

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

varcar

Este exemplar corresponde a redação final da tese de doutorado defendida por Iran José Oliveira da Silva e aprovada pela Comissão Julgadora em 2 de abril de 1998. Campinas, 17 de setembro de 1998.

[Assinatura]
Presidente da Banca

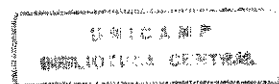
**DESENVOLVIMENTO DE MODELOS MATEMÁTICOS
PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES
AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE OVOS**

Iran José Oliveira da Silva
Engenheiro Agrícola

Orientadora:
Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs.

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, para a obtenção do título de **Doutor em Engenharia Agrícola**, Área de concentração: **Construções Rurais e Ambiente.**

Campinas, SP.
Abril - 1998



UNIDADE	8C
N.º CHAMADA:	5.380
V. Ex.	
TOMPO B.º	35541
PROR.	395/98
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	23/10/98
N.º CPD	

CM-00117530-9

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

R618d

Silva, Iran José Oliveira da

Desenvolvimento de modelos matemáticos para análise da influência das condições ambientais na produção de ovos. / Iran José Oliveira da Silva.— Campinas, SP: [s.n.], 1998.

Orientadora: Irenilza de Alencar Nääs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Conforto térmico. 2. Ave - Criação. 3. Resfriamento. I. Nääs, Irenilza de Alencar. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Agrícola. III. Título.

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE OVOS

Iran José Oliveira da Silva

Aprovada em: 29.04.1998

Comissão julgadora:

Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs
Profa. Dra. Lucila Chebel Labaki
Prof. Dr. José Tadeu Jorge
Prof. Dr. Hugo Ghelfi Filho
Prof. Dr. Roberto Dias de Moraes e Silva

FEAGRI/UNICAMP
FEC/UNICAMP
FEAGRI/UNICAMP
ESALQ/USP
ESALQ/USP



Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs
Orientadora

"À José e Dorinha, meus pais.

*pela vida árdua e sacrificada para criar e educar os seus filhos,
incentivando-me a prosseguir a jornada, fossem quais fossem os
obstáculos.*

*Aos meus irmãos, Ivan, Késia, e Kenia, que acompanham desde
pequenos essa nossa luta.*

*Ao meu filho Rodolpho Terra e Silva, que um dia possa entender o valor dessa
luta.*

Ofereço essa conquista, com o mais profundo amor, admiração e respeito.

"Há tempo de nascer e há tempo de morrer.

Há tempo de plantar e há tempo de colher.

*Aos amigos, que um dia acreditaram, os que ainda acreditam e aos que
sempre acreditarão no valor real de uma amizade. A todos vocês, e
principalmente à Geralda de Azevedo Oliveira (minha vó), que sempre
acreditou...*

DEDICO"

AGRADECIMENTOS

“À Deus, onipotente e onipresente, pelo constante amparo em minha vida.”

Não existem palavras, que possam agradecer à pessoa da **Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs**, minha orientadora e amiga, pela competente orientação, entusiasmo e energia, que transmitiu com convicção, durante esse período. Sua dedicação superou os limites da relação aluno - professor, fazendo com que o aprendizado fosse além dos conhecimentos técnicos, tornando-se uma lição de vida. Orgulho-me de ter sido orientado por ela, na certeza que de agora em diante, poderemos estar somando, e cada vez somando sempre...

Ao **Prof. Dr. Hugo Ghelfi Filho**, amigo e companheiro de vários anos na ESALQ, agradeço pelos seus ensinamentos, incentivo e sua grande amizade.

Ao **Prof. Dr. Jorge Ferro Menezes**, do Instituto Técnico de Lisboa (ISA), pela valiosa colaboração durante a análise dos dados.

Aos estagiários do Setor de Construções Rurais da ESALQ, **Daniel Lagatta e Ricardo Cerveira**, pela participação na fase experimental deste trabalho.

Aos colegas estatísticos **Afrânio Márcio Correia Vieira e Fabiana Palumbro**, pela valiosa ajuda nas análises e discussões estatísticas dos dados.

A nossa equipe de trabalho, **Daniela Jorge de Moura, Kelly Botigelli Sevegnani, Regina Reis, Christine Laganá, Edmundo Henrique Rodrigues, Luís Antônio Laloni**, colegas do curso de Pós-Graduação, e

pesquisadores do ECONTA (Equipe de Conforto Térmico Ambiental), pela amizade, cooperação e aprendizado.

Aos professores da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP, pelos ensinamentos e maduro convívio.

Aos funcionários do Departamento de Construções Rurais, da FEAGRI, pela amizade e apoio em todos os momentos.

Ao funcionário **José Elias**, do Setor de Construções Rurais da ESALQ, pelo apoio dado durante a fase final deste trabalho.

À Faculdade de Engenharia Agrícola FEAGRI - UNICAMP, pelos conhecimentos adquiridos durante a realização do curso.

Ao Departamento de Engenharia Rural da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela nossa liberação para participar desse curso.

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

Enfim, à todos que neste momento não me vêm a lembrança, mas que com certeza, contribuíram para o êxito deste trabalho, o meu muito obrigado.

Agradecimento Especial

"Ao amigo e irmão, **Marcos Bueloni Silveira**, pelo companheirismo e incentivo em todos os momentos..."

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xiii
LISTA DE QUADROS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	04
<hr/>	
3. REVISÃO DE LITERATURA	05
3.1. O conforto térmico das aves poedeiras	05
3.2. Aspectos fisiológicos.....	10
3.3. Parâmetros ambientais e o conforto térmico das aves poedeiras....	15
3.4. Efeitos da temperatura ambiental no desempenho de aves poedeiras.	16
3.5. Sistemas de controle do ambiente	19
3.5.1. Ventilação natural e o efeito termossifão.....	20
3.5.2. Resfriamento adiabático evaporativo (SRAE).....	26
3.5.2.1. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por nebulização.....	29
3.6. Conforto térmico e arborização.....	31
3.7. Influência da temperatura da água de bebida na produção de ovos.....	35
3.8. Indicativos de conforto.....	38

3.9. Modelagem matemática em avicultura.....	42
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	47
4.1. Características gerais da granja.....	47
4.2. Tratamentos experimentais.....	50
4.2.1. Avaliação da influência da arborização da macroregião nas condições de conforto térmico no interior dos aviários de postura.....	50
4.2.2. Avaliação da utilização do telhado ventilado (efeito telha erguida) nas condições de conforto térmico no interior dos aviários de postura.....	51
4.2.3. Avaliação do uso da nebulização nas condições de conforto térmico dos aviários de postura.....	53
4.3. Características dos aviários.....	54
4.4. Características das aves.....	54
4.5. Instrumentação e medições.....	56
4.5.1. Medições no interior dos aviários.....	57
4.5.1.1. Dados ambientais.....	57
4.5.1.2. Temperatura da água de bebida.....	58
4.5.2. Dados de produção.....	59
4.6. Análise de dados.....	60
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	64
5.1. Avaliação dos dados climáticos externos aos aviários.....	64
5.2. Influência dos parâmetros estudados na eficiência térmica do ambiente e na produção de ovos.....	65
5.2.1. <i>Influência da arborização da região no conforto térmico dos aviários</i>	65

5.2.1.1. Temperatura interna e externa dos aviários.....	66
5.2.1.2. Diferencial entre a temperatura interna e externa dos aviários.	67
5.2.1.3. Temperatura interna nos aviários.....	68
5.2.1.4. Índices de conforto térmico.....	72
5.2.1.5. Produção de ovos.....	76
5.2.2. <i>Influência da utilização de “Telhado Ventilado”, no desempenho térmico dos aviários.</i>	79
5.2.2.1. Temperatura interna dos aviários.....	79
5.2.2.2. Temperatura de globo negro.....	81
5.2.2.3. Índices de conforto térmico.....	81
5.2.2.4. Produção de ovos.....	84
5.2.3. <i>Influência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por nebulização, nas condições de conforto térmico dos aviários</i>	86
5.2.3.1. Temperatura interna dos aviários.....	86
5.2.3.2. Temperatura de globo negro.....	89
5.2.3.3. Umidade relativa.....	92
5.2.3.4. Índices de conforto térmico.....	95
5.2.3.5. Produção de ovos.....	98
5.3. <i>Avaliação da temperatura da água de bebida ao longo do aviário</i>	99
6 CONCLUSÕES	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
ANEXOS	121

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS		PÁGINA
3.1.	Produção de calor <i>versus</i> temperatura ambiente.....	9
3.2.	Representação esquemática das formas de ganho de calor pelos animais homeotermos.....	12
3.3.	Representação esquemática das formas de perda de calor dos animais homeotermos.....	14
3.4.	Esquema de um galpão com detalhes dos elementos de ventilação natural, do plano neutro e do diagrama de pressão estática.....	24
3.5.	Esquema do desempenho do SRAE, mostrado pelo gráfico psicrométrico.....	28
4.1.	Vista parcial de um dos aviários selecionados para o estudo, com as características do seu entorno.....	48
4.2.	Vista parcial dos aviários da região não arborizada, apresentado a cobertura vegetal e arbustos ao seu redor.....	49
4.3.	Vista parcial da seção arborizada, constituída de 12 aviários.....	51
4.4.	Vista lateral do aviário, dotado com o sistema de telhado ventilado, como elemento estrutural para maximizar o efeito termossifão.....	52
4.5.	Detalhe dos sarrafos de madeira, como suporte para as aberturas nas telhas.....	53
4.6.	Vista parcial do sistema de nebulização em funcionamento no interior do aviário.....	55
4.7.	Vista parcial do interior do aviário, com os equipamentos de medição e colheita de dados.....	58
4.8.	Leitura da temperatura da água de bebida, nas diferentes posições do aviário.....	59

4.9.	Vista do sistema de coleta e contagem dos ovos nos aviários.....	60
5.1.	Varição da temperatura média do dia, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, na região de Assis, SP.....	64
5.2.	Varição da umidade relativa média do dia, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, na região de Assis, SP.....	65
5.3.	Varição da temperatura interna (Tinterna) e temperatura externa (Texterna) no aviário arborizado, para o horário das 12 horas.....	66
5.4.	Varição da temperatura interna (Tinterna) e temperatura externa (Texterna) no aviário não arborizado, para o horário das 12 horas.....	67
5.5.	Diferencial de temperatura (ti-te) nas regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 12 horas.....	68
5.6.	Varição da temperatura interna dos aviários, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 12 horas.....	69
5.7.	Varição da temperatura interna dos aviários, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 16 horas.....	69
5.8.	Varição da produção total de ovos, (produção do dia seguinte), em função da temperatura interna de aviários localizados em região arborizada.....	70
5.9.	Varição da produção total de ovos, (produção do dia seguinte), em função da temperatura interna de aviários localizados em região não arborizada.....	71
5.10.	Varição da temperatura de globo negro (Tg), em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário 12 horas.....	73

5.11.	Valores de THI, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 16 horas.....	74
5.12.	Valores da carga térmica de radiação, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 16 horas.....	75
5.13.	Variação da temperatura média de globo, na produção de ovos do dia seguinte, em aviários localizados na região arborizada.....	75
5.14.	Variação da temperatura média de globo, na produção de ovos do dia seguinte, em aviários localizados na região não arborizada.....	76
5.15.	Produção total de ovos em cada seção (conjunto de 12 aviários) em função de regiões arborizadas e não arborizadas.....	77
5.16.	Produção total de ovos em aviários isolados, em função de regiões arborizadas e não arborizadas.....	78
5.17.	Variação da temperatura interna dos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 16 horas.....	80
5.18.	Temperatura de globo negro dos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 16 horas.....	82
5.19.	Valores do BGHI nos aviários, em função do uso telha erguida, para o horário das 8 horas.....	83
5.20.	Valores do THI nos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 12 horas.....	83
5.21.	Valores da CTR nos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 20 horas.....	84
5.22.	Produção total de ovos por unidade, nos aviários, em função do uso de telha erguida.....	85
5.23.	Variação da temperatura interna dos aviários, em função do sistemas de nebulização, para o horário das 12 horas.....	87

5.24.	Valores reais e valores estimados da variação da temperatura interna ao longo do dia, em função do uso de nebulização	88
5.25.	Temperatura interna máxima, em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviário sem o sistema de nebulização.....	89
5.26.	Temperatura interna máxima, em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviário com o sistema de nebulização.....	89
5.27.	Variação da temperatura de globo negro (Tg), em função do uso de nebulização.....	91
5.28.	Valores reais e valores estimados da variação da temperatura de globo negro, em função do uso do sistema de nebulização.....	91
5.29.	Temperatura máxima de globo negro (Tg), em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviários sem o sistema de nebulização.....	92
5.30.	Temperatura máxima de globo negro (Tg), em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviários com o sistema de nebulização.....	92
5.31.	Variação da umidade relativa, em aviários com o sistema de nebulização, para o horário das 16 horas.....	94
5.32.	Valores reais e valores estimados da variação da umidade relativa média ao longo do dia, em função do uso do sistema de nebulização.....	94
5.33.	Variação do índice BGHI, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb), e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 12 horas.....	95
5.34.	Variação do índice THI, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb), e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 12 horas.....	96
5.35.	Variação do índice CTR, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb), e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 16 horas.....	96

5.36.	Produção de ovos, em função do uso do sistema de nebulização.....	99
5.37.	Variação da temperatura média de bebida da água em aviários, comparada com a temperatura ideal de bebida, recomendada para as aves.....	101
5.38.	Variação da temperatura da água de bebida no horário das 8 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.....	101
5.39.	Variação da temperatura da água de bebida no horário das 12 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.....	102
5.40.	Variação da temperatura da água de bebida no horário das 16 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.....	103
5.41.	Variação da temperatura média da água de bebida, nas diferentes posições ao longo do aviário, durante o dia.....	103
5.42.	Variação da temperatura média da água de bebida, nas diferentes posições ao longo do aviário, durante o dia. ...	104

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
3.1. Zona de termoneutralidade e o limiar da respiração ofegante.....	8
3.2. Dimensões recomendadas para o lanternim, em função da largura do galpão.....	23
3.3. Efeito da temperatura da água no rendimento de poedeiras comerciais.....	36
3.4. Ingestão diária (litros/1000 aves) de água em diferentes temperaturas.....	37
<hr/>	
5.1. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI); índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno de aviários com o sistema de telha erguida	85
5.2. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI); índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno de aviários sem o sistema de telha erguida.....	86
5.3. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI); índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno de aviários sem o sistema de nebulização.....	97

5.4.	Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI); índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno de aviários com o sistema de nebulização.....	98
------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
5.1	Resumo da análise de variância, referente ao efeito da variação da temperatura da água de bebida em função do posicionamento ao longo do aviário e horário durante o dia.....	100

DESENVOLVIMENTO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA PRODUÇÃO DE OVOS

*Autor: Iran José Oliveira da Silva.
Orientador: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nããs.*

RESUMO

O presente trabalho objetivou estudar a influência de parâmetros bioclimáticos e construtivos para minimizar os efeitos do calor, na produção industrial de ovos. Os tratamentos utilizados na avaliação, foram a influência de regiões arborizadas no microclima interno dos aviários; a eficiência de telhados ventilados com “telha erguida”; a eficiência do uso do sistema adiabático evaporativo (SRAE), por meio de nebulização; avaliação da variação da temperatura da água de bebida, ao longo dos aviários. Com os resultados dessa avaliação, foram determinados modelos que descrevam a influência dos parâmetros mencionados acima, na produção total de ovos. Como variáveis respostas para os tratamentos estudados, foram usados: temperatura interna, temperatura de globo negro, índices de conforto térmico tais como: BGHI, THI e CTR; e finalmente a produção total de ovos, por contagem simples. Todos os dados foram correlacionados com a produção do dia seguinte, sendo usados para isso regressões simples e múltipla. Os resultados mostraram que, a arborização de uma região, o uso de telhas erguidas e o SRAE por nebulização, exercem influência significativa na

redução da temperatura interna dos aviários, na temperatura de globo negro, e nos índices de conforto térmico. Os tratamentos estudados, também exercem influência na produção, exceto a utilização de telha erguida, que, mesmo alterando as condições do microclima, não apresenta uma significância estatística no aumento da produção. Concluiu-se também, que a temperatura da água, nos bebedouros tipo calha, varia significativamente com o horário do dia, porém a posição ao longo da calha não influencia, quando analisados isoladamente. Mas, quando interagiu-se o efeito horário e posição, esses foram altamente significativos. O modelo que descreve, de maneira geral, os efeitos das condições ambientais na produção de ovos, em função da condição estabelecida, foi: $P = 2859 + 1,4 T_{\text{máx}} - 7,53 U_{\text{máx}} - 750 C_o$.

DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS FOR ANALYSES OF THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENTAL CONDITIONS ON EGG PRODUCTION

*Author: Iran José Oliveira da Silva.
Adviser: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs.*

Abstract

The research objective was to study the reduction of heat stress effects due to the influence of bioclimatic and construction parameters in industrial egg production. The treatments for evaluating the analyzed parameters were designed as follows: the influence of nearby outside tree's region in the layer's house inside environment; the efficiency of naturally ventilated roof using suspended tiles; the efficiency of the evaporative cooling system by fogging (SRAE), and the drinking water temperature evaluation inside and along the layer's house length. Models were determined using the evaluation results, and correlating the parameters already mentioned. Inside temperature, black globe temperature, thermal comfort index (black globe temperature and humidity index (BGHI), humid temperature index (THI), and radiation thermal load(RTL)), and the total egg production were used as response variables in the analysis. Simple and multiple regression analysis were used for correlating the next day egg production. The results showed that the presence of nearby trees, the use of naturally ventilated roof using suspended tiles, and the evaporative cooling system by fogging (SRAE) reflected in significant way, in

reducing the inside environmental temperature, black globe temperature and thermal comfort indexes. All the studied treatments excepting the use of naturally ventilated roof with suspended tiles, had direct effect on the total egg production. Even though it changed the inside environmental conditions, that treatment did not affect total egg production. When studied the drinking water temperature distribution along the drinker channel, it was found that this temperature remained relatively constant, and the results were independent of the channel's length. However when associating both effects: the hourly effect and the temperature distribution along the channel it was found to be highly significant. The model that describes in a general way the environmental condition effect as function of the applied condition was: $P = 2859 + 1,4 T_{max} - 7,53 UR_{max} - 750 Co$.

INTRODUÇÃO

A exploração da avicultura tem passado por uma revolução tecnológica, de maneira que, atualmente, as instalações avícolas são verdadeiras fábricas de proteína animal. O significativo avanço científico e tecnológico na produção de aves no Brasil, observados a partir dos anos 80, impôs profundas alterações nos sistemas de criação, em favor de modelos com alto nível de eficiência térmica, inerente às mais variadas regiões. Porém, as dificuldades técnicas foram sendo resolvidas diante dos progressos atingidos sobretudo em quatro setores: genética, nutrição, sanidade e melhoria das instalações (ambiente).

O setor avícola em 1996 produziu aproximadamente 44,2 milhões de caixas de ovos, sendo que a média mensal foi de 3,68 milhões de caixas, de 30 dúzias cada. Até o mês de setembro de 1997, foram produzidos 25,989 milhões de caixas de ovos, com uma média mensal de 2,916 milhões, representando uma redução real de 20,93%. Esses dados, fornecidos pela Associação Paulista de Avicultura, levam a refletir que existem atualmente perdas significativas na produção em função do manejo, do ambiente térmico e dos sistemas de produção, (Aves & Ovos, 1997).

A produção se baseia na utilização de linhagens genéticas altamente selecionadas e sensíveis às condições do ambiente nos trópicos (Costa, 1980). Além disso, sendo confinadas, as aves têm reduzida sua capacidade de se adaptarem às condições adversas. Portanto, a produção ótima dependerá de construções e manejos adequados, para contornar os efeitos dos fatores

prejudiciais, como: chuva, ventos, excesso de temperatura, parasitas, predadores, insetos e luminosidade, entre outros.

Durante o verão, ondas de calor causam grandes prejuízos à avicultura industrial de postura, provocando o estresse nas aves, e conseqüentemente, uma queda na produção. É principalmente nesta época, que as criações são prejudicadas pela presença do calor. O problema é agravado pela falta de equipamentos, instalações adequadas, e também pelo desconhecimento de técnicas e medidas preventivas, que atenuem os problemas, principalmente a mortalidade, a qualidade dos ovos e a produção de maneira geral.

Fundamentalmente a instalação deve manter a ave abrigada em um ambiente quente e livre de correntes de ar nas noites frias do inverno, e ventilado e fresco nas épocas quentes de verão, sobretudo na fase de produção, (Aves & Ovos, 1995).

O ambiente onde vive a ave depende de fatores físicos, sociais e térmicos, segundo Esmay (1982). Os fatores físicos abrangem, entre outros, as necessidades de espaços, intensidade de iluminação, ruídos e equipamentos. Os fatores sociais compreendem a densidade populacional, o comportamento, a ordem social das aves dentro da própria instalação, assunto abordado pela etologia.

E, finalmente, os fatores térmicos, que são constituídos basicamente pela temperatura do ar (externa e interna), umidade relativa, movimento do ar e radiação solar.

O melhor controle, do ponto de vista ambiental, abrange uma série de variáveis que precisam ser qualificadas, de forma a dar subsídios ao produtor, para que possam tomar decisões, em dias considerados críticos para as aves.

Do ponto de vista econômico, o acondicionamento natural torna-se o principal elemento para a redução do estresse animal em períodos quentes. Vários pesquisadores defendem a hipótese de que, antes de acionar sistemas artificiais de controle de temperatura e umidade relativa, deve-se tentar todos

os mecanismos possíveis de utilização dos sistemas naturais de controle. Porém, tratando-se da avicultura de postura em particular, muito pouco tem-se realizado, no sentido de qualificar e quantificar os sistemas de controle natural, que realmente influenciam na redução do desconforto térmico dentro de aviários e, conseqüentemente, na produção final do lote.

OBJETIVOS

Baseado no exposto, este trabalho apresenta como objetivo geral: estudar os efeitos de sistemas, que possam alterar as condições do microclima interno dos aviários, no sentido de melhorar as condições de conforto térmico para as aves poedeiras.

Constituem os objetivos específicos desse estudo:

1. Avaliar a influência da arborização no desempenho térmico dos aviários, relacionando com os índices de conforto térmico e a produção de ovos;
2. Avaliar o sistema de termossifão para pequenos vãos, no desempenho térmico dos aviários, relacionando com os índices de conforto térmico e a produção de ovos;
3. Avaliar a eficiência do sistema de resfriamento evaporativo, por meio da nebulização, no desempenho térmico dos aviários, relacionando-o com os índices de conforto térmico e a produção de ovos;
4. Avaliar a variação da temperatura da água de bebida das aves, ao longo dos aviários.
5. Propor modelos que correlacionem os efeitos do ambiente, na produção de ovos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. O conforto térmico das aves poedeiras

O conceito de ambiente é amplo, uma vez que inclui todas as condições que afetam o desenvolvimento dos animais (Roller & Stombaugh, 1976).

De acordo com ASHRAE (1985), o ambiente físico pode abranger os elementos meteorológicos que afetam os mecanismos de transferência de calor, a regulação e o balanço térmico entre o animal e o meio, exercendo forte influência sobre o desempenho do animal.

As melhores condições climáticas para a criação de animais, segundo McDowell (1975), seriam aquelas onde se verificassem temperaturas entre 13 e 18°C, umidade relativa do ar de 60 a 70%, velocidade do vento de 1,3 a 2,2 m/s e nível médio de radiação solar semelhante ao encontrado nas latitudes subtropicais, durante a primavera e outono.

Portanto, assume grande importância um conhecimento mais aprofundado sobre os diversos elementos do ambiente físico que influenciam, diretamente sobre as aves poedeiras, de tal forma que se torne possível o uso desse conhecimento, para buscar uma modificação no impacto que exerce o ambiente sobre a produção de ovos.

As aves são animais classificados como homeotermos, apresentando a capacidade de manter a temperatura interna constante. De acordo com os princípios da termodinâmica, isso significa que estes animais estão em troca térmica contínua com o ambiente. Porém, esse processo só é eficiente,

quando a temperatura ambiental estiver dentro dos limites da termoneutralidade.

De maneira geral, as aves são animais que não se ajustam perfeitamente a extremos de temperatura, podendo inclusive ter a vida ameaçada em função dessas oscilações.

Baseando-se nessas trocas contínuas de calor com o meio pode-se afirmar, concordando com Nääs (1989), que é necessário que as aves se encontrem em equilíbrio térmico com o ambiente, controlando dessa forma o balanço térmico do sistema animal - ambiente. Essa troca é necessária, porque a temperatura corporal das mesmas oscila dentro de um estreito limite de 41°C. O controle da temperatura corporal nos animais homeotermos é um exemplo notável de homeostase, e envolve inúmeras respostas dos sistemas ~~autônomo, somático e endócrino (Berne & Levy, 1988). Sua estabilização~~ ocorre, quando a produção de calor metabólico é igual à perda de calor. Em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, as aves terão dificuldade na transferência desse excedente de calor para o ambiente, ocasionando a elevação de temperatura corporal e, como consequência, a queda na produção. Apenas parte da energia alimentar ingerida pelas aves, é convertida na produção de ovos. O restante é empregado na manutenção fisiológica, nos mecanismos de homeotermia, ou perdido para o ambiente na forma de calor, através dos processos físicos de condução, convecção e radiação.

A manutenção da homeotermia é obtida por uma série de ajustes fisiológicos, morfológicos e comportamentais, que objetivam minimizar a diferença líquida entre o calor produzido e perdido pelo organismo (Vander et al., 1990). A ordem de incidência dos diferentes mecanismos depende da intensidade e duração dos estímulos. Assim, durante o esfriamento corporal, o calafrio (aumento da atividade muscular) é o primeiro mecanismo de termogênese a ser ativado, seguido pela liberação de hormônios da tiroíde

(aumento da atividade metabólica). A perda de calor é reduzida por dois processos autônomos: piloereção - aumenta o isolamento térmico entre a pele e o ar ambiente, e a constrição dos vasos cutâneos - reduz o esfriamento sangüíneo (Vander et al., 1990). A dissipação de calor corporal é aumentada pela sudação (evaporação), taxa respiratória, dilatação dos vasos cutâneos e redução da atividade metabólica mediante decréscimo da liberação de tiroxina. Um sistema termoregulador automático - "termostato", mede com precisão a temperatura do corpo e desencadeia os mecanismos apropriados para sua estabilização (Curtis,1992). Células receptoras situadas nesse centro, monitoram a temperatura do sangue que flui por ele em sistema de *feedback* negativo, ou seja, um decréscimo na temperatura do corpo acarreta respostas que tendem à sua elevação, e vice - versa (Vander et al., 1990).

~~Quando uma ave está sujeita a uma temperatura menor que a de seu~~
corpo, de acordo com as leis de transferência de calor, certa quantidade de calor é removida de seu corpo. Se isso continua por muito tempo, sem nenhuma compensação fisiológica, sua temperatura corporal decrescerá. A ave poderá compensar esta perda adicional de calor com uma série de ajustamentos físicos (Esmay, 1982).

O controle da termorregulação ocorre através da sequência estímulo - resposta, conhecida como reflexo. A mensagem do estímulo térmico é levada ao centro integrador (hipotálamo).

Com relação as aves, vários trabalhos de Rautenberg, apud Rutz (1994), indicam que o ato de tremer e a hiperpnéia, são controlados principalmente pela medula espinhal, enquanto que as atividades vasomotora e pilomotora são controladas, tanto pelo pedúnculo cerebral, como pela medula espinhal.

Smith (1964) define a "Zona de Conforto", como sendo aquela que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental (perda de calor por convecção, radiação, e evaporação em regime inerte) é conciliada com a

produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal, e do incremento calórico da alimentação, sendo a energia líquida resultante suficiente para a manutenção e os suprimentos adicionais para o ganho de peso. Nesta zona (variável de acordo com a fase, manejo, ambiente e outros), o animal alcança seu potencial máximo, e a temperatura corporal é mantida com mínima utilização de mecanismos termoreguladores.

Freeman (1988) resumiu as zonas de termoneutralidade registradas por vários autores, obtendo as seguintes médias de acordo com a tabela 3.1.

Tabela 3.1. Zona de termoneutralidade e o limiar da respiração ofegante. (Freeman, 1988).

Aves	Termoneutralidade (°C)		Temperatura Mínima (°C) (Hiperpnéia)
	Mínima	Máxima	
Recém nascidas	35	37	40
Adultas	21	28	20

A figura 3.1., mostra a produção de calor *versus* a temperatura ambiente, onde se verifica que a faixa, onde acontece o mínimo de desperdício de energia, é a zona de termoneutralidade. Porém, a posição dessa faixa varia em função da temperatura ambiente, e também com o tamanho da ave, manejo, aspectos nutricionais e estrutura física da instalação.

Segundo Silva, Sevegnani et al., (1995), a zona de termoneutralidade, dos animais, está relacionada com o ambiente térmico ideal, onde a amplitude, ou seja a diferença de temperaturas máximas e mínimas, é bem estreita e, dentro dela, os animais encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas.

Com temperatura ambiente abaixo das temperaturas limites de conforto, o crescimento das aves torna-se lento, e a eficiência da conversão alimentar é reduzida. Temperaturas muito altas, por outro lado, também causam uma redução no desempenho produtivo. O distanciamento da temperatura ambiente dos valores próximos à região de conforto, que representa um segmento da região termoneutra, perturba o mecanismo termodinâmico que permite as aves protegerem-se dos extremos de temperatura e umidade relativa, levando ao desperdício de energia no seu conceito mais amplo.

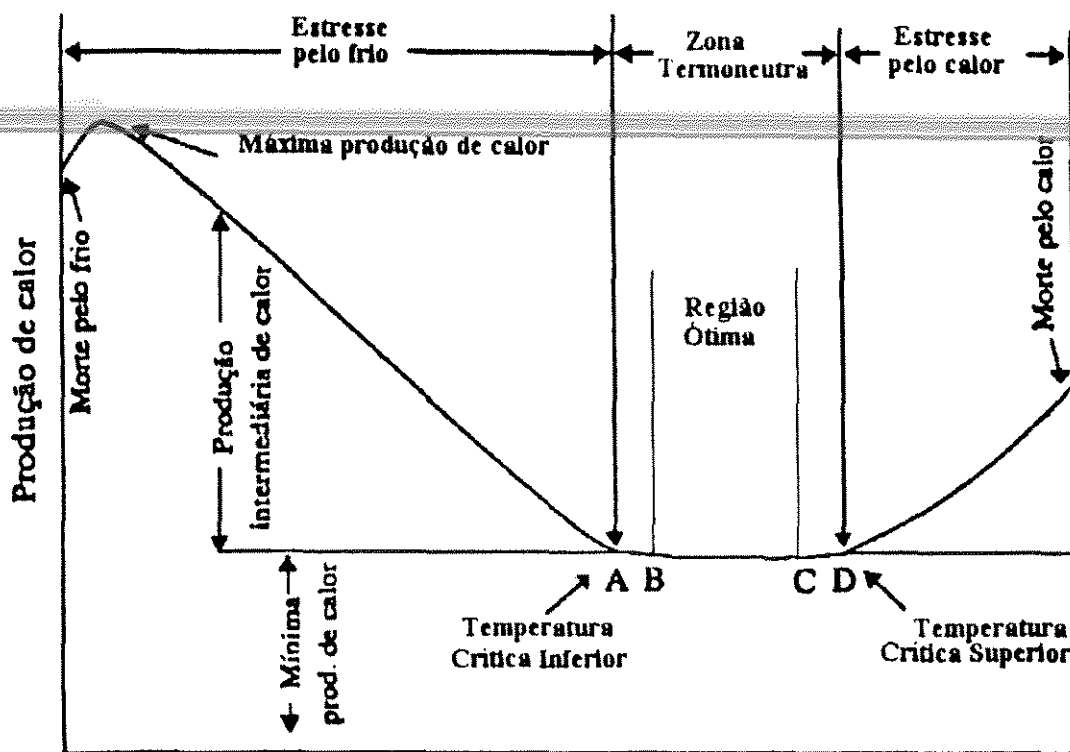


Figura 3.1. Produção de calor *versus* temperatura ambiente.

3.2. Aspectos Fisiológicos

Do ponto de vista industrial, a avicultura possui um notável potencial para prover aos consumidores uma excelente fonte protéica, sendo essa capacidade diretamente relacionada ao seu potencial reprodutivo. O aumento desse potencial tem sido facilitado em grande parte, pelo desenvolvimento e entendimento da fisiologia aviária (Furlan & Macari, 1993).

O modelo de termorregulação nas aves é baseado em quatro diferentes sistemas: receptor, controlador, efetor, sistema passivo.

A percepção dos estímulos pelos receptores e a sua integração com o sistema nervoso central, induz a ativação dos mecanismos controladores da temperatura corporal, enquanto que a participação dos sistemas efetores, induz as respostas para a manutenção da homeotermia orgânica. Diante disso, o controle de temperatura nas aves é feito com base no balanço de duas variáveis: uma associada às respostas desencadeadas pelo aumento da temperatura, e a outra, devido à redução da temperatura.

Assim, assume-se a existência de duas populações neurais no hipotálamo, sendo que os neurônios responsivos ao calor são ativados quando a temperatura corporal aumenta, induzindo o animal a ter respostas de perda de calor. Já os neurônios responsivos ao frio são ativados quando a temperatura está baixa, o que induz a resposta de conservação do calor (Furlan & Macari, 1993).

O metabolismo basal e a atividade muscular voluntária, são as principais fontes de calor gerado pelo corpo das aves, (Esmay, 1982).

O aumento de atividade aumenta a produção de calor. A ingestão também aumenta a taxa metabólica e, conseqüentemente a quantidade de calor corporal que deve ser transferida ao meio ambiente. Depois de comer, a digestão das substâncias alimentares e a conseqüente absorção de nutrientes, também gera considerável quantidade de energia degradada, e liberada como

calor corporal, o que é chamado de "incremento calórico". O processo anabólico de armazenamento de energia ou síntese da massa de ovos, acarreta certo número de reações metabólicas que envolvem a transferência de energia química. Tais reações são processos ineficientes do ponto de vista energético e todos contribuem para uma produção extra de calor corporal, (Costa & Hunton, 1979).

Contribuem ainda os processos normais de respiração celular, a síntese de proteína e outros. A quantidade total de energia transformada em calor corporal é denominada "calor metabólico". Quando se mede sob condições específicas de jejum e descanso, a taxa metabólica corresponde a uma estimativa do metabolismo basal. Por outro lado, seu valor é mais alto e pode abranger o incremento calórico, a energia líquida e, durante períodos frios, a energia utilizada na termorregulação.

Segundo Hafez (1968), o calor produzido no corpo deve estar bem balanceado com a perda calórica, pois do contrário a temperatura corporal aumentará ou diminuirá. Uma boa plumagem para um adequado arejamento e a manutenção da temperatura a um nível relativamente alto, é um sistema eficiente para alcançar este objetivo.

A produção de calor em poedeiras em fase de postura é 20% maior do que em aves fora da postura (Tasaki & Sasa, 1970). Essa diferença tem pouco a ver com a função da postura propriamente dita, porque esta contribui somente com 0,3% do total da produção de calor diário (Van Kampen, 1976).

As aves aumentam sua produção de calor em função de suas reservas corporais de energia, pela alimentação, e através do meio ambiente.

O meio ambiente físico influencia nesse ganho de calor por meio dos processos físicos de transferência de calor, oriundos da radiação solar direta e difusa, dos materiais de construção dos aviários, da temperatura do ar ambiente e da umidade relativa do local. Além desses elementos, influenciam

a densidade populacional das gaiolas, e o ganho de calor pelo microclima resultante do sistema de confinamento das aves. A figura 3.2. apresenta os ganhos de calor pelas aves, segundo Esmay 1982).

Para se defenderem de altas e baixas temperaturas, as aves mudam o comportamento e utilizam seus recursos fisiológicos. A poedetra, quando exposta ao calor, reduz sua atividade de produção de calor, e mantém suas asas separadas do corpo, para aumentar a perda de calor nas superfícies pouco isoladas.

A composição nutricional da ração também influencia a produção de calor. O fornecimento de dietas desbalanceadas, nas quais se encontram um número de nutrientes a serem oxidados ou eliminados, contribuem para o incremento da produção de calor (Austic & Nesheim, 1990).

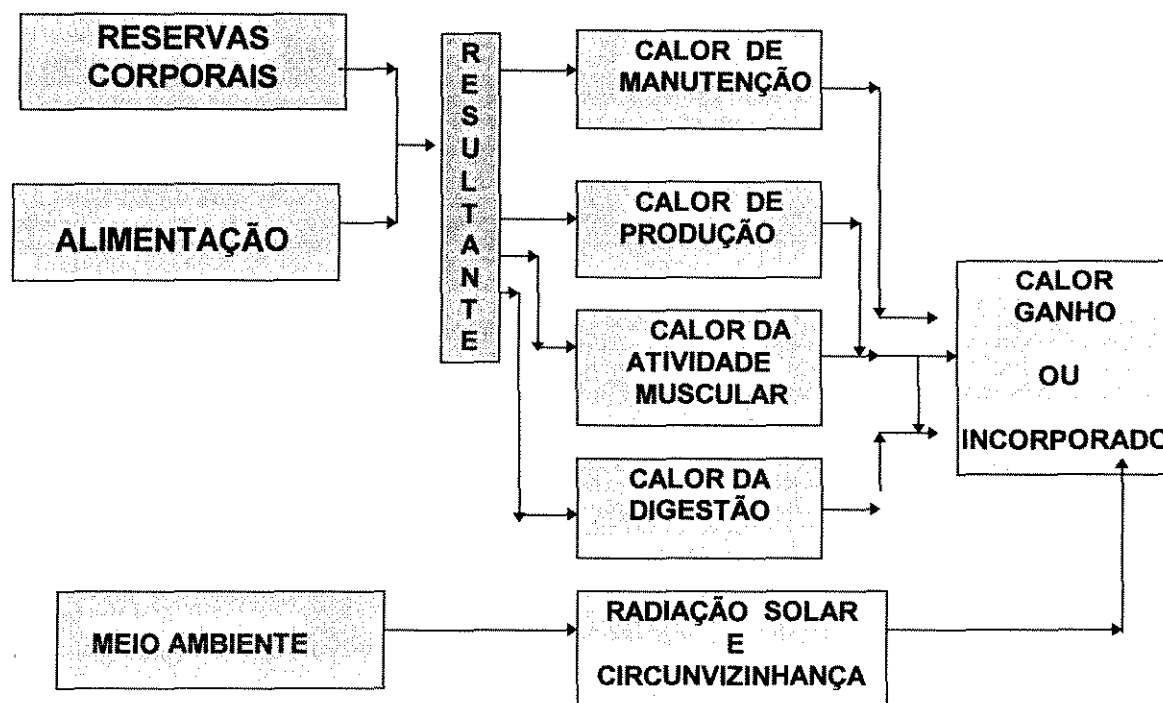


Figura 3.2. Representação esquemática das formas de ganho de calor pelos animais homeotermos, (Esmay, 1982).

Em termos de empenamento, O'Neil et al., (1971) observaram que sob temperatura ambiental de 22°C, aves sem penas apresentaram o dobro da produção de calor em relação aquelas de empenamento completo. Vários pesquisadores equacionaram a produção de calor em poedeiras e concluíram sobre todas as possíveis variáveis que influem diretamente nesse acréscimo de calor produzido (Warring & Brown, 1965; Ota & McNally, 1966; Burlau & Baltac, 1971).

Strom & Feenstra (1980) relatam os vários tipos de modelos matemáticos utilizados para expressar a produção de calor pelas aves, mostrando as várias equações existentes.

A perda de calor total é o resultado do calor liberado pelas vias sensível e latente. Em condições normais, 75% do calor produzido pelas aves é perdido por radiação, condução e convecção (Boushy & Van Marle, 1978).

Quanto à dissipação de calor, este se transfere do corpo da ave para o meio e vice-versa, através dos processos de convecção, evaporação e radiação, os quais são influenciados pela temperatura, umidade, velocidade do ar, e temperatura do entorno. A condução é a única forma de transportar calor do núcleo central até a periferia, tanto para fora como para dentro; radiação, o fluxo de calor depende da natureza da superfície considerada, sendo que o animal irradia calor até os objetos mais frios que ele, e recebe a irradiação do calor de objetos mais quentes que ele; a convecção é o transporte de calor de moléculas constituindo na substituição das moléculas quentes por moléculas frias, sendo assim, influenciada pela movimentação do ar e pela extensão da superfície. Na evaporação, a perda de calor se dá pela passagem do líquido para o vapor, ou seja, envolve a mudança do estado físico.

Desta forma, os mecanismos de dissipação de calor são influenciados, não só pelos fatores climáticos e do meio ambiente circunvizinho, mas também pelos fatores intrínsecos ao próprio animal como: área da superfície corporal, cobertura pilosa, cor, emissividade, vaporização da pele e pulmão,

condutividade térmica através de tecidos e fluxos periféricos, troca térmica através da água de bebida ou excretada.

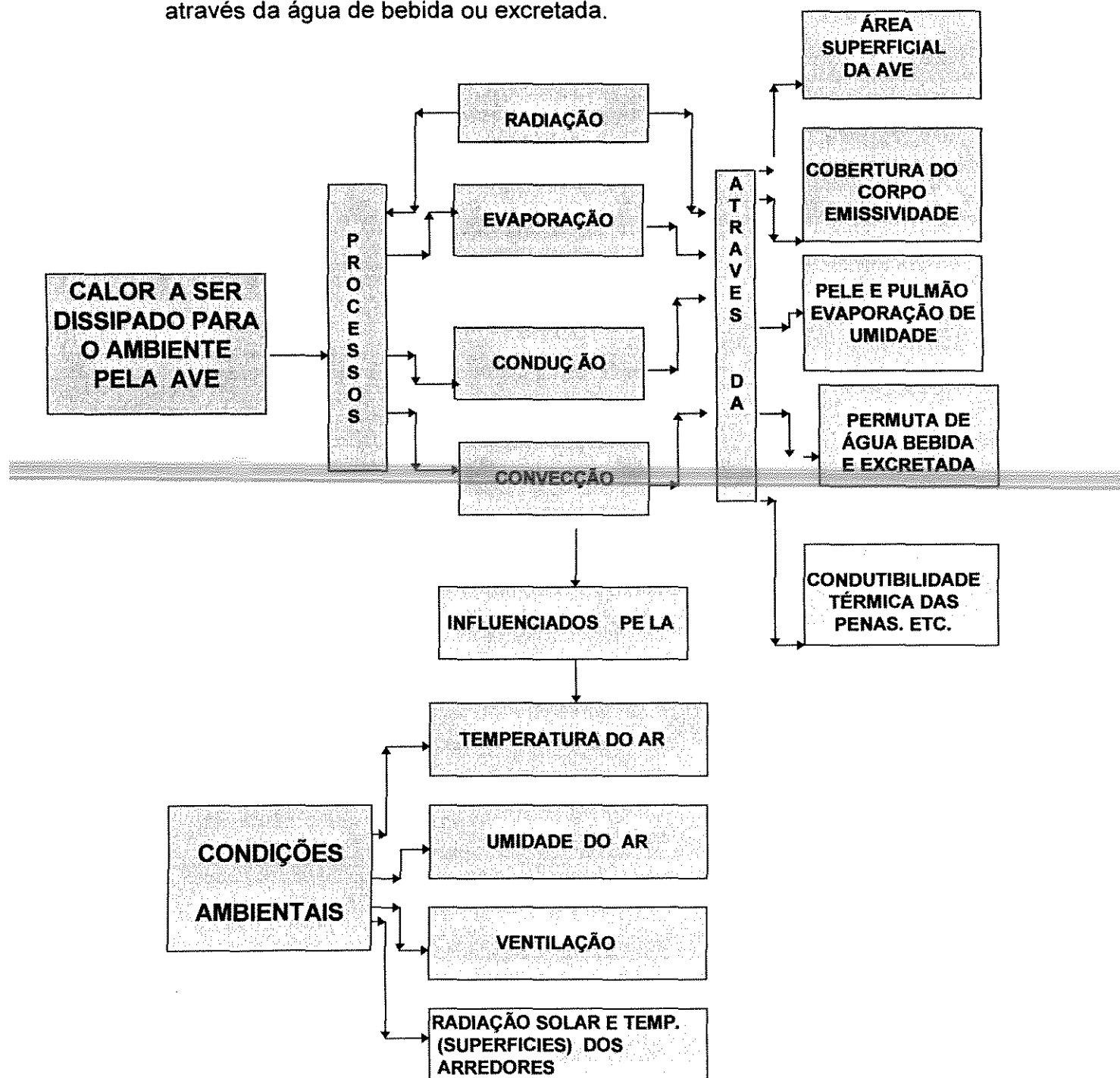


Figura 3.3. Representação esquemática das formas de perda de calor dos animais homeotermos, segundo Esmay (1982).

A figura 3.3 acima, apresenta de forma esquemática, a perda de calor pelas aves, segundo Esmay (1982).

Olson et al., (1974), trabalhando com a produção de calor de convecção, radiação e evaporação, afirmam que o número de aves por gaiolas (densidade populacional), tem grande influência na perda de calor.

3.3. Parâmetros ambientais e o conforto térmico das aves poedeiras

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

O microclima gerado dentro de uma instalação, é definido pela combinação de elementos como variáveis termodinâmicas do ar ambiente, chuva, luz, som poluição, densidade animal, equipamentos e manejo.

Dependendo da magnitude e da duração do estresse térmico sofrido pelos animais, pode ocorrer, desde pequenos decréscimos no ganho de peso, até a prostração e morte, no caso das aves, (Mitchell, 1987). Comparando-se a temperatura interna das aves com a dos mamíferos, observa-se que, além de ser mais alta, é mais variável, podendo, quando adultas, variar de 41 a 42°C. Tais variações se dão de acordo com sua idade, seu peso corporal, sexo, sua atividade física, seu consumo de alimentos e o ambiente térmico do galpão, (North & Bell, 1993).

No caso de aves de postura, a queda do pH sangüíneo decresce coincidentemente com o nível de cálcio, após duas horas de estresse térmico. Este processo é prejudicial a formação da casca do ovo, pois houve um diminuição de Ca^{++} no sangue. O desconforto térmico em aves de postura, provoca uma série de conseqüências que estão intimamente ligadas à queda no consumo de alimentos, menor taxa de crescimento, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole, (Pereira, 1991).

3.4. Efeitos da temperatura ambiental no desempenho de aves poedeiras

Os primeiros trabalhos de pesquisa à respeito da influência da temperatura ambiental sobre a produção de ovos, foram realizadas por Payne (1966), na Escola de Agricultura da Universidade de Nottingham. Desde essa época foram publicados vários trabalhos sobre altas temperaturas ambientais, e a influência do ambiente tropical na produção de galinhas poedeiras (Mowbray & Sykes, 1971; Marsden & Morris, 1975; Charles et al., 1976; Hvidsten & Haugen, 1977; Vohra et al., 1979; Carmo, 1981).

É sabido que, à medida que aumenta-se a temperatura ambiental, diminui a ingestão voluntária de alimento nas poedeiras. Trabalhos de pesquisa, publicados antes de 1966, haviam demonstrado que a diminuição do apetite e o aumento da temperatura ambiental se associam a progressivas reduções na produção de ovos, especialmente em temperaturas superiores aos 20°C, (Payne, 1967).

Trabalhos publicados por Payne, (1967), demonstram que as quedas casuais na produção de ovos em altas temperaturas, não são provocadas necessariamente pelas altas temperaturas, mas que podem ser devidas à

diminuição na ingestão de nutrientes essenciais de energia, resultado da diminuição do apetite.

Ajustando os níveis de nutrientes essenciais, sem alterar a energia metabólica, de acordo com os níveis reais de consumo de alimento, pode-se obter uma boa produção de ovos a uma temperatura ambiental constante, em climas moderadamente quentes. Payne (1967) obteve bons rendimentos até temperaturas de 30°C, com uma eficiência alimentar melhorada para essa alta temperatura. Deve ser mencionado que essas pesquisas foram efetuadas sob condição de umidade relativa entre 40 - 60%.

Do ponto de vista da engenharia, a uma outra conclusão importante chegou Payne (1966), quando sugere que, em regimes de temperaturas ambientais variáveis, especialmente entre 15 e 30°C, essa variação de temperatura se associa com um aumento total de massa de ovos, com a produção obtida em qualquer programa de temperatura constante. Portanto, em áreas tropicais com dias quentes, parece possível obter um máximo de massa de ovos, sempre que existir uma amplitude térmica grande, (> 12°C), com noites mais frias.

Por outro lado, Mowbray & Sykes (1971), trabalhando também com temperaturas constantes (30°C) e cíclicas (13 a 35°C), e com rações de diferentes densidades de nutrientes (14, 3%, 16 e 18,2% de proteína) e 2636; 2979 e 3352 kCal EM/kg, respectivamente, verificaram que uma leve redução na produção de ovos foi obtida com aves alimentadas com as mesmas dietas, em ambientes de 13° e 35°C. As aves, colocadas sob temperatura constante de 30°C, mostraram menor ingestão de alimento e maior perda de peso corporal, o que também foi constatado por Howes et al., (1961); Carmon & Huston (1965).

Porém, Squibb et al., (1959), trabalhando com poedeiras Leghorn, com nove meses de idade, alimentadas com uma dieta contendo 15% de proteína bruta, constataram que não houve diferença significativa na produção, entre as

aves submetidas a altas temperaturas (35°C), e aquelas sob temperatura normal (22°C).

Esta conclusão é semelhante àquela encontrada por Huston et al., (1957); Campos et al., (1960); Howes et al., (1961); Zimmerman & Snetsinger (1972); Ahamad et al., (1974), em relação à produção de ovos.

Utilizando poedeira Leghorn brancas, submetidas à temperatura de 4,5°C e 35°C, e rações de 2671, 2853 e 2992 KCal EM/kg, Jones et al.,(1976) concluíram que as aves submetidas à temperatura de 35°C produziram, **significativamente, menos ovos do que aquelas submetidas à temperatura de 4,5°C.**

Andrade et al.,(1977) trabalhando com aves Leghorn criadas em ambientes com temperaturas de 21°C e de 31°C, constataram que a produção, ~~o peso dos ovos e o consumo alimentar, foram reduzidos, quando as aves~~ foram submetidas ao estresse de alta temperatura.

Em 1979, Vohra et al., trabalhando com dietas de 2.830 KCal de EM/kg e 1.980 KCal de EM/kg, sob temperaturas que variavam de 15,7°C até 26,7°C, observaram que a produção de ovos não foi influenciada pelos tratamentos. Entretanto, o peso dos ovos foi, significativamente menor aos 26,7°C, quando comparado com a temperatura de 15,6°C; o mesmo acontecendo com a ingestão de alimento, que decresceu 1,21% e 1,41% , respectivamente, para cada 1°C de aumento da temperatura do ambiente para as dietas mencionadas acima.

Estudando o efeito das estações climáticas e idade das aves sobre a produção e tamanho dos ovos, Cunningham et al., (1960) mostraram que o peso dos ovos variou sensivelmente com a estação, tendendo a ser maior na primavera e menor durante o verão. Provavelmente, esse fato ocorreu devido as variações climáticas inerentes a cada estação.

Atualmente, vários são os estudos realizados no sentido de reduzir o estresse calórico, porém há uma necessidade maior de associar-se o

ambiente, o potencial genético das poedeiras e também a eficiência energética da ração. Isso pode ser comprovado pelas pesquisas desenvolvidas por Bordas & Minville. (1997), que avaliou os efeitos da temperatura ambiental, em galinhas poedeiras com linhagens diferentes. Ao submeter as aves, em ambientes com 21°C (+/- 1°C) e 35°C (+/- 1°C), observaram que, houve uma redução de 16% na ingestão de alimentos, 13% no número de ovos, 8% no peso corporal e 4% no peso dos ovos, e, que não houve diferenças no desempenho com relação a linhagem das aves.

3.5. Sistemas de controle do ambiente

O condicionamento térmico é função basicamente do isolamento térmico e da ventilação. A radiação solar incidente e o calor gerado pelos animais, constituem as principais fontes de calor nas edificações. O primeiro pode ser controlado pelo isolamento térmico, e o segundo, pela ventilação, Watson (1971).

A freqüente situação de altas temperaturas dentro dos aviários, geralmente é devida mais à má concepção e adequação das instalações, do que propriamente a adversidade climática, sendo necessária a utilização de sistemas naturais e artificiais, para o controle eficiente do ambiente.

Segundo Chancellor (1991), a maximização do condicionamento natural pode ser alcançada pela redução da insolação nas superfícies externas, eliminação da radiação solar direta, controle da velocidade do vento, e forros ventilados. Porém, a medida que a massa da edificação diminui, aumenta a importância do isolamento (Mascaró & Mascaró, 1988), e como a ventilação transfere calor, a quantidade de ar movimentado precisa ser monitorada para o controle da temperatura e remoção de umidade (Alluci, 1983; Nääs, 1989).

3.5.1. Ventilação natural e o efeito termossifão

De acordo com Bond (1967), a melhoria das instalações reflete em uma melhor eficiência alimentar, melhor crescimento, melhor controle de enfermidades e parasitas, melhor produção e qualidade dos ovos, e, por fim, redução da mortalidade.

A primeira condição de conforto térmico dentro de uma instalação é que o balanço térmico seja nulo, ou seja, o calor produzido pelo organismo animal, mais o calor ganho do ambiente seja igual ao calor perdido através da radiação, da convecção, da condução, da evaporação e do calor contido nas substâncias corporais eliminadas. Caso contrário, o animal tem que se defender utilizando outros mecanismos de termorregulação. A produção de calor bem como a sua dissipação para o meio, é um processo interativo, que depende diretamente da fisiologia animal, e das condições termodinâmicas do ambiente, Esmay (1982).

Para o balanço térmico da edificação, considera-se o calor produzido dentro da estrutura, bem como o calor recebido pela incidência solar, especialmente no telhado, e aquele proveniente das trocas por condução e convecção, (Nääs, 1989). Na prática, pode-se desprezar o calor transmitido para o solo, o de radiação transmitido pelas paredes e o estocado pelo edifício (Bucklin et al., 1988), resultando na seguinte expressão:

$$q_a + q_s \pm q_c \pm (q_{ve} \pm q_{vs}) - q_e = 0 \dots\dots\dots \text{eq.(3.1)}$$

em que:

- q_a - taxa de produção de calor produzido pelos animais, W;
- q_s - taxa de produção de calor proveniente da carga térmica solar, W;
- q_c - taxa de produção de calor transmitido por condução, W;
- q_{ve} - taxa de produção de calor transmitido pela ventilação de entrada, W;
- q_{vs} - taxa de produção de calor retirado pela ventilação, W;
- q_e - taxa de produção de calor de evaporação, W.

Nas regiões em que a temperatura se mantém quase sempre acima da requerida para o conforto das aves, deve prevalecer uma ventilação baseada na razão térmica, e o projeto deverá estar orientado para esta necessidade, ou seja, o de extrair o calor liberado pela poedeiras, Curtis (1983).

As exigências de ventilação obedecem a critérios distintos. A ventilação de higiene tem caráter permanente, enquanto a de conforto térmico varia com as flutuações ambientais. De acordo com Curtis & Backström, (1992), para estas condições, o conhecimento do comportamento do fluxo de ar é essencial para o entendimento do ambiente térmico.

A ventilação natural tem sido estigmatizada em termos de condicionamento térmico, em virtude de sua dependência das condições do vento externo, da instabilidade e pelas alterações similares às flutuações externas. Por outro lado, no sistema dinâmico, mesmo com o funcionamento do de ventiladores a pleno regime, a temperatura interna tende a elevar-se de forma contínua, à medida que a temperatura externa aumenta, Chosson et al.,(1989).

As forças naturais disponíveis para o aumento do movimento do ar, através das aberturas do edifício são a ação do vento, e a diferença de temperatura entre o interior e o exterior (Mascaró & Marcaró, 1988; Nääs, 1989).

A ventilação natural pode ser oriunda da "ação do vento", ou por "diferença de temperatura".

Num estudo simulado com os dois sistemas, Zhang et al.,(1989), observaram que, quando a ventilação externa aumenta, a taxa por "ação do vento" cresce linearmente, enquanto o "efeito chaminé" decresce. A ventilação total aumenta vagarosamente pela ação do vento, em situações com predominância (ou igualdade) do efeito chaminé. Porém, quando a direção do vento sofre desvio em relação a orientação da estrutura, a eficiência da ação do vento decresce, melhorando o efeito chaminé, que aumenta. A temperatura

interna diminui com o aumento da velocidade do ar, e o contrário também ocorre. O efeito chaminé predomina em velocidades menores que 0,5m/s, e a ação do vento, quando superior a 3m/s.

A ventilação adequada dentro de uma edificação é de extrema importância, pois é responsável pela remoção da umidade, dispersão dos gases e dispersão do excesso de calor. No caso de épocas frias, quando se deseja manter o calor dentro das edificações, a ventilação deve ser adequada apenas para a renovação do ar, e a eliminação de gases e umidade.

Quando a temperatura ambiente for superior à ótima, é necessário aumentar a taxa de ventilação, a fim de eliminar o calor produzido pelos animais e para evitar uma temperatura excessiva dentro da instalação. A ventilação destes ambientes pode promover melhorias nas condições termohigrométricas, podendo representar um fator de conforto térmico de verão ao incrementar trocas de calor por convecção e evaporação.

A velocidade máxima de vento perto dos animais confinados não deve ultrapassar a 0,2 m/s. Se ultrapassar esse valor problemas pulmonares surgirão, Muller, (1982).

Segundo Curtis (1983), Costa (1982), ASHRAE (1985), a ação dos ventos, embora intermitente, ocasiona o escalonamento das pressões no sentido horizontal, podendo ser intensificada por meio de aberturas dispostas convenientemente.

As instalações para animais com adequada entrada de ar pelas paredes e saída por aberturas no telhado, permitem uma ventilação contínua através das forças do efeito sifão térmico. Os animais e outras fontes de calor suplementar, favorecem a eficiência na ventilação natural, e possibilitam um ambiente agradável.

Para Randall (1975), a ventilação controlada através de aberturas produz uma boa conversão alimentar, e redução significativa da mortalidade.

Segundo Ollita (1978), o lanternim é a parte mais importante do telhado, condicionando a perfeita ventilação no interior de aviários, permitindo a circulação constante do ar fresco no interior dos galpões. Baseado em observações obtidas em diversas granjas do Estado de São Paulo, o autor recomenda que o lanternim seja construído em toda a extensão do telhado, guardando uma abertura vertical de 0,15 a 0,30 metros com as seguintes relações entre as dimensões dos telhados:

Tabela 3.2. Dimensões recomendadas para o lanternim, em função da largura do galpão. (Ollita, 1978).

Largura do galpão (m)	Pé direito (m)	Abertura transversal do lanternim (m).	Abertura vertical do lanternim (m).
8,00	2,70	0,60	0,15
10,00	2,80	1,00	0,20
12,00	2,90	1,30	0,25
14,00	3,00	1,50	0,30

Segundo ASHRAE (1985), a diferença de temperatura do ar no interior do galpão provoca variação na densidade do mesmo, que por efeito termossifão, causa diferença de pressão no sentido vertical. O fluxo de ar é função de três fatores: da diferença de temperatura do ar entre o interior do galpão e o exterior, das aberturas de saída do ar pelo lanternim e de entrada do ar pelas laterais, e por fim, da diferença de nível entre as aberturas.

Usando o princípio de Arquimedes, Bruce (1982) estudou a teoria da ventilação por gravidade e do plano neutro de pressão em um protótipo, obtendo a equação de fluxo de ar em função da diferença de temperatura e da configuração da instalação.

$$V_T = AC (2g H (T_i - T_e) T_i - 1)^2 \dots \dots \dots \text{eq.(3.2)}$$

em que:

V_T - ventilação devido ao termossifão, (m^3/s);

A - área das aberturas de entrada e saída de ar, (m^2);

C - coeficiente de penetração do ar nas aberturas, (0,6 a 0,7);

g - aceleração da gravidade, ($9,8 \text{ m/s}^2$);

H - altura do lanternim com relação ao plano neutro, (m);

T_i - temperatura absoluta do ar interno, (K);

T_e - temperatura absoluta do ar externo, (K).

Como pode ser observado na figura 3.4. , o plano neutro está localizado onde a pressão estática é nula. A altura desse plano varia com o diferencial de temperatura do ar, no interior da edificação, e com a velocidade do vento. Por outro lado, na ausência de vento, a ventilação natural será tanto maior quanto mais afastadas forem as aberturas de entrada e saída do ar em relação ao plano neutro.

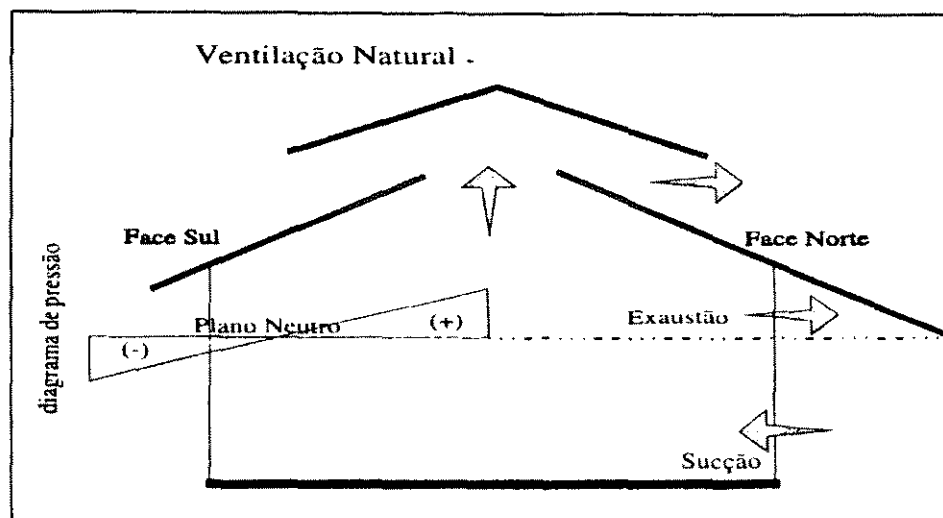


Figura 3.4. Esquema de um galpão com detalhes dos elementos de ventilação natural, do plano neutro e do diagrama de pressão estática.

Timmons & Bughman (1984) estudaram os efeitos da ventilação e concluiu que, quando a abertura do telhado é inferior a 0,30 metros, e está localizada a 3,6 metros do piso, a razão de ventilação não varia significativamente com a diferença de temperatura do ar interno e externo.

Baseado nos estudos de ventilação devido ao efeito termossifão, em instalações com 11 metros de largura, o autor apresenta um modelo de ventilação natural, com o uso de um mecanismo móvel na cobertura denominado *Flex House*. Este se apresenta na forma de um lanternim com 1,2 metros de abertura, que é automaticamente controlada de acordo com a necessidade de ventilação.

A eficiência da ventilação natural pode ser aumentada com o emprego de canais de saída do ar (chaminé de ventilação), e de um eventual aquecimento natural da coluna de ar da chaminé. Assim o cálculo da ventilação natural é feito em função da diferença de temperatura, e identificando as perdas de carga, que se verificam no deslocamento do ar quente, através das aberturas de passagem de ar (janelas, venezianas, lanternim, etc.), Costa (1982).

O efeito do lanternim para aves foi estudado por Haridoim et al., (1989a, 1989b), onde mostraram que o lanternim é uma estrutura importante no condicionamento térmico no interior dos galpões em condições de calor. Afirma também o autor, que este efeito pode ser prejudicial em períodos noturnos, pois facilita o resfriamento da instalação.

Para Choinière & Munroe (1990), o lanternim age somente como saída de ar. Mas, segundo estes autores, durante dias frios, para instalações com a possibilidade de fechamentos, o lanternim pode funcionar simultaneamente como entrada e saída de ar. Recomenda ainda, que é extremamente necessário o ajuste das aberturas em ambas as paredes finais da construção, pois quando a direção do vento estiver paralela à construção, essas aberturas podem promover uma ventilação adequada.

Vários autores tem demonstrado que o uso de lanternim largo, não apresenta vantagens em relação ao estreito, se houver aberturas suficientes nas paredes laterais.

Tinôco (1996) afirma que, para galpões com larguras iguais ou superiores a 8,0 metros, o uso do lanternim é imprescindível. Este deve permitir abertura de 10% da largura do galpão, em todo o comprimento da cobertura, com uma sobreposição de telhados com afastamento de 50% desta abertura ou, no mínimo, 0,40 metros. Relata que, para regiões expostas a chuvas de vento, ou grandes amplitudes térmicas (noites e dias ou invernos e verões termicamente muito diferenciados), os lanternins deverão ser equipados com sistema que permita fácil fechamento das aberturas.

D'Alfonso et al. (1996), estudaram a evolução e compararam a eficiência do controle ambiental, quantificando o perfil da temperatura dentro de aviários suspensos, com 21m de largura e 209m de comprimento. Analisaram diferentes sistemas de ventilação, com pressões diferenciadas, ou seja, positiva, negativa, e com placas refletoras. Concluíram que a disposição dos sistemas de abertura nos galpões é muito importante, para aumentar a eficiência da ventilação.

3.5.2. Resfriamento adiabático evaporativo

As trocas de calor entre o animal e o ambiente correspondem à soma das trocas que se processam por radiação, convecção e condução, e segundo Curtis (1983), estas trocas são por vias sensível e latente.

Esmay (1982) estabeleceu que a quantidade de calor trocado entre o animal e a sua circunvizinhança, em qualquer tempo, depende das condições termodinâmicas do ambiente. Quando a temperatura é maior ou menor que a faixa estabelecida como ótima de conforto animal, faz-se necessário o

emprego de artifícios capazes de manter o equilíbrio térmico entre o animal e o meio.

Geralmente em climas quentes, as temperaturas no interior das instalações, são muitas vezes elevadas, e freqüentemente, resultam em um extremo desconforto para as aves, ocasionando doenças e baixa produtividade. Há porém, a necessidade do emprego de vários sistemas para modificar a temperatura do meio ambiente interno dos galpões.

De acordo com Tinôco (1995), uma das formas mais efetivas de resfriamento do ar, que podem ser adotadas em instalações abertas ou fechadas, é o resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), o qual possibilita uma redução substancial da temperatura do ar de até 12°C, nas regiões mais secas, e em média 6°C, nas condições brasileiras.

Basicamente os sistemas de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE), consistem em mudar o ponto de estado psicrométrico do ar, para maior umidade e menor temperatura, mediante o contato do ar com uma superfície umedecida ou líquida, ou com água aspergida ou pulverizada. Como a pressão de vapor do ar insaturado a ser resfriado, é menor que a da água de contato, ocorre a vaporização da água; o calor necessário para esta mudança de estado vem do calor sensível contido no ar e na água, resultando em decréscimo da temperatura de ambos, e, conseqüentemente, do ambiente (Wiersma & Stott, 1983). Segundo esses autores o processo pode ser explicado pelo gráfico psicrométrico. Na figura 3.5., o ponto de estado A representa o ar não saturado na fase inicial de acionamento de um dos sistemas (SRAE). Caso houvesse saturação, o ponto de estado se deslocaria para o ponto B. Entretanto, isso não ocorre devido a eficiência dos sistemas, o ponto desloca-se somente até B. Nesse processo, a temperatura de bulbo úmido permanece constante, mas ocorre redução da temperatura de bulbo seco e aumento da umidade relativa. O deslocamento do ponto de estado depende da eficiência do SRAE adotado.

Para Whitaker (1979), a eficiência de aplicação do SRAE depende da diferença entre as temperaturas bulbo seco e úmido (depressão psicrométrica), típica de cada região. Esse autor relata que o uso do SRAE permitiu uma queda de 4 a 7°C na temperatura, em uma região dos Estados Unidos, que correspondia a uma depressão psicrométrica ($T_{bs}-T_{bu}$) ao meio dia de 7 e 9°C. Em uma outra região, a redução da temperatura foi de 8 a 11°C, que corresponde a uma depressão psicrométrica de 14 a 17°C.

Canton (1982), trabalhando com o SRAE em aves, chamou a atenção para o ciclo diurno de certas regiões úmidas, que a maior temperatura de bulbo seco (T_{bs}) foi acompanhada pela menor umidade relativa (UR%), possibilitando o uso do SRAE nas horas de maior estresse calórico dessas regiões.

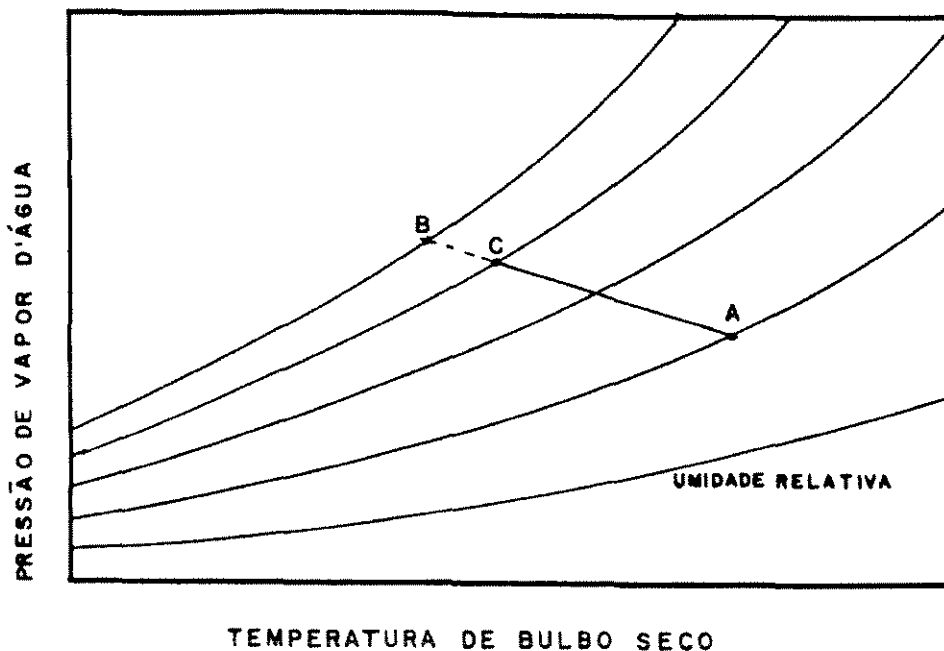


Figura 3.5. Esquema do desempenho do SRAE, mostrado pelo gráfico psicrométrico.

Acredita-se que a eficiência do SRAE seja maior em climas quentes e secos, devendo ser tomados os devidos cuidados com diferentes manejos, principalmente em regiões úmidas.

Tinôco (1996) relatou que o SRAE do ar pode ser obtido por vários processos, destacando-se:

- a) Nebulização, associada a ventilação;
- b) Aspersão de água sobre a cobertura;
- c) Sistema de material poroso acoplado ao ventilador e tubo de distribuição do ar.

3.5.2.1. Sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por nebulização

O sistema de nebulização adotado, permite a formação de gotículas extremamente pequenas, que aumentam a superfície de contato de uma gota d'água exposta ao ar, assegurando uma evaporação mais rápida.

A nebulização associada a movimentação do ar, ocasionada pelos ventiladores, acelera a evaporação, e evita que a pulverização ocorra em um só local, e venha molhar a cama. Um nebulizador bem calibrado com água limpa, é capaz de dividir uma gota d'água em 611 gotículas com diâmetro de 0,5mm, e área total cerca de 850 vezes maior, de acordo com Marques, (1992).

Ao passar do estado líquido para o gasoso, a água retira do ambiente cerca de 584 kCal para cada kg de água evaporada, dependendo da temperatura do ambiente (Lee & Sears, 1992).

Na prática, trabalhos conduzidos no Brasil, detectaram uma redução média de 6°C com 5 minutos de uso de nebulizadores. A eficiência do sistema de nebulização depende ainda da disposição dos bicos em relação aos ventiladores.

A nebulização de água sem os ventiladores ou outro sistema de controle, pode conduzir ao umedecimento da cama ou aumento exagerado da umidade relativa local. (Walker & Cotter, 1968; Marques, 1982; Montero, 1982).

Winn & Godfrey, apud Wilson et al., (1983), questionaram o uso de técnicas de resfriamento que promovam o acréscimo da umidade relativa do ambiente, alegando que alta umidade relativa decresce a habilidade das aves de dissiparem calor pela respiração, entretanto Reece & Deaton, também citados por Wilson et al., (1983), demonstraram que o efeito benéfico da redução de altas temperaturas, excede a desvantagem oriunda da elevação de umidade relativa.

Pesquisando o efeito combinado da temperatura de bulbo seco e da umidade, na temperatura interna do corpo, na taxa de respiração das aves, em condições de verão, Canton et al., (1983), demonstraram que houve uma redução no estresse térmico de machos reprodutores pesados, quando as condições do meio ambiente foram mudadas de alta temperatura de bulbo seco e baixa umidade, para baixa temperatura e alta umidade relativa. Uma redução adicional na temperatura abaixo de 27°C e acréscimo na umidade relativa de 82%, para temperatura de 20 e 24°C, não promoveram maior redução na temperatura interna do corpo nem na taxa de respiração das aves.

Wilson et al. (1983), ao conduzirem experimento em dois galpões para aves de corte, com e sem uso de SRAE, em condições de verão, na Virgínia, EUA, concluíram que as aves criadas em galpões com SRAE apresentaram maior peso corporal, melhor conversão alimentar e menor mortalidade com uma redução na temperatura de bulbo seco de 3,3 a 4,4°C.

O uso do SRAE associando ventilação e nebulização, foi estudado por Bottcher et al. (1992), que obtiveram uma redução de 6°C na temperatura interna dos aviários.

Em 1988, no Brasil, Tinôco analisou aves de corte durante o verão, numa região tropical chuvosa, e verificou que sob condições idênticas de

construções, manejo, idade, raça, os galpões equipados com o SRAE proporcionaram um melhor conforto térmico às aves. Os melhores resultados foram representados por um acréscimo de 13,3% no ganho de peso, e 18,35% de redução na conversão alimentar. Além disso, no final do lote, as aves submetidas ao SRAE, tiveram seu peso vivo 14,4% maior que as aves desprovidas do sistema.

Já em 1996, Tinôco avaliou alguns sistemas de acondicionamento de ambientes, no desempenho de matrizes pesadas de frangos de corte. Em seus estudos, analisou os sistemas de exaustão eólica (SEXE), ventilação forçada (SVEN) e três sistemas de resfriamento adiabático evaporativo: aspersão sobre os telhados (SASP); nebulização (SNEB); e sistema com material poroso acoplado ao ventilador e tubo de distribuição (SPVT). Concluiu que as condições de conforto foram melhores nos sistemas SPVT; SNEB e SVEN respectivamente. Com relação ao desempenho das aves os melhores resultados também foram obtidos pelos sistemas: SPVT; SNEB e SVEN. Os piores resultados foram obtidos com o sistema SEXE.

3.6. Conforto térmico e arborização

A reduzida informação sobre o comportamento da transmissão da radiação solar através de árvores, em contraponto ao amplo conhecimento do importante papel da vegetação no controle dos extremos ambientais, indica e justifica a pesquisa dos efeitos da arborização no clima (Peixoto et. al. 1995).

Cabe, inicialmente destacar que a vegetação pode exercer modificações climáticas a nível de macro, meso e microclima. Sattler (1992) apresentou uma classificação em escala, originária das distâncias relativas da arborização à estrutura, de forma a maximizar os projetos de arborização. Para o autor, considera-se mesoescala distâncias de um a dezenas de quilômetros e, microescala distâncias de dezenas a centenas de metros.

É sobre o conforto térmico, cujos os objetivos são: a redução e controle da radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e a velocidade do vento, que a ação moderadora da vegetação mais se manifesta, Sattler (1992).

Estudos realizados por Kratzer (1956), comprovam que as áreas desprovidas de vegetação tornam-se muito quentes ao meio-dia e frias à noite; as áreas densamente vegetadas apresentam uma temperatura sem grandes variações diurnas, sendo consideravelmente mais frescas que as anteriores. Configura-se, pois, uma variabilidade considerável nos climas, os quais, por sua vez, dependendo da radiação solar recebida, bem como do regime dos ventos e de precipitação ou umidade, e, em consequência, da temperatura resultante, definirão climas mais ou menos confortáveis para o usuário (seja ele o homem ou os animais).

Para Cavalheiro (1994), deve-se pensar no que se deseja conseguir com a arborização; se fornecimento de sombra; abrigo para o sol poente; proteção contra vento, ruídos e poeira ou diminuir a refletividade solar.

Os efeitos da arborização sobre o conforto ambiental podem ser analisados sob diferentes aspectos, a saber: radiação solar; velocidade dos ventos; umidade relativa do ar dentre outros citados por Sattler (1992).

Em relação à radiação solar a vegetação tem um comportamento seletivo em relação aos comprimentos de ondas. Absorve cerca de 90% da radiação visível e 60% da infravermelha. A radiação visível absorvida é utilizada para suas funções vitais. Uma pequena parte da radiação é transmitida por meio das folhas e o restante se reflete, (Rivero, 1986). Assim, através da arborização, tem-se uma atenuação da radiação de onda curta, evitando os efeitos de ofuscamento e reflexões no aquecimento das superfícies, e conseqüentemente, do calor emitido por estas.

Cabe ressaltar que, mesmo na condição de ausência de folhas, é considerável a interceptação de radiação pelo esqueleto da árvore. Existe uma

grande disparidade nos valores apontados por diversos autores, mas, segundo Heisler (1974), árvores de copa rala interceptam de 60 a 80% da radiação direta incidente, enquanto que árvores de copa densa e espessa interceptam até 98%.

No balanço de radiação interceptada por uma árvore, de 10 a 25% da fração interceptada é refletida de volta ao espaço circundante, e o restante, ou é absorvido para fins de transpiração, fotossíntese, ou se transforma em calor, aquecendo o ar diretamente em contato com a árvore. Este aquecimento do ar, no entanto, é pouco significativo, não chegando a modificar o efeito maior da vegetação, de alterar o microclima do seu entorno, no sentido de reduzir a temperatura do ar, Hoyano (1988).

Comparando o meio rural com o meio urbano, Lombardo (1990), relatou que normalmente as temperaturas no meio rural são menores, em média de 0,5 a 1°C, em relação às áreas urbanas. Este diferencial, segundo o autor, é causado pelos maiores índices de absorção e reflexão da radiação solar, apresentados pelas superfícies como cimento, asfalto, aço, entre outros, que provocam o aquecimento do ar circundante, elevando a temperatura ambiente, e diminuindo a umidade relativa.

Ressaltamos porém, que se tratando de um complexo agro-industrial, como uma indústria de produção animal, por exemplo, formada por um conglomerado de instalações com vias asfaltadas, a relação entre as variações de temperatura, entre o meio rural e urbano, seriam praticamente as mesmas.

Para Detzel (1992) a evapotranspiração dos vegetais contribui para o rebaixamento da temperatura, principalmente no período do verão. Segundo Kramer & Koslowski (1972), uma árvore isolada pode transpirar aproximadamente 400 litros d'água por dia, desde que suprida suficientemente de água no solo, cujo efeito equivale ao produzido por 5

condicionadores de ar com capacidade de 2500 kCal cada, funcionando 20 horas por dia.

É sabido que, em regiões de clima quente e seco, os baixos índices de umidade relativa do ar, além do desconforto, causam problemas no sistema respiratório dos animais. Dessa forma à medida que a evaporação se desenvolve, a umidade do ar se eleva, e, desde que umidade suficiente esteja presente no solo, as árvores constituem eficientes bombas hidráulicas, absorvendo a umidade do solo e liberando-a na atmosfera (Pitt, 1988).

De maneira geral, para Cavalheiro (1994), algumas considerações devem ser observadas no planejamento de uma arborização, sob o aspecto de conforto ambiental: as árvores possibilitam rebaixamento de temperatura de 6 a 8°C através da fotossíntese; rebaixamento de temperatura através da sombra; estabelecimento de circulação do ar, devido à diferença de temperatura; enriquecimento da umidade relativa do ar, através da transpiração da fitomassa (300 - 450 ml de água/ m² de área); diminuem a reflexão da luz solar; consomem de gás carbônico e liberam de oxigênio; devido à fotossíntese e respiração filtram o ar retendo partículas sólidas nas folhas; diminuem a velocidade dos ventos e atenuam os ruídos.

As pesquisas relacionadas à arborização no meio rural, visando melhoria nas condições de conforto e conseqüentemente na produção, estão relacionadas com o sombreamento natural, e mais aplicados ao gado leiteiro em pastos (Sleutjes & Lizierie, 1991; Graves, 1988; Bacari, 1986; Hahn, 1981). Alguns compararam a eficiência da sombra fornecida pelas árvores e telhados na redução da carga térmica de radiação, com os mais diferentes materiais de cobertura (Kelly et al. 1954; Hahn & Hruska, 1976).

No Brasil, as pesquisas relacionadas com arborização no meio rural, estão relacionadas à determinação de metodologias de avaliação da qualidade de sombra, e comparação de algumas espécies quanto à qualidade de sombra, o que foi demonstrado pelos autores Garboggini et al., 1995; Silva et

al., 1995; Silva et al., 1997. Esses autores trabalharam especificamente com a qualidade da sombra de espécies como: *Ocotea odorifera* (Sassafras); *Ochroma pyramidale* (Pau de canoa); *Lafoensia glyptocarpa* (Mirinduba); Sapucaia e Sibipiruna.

Porém, os primeiros trabalhos relacionados a influência direta da arborização na produção animal, mais especificamente aves de postura, iniciaram no Brasil com as pesquisas de Silva et al.,(1994); (Nääs et al.,1997).

3.7. Influência da temperatura da água de bebida na produção de ovos

A galinha, quando sente calor, pode beber mais água do que o usual. O consumo de água é portanto, maior em ambientes quentes, e o mesmo acontece com o volume de fezes. O livre acesso a água de bebida é um fator importante na resistência das aves ao calor (Sturkie,1967; Zirles, 1975).

Estudos mostram que as aves podem perder até 90% de suas reservas de gordura, 50% das reservas de proteína, mas não mais do que 20% das reservas de água do seu organismo, sem comprometimento da sobrevivência (Macari, 1995).

A água exerce papel crucial na absorção e eliminação do calor corporal, durante os períodos de altas temperaturas ambientais. Pesquisadores já mostraram que a quantidade de água ingerida pelas poedeiras aumenta com a elevação da temperatura ambiente.

Lesson & Summers, apud Macari (1995), evidenciaram também o efeito do aumento da temperatura ambiente sobre a ingestão. No entanto vários autores mostram que esse efeito é transitório, desaparecendo com a aclimação das aves.

Dados de Kuney, apud Tardin (1989), trabalhando com poedeiras comerciais na Califórnia, durante os quatro meses mais quentes do ano (temperatura até 36°C) demonstraram que grupos de poedeiras, que recebiam água mais fresca (1,4 à 4°C abaixo do normal), resfriada antes de chegar ao bebedouro, consumiam 5 gramas a mais de ração por dia e, como consequência, aumentavam a produção e o peso dos ovos. Essas observações podem ser analisadas na tabela 3.3.

Obviamente a temperatura da água interfere no seu consumo. Este diminui quando a temperatura da água aumenta. Essa afirmação pode ser verificada com os resultados apresentados na tabela 3.4.

Tabela 3.3. Efeito da temperatura da água no rendimento de poedeiras comerciais (Tardin, 1989).

Fatores	Temperatura da Água (°C)	
	Ambiente	Fresca (1,4 a 4°C)
Consumo de Ração (g)	92,0	97,0
Produção (%)	64,3	67,3
Peso dos Ovos (g)	54,6	55,0

Estudos demonstram que a resposta desencadeada no nervo lingual da ave, inicia-se quando a temperatura da água está na faixa de 24°C. Quando a temperatura da água atinge 36°C, há grande aumento da atividade nervosa, dez vezes maior do que a 24°C. Esse efeito neurofisiológico mostra que a temperatura da água acima de 24°C já é capaz de ser percebida pela ave, e que, em temperaturas maiores, a transmissão da informação térmica (isto é,

água quente) é emitida para o sistema nervoso central do animal. Presume-se que, se houvesse a possibilidade da escolha, a ave escolheria água a temperatura igual ou inferior a 24°C (Macari, 1995).

Tabela 3.4. Ingestão diária (litros/1000 aves) de água em diferentes temperaturas (Macari, 1995).

Ave	Idade (Semanas)	Temperaturas Ambiente (°C)	
		20	32
Franga Leghorn			
	04	50	85
	12	115	190
	18	140	220

BeKer & Teeter, (1994), estudaram o efeito da temperatura da água de bebida na performance de aves submetidas ao estresse calórico. Aves sob ambientes térmicos diferentes, a 37°C e 24°C, tiveram comportamentos diferenciados quando forneceram água de bebida na temperatura de 12,8°C. Concluíram que a temperatura da água de bebida em temperaturas elevadas, está correlacionada com o consumo de alimento e a proporção de crescimento; pois afirmam os autores, que a temperatura da água de bebida sendo abaixo da temperatura corporal, faz com que aumente o desempenho das aves durante o estresse calórico.

O consumo de água, aumenta quando a temperatura ambiental é elevada. Barrot & Pringle, (1947) e Joiner & Huston (1957), verificaram também que o aumento da temperatura da água está relacionado com o aumento da temperatura interna da instalação.

Em 1957, Milligan et al., estudaram o efeito de três temperaturas de água de bebida para aves (10°C; 21°C; 32,3°C), durante dias quentes. Concluíram que na temperatura de 32,3°C ocorreu uma redução no crescimento e na eficiência da ingestão de alimentos. Porém, os resultados foram semelhantes para as temperaturas de 10°C e 21°C.

Harris et al. (1975), verificaram o efeito de duas temperaturas de água de bebida (23,9°C e 35°C) no desempenho das aves de corte com relação, a temperaturas do ambiente (35°C; 30,8°C; 26,7°C). Concluíram que a água na temperatura de 23,9°C não apresentou influência significativa no aumento do ganho de peso e no consumo alimentar, quando comparados com a temperatura da água de bebida a 35°C.

Segundo Costa (1980), em temperaturas moderadas (20°C), o consumo de água de uma poedeira, é aproximadamente 1,9 a 2 vezes maior do que a quantidade de alimento que ela ingere. Quando a temperatura do ambiente é mais alta, o consumo de água pode aumentar de 4 a 5 vezes em relação a quantidade de alimento ingerido. Com temperaturas superiores a 30°C, o consumo de água pode chegar a 0,5l /ave/dia. A razão principal desse aumento súbito acima de 27°C, é devido ao aumento da perda de água pelo processo de resfriamento por evaporação. A disponibilidade portanto, de água fria é um fator essencial para estimular o consumo de alimento.

Portanto, cuidados especiais devem ser observados no verão, quando a temperatura da água atinge níveis muito próximos ou maiores que 36°C.

3.8. Indicativos de conforto

As instalações devem ser planejadas de modo a proporcionarem as melhores condições possíveis de conforto térmico aos animais. Com o objetivo de determinar níveis de conforto térmico, nas condições ambientais,

vários índices tem sido desenvolvidos. Esses são funções de vários parâmetros interrelacionados, denominados parâmetros de conforto. Dentre estes, os parâmetros ambientais mais importantes são a temperatura, a umidade relativa do ar, a velocidade dos ventos e a radiação do ambiente, a qual pode ser caracterizada pela temperatura radiante média e/ ou pelas temperaturas superficiais dos elementos que circundam o ambiente, (Marta Filho, 1993).

Os índices de conforto térmico, segundo Moura & Nääs (1993), apresentam, em uma única variável, tanto os fatores que caracterizam o ambiente térmico que circula o animal, como o estresse que tal ambiente possa estar exercendo a ele.

Vários índices de estresse ambiental vem sendo utilizados em animais considerando a taxa respiratória, o volume respiratório, a pulsação, a temperatura da superfície corporal, a temperatura interna corporal, o nível de atividade, o tipo de cobertura do corpo, e outras características fisiológicas. A temperatura do corpo, a taxa respiratória e o volume respiratório são respostas ao estresse térmico mais utilizadas, isoladamente ou em combinação, para o desenvolvimento dos índices de conforto térmico, Fehr et. al.,(1993).

Uma classificação dos índices de conforto térmico, foi proposta por Nääs (1989), de acordo com a maneira com que foi desenvolvido:

- a) Índices biofísicos: são aqueles baseados nas trocas de calor entre o corpo e o ambiente, correlacionando os elementos de conforto com as trocas de calor que os originam.
- b) Índices fisiológicos: são aqueles que se baseiam nas relações fisiológicas originadas por condições conhecidas de temperatura ambiente, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos.
- c) Índice subjetivos: são os que se baseiam nas sensações subjetivas de conforto, experimentadas em condições em que os elementos de conforto térmico variam.

Muitos índices foram desenvolvidos para humanos, vestidos ou não. Alguns deles podem ser mais aplicáveis a certas faixas e tipos de ambientes que outros e seu uso necessita de alguns cuidados quando aplicados a outros homeotermos, Clark (1981).

Uma das mais importantes causas do estresse térmico para o homem e o animal, é a radiação solar. Um índice que envolve esse fator foi determinado por Minard et. al., (1957), citados por Clark (1981). O índice de temperatura de globo e umidade (WBGT) é baseado nas medidas da temperatura de globo negro, da temperatura ponto de orvalho e da temperatura ambiente. O índice WBGT é dado por:

$$\text{WBGT} = 0,7 T_{bu} + 0,2 T_g + 0,1 T_a \dots\dots\dots \text{eq.}(3.3)$$

Para locais sombreados e bem ventilados, tem-se:

$$\text{WBGT} = 0,7 T_{bu} + 0,3 T_g \dots\dots\dots \text{eq.}(3.4)$$

Em que:

- T_{bu} - temperatura de bulbo úmido, (°C);
- T_g - temperatura de globo negro, (°C);
- T_a - temperatura ambiente, (°C).

De acordo com Buffington et al., (1981), o índice de conforto mais comum existente é o índice de temperatura de globo e umidade (THI), desenvolvido originalmente por Thom (1958), e adotado pela U.S. Weather Bureau em 1959, como índice de conforto térmico para humanos.

$$\text{THI} = T_{bs} + 0,36 T_{bu} + 41,5 \dots\dots\dots \text{eq.}(3.5)$$

em que:

Tbs - temperatura de bulbo seco, (°C);

Tbu - temperatura de bulbo úmido, (°C);

Para Bunfington et. al. (1981), o THI engloba os efeitos combinados de temperatura de bulbo seco e úmido para o conforto e performance animal. O BGHI (índice de temperatura de globo negro e umidade) integra a temperatura de bulbo seco, umidade, nível de radiação e movimentação do ar. A equação que descreve o BGHI, é dada por:

$$BGHI = Tg + 0,36 Tpo + 41,5 \dots\dots\dots eq.(3.6)$$

em que:

BGHI - índice de temperatura de globo negro e umidade;

Tg - temperatura de globo negro, (°C);

Tpo - temperatura ponto de orvalho, (°C);

O mesmo autor afirma que o BGHI é um indicador mais preciso do conforto térmico animal e da produção animal, quando comparado ao THI em condições ambientais onde a radiação solar, ou velocidade do vento, são altas. Em condições de moderada radiação solar o BGHI e o THI são igualmente eficientes, como indicadores do conforto térmico do animal.

A carga térmica de radiação (CTR) é a radiação total recebida por um corpo de todo o espaço circundante. Esta definição não engloba a troca líquida de radiação entre o corpo e o seu meio circundante, mas inclui a radiação incidente no corpo (Bond & Kelly, 1955).

Em condições de regime permanente esse índice expressa a radiação total recebida pelo globo negro, considerando o efeito da velocidade do vento, e temperatura ambiente. Segundo Esmay (1982), a equação que descreve a carga térmica de radiação é:

$$CTR = \sigma (TMR)^4 \dots \dots \dots \text{eq.}(3.7)$$

$$TMR = 100 \{ [2,51 \times (Vv)^{1/2} \times (Tg - Ta) + (Tg/ 100)^4]^{1/4} \} \dots \dots \dots \text{eq.}(3.8)$$

em que:

CTR - carga térmica de radiação, (W/m²);

σ - constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8}$ (W/ m² K⁴);

TMR - temperatura média radiante, K;

Vv - velocidade do vento, m/s;

Ta - temperatura ambiente, K;

Tg - temperatura de globo negro, K.

Segundo Sevegnani (1997) também é muito utilizada a temperatura de globo negro (Tg), como parâmetro para a avaliação das condições internas das instalações. Portanto, decidiu-se utilizá-la como índice, na comparação dos diferentes tipos de sistemas de acondicionamento natural estudados.

Para Bedford & Warner (1934), o termômetro de globo é uma maneira de se indicar os efeitos combinados de radiação, convecção, e sua influência no organismo vivo.

3.9. Modelagem matemática em avicultura

Alguns modelos são usados como padrões para os dimensionamentos em avicultura. Timmons (1986) apresenta os modelos abaixo, relacionados com o sistema de produção. São considerados o balanço térmico e o calor latente das aves. O balanço para o modelo da instalação é dado por:

$$Vt. Cp(Ti - To) = Qs + Qsolar - QLo \dots \dots \dots \text{eq. (3.9.)}$$

$$VH(Wi - Wo) = Qi \dots \dots \dots \text{eq. (3.10)}$$

em que:

Vt - Padrão de ventilação requerida para a remoção do calor sensível,
[kg/s];

Cp - Calor específico do ar, [kJ/kg.°C];

Ti - Temperatura do ar na entrada, [°C];

To - Temperatura do ar na saída, [°C];

Qs - Calor sensível total das aves, [kJ];

Qsolar - Calor solar (radiação), [kJ];

Qlo - Condutibilidade térmica, [kJ/m°C.s];

VH - Ventilação requerida para remoção da umidade, [kg/s];

Wi - Umidade na entrada da construção, [kg umidade/kg ar seco];

Wo - Umidade na saída da construção, [kg umidade/ kg ar seco];

Qi - Produção de calor por vaporização, [kJ].

Pickering (1982) apresenta modelos para análise do ambiente, onde os elementos de entrada são temperaturas de bulbo seco, sendo calculadas as radiações solar direta e difusa com os demais dados ambientais fornecidos ao modelo.

Reece e Lott (1982a,b,c,d), determinaram a saída das condições psicrométricas do ar oriundo da entrada da umidade relativa específica e temperatura, obtendo a temperatura ponto de orvalho.

Uma das equações usadas na determinação do ponto de orvalho (Td) é:

$$Td = Ti - (44,2 - 0,48W).....eq.(3.11)$$

onde:

Td - Temperatura ponto de orvalho [°C]

Ti - Temperatura do ar de entrada [°C]

W - Umidade relativa na entrada [%]

Modelos para aves poedeiras são descritos por Timmons & Gates (1988a), nos quais são considerados a produção de ovos, o peso do animal, a energia de ingestão, o peso do ovo e os efeitos da temperatura do ambiente na construção.

A energia requerida para a manutenção do peso da massa de ovos foram pesquisadas por Greninger et al., (1982), sendo dada por:

$$H = 457 (W^{0.75}) \exp.(0,014 (22,2 - Ti)) \dots \dots \dots \text{eq.(3.12)}$$

$$\text{Egg} = (P) \cdot (\text{Wegg}) \cdot k1 \dots \dots \dots \text{eq.(3.13)}$$

$$\text{Eg} = (G) \cdot (k2) \dots \dots \dots \text{eq.(3.14)}$$

em que:

H - Energia de manutenção, [J];

W - Peso do animal, [kg];

Ti - Temperatura do ar na entrada da instalação, [°C];

Egg - Energia para produção da massa de ovos, [g/dia];

P - Produção ovos dia, [g/d];

Wegg - Peso do ovo produzido, [g];

k1 e k2 - Constantes .

Eg - Energia para o ganho de peso corporal por dia, [k/dia] ;

G - Ganho diário, [g/dia];

Toda a energia requerida para a produção de ovos é baseada nas relações de temperatura ambiente. Os efeitos da mortalidade também estão incluídos no fator de aclimatação. Segundo Timmons et al.,(1988), vários são

os modelos que também relacionam os efeitos do tamanho dos ovos e porcentagens de ovos sujos e quebrados.

O modelo proposto por Timmons et al. (1988), pode ser escrito:

$$PO = P_{\text{padrão}} [1 - 0,0074 (Tbs - 21)] \dots \text{eq. (3.15)}$$

$$NO = NO_{\text{padrão}} [- 0,0074 (Tbs - 21)] \dots \text{eq. (3.16)}$$

$$MO = MO_{\text{padrão}} - 1,244 (Tbs - 21) \dots \text{eq. (3.17)}$$

$$\text{Mort} = \text{Mort}_{\text{padrão}} + 0,0065 (Tbs - 21) \dots \text{eq. (3.18)}$$

em que:

PO - índice de produção de ovos por ave, (%);

NO - número de ovos por ave, (ovos/ave);

MO - massa de ovos, (g);

Mort - índice de mortalidade, (%).

Pesquisadores como Beane et al., (1979); Reece et al., (1982a, 1982b; 1982c; 1982d e 1983); Kreider (1987); Timmons et al., (1986; 1981); trabalharam com vários modelos, de grande validade para o entendimento do comportamento térmico, e a produção de ovos, em climas quentes. Mesmo assim, alguns pesquisadores analisaram modelos téóricos, que correlacionam a produção de ovos por ave por dia.

Canson et al. (1988) compararam os modelos de Adams et al. (1980), porém, McMillan (1981) apresenta um modelo comportamental, da seguinte maneira:

$$P = a (e^{-BX}) (1 - e^{-C(X-D)}) \dots \text{eq. (3.17)}$$

Partindo-se desses modelos, Canson (1988) apresentou o seguinte modelo:

$$P = a (e^{-BX}) \left(\frac{1}{1 + e^{C+DX}} \right) \dots \text{eq. (3.18)}$$

Esses modelos descrevem a produção de ovos (P) por semana, em que:

X - é a idade das aves;

e - é a base logarítima normal;

A, B, C - são as constantes determinadas por uma regressão monolinar.

Baseando-se nesses modelos teóricos, Lokhorst (1996), apresentou modelos que descrevem os efeitos de algumas variáveis, como: consumo de alimentos; consumo de água; temperatura ambiente; produção de ovos; peso dos ovos; peso corporal e mortalidade acumulada. Dentre esses, o modelo que o autor propôs, relacionando a produção de ovos por ave, pode ser escrito por:

$$Y = \frac{100}{(1 + A \times R^T)} - (B + C \times T + D \times T^2) \dots\dots\dots \text{eq.(3.19)}$$

em que:

$$A = 13,458$$

$$B = 6,784$$

$$C = 0,011$$

$$D = 7,816 \times 10^{-5}$$

$$R = 0,859$$

T = idade das aves.

Y = produção de ovos.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em uma granja comercial, situada na região de Assis, em condições de verão, no período de 31 de janeiro a 04 de março de 1996.

A granja de postura industrial, com capacidade de 680.000 ovos/dia, está localizada numa região com 500m de altitude, latitude de 22° 41' S e longitude de 50° 25' W.

De acordo com a classificação bioclimática de KOPPEN, o clima predominante para a região é Cwa, ou seja subtropical. A temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C e a precipitação do mês é inferior a 80mm.

4.1. Características gerais da granja

A granja de postura é composta de duas seções específicas: a administrativa e a de produção. A linha de produção da granja é dividida em 15 seções de produção intensiva de ovos, sendo cada uma composta por 12 aviários, onde foram selecionados os aviários para o levantamento de dados dessa pesquisa. Foram estudados 04 aviários em duas áreas distintas da granja, em função do microclima característico da localidade. A escolha das seções foi realizada em função de uma área ser mais arborizada do que a outra, sendo possível assim, analisar e detectar a influência do microclima gerado pela arborização. Sob esse aspecto foi selecionada uma seção mais arborizada, possuindo um microclima mais favorável (do ponto de vista do conforto térmico), e uma outra seção sem arborização, que apresentou um índice de mortalidade maior no verão, segundo informações locais.

Considerou-se como uma região arborizada, a seção onde ao redor do conjunto de 12 aviários, havia uma plantação de eucaliptos (*Eucalyptus saligna*), com altura aproximadamente de 5 metros, que alinhavam-se por uma distância média de 3,5m. Além da arborização usada no entorno da seção (macroclima), havia também uma cobertura vegetal ao redor dos aviários individuais. Considerou-se nesse estudo, como sendo macroclima, as condições da macroregião onde se localizava os aviários, ou seja, toda a granja; e microclima, as condições internas de cada aviário especificamente.



Figura 4.1. Vista parcial de um dos aviários selecionados para o estudo, com as características do seu entorno.

A outra seção, considerada nesse trabalho como não arborizada, não possuía a proteção de árvores de eucaliptos no entorno, apresentava apenas a cobertura vegetal e arbustos de sansão do campo (*Mimosa caesalpinisolia*), ao redor dos aviários individuais.

Nas seções estudadas, foram selecionados os aviários com posições menos privilegiadas, ou seja, os centrais, evitando-se os aviários das extremidades. Trabalhou-se com os aviários de números 6 e 7, do conjunto de 12 aviários que compunham a seção. (esquemáticos no anexo 01).



Figura 4.2. Vista parcial dos aviários da região não arborizada, apresentando a cobertura vegetal e arbustos ao seu redor.

4.2. Tratamentos experimentais

Para atender os objetivos desse trabalho, foram selecionados quatro aviários para o levantamento dos dados experimentais, classificados de acordo com as suas características construtivas.

Aviário 1 - Região arborizada - sem nebulização - sem sistema termossifão;

Aviário 2 - Região não Arborizada - sem nebulização - sem sistema termossifão;

Aviário 3 - Região arborizada - sem nebulização - com sistema termossifão;

Aviário4 - Região não arborizada - com nebulização - sem sistema termossifão.

4.2.1. Avaliação da influência da arborização da macroregião nas condições de conforto térmico no interior dos aviários de postura.

O levantamento de dados para avaliação das condições de conforto térmico dos aviários em função da arborização, foi realizada utilizando os aviários 1 e 2 mencionados anteriormente.

Nessas duas regiões bem distintas, foram realizadas as medições das variáveis climáticas, e da contagem da produção. Para o estudo comparativo das condições de conforto proporcionadas pelo macroclima, foram considerados os índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (THI); índice da temperatura de globo negro e umidade, (BGHI); carga térmica de radiação, (CTR); além das considerações inerentes ao uso da temperatura de globo negro (Tg), como indicativo de conforto térmico. A vista parcial da região arborizada pode ser observada na figura 4.3. abaixo.



Figura 4.3. Vista parcial da seção arborizada, constituída de 12 aviários.

4.2.2. Avaliação da utilização do telhado ventilado (efeito telha erguida) nas condições de conforto térmico no interior dos aviários de postura.

Na avicultura de postura, a grande maioria dos aviários apresenta pequenos vãos transversais. Os vãos dos aviários utilizados nesse trabalho, por exemplo, apresentaram uma largura total de 3,53m. Para esse tipo característico de construção, torna-se antieconômico a construção de lanternins, para maximizar os efeitos do sifão térmico, por meio da ventilação natural.

Nessa fase do experimento, adotou-se como tentativa de melhorar as condições internas dos aviários, suspender a penúltima fiada de telhas, com pequenos sarrafos de madeira de 1cm^2 de área de seção, com 3 cm de altura. Esses sarrafos foram colocados em cada telha, ao longo de todo o comprimento

do aviário, o que pode ser observado nas figuras 4.4. e 4.5. Praticamente, na parte superior das duas águas do telhado, observou-se uma abertura, que a princípio, tinha como objetivo proporcionar um maior escoamento do ar quente, nessas instalações. Os sarrafos foram montados no aviário 3, e o estudo comparativo foi realizado entre os aviários 1 e 3, conforme as características descritas anteriormente. Para o estudo comparativo das condições de conforto, proporcionadas pelo uso do sistema termossifão, foram considerados os índices de conforto térmico: índice de temperatura e umidade (THI); índice da temperatura de globo negro e umidade, (BGHI); carga térmica de radiação, (CTR); além das considerações inerentes ao uso da temperatura de globo negro (T_g), como indicativo de conforto térmico.

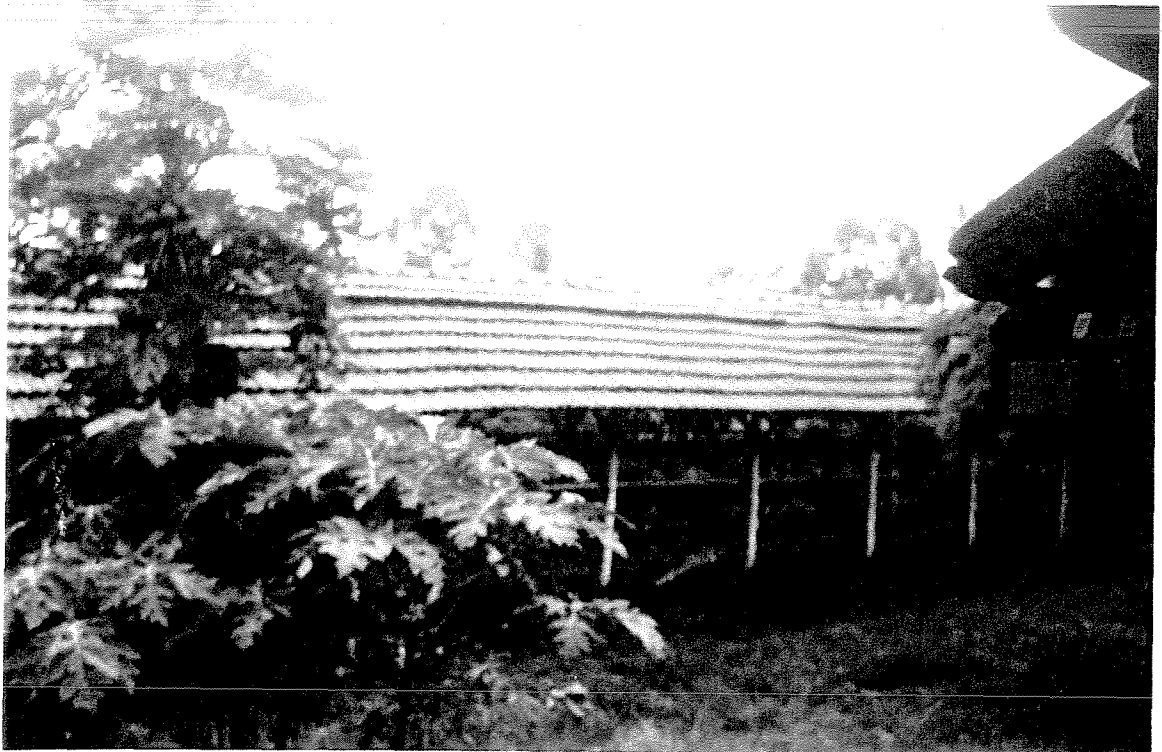


Figura 4.4. Vista lateral do aviário, dotado com o sistema de telhado ventilado, como elemento estrutural para maximizar o efeito termossifão.

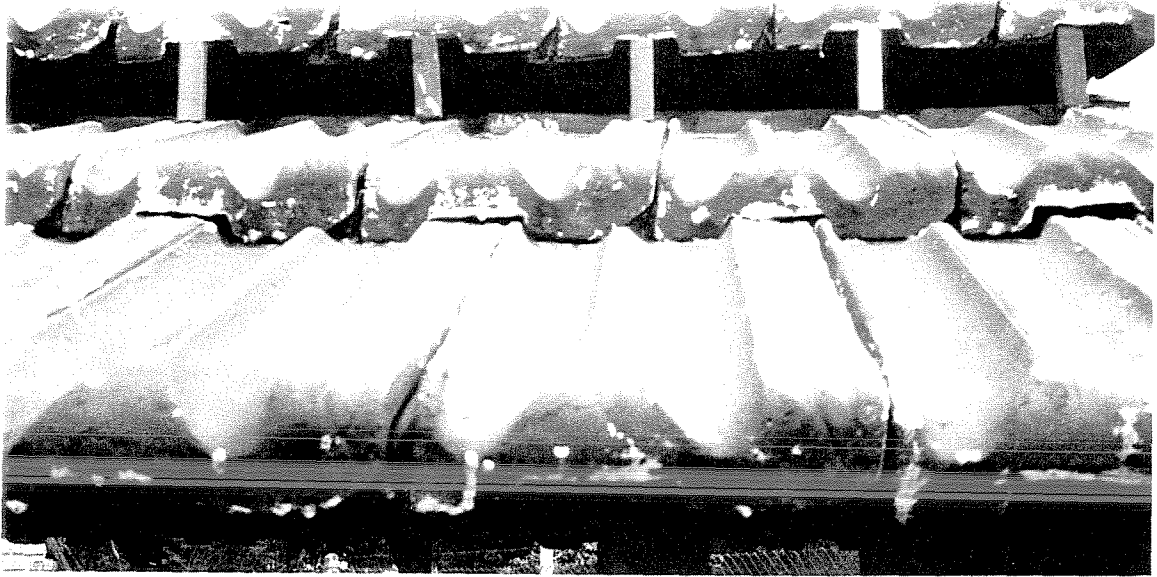


Figura 4.5. Detalhe dos sarrafos de madeira, como suporte para as aberturas nas telhas. (Efeito telha erguida).

4.2.3. Avaliação do uso da nebulização nas condições de conforto térmico dos aviários de postura.

Os aviários utilizados para esse estudo foram os aviários 2 e 4, da região arborizada. Primeiramente foi instalado o sistema de nebulização no aviário 4, esse era constituído por uma linha de nebulização formada por um tubo de PVC com diâmetro de 0,02m, contendo bicos nebulizadores cerâmicos, espaçados a cada 2,0m e posicionados na altura do tirante da tesoura, ou seja 2,90m do piso. O manejo dos nebulizadores usados no aviário foi constituído de um sistema acionado por uma bomba individual, contendo um temporizador, que permanecia acionado por 30 minutos e desligado por 15 minutos. Na figura 4.6. pode-se observar o sistema de nebulização acionado, dentro do aviário estudado.

4.3. Características dos aviários

A estrutura dos aviários, orientada no sentido leste - oeste, foi caracterizada por elementos estruturais de madeira, com a cobertura em telhas de barro, tipo francesa, apoiados em duas águas e sem lanternim. Os aviários eram totalmente abertos, com pilares de madeira espaçados a cada 3,0 metros. A largura total de cada aviário era de 3,53 metros, com beirais de 0,70 metros e um comprimento total de 100 metros.

O corredor central com piso de cimento, tinha uma largura de 0,80 metros, era cercado por um conjunto de gaiolas de metal, suspensas, formando duas fileiras sobrepostas.

O pé direito da estrutura era de 2,90 metros, o que influenciava na disposição das gaiolas, sendo que as mesmas se encontravam numa altura de 0,50 metros do piso, e a 1,10 metros do tirante das tesouras.

Os aviários apresentavam individualmente uma área total útil de 353 m², abrigando 1.600 gaiolas com 4.800 aves, com uma densidade de 3 aves por gaiola ocupando uma área de 0,0483m² cada ave.

4.4. Características das aves

A linhagem das aves poedeiras de produção na granja em estudo foi a Hy-Line Branca. Para a condução do experimento, foram selecionadas as aves com 81 semanas de idade, que tinham sido submetidas a muda forçada na 69ª semana de idade.

Adotou-se esse critério de seleção em função da disponibilidade do número de aves, e pelo fato das aves mais velhas serem mais sensíveis às variações de calor, podendo responder melhor as variações térmicas do local.

As características gerais do lote utilizado no experimento foram:

Idade - 81 semanas;
Peso corporal - 1,54 kg;

Produção, (%) - 80% (Galinha-dia);
 Mortalidade, (%) - 4,6%;
 Peso médio do ovo - 63,2 g/ovo.



Figura 4.6. Vista parcial do sistema de nebulização em funcionamento no interior do aviário.

Durante todo o experimento, a alimentação das poedeiras manteve-se constante e semelhante em todos os aviários estudados. A formulação da ração usada normalmente na granja foi:

Milho Moído	1.235	(61,75%)
Farelo de soja	505	(25,25%)
Fosbic	34	(1,70%)
Calcáreo	86	(4,30%)
Farinha de Ostra	80	(4,00%)
Óleo	40	(2,00%)
Pre-mistura	20	(1,00%)
Total:	2.000	

Níveis de nutrientes:

Proteína Bruta	16,50%
Cálcio	3,70%
Fósforo disponível	0,40%
Metcist	0,62%
Energia	2.850 kCal/kg.

Pré - mistura:

Sal	72,00	(30,00%)
Methionina	22,80	(9,50%)
Amix - Fabricação própria	24,00	(10,00%)
Solemix - Fabricação própria	24,00	(10,00%)
Colina 60%	8,00	(3,33%)
Farelo de soja	89,20	(37,17%)
Total	240,00	

4.5. Instrumentação e medições

Durante todo o período de realização do experimento, foram realizadas as medições dos dados climáticos da região interna dos aviários (microclima) e da região externa (macroclima). As variáveis climáticas, medidas no interior dos aviários foram: temperatura de bulbo seco (Tbs); temperatura de bulbo úmido (Tbu); temperatura de globo negro (Tg); velocidade do vento (Vv). A localização dos instrumentos de medição, está descrita a seguir e esquematizada na figura 4.8.

Na região externa dos aviários foram instalados dois abrigos meteorológicos (um na seção arborizada e outro na seção não arborizada) que permitiram levantar os dados externos de: a temperatura bulbo seco (Tbs); temperatura de bulbo úmido (Tbu); e conseqüentemente a umidade relativa (UR%), temperatura de máxima (Tmáx) e temperatura de mínima (Tmin).

Todas as medições foram efetuadas durante todo o experimento, a cada quatro horas, a saber 8:00; 12:00; 16:00 e 20:00 horas respectivamente.

Porém, nos dias chuvosos, as leituras não foram realizadas, devido as dificuldades de monitoramento dos galpões.

4.5.1. Medições no interior dos aviários

4.5.1.1. Dados ambientais

No interior dos aviários foram instalados na região central, ou seja no meio do corredor e a 50 m da extremidade (meio da edificação), um termômetro de globo negro, um termômetro de bulbo seco, um termômetro de bulbo úmido. Os equipamentos foram instalados a uma distância de 2,90m do piso, fixados no tirante da tesoura. Os termômetros usados são da marca *Incotherm*, modelo convencional de leitura direta. O termômetro de globo negro, construído com uma bóia de caixa d'água, pintada de preto fosco, consiste em uma esfera oca de plástico, em cujo centro é colocado um termômetro *Icotherm* de precisão 0,1°C, com escala variando de -10 a 50 °C. A forma como foram fixados os equipamentos nos aviários, e realizada a leitura de dados, pode ser observado na figura 4.8.

Na mesma posição de instalação dos termômetros, foram registrados os valores da velocidade do vento. Para obtenção dos dados de vento, foi utilizado um termoanemômetro *Compuflow* modelo 8565, da marca *Alnor*, com sensibilidade de 0,01m/s. Essas medidas foram realizadas também, na parte central dos galpões (centro geométrico), para evitar a influência das extremidades abertas. Essas medições foram realizadas concomitantemente com as medidas do ambiente interno.



Figura 4.7. Vista parcial do interior do aviário, com os equipamentos de medição e colheita de dados.

4.5.1.2. Temperatura da água de bebida

Os dados da temperatura da água de beber, foram colhidos com o objetivo de verificar o gradiente de temperatura, em função das variações climáticas, e do percurso ao longo do galpão.

Foi utilizado um termômetro clínico, marca *Incotherm*, para leitura da temperatura da água de beber, com graduação de $0,1^{\circ}\text{C}$. Essas medidas foram coletadas dentro do galpão em 12 posições, considerando as duas fileiras de gaiolas sobrepostas, sendo que, de cada lado, foram medidas em duas posições na entrada, duas posições no meio, e duas posições na saída do bebedouro tipo calha, que se estende ao longo de toda a instalação (figura 4.8).



Figura 4.8. Leitura da temperatura da água de bebida, nas diferentes posições do aviário.

4.5.2. Dados de produção

Os dados de produção de ovos foram realizados por contagem de ovos, de acordo com o manejo adotado na granja, ou seja, às 8:00 horas e às 14 horas, todos os dias. Os ovos foram colhidos e armazenados em caixas de 30 unidades, (figura 4.9). Nos quatro aviários estudados, foram registradas a produção total de ovos, bem como, a produção total de ovos em cada seção (conjunto de 12 aviários).



Figura 4.9. Vista do sistema de coleta e contagem dos ovos nos aviários.

4.6. Análise dos Dados

Os dados experimentais foram analisados por meio de regressão linear simples, regressão linear múltipla e análise de variância. Para a realização das análises considerou-se como sendo variáveis resposta: temperatura interna dos aviários (T_{int}); temperatura de globo negro (T_g); índice de temperatura de globo

negro e umidade (BGHI); carga térmica radiante (CTR); índice de temperatura e umidade (THI); a produção de ovos (P); além da condição dos tratamentos estudados.

A regressão linear simples, pode ser escrita de acordo com o modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x \dots\dots\dots\text{eq.(4.1)}$$

em que:

Y_i - produção de ovos, em unidades.

β_0 - intercepto do modelo;

β_1 - efeito da condição estudada;

x - condição, que assume valores de 0 e 1.

Esse modelo foi utilizado para descrever as relações existentes nas seguintes condições:

a) Na avaliação do efeito arborização, associou-se com a condição:

- O gradiente de temperatura existente entre as temperaturas internas e externas dos aviários;
- Temperatura interna dos aviários;
- Temperatura de globo negro;
- Índices de conforto térmico (THI, CTR);
- Produção de ovos.

b) Na avaliação do efeito de telha erguida, associou-se com a condição:

- Temperatura interna dos aviários;
- Temperatura de globo negro;
- Índices de conforto térmico (BGHI, THI, CTR);

- Produção de ovos.

c) Na avaliação do sistema adiabático evaporativo (SRAE) associou-se com a condição:

- Temperatura interna dos aviários;
- Temperatura de globo negro;
- Índices de conforto térmico (BGHI, THI, CTR);
- Produção de ovos.

Para a análise da influência da temperatura ambiente máxima e umidade relativa máxima (UR%) na produção de ovos, foi utilizado o modelo de regressão múltipla:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 z \dots \dots \dots \text{eq.(4.2.)}$$

em que:

Y_i - produção de ovos em unidades;

β_0 - média da produção de ovos;

β_1 - efeito da temperatura ambiente máxima, (°C);

β_2 - efeito da umidade relativa máxima, (%UR);

β_3 - efeito da condição.

x_1 - temperatura ambiente máxima, (°C);

x_2 - umidade relativa, (%UR);

z - condição, que assume valores 0 e 1.

Os efeitos da temperatura da água de bebida, em função do horário do dia, e do posicionamento ao longo do aviário, foram analisados por uma análise de variância de acordo com o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_i + \gamma_j + \sigma_k + (\gamma\sigma)_{jk} + \xi_{ijkl} \dots \dots \dots \text{eq.(4.3.)}$$

em que:

Y_{ijkl} - temperatura média da água de bebida, (°C);

μ - média geral da temperatura da água de bebida, (°C);

β_i - efeito de dias estudados na temperatura da água;

γ_j - efeito do horário na temperatura da água de bebida;

σ_k - efeito da posição ao longo dos aviários, na temperatura da água;

$(\gamma\sigma)_{jk}$ - efeito da interação de horário x posição;

ξ_{ijkl} - erro aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Avaliação dos dados climáticos externos aos aviários

Nas duas regiões selecionadas para esse estudo, foram instalados dois abrigos meteorológicos, que registraram as variáveis climáticas de cada região especificamente. Os dados relacionados a essas observações durante o período estudado, estão nas tabelas localizadas no anexo 2. Como para a realização do experimento, foi necessário o uso de duas regiões com características diferenciadas (arborizadas e não arborizadas), verificou-se nos dados, que essas diferenças foram realmente significativas ($P < 0,05$), no que se refere à temperatura média do dia, e à umidade relativa.

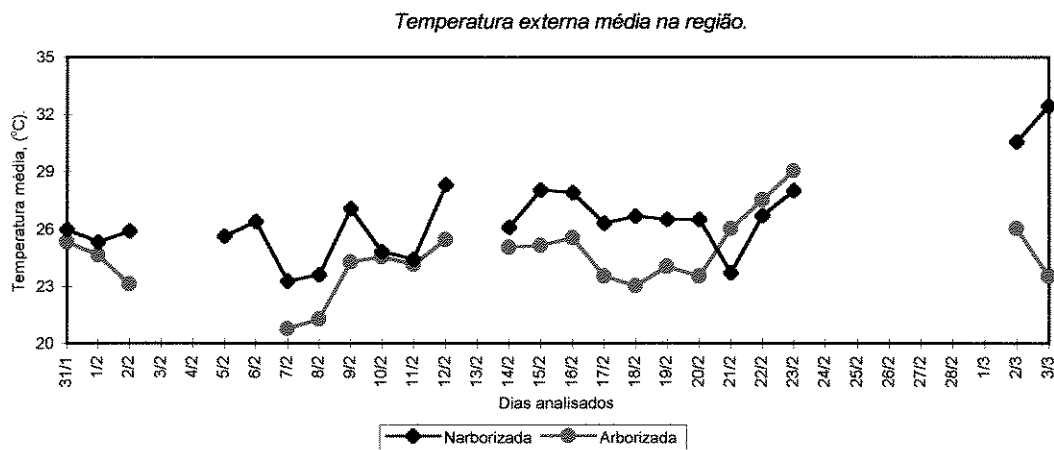


Figura 5.1. Variação da temperatura média do dia, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, na região de Assis, SP. (Arborizada - região arborizada; Narborizada - região não arborizada).

Esse comportamento pode ser verificado nas figuras 5.1. e 5.2. quando associou-se à temperatura média e à umidade relativa média externas, nas regiões arborizadas e não arborizadas.

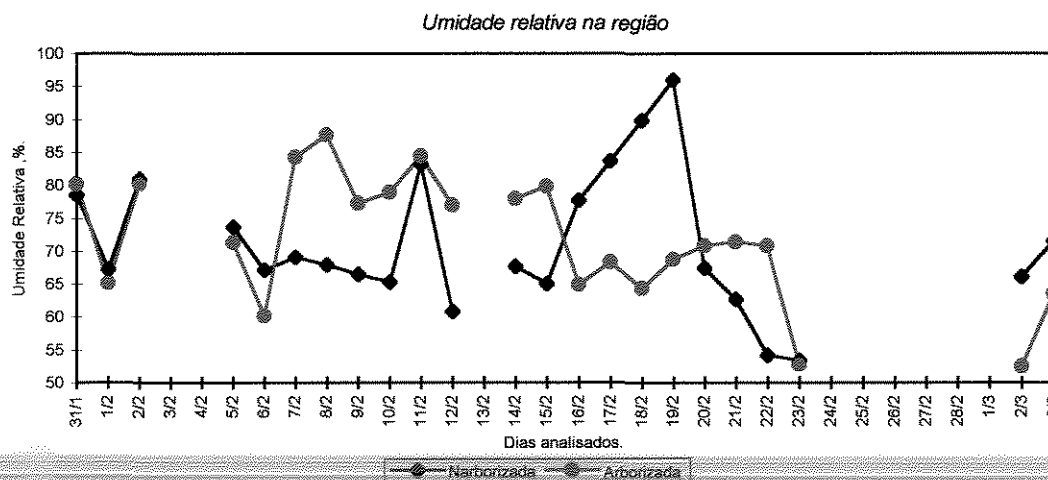


Figura 5.2. Variação da umidade relativa média do dia, em função de regiões arborizada e não arborizadas, na região de Assis, SP. (Arborizada - região arborizada; Naborrizada - região não arborizada).

5.2. Influência dos parâmetros estudados na eficiência térmica do ambiente e na produção de ovos

5.2.1. Influência da arborização da região no conforto térmico dos aviários

A comparação entre os efeitos de uma região arborizada, e outra não arborizada, foi realizada obtendo como variáveis respostas a temperatura interna e temperatura externa dos aviários, temperatura de globo negro (Tg), índice de carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura e umidade (THI), produção total de ovos no conjunto de aviários de cada macroregião, e a produção de ovos de cada aviário específico.

5.2.1.1. Temperatura interna e externa dos aviários

Houve um efeito significativo ($P < 0,05$), entre as temperaturas internas dos aviários e as temperaturas externas, obtidas ao longo dos dias analisados. De acordo com os resultados encontrados, por meio de uma regressão simples, verificou-se que, em uma região arborizada, a temperatura interna do aviário foi de 8,2 a 11,4% (valor médio 9,2%), superior a temperatura externa, figura 5.3. Porém, para uma região não arborizada, a temperatura interna do aviário poderá ser de 8,5 a 12,5% (valor médio 10,7%), superior a temperatura externa da região, figura 5.4.

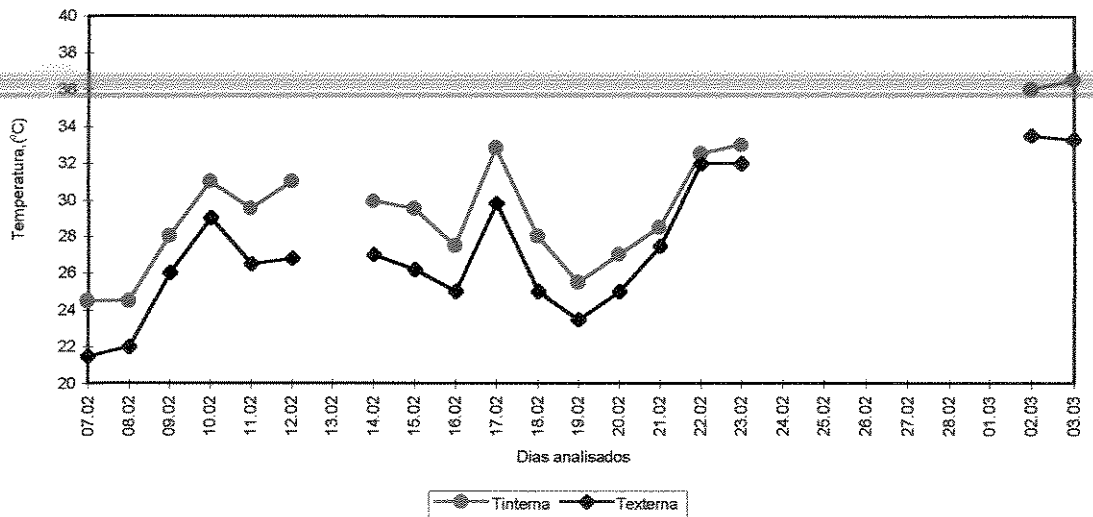


Figura 5.3. Variação da temperatura interna (Tinterna) e temperatura externa (Texterna) no aviário arborizado, para o horário das 12 horas.

A temperatura interna dos aviários apresentou uma tendência de acréscimo nos valores horários com relação a temperatura externa, em ambas as regiões, caracterizado por um aumento moderado, alcançado em torno do meio dia. Esta tendência pode ser esperada em edificações com uma insuficiente capacidade térmica (Hahn, 1991), e decorre do aumento na produção de calor sensível à medida que a temperatura externa se eleva, enquanto reduz a participação do calor na forma latente.

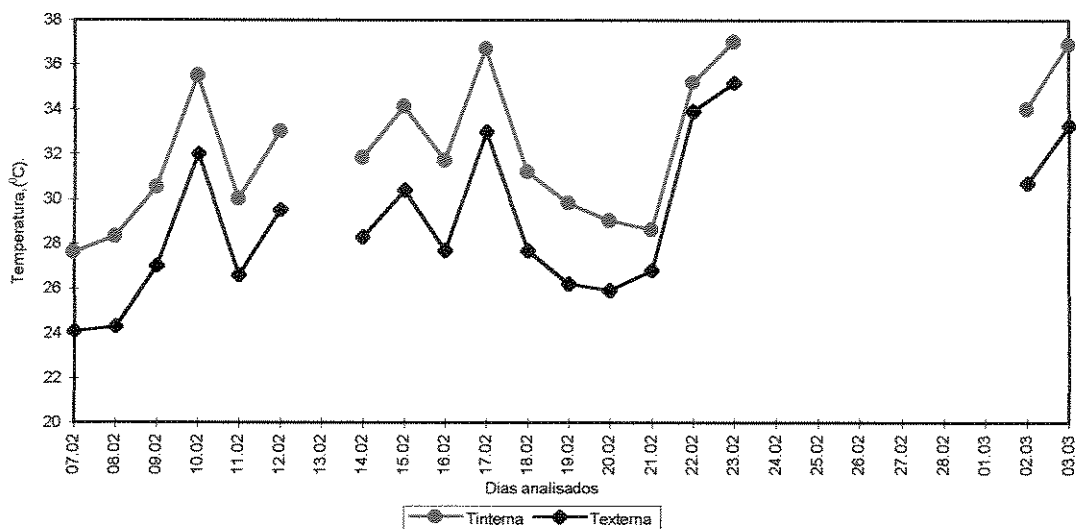


Figura 5.4. Variação da temperatura interna (Tinterna) e temperatura externa (Texterna) no aviário não arborizado, para o horário das 12 horas.

5.2.1.2. Diferencial entre a temperatura interna e temperatura externa dos aviários

O diferencial de temperatura ($t_i - t_e$) demonstra que esse efeito mostrado na figura 5.5., é evidente, durante todo o período estudado, sendo altamente significativo ($P = 0,00$).

O comportamento do diferencial de temperatura entre o meio interno e o meio externo, nas regiões arborizadas e não arborizadas, foi descrito por meio de uma regressão linear simples em função da condição, resultando em:

$$DT = 2,38 + 0,733Co ; (R^2 = 21,5\%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.1)$$

em que:

DT - diferencial de temperatura externa - interna;

Co - condição : (0) região arborizada; (1) região não arborizada.

Diante desse quadro de significância, concluiu-se que o gradiente de temperatura interna do aviário e externa da região, em uma seção não arborizada, é 30,79% superior, que em uma seção arborizada. Esses resultados explicam claramente a eficiência do uso da arborização nas regiões externas dos aviários,

não só com a função de sombreamento, mas também, para a promoção da redução da temperatura interna. Verificou-se que a arborização influenciou nas características físicas de algumas variáveis climáticas, como a temperatura externa (T_b), de cada região, e a temperatura interna dos aviários, que por sua vez, influenciam também na produção de calor latente e calor sensível, envolvidos na relação animal, ambiente, construção.

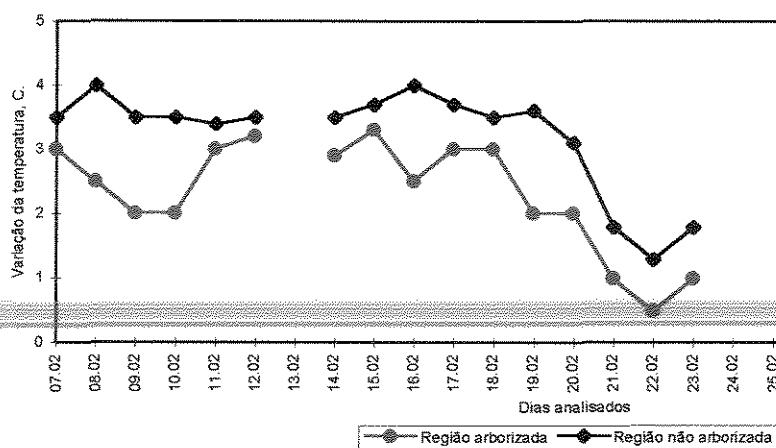


Figura 5.5. Diferencial de temperatura ($T_i - T_e$) nas regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 12 horas. (Arborizada - região arborizada; Não arborizada - região não arborizada; T_i - temperatura interna, °C; T_e - temperatura externa, °C).

5.2.1.3. Temperatura interna nos aviários

Os resultados tornaram-se mais significativos ($P=0,00$), quando analisou-se a redução na temperatura interna dos aviários nas regiões arborizadas, em comparação com as regiões não arborizadas. De acordo com as análises de regressão realizadas, observou-se que o uso de arborização em uma região, poderá reduzir em média 10,3% a temperatura interna de um aviário, aproximadamente 3°C. A tendência do comportamento da temperatura interna dos aviários, nos horários das 12 e 16 horas, situados em duas regiões distintas, pode ser observada nas figuras 5.6. e 5.7.

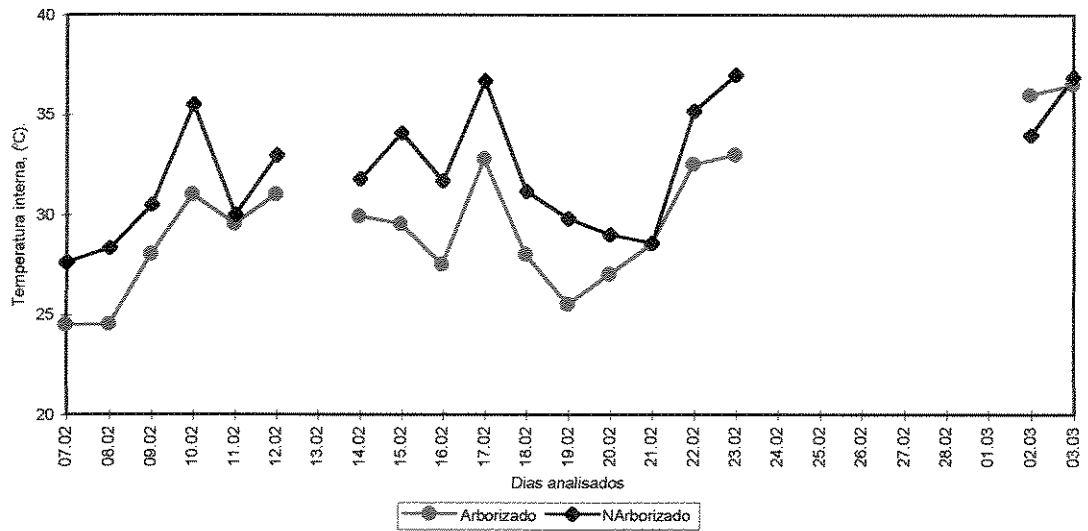


Figura 5.6. Variação da temperatura interna dos aviários, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 12 horas. Arborizada - região arborizada, NArborizada - região não arborizada.

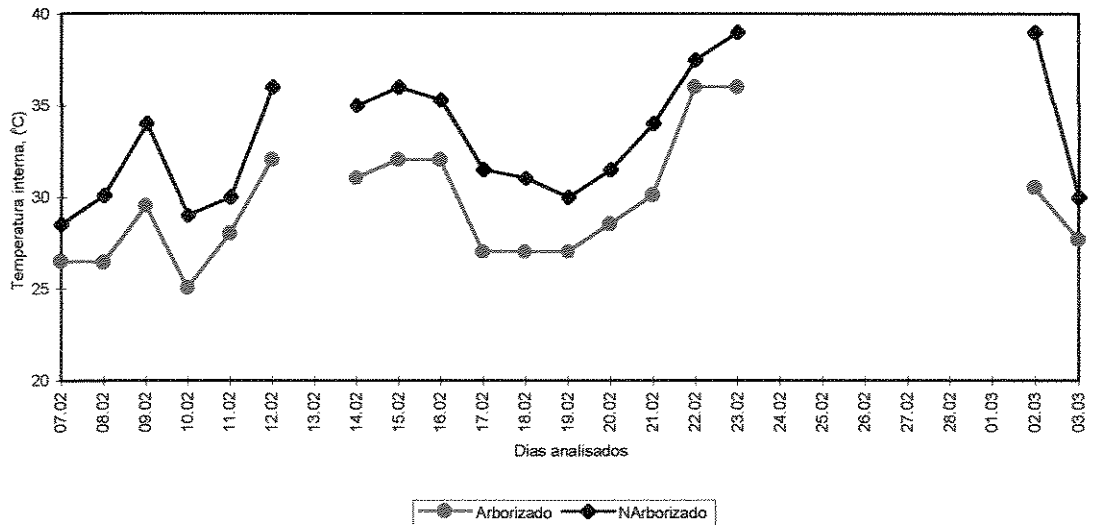


Figura 5.7. Variação da temperatura interna dos aviários em função de regiões arborizadas e não arborizadas, no horário das 16 horas. (Arborizada - região arborizada; NArborizada - região não arborizada).

Os resultados encontrados para a diferença de temperatura interna (Tbs) nos aviários arborizados, em comparação com os aviários não arborizados, foram altamente significativos ($P = 0,00$), e foram descritos pela equação:

$$T_{int} = 28,3 + 2,93 Co; (R^2 = 17,2\%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.2.)$$

em que:

Tint - temperatura interna dos aviários, ($^{\circ}\text{C}$);

Co - condição; (0) arborizado; (1) não arborizado.

A relação entre a variação da temperatura interna de um aviário e sua produção do dia seguinte, pode ser observado nas figuras 5.8. e 5.9.

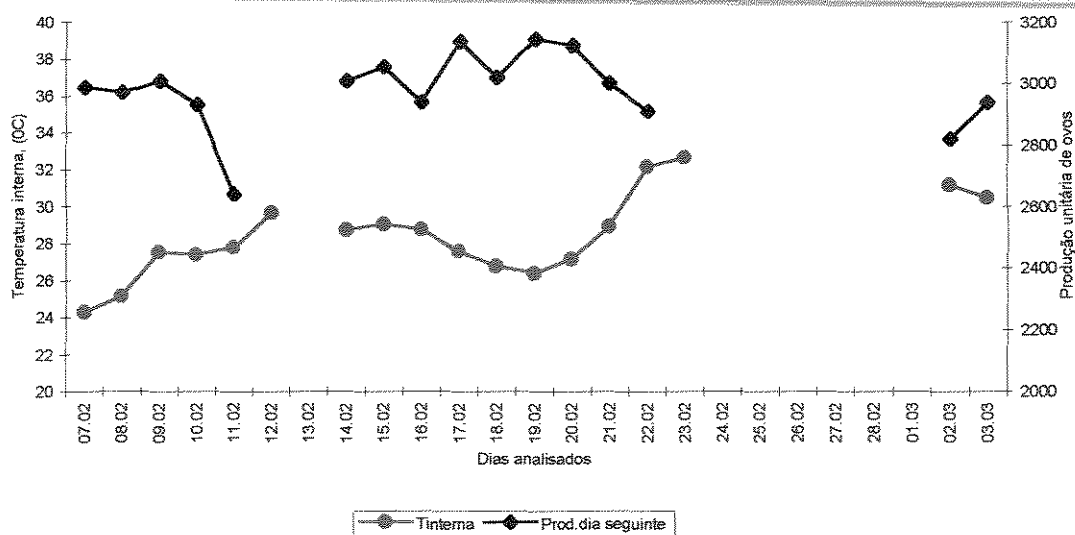


Figura 5.8. Variação da produção total de ovos, (produção do dia seguinte), em função da temperatura interna de aviários localizados em região arborizada.

De acordo com as análises realizadas, a variação da temperatura interna, é diretamente influenciada pela condição imposta; ou seja, da existência ou não da arborização.

A simples alteração no macroclima geral, com a utilização da arborização para as regiões produtoras de ovos, demonstrou ser uma importante medida para maximizar as condições de conforto térmico.

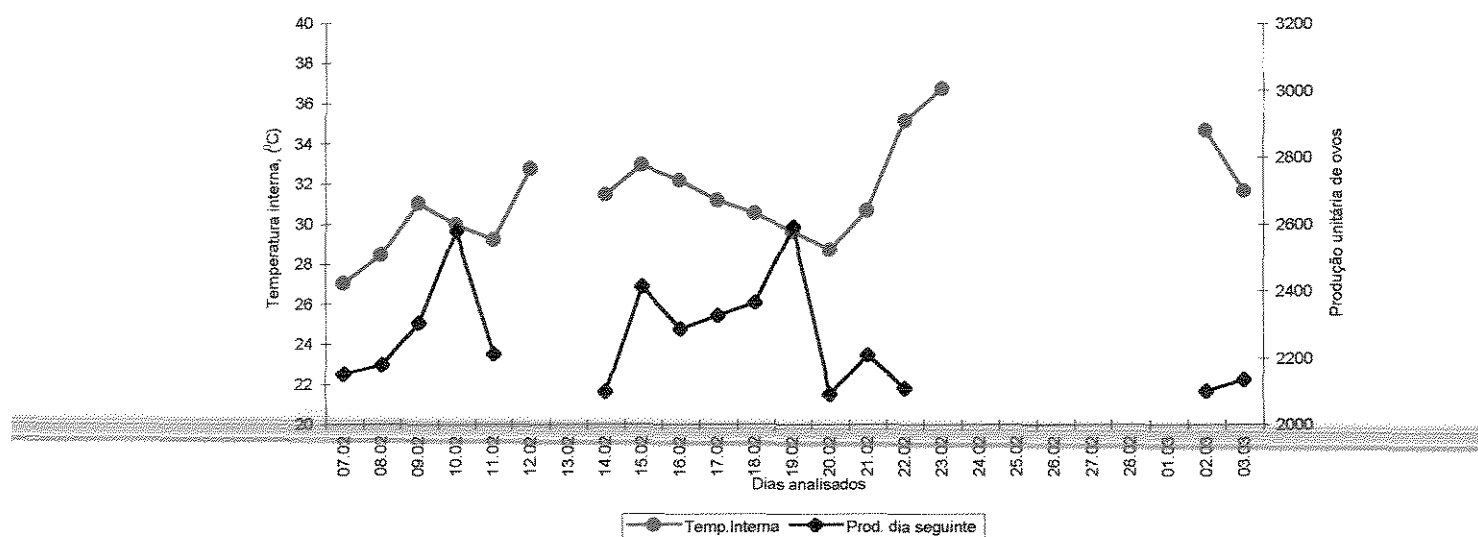


Figura 5.9. Variação da produção total de ovos, (produção do dia seguinte), em função da temperatura interna de aviários localizados em região não arborizada.

Acredita-se que, as alterações ocorridas na temperatura interna dos aviários, e também no gradiente de temperatura entre o meio externo e o meio interno, esteja relacionado com a redução da radiação solar incidente. Concordando com Cavalheiro (1994); Detzel (1992); Hoyano (1988); Riveiro (1996), as reduções na temperatura interna dos aviários é causada pelos maiores índices de absorção e reflexão de radiação solar pela vegetação, uma vez, que a vegetação absorve cerca de 90% da radiação visível e 60% da infravermelha. O rebaixamento da temperatura de 6 a 8°C, observado por Cavalheiro (1994) devido a fotossíntese e, conseqüentemente, a evapotranspiração, foi superior ao observado nesse experimento, cerca de 3°C. Provavelmente essa diferença, foi devido às diferentes circunstâncias em que os experimentos foram realizados.

A diferença dos 3°C, pode não parecer importante se as condições climáticas da região forem próximas as de termoneutralidade da ave, entretanto, se a região apresentar temperaturas maiores que 25°C, esse valor passa a ter uma importância bem maior.

Os resultados encontrados com as diferenças na temperatura interna dos aviários, foram condizentes quando o estudo foi estendido para os índices de conforto térmico.

5.2.1.4. Índices de Conforto Térmico

Houve efeito altamente significativo ($P= 0,00$) no uso da arborização com relação as variáveis: temperatura de globo negro (T_g), índice de temperatura e umidade (THI) e carga térmica radiante (CTR). A importância da resposta sobre esses índices indica que as alterações que ocorreram tanto no macroclima (regiões externas) como no microclima (aviário) com a utilização de arborização, foram altamente significativas.

A diferença na temperatura de globo negro no interior do aviário, arborizado e não arborizado, pode ser verificado na figura 5.10.

A regressão originada da relação do uso de arborização com a temperatura de globo negro no interior dos aviários, pode ser descrita:

$$T_g = 29,4 + 3,33 C_o; (R^2 = 22,5\%) \dots \dots \dots \text{eq.(5.3.)}$$

em que:

T_g - temperatura de globo negro, (°C);

C_o = condição; (0) arborizado; (1) não arborizado.

Nos dados observados, verificou-se que na região arborizada a temperatura de globo negro (T_g) foi 11,32% (3,3°C) inferior que à da região não arborizada.

As modificações que ocorreram nas principais variáveis climáticas, como na velocidade dos ventos, umidade relativa, temperatura de bulbo seco, foram

associadas no comportamento dos índices de conforto térmico empregado neste estudo.

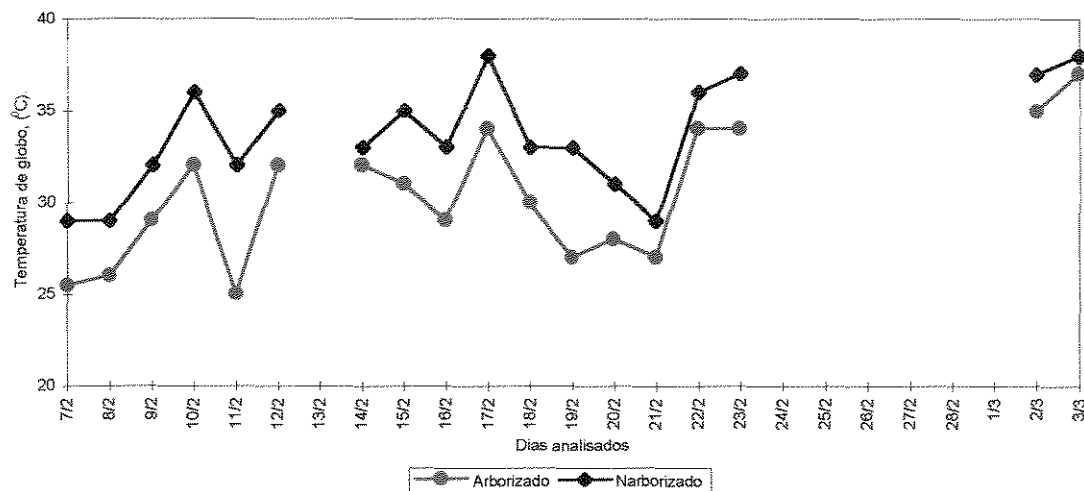


Figura 5.10. Variação da temperatura de globo negro (T_g), em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 12 horas. (Arborizada - região arborizada; Narborizada - região não arborizada).

O efeito significativo ($P < 0,05$) sobre os índices de conforto térmico, pode se observado graficamente, nas Figuras 5.11 e 5.12. As regressões oriundas dessa análise, tanto para o THI como para CTR, podem ser escritas como segue:

a. Para o índice de temperatura e umidade (THI) em função da condição (Co):

$$THI = 77,1 + 3,23 Co ; \quad (R^2 = 16,9\%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.4)$$

b. Para o índice de carga térmica radiante (CTR) em função da condição (Co):

$$CTR = 556 + 22,5 Co ; \quad (R^2 = 21,2\%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.5)$$

em que:

THI - índice de temperatura de globo e umidade, adimensional;

CTR - carga térmica radiante, W/m^2 ;

Co - condição; (0) arborizado; (1) não arborizado.

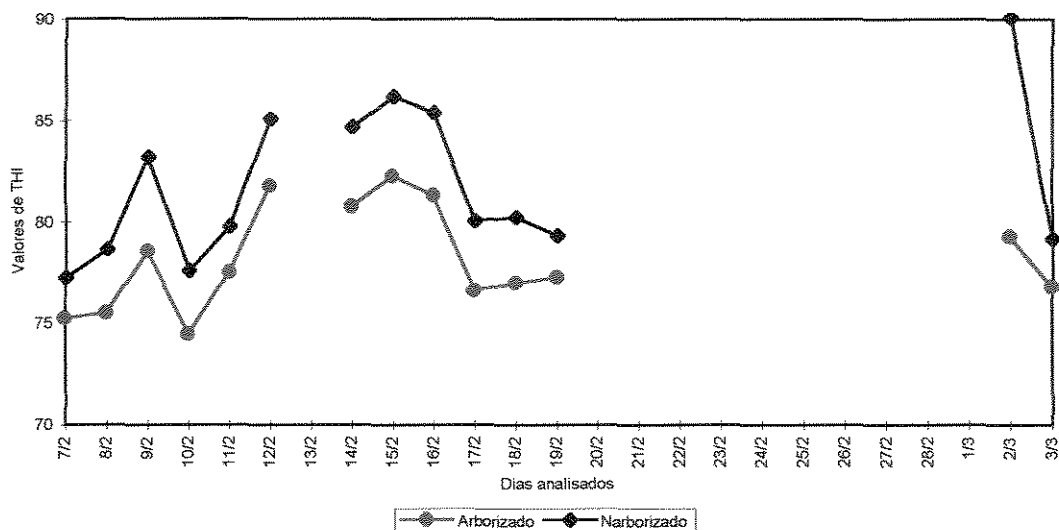


Figura 5.11. Valores de THI, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 16 horas. (Arborizada - região arborizada; Narborizada - região não arborizada).

Deve-se considerar que o aumento de $22,5 \text{ W/m}^2$, em uma área de produção de ovos, quando esta não é arborizada, é altamente significativo ($P=0,00$), tanto do ponto de vista estatístico, como também dos aspectos termodinâmico, bioclimático, e fisiológico. Pois se for considerada a área total do aviário estudado como sendo de 353m^2 , obtém-se uma carga térmica total de aproximadamente 8000 W , que adicionados às outras taxas de produção de calor, atingem valores de difícil dissipação para a manutenção do equilíbrio térmico da instalação (balanço de calor e energia).

Os reflexos da temperatura de globo negro média dos aviários, na produção de ovos do dia seguinte, podem ser observados na figura 5.13. e 5.14., para cada região, arborizada e não arborizada, respectivamente.

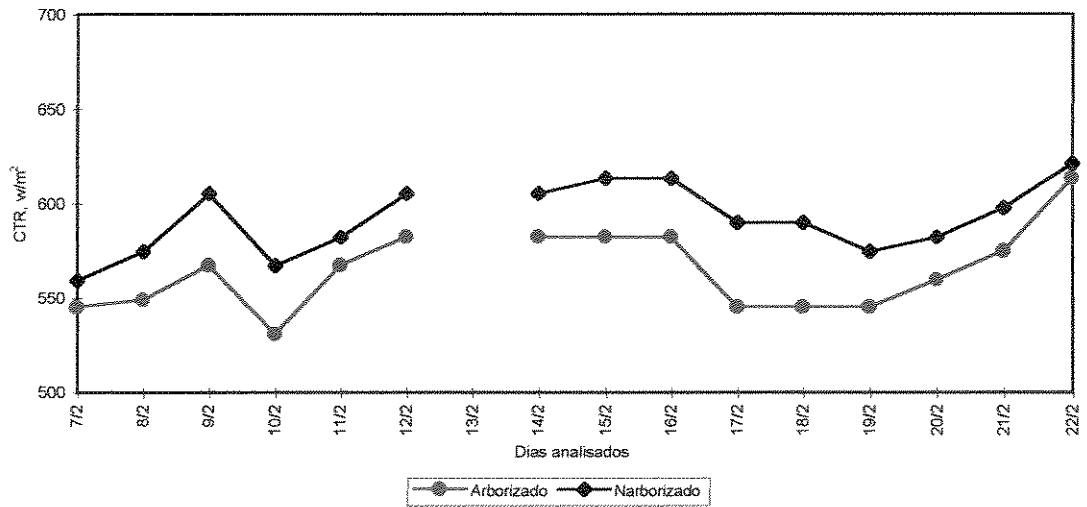


Figura 5.12. Valores da carga térmica de radiação, em função de regiões arborizadas e não arborizadas, para o horário das 16 horas. (Arborizada – região arborizada, Narborizada – região não arborizada).

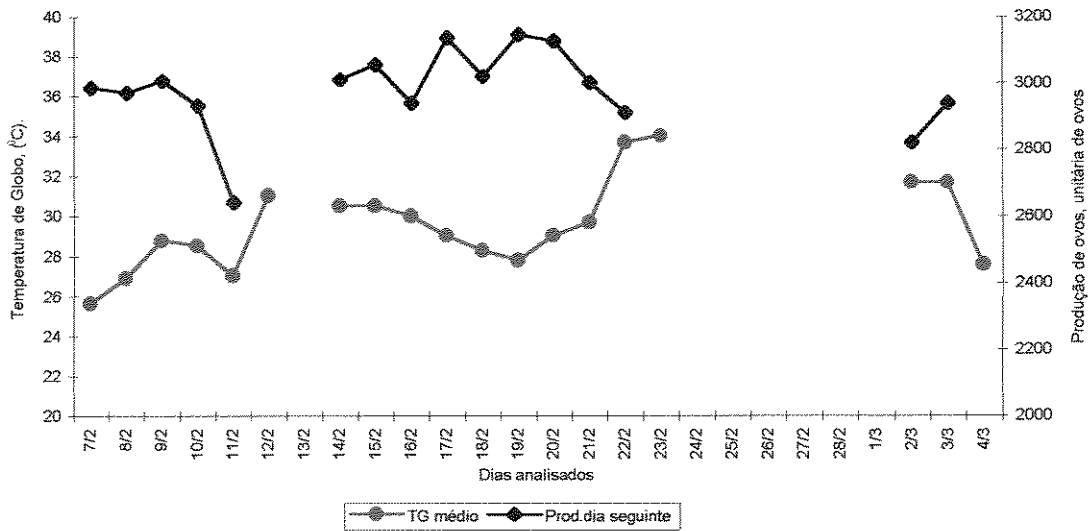


Figura 5.13. Variação da temperatura de globo média, na produção de ovos do dia seguinte, em aviários localizados na região arborizada.

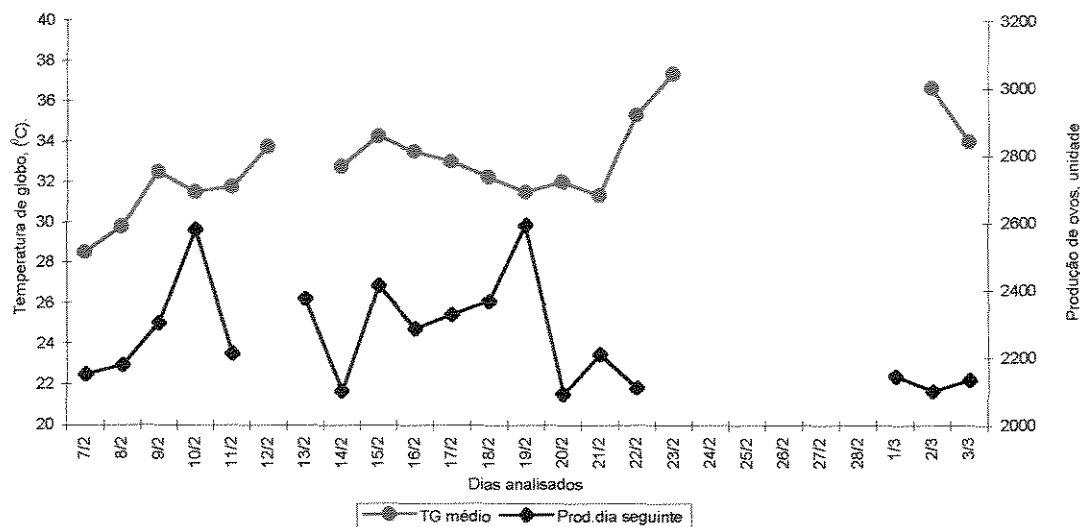


Figura 5.14. Variação da temperatura de globo média, na produção de ovos do dia seguinte, em aviários localizados na região não arborizada..

5.2.1.5. Produção de Ovos

Todos os resultados apresentados, tornaram-se fundamentais para a avaliação da variável resposta "produção de ovos", um vez que, o fator analisado (arborização, macroclima e macroregião), exerce uma influência significativa.

Para o estudo do fator arborização na produção (condição), adotou-se a produção de ovos do dia seguinte, considerando que as condições ambientais do dia anterior, influenciam na produção do dia posterior.

Com relação a produção total de ovos da seção (caixas de 30 unidades) houve influência altamente significativa do efeito arborização do macroclima ($P=0,00$). Esse fato está relacionado a redução das temperaturas, e a melhoria das condições de conforto interno dos aviários, quando analisados de forma comparativa. A produção total de ovos na seção arborizada foi 12,5% superior que a seção não arborizada. A equação de regressão que descreve o comportamento da produção em função da condição (Co) é:

$$P = 1335 - 167 Co; \quad (R^2 = 96,8\%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.5.)$$

em que:

P - produção total de ovos, em caixas de 30 unidades;

Co - condição; (0) arborizada, (1) não arborizada.

Considerando uma região arborizada e outra não arborizada, de acordo com a equação 5.5. temos:

Produção na região arborizada: $P_1 = 1335$ ovos para $Co = 0$.

Produção na região não arborizada: $P_2 = 1168$ ovos para $Co = 1$.

Conclui-se então que a produção P_2 é 12,5% menor que a produção P_1 .

Na figura 5.15. observa-se a relação de produção total de ovos, com as condições da macroregião onde estão localizados os aviários.

Resultado similar foi encontrado, quando a comparação foi reduzida a um único aviário (considerado na seleção do estudo, como crítico) de cada macroregião. Portanto, o efeito arborização foi altamente significativo em relação a produção unitária de cada aviário estudado.

Baseando-se nesses dados, e adotando-se os valores da equação 5.6. descrita abaixo, verificou-se que, quando analisados isoladamente, a produção de um aviário localizado em uma macroregião arborizada, é 23,1% superior à produção de um aviário localizado em uma macroregião não arborizada.

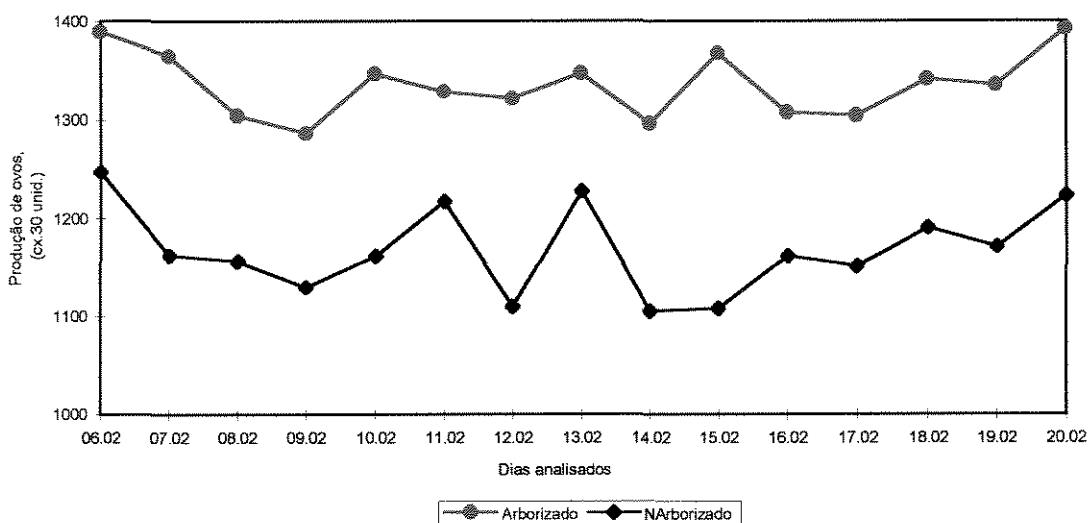


Figura 5.15. Produção total de ovos em cada seção (conjunto de 12 aviários) em função de regiões arborizados e não arborizados. (Arborizada - região arborizada; NArborizada - região não arborizada).

A regressão para descrever esse comportamento pode ser descrita como:

$$P = 99 - 22,9 Co; (R^2 = 98,4 \%) \dots \dots \dots \text{eq.}(5.6.)$$

em que:

P - produção de ovos, em caixas de 30 unidades;

Co - condição; (0) arborizado; (1) não arborizado.

A relação de produção de ovos de um “aviário crítico”, localizado numa macroregião arborizada, e a produção de outro localizado em uma macroregião não arborizada, pode ser observado graficamente na figura 5.16.

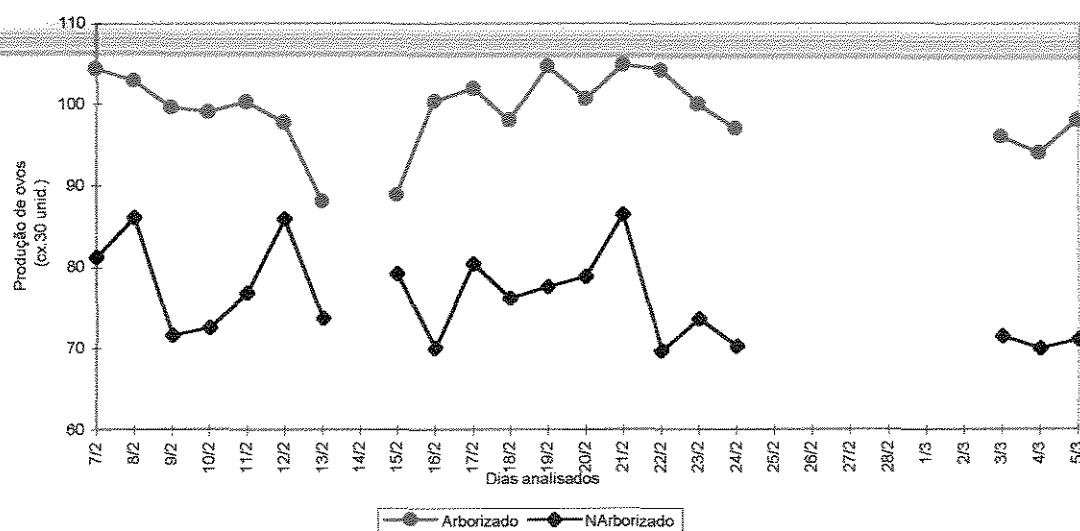


Figura 5.16. Produção total de ovos em aviários isolados, em função de regiões arborizadas e não arborizadas. (Arborizada - região arborizada; NArborizada - região não arborizada).

Um modelo geral foi proposto associando as variáveis estudadas, porém, verificou-se na regressão múltipla, que a influência da variável temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$) e a da carga térmica radiante máxima (CTR máx), foram similares, pelo fato dessas variáveis terem uma alta correlação entre si. Diante disso, optou-se pelo uso da variável $T_{\text{máx}}$, pelo fato da facilidade de aquisição dessa variável. O modelo ajustado para os dados foi:

$$P = 2859 + 1,4 T_{\text{máx}} - 7,53 UR_{\text{máx}} - 750 Co; (R^2 = 91,56\%) \dots \text{eq.}(5.7.)$$

em que:

P - produção de ovos do dia seguinte, unidade.

$T_{\text{máx}}$ - temperatura máxima do dia anterior, ($^{\circ}\text{C}$);

$UR_{\text{máx}}$ - umidade relativa máxima do dia anterior, (%);

Co - condição; (0) arborizado; (1) não arborizado.

5.2.2. Influência da utilização de “Telhado Ventilado”, no desempenho térmico dos aviários

A avaliação da influência da utilização de telhado ventilado com telhas erguidas foi realizada sobre as respostas da variação da temperatura interna do aviário, temperatura de globo negro, umidade relativa, índices de conforto térmico como: carga térmica radiante (CTR), índice de temperatura e umidade (THI), índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI) e produção total de ovos.

5.2.2.1. Temperatura interna dos aviários

A redução da temperatura interna dos aviários, verificada durante o experimento com a utilização de telhas erguidas, apresentou significância estatística ($P < 0,05$). Os resultados apresentados na figura 5.17., revelam que a tendência da redução da temperatura interna dos aviários dotados de telhados ventilados com telhas erguidas, durante o período estudado, manteve-se similares aos aviários sem o sistema de telhados ventilados. Verificou-se que, com a utilização desse sistema ocorreu uma redução de 9,3% na temperatura interna do aviário, com um valor aproximado de $2,8^{\circ}\text{C}$.

A variação da temperatura interna dos aviários, em função da adoção do telhado ventilado como condição, pode ser descrito pela relação:

$$T_{\text{int}} = 30,2 - 2,82 Co ; R^2 = 15,4\% \dots \text{eq.}(5.8.)$$

em que:

Tint - temperatura interna, (°C);

Co - condição; (0) sem telha erguida; (1) com telha erguida.

Deve-se ressaltar aqui, que, a temperatura interna das construções, diminui com o aumento da velocidade do vento devido uma maior movimentação do ar, e com a sua redução, pois o efeito chaminé é mais eficiente. De acordo com Zhang et al. (1989), quando a velocidade do vento é reduzida, a eficiência do efeito chaminé é maximizada.

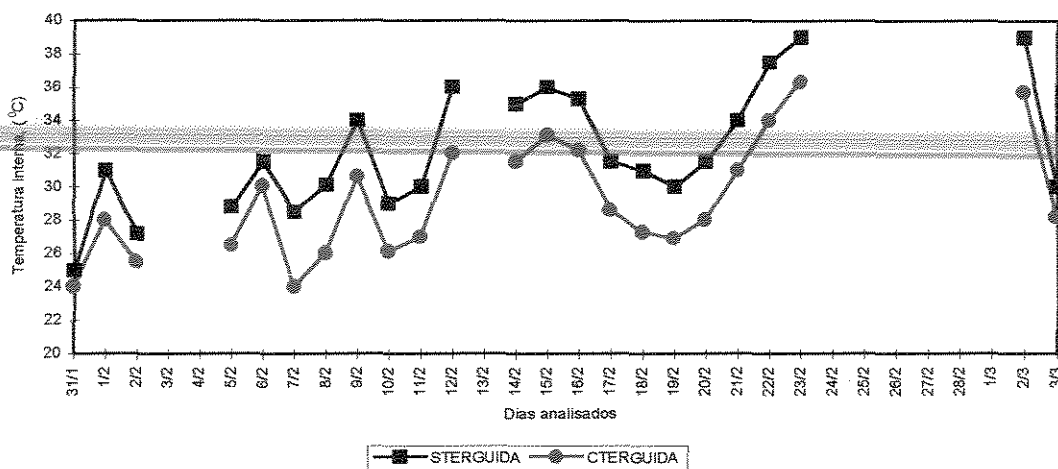


Figura 5.17. Temperatura interna dos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 16 horas. (Sterguida - para telhados sem telha erguida; Cterguida - para telhados com telha erguida).

A redução da temperatura no interior dos aviários, também pode ter sido ocasionada pela variação da temperatura entre o meio externo e interno. Essa diferença de temperatura, causou uma variação na densidade do ar, que, pelo efeito do sifão térmico, proporcionado pelas telhas erguidas, causou uma diferença de pressão no sentido vertical, resultando assim, na saída do ar quente da instalação.

A diferença dos 3°C, pode não parecer importante se as condições climáticas da região, forem próximas as de termoneutralidade da ave, entretanto,

se a região apresentar temperaturas maiores que 25°C, esse valor passa a ter uma importância bem maior. Na realidade, em campo, o conjunto de medidas, para a redução da temperatura interna das construções, é de grande importância, visto que, o somatório dessas medidas, resulta em condições mais amenas, para a exploração avícola.

5.2.2.2. Temperatura de Globo Negro

Houve um efeito significativo ($P < 0,05$) entre as temperaturas de globo negro dos aviários analisados. Esse fato, deve-se à redução da temperatura interna dos aviários, proporcionada pela saída do ar quente pelas aberturas no telhado.

Na figura 5.18., verifica-se a tendência da redução da temperatura de globo negro, durante os dias analisados, no horário das 16 horas.

A regressão que descreve o efeito causado pelo uso de telha erguida na temperatura de globo negro, pode ser escrita como:

$$T_g = 30,9 - 1,89 C_o; R^2 = 5,5\% \dots \dots \dots \text{eq.}(5.9)$$

em que:

T_g - temperatura de globo negro, ($^{\circ}\text{C}$);

C_o - Condição; (0) sem telha erguida; (1) com telha erguida.

5.2.2.3. Índices de conforto térmico

Para avaliação do efeito de telha erguida com relação aos índices de conforto térmico, foram utilizados: BGHI, THI, e CTR.

Os resultados mostraram que houve significância ($P < 0,05$) para todos os índices utilizados no estudo comparativo, ou seja, o uso de telhas erguidas nos aviários de postura reduz significativamente os valores dos índices de conforto térmico, resultando numa melhoria das condições de conforto térmico.

Estatisticamente as regressões que descrevem a relação entre o uso de telhas erguidas e os índices de conforto, podem ser escritas:

$$BGHI = 80,1 - 1,90 Co ; \quad R^2 = 4,8\%; \dots \dots \dots \text{eq.(5.10)}$$

$$THI = 79,4 - 2,74 Co; \quad R^2 = 12,2\% \dots \dots \dots \text{eq.(5.11)}$$

$$CTR = 567 - 14,9 Co; \quad R^2 = 6,1\% \dots \dots \dots \text{eq.(5.12)}$$

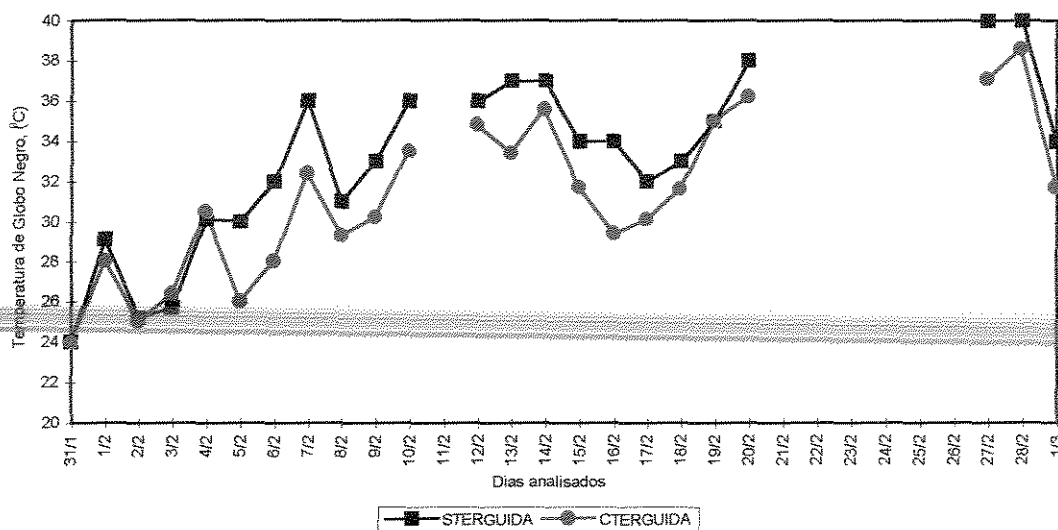


Figura 5.18. Temperatura de globo negro dos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 16 horas. (Sterguida - para telhados sem telha erguida; Cterguida - para telhados com telha erguida).

Nas figuras, 5.19., 5.20. e 5.21., verifica-se que as condições internas de conforto térmico são otimizadas com o uso de telhas erguidas nos telhados.

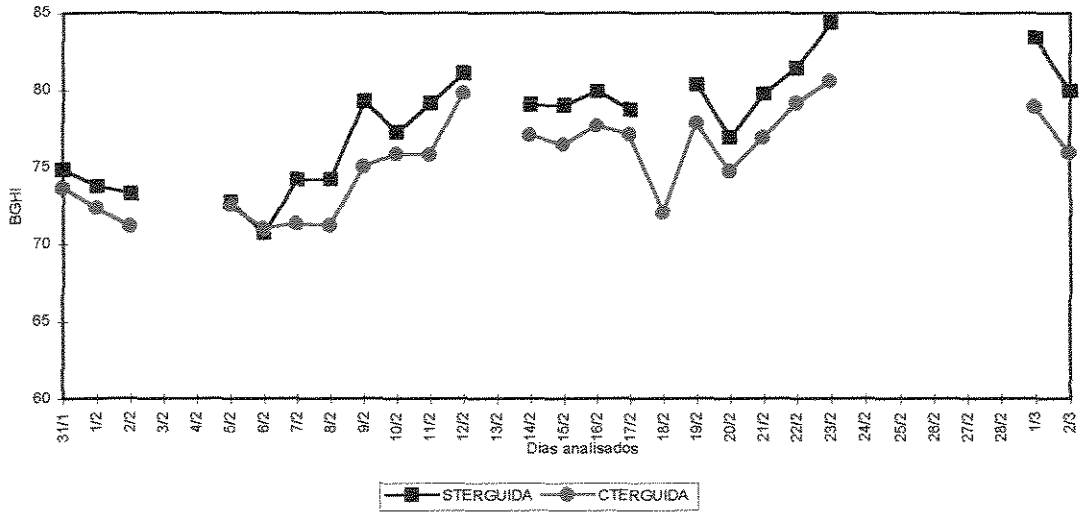


Figura 5.19. Valores de BGHI nos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 8 horas. (Sterguida - para telhados sem telha erguida; Cterguida - para telhados com telha erguida).

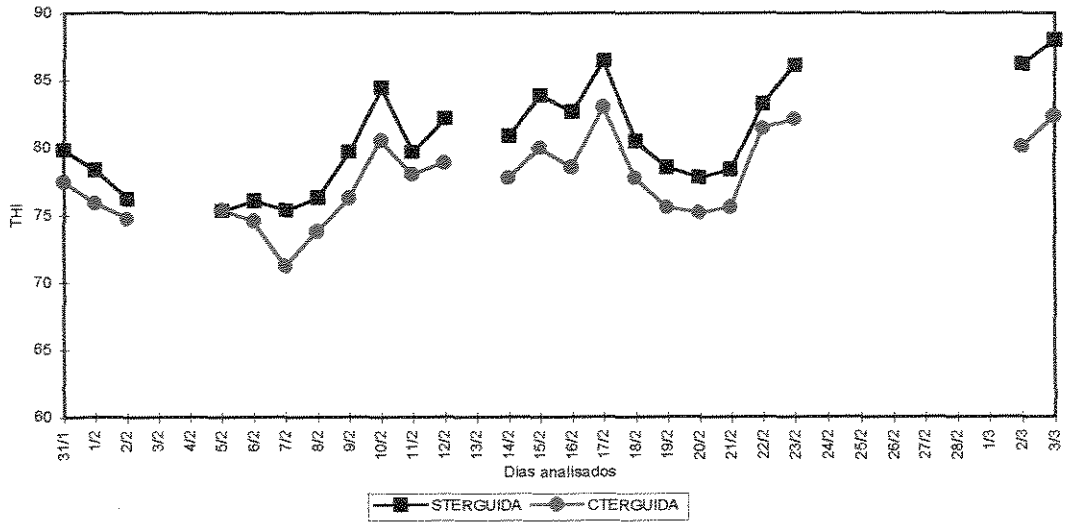


Figura 5.20. Valores de THI nos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 12 horas. (Sterguida - para telhados sem telha erguida; Cterguida - para telhados com telha erguida).

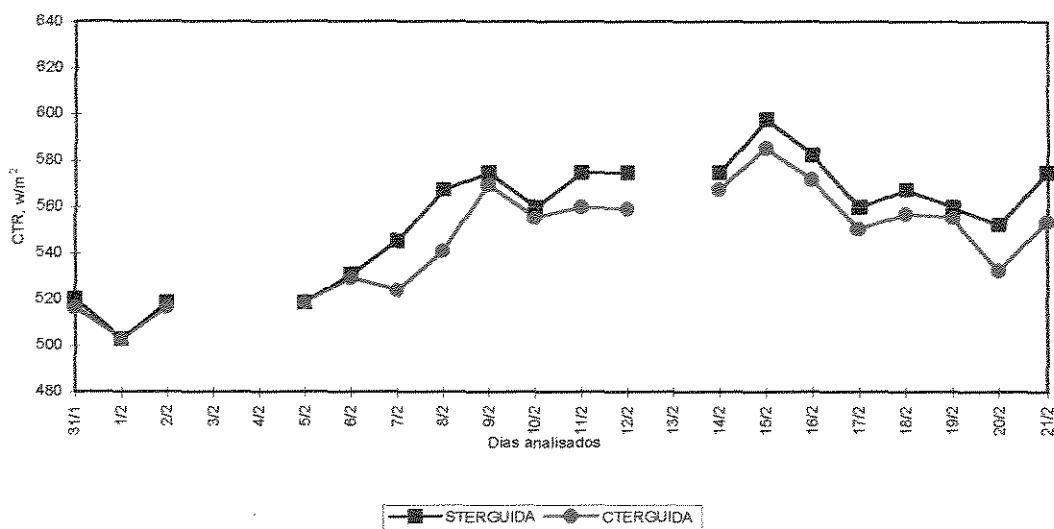


Figura 5.21. Valores de CTR nos aviários, em função do uso de telha erguida, para o horário das 20 horas. (Sterguida - para telhados sem telha erguida, Cterguida - para telhados com telha erguida)

5.2.2.4. Produção de ovos

Com relação à produção de ovos, verificou-se que não houve significância ($P > 0,05$), para o efeito do uso de telha erguida. Mesmo alterando as temperatura internas nos aviários e a de globo negro, essas não foram suficientemente reduzidas a ponto de provocarem efeitos diretos na produção. Entretanto espera-se que, tais reduções possam vir a influenciar em resultados, tais como: respostas fisiológicas nas aves e na qualidade do ovo, cujos dados não foram objeto desse trabalho.

Na figura 5.22. verifica-se que, mesmo apresentando produções superiores, os aviários dotados do sistema de telha erguida, não apresentaram acréscimos significativos na produção, nem na temperatura de globo.

As equações de regressão ajustadas aos dados médios das variáveis ambientais, e índices de conforto térmico, em função do horário do dia, estão representadas no quadro 5.1., para as condições de utilização do sistema com telhas erguidas, e no quadro 5.2., para os aviários sem telha erguida.

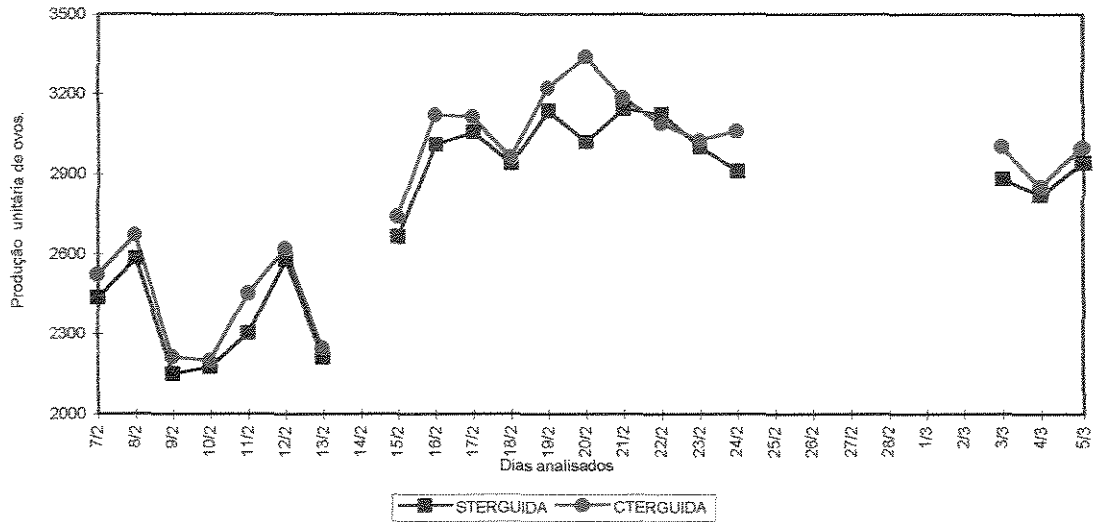


Figura 5.22. Produção total de ovos por unidade, nos aviários, em função do uso de telha erguida. (Sterguida - para telhados sem telha erguida; Cterguida - para telhados com telha erguida).

Quadro 5.1. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (T_{int}); temperatura de globo negro (T_g); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI), índice de temperatura e umidade (THI), carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno dos aviários com o sistema de telha erguida.

Variável	Modelos	R^2
$T_{interna}$	$y = -1,1975x^2 + 6,0005x + 21,033$	0,9506
T_g	$y = -2,3525x^2 + 12,295x + 16,578$	0,9880
UR%	$y = 3,475x^2 - 17,697x + 90,805$	0,9948
THI	$y = -1,64x^2 + 8,864x + 66,705$	0,9900
BGHI	$y = -1,1433x^3 + 7,68x^2 - 14,907x + 87,25$	0,9990
CTR	$y = -11,475x^2 + 61,573x + 484,07$	0,9434

Quadro 5.2. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação da temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI), índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno dos aviários sem o sistema de telha erguida.

Variável	Modelos	R ²
Tinterna	$y = -1,655x^2 + 8,567x + 21,08$	0,9799
Tg	$y = -2,51x^2 + 12,814x + 18,35$	0,9836
UR%	$y = 3,8725x^2 + 20,662x + 91,448$	0,9832
THI	$y = -1,86x^2 + 9,548x + 69,355$	0,9845
BGHI	$y = -1,935x^2 + 9,911x + 69,765$	0,9753
CTR	$y = -12,97x^2 + 66,814x + 496,88$	0,9668

5.2.3. Influência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) por nebulização, nas condições de conforto térmico dos aviários.

Para avaliação do sistema de nebulização usado nos aviários, utilizou-se as grandezas físicas (temperatura interna dos aviários, temperatura de globo negro, umidade relativa), os índices de conforto térmico (THI, BGHI, CTR), e o fator produção total de ovos do dia seguinte. Os dados foram analisados por modelos de regressão, onde, através da análise de variância, foi detectado a significância estatística dos fatores estudados, ou seja, a eficiência do uso da nebulização.

5.2.3.1. Temperatura interna dos aviários

O principal objetivo do uso da nebulização nesta pesquisa foi justamente verificar se o sistema proposto é ou não eficiente na redução da temperatura interna dos aviários, principalmente nos horários de maior incidência térmica, e conseqüentemente, maior temperatura.

Baseando-se nas análises realizadas, verificou-se que houve significância ($P < 0,05$) na temperatura interna dos aviários quando foram comparados aviários dotados com sistema de nebulização, (Cneb) e aviários sem o sistema de nebulização, (Sneb). A significância estatística encontrada foi observada para todos os horários estudados, a saber: 8, 12, 16 e 20 horas.

O comportamento da redução de temperatura com o uso do sistema de nebulização, pode ser observado na figura 5.23. Observou-se que a tendência dos dados, repetiu-se para os demais horários do dia.

Verificou-se por meio de uma regressão simples, que o uso do sistema de nebulização dentro dos aviários pode reduzir a temperatura interna média dos mesmo em aproximadamente 8,8% ($2,5^{\circ}\text{C}$), sendo esse resultado altamente significativo. O modelo que descreve esse comportamento para a temperatura interna média, pode ser escrito como:

$$T_{\text{interna}} = 28,2 - 2,49 C_o; R^2 = 13,5 \% \dots \dots \dots \text{eq. (5.22.)}$$

em que:

T_{interna} - temperatura interna, ($^{\circ}\text{C}$);

C_o - Condição, (0) sem nebulização, (1) com nebulização.

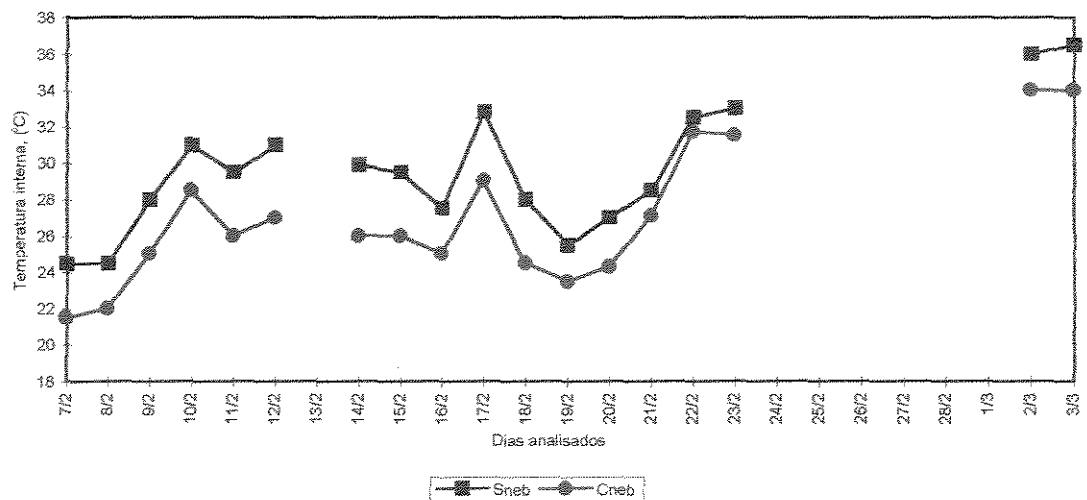


Figura 5.23. Variação da temperatura interna dos aviários em função do sistema de sistema de nebulização, para o horário das 12 horas. (Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

A temperatura interna dos aviários ao longo do dia, variou de acordo com a figura 5.24. Com os valores médios das temperaturas diárias, verificou-se também que para, os dias analisados, o uso do sistema de nebulização reduziu a temperatura interna do aviário.

A redução da temperatura interna do aviário, aproximadamente 2,5°C, confirma a eficiência do uso do SRAE por nebulização. O processo de redução da temperatura pode ser facilmente explicado pelos conceitos básicos da psicrometria, já comentado anteriormente e citado por Wierma & Scott (1983). Os resultados encontrados são coerentes com os apresentados por Whitaker (1979); Wilson et al.(1983); Tinôco (1996).

Acredita-se que o SRAE por nebulização, seja um dos mais eficientes na melhoria das condições internas do ambiente em aviários de postura. De acordo com Tinôco (1996), esse sistema foi o segundo melhor sistema, dentre vários estudados, que proporcionou melhorias tanto com relação a qualidade do ambiente como também em relação ao desempenho do animal.

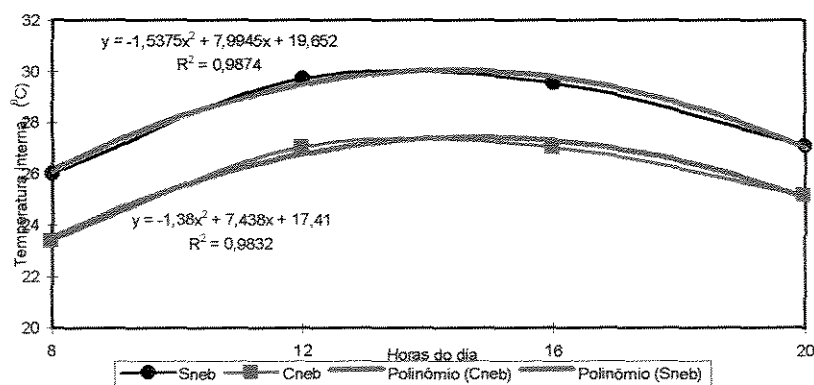


Figura 5.24. Valores reais e valores estimados da variação da temperatura interna ao longo do dia, em função do uso de nebulização. (Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

Os resultados mostraram que a relação da variação da temperatura interna máxima nos aviários (dotados ou não do sistema de nebulização), com a produção de ovos do dia seguinte, foram altamente significativos ($P = 0,00$). Nas figuras

5.25. e 5.26. verificam-se que a produção de ovos variou inversamente com a temperatura interna dos aviários submetidos aos tratamentos estudados.

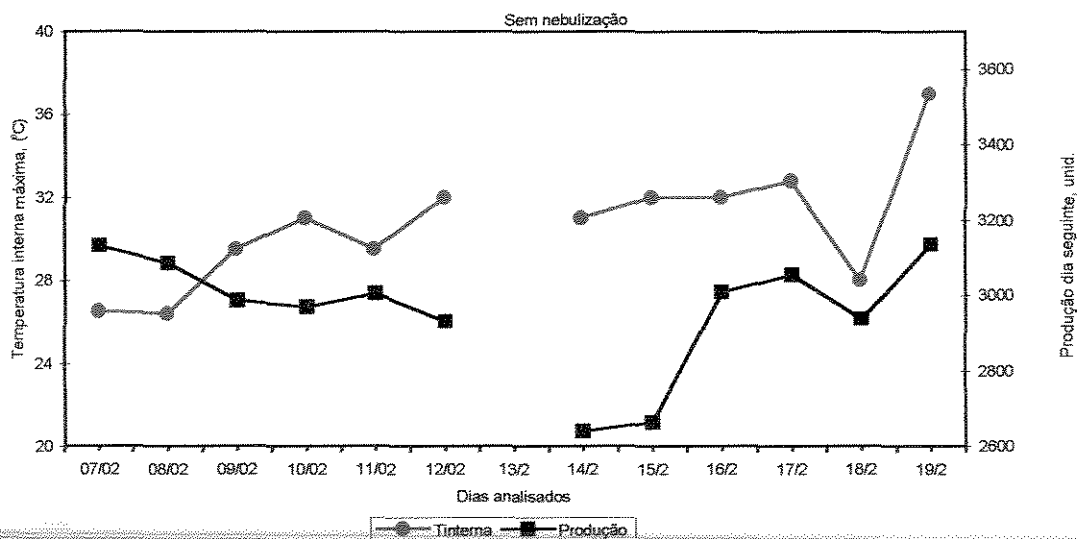


Figura 5.25. Temperatura interna máxima em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviário sem o sistema de nebulização.

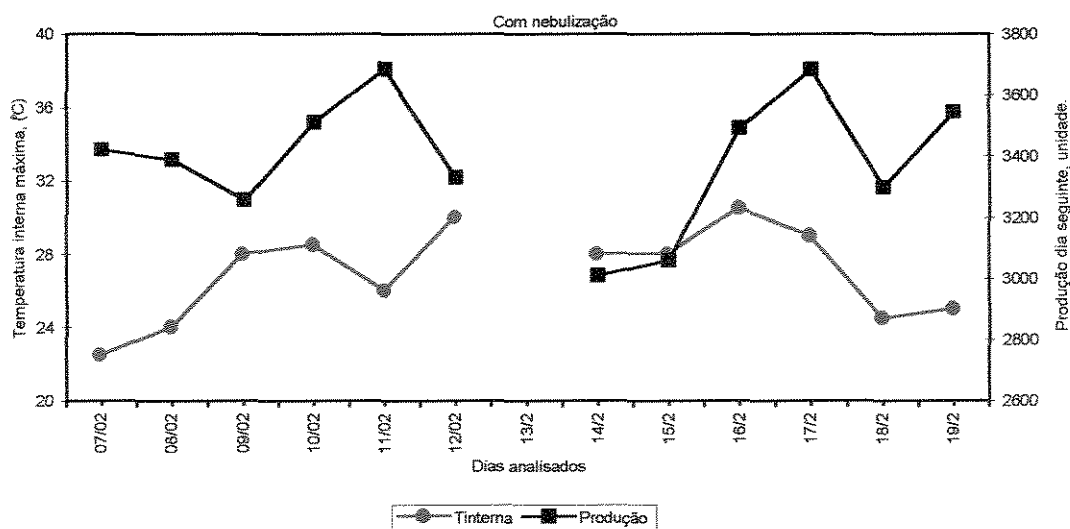


Figura 5.26. Temperatura interna máxima, em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviário com sistema de nebulização.

5.2.3.2. Temperatura de globo negro

Os resultados encontrados para as variações na temperatura de globo negro, condizem com os resultados analisados anteriormente, com relação a temperatura interna dos aviários.

Adotando-se a temperatura de globo negro do interior dos aviários, como medida de indicação de conforto, pode-se dizer que a adoção do sistema de nebulização, foi altamente significativo na redução da temperatura de globo negro dos aviários, ($P=0,00$). Na figura 5.27. observa-se que a temperatura de globo negro no aviário com nebulização, manteve-se sempre inferior a temperatura de globo negro do aviário sem nebulização, esses resultados foram similares para os demais horários.

De acordo com os dados dessa pesquisa, observou-se que o uso do sistema de nebulização em aviários do postura, reduz a temperatura de globo negro no interior dos galpões. A redução pode ser de aproximadamente 10,78% ($3,15^{\circ}\text{C}$), considerado altamente significativo ($P = 0,00$), de acordo com a regressão estudada. Essa regressão foi definida como:

$$T_g = 29,2 - 3,15 C_o; \quad R^2=18\% \dots \dots \dots \text{eq.(3.23.)}$$

em que:

T_g - temperatura de globo negro, ($^{\circ}\text{C}$);

C_o - condição 0; (0) sem nebulização; (1) com nebulização.

A variação da temperatura de globo negro ao longo do dia, pode ser observado na figura 5.28. Os valores apresentados são valores médios dos dias estudados, nos quatro horários de coleta de dados. Verificou-se que a adoção do sistema de nebulização reduziu a temperatura de globo negro no interior do aviário.

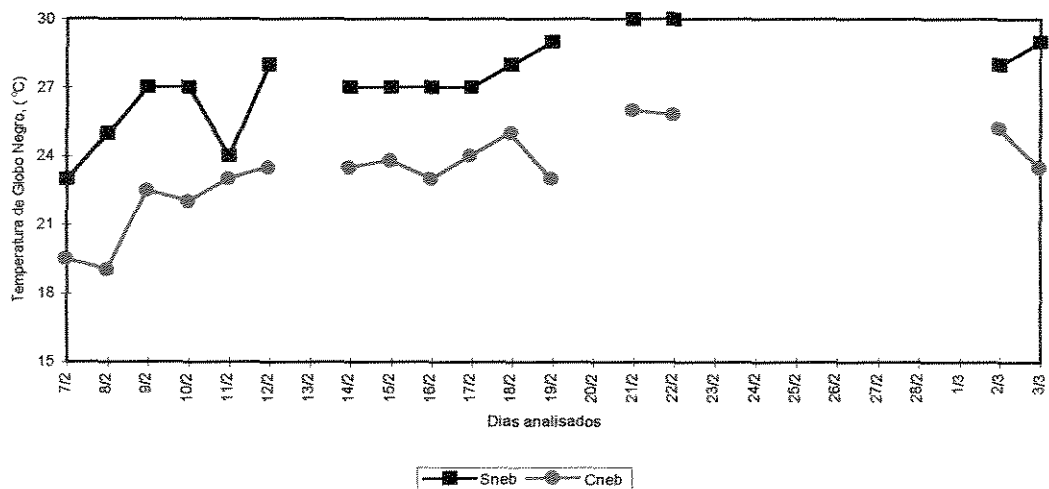


Figura 5.27. Variação da temperatura de globo negro (Tg), em função do uso de nebulização, para o horário das 8 horas. (Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

Houve significância ($P < 0,05$) entre a variação da temperatura máxima de globo negro, nos aviários (dotados ou não do sistema de nebulização) com a produção de ovos do dia seguinte. Nas figuras 5.29. e 5.30. pode ser observado que a variação da temperatura de globo negro é inversamente proporcional à produção do dia seguinte, coincidindo com os mesmos resultados encontrados com relação a temperatura interna.

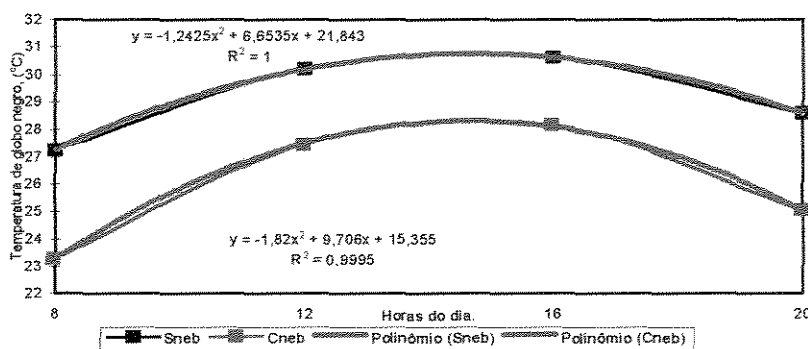


Figura 5.28. Valores reais e valores estimados da variação da temperatura de globo negro em função do uso do sistema de nebulização. (Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

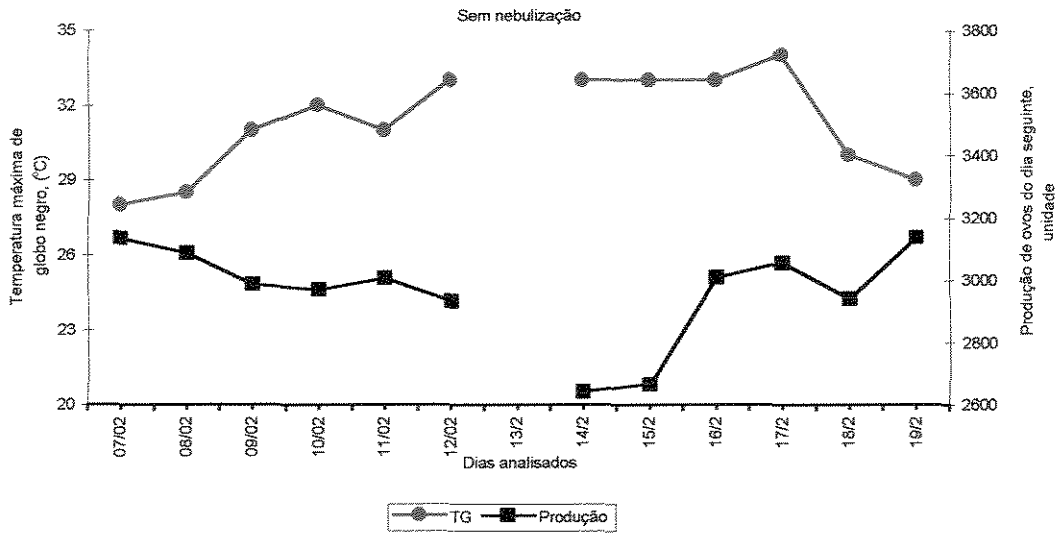


Figura 5.29. Temperatura máxima de globo negro (Tg), em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviários sem o sistema nebulização.

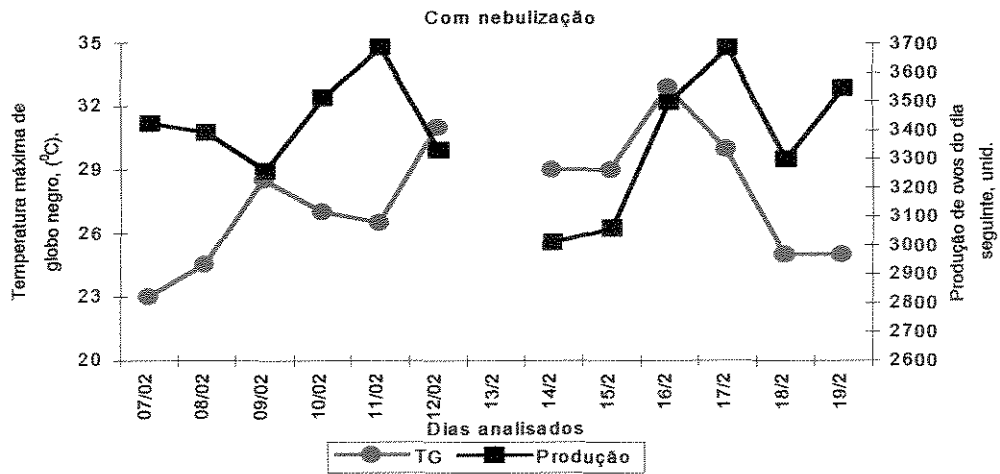


Figura 5.30. Temperatura máxima de globo negro (Tg), em função da produção total de ovos do dia seguinte, em aviário com nebulização.

5.2.3.3. Umidade relativa

A análise referente as variações na umidade relativa dos ambientes estudados, objetivou verificar se o uso da nebulização modificou significativamente o microclima dentro do aviário.

De acordo com os resultados, verificou-se que houve significância na diferença de umidade relativa somente no horário das 8 horas, porém nos outros horários analisados, as modificações causadas pela nebulização, nos aviários não foram significativas, ($P > 0,05$).

A ocorrência de alta umidade durante o dia, dá-se nas primeiras horas do dia, coincidindo com a incidência das temperaturas mínimas. Nesta ocasião, o mínimo de nebulização, maximiza portanto a quantidade de vapor d'água no ambiente.

A figura 5.31. mostra que, durante os dias analisados, a variação da umidade relativa, apesar de ser superior no aviário com nebulização, apresentou uma variação muito pequena com relação ao microclima gerado dentro do aviário sem o sistema.

Essa pequena variação na umidade relativa do ar, no interior dos aviários esta relacionada com o manejo de uso do sistema adotado, ou seja, o uso escalonado do sistema de nebulização em intervalos de 30 minutos acionados e 15 minutos desligados.

Esses resultados mostram que o uso da nebulização com o manejo adequado não acresce significativamente a UR% dentro do aviário, com exceção da nebulização no horário coincidente com as temperaturas mínimas. O que na realidade não ocorre em campo, uma vez que não se utiliza da nebulização como resfriamento nessas temperaturas.

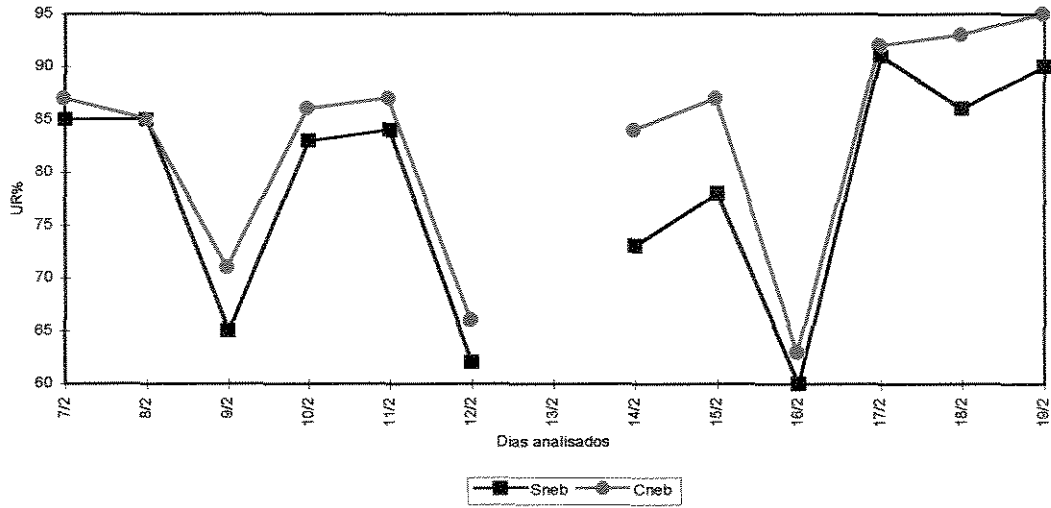


Figura 5.31. Variação da umidade relativa (%), em aviários com o sistema de nebulização, para o horário das 16 horas. (Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

Esses resultados foram comprovados, quando foi analisada a tendência dos dados, relacionados com a umidade relativa média de ocorrência ao longo dos dias, o que pode ser observado na figura 5.32.

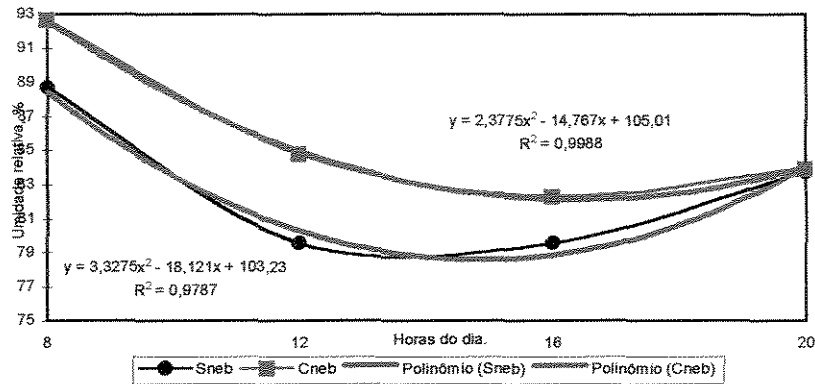


Figura 5.32. Valores reais e valores estimados da variação da umidade relativa média ao longo do dia, em função do uso do sistema de nebulização.(Cneb - com nebulização; Sneb - sem nebulização).

5.2.3.4. Índices de conforto térmico

Os indicadores de conforto térmico adotados nessa fase da pesquisa foram: BGHI, THI, CTR. Os resultados mostraram que o uso de nebulização nos aviários apresentou uma diferença significativa para todos os índices estudados ($P < 0,05$). Isso indica que o uso do sistema de nebulização pode proporcionar um maior ou menor conforto dentro dos aviários, pois os índices adotados refletem os efeitos de várias grandezas físicas correlacionados como: temperatura de bulbo úmido, temperatura ponto de orvalho, temperatura de globo negro, temperatura do ambiente interno, velocidade do vento.

O sistema de resfriamento evaporativo por meio da nebulização alterou as condições de conforto térmico dos aviários de acordo com as figuras 5.33.; 5.34. e 5.35.

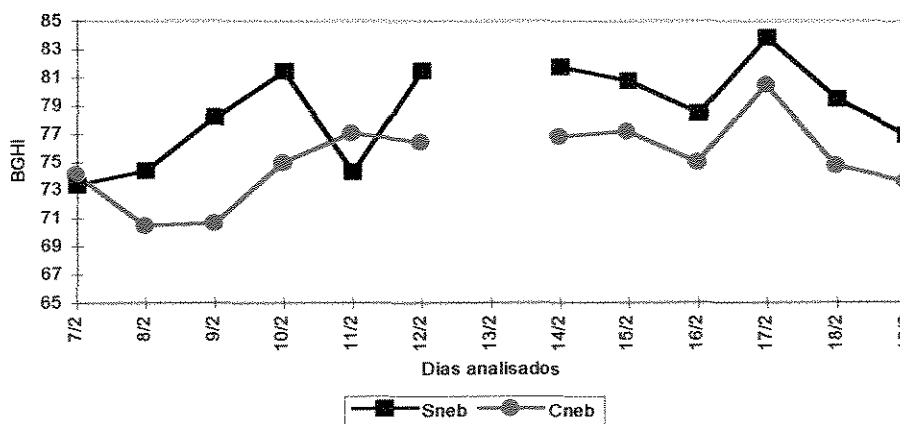


Figura 5.33. Variação do índice BGHI, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb) e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 12 horas.

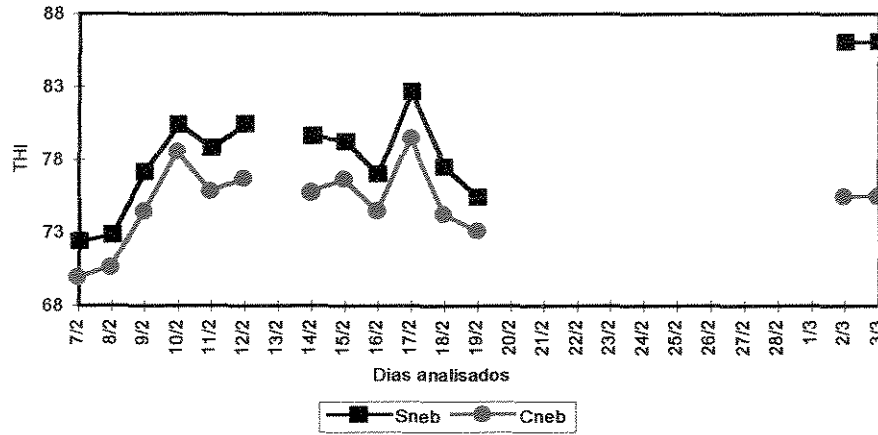


Figura 5.34. Variação do índice THI, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb) e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 12 horas.

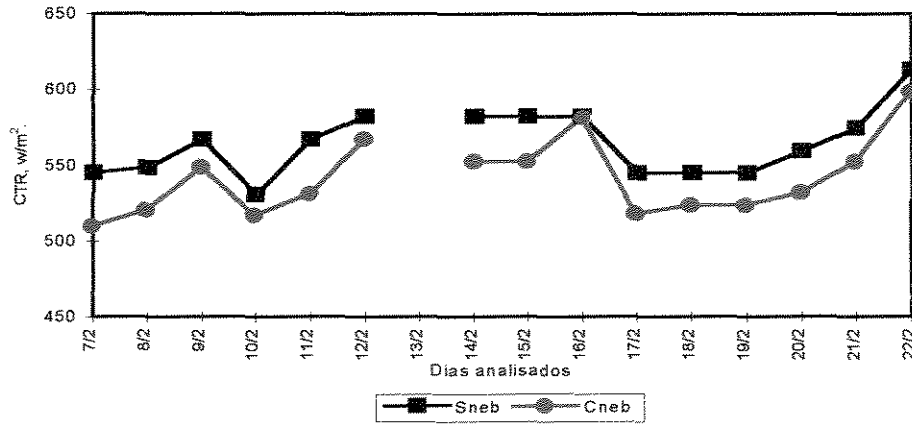


Figura 5.35. Variação do índice CTR, nos aviários com o sistema de nebulização (Cneb) e sem o sistema de nebulização (Sneb), para o horário das 16 horas.

Os resultados das regressões parciais que relacionam os índices de conforto térmico e o sistema de nebulização como condição, dos aviários podem ser escritos como:

$$BGHI = 78 - 3,44 Co \dots \dots \dots \text{eq.(5.24.)}$$

$$THI = 77,1 - 3,31 Co \dots \dots \dots \text{eq.(5.25.)}$$

$$CTR = 556 - 24 Co \dots \dots \dots \text{eq.(5.26.)}$$

em que:

BGHI - índice de temperatura de globo negro e umidade.

THI - índice de temperatura e umidade;

CTR - carga térmica radiante;

Co - condição; (0) sem nebulização; (1) com nebulização.

Os valores diários do BGHI, THI, CTR, coletados no período, a cada intervalo de 3 horas, de 8:00 horas às 20 horas no ambiente interno dos aviários, foram selecionados para a análise de variância. Para o estudo dessas variáveis em função dos diferentes horários de observação, foram testados os modelos de regressão, com melhores ajustes ao modelo quadrático, sendo que as equações estão representadas nos quadros 5.3 e 5.4.

Quadro 5.3. Equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação para temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI), índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno dos aviários sem o sistema de nebulização.

Variável	Equações	R ²
Tint	$y = -1,5375x^2 + 7,9945x + 19,652$	0,9874
Tg	$y = -1,2425x^2 + 6,6535x + 21,843$	0,9956
UR%	$y = 2,3775x^2 - 14,767x + 105,01$	0,9988
BGHI	$y = -1,1925x^2 + 6,7335x + 70,067$	0,9989
THI	$y = -1,4875x^2 + 7,8656x + 68,603$	0,9158
CTR	$y = 18,595x^3 + 157,81x^2 + 401,4x + 278,75$	1,0000

Quadro 5.2. As equações de regressão ajustada e o coeficiente de determinação para temperatura interna (Tint); temperatura de globo negro (Tg); umidade relativa (UR%); índice de temperatura de globo e umidade (BGHI), índice de temperatura e umidade (THI); carga térmica radiante (CTR), em função do horário (x) para o ambiente interno dos aviários com o sistema de nebulização.

Variável	Equações	R ²
Tint	$y = -1,38x^2 + 7,438x + 17,41$	0,9832
Tg	$y = -1,82x^2 + 9,706x + 15,355$	0,9995
UR%	$y = 3,3275x^2 - 18,121x + 103,23$	0,9787
BGHI	$y = -1,25x^2 + 7,314x + 65,61$	0,9965
THI	$y = -1,0175x^2 + 6,0425x + 66,347$	0,8895
CTR	$y = -38.198x^2 + 151.06x + 429.24$	0,9984

5.2.3.5. Produção de ovos

Com relação a produção de ovos, verificou-se que houve um efeito significativo ($P < 0,05$), no uso do sistema de nebulização no aviário, quando comparado com o aviário sem nebulização. Os resultados encontrados na produção, refletem o efeito significativo que o sistema de nebulização causou na temperatura interna, temperatura de globo negro, e nos índices de conforto térmico.

A análise adotada nessa etapa do estudo foi a regressão simples. Observou-se que as interações entre produção e variáveis ambientais não foram significativas, quando analisadas isoladamente no modelo. Porém, quando associou-se a condição de uso da nebulização, esse efeito passou a ser altamente significativo no modelo.

O modelo de regressão simples que descreve a resposta da produção em função do uso do sistema, pode ser descrito por:

$$P = 2970 + 421 Co \quad (R^2 = 18,5) \dots \dots \dots \text{eq.(5.27.)}$$

em que:

P - produção de ovos, unidades.

Co - condição; (0) sem sistema de nebulização; (1) com sistema de nebulização.

De acordo com os resultados, verificou-se que, considerando isoladamente o efeito nebulização, a produção foi 14,17% superior no aviário dotado do sistema de resfriamento evaporativo, quando comparado com o aviário sem esse sistema.

A relação da produção de ovos do dia seguinte durante o período do experimento, pode ser observada na figura 5.36. Verificou-se que durante todo o período, a produção de ovos do aviário sem o sistema de resfriamento evaporativo foi inferior, que aquele dotado do sistema.

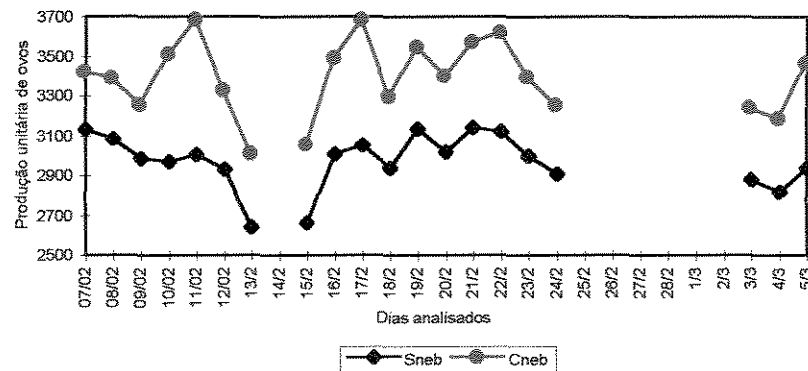


Figura 5.36. Produção de ovos, em função do uso do sistema de nebulização. (Sneb - sistema sem nebulização ; Cneb - sistema com nebulização).

5.3. Avaliação da temperatura da água de bebida ao longo do aviário.

Na avaliação da temperatura da água de bebida nos aviários, foi utilizado o delineamento experimental em esquema fatorial 3 x 4, adotando os dias como repetições. O quadro 5.1. abaixo, é o resultado da análise de variância dos dados.

De acordo com os resultados encontrados, verificou-se que durante 70% do período estudado a temperatura média da água de bebida no interior do aviário, manteve-se acima da temperatura ideal de bebida para as aves, ou seja, menor ou igual a 24°C, de acordo com Macari (1995). Esses resultados podem ser observados na figura 5.37.

Quadro 5.1. Resumo da análise de variância, referente ao efeito da variação da temperatura da água de bebida em função do posicionamento ao longo do aviário e horário durante o dia.

Fatores	G.L.	S.Q.	Q.M.	F.	P
Dia (D)	22	2388.088	106.781	98.37	0.000
Horário (H)	3	521.233	174.142	160.42	0.000
Posição(P)	2	1.228	0.767	0.71	0.494
(H) x (P)	6	36.506	6.084	5.60	0.000**
Resíduo	974	1057.323	1.086		
Total	1007	4004.378			

** Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

O comportamento da temperatura da água de bebida no interior dos aviários durante o dia, varia de formas diferentes, dependendo do horário. A temperatura média da água de bebida, no horário das 8:00 horas apresentaram valores maiores na entrada do aviário, diminuindo a temperatura no percurso até o meio (50m), e novamente elevando-se no final

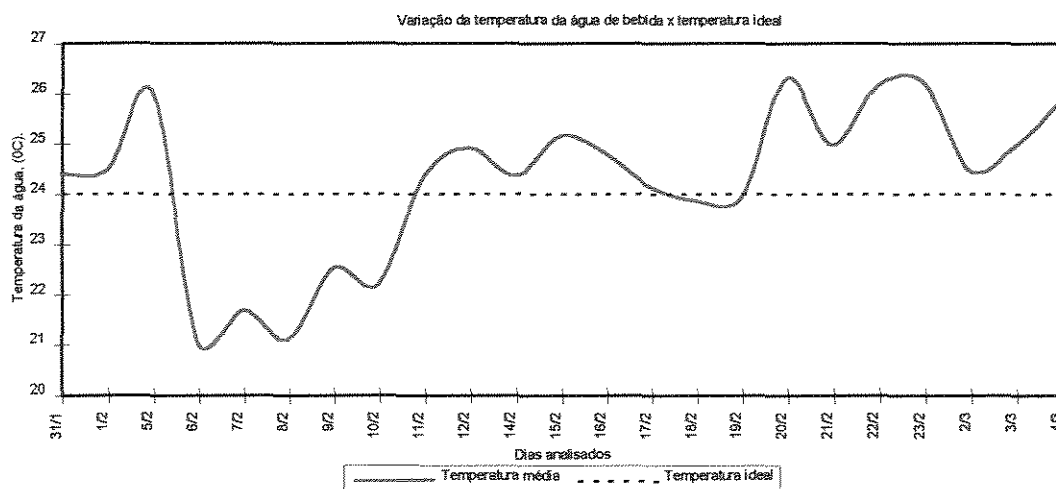


Figura 5.37. Variação da temperatura média de bebida da água em aviários, comparada com a temperatura ideal de bebida, recomendada para as aves.

A representação gráfica desse comportamento pode ser observado na figura 5.38. Acredita-se que essa variação de temperatura das extremidades, para o centro, seja devido ao fato que, no horário em questão os efeitos da temperatura externa sejam maiores nas extremidades dos galpões, e no seu interior ainda se mantém a temperatura mais fresca, devido à sua inércia térmica.

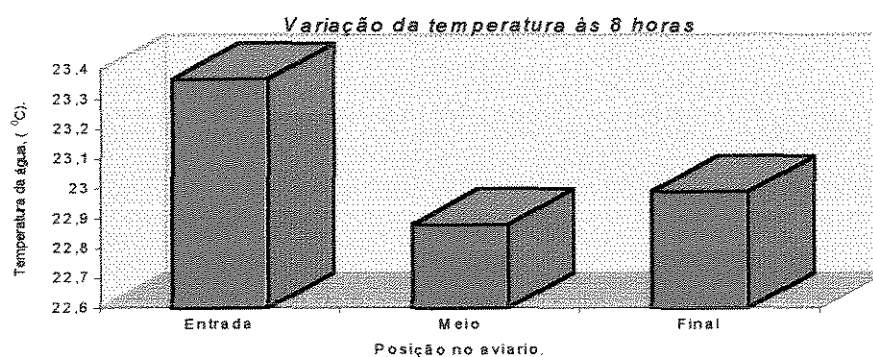


Figura 5.38. Variação da temperatura da água de bebida no horários das 8 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.

De maneira geral, somente no horário das 8:00 horas, as temperaturas médias da água de bebida foram inferiores a temperatura ideal, nos demais horários, apresentaram valores médios superiores a 24°C.

Além de apresentar valores mais elevados, a variação da temperatura média da água de bebida, em função do posicionamento ao longo do aviário mostrou resultados similares para o horário das 20:00 horas, ou seja, nas extremidades as temperatura foram superiores às do centro do galpão. Apesar dessas variações não apresentarem efeitos significativos ($P < 0,05$), deve-se atentar ao fato de que, água nos bebedouros tipo calha, tenha uma vazão satisfatória e contínua, proporcionando uma melhor aeração principalmente na região central dos aviários.

Por outro lado, quando realizou-se as análises para o horário das 12:00 e 16:00 horas, intervalo mais quente do dia, o comportamento da temperatura da água ao longo do aviário inverteu. A água entra no aviário numa temperatura mais baixa, ao longo do percurso até o meio ela se aquece, e depois até o final ela se resfria novamente. Verificou-se que nos horários de maior incidência solar, o centro dos aviários é mais quente. Esse fato pode ser explicado, devido a ventilação ser maior nas extremidades dos aviários, quando comparados com a ventilação da parte central.

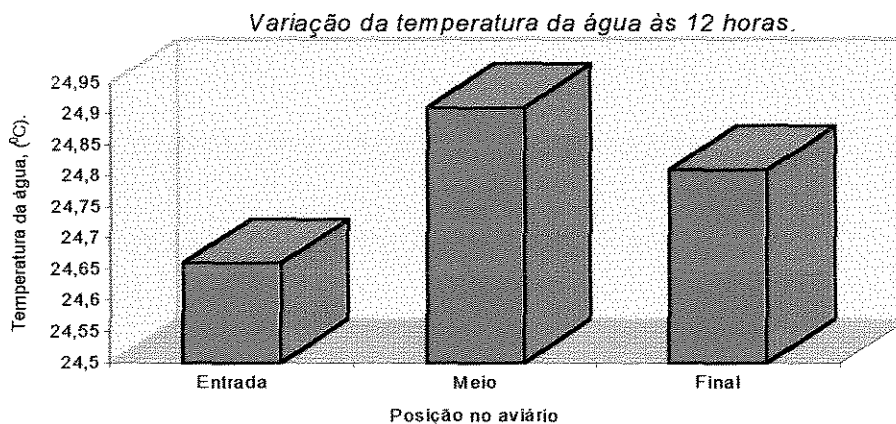


Figura 5.39. Variação da temperatura da água de bebida no horário das 12 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.

As figuras 5.39. e 5.40., mostram as variações da temperatura da água de bebida ao longo do aviário, nesses horários.

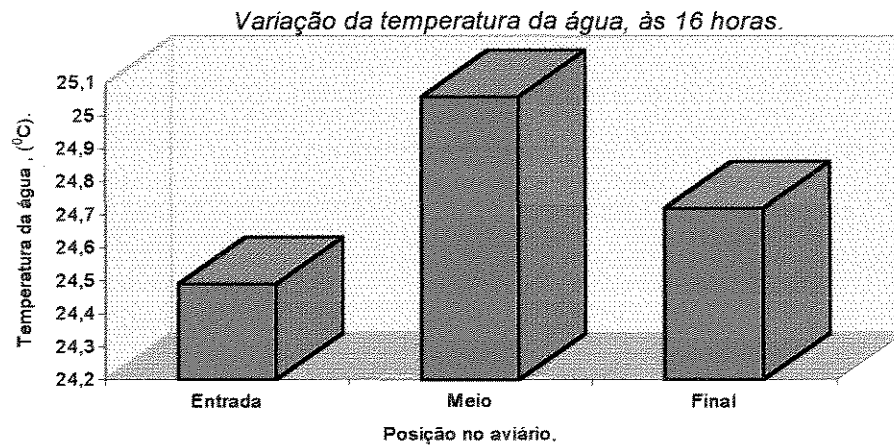


Figura 5.40. Variação da temperatura da água de bebida no horário das 16 horas, em função do posicionamento dentro do aviário.

A significância apresentada na análise de variância, com relação a interação de horário e posição, refere-se aos horários das 12:00 e 16:00 horas. Esses resultados podem ser observados na figura 5.41. e 5.42.

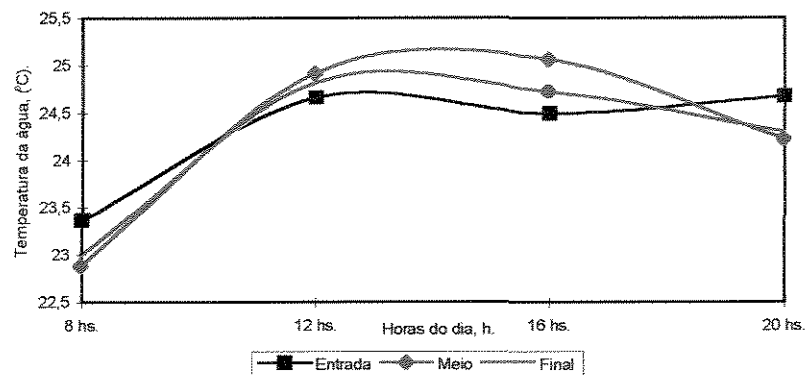


Figura 5.41. Variação da temperatura média da água de bebida, nas diferentes posições ao longo do aviário, durante o dia.

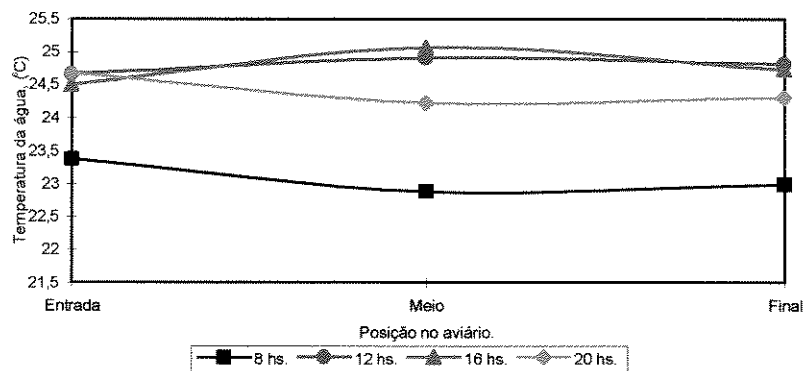


Figura 5.42. Variação da temperatura média da água de bebida, nas diferentes posições ao longo do aviário, durante o dia.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados dessa pesquisa, concluiu-se que:

1. Com relação a influência da arborização

- A arborização reduziu a temperatura interna dos aviários, em aproximadamente 10,3%, equivalente a 3°C, sendo esse resultado significativo estatisticamente..
- O gradiente de temperatura, entre o meio interno e o meio externo, em uma região não arborizada, foi 30,79% superior, ao de uma região arborizada.
- O uso da arborização, reduziu a temperatura de globo negro, em aproximadamente 11,32%.
- O uso da arborização, foi altamente significativo quando analisado pelos índices de conforto térmico.
- A produção total da seção arborizada foi 12,5% superior à da seção não arborizada, apresentado significância estatística.
- A produção unitária do aviário estudado na região arborizada, foi 23,1% superior à produção do aviário na região não arborizada.
- Os modelos em função da condição (Co), arborização foram:
 $T_{\text{interna}} = 28,3 + 2,93 \text{ Co};$
 $T_g = 29,4 + 3,33 \text{ Co};$
 $\text{THI} = 77,1 + 3,23 \text{ Co};$
 $\text{CTR} = 556 + 22,5 \text{ Co};$
 $P = 2859 + 1,4 T_{\text{máx.}} - 7,53 U_{\text{máx.}} - 750 \text{ Co}.$

2. Com relação a utilização do telhado ventilado

- O uso do telhado ventilado por meio de telhas erguidas, reduziu a temperatura interna dos aviários em 9,3%, equivalente a 2,8 °C, sendo esse resultado significativo estatisticamente.
- O uso do telhado ventilado reduziu a temperatura de globo negro;
- O uso do telhado ventilado foi altamente significativo, quando analisado pelos índices de conforto térmico.
- A produção total de ovos não foi influenciada pelo uso do telhado ventilado nos aviários, ($P > 0,05$).

3. Com relação a influência do sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE).

- Houve uma redução significativa na temperatura interna dos aviários estudados, aproximadamente 8,8%, equivalente a 2,5 °C;
- Houve uma redução significativa na temperatura de globo negro, aproximadamente 10,78%, equivalente a 3,1°C;
- Houve uma diferença estatística significativa na umidade relativa, somente para o horário das 8 horas, para os demais horários, as alterações na umidade, não foram significativas.
- O uso do SRAE, foi altamente significativo quando analisado pelos índices de conforto térmico.
- O uso do SRAE, foi significativo, quando se verificou a produção total de ovos. A produção de ovos foi aproximadamente 14,17% maior, em aviários dotados do SRAE, quando comparados com os aviários sem o sistema.
- Os modelos em função da condição (Co), nebulização foram:

$$T_{\text{interna}} = 28,2 - 2,49 \text{ Co};$$

$$T_g = 29,2 - 3,15 \text{ Co};$$

$$\text{BGHI} = 78 - 3,44 \text{ Co};$$

$$\text{THI} = 77,1 - 3,31 \text{ Co};$$

$$\text{CTR} = 556 - 24 \text{ Co};$$

$$P = 2970 + 421 \text{ C}.$$

4. Com relação temperatura da água

- Durante 70% do período estudado, a temperatura média da água de bebida, manteve-se acima da temperatura ideal;
- A variação da temperatura da água dentro do aviário, não apresentou diferença significativa em relação à posição ao longo do aviário, porém, quando associada com o horário do dia, a interação foi altamente significativa;
- Nos horários das 8:00 e 12:00 horas a temperatura da água nas extremidades dos aviários é superior à temperatura do centro dos aviários.
- Nos horários das 12:00 e 16:00 horas, a água é mais fresca nas extremidades, aquecendo-se no centro do aviário.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, M.M.; MATHER, F.B.; GLEAVES, E.W. Effect of environmental temperature and dietary energy on dwarf and normal hens and normal roosters. **Poultry Science**, v.53, n.3, p. 927-935, 1974.

ALUCCI, M.P. Critérios relativos no atendimento das exigências de ventilação na habitação. **A construção**, n.1861, p.11-16. 1983.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING AND REFRIGERATION AND AIR CONDITIONED ENGINEERS. Handbook of fundamentals. New York, 1985. P.139-198: Environment.

ANDRADE, A.N.; ROGLER, J.C.; FEATHERSTON, W.R.; ALLISTON, C.W. Interrelationship between diet and elevated temperatures (cyclic and constant) on egg production and shell quality. **Poultry Science**, v.56, n.4 p.1178-1118, 1977.

AUSTIC, R.E.; NESHEIM, M.C. **Poultry Production**. London: Lea and Febiger. 1990. 325p.

AVES & OVOS. São Paulo, v.11, n.6, abr. 1995. 50p.

AVES & OVOS. São Paulo, v.13, n.12, out. 1997. 34p.

BACCARI, F.J.R. Manejo ambiental para a produção de leite nos trópicos. In: CICLO INTERNACIONAL DE PALESTRAS SOBRE BIOCLIMATOLOGIA ANIMAL, 1., Jaboticabal, 1986. **Anais**. Jaboticabal:FUNEP, 1986. p. 45-53.

BARROT, H.G.; PRINGLE, E.M. Effects of environment on growth and feed and water consumption of chickens. I. **Journal of Nutrition**, v.37, p.53-67, 1947.

BARROT, H.G.; PRINGLE, E.M. The effects of temperature of environment during the first nine days after hatch. **Journal of Nutrition**, v.39, p.153-161, 1949.

BEANE, W.L.; CHERRY, J.A.; WEAVER, W.D.; Intermittent light and restricted feeding of broiler chickens. **Poultry Science**, v.58, n.3, p.785-788, 1979.

- BEDFORD, T.; WARNER, C.G. **The globe temperature in studies of heating and ventilation.** Industrial Health Research Board, 1934. 7p.
- BEKER, A.; TEETER, R.G. Drinking water temperature and potassium chloride supplementation effects on broiler body temperature and performance during heat stress. **Journal of Applied Poultry Research**, v.3, n.1, p.87-98, 1994.
- BERNE, R.M.; LEVY, M.N. **Physiology.** Saint Louis: C.V. Mosby. 1988. 1077p.
- BOND, T.E. Environmental control in tropical countries. In: BOND, T.E.; **Environmental control in poultry production.** Edinburgh: Ed. T.C. Carter, British Egg Marketing Board, Oliver and Boyd. 1967. 345p.
- BOND, T.E.; KELLY, C.F. The globe thermometer in agricultural research. **Transactions of the ASAE**, v.36, n.7, p.251-255, 1955.
- BORDAS, A. ; MINVELLE, F. Réponse à la chaleur de poules pondeuses issues de lignées sélectionnées pour une faible (R^-) ou forte (R^+) consommation alimentaire résiduelle. **Genetics, Selection, Evolution**, v.29, n.3, p.279-290. 1997.
- BOTTCHER, R.W.; CZARICK, M.; LACY, M.P.; BUAGHMAN, G.R. Evaporative efficiency on a fogging fan for poultry. **Applied Engineering in Agriculture**, v.8, n.6, p.855-860, 1992.
- BOUSHY, A.R.; VAN MARLE, A.L.; The effect of climate on poultry physiology in tropics and their improvement. **World's Poultry Science Animal Journal**. v.34, n.3, p.155-171. 1978.
- BRUCE, J.M. Ventilation of a model livestock building by thermal buoyancy. **Transactions of the ASAE**. v.25, n.6, p.1724-1726, 1982.
- BUCKLIN, R. A.; NÄÄS, I. A.; SAZUETA, F.S.; WALKER, W.R. Natural ventilation in swine housing. University of Florida, Gainesville: Agricultural Engineering Extension Report 88-36, 1988. 30p.
- BUFFINGTON, E.D.; AROCHO, A.C.; CATON, G.N.; PITY, D.; THACHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe humidity comfort index for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

- BURLAU, M.; BALTAC, S. Efficiency of the utilization of the energy of food in laying hens. **Journal of Agricultural Science**, v.77, p.405-411. 1971.
- CAMPOS, A.C.; WILCOX, F.H.; SHAFFENER, C.S. The influence of fast and slow rises in ambient temperature on production traits and mortality of laying pullets. **Poultry Science**, v. 39, n.1, p.119-129. 1960.
- CANSON, J. A.; BRITTON, C. Comparison of compartmental and Adam-Bell models of poultry egg production. **Poultry Science**, v.67, n.1, p.213-218, 1988.
- CANTON, G.H. Evaporative cooling effects on mature male broiler breeders. St. Joseph: ASAE, 1982. 17p. (ASAE Paper, 80-4058).
- CANTON, G.H.; BUFFINGTON, D.E.; MATHEP, F.B. Evaporative cooling effects on mature male broiler breeders. **Transactions of the ASAE**. v.26, n.6, p.1974-1977, 1983.
- CARMO, M.B. Níveis de proteína e de aminoácidos sulfurosos em rações de galinhas poedeiras sob regime de alta temperatura. Viçosa: UFV, 1981. 75p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa.
- CARMON, L.G.; HUSTON, T.M.; The influence of environmental temperature upon egg components of domestic fowl. **Poultry Science**, v.44, n.5, p.1237-1240, 1965.
- CAVALHEIRO, F. Arborização urbana: planejamento, implantação e condução. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 2.; ENCONTRO NACIONAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA, 5., São Luís, 1994. **Anais**. São Luís: SBAR, 1994. p. 227-231.
- CHANCELLOR, W.J. Cool tropical building: lessons from old style designs. In: INTERNATIONAL WINTER MEETING OF THE AMERICAN SOCIETY AGRICULTURAL ENGINEERING, Chicago, 1991. Paper. Chicago:ASAE, 1991. 19p. (ASAE Paper , 91-4521).
- CHARLES, D.R.; EMMANS, G.D.; DUN, P.; Studies on the interaction between temperature and nutrition for layers. Gledthorpe Poultry Husbandry Experimental Unit Booklet, U.K. 1976.
- CHOINÉRE, Y.; MUNROE, J. A. Principles and guidelines for natural ventilation of warm dairy housing. St. Joseph:ASAE, 1990. 19p. (ASAE Paper 90-4552).

- CHOSSON, C.; LAPORTE, E.; GRANIER, R. Estimación journalière de l'hygrométrie e des concentration de gaz, pousséries et bacteries de l'air porcherie. **Journée de la Recherche Porcine in France**, n.21, p.261-268, 1989.
- CLARK, J. A. **Environmental aspects of housing for animal production**. Northingham:British Library Cataloguing in Publication Data, 1981. 510p.
- COSTA, E.C. **Arquitetura ecológica: condicionamento térmico natural**. São Paulo: Edgard Blücher, 1982. 265p.
- COSTA, M. S. Efeito das condições ambientais tropicais na fisiologia e rendimento das poedeiras, métodos para diminuir os efeitos prejudiciais das condições ambientais tropicais. In: **Avicultura nas regiões tropicais**. Campinas, Fundação Cargil. 1980. 121p.
-
- COSTA, M.S.; HUNTON, P.; Alimentação e manejo para poedeiras em regiões tropicais. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE AVICULTURA, Lima, 1979. **Anais**. Lima:1979. p.118-126.
- CUNNINGHAM, F.E.; COTTERILL, O.J.; FUNK, E.M.; The effect of season and age of bird. **Poultry Science**, v.39, n.2, p.289-299. 1960.
- CURTIS, S.E. **Environmental management in animal agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1983. 407p.
- CURTIS, S.E.; BACKSTROM, L. Housing and environmental: influence on production. In: LEMANN. A.D.; STRAW, B.E.; MENGELING, W.L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D.J. **Disease os swine**. Ames: Iowa state University Press, 1992. p.884-900.
- D'ALFONSO, T. H.; MANBECK, H.B.; ROUSH, W.B. A case study of temperature uniformity in three laying hen production buildings. **Transactions of the ASAE**, v.39, v.2, p.669-675, 1996.
- DEATON, J.W.; REECE, F.N.; VARDMAN, T.H. The effect of temperature and density on broiler performance. **Poultry Science**, v.46, n.4-6, p.1251-1256, 1967.
- DETZEL, V. A. Arborização urbana: importância e avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1.;

ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: SBAR, 1992. p. 39-52.

ESMAY, M.L. **Principles of animal environment**. Westport: ABI Publ. 1982. 325p.

FEHR, R.L.; PRIDDY, K.T.; McNEILL, S.G.; OVERHULTS, D.G. Limiting swine stress with evaporative cooling in the southeast. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.4, p. 542-545, 1993.

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

FURLAN, R.L.; MACARI, M; Aspectos fisiológicos das aves durante o estresse calórico. In:AVES: NUTRIÇÃO DE MATRIZES PESADAS. 1993. Mogi Mirim. **Anais**. Mogi Mirim: Supremais, 1993. p.1-13.

GARBOGGINI, I.L. A.; GHELFI FILHO, H.; SILVA, I.J. O. Avaliação da qualidade da sombra de espécies arbóreas através dos índices de conforto térmico para a região de Piracicaba, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24., Viçosa, 1995. **Resumos**. Viçosa:SBEA, 1995. p.116.

GRAVES, R. E. Evite o stress pelo calor. **Gado Holandês**, v.54, n.153, p.20-21, 1988.

GREININGER, I.J.; DESSHAZER, J.A.; GLEAVES, E.V. Simulation model of poultry energetics for developing environmental recommendations. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, 2., Ames, 1982. **Proceedings**. Ames: ASAE., 1982. p.234-240.

HAFEZ, E.S.E. **Adaptation of domestic animals**. Philadelphia: Ed. Lea and Febiger, 1968. p324.

HAHN, G.L. Housing and management to reduce climatic impacts on livestock. **Journal of Animal Science**, v.52, n.1, p.175-186, 1981.

HAHN, G. L.; HRUSKA, R. L. Bioclimatology and livestock housing : theoretical and applied aspects. St. Joseph: ASAE, 1989. 13p. (ASAE **Paper** 89-4531).

- HAHN, G.L.; NIENABER, J. A. Summer weather variability and livestock production. St. Joseph: ASAE, 1976. 12p. (ASAE Paper 76-1033).
- HARDOIN, P. C.; BAÊTA, F.C.; CARDOSO, S. Análise física do comportamento da ventilação natural devido ao termossifão em instalações avícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18., Recife, 1989. **Resumos**. Recife:SBEA, 1989. p.70.
- HARDOIN, P. C.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; SOARES, P.R. Avaliação da ventilação natural ocasionada pelo lanternim em instalações avícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 18., Recife, 1989. **Resumos**. Recife:SBEA, 1989. p.69.
- HARRIS, G.C.; NELSON, J.S.; SEAY, R.L.; DODGEN, B. Effects of drinking water temperature on broiler performance. **Poultry Science**, v.57, n.7, p.775-779, 1975.
- HEISLER, G.M. Trees and human comfort in urban areas. **Journal of Forestry**, v.72, n.8, p. 466-469, 1974.
- HOWES, J.R.; GRUB, W.; ROLLO, C.A. The effects of high constant environmental temperature upon caged White Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.40, n.5, p.1416-1417, 1961.
- HOYANO, A. Climatological uses of plants for solar control and effects on the thermal environment of a building. **Energy and Building**, v. 11, p. 181-199, 1988.
- HUSTON, T.M.; JOINER, W.P.; CARMOS, J.L. Breed differences in egg production of domestic fowl held at high environmental temperatures. **Poultry Science**, v.36, n.6, p.1247-1253, 1957.
- HVIDSTEN, H.; HAUGEN, A.E., Influence of temperature on laying performance. **Poultry International**, v.13, n.8 , p.62-65, Nov. 1977.
- JOINER, W.P.; HUSTON, M.R. The influence of high environmental temperatures on immature domestic fowl. **Poultry Science**, v.36, n.8, p.973-978, 1957.
- JONES, J.E.; HUGHES, B.L.; BARNETT, B.D. Effect of choching dietary energy levels and environmental temperatures on feed consumption and

egg production of single comb white Leghorns. **Poultry Science** v.55, n.1, p.274-277, 1976.

KELLY, C. F.; BOND, T. E.; ITTNER, N. R. Design of livestock shades construction and location of shades contribute to animal comfort and maintenance of feed intake. **California Agriculture**, v.12, n.4, p. 3-4, 1954.

KRAMER, P. J.; KOSLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

KRATZER, P. A. **The climate of cities**. Braunschweig: Vieweg and Sohn, 1956. 837p.

KREIDER, J.L., KREITH, F. Solar heating and cooling: engineering, practical design, and economics. Washington: Hemisphere Publishing Corporation, 1987. 534p.

LEE, J.E.; SEARS, F.W. **Termodinâmica**. Rio de Janeiro: McGraw Hill, 1992. 302p.

LOKHORST, C. Mathematical curves for the description of input and output variables of daily production process in aviary housing systems for laying hens. **Poultry Science**, v.75, n.7, p.838-848, 1996.

LOMBARDO, M. A. Vegetação e clima. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 3., Curitiba, 1990. **Anais**. Curitiba: SBAR, 1990. p. 1-13.

MACARI, M. Água de beber na dose certa. *Aves & Ovos*. v.9, n.6, p.40-48, abril. 1995.

MARQUES, D. Calor: conhecimentos e cuidados para minimizar seus efeitos sobre os frangos. Amparo: CASP. 1992. 11p.

MARSDEN, A., MORRIS, T.R. Comparisons between constant and cyclic environments on shell quality and other lay performance factors with Leghorn pullets. **Poultry Science**, v.54, p.36-46, 1975.

MARTA FILHO, J. Método quantitativo de avaliação de edificações para animais, através da análise do mapeamento dos índices de conforto térmico. Botucatu, 1993. 159p. Tese (Doutorado/ Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita/UNESP).

- MASCARÓ, J.L.; MASCARÓ, L.M. **Uso racional de energia em edificações: Isolamento térmico.** São Paulo: Agência para Aplicação de Energia, 1988. 51p.
- McMILLAN, I. Comportamental model analysis of poultry egg production curves. **Poultry Science**, v.60, n.5, p. 1549-1551, 1981.
- McMILLAN, I.; GOUGE, R.S.; GAVORA, J.S., FAIRFULL, R.W. Prediction of annual productin from part record egg production in chickens by three mathematical models. **Poultry Science**, v.65, n.3, p.817-822, 1986.
- MILLIGAN, J.L.; MARR, J.E.; EATON, R.C.; KIFER, P.E.; WILCKE, H.L. Environmetal studies on broiler chicks. **Poultry Science**, v.36, n.8, p.1141-1145, 1957.
- MITCHELL, M. A. Some physiological effects of environmental temperature upon poultry temperature stress and convective cooling in laying hens. In: International Poultry Breeders Conference. Edinburgh, 1987. Proceedings. Edinburgh: 1987. p.24-25.
- MONTERO, J.L. Influence of evaporative cooling systems on greenhouse environment. St. Joseph: ASAE, 1982. 19p. (ASAE Paper, 81.4027)
- MOURA, D.J.; NÄÄS, I. A. Estudo comparativo de índices de conforto térmico na produção de animais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus, 1993. **Anais.** Ilhéus: SBEA ; CEPLAC, 1993. v.1, p.42-46.
- MOWBRAY, R.M., SYKES, A.H. Egg production in warm environmental temperatures. **British Poultry Science**, v.12, p.25-29, 1971.
- MÜLLER, P.B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos.** Porto Alegre: Sulina, 1982. 158p.
- NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal.** São Paulo: Ícone, 1989. 183p.
- NÄÄS, I.A. Aspectos físicos da construção no controle térmico do ambiente das instalações. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLA, 1994. Santos: APINCO, 1994. p.167.
- NÄÄS, I. A.; MOURA, D.J.; SILVA, I.J. O.; REIS, R.L.S.; SEVEGNANI, K.B. Thermal effects on poultry. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM

- LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5., Minneapolis, 1997. **Proceedings.** Minneapolis: ASAE, v.1, p.584-590. 1997.
- NORTH, M.O. **Commercial chicken production manual.** The AVI Publ., 1972. 345p.
- NORTH, M. O.; BELL, D.D. **Manual de producción avícola.** 3. ed. México:Editorial Manual Moderno, 1993. 829p.
- O'NEILL, S.J.B.; BALNAVE, D.; JACKSON, N. The influence of feathering and environmental temperature on the heat production and efficiency of utilization of metabolizable energy by mature cockerel. **Journal of Agricultural Science**, v.77, p.293-305. 1971.
- OLLITA, A. F.L. Instalações avícolas: (indicações técnicas construtivas). Piracicaba: ESALQ, 1978. 61p. (Boletim de Divulgação, 12).
-
- OLSON, L.L.; DESSHAZER, J.A.; MATHER, F.B.; Convective, Radioative and Evaporative heat losses of White Leghorn layers as affected by bird density per cage. **Transactions of the ASAE**, v.17, n.5, p.960-964. 1974.
- OTA, H.; MCNALLY, E.H., Poultry respiration calorimetric stuiies of laying hens single comb white leghorns, Rhode Island Reds, and New Hamshire x Cornish cross. Beltsville: USDA, ARS, 1966. 34p. (Report. 42-43).
- PAYNE, G.C. Environmental temperature and egg production: the physiology of the domestic fowl . Ed. Horton Smith, C. and Amoroso, E.C. Oliver and Boyd, Edingburgh: 235-241. 1967.
- PAYNE, G.C. Practical aspects of environmental temperature for laying hens. **World's Poultry Science Journal**, v.22, n.126-139, 1966.
- PEIXOTO, M.C.; LABAKI, L.C.; SANTOS, R.F. Conforto térmico em cidades: Avaliação do efeito da arborização no controle da radiação solar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, ENTAC'93, São Paulo, 1993. **Anais.** São Paulo: ANTAC, 1995. p. 629-634.
- PEREIRA, A. M. Stress calórico em poederas comerciais. In: SEMINÁRIO DE POSTURA COMERCIAL , Campinas, 1991. Campinas:Guabi, 1991. p.133-146.

- PICKERING, N.B., Operational stochastic meteorologic models for nonpoint source pollution modeling (Maouse model). Ithaca, 1982. 125p. 1982. Thesis (M.Sc.) - Cornell University.
- PITT, D; SOERGELL II ;ZUBE, E. Trees in the city. In: NATURE IN CITIES: THE NATURAL ENVIRONMET IN THE DESIGN AND DEVELOPMENT OF URBAN GREEN SPACES. Chichester: I.C. Laurie, 1988. p.123-138.
- RANDAL, J.M. The prediction of airflow patterns in livestock buildings. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.20, n.2, p.199-215, 1975.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D. The effect of environmental temperatures on sensible and latent heat production of broiler chickens. **Poultry Science**, v.61, p.25-32, 1982a.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D. Heat and moisture production of broiler chickens during brooding. **Poultry Science**, v.61, p.667-672, 1982b.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D. Optimizing poultry house design for broiler chickens. **Poultry Science**, v.61. p.25-32, 1982c.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D. Typical broiler chicken growth rates, 1981. **Poultry Science**, v.61, p.661-666, 1982d.
- REECE, F.N.; LOTT, B.D. The effects of temperature and age on body weight and feed efficiency of broiler chickens. **Poultry Science**, v.62, p.1906-1908, 1983.
- RIVEIRO, R. **Arquitetura e Clima: (acondicionamento térmico natural)**. 2.ed. Porto Alegre: D.C. Luzzatto, 1986. 345p.
- ROLLER, W.L.; STOMBAUGH, D.P. The influence of environmental factors on the reproduction of livestock. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, Atlanta, 1976. **Proceedings**. Atlanta: ASAE. 1976. v.1, p.31-50.
- RUTZ, F.; Aspectos fisiológicos que regulam o conforto térmico das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVICOLA. Santos, 1994. Santos: APINCO, 1994. 167p.
- SATTLER, M. A. Arborização urbana e conforto ambiental. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 1.; ENCONTRO

NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA, 4., Vitória, 1992. **Anais**. Vitória: SBAR, 1992. p. 15-28.

SEVEGNANI, K.B. Avaliação de tinta cerâmica em telhados de modelos em escala reduzida, simulando galpões para frangos de corte. Campinas, 1997. 64p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

SILVA, I.J. O.; GHELFI FILHO, H.; NÄÄS, I. A. ; GARBOGGINI, I.L. A Redução da carga térmica de radiação através do sombreamento natural. In: CONGRESSO ARGENTINO Y INTERNACIONAL DE INGENIERIA RURAL, 2., Neuquen, 1996. **Memorias**. Neuquen: 1996. p. 799-807.

SILVA, I.J.O.; NÄÄS, I. A.; BUCKLIN, R. A. Evaluation of egg production housing in hot climate. St. Joseph: ASAE, 1994. 8p. (ASAE Paper 94.4567).

SILVA, I.J. O.; NÄÄS, I. A.; SEVEGNANI, K.B. Effect of natural shading on the total solar heat load. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, 5., Minneapolis, 1997. **Proceedings**. Minneapolis: ASAE. 1997. v.2, p.680-685.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B.; MOURA,D.J.; NÄÄS, I. A. Environmental variables affecting egg production. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON AGRICULTURAL ENGINEERING, Madrid, 1996. **Proceedings**. Madrid:CIGR, 1996. p.445-446.

SILVA, I.J.O.; SEVEGNANI, K.B.; RODRIGUES, E.H.V.; NÄÄS, I. A. Influência da amplitude térmica na produção de ovos. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLA, Curitiba, 1995. **Anais**. Curitiba: APINCO, 1995. p. 267-268.

SILVA, K. O.; SILVA, I.J. O.; GHELFI FILHO, H.; NÄÄS, I.A. Caracterização da sombra de árvores, através de índices de conforto térmico, para a região de Lavras-MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 24., Viçosa, 1995. **Resumos**. Viçosa:SBEA, 1995. p.112.

SLEUTJES, M. A.; LIZIERIE, R. S. Conforto térmico do gado leiteiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES RURAIS, AGRIBUILDING, 1., Campinas, 1991. **Resumos**. Campinas: UNICAMP, 1991. 1v. p.25.

- SMITH, C.V. A quantitative relationship between environment, comfort and animal productivity. **Agricultural Meteorology**, v.1, p.249-270, 1964.
- SQUIBB, R.L., WOGAN, N.G., REID, C.H. Production of white Leghorn hens subjected to high environmental temperatures with wide diurnal fluctuations. **Poultry Science**, v.38, n.5, p.1182-1183, 1959.
- STROM, J.S., FEENSTRA, A. Heat loss from cattle, swine and poultry. St. Joseph: ASAE, 1980. 39p. (ASAE Paper , 80-402).
- STURKIE, P.D. **Fisiologia aviar**. Zaragoza: Ed. Acribia, 1967. 607p.
- TARDIN, A. Nutrição de poedeiras em clima quente. **Avicultura e Suinocultura Industrial**, v. 79, n. 949, p.25-31, fev., 1989.
- TASAKI, I. SASA, Y., **Energy metabolism of farm animals**. Edingburgh: Shurch A. and Wenk, 1970. 480p
- THOM, E.C. Cooling degrees days air conditioning, heating and ventilating. **Transactions of the ASAE**. v.55, n.7, p.65-72, 1958.
- TIMMONS, M.B. Modeling the interations between broiler performance and building environment. **Poultry Science**, v.65, n.1244-1257, 1986.
- TIMMONS, M.B.; GATES, R.S. Predictive model of laying hen performance to air temperature and evaporative cooling. **Transctions of the ASAE**. v.31, n.5, p.1503-1509, 1988a.
- TIMMONS, M.B.; GATES, R.S. Temperature dependent efficacy of evaporative cooling for broilers. **Transactions of the ASAE**, v.31, n.6, p.1702- 1705, 1988b
- TIMMONS, M.B.; BUGHMAN, G.R. Similitude analysis of ventilation by stack effect from open ridge livestock structure. **Transactions of the ASAE**, v.24, n.4, p.1030-1034, 1981.
- TIMMONS, M.B.; BUGHMAN, G.R. The flex house: a new concept in poultry housing. **Transactions of the ASAE**, v.26, n.2, p.529-532, 1983.
- TIMMONS, M.B.; BUGHMAN, G.R. Nomographs for predicting ventilation by thermal buoyancy. **Transactions of the ASAE**, v.27, n.6, p.1891-1893, 1984.

- TINÔCO, I.F.F. Resfriamento adiabático evaporativo na produção de frangos de corte. Viçosa, 1988. 92p. Dissertação. (Mestrado - Universidade Federal de Viçosa).
- TINÔCO, I.F.F. Planejamento de instalações avícolas, face as variações de temperatura: reprodutoras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AMBIÊNCIA E INSTALAÇÃO NA AVICULTURA INDUSTRIAL. Campinas, 1995. Campinas: FACTA. 1995. p.113-122.
- TINÔCO, I.F.F. Efeito de diferentes sistemas de acondicionamento de ambiente e níveis de energia metabolizável na ração sobre o desempenho de matrizes pesadas de frangos de corte, em condições de verão e outono. Belo Horizonte, 1996. 160p. Tese (Doutorado). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais.
-
- VAN KAMPEN. Thermal influences on poultry. **Journal of Agricultural Science**, v.86, p.471-473, 1976.
- VANDER, A. J.; SHERMAN, J.H.; LUCIANO, D.S. **Human physiology: The mechanisms of body function**. New York: McGraw-Hill. 1990. 724p.
- VOHRA, P., WILSON, W.O., SIOPEL, I.D. Egg production, feed consumption and maintenance energy requirements of Leghorn hens as influenced by dietary energy at temperatures of 15,6 and 26,7°C. **Poultry Science**, v.58, p.674-680, 1979.
- WALKER, J.N.; COTTER, D.J. Cooling of greenhouse with various water evaporation systems. **Transactions fo the ASAE**, v.11, n.1, p.116-121, 1968.
- WARING, M.S., BROWN, B.R., A respiration chamber for the study of energy utilization for mantence and production in the laying hen. **Journal of Agricultural Science**, v.65, p.139-146, 1965.
- WATSON, H. **Insulation southern hog building**. National Hog Farmer. F10. 5p. 1971.
- WHITAKER, J.H. **Agricultural Building and Structure**. Heston: Heston Publishing Company, 1979. 306p.

- WIERSMA, F.; STOTT, C.H. Evaporative cooling. In: HELLICKSON, M. A.; WALKER, J.N. **Ventilation of agricultural structures**. St. Joseph:ASAE. 1983. p.113-118.
- WILSON, J.L.; HUGHES, H. A. ; WEAVER Jr., W.D. Evaporative cooling with fogging nozzles in broiler houses. **Transactions of the ASAE**. v.45, n.4, p.561-577, 1983.
- YANG, N.; Wu, C.; McMILLAN, I. New mathematical model of poultry egg production. **Poultry Science**, v.68, n.2, p.476-481, 1989.
- ZHANG, J.S.; JANNI, K. A.; JACOBSON, L.D. Modeling natural ventilation induced by combined thermal buoyancy and wind. **Transactions of the ASAE**, v.32, n.6, p.2165-2174, 1989.
- ZIMMERMAN, R.H., SNETSINGER, D.C. Effect of environmental stress on layer performance and egg characteristics. **Poultry Science**, v.51, n.5, p.1889, 1972.
- ZIRLES, A.E.F. Zoneamento climático para avicultura no estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AVICULTURA, 4. Porto Alegre, **Anais**. Porto Alegre: UBA, 1975. p.91-106.

ANEXOS

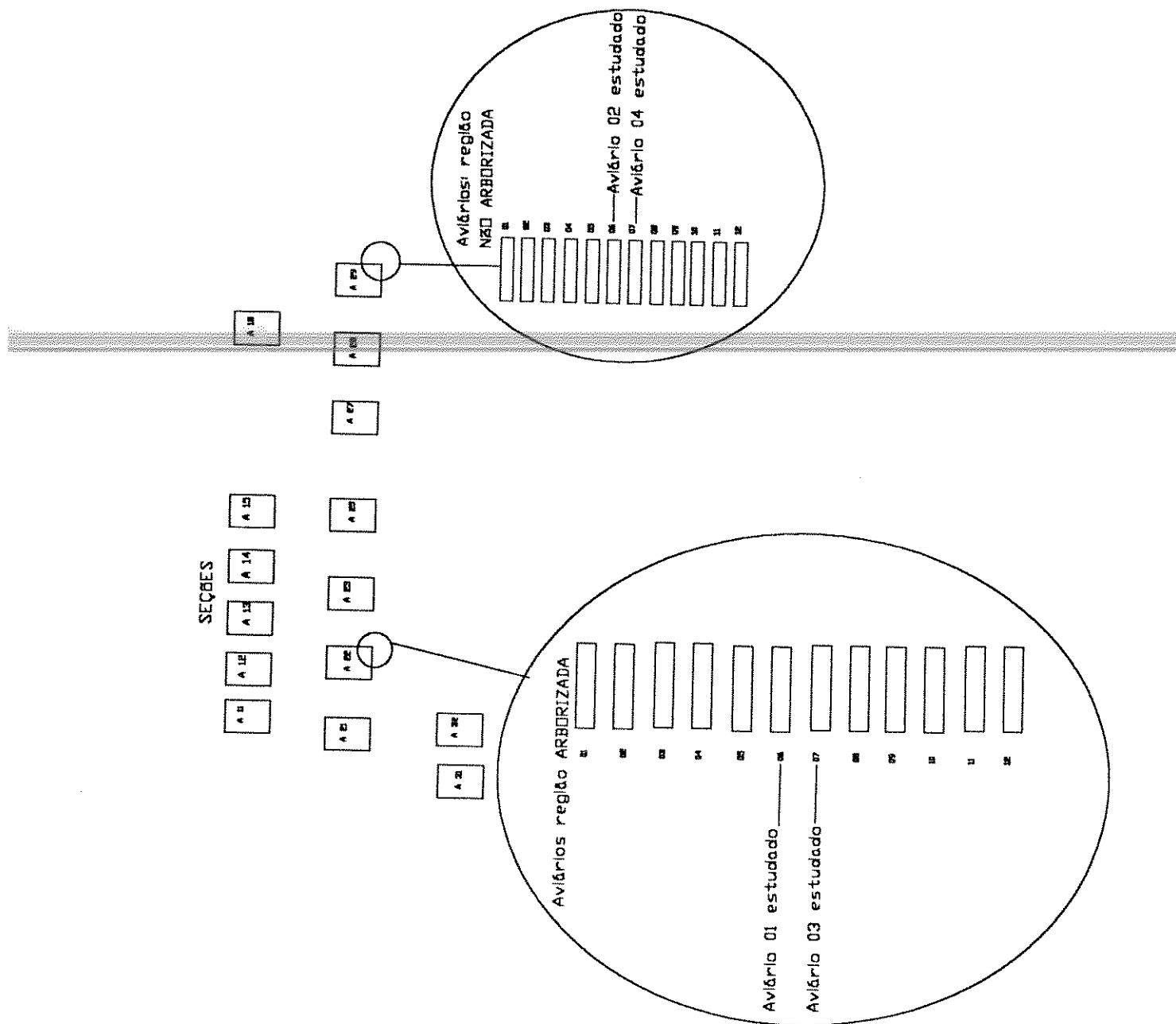
01. DESENHO ESQUEMÁTICO DA GRANJA

02. TABELAS DE DADOS.

03. FIGURAS COMPLEMENTARES.

ANEXO 01

Desenho esquemático da localização dos aviários estudados na granja.



ANEXO 02

Tabela 01.

Aviário Arborizado:

(Sem nebulização e sem telha erguida)

Aviário 01

DIAS	HORAR.	TGc	TG1	TBs	TBU	UR%	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
31/01	8:00	23,60	24					65,1	41,5	296,60	513,87
	12:00	28,30	29,9					69,8	41,5	301,30	547,22
	16:00	23,20	23					64,7	41,5	296,20	511,10
	20:00	24	24					65,5	41,5	297,00	516,65
01/02	8:00	23,80	23,7					65,3	41,5	296,00	509,72
	12:00	26,10	27					67,6	41,5	299,10	531,41
	16:00	28,40	29,9					69,9	41,5	301,40	547,95
	20:00	22,30	22					63,8	41,5	295,30	504,92
05/02	8:00	23	23					64,5	41,5	296,00	509,72
	12:00	25,8	26					67,3	41,5	298,80	529,29
	16:00	27,80	29					69,3	41,5	300,80	543,60
	20:00	24,5	24,6					66,00	41,5	297,50	520,13
06/02	8:00	22,0	23,0					63,50	41,50	295,00	502,87
	12:00	24,5	25,0					66,00	41,50	297,50	520,13
	16:00	28,0	29,0					69,50	41,50	301,03	545,26
	20:00	25,5	26,0					67,00	41,50	298,52	527,30
07/02	8:00	23,0	24,0	22,0	28,5	86,89	17,74	70,89	69,89	296,00	509,72
	12:00	25,5	27,0	24,5	19,0	79,31	17,76	73,39	72,39	298,50	527,16
	16:00	28,0	29,0	26,5	21,0	83,87	20,11	76,74	75,24	301,01	545,12
	20:00	26,0	27,0	24,0	20,0	87,36	17,32	73,74	71,74	299,00	530,70
08/02	8:00	25,0	27,0	23,5	19,0	91,18	18,51	73,16	71,66	298,00	523,64
	12:00	26,0	29,0	24,5	20,0	83,50	19,07	74,37	72,87	299,00	530,70
	16:00	28,5	30,0	26,4	22,0	84,23	21,16	77,62	75,52	301,50	548,68
	20:00	28,0	31,0	26,0	21,5	91,59	21,07	77,09	75,09	301,00	545,05
09/02	8:00	27,0	28,0	25,5	21,0	87,65	20,34	75,82	74,32	300,00	537,84
	12:00	29,0	29,0	28,0	22,5	77,52	21,27	78,16	77,16	302,00	552,33
	16:00	31,0	32,0	29,5	23,0	65,70	20,96	80,05	78,55	304,00	567,10
	20:00	28,0	30,0	27,0	23,0	77,76	21,80	77,35	76,35	301,00	545,05
10/02	8:00	27,0	29,0	25,5	21,5	84,06	20,64	75,93	74,43	300,00	537,84
	12:00	32,0	34,0	31,0	24,0	66,36	22,07	81,45	80,45	305,00	574,60
	16:00	26,0	28,0	25,0	21,0	83,87	22,11	75,46	74,46	299,00	530,70
	20:00	29,0	31,0	28,0	23,0	81,10	22,06	78,44	77,44	302,00	552,33
11/02	8:00	24,0	25,0	26,5	21,5	86,28	22,77	73,70	76,20	297,00	516,65
	12:00	25,0	27,0	29,5	23,0	74,56	21,59	74,27	78,77	297,99	523,57
	16:00	31,0	32,0	28,0	23,0	84,57	22,20	80,49	77,49	304,01	567,18
	20:00	28,0	29,0	27,0	24,0	92,14	23,62	78,00	77,00	301,00	545,05
12/02	8:00	28,0	29,0	26,0	21,5	81,89	20,51	76,88	74,88	301,00	545,05
	12:00	32,0	34,0	31,0	23,5	76,07	22,21	81,50	80,50	305,00	574,60
	16:00	33,0	34,0	32,0	25,0	64,36	22,98	82,77	81,77	306,00	582,18
	20:00	31,0	32,0	29,5	25,0	85,20	24,28	81,24	79,74	304,01	567,18
14/02	8:00	27,0	29,0	25,5	21,8	90,18	21,24	76,15	74,65	300	537,84
	12:00	32,0	33,0	29,9	24,0	78,21	22,86	81,73	79,63	305,00	574,61
	16:00	33,0	35,0	31,0	24,5	72,32	23,01	82,78	80,78	306,00	582,18
	20:00	30,0	31,0	28,5	23,0	71,48	21,38	79,20	77,70	303,00	559,68

Tabela 02.

Aviário Não Arborizado

(Sem nebulização e sem telha erguida)

Aviário 02

DIAS	HORAR.	TGc	TG1	TBs	TBu	UR%	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
31/01	8:00	25,0	25,0	26,0	24,0	84,89	23,24	74,87	75,87	298,00	523,64
	12:00	29,0	29,0	30,0	25,0	66,99	23,17	78,84	79,84	302,00	552,33
	16:00	24,0	24,0	25,0	23,0	84,57	22,20	73,49	74,49	297,00	516,65
	20:00	24,5	24,5	26,0	23,0	77,76	21,80	73,85	75,35	297,50	520,13
01/02	8:00	24,5	24,5	26,5	23,0	74,50	21,59	73,77	75,77	297,50	520,13
	12:00	27,9	29,0	29,0	23,8	65,15	21,77	77,24	78,34	300,90	544,32
	16:00	29,1	29,3	31,0	24,0	56,27	21,25	78,25	80,15	302,10	553,06
	20:00	22,0	22,0	24,0	20,5	73,16	18,89	70,30	72,30	295,00	502,87
02/02	8:00	23,9	24,1	25,8	23,0	79,08	21,88	73,28	75,18	296,90	515,95
	12:00	25,0	25,0	27,0	23,0	71,48	21,38	74,20	76,20	298,00	523,64
	16:00	25,2	27,0	27,2	22,8	98,99	21,00	74,26	76,26	298,20	525,05
	20:00	24,3	25,0	26,0	22,5	74,29	21,05	73,38	75,08	297,30	518,74
05/02	8:00	23,6	23,6	25,2	22,4	78,81	21,24	72,75	74,35	296,60	513,87
	12:00	26,0	26,0	26,0	22,9	77,06	21,65	75,29	75,29	299,00	530,70
	16:00	25,7	25,7	28,8	23,5	64,40	21,39	74,90	78,00	298,70	528,58
	20:00	24,3	25,0	26,0	22,5	74,29	21,05	73,38	75,08	297,30	518,74
06/02	8:00	22,4	23,0	24,8	20,8	70,13	18,98	70,73	73,13	295,40	505,60
	12:00	24,7	25,3	26,5	23,5	77,99	22,33	74,24	76,04	297,70	521,53
	16:00	30,1	30,3	31,5	24,0	53,99	21,04	79,17	80,57	303,10	560,42
	20:00	26,0	25,3	28,0	23,1	66,33	21,12	75,10	77,10	299,00	530,70
07/02	8:00	27,0	28,0	25,0	18,2	66,37	15,91	74,23	72,23	300,00	537,84
	12:00	29,0	30,0	27,6	19,6	66,19	17,39	76,76	75,36	302,00	552,33
	16:00	30,0	32,0	28,5	21,6	74,44	20,13	78,75	77,25	303,00	559,68
	20:00	28,0	30,0	27,0	20,0	69,60	18,09	76,01	75,01	301,00	545,05
08/02	8:00	27,0	29,0	26,0	18,0	68,17	15,86	74,21	73,21	300,00	537,84
	12:00	29,0	31,0	28,3	20,0	67,72	17,94	76,96	76,26	302,00	552,33
	16:00	32,0	35,0	30,1	21,7	65,36	19,55	80,54	78,64	305,00	574,60
	20:00	31,0	32,0	29,2	21,2	70,39	19,42	79,49	77,69	304,00	567,10
09/02	8:00	30,0	32,0	28,5	22,6	79,57	21,50	79,24	77,74	303,00	559,68
	12:00	32,0	34,0	30,5	23,0	71,48	21,38	81,20	79,70	305,00	574,60
	16:00	36,0	36,0	34,0	24,2	55,05	21,35	85,19	83,19	309,00	605,34
	20:00	32,0	33,0	31,0	22,7	59,63	20,14	80,75	79,75	305,00	574,60
10/02	8:00	29,0	31,0	27,0	20,6	70,64	18,80	77,27	75,27	302,00	552,33
	12:00	36,0	37,0	35,5	23,9	51,29	20,66	84,94	84,44	309,00	605,34
	16:00	31,0	33,0	29,0	21,6	68,21	19,67	79,58	77,58	304,00	567,10
	20:00	30,0	32,0	28,3	21,2	71,02	19,96	78,69	76,99	303,00	559,68
11/02	8:00	30,0	32,0	27,5	22,0	85,69	21,24	79,15	76,65	303,00	559,68
	12:00	32,0	33,0	30,0	23,8	79,42	22,73	81,68	79,68	305,00	574,60
	16:00	33,0	35,0	30,0	23,8	83,44	22,96	82,77	79,77	306,00	582,18
	20:00	32,0	33,0	29,3	23,0	84,57	22,20	81,49	78,79	305,00	574,60
12/02	8:00	32,0	33,0	30,0	23,0	66,82	21,05	81,08	79,08	305,00	574,60
	12:00	35,0	36,0	33,0	23,6	61,33	21,25	84,15	82,15	308,00	597,55
	16:00	36,0	38,0	36,0	24,6	48,20	21,11	85,10	85,10	309,00	605,34
	20:00	32,0	33,0	31,8	23,9	66,85	22,00	81,42	81,22	305,00	574,60
14/2	8:00	30,0	32,0	29,0	22,5	73,04	20,97	79,05	78,05	303,00	559,68
	12:00	33,0	35,0	31,8	23,5	67,15	21,00	82,06	80,86	306,00	582,18
	16:00	36,0	37,0	35,0	24,9	57,43	22,73	85,68	84,68	309,00	605,34
	20:00	32,0	33,0	30,0	22,4	73,61	20,90	81,02	79,02	305,00	574,60

DIAS	HORAR.	TGC.	TG1.	TBS.	TBU	UR%	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
15/2	8:00	30,0	31,0	28,6	22,4	72,36	20,82	79,00	77,60	303,00	559,68
	12:00	35,0	36,0	34,1	25,0	64,88	23,02	84,79	83,89	308,00	597,55
	16:00	37,0	37,5	36,0	26,2	61,66	24,06	87,16	86,16	310,00	613,22
	20:00	35,0	37,0	33,0	23,9	61,04	21,55	84,26	82,26	308,00	597,55
16/2	8:00	31,0	32,0	29,6	22,4	65,50	20,63	79,93	78,53	304,00	567,10
	12:00	33,0	34,0	31,7	23,3	67,18	26,35	83,99	82,69	306,00	582,18
	16:00	37,0	38,0	35,3	28,0	71,7	23,9	87,11	85,41	310,00	613,22
	20:00	33,0	35,0	32,0	25,4	69,2	23,3	82,90	81,90	306,00	582,18
17/2	8:00	30,0	31,0	28,4	21,9	69,0	20,1	78,72	77,12	303,00	559,68
	12:00	38,0	38,0	36,7	25,6	55,7	22,9	87,75	86,45	311,00	621,17
	16:00	34,0	35,0	31,5	22,0	62,2	19,6	82,56	80,06	307,00	589,82
	20:00	30,0	32,0	28,0	21,9	70,5	20,6	78,91	76,91	303,00	559,68
18/2	8:00	33,0	33,0	31,2	23,3	69,3	21,55	82,26	80,46	306,00	582,18
	16:00	34,0	34,0	31,0	23,2	69,2	21,44	83,22	80,22	307,00	589,82
	20:00	31,0	31,0	30,0	22,4	67,6	20,47	79,87	78,87	304,00	567,10
	8:00	31,0	32,0	30,0	23,20	72,81	21,68	80,30	79,30	304,00	567,10
19/2	12:00	33,0	34,0	29,8	21,90	69,01	20,05	81,72	78,52	306,00	582,18
	16:00	32,0	33,0	30,0	23,30	71,66	21,71	81,32	79,32	305,00	574,60
	20:00	30,0	31,0	28,6	21,80	69,55	19,98	78,69	77,29	303,00	559,68
	8:00	29,0	30,0	27,0	19,8	70,11	17,92	76,95	74,95	302,00	552,33
20/03	12:00	31,0	32,0	29,0	21,9	70,83	20,18	79,76	77,76	304,00	567,10
	16:00	33,0	33,0	31,5	22,9	65,63	20,85	82,01	80,51	306,00	582,18
	20:00	29,0	30,0	27,3	21,0	78,85	19,80	77,63	75,93	302,00	552,33
	8:00	30,0	31,0	29,0	23,6	86,18	22,90	79,74	78,74	303,00	559,68
21/03	12:00	29,0	31,0	28,6	24,0	79,51	22,94	78,76	78,36	302,00	552,33
	16:00	35,0	36,0	34,0	23,8	55,19	20,93	84,03	83,03	308,00	597,55
	20:00	32,0	34,0	31,0	22,4	62,01	20,03	80,71	79,71	305,00	574,60
	8:00	32,0	34,0	31,5	23,6	71,83	22,04	81,43	80,93	305,00	574,60
22/03	12:00	36,0	38,0	35,2	23,0	36,68	18,21	84,05	83,25	309,00	605,34
	16:00	38,0	40,0	37,5	26,0	48,62	22,71	87,68	87,18	311,00	621,17
	20:00										
	8:00	35,0	36,0	33,9	24,1	62,20	21,86	84,37	83,27	308,00	597,55
23/03	12:00	37,0	38,0	37,0	25,1	44,50	21,26	86,15	86,15	310,00	613,22
	16:00	40,0	40,0	39,0	28,0	50,57	25,09	90,53	89,53	313,00	637,30
	20:00										
	8:00	33,0	34,0	31,0	25,6	82,72	24,76	83,41	81,41	306,00	582,18
2/03	12:00	35,0	37,0	34,0	30,0	53,52	29,78	87,22	86,22	308,00	597,55
	16:00	40,0	40,0	39,0	28,1	54,16	26,67	91,10	90,10	313,00	637,30
	20:00										
	8:00	30,0	32,0	28,0	24,6	97,59	23,44	79,94	77,94	303,00	559,68
3/03	12:00	38,0	39,0	36,9	28,2	68,30	26,63	89,09	87,99	311,00	621,17
	16:00	34,0	36,0	30,0	22,7	75,03	21,31	83,17	79,17	307,00	589,82
	20:00										
	8:00	30,0	32,0	28,0	24,6	97,59	23,44	79,94	77,94	303,00	559,68

Tabela 03.

Aviário Não Arborizado

(Sem nebulização, com telha erguida)

AVIÁRIO 03

DIAS	HORAR	TGC.	TG1.	TBS.	TBU	UR%	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
31/01	8:00	24,0	24,0	24,0	23,0	91,97	22,60	73,64	73,64	297,00	516,65
	12:00	28,0	28,0	27,0	25,0	85,20	24,80	78,43	77,43	301,00	545,05
	16:00	24,0	24,0	24,0	23,0	91,97	22,60	73,64	73,64	297,00	516,65
	20:00	24,0	24,0	25,0	23,0	84,57	22,20	73,49	74,49	297,00	516,65
01/02	8:00	23,2	24,0	24,0	22,0	84,23	21,16	72,32	73,12	296,20	511,10
	12:00	28,0	26,8	26,0	24,0	84,89	23,24	77,87	75,87	301,00	545,05
	16:00	28,0	28,0	28,0	25,5	82,03	24,62	78,36	78,36	301,00	545,05
	20:00	22,0	22,0	22,5	22,0	95,81	21,78	71,34	71,84	295,00	502,87
02/02	8:00	21,9	22,2	23,0	22,0	91,79	21,58	71,17	72,27	294,90	502,19
	12:00	27,0	24,3	25,0	23,4	87,56	22,77	76,70	74,70	300,00	537,84
	16:00	25,0	25,5	25,5	23,6	85,47	22,86	74,73	75,23	298,00	523,64
	20:00	24,0	24,0	25,0	23,0	84,57	22,20	73,49	74,49	297,00	516,65
05/02	8:00	23,0	23,2	24,0	22,8	90,40	22,31	72,53	73,53	296,00	509,72
	12:00	28,0	26,2	26,0	23,0	77,86	21,80	77,35	75,35	301,00	545,05
	16:00	26,4	27,2	26,5	23,5	77,99	22,33	75,94	76,04	299,40	533,55
	20:00	24,3	24,4	25,0	23,2	86,06	22,49	73,90	74,60	297,30	518,74
06/02	8:00	22,0	22,1	23,0	21,5	87,79	20,85	71,01	72,01	295,00	502,87
	12:00	27,0	24,9	25,0	23,0	84,79	22,20	76,49	74,49	300,00	537,84
	16:00	30,5	29,1	30,0	25,2	68,19	23,47	80,45	79,95	303,50	563,38
	20:00	25,8	26,0	26,7	24,0	80,16	22,98	75,57	76,47	298,80	529,29
07/02	8:00	24,0	19,0	22,0	18,2	69,65	16,19	71,33	69,33	297,00	516,65
	12:00	24,0	21,3	23,0	20,0	76,25	18,58	72,19	71,19	297,00	516,65
	16:00	26,0	22,3	24,0	21,0	76,78	19,66	74,58	72,58	299,00	530,70
	20:00	25,0	21,0	24,0	20,9	76,05	19,51	73,52	72,52	298,00	523,64
08/02	8:00	24,0	19,0	22,0	18,0	68,17	15,86	71,21	69,21	297,00	516,65
	12:00	26,2	22,0	25,2	21,3	71,08	19,57	74,75	73,75	299,20	532,13
	16:00	28,0	24,4	26,0	22,1	71,56	20,45	76,86	74,86	301,00	545,05
	20:00	27,4	22,5	26,3	22,0	69,07	20,16	76,16	75,06	300,40	540,71
09/02	8:00	26,0	22,0	24,0	21,8	82,72	20,86	75,01	73,01	299,00	530,70
	12:00	29,4	25,0	27,5	22,3	64,10	20,09	78,13	76,23	302,40	555,26
	16:00	32,4	28,2	30,6	24,0	58,16	21,42	81,61	79,81	305,40	577,62
	20:00	31,3	25,3	29,4	23,8	63,02	21,61	80,58	78,68	304,40	570,09
10/02	8:00	27,0	23,8	25,0	21,8	75,86	20,43	75,85	73,85	300,00	537,84
	12:00	22,0	29,1	31,0	24,7	60,14	22,34	71,54	80,54	295,00	502,87
	16:00	29,3	24,0	26,1	22,5	73,66	21,01	78,36	75,16	302,30	554,52
	20:00	29,4	22,5	25,8	22,0	72,13	20,38	78,24	74,64	302,40	555,26
11/02	8:00	26,8	23,1	24,8	22,0	78,63	20,82	75,80	73,80	299,80	536,41
	12:00	30,4	26,6	28,6	23,8	67,34	21,93	79,79	77,99	303,40	562,64
	16:00	30,2	25,0	27,0	23,8	76,85	22,57	79,83	76,63	303,20	561,16
	20:00	30,0	24,9	28,0	23,0	65,70	20,96	79,05	77,05	303,00	559,68
12/02	8:00	30,0	26,0	27,0	24,1	78,90	23,00	79,78	76,78	303,00	559,68
	12:00	32,5	27,2	29,5	24,0	63,69	21,87	81,87	78,87	305,50	578,38
	16:00	33,5	30,0	32,0	25,8	61,39	23,61	83,50	82,00	306,50	585,99
	20:00	29,9	26,0	27,9	25,8	84,76	25,07	80,43	78,43	302,90	558,94
14/02/	8:00	28,1	23,1	25,5	22,1	74,72	20,67	77,04	74,44	301,10	545,77
	12:00	30,3	26,5	28,4	23,6	67,21	21,71	79,62	77,72	302,30	554,52
	16:00	34,8	29,0	31,5	24,9	58,84	22,44	84,38	81,08	307,80	595,99
	20:00	31,0	26,0	28,3	23,5	67,15	21,60	80,28	77,58	304,00	567,10

Tabela 04. Aviário Arborizado (Com nebulização, sem telha erguida)
AVIÁRIO 04

DIAS	HORAR.	TGc	TG1	TBs	TBu	UR%	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
31/01	8:00	23,8	25,0	23,8	22,1	86,46	21,39	73,00	73,00	296,80	515,26
	12:00	28,0	28,5	26,9	25,0	85,88	24,31	78,25	77,15	301,00	545,05
	16:00	25,0	24,8	22,6	22,1	95,82	21,88	74,38	71,98	298,00	523,64
	20:00	24,3	24,2	24,0	23,3	94,35	23,02	74,09	73,79	297,30	518,74
01/02	8:00	24,0	24,2	23,3	22,8	95,88	22,59	73,63	72,93	297,00	516,65
	12:00	26,3	26,2	25,3	24,8	96,06	24,61	76,66	75,66	299,30	532,84
	16:00	28,5	29,5	27,3	26,2	91,77	25,82	79,30	78,10	301,50	548,68
	20:00	22,3	23,0	21,3	21,2	99,13	21,15	71,41	70,41	295,30	504,92
05/02	8:00	23,0	23,3	22,7	22,2	95,83	22,01	72,42	72,12	296,00	509,72
	12:00	25,3	25,5	24,5	22,8	86,67	22,11	74,76	73,96	298,30	525,75
	16:00	26,3	27,2	25,5	23,9	87,70	23,29	76,18	75,38	299,30	532,84
	20:00	24,4	24,6	24,4	23,0	88,94	22,44	73,98	73,98	297,40	519,44
06/02	8:00	22,0	22,5	22,0	21,0	91,59	20,56	70,90	70,90	295,00	502,87
	12:00	24,5	25,0	24,0	23,0	91,97	22,60	74,14	73,64	297,50	520,13
	16:00	30,0	31,0	28,0	25,0	78,64	23,92	80,11	78,11	303,00	559,68
	20:00	26,0	26,0	26,0	24,0	84,89	23,24	75,87	75,87	299,00	530,70
07/02	8:00	19,5	20,0	20,0	19,0	91,78	18,51	67,66	68,16	292,50	466,04
	12:00	22,0	22,0	21,5	20,0	87,36	19,30	70,45	69,95	295,00	502,87
	16:00	23,0	23,0	22,5	21,0	87,65	20,34	71,82	71,32	296,00	509,72
	20:00	21,0	21,5	21,0	20,5	95,66	20,27	69,80	69,80	294,00	496,09
08/02	8:00	19,0	20,0	19,5	19,0	95,49	18,75	67,25	67,75	292,00	482,72
	12:00	22,0	23,0	22,0	20,5	87,51	19,82	70,64	70,64	295,00	502,87
	16:00	24,5	25,0	24,0	22,0	84,23	21,16	73,62	73,12	297,50	520,13
	20:00	23,0	23,0	23,0	22,0	91,79	21,58	72,27	72,27	296,00	509,72
09/02	8:00	22,5	23,0	23,0	22,0	91,79	21,58	71,77	72,27	295,50	506,29
	12:00	25,5	26,5	25,0	23,0	84,57	22,02	74,93	74,43	298,52	527,30
	16:00	28,5	29,0	28,0	24,0	72,05	23,20	78,35	77,85	301,50	548,68
	20:00	26,0	26,0	26,0	24,0	84,89	23,24	75,87	75,87	299,00	530,70
10/02	8:00	22,0	22,0	22,0	21,0	91,59	20,56	70,90	70,90	295,00	502,87
	12:00	27,0	28,0	28,5	25,0	75,55	23,73	77,04	78,54	300,00	537,84
	16:00	24,0	25,0	23,5	22,0	87,93	21,37	73,19	72,69	297,00	516,65
	20:00	25,5	26,0	26,5	24,0	81,48	23,05	75,30	76,30	298,50	527,16
11/02	8:00	23,0	23,0	23,0	22,0	91,79	21,58	72,27	72,27	296,00	509,72
	12:00	26,5	27,0	26,0	24,0	84,89	23,24	76,37	75,87	299,50	534,26
	16:00	26,0	26,0	25,0	23,5	88,32	22,42	75,57	74,57	299,00	530,70
	20:00	25,5	25,0	25,0	23,0	84,57	22,20	74,99	74,49	298,50	527,16
12/02	8:00	23,5	24,5	24,0	22,0	84,23	21,16	72,62	73,12	296,50	513,18
	12:00	27,0	27,5	27,0	24,0	78,21	22,86	76,73	76,73	300,00	537,84
	16:00	31,0	30,0	30,0	25,2	68,19	23,47	80,95	79,95	304,00	567,10
	20:00	27,0	27,5	27,0	25,0	81,20	24,28	77,24	77,24	300,00	537,84
	8:00	23,2	23,2	23,0	22,5	95,85	22,29	72,72	72,52	296,20	511,10
14/02	12:00	27,0	27,0	26,0	24,5	88,56	22,94	76,76	75,76	300,00	537,84
	16:00	29,0	29,2	28,0	25,5	82,03	24,62	79,36	78,36	302,00	552,33
	20:00	28,0	28,0	25,5	23,5	84,73	22,72	77,68	75,18	301,00	545,05
	8:00	23,5	23,5	23,0	22,8	98,33	22,71	73,18	72,68	296,50	513,18
15/02	12:00	27,0	27,0	26,0	24,5	88,56	23,94	77,12	76,12	300,00	537,84
	16:00	29,0	29,0	28,0	26,0	85,49	25,31	79,61	78,61	302,00	552,33
	20:00	28,0	28,0	26,0	23,0	77,76	21,80	77,35	75,35	301,00	545,05

DIAS	HORARIO	TGC.	TG1.	TBS.	TBU	UR%.	TPO	BGHI	THI	TMR	CTR
	8:00	23,8	23,0	23,0	22,5	95,85	22,29	73,32	72,52	296,80	515,26
16/02	12:00	25,5	25,0	25,0	23,0	84,57	22,20	74,99	74,49	298,50	527,16
	16:00	32,9	32,9	30,5	25,0	64,36	22,98	82,67	80,27	305,90	581,41
	20:00	29,0	29,2	28,0	28,0	78,64	23,82	78,11	78,11	302,00	552,33
	8:00	23,0	23,8	23,0	22,0	91,79	21,58	72,27	72,27	296,00	509,72
17/02	12:00	30,0	30,0	29,0	26,0	79,05	24,97	80,49	79,49	303,02	559,83
	16:00	24,2	25,0	24,0	23,0	91,97	22,60	73,84	73,64	297,20	518,04
	20:00	24,0	24,0	23,1	22,1	91,80	21,68	73,30	72,40	297,00	516,65
	8:00	24,0	23,5	23,1	22,1	95,85	22,68	73,66	72,76	297,00	516,65
18/02	12:00	25,0	25,0	24,5	23,0	84,57	22,90	74,74	74,24	298,00	523,64
	16:00	25,0	24,0	24,0	23,0	84,89	22,60	74,64	73,64	298,01	523,71
	20:00	23,7	23,0	23,0	22,8	77,28	22,71	73,38	72,68	296,70	514,56
	8:00	25,0	26,0	25,0	23,5	88,32	22,92	74,75	74,75	298,00	523,64
19/02	12:00	24,0	24,0	23,5	22,8	94,28	22,51	73,60	73,10	297,00	516,65
	16:00	25,0	25,5	24,1	22,9	90,42	22,42	74,57	73,67	298,01	523,71
	20:00	24,0	24,0	25,0	22,0	77,28	20,73	72,96	73,96	297,00	516,65
	8:00	23,0	23,2	23,5	22,2	89,50	21,66	72,30	72,80	296,00	509,72
20/02	12:00	24,6	25,0	24,3	22,7	87,37	22,05	74,04	73,74	297,60	520,83
	16:00	26,2	27,8	25,6	23,5	89,03	22,68	75,86	75,26	299,20	532,13
	20:00	23,8	23,9	23,5	22,1	88,71	21,51	73,04	72,74	296,80	515,26
	8:00	24,2	24,9	24,0	22,2	85,76	21,45	73,42	73,22	297,20	516,04
21/02	12:00	28,0	28,0	27,1	23,6	74,87	22,24	77,51	76,61	301,00	545,05
	16:00	29,0	28,8	28,0	25,0	78,64	23,92	79,11	78,11	302,00	552,33
	20:00	28,0	28,2	26,0	23,4	80,58	22,38	77,56	75,56	301,00	545,05
	8:00	26,0	25,8	25,6	23,3	82,58	22,40	75,56	75,16	299,00	530,70
22/02	12:00	32,7	32,2	31,7	24,3	54,68	21,43	81,91	80,91	305,70	579,90
	16:00	35,1	35,5	33,6	24,9	49,66	21,60	84,38	82,88	308,10	598,32
	20:00										
	8:00	25,8	25,6	25,3	23,3	84,67	22,51	75,40	74,90	298,80	529,29
23/02	12:00	32,6	32,2	31,5	24,2	55,05	21,36	81,79	80,69	305,60	579,14
	16:00	35,5	36,0	34,0	25,2	49,51	21,91	84,89	83,39	308,50	601,44
	20:00										
	8:00	26,0	26,5	26,0					67,50	299,00	530,70
02/03	12:00	37,0	36,5	34,0					75,50	310,00	613,22
	16:00	32,0	31,5	29,0					70,50	305,00	574,60
	20:00								41,50	273,00	368,82
	8:00	25,2	25,2	25,0					66,50	298,20	525,05
03/03	12:00	35,0	35,0	34,0					75,50	308,00	597,55
	16:00	25,5	26,0	25,0					66,50	298,50	527,16
	20:00								41,50	273,00	368,82
	8:00	23,5	24,0	23,8					65,30	296,50	513,18
4/3	12:00	32,0	33,0	32,0					73,50	305,00	574,60
	16:00	34,2	34,2	33,0					74,50	307,20	591,36
	20:00								41,50	273,00	368,82

ANEXO 03 - FIGURAS COMPLEMENTARES

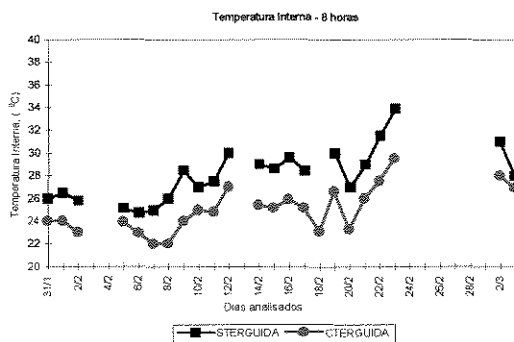


Figura 01. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem telha erguida, às 8 horas.

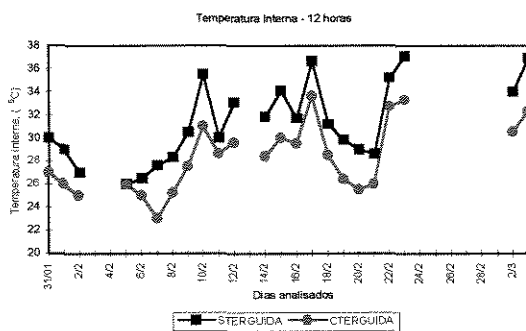


Figura 02. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem telha erguida, às 12 horas.

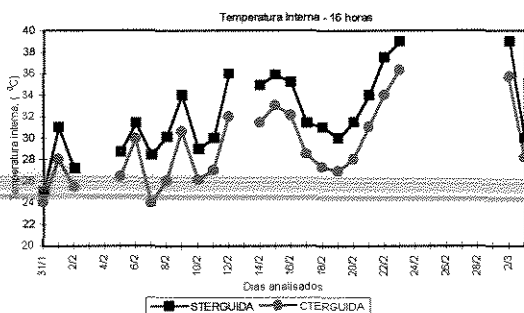


Figura 03. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem telha erguida, às 16 horas.

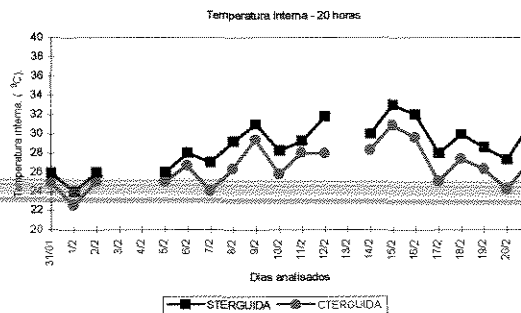


Figura 04. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem telha erguida, às 20 horas.

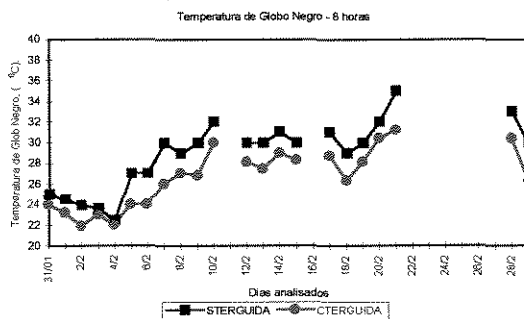


Figura 05. Comportamento da temperatura de globo negro no interior dos aviários com e sem telha erguida, às 8 horas.

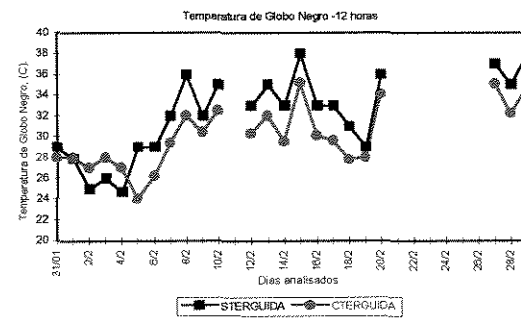


Figura 06. Comportamento da temperatura de globo negro no interior dos aviários com e sem telha erguida, às 12 horas.

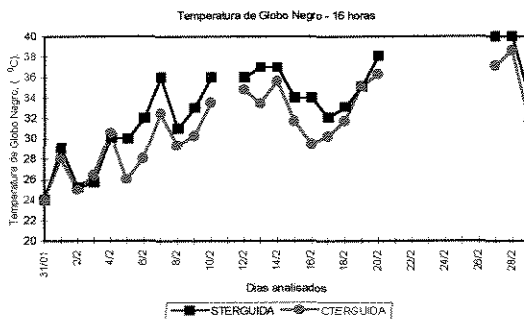


Figura 07. Comportamento da temperatura de globo negro no interior dos aviários com e sem telha erguida, às 16 horas.

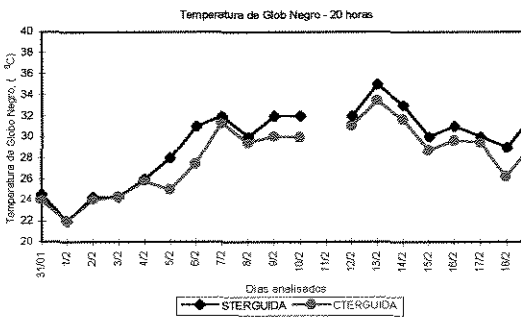


Figura 08. Comportamento da temperatura de globo negro no interior dos aviários com e sem telha erguida, às 20 horas.

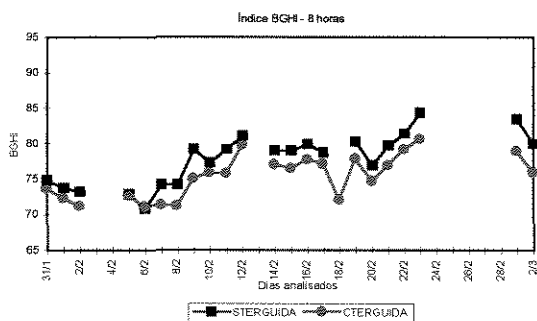


Figura 09. Valores de BGHI para os aviários com e sem telha erguida, às 8 horas.

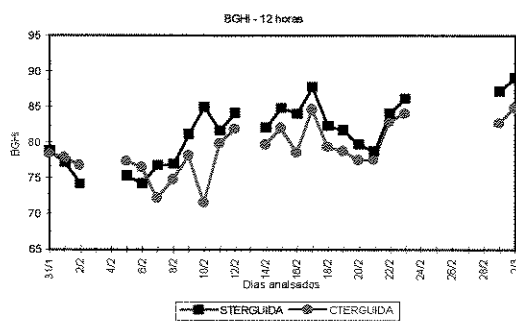


Figura 10. Valores de BGHI para os aviários com e sem telha erguida, às 12 horas.

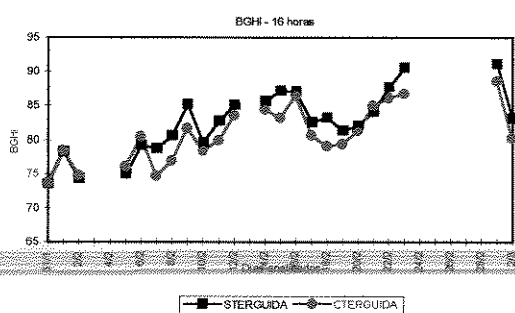


Figura 11. Valores de BGHI para os aviários com e sem telha erguida, às 16 horas.

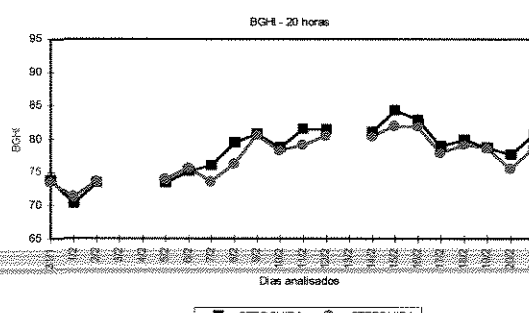


Figura 12. Valores de BGHI para os aviários com e sem telha erguida, às 20 horas.

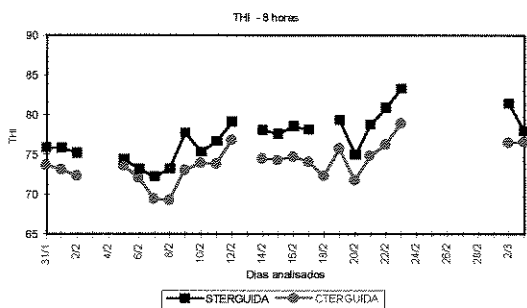


Figura 13. Valores de THI para os aviários com e sem telha erguida, às 8 horas.

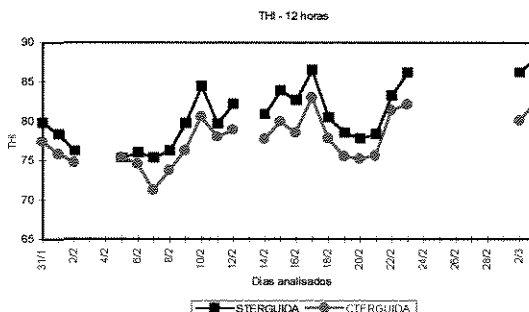


Figura 14. Valores de THI para os aviários com e sem telha erguida, às 12 horas.

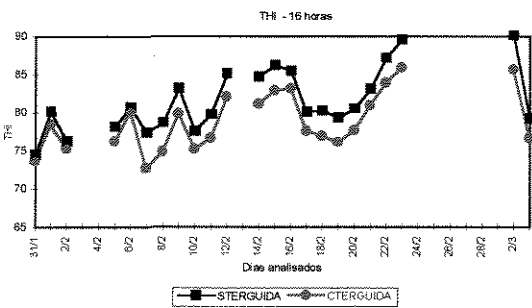


Figura 15. Valores de THI para os aviários com e sem telha erguida, às 16 horas.

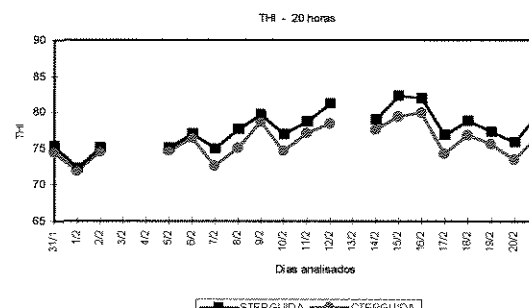


Figura 16. Valores de THI para os aviários com e sem telha erguida, às 20 horas.

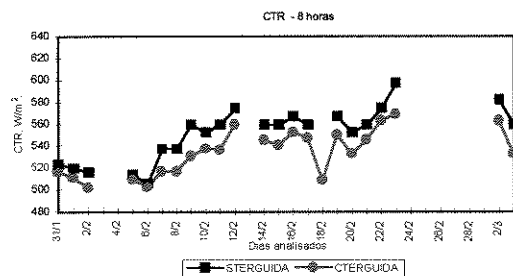


Figura 17. Valores da CTR para os aviários com e sem telha erguida, às 8 horas.

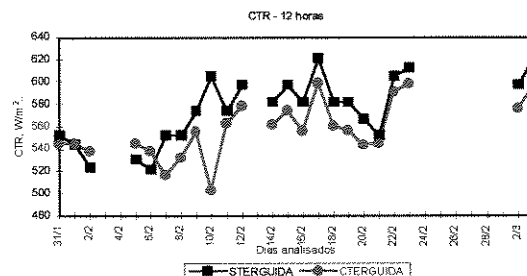


Figura 18. Valores da CTR para os aviários com e sem telha erguida, às 12 horas.

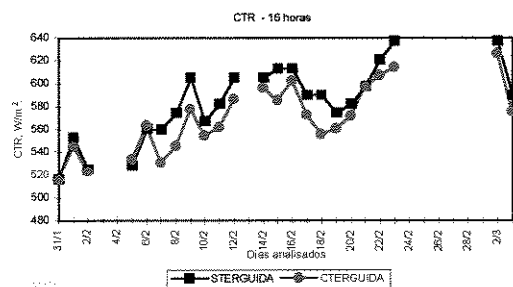


Figura 19. Valores da CTR para os aviários com e sem telha erguida, às 16 horas.

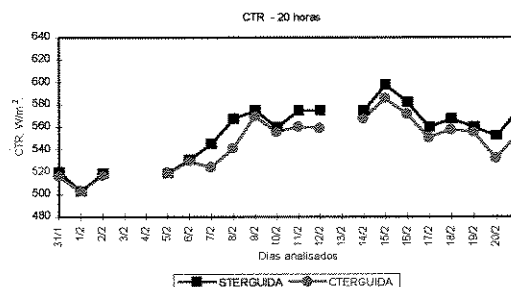


Figura 20. Valores da CTR para os aviários com e sem telha erguida, às 20 horas.

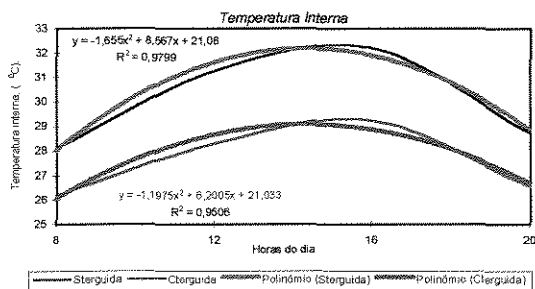


Figura 21. Valores reais e estimados da temperatura interna dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

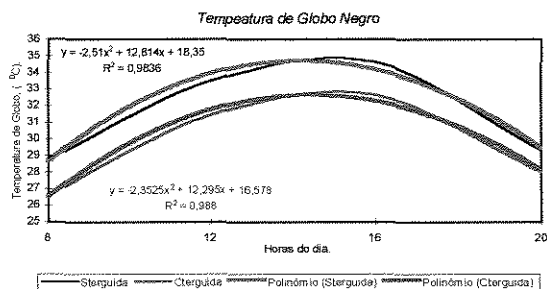


Figura 22. Valores reais e estimados da temperatura de globo negro interna dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

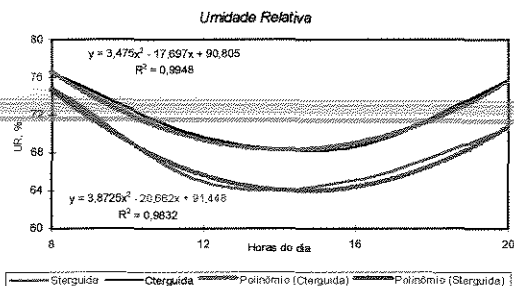


Figura 23. Valores reais e estimados da umidade relativa interna dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

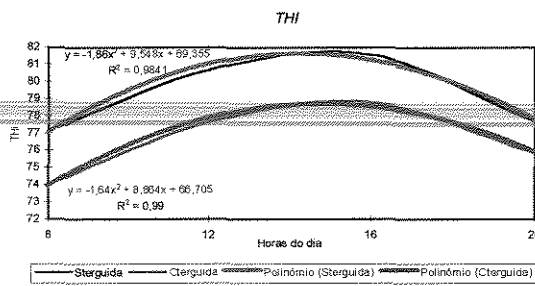


Figura 24. Valores reais e estimados do índice de temperatura e umidade (THI) dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

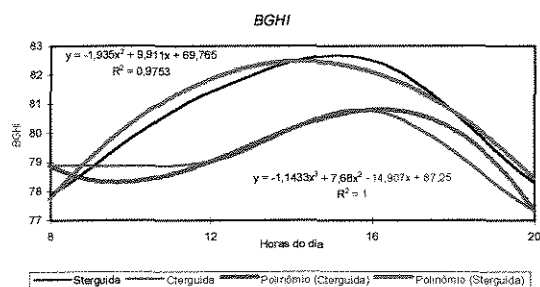


Figura 25. Valores reais e estimados do índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI) dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

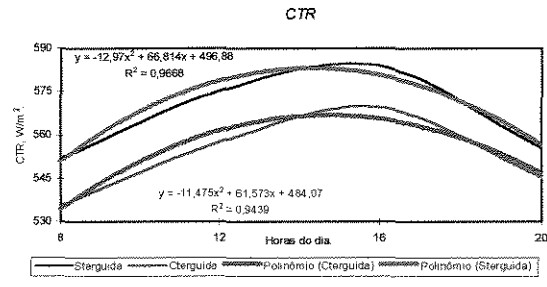


Figura 26. Valores reais e estimados da carga térmica radiante dos aviários, em função das observações horárias para os telhados com e sem telha erguida. (Efeito termosifão).

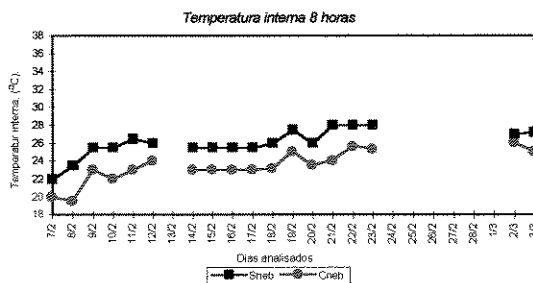


Figura 27. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem o sistema de nebulização. (Resfriamento adiabático), às 8 horas.

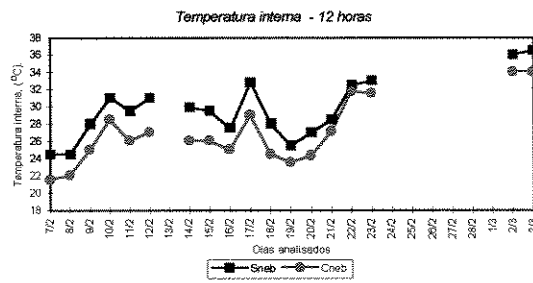


Figura 28. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem o sistema de nebulização. (Resfriamento adiabático), às 12 horas.

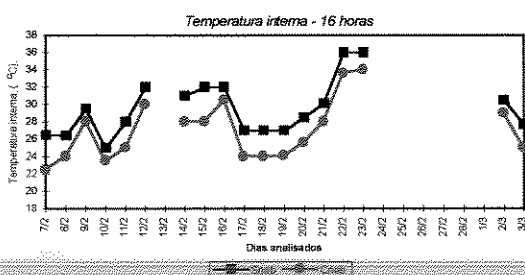


Figura 29. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem o sistema de nebulização. (Resfriamento adiabático), às 16 horas.

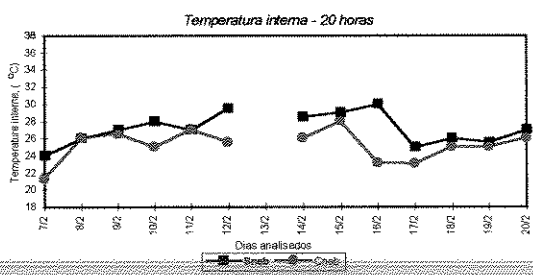


Figura 30. Comportamento da temperatura interna dos aviários com e sem o sistema de nebulização. (Resfriamento adiabático), às 20 horas.

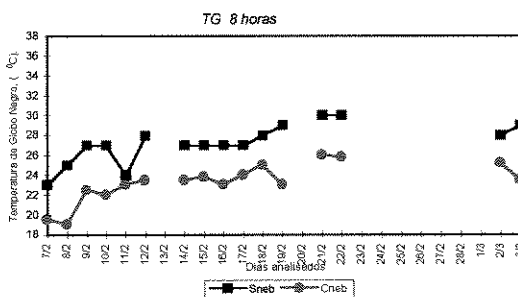


Figura 31. Comportamento da temperatura de globo negra interna dos aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 8 horas.

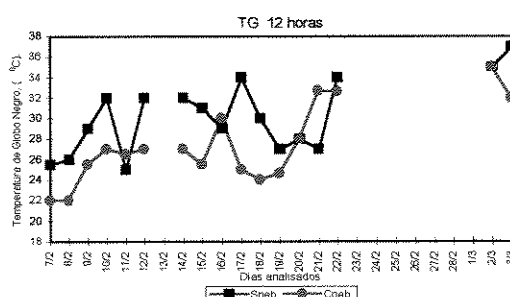


Figura 32. Comportamento da temperatura de globo negra interna dos aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 12 horas.

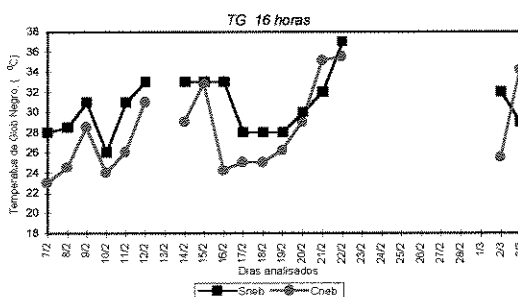


Figura 33. Comportamento da temperatura de globo negra interna dos aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 16 horas.

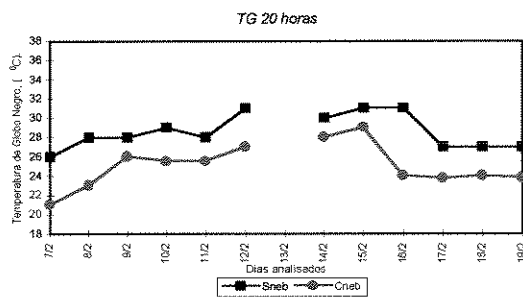


Figura 34. Comportamento da temperatura de globo negra interna dos aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 20 horas.

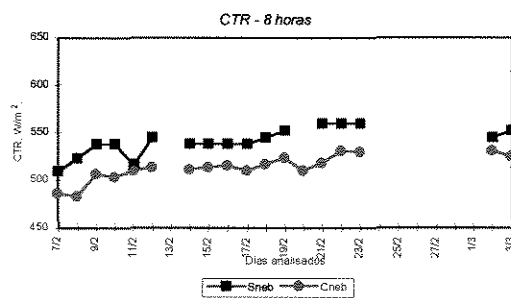


Figura 43. Valores da CTR para os aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 8 horas.

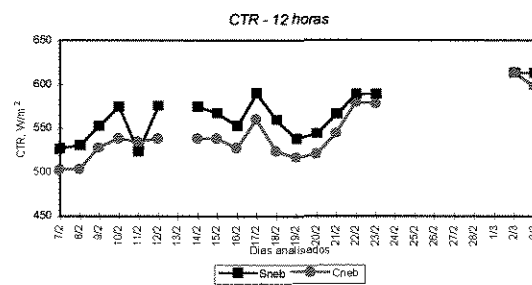


Figura 44. Valores da CTR para os aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 12 horas.

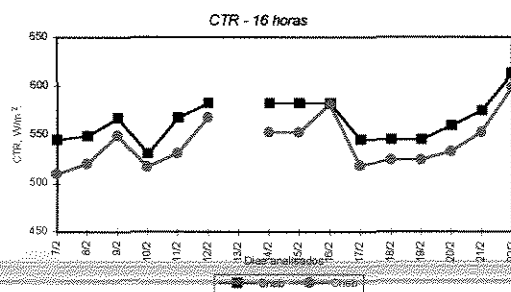


Figura 45. Valores da CTR para os aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 16 horas.

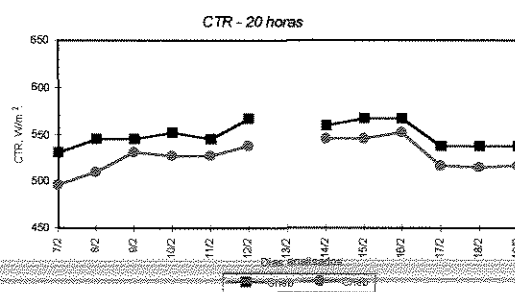


Figura 46. Valores da CTR para os aviários, com e sem o sistema de nebulização, (Resfriamento adiabático), às 20 horas.

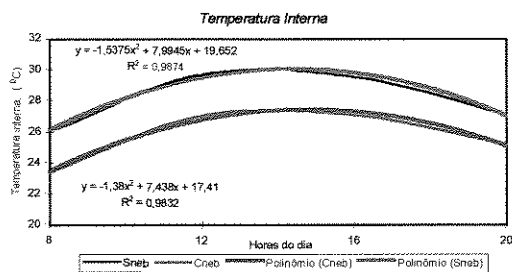


Figura 47. Valores reais e estimados da temperatura interna dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)

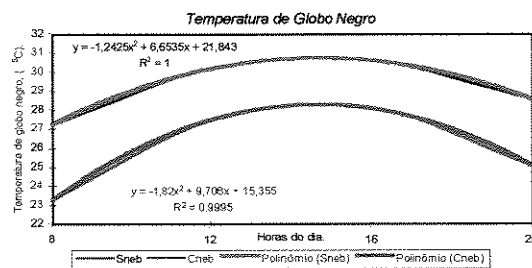


Figura 48. Valores reais e estimados da temperatura de globo negro interna dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)

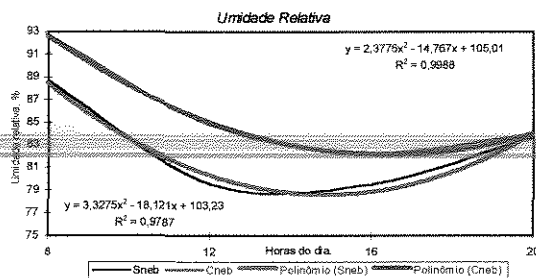


Figura 49. Valores reais e estimados da umidade relativa interna dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)

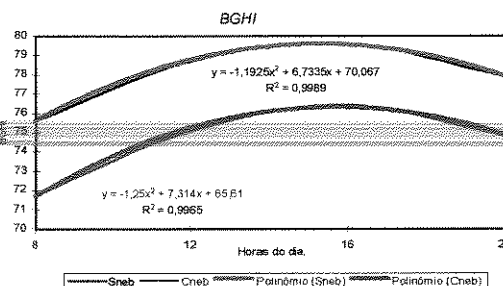


Figura 50. Valores reais e estimados do índice de temperatura de globo negro e umidade (BGHI) dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)

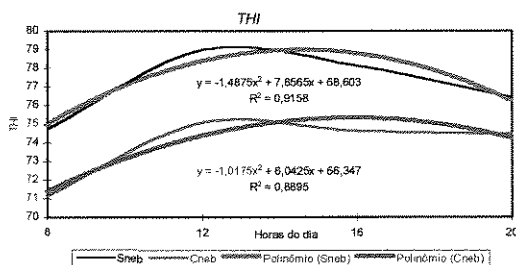


Figura 51. Valores reais e estimados do índice de temperatura e umidade (THI) dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)

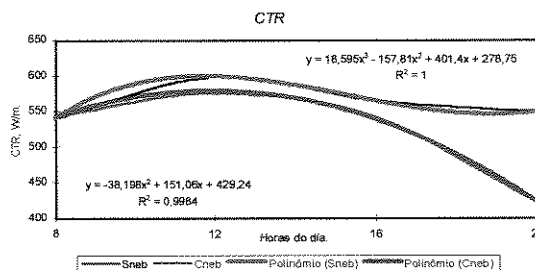


Figura 52. Valores reais e estimados da carga térmica de radiação (CTR) dos aviários, em função das observações horárias, com e sem o sistema de nebulização (Resfriamento adiabático)