em três pontos do aviário (início, meio e fim), sendo feita a média desses dados; no instante da leitura o sensor estava posicionado a 0,40 m no centro de massa das aves de cada galpão (Figura 7).



Figura 7. Termômetro digital (LM-8000 Lutron)

3.5.2 Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Determinaram-se as temperaturas de globo negro 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 três globos negros no início, meio e fim do galpão, presos ao telhado através de arame galvanizado, durante as seis semanas de experimento a uma altura de 0,40 m equivalente ao centro de massa das aves.

Utilizou-se a média dessas três medições para calcular a temperatura radiante média, a carga térmica de radiação e o índice de temperatura de globo negro e umidade (Figura 8).



Figura 8. Globo negro no centro de massa das aves

3.5.3. Índice de conforto térmico

Através dos dados coletados de temperatura do globo negro e velocidade do vento, determinaram-se 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.* (1981):

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

donde: ITGU é o índice de temperatura de globo negro e umidade em K; T_{gn} é a temperatura de globo negro, em K; T_d é a temperatura do ponto de orvalho, em K.

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

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

Eis que: a CTR é dada em $W.m^{-2}$; σ a constante de Stefan - Boltzmann ($5,67 \times 10^{-8} W.m^{-2}.K^{-4}$) e a TRM a temperatura radiante média (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 et al., 1961), expressa por:

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

Sendo: v a velocidade do vento, em ms^{-1} , T_{gn} é a temperatura de globo negro, em K e T_a é a Temperatura ambiente, em K.

3.6. Temperatura da água e da cama nos galpões

A leitura da temperatura da água foi efetuada em bebedouros localizados em diferentes posições nos dois galpões (GC e GA) durante todo o experimento, utilizando-se de um termômetro infravermelho marca Raytec. O mesmo equipamento foi utilizado para coletar a temperatura superficial da cama de frangos em ambos os galpões, a uma distância de 0,50 m, 1,0 m e 2,0 m, em diferentes posições, fazendo-se a média desses dados. As leituras da temperatura da água e da cama de frango foram realizadas a cada uma hora (Figura 9).



Figura 9. Termômetro infravermelho (Raytec)

3.7. Umidade da cama nos galpões

A umidade da cama foi coletada durante 6 semanas para cada setor dos dois galpões.

A amostragem foi realizada a partir da área ocupada pelos círculos de proteção, coletando-se transversalmente ao galpão todo o material de cama de frango existente na largura da espátula, procedendo-se à homogeneização manual e se procurando desfazer as “placas de cama” que se formam sob os bicos do bebedouro nipple e, deste montante, se extraiu uma amostra representativa do setor, a qual foi padronizada de modo a preencher um recipiente plástico que foi lacrado e transportado para o Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Departamento de Engenharia Agrícola /CTRN/UFCG. A umidade foi definida pelo Método de Determinação do Grau de Umidade, recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992).

3.8. Coleta dos níveis de concentração de gases

Para a avaliação da qualidade do ar ao longo do lote de produção, procedeu-se à mensuração da concentração dos gases O_2 (oxigênio), NH_3 (amônia), CH_4 (metano) e CO (monóxido de carbono) para o período de aquecimento (0 ao 14º dia de produção) e O_2 , NH_3 , CH_4 para o período da 15ª semana ao final; para tanto, se adquiriu um monitor de gases portátil digital (PHD5 Biosystems®), configurado para leitura contínua de até cinco gases no interior do galpão (O_2 , NH_3 , CH_4 , CO e H_2S (gás sulfídrico) ao decorrer do experimento (Figura 10).



Figura 10. Monitor de gases portátil digital (Biosystems®)

As mensurações dos gases foram realizadas às 8 h e 17 h, diariamente, sendo que o detector de gases estava posicionado primeiro a 1,0 m no nível da altura do tratador e o outro no centro de massa das aves, em uma altura de 0,40 m em diversos pontos de cada galpão, fazendo-se uma média dos valores coletados.

O equipamento utilizava sensores eletroquímicos que quantificavam a concentração de um gás específico no ar, de acordo com os níveis preestabelecidos de cada sensor, os quais são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados dos níveis preestabelecidos dos sensores de gás do PHD5 (Biosystems®)

Sensores	A1	A2	STEL	TWA
CH ₄	10 % LIE	----	----	----
O ₂	19,5 % em vol.	23,5 %em vol.	----	----
CO	35 ppm	----	100 ppm	35 ppm
H ₂ S	10 ppm	----	15 ppm	10 ppm
NH ₃	25 ppm	----	35 ppm	25 ppm

A1 e A2 correspondem aos alarmes instantâneos no momento em que a leitura realizada no galpão ultrapassa os níveis preestabelecidos pelo equipamento, o mesmo soava um alarme; o STEL (Tempo Médio Ponderado) corresponde ao nível médio de exposição ao gás tóxico em qualquer intervalo de 15 minutos durante um período de trabalho ou leitura; enquanto, os dados de TWA (Tempo Médio Ponderado) representam o nível médio de exposição a gases tóxicos equivalentes ao período de oito horas de trabalho ou leitura, o qual foi utilizado para o experimento.

3.9. Níveis de pressão sonora

Efetuuou-se a coleta dos níveis de pressão sonora durante todo o experimento, nos galpões (GC e GA) no início, meio e fim, cuja média desses dados foi realizada a uma altura de 0,40 m do piso através do equipamento de nível sonoro marca Lutron^o modelo SL 4001 Sound Level Meter.

As leituras eram realizadas de hora em hora e os níveis foram registrados utilizando-se a escala normal e a escala de pico de intensidade; a escala normal se refere aos

valores lidos pelo equipamento em dB(A) que ocorrem com maior frequência dentro do período de cada intervalo de tempo, enquanto a de pico de intensidade diz respeito ao maior valor detectado no mesmo período (Figura 11).



Figura 11. Decibelímetro digital modelo SL 4001

3.10. Índices zootécnicos

A avaliação do desempenho produtivo dos frangos de corte foi analisada pelos seguintes desempenhos zootécnicos:

- **Peso vivo (PV):** é a relação entre o peso total da parte ou da totalidade do lote e o número de frangos considerados.
- **Ganho de peso diário (GPD):** é a diferença entre o peso vivo final e o peso vivo inicial das aves, em determinado período.
- **Conversão alimentar (CA):** é a relação entre a quantidade de ração consumida e o ganho de peso correspondente; a relação inversa se chama eficiência alimentar.
- **Taxa de mortalidade (TM):** é o percentual de aves mortas, em um período.
- **Idade do abate (IdAb):** representa a idade que as aves tinham no final do período experimental.

3.11. Delineamento estatístico

O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso (DIC), no esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os sistemas de acondicionamento de ambiente (GC e GA), nas subparcelas os 10 tempos de observação (das 08 h às 17 h) com 6 repetições (números de semanas do experimento). Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio do programa ASSISTAT (2005), desenvolvido por Silva (2005).

Capítulo IV

Resultados e Discussão

4.1. Avaliação de conforto térmico ambiental

O resumo da análise de variância para os valores de temperatura ambiente (TA), umidade relativa do ar (UR), índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR) e velocidade do vento (VV), nos dois sistemas de condicionamento, horários de observação e a interação entre os sistemas e os horários estão apresentados na Tabela 3, na qual se nota que não houve efeito significativo entre os sistemas de condicionamento (S); quanto aos horários (H) a diferença foi significativa ($P < 0,01$) entre eles e, na interação dos sistemas com os horários (S x H) houve significância ($P < 0,05$) apenas na TA.

Tabela 3. Resumo das análises de variância referente aos efeitos dos sistemas de condicionamento ambiente (S) e de horas (H), com relação à média horária dos índices de TA, UR, ITGU, CTR, VV e interação (S x H)

F.V	G.L	QUADRADOS MÉDIOS				
		TA	UR	ITGU	CTR	VV
Sistemas (S)	1	0,00133 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,75 ^{ns}	429,10 ^{ns}	1,49 ^{ns}
Resíduo (a)	10	44,08	982,05	67,03	910,60	59,35
Horário (H)	9	19,21 ^{**}	476,91 ^{**}	34,69 ^{**}	2884,47 ^{**}	3,90 ^{**}
S x H	9	0,75 [*]	7,57 ^{ns}	1,33 ^{ns}	145,28 ^{ns}	0,61 ^{ns}
Resíduo (b)	90	0,33	8,03	0,67	191,94	1,23
C.V (%)		1,89	6,03	1,01	2,76	31,25

** = F significativo a nível de 1% de probabilidade; * = F significativo a nível de 5 % de probabilidade, ^{ns} = F não significativo

As médias dos valores TA, UR, ITGU, CTR e VV para os diferentes horários e sistemas de condicionamento, estão apresentadas na Tabela 4, na qual se constata que diferença estatística ($P < 0,05$) entre os diversos horários de observação, ao longo do dia.

Tabela 4. Valores médios dos parâmetros ambientais TA, UR, ITGU, CTR e VV, para os diferentes horários e sistemas de condicionamento do período experimental

Horas	TA (°C)		UR (%)		ITGU		CTR (W.m ⁻²)		VV(m.s ⁻¹)	
	GC	GA	GC	GA	GC	GA	GC	GA	GC	GA
8 h	28,1 e	28,1 d	59,6 a	58,2 a	78,5 d	78,8 ef	479,5 c	470,8 d	2,2b	2,7b
9 h	29,4cd	30,1cd	52,8 b	50,7 bc	79,7cd	80,6 d	492,5 bc	497,7 bc	3,3ab	3,0ab
10 h	30,4bc	30,4bc	47,4 c	47,3cde	81,2bc	81,1 cd	504,6abc	506,8 ab	3,7ab	4,3a
11 h	31,3ab	31,9 a	43,8cd	42,2 ef	82,2ab	82,9 ab	511,0 ab	508,6 ab	3,8ab	3,7ab
12 h	32,0a	31,9 a	41,3 d	41,0 f	83,5 a	83,2 a	524,8 a	515,4 ab	4,0a	3,4ab
13 h	31,9a	31,9 a	41,0 d	40,0 f	83,1 a	83,3 a	516,3 ab	524,3 a	3,5ab	4,2a
14 h	31,8a	31,6 a	41,1 d	41,1 f	82,9 a	82,3abc	516,0 ab	502,2 ab	3,5ab	3,4ab
15 h	31,4ab	30,9ab	42,2cd	44,2def	82,4ab	81,6bcd	508,0 ab	499,9abc	4,0a	4,4a
16 h	30,4bc	29,8cd	46,1cd	49,0 cd	81,1bc	80,2 de	498,2 bc	493,3bcd	3,7ab	4,2a
17 h	29,3d	28,8d	53,9 b	54,6 ab	79,4 d	78,5 f	481,0 c	475,2 cd	2,5b	3,0ab

As médias seguidas de pelo menos uma letra semelhante minúscula na coluna não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

4.1.1. Temperatura ambiente (TA)

Analisando-se os sistemas, GC e GA, observou-se a ocorrência de diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) nos valores médios da TA e nos diferentes horários, ao longo do dia (Tabela 4), com maiores valores nos horários das 11 às 15 h, tendo seu pico de valor máximo às 12 h e os menores às 8 e 17 h; tomando por base os valores citados por Silva (2001), em que a ZCT (zona de conforto térmico) para frangos deve estar situada entre 13 e 28 °C, nota-se ainda desconforto térmico para as aves em todos os horários analisados observando-se, ainda que nos horários das 12 às 15 h a TA esteve próxima da temperatura efetiva crítica superior citada por Baeta & Souza (1997), que é de 32,0 °C.

Esses elevados valores de temperatura no interior dos galpões foram semelhantes aos encontrados por Hardoin (1989) o qual verificou que a temperatura interna de aviários com e sem lanternins, ultrapassa o valor considerado confortável para as aves a partir das 9 h, ficando o ambiente desconfortável por um período diário superior a 6 h. Nääs et al. (2001) também encontraram, em aviários de frango de corte, no horário das 14:30 h, valores superiores a 28,0 °C.

Para a região Nordeste, Furtado et al. (2003), concluíram que na microrregião de Campina Grande, PB, como nas diversas mesorregiões do estado da Paraíba, para os períodos diurnos as aves, a partir da terceira semana, estavam em situação de desconforto térmico, havendo necessidade, para os meses mais quentes do ano, do emprego de mecanismos de condicionamento ambiental.

4.1.2. Umidade relativa do ar (UR)

Quanto à UR, houve diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) nos valores médios de UR nos diferentes horários de observação ao longo do dia, (Tabela 4), em que a maior UR ocorreu às 8 h (59,60 %), destacando-se estatisticamente dos demais horários; a partir das 10 h, a UR começou a sofrer um decréscimo e um acréscimo às 17 h; notou-se, também, que no horário das 8 e 17 h, os sistemas de condicionamento obtiveram valores de UR considerado ideais na ZCT que, segundo as recomendações de Baeta & Souza (1997), devem ficar na faixa de 50 a 70%; entretanto, em relação aos outros horários, ou seja, das 9 às 16 h, os valores encontrados no interior das instalações nos dois sistemas estavam fora da faixa da ZCT, proporcionando condições de

desconforto térmico às aves; portanto, a UR no interior dos galpões GC e GA apresentaram esses valores críticos ao longo do dia devido à falta de um sistema de nebulização no seu interior.

Furtado et al (2003 b), analisando o conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento encontraram valores de UR para o sistema denominado TASV (Telha de amianto sem ventilação artificial) nos horários das 12 e 14 h, de 53,6 e 52,1 %, respectivamente, valores esses maiores que os encontrados nesta pesquisa no sistema GA, que foram 41,0 e 41,1 %, respectivamente, porém ambas as pesquisas foram executadas no verão e na mesma microrregião.

Jácome (2007) 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 fibrocimento de 80,1% e para o sistema de telha de cerâmica de 80,8%, diferente dos valores encontrados nesta pesquisa, em que os valores médios da UR para GC foram de 46,9 % e para GA de 46,8 %, fato este explicado visto que a pesquisa de Jácome (2007) foi executada no começo da estação chuvosa e ainda havia arborização circundante enquanto nesta a análise das variáveis ocorreu no verão.

4.1.3. Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU)

Observa-se, através do teste de Tukey ($P < 0,05$) que, no decorrer do dia, houve diferença estatística nos valores médios de ITGU nos diferentes horários de observação (Tabela 4). O maior valor de ITGU ocorreu às 12 h (83,5), ressaltando-se estatisticamente dos demais horários; a ITGU, a partir das 9 h, começou a ter um acréscimo e um decréscimo às 17 h, apresentando valores críticos, que causaram desconforto às aves, ao longo do dia, no interior dos sistemas.

Teixeira (1983) trabalhando com frangos de corte em condições de verão, na cidade de Botucatu, SP, notou que os valores do ITGU na ordem de 78,5 a 81,6 se mostraram 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 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 variaram entre 65,0 e 77,0 da terceira à sexta semana de vida das aves; esses índices não afetaram a produção

dos frangos, compatíveis com a produção no período considerado; na sétima semana de vida das aves o ITGU variou 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.

Segundo Rosa (1984 a) isto é devido à elevação das temperaturas das vizinhanças do globo negro, principalmente da temperatura do solo aquecido e da superfície inferior da cobertura, que são mais elevadas durante o período mais quente do dia, quando a irradiância solar global também é elevada.

A representação gráfica para o ITGU em função das horas para os respectivos sistemas está representada na Figura 12, na qual se observa que valores de ITGU atingem o máximo entre as 12 e 13 h, e decrescem até o final da tarde.

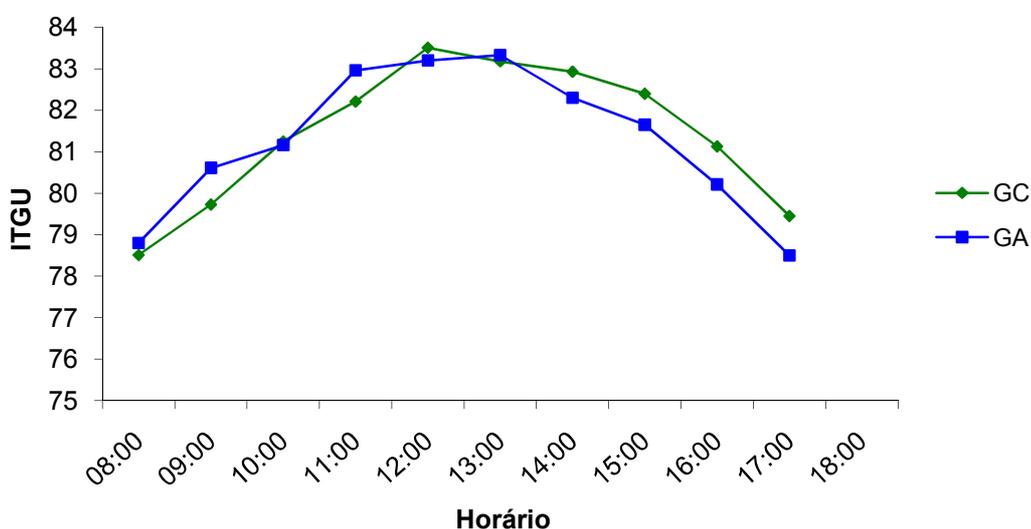


Figura 12. Valores dos índices de temperatura do globo negro e umidade (ITGU), em função das horas, para os diferentes sistemas de acondicionamento

Os valores médios de ITGU em GC (81,4) e GA (81,2) apresentam-se superiores aos 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 às aves acima de quinze dias de vida, sendo que a situação de estresse se agravou sempre que as aves se desenvolviam.

Altos valores de ITGU também foram verificados nos trabalhos realizados por Hardoin (1989), em aviários com e sem lanternis; em ambos os casos, o autor verificou que as aves estiveram expostas ao ambiente termicamente desconfortável a partir das 8 h, por um período superior a 7 h.

Lopes (1999) em pesquisa realizada com matrizes de frangos de corte na região do Triângulo Mineiro encontrou que, no período matinal, se obtiveram valores de ITGU oscilando em torno de 80. Nããs et al. (2001) em experimentos realizados com modelos em escala reduzida encontraram, no horário das 14 h, valores de ITGU também superiores aos recomendados; por outro lado, Furtado et al (2003 c), caracterizando as tipologias de construção das instalações avícolas na mesorregião do Agreste Paraibano, observou que nos horários mais quente, os valores médios da ITGU foram considerados acima do ideal para frangos de corte, semelhante aos valores encontrados nesta pesquisa.

4.1.4. Carga térmica de radiação (CTR)

Representa-se, na Tabela 4 os valores médios da CTR em função dos diferentes horários estudados nos sistemas, os quais apresentaram diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), obtendo maior valor às 12 h ($524,8 \text{ W.m}^{-2}$), no interior dos sistemas.

Na Figura 13 estão os valores médios da CTR, verificando-se seu acréscimo a partir das 10 h, com valor máximo às 12 e 13 h e decréscimo a partir das 14 h, nos sistemas GC e GA; esses altos valores ao longo do dia podem ser em decorrência da falta de área verde nas circunvizinhanças das instalações.

Em seu trabalho, Rosa (1984 b) obteve, às 14 h, em dia típico de céu descoberto com 12,3 h de insolação, em Viçosa, MG, valores de CTR de $498,3 \text{ W.m}^{-2}$ sob telhas de barro (francesa), $515,4 \text{ W.m}^{-2}$ sob telas de fibrocimento e $498,0 \text{ W.m}^{-2}$ sob telhas de alumínio, em que os dados encontrados nesta pesquisa mostram valores de $516,0 \text{ W.m}^{-2}$ para telha de barro e $502,2 \text{ W.m}^{-2}$ para telha de fibrocimento, fazendo-se valores superiores aos encontrados pela autora, uma vez que a máxima foi de $469,42 \text{ W.m}^{-2}$ no horário das 14 h.

Ferreira et al. (1997) concluíram, comparando índices de conforto térmico em galpões com telha de fibrocimento sem ventilação e com ventilação transversal, que o sistema de ventilação proporcionou menores valores da CTR divergindo, portanto, dos resultados encontrados neste trabalho, cujos GC e GA apresentam sistemas de ventilação artificial porém não foram suficientes para reduzir a CTR.

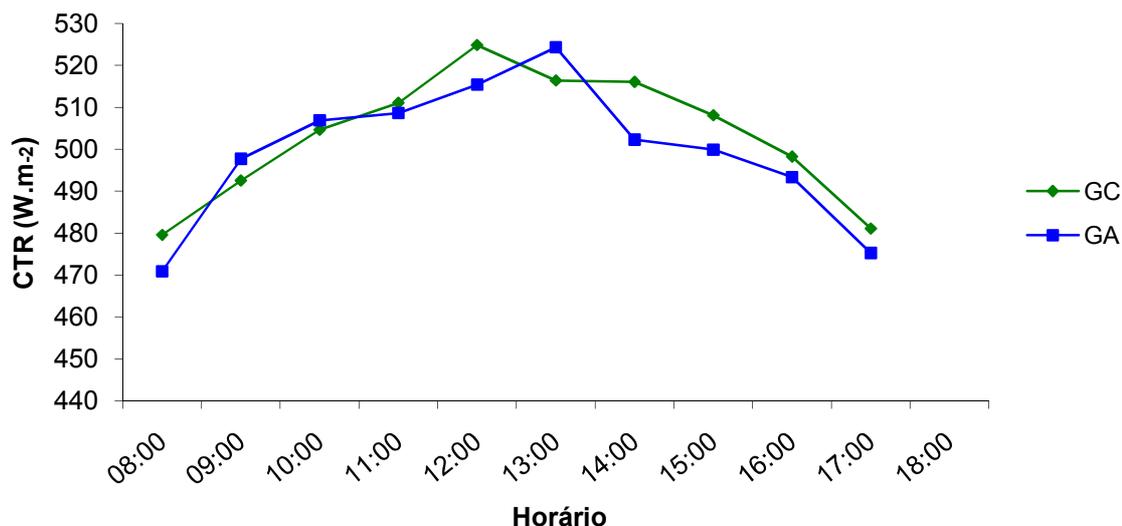


Figura 13. Valores da carga térmica de radiação (CTR), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Silva (1998) observou, estudando a influência da arborização no desempenho térmico em aviários dos índices de conforto térmico, que a CTR sofreu uma redução de $22,5 \text{ W.m}^{-2}$ para região arborizada em comparação com os aviários não arborizados.

Moraes et al. (1999) encontraram valores médios de CTR (08, 10, 12, 14 e 16 h) de $487,6 \text{ W.m}^{-2}$, para telhas de fibrocimento; esses dados divergem dos encontrados nesta pesquisa, quando se obteve média de CTR $494,0 \text{ W.m}^{-2}$ para o sistema GA.

De acordo com Matos (2001), os sistemas de ventilação, nebulização e aspersão, mantêm a CTR relativamente homogênea quando comparadas com as condições externas, principalmente nos dias mais quentes salientando, desta forma, a importância da utilização dos sistemas de arrefecimento.

Furtado et al (2003 d) analisando o conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de condicionamento, encontram valores de CTR para o sistema denominado TASV (Telha de amianto sem ventilação artificial) nos horários das 12 e 14h, de 509,46 e 505,31, respectivamente, valores semelhantes aos encontrados nesta pesquisa no sistema GA, que foram de 515,41 e 502,28 W.m^{-2} , respectivamente. Os valores desta pesquisa não se diferenciam dos de Furtado et al. porque ambas foram executadas no verão e na mesma mesorregião.

4.1.5. Velocidade do vento (VV)

A Tabela 4 apresenta os valores médios da VV, que tiveram diferença significativa, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$), nos diferentes horários de observação; já a Figura 14

ilustra os valores médios da VV dos GC e GA, apresentando valores variados na parte da manhã com sua maior velocidade às 10 h (3,7 e 4,3 m.s⁻¹, respectivamente), e na parte da tarde tendo seu valor máximo às 15 h (4,0 e 4,4 m.s⁻¹, respectivamente), ocorrendo um decréscimo a partir das 17 h, quando as cortinas dos galpões foram levantadas.

Segundo McDowell (1989) ventos com velocidades de 1,3 a 1,9 m.s⁻¹ são ideais para criação de animais domésticos, causando preocupação quando estes atingem 8,0 m.s⁻¹; no entanto, referente aos dados encontrados por esta pesquisa os valores da velocidade do vento, seja no período da manhã ou da tarde, se mantinham favoráveis ao acondicionamentos das aves.

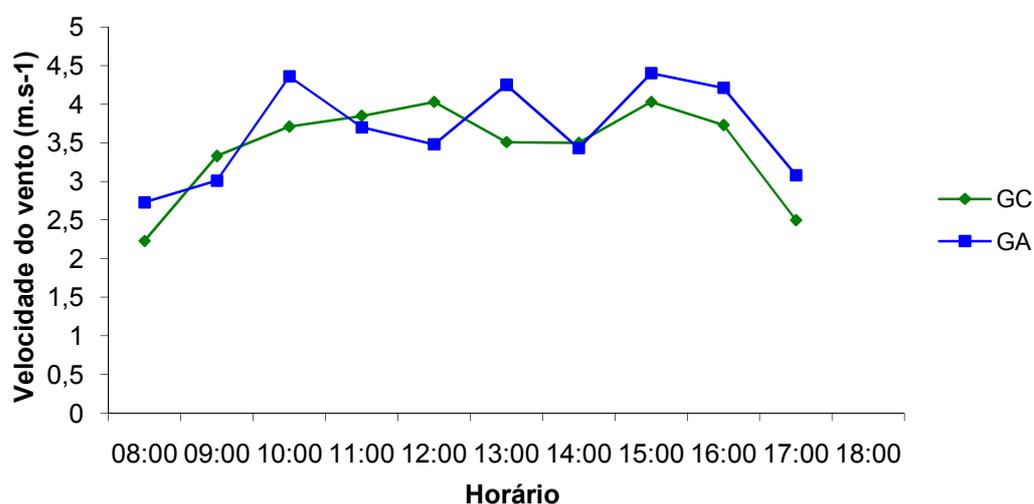


Figura 14. Estimativas da velocidade do vento (VV) m.s⁻¹, em função das horas para os diferentes sistemas de acondicionamento

Os valores encontrados da VV foram bastante elevados, quando comparados com outras literaturas, devido à utilização da ventilação mecânica, a qual era usada durante todo o dia do experimento no interior dos galpões, juntamente com a ventilação natural da região.

Tinôco (1998) comenta que a velocidade do ar pode chegar a 2,0 a 2,5 m.s⁻¹ na fase adulta e em condições de calor, valores esses ainda passíveis de discussão e comprovação; portanto, pode-se analisar que os valores obtidos nesta pesquisa nos sistemas são maiores que os recomendados, segundo o autor citado.

Os sistemas GC e GA apresentaram boas médias de ventilação, o que facilita a entrada e a renovação do ar no interior dos galpões promovendo, portanto, a eliminação

de gases e poeira os quais poderão afetar no desempenho das aves, através de doenças respiratórias e oculares.

4.2. Temperatura da água

Para os valores médios da temperatura da água pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), não houve diferença estatística entre os sistemas GC e GA, em que a temperatura máxima na parte da manhã foi de 30 °C às 11 h e na parte da tarde, de 31,0 °C às 12 h, ocorrendo um decréscimo na temperatura, às 17 h (Figura 15).

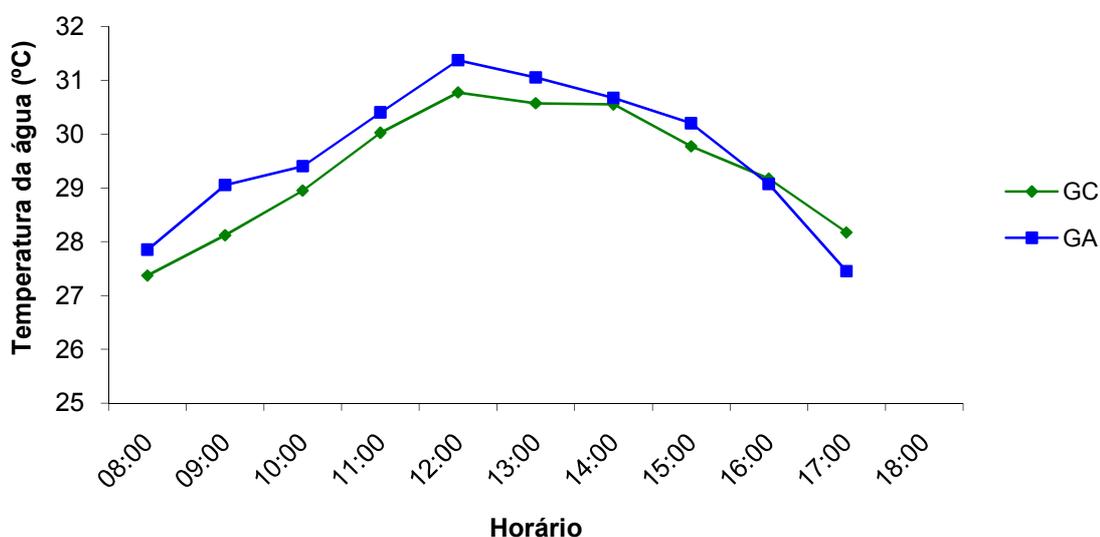


Figura 15. Valores da temperatura da água (°C) em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Teeter (1990) mostrou que frangos de corte, sob estresse calórico, em água administrada (30 ml/kg de peso vivo) aquecida até a temperatura corporal, não apresentaram impacto algum em relação à temperatura corporal, ao passo que se obteve uma diminuição de 1 °C na temperatura corporal quando a temperatura da água administrada era de 12,7 °C. De acordo com Macari et al.(1994), quando em situações de estresse a temperatura da água deve estar ao redor de 20 °C para auxiliar na redução da temperatura corporal. Os valores médios da temperatura da água desta pesquisa nos sistemas estavam acima da temperatura sugerida por outros autores, ao recomendarem que a temperatura não deve ser superior a 24,0 °C, mas, sim, inferior à temperatura corporal da ave, 38 – 40 °C (Abreu & Abreu, 2000), porém, mesmo apresentando esses valores as aves conseguiram manter o desempenho produtivo.

Esta variação da temperatura da água em seu comportamento diário, foi semelhante aos valores médios da temperatura da água, também verificados por Klosowski et al (2004), observados as maiores diferenças nos valores da temperatura da água a partir das 14h prologando-se até as 18 h.

Observa-se, na Figura 16, a relação entre a TA e a temperatura da água no interior dos sistemas, e que a medida em que a TA aumentava a temperatura da água sofria o mesmo processo, o que poderia ser influenciado pela temperatura corporal das aves no interior dos galpões (Silva & Sevegnani, 2001).

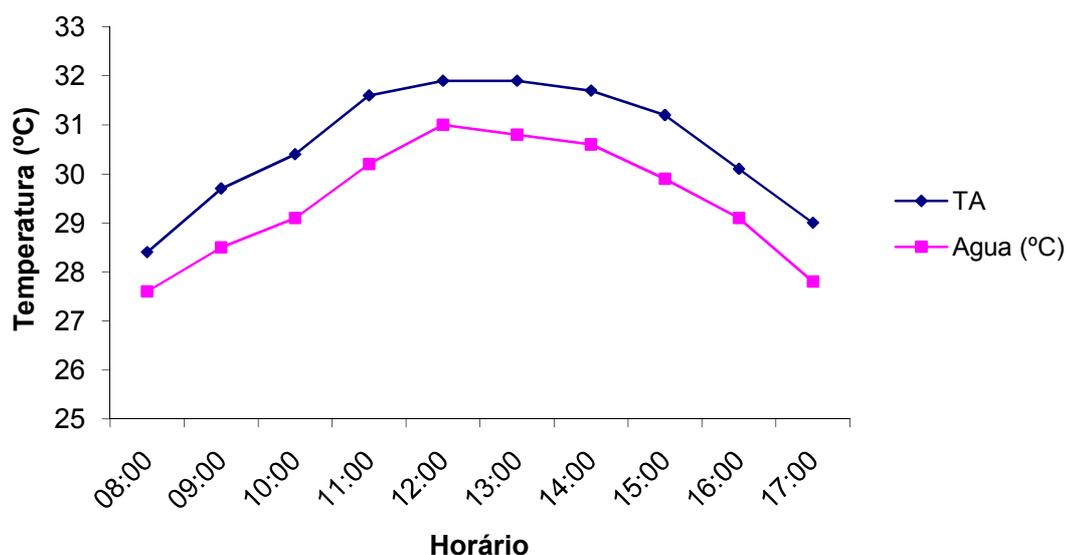


Figura 16. Relação entre a temperatura ambiente (TA) e a temperatura da água nos dois sistemas de condicionamento

4.3. Temperatura da cama

Os valores da temperatura da cama analisados pelo teste de Tukey ($P > 0,05$), não apresentaram diferença significativa entre os diferentes sistemas GC e GA, ao longo do dia tendo, em sua temperatura máxima na parte da manhã, 31 °C às 11h e na parte da tarde, 33,0 °C às 12 h, constatando-se um decréscimo na temperatura às 17 h, conforme a figura 17.

Boshouwersm (1996) observou que a temperatura da cama de uma criação de frangos de corte a partir do 19º dia de idade, foi 7° C superior à temperatura ambiente; segundo este autor, tal aumento na temperatura da cama pode contribuir, juntamente com o calor gerado pelas aves e aquecedores, e pelo fluxo de calor entre a instalação e o

ambiente externo, para um aumento na temperatura interna dos galpões e como carga adicional de calor para as aves.

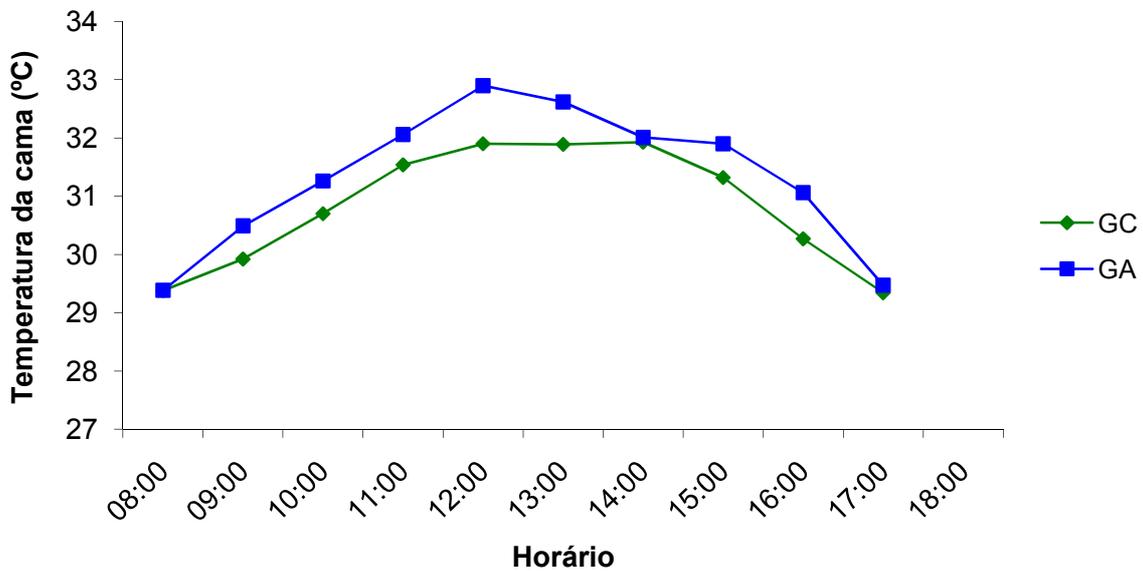


Figura 17. Valores da temperatura da cama (°C), em função das horas para os diferentes sistemas de condicionamento

Observa-se, na Figura 18, a relação entre os valores médios da temperatura ambiente e da temperatura da cama que, a medida em que aumentava a temperatura ambiente no interior dos galpões, aumentava também a temperatura da cama, ante este fato se ressalta que a temperatura da cama também poderia ter sido influenciada pela temperatura corporal das aves nos galpões.

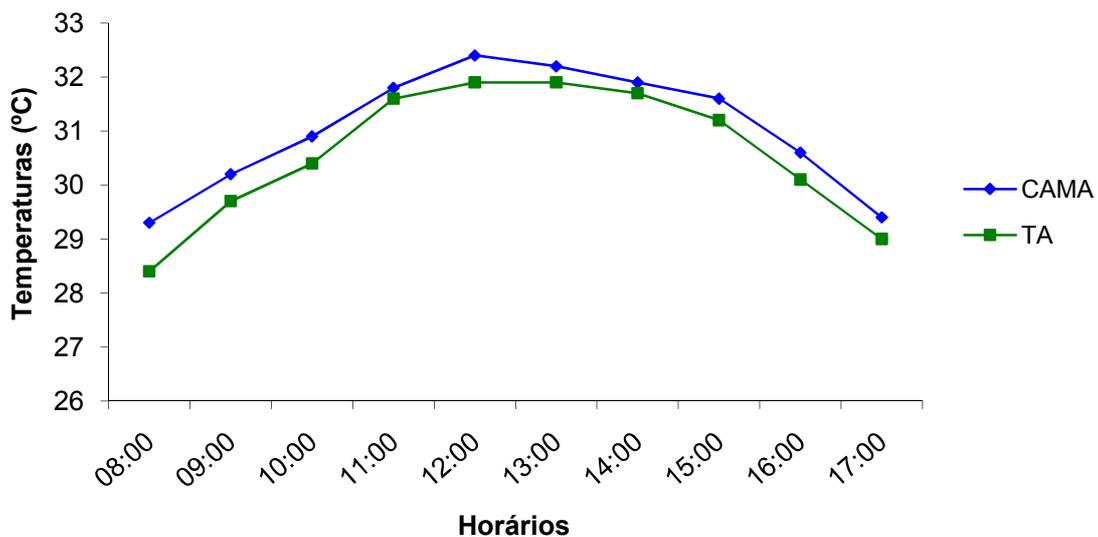


Figura 18. Relação entre a temperatura ambiente e a temperatura da cama dos sistemas

4.4. Umidade da cama

Não se encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores médios da umidade da cama dos sistemas GC e GA, durante o experimento.

A representação da Figura 19 mostra uma variabilidade nos valores, ao longo do período experimental, cuja umidade da cama teve um aumento nos valores, no 21º dia, de 34,9 e 38,2 %, nos sistemas GC e GA, respectivamente, com decréscimo nos valores após o 28º dia.

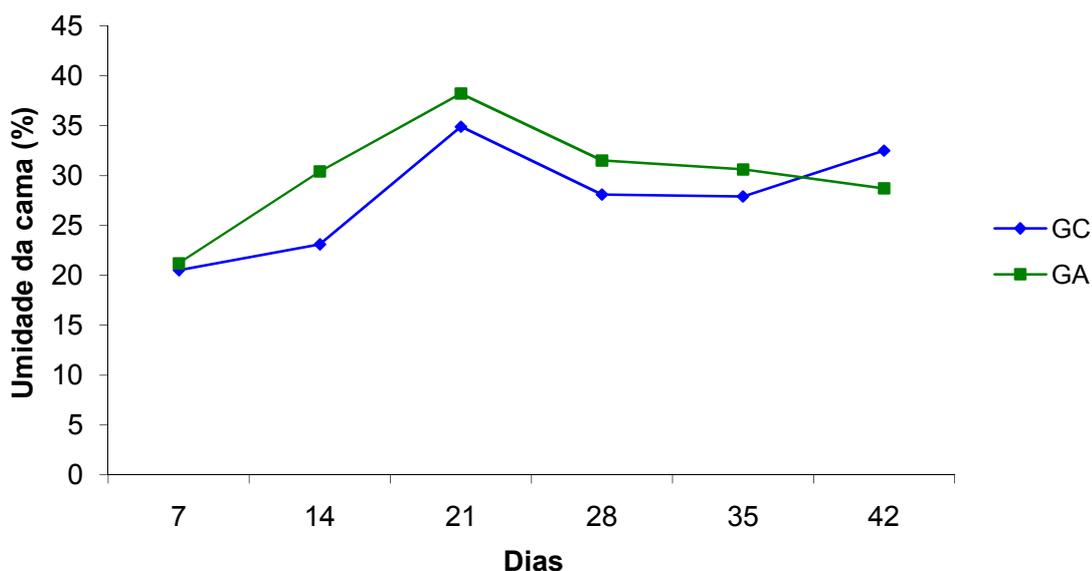


Figura 19. Valores da umidade da cama (%), em função das semanas para os diferentes sistemas de acondicionamento

Este aumento repentino nos valores da umidade no 21º dia, foi decorrente de uma enfermidade acometidas pelas aves, apresentando estado de diarreia crônica alterando, assim, a composição da cama; esses resultados, por sua vez, também podem ter sido influenciados pela temperatura ambiente interna, pelos bebedouros nipples e pendulares e pelo estado da cama.

Quanto ao decréscimo a partir do 28º dia da umidade na cama, este fato foi devido ao controle da enfermidade e ao manejo utilizado dentro dos galpões GA e GC pelos trabalhadores; onde a cama era revolvida para evitar emplastamento, além da presença de ventos quentes no interior dos galpões, já que o experimento foi realizado no verão.

4.5. Concentração de gases

As concentrações médias de gases de O₂ (oxigênio), CH₄ (metano), CO (monóxido de carbono), NH₃ (amônia) e H₂S (gás sulfídrico), dos sistemas GC e GA, estão apresentadas na Tabela 5.

Tabela 5. Concentração média dos dois sistemas de O₂, NH₃, CO, CH₄ e H₂S

Gases	Horários / Concentração				
	8 - 9 h	10 - 11h	12 - 13 h	14 - 15 h	16 - 17 h
O ₂ - 0,40 m (%)	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
NH ₃ - 0,40 m (ppm)	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
CO - 1,0 m (ppm)	17,5	17,5	0,0	0,0	0,0
CO - 0,40 (ppm)	12,2	12,2	0,0	0,0	0,0
CH ₄ - 0,40m (ppm)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1
H ₂ S - 0,40 m (ppm)	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

As concentrações médias de H₂S e CH₄ foram inferiores aos limites sugeridos pela (CIGR, 1994) para aves e aos limites indicados pela (ACGIH, 2001) para o trabalhador; as concentrações de O₂ observadas foram de 20,9 % situando-se, portanto, dentro de situações de salubridade, não oferecendo situação de risco nos galpões quanto à presença do gás metano (NR-15).

As médias de NH₃ foram crescentes ao longo do período estudado a partir do 21 ° dia de produção nos sistemas com valores médios de 4,5 ppm, a 0,40 m do piso da cama (centro de massa das aves) e não apresentaram diferenças significativas a nível de 5 % de probabilidade ($P > 0,05$).

Em relação à leitura de concentração de NH₃ a 1,0 m do piso da cama (a nível do trabalhador), não se notou detecção da mesma nesta altura; portanto não houve valores representativos, em virtude, provavelmente, de, ventilação (mecânica e natural) no interior dos galpões, que auxiliou na renovação do ar.

Os valores máximos médios de NH₃ encontrados nos sistemas GC e GA se apresentaram dentro dos limites aceitáveis para instalações avícolas e para os trabalhadores que, segundo Wathes (1998) deve ter um nível máximo de NH₃ de 20 ppm nas instalações.

Com relação à tolerância humana e conforme Niosh (2003), deve-se levar em consideração o tempo de exposição em que os limites seriam de 25 ppm, 35 ppm e 50 ppm, para os tempos de 15 h, 8 h e 5 min, respectivamente, porém as médias de concentração encontradas entre os sistemas foram valores inferiores aos recomendados por Wathes (1998) e Niosh (2003), devido ao tipo e manejo da cama em virtude da mesma ser revolvida durante a noite diminuindo o seu emplastamento, e das condições

das variáveis ambientais encontradas no interior dos galpões, concordando, no entanto, com Kristensen & Wathes (2000) que colocam, além da temperatura, pH e umidade da cama, o tipo de material e seu manejo, que afetam na emissão de amônia e sua concentração no ar.

Miragliotta (2000) pesquisando os níveis de NH_3 em dois sistemas de produção de frangos de corte verificou que a umidade da cama entre as médias de tratamento, setores e na interação tratamento x setor das coletas dos 14º e 39º dias, pode ter sido influenciada pelos locais de coleta com cama excessiva úmida decorrente de vazamento de bebedouros e do emplastamento da cama, verificado mais no 39º dia de produção, para os dois tratamentos.

Em pesquisa realizada por Miragliotta (2005) avaliando os níveis de NH_3 em dois sistemas de produção de frangos de corte, conclui-se que o sistema de ventilação tipo túnel, adotado no tratamento B, removeu com eficiência os gases gerados dentro das instalações, garantindo qualidade de ar adequada às aves.

A concentração média de CO a 1,0 m foi maior em relação a 0,40 m, em razão do manejo das cortinas que era realizado no sentido de baixo para cima, auxiliando na renovação do ar no interior dos galpões.

Segundo Jaenisch (2006) os limites ideais dos níveis de CO no interior das instalações avícolas devem ser abaixo de 70 ppm; portanto, os níveis de CO encontrados nesta pesquisa a 1,0 e 0,40 m do piso, são aceitáveis para a salubridade do trabalhador e das aves.

Cordeiro et al. (2006) estudando a influência da ventilação mínima no conforto térmico, clima da região, qualidade do ar e desempenho zootécnico em galpões avícolas no período de inverno, observaram que os tratamentos com ventilação mínima resultam em menores valores de concentração de gases; conclui-se, então, que nenhum dos tratamentos desta pesquisa mostrou concentração média de gases que oferecesse perigo às aves e aos trabalhadores, o que garante ressaltar a importância da ventilação e do manejo no interior dos galpões.

4.6. Níveis de pressão sonora

Para os níveis de pressão sonora (ruídos), no que se refere aos sistemas GC e GA, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre seus valores médios, obtendo-se o maior valor médio de 64,7 dB (A) às 15 h e o menor valor médio, de 58,0 dB (A), às 08 h; esses níveis de pressão sonora estão ilustrados na Figura 20.

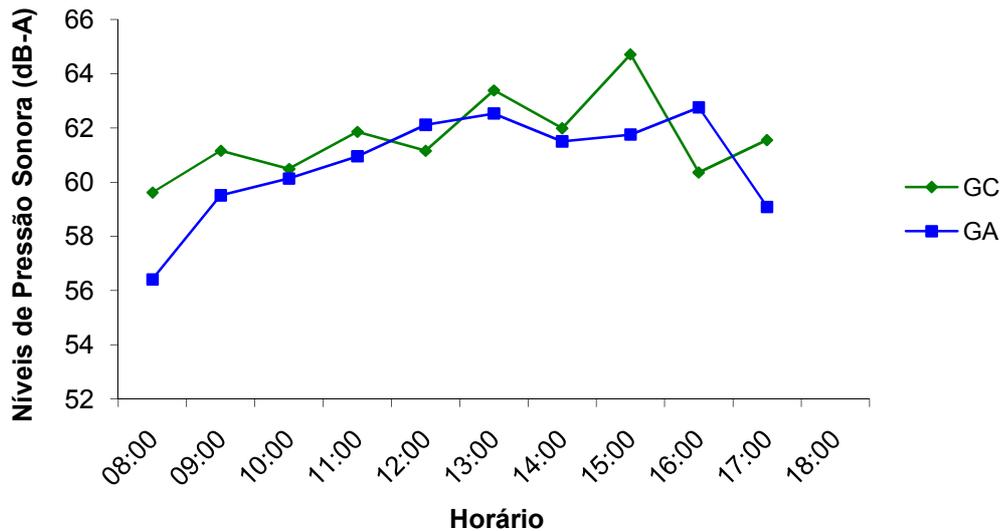


Figura 20. Valores dos níveis de pressão sonora (Ruídos) em dB (A), em função das horas, para os diferentes sistemas de acondicionamento

Observa-se aumento dos níveis a partir das 9 h, fato este que pode ser explicado devido ao manejo de homogeneização da ração nos comedouros e pela movimentação dos trabalhadores, além dos ventiladores permanecerem ligados a partir deste horário, ao longo do dia; nota-se, no final da tarde, 17 h, que o nível de pressão sonora diminuiu em virtude da ausência de trabalhadores neste horário.

A representação gráfica dos valores médios encontrados para os níveis de pressão sonora em valores extremos (picos) no decorrer do dia nos sistemas, está apresentada na Figura 21.

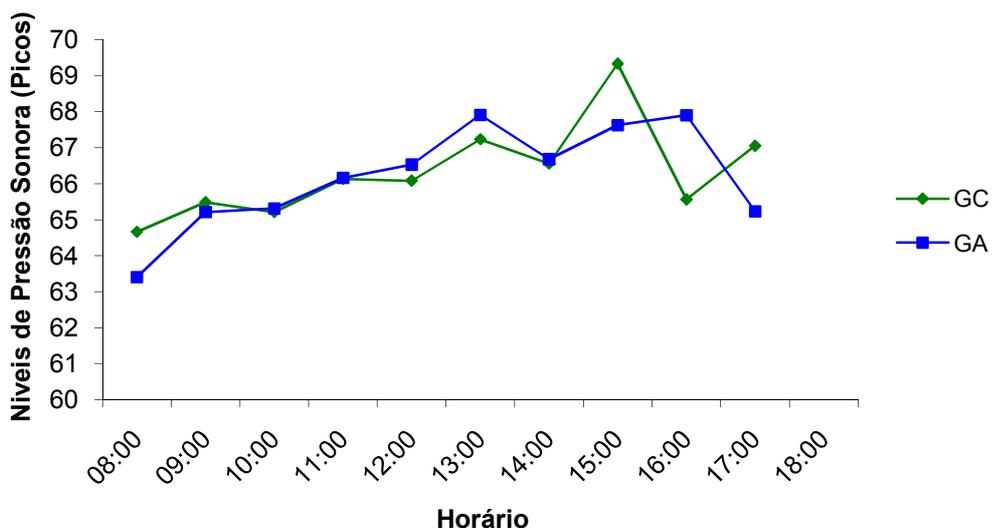


Figura 21. Valores dos níveis de pressão sonora (Picos) em dB(A), em função das horas, para os diferentes sistemas de acondicionamento

Para os níveis de pressão sonora (picos), não houve diferença estatística ($P > 0,05$) nos sistemas GC e GA entre seus valores médios. O maior valor médio de pico foi 69,33 dB (A) encontrado no CG, às 15 h. Mesmo apresentando este valor máximo ao longo do experimento, o mesmo está abaixo dos limites de tolerância relacionados à exposição dos trabalhadores a picos de ruídos de impactos e intensidade que, segundo a Norma Reguladora 15, é de 85 dB (A) trabalhando 8 horas semanais (Manual de Legislação de Segurança e Medicina de Trabalho, 2004), não sendo, portanto, necessário o uso de protetores auriculares.

Nããs (2001) pesquisando níveis de ruído na produção de matrizes pesadas em galpões de recria do tipo Dark House nos horários das 8 às 17 h, encontrou valores de picos de níveis de pressão sonora variando de 87,6 a 95,1 dB (A).

Miragliotta (2005) pesquisando níveis de ruído na produção de frangos de cortes em galpões comerciais, concluiu que as regiões centrais do galpão com sistema de ventilação tipo túnel oferecem melhores condições aos trabalhadores e em nenhum ponto os níveis de pressão sonora estiveram acima de 80 dB(A) máximos recomendados pela legislação brasileira para segurança do trabalhador.

Os valores encontrados de níveis de pressão sonora de picos e ruídos em pesquisas realizadas por Nããs (2001) e Miragliotta (2005), apresentaram valores superiores aos desta pesquisa porém ambas não ultrapassaram o limite recomendado pela Norma Reguladora 15.

4.7 Variáveis produtivas

Observam-se na Tabela 6, os valores médios das variáveis produtivas, peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), taxa de mortalidade (TM) e idade média de abate (IdAb), dos dois sistemas analisados.

Tabela 6. Valores médios das variáveis produtivas peso vivo (PV), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), taxa de mortalidade (TM) e idade média de abate (IdAb), dos dois sistemas de produção avaliados

Sistemas	PV (Kg)	GPD (g)	CA	TM (%)	IdAb (dias)
GC	2,39 a	56,91 a	1,92 a	4,1 a	42 a
GA	2,32 a	55,42 a	1,91 a	4,0 a	42 a

As médias seguidas de pelo menos uma letra semelhante minúscula na coluna não diferem entre si, a nível de 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey

Conclui-se, através da Tabela 6, que o sistema GC apresenta valores médios produtivos maiores que o CA devido à alta densidade populacional das aves presente no GC.

Com relação ao PV, o maior valor ocorreu no sistema GC (2,39 kg), porém não se deu diferença significativa através do teste de Tukey ($P > 0,05$), comparado ao galpão GA; esses valores estão de acordo com Butolo (2002) que, aos 42 dias encontrou um peso vivo de 2,42 e 2,35 kg, respectivamente, valores esses semelhantes aos encontrados nesta pesquisa.

Valores encontrados de PV por Vieira et al (2001a) trabalhando com frangos de corte no estado do Maranhão, aos 49 dias, para galpões tradicionais, foi de 2,28 kg e, para galpões semi-climatizados, os valores médios foram 2,58 kg de peso vivo.

Furtado et al (2003 e) encontraram, em sua pesquisa, valores maiores e menores do PV nas variações nos sistemas com telha de amianto com ventilação e telha de amianto com ventilação natural, de 2,67 e 2,49 kg e nos sistemas com telha de amianto com ventilação artificial e telha de amianto com ventilação, de 2,67 kg, respectivamente, valores esses superiores aos encontrados nos sistemas nesta pesquisa.

Obtiveram-se quanto aos valores de GPD, o maior valor (56,9 g) para o sistema GC e o menor (55,4 g) para o sistema GA em que, estatisticamente não houve diferença significativa ($P > 0,05$). Esses dados estão de conformidade com Abreu et al. (1998), Conte et al. (1998) e Butolo (2002), que realizaram pesquisas com frangos de corte e encontraram, aos 42 dias, um GPD de 56,5, 50,28 e 50,10 g, respectivamente.

Furtado et al (2003 f) trabalhando com frangos de corte no estado da Paraíba encontraram um GPD com maiores variações nos galpões com telha de barro com ventilação de 51,92 g e telha de barro com ventilação natural de 54,16 g e as menores variações nos galpões com telha de amianto com ventilação natural de 53,77 g e telha de amianto com ventilação de 54,31 g, respectivamente; valores esses menores que os encontrados nesta pesquisa.

A CA teve o menor valor no sistema GA porém não ocorreu diferença significativa da mesma pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Vieira et al (2001 b) encontraram, em galpões tradicionais, conversão alimentar de 1,97 e 2,07 nos galpões climatizados; tais valores são equivalentes aos encontrados no presente trabalho. Furtado et al (2003 g), porém, obtiveram menores variações da CA no sistema com telha de amianto com ventilação artificial, de 1,93 e 1,99 no sistema de telha de barro sem sistema de ventilação artificial e as maiores variações ocorreram nos sistemas de telha de amianto sem sistema

ventilação artificial, com conversão alimentar de 1,93; referidos valores são semelhantes aos obtidos nesta pesquisa.

Os valores médios da TM encontrados aqui foram de 4,1% para o sistema GC e 4,0% para o sistema GA, portanto, superiores, aos encontrados por Vieira et al. (2001 c) que apresentaram uma TM de 2,45% em galpões tradicionais e 1,35% nos galpões semi-climatizados. Butolo (2002) obteve, aos 42 dias, mortalidade de 4,57% e Fabrício (1994) encontrou uma TM de 5,82 e 7,82% para galpões com e sem nebulizadores, valores superiores aos apresentados nesta pesquisa.

Quanto à idade do abate, não se observou diferença significativa ($P > 0,05$) entre os galpões, evidenciando que as aves foram abatidas aos 42 dias, devendo-se ressaltar que a idade média de abate é muito variável, como pode ser observado nos valores encontrados por Abreu et al. (1998), Conte et al. (1998) e Butolo (2002), em cujos experimentos as aves foram abatidas com 42 dias de idade, e por Vieira et al (2001) em que as aves foram abatidas aos 49 dias de idade.

Capítulo V

Conclusões

Nas condições de realização desta pesquisa e pelos resultados obtidos, concluiu-ser que:

1. No interior dos sistemas de galpões de telha de cerâmica e telha de fibrocimento, os parâmetros ambientais ficaram elevados em todo o período do dia, causando situação de desconforto, porém esses parâmetros não influenciaram no desempenho produtivo das aves.

2. Os valores dos índices produtivos nos sistemas analisados apresentaram resultados satisfatórios para a indústria de frangos de corte da região do semi-árido paraibano.

3. Nenhum dos sistemas apresentou concentração de gases que oferecesse insalubridade às aves e aos trabalhadores.

Capítulo VI

Referências Bibliográficas

- Abreu, P.G.; Abreu, V.M.N.; Perdomo, C.; Baeta, F.C.; Moraes, S.M.R.; Silva, M.A. Desempenho produtivo de frangos de corte criados em diferentes sistemas de aquecimento. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998, Campinas. Resumos... Campinas: FACTA, 1998. p. 69.
- 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 (Siascal), no verão. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.30, n.6, p. 1728-1734, 2001.
- Abreu, V.M.N.; Abreu, P.G. Temperatura da água em bebedouros tipo calha. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, (Comunicado Técnico, 265). 2000. p.3.
- American Conference Government Industrial Hygienists – ACGIH, Cincinnati. Threshold Limit Values for Chemical substances and Biological Exposure Indices. Cincinnati, 2001. 185p.
- Anualpec. Anuário brasileiro de aves e suínos 2005/ Erna Regina Reetz et al. Santa Cruz do Sul: Editora gazeta Cruz, 136p. 2005.
- Anualpec. Anuário brasileiro de aves e suínos 2005/ Erna Regina Reetz et al. Santa Cruz do Sul: Editora gazeta Cruz, 136p. 2006.
- Assistat (2005). Programa de análise estatísticas Versão Beta 7.2, Departamento de Engenharia Agrícola – CTRN – UFCG, Campina Grande, PB. 2005.
- Astete M.G.W.; Kitamura S. Efeitos da exposição profissional ao barulho. In: Mends, R. medicina do Trabalho: Doenças Ocupacionais; São Paulo, p. 416-435, 1980.
- Avisite. Produção de carne de frango. Avisite. <http://www.avisite.com.br/economia/estatistica.asp?acao=carnedefrango> 23 de Abr. 2007.
- Baeta, F.C.; Souza, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto térmico animal. Viçosa: UFV, 1997. 246 p.
- Baião, N.C. Sistemas de produção e seus efeitos sobre o desempenho das aves. In: Simpósio Internacional sobre ambiência e Instalação na Avicultura Industrial, 1995, Campinas. Livros de textos. Campinas: FACTA, 1995, p. 67-75.
- Belyavin, C. Complete climate control. What are the associate problems. World Poultry, v.9, p. 32-33, 1993.
- Bianca, E. The iminence of the environment on animal production and health under housing conditions. In: International Tierzucht Congress in Hamburg, 7, 1976. Anais...Hamburgo, 1976. p. 67-75.
- Bond, T.E; Kelly, C.F.; Inter, N.R. Radiation studies of painted shade materials. Transactions of the ASAE, St. Joseph, Michigan, v.35, n.6, p. 389-392, 1954.

- Bond, T.E.; Kelly, C.F.; Garret, W.N.; Hahn, L. Evaluation of materials for livestock shades. *California agriculture*, Berkeley, v.15, n.1, p. 7-8, 1961.
- Boshouwers, F.M.G.; Davelaar, F.G.; Landman, W.J.M.; Nicaise, E.; Van De Bos, J.; Vertical temperature profiles at bird level in broiler houses. *British Poultry Science*, England, v. 37, 1996. p.55-62.
- Brasil. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para análise de qualidade e produtividade. Brasília, 1992.
- Buffington, D.E.; Collasso-Arocho, A.; Canton, G.H.; Pit, D. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.24, n.3, p. 711-714, July/Aug. 1981.
- Butolo, J.E. Novos padrões de produção avícola. In: III Simpósio Brasil Sul de Avicultura, 2002, Chapecó. Anais... Campinas, 2002. p. 48-54.
- Commission Internationale du Génie Rural – CIGR. Aerial Environment in Animal housing: concentrations in and emissions from farm buildings. Dublin, 1994. 116p.
- Conceição, M.A.P.; Hazel, E.J.; Wathes, C.M. Air hygiene in a pullet house: spatial homogeneity of aerial pollutants. *British Poultry Science*, England, v.30, n.4, p.765-776, 1989.
- Conte, A.J.; Cotta, J.T.B.; Teixeira, A.S.; Muniz, J.A. Efeitos de dois sistemas de criação e de dois tipos de cama no desempenho de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1998, Campinas. Resumos... Campinas: FACTA, 1998. p. 76.
- Cooper, M.A.; Washburn, K.W. The relationships of body temperature to weight gain, feed consumption, and feed utilization in broilers under heat stress. *Poultry Science*, England, v. 77, p. 237-242, 1998.
- Cordeiro, M.B.; Menegali, I.; Tinoco, I.F.F.; Baêta, F.C.; Vigoderis, R.B.; Guimarães, M.C. de C.; Santos, J.H.T.; Magalhães, M. da S. Influência da ventilação mínima no conforto térmico na qualidade do ar e desempenho animal em galpões avícolas no sul do Brasil, no período de inverno. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 35, 2006, João Pessoa. Resumos... João Pessoa: SBEA, 2006. CD Rom.
- Curtis, S.E. Environmental management in animal agriculture. The Iowa State Univ.: Ames, 1983. 410 p.
- Elliot, H.A.; Collins, N.E. Factors affecting ammonia release in broiler houses. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, Michigan, v.25, p. 413-424, 1982.
- Esmay, M.L. Principles of animal environment. 2. ed. West port: AVI, 1969. 325 p.

- Fabrcio, J.R. Influência do estresse calórico no rendimento da criação de frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1994, São Paulo. Anais... São Paulo: FACTA, 1994. p.111 – 118.
- Fawc. FAWC updates the fiver freedoms. Veterinary Record, v. 131, p. 357, 1992.
- Ferreira, J.H.; Baeta, F.C.; Baião, N.C.; Soares, P.C.; Cecon, P.C. Posicionamento de ventiladores em galpões para frangos de corte. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.5, p.43-62, 1997.
- Furtado, D.A.; Azevedo, P.V.; Santos Júnior, R.L.; Assis, P.C.O. Parâmetros de conforto térmico para produção animal nas mesorregiões do Estado da Paraíba. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 13, foz de Iguaçu. Anais... foz de Iguaçu: SBMET, 2003. CD-Rom.
- Groot Koerkamp, P.W. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design, and manurehandling. Journal of Agricultural Engineering Research, U.K., v.59, p.73-87, 1994.
- Groot Koerkamp, P.W.G.; Metz, J.H.M.; Uenk, G.H.; Phillips, V.R.; Holden, M.R.; Sneath, R.W.; Short, J.L.; White, R.P.; Hartung, J.; Seedorf, M.; Schröder, M.; Linkert, K.H.; Pedersen, S.; Takai, H.; Johnsen, J.O.; Wathes, C.M. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. Journal of Agricultural Engineering Research, U.K., v.70, n.1, p.79-95, 1998.
- Hardoin, P.C. estudo do laternim em instalações avícolas. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1989. 69p. Dissertação de Mestrado.
- Hellickson, M.A.; Walker, J.N. Ventilation of Agricultural Structures. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, Michigan. 371 p. 1983.
- Hernandez, R.; Gazetta, J.O.; Moraes, V.M.B. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.30, n.3, p.824-829, 2001.
- Hinz, T.; Linke, S. A comprehensive experimental study of aerial pollutants in and emissions from livestock buildings. Part 1: Methods. Journal of Agricultural Engineering Research, v.70, n.1, p.111-118, 1998.
- Jácome, I.M.T.D.; Furtado, D.A.; Leal, A. F.; Silva, J.V.H.; Moura, J.F.P. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.5, p. 527–531, 2007.
- Jaenisch, F.R.F. Biossegurança e cuidados sanitários para frangos. SNA. <http://www.sna.agr.br> 15 Jul 2006.

- Klosowski, E.S.; Campos, A.T.; Gasparino, E.; Campos, A.T. de; Amaral, D.F. Temperatura da água em bebedouros utilizados em instalações para aves de postura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal; v.24, n.3, p. 493-500, 2004.
- Kristensen, H.H.; Wathes, C.M. Ammonia and poultry welfare: a review. *World's Poultry science Journal*, Beekbergen, v.56, n.3, p. 235-245, 2000.
- Lopes, S.P. Efeitos de densidade, programas e fontes de luz, durante a fase de recria, sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. 75p. Tese de Doutorado.
- Lott, B.D.; Wideman, R.F.; May, J.D. The effect of sodium loading on male broilers. *Poultry Science*, England, v. 71, p. 121, 1992.
- Macari, M.; Furlan, R.L. Ambiência na produção de aves em clima tropical, Piracicaba, p.31-87. 2001.
- Macari, M.; Furlan, R.L.; Gonzales, E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. Jaboticabal: UNESP, 1994. 246p.
- Manual de legislação de segurança e medicina do trabalho. 13ª Edição, 2004. 223p.
- 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, 2001. 89p. Dissertação de Mestrado.
- Miragliotta, M.Y. Avaliação das condições do ambiente interno em dois galpões de produção comercial de frangos de corte, com ventilação e densidade populacional diferenciados. Campinas: UNICAMP, 2005. 244p. Tese de Doutorado.
- Miragliotta, M.Y. Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados. Campinas: Faculdade de Engenharia Agrícola, 2000. 122 p. Dissertação de Mestrado.
- Miranda, C.R. Introdução à saúde no trabalho. São Paulo: Atheneu, 1999.
- Molina, J. Manejando reproductoras en climas tropicales. *Indústria avícola: avícola watt*. Marzo. Venezuela, v.39, n.3, p. 15-17, 1992.
- Moraes, S.R.P.; Tinôco, I.F.F.; Baêta, F.C.; Cecon, P.C. 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, v.3, n.1, p. 89-92, 1999.
- Moura, D.J. Ambiência na avicultura de corte. In: Silva, I.O.J. Ambiência na produção de aves em clima tropical. Piracicaba:FUNEP, p. 81-93, 2001.
- McDowell, R.E. Bases biológicas de la producción animales en zonas tropicales. São Paulo: Ícone, 1989.

- Nããs, I.A. Conferência Apinco 1997 de Ciências e Tecnologias Avícolas, 1997, São Paulo. Anais... São Paulo: FACTA, 1997. p. 108-119.
- Nããs, I.A. Níveis de ruído na produção de matrizes pesadas – Estudo de caso. Revista Brasileira de Ciência Avícola, Campinas, v.3, n.2, p. 21-32, 2001.
- Nããs, I.A.; Sevegnani, K.B.; Marcheto, F.G.; Espelho, J.C.C.; Menegassi, V.; Silva, I.J.O. Avaliação térmica de telhas decomposição de celulose e betumem, pintadas de branco. Em modelos de aviários com escala reduzida. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.21, n.2, p. 121-126, 2001.
- Nããs, I.A. Novos conceitos de ambiente visando o bem-estar das aves e do trabalhador <http://www.avisite.com.br/reportagem/default.asp> 15 Dez. 2006.
- Niosh – National institute fo ocupacional safety and health. <http://cdc.gov/niosh/pe188/7664-41.html> 20 Ago. 2006.
- NR-15 Brasil. Ministério do trabalho, Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas à segurança e medicina do trabalho. In: Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho, 33ª ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523p.
- Penz JR., A.M. Estresse pelo calor: efeitos em frangos de corte e matrizes – manipulação do equilíbrio ácidobase. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1989, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1989 p. 139-146.
- Pinheiro, D.C.; Colafemina, J.F.; Neto, A.T.C.; Alves, R.P.C.; Ribeiro, M.L. Perda auditiva induzida por ruído em pacientes com doenças sistêmicas. Saúde de Trabalho <http://www.saudedetrabalho.com.br> 05 Jun. 2005.
- Rosa, Y.B.C.J. Influência de três materiais de cobertura no índice de conforto térmico em condições de verão, para viçosa-MG. Viçosa: UFV, 1984. 77p. Dissertação de Mestrado.
- Sainsbury, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: Clark, J.A. Enviromental aspects of housing animal production. Butteworths, n.24, p. 439 – 454, 1981.
- Silva, I.J.O.; Guelfi Filho, H.; Consiglierio, F.R. Influência dos materiais de cobertura no conforto térmico de abrigos. Revista Engenharia Rural, Piracicaba, 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: FEAGRI, 1998. 145p. Tese de Doutorado.

- Silva, I.J.O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, v. 2, p. 150-204. 2001.
- Silva, I.J.O.; Sevensnani, K.B. *Ambiência na produção de aves de postura*. In: Silva, I.J.O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, p. 150-214, 2001.
- Sousa, P.de. *Avicultura e clima quente; Avicultura industrial*. <http://www.aviculturaindustrial.com.br>. 10 Ago 2006.
- Teeter, R.G. *Estresse calórico em frangos de corte*. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1990, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1990. p.33-34.
- Teixeira, V.H. *Estudos dos índices de conforto em duas instalações de frango de corte para a região de Viçosa e Visconde do Rio Branco, MG*. Viçosa: UFV, 1983. 62p. Dissertação de Mestrado.
- Tinôco, I.F.F. *Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambientes e níveis de energia metabolizável na dieta sobre o desempenho na dieta sobre o desempenho de matrizes de frangos de corte, em condições de verão e outono*. Minas Gerais: UFMG, 1996. 173p. Tese de Doutorado.
- Tinôco, I.F.F. *Produção de frango de corte em alta densidade*. Manual CPT (Centro de Produções Técnicas), Viçosa, 20p. 1997.
- Tinôco, I.F.F. *Ambiência e instalações para avicultura industrial*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 27, e Terceiro Encontro Nacional de Técnicos, Pesquisadores e Educadores de Construções Rurais, 1998, Lavras. In: Victor Hugo Teixeira e Lúcia Ferreira. Lavras: UFLA/SBEA, p. 1-86. 1998.
- Tinôco, I.F.F. *Avicultura industrial: novos conceitos de materiais. Concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões brasileiros*. Revista Brasileira de Ciências Avícolas, Campinas, v.3, n.1, p. 1-26, 2001.
- Tinôco, I.F.F.; Figueiredo, J.L.A.; Santos, R.C.; Silva, J.N.; Pugliesi, N.L. *Placas porosas utilizadas em sistemas de resfriamento evaporativo*. Revista Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.12, n.1 . p. 17-23, 2004.
- Tinôco, I.F.F.; Gates, R.S.; Tinôco, B.F.; Bicudo, J.R.; Pescatore, A.; Singh, A.; Tinôco, A.L.A.; Tinôco, J.A.C. *Avaliação do nitrogênio amoniacal total na cama de frango utilizando aditivo em diferentes áreas do galpão avícola*. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 35, 2006, João Pessoa. Resumos... João Pessoa: SBEA, 2006. CD Rom.
- Trindade, J.L. da. *Diagnóstico ambiental e zootécnicos em galpões de poedeiras no semi-árido paraibano*. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2005. 68p. Dissertação de Mestrado.

- Trindade, J.L.da; Nascimento, J.W.B.; Furtado, D.A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.11, n.6, p. 652-657, 2007.
- UBA. Produção de carne de frango. União Brasileira de Avicultura. <http://www.uba.org.br> 16 Dez 2005.
- Vieira, L.G.S.; Furtado, D.A.; Notaro, I.A.; Nascimento, J.W. B. Produção de frangos de corte em alta densidade no Estado do Maranhão. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30, Foz de Iguaçu, Anais... Foz de Iguaçu: SBEA, 2001. CD-ROM.
- Vieira, L.G.S.; Dantas, R.T.; furtado, D.A.; Nascimento, J.W.B.; Silva, J.H.V.da. Efeito da pintura externa no telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. Agropecuária Técnica, v.26, n.2, p. 117-122, 2005.
- Ward, W.D. Auditory effects of noise. In: Berger, E.H. noise hearing conservation manual, 4, American Industrial Hygiene Association, cap. 5, p. 177-217, 1986.
- Wathes, C.M. Aerial emissions from poultry production. World poult. Sci. J., 54, p. 241-251. 1998.
- Wathes, C.M.; Holden, M.R.; Sneath, R.W.; White, R.P. & Phillips, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. British Poultry Science, March, v.38, n.1, p. 14-28, 1998.