

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
ESPACIAL DO AMBIENTE
TERMOACÚSTICO E DE ILUMINÂNCIA NA
PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE
SEXADOS**

ADRIANA GARCIA DO AMARAL

2009

ADRIANA GARCIA DO AMARAL

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
ESPACIAL DO AMBIENTE TERMOACÚSTICO
E DE ILUMINÂNCIA NA PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE SEXADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiente, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2009**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Amaral, Adriana Garcia do.

Avaliação e caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância na produção de frangos de corte sexados / Adriana Garcia do Amaral. – Lavras: UFLA, 2009.

50 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Tadayuki Yanagi Junior.

Bibliografia.

1. Avicultura. 2. Ambiente de produção. 3. Desempenho produtivo. 4. Respostas fisiológicas. 5. Distribuição espacial. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.50831

ADRIANA GARCIA DO AMARAL

**AVALIAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO
ESPACIAL DO AMBIENTE TERMOACÚSTICO
E DE ILUMINÂNCIA NA PRODUÇÃO DE
FRANGOS DE CORTE SEXADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, área de concentração em Construções e Ambiência, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 28 de julho de 2009

Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima	UFLA/DEX
Prof. Dr. Alessandro Torres Campos	UFLA/DEG
Prof. Dr. Iran José Oliveira da Silva	USP/ESALQ
Prof. Dr. Francisco Carlos Gomes	UFLA/ DEG

Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior

UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

*Aos meus pais, irmãos e sobrinho, pelo apoio incondicional, pelo incentivo,
amizade e carinho dispensado, por tanto lutarem por mais este sonho.*

OFEREÇO E DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida, aos bons espíritos pelo exemplo e proteção.

Aos meus pais Ademar e Lourdes, meus irmãos Fabiana e Leandro, meu sobrinho Felipe e meu cunhado Rodolfo, pelo carinho, amizade, confiança, por acreditarem na realizam de mais este sonho.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), por meio do Departamento de Engenharia (DEG).

Ao meu orientador, Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior, pela paciência, competência, companheirismo, amizade, dedicação e oportunidades de aprendizado.

Aos meus co-orientadores, Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima (DEX/UFLA) e Prof Dr. Vítor Hugo Teixeira (DEG/UFLA).

A Fazenda Penalva, em especial ao seu proprietário Manoel Teixeira Lopes, por todo o apoio concedido no desenvolvimento deste experimento e pela amizade conquistada. A todos os amigos que lá conquistei vocês são muito especiais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pesquisa de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo financiamento deste projeto.

A amiga Raphaela Christina Costa Gomes, companheira desde a faculdade.

A amiga Hellen Deckers e toda sua família, Elcimar, Murilo, Sra. Heloisa, Sr. Hitler, foi prazer conhecê-los e conviver com vocês.

Aos amigos do grupo de pesquisa em ambiência da UFLA, Raphaela Gomes, Leonardo Schiassi, Leandro Ferreira, Gleice Andrade e Flávio Damasceno.

À banca examinadora, composta pelos professores, Renato Ribeiro de Lima, Alessandro Torres Campos, Iran José Oliveira da Silva e Francisco Carlos Gomes, pela participação, procedentes correções e sábias e oportunas sugestões que possibilitaram a conclusão deste trabalho.

Aos amigos que conquistei nessa etapa de minha vida, estes nunca serão esquecidos, Carolina Bilibio, Silvia Yanagi, Erika Sayuri, Luciano Vieira, Fabiana e Gervásio, e as meninas da república Cristina, Laila e Sheila.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta prestaram auxílio e não foram citados neste trabalho; não por esquecimento; sem vocês nada teria sido possível.

Muito obrigada!

BIOGRAFIA

ADRIANA GARCIA DO AMARAL, filha de Ademar Dias do Amaral e Lourdes Garcia do Amaral, nasceu na cidade de Concórdia, SC, em 30 de Junho de 1982, formou-se em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Goiás (UEG/UnUCet, Anápolis, Goiás), em dezembro de 2006. Durante a graduação, participou de projetos de iniciação científica. Em março de 2008, iniciou o mestrado em Engenharia Agrícola na UFLA, realizando seus estudos na área de Construções e Ambiente.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABELAS.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS.....	XIV
RESUMO.....	XV
ABSTRACT.....	XVI
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
ARTIGO 1 Avaliação do ambiente de produção e seus efeitos sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial.....	5
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	8
2.1 Ambiente produtivo.....	8
2.2 Sistemas de arrefecimento do ambiente.....	9
2.3 Aves.....	10
2.4 Instrumentação e medições.....	10
2.5 Avaliação do comportamento animal.....	11
2.6 Índice de conforto térmico.....	12
2.7 Análise estatística.....	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
3.1 Ambiente produtivo.....	14
3.2 Respostas fisiológicas.....	18
3.3 Desempenho produtivo.....	22
3.4 Comportamento animal.....	24
4 CONCLUSÕES.....	25

5 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
ARTIGO 2 Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frangos de corte	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT	29
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	30
2.1 Estrutura física	30
2.2 Sistemas de arrefecimento do ambiente.....	31
2.3 Instrumentação e medições	32
2.4 Análise estatística	33
2.5 Espacialização das variáveis.....	34
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
3.1 Ambiente térmico	36
3.2 Ambiente acústico.....	43
3.3 Ambiente luminoso.....	45
4 CONCLUSÕES	48
5 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	50

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

FIGURA 1 Esquema do galpão utilizado no experimento. unidade de cotagem: metros.....	9
FIGURA 2 Índice de temperatura do globo negro e umidade (itgu) nos quinze pontos distribuídos ao longo do galpão e entre as regiões com machos e fêmeas alojadas.	15
FIGURA 3 Valores médios de itgu para (a) período (m: manhã e t: tarde) e (b) sexo (f: fêmeas e m: machos) em função da idade avaliada.....	17
FIGURA 4 Valores médios de frequência respiratória (fr) em função (a) do período de coleta e (b) da idade dos frangos de corte.	19
FIGURA 5 Temperatura retal em função da idade dos frangos de corte para cada período dos dias avaliados.....	20
FIGURA 6 Temperatura da pena (t_{pena}) em função da idade dos frangos de corte para cada sexo avaliado.....	21
FIGURA 7 Temperatura da pele de frangos de corte (t_{pele}) para os diferentes sexos (a) em função do período do dia e (b) da idade.	22
FIGURA 8 Massa corporal de frangos de corte hybro machos (m_m) e fêmeas (m_f) em função da idade.	23
FIGURA 9 Ganho de peso semanal de frangos de corte hybro em função (a) do sexo e (b) das semanas de vida.....	24
FIGURA 10 Comportamento dos frangos de corte hybro em função do período do dia e da idade dos animais.....	25

ARTIGO II

FIGURA 1 Esquema do galpão utilizado no experimento. Unidade de cotagem: metros.....	31
FIGURA 2 Pontos de coleta da Var no interior de um galpão de frangos de corte. Unidade de cotagem: metros.....	33
FIGURA 3 Histograma para a variável ITGU no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.....	38
FIGURA 4 Distribuição espacial da variável ITGU no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h..	39
FIGURA 5 Histograma para a variável UR no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.....	40
FIGURA 6 Distribuição espacial da UR no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.....	41
FIGURA 7 Histograma (A) e distribuição espacial da Var no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte (B).	42
FIGURA 8 Histograma para a variável acústica, ruído, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h..	44
FIGURA 9 Distribuição espacial do nível de ruído (dBA) no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte.	45
FIGURA 10 Histograma para a variável iluminância, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h..	46

FIGURA 11 Distribuição espacial da iluminância, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h. .47

LISTA DE SÍMBOLOS E SIGLAS

FR	Freqüência respiratória (mov min^{-1})
ITGU	Índice de temperatura do globo negro e umidade,
t_{ar}	Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)
t_{gn}	Temperatura de globo negro (K)
t_{pele}	Temperatura da pele ($^{\circ}\text{C}$)
t_{pena}	Temperatura da pena ($^{\circ}\text{C}$)
t_{po}	Temperatura de ponto de orvalho (K)
t_{retal}	Temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$)
UR	Umidade relativa (%)
V_{ar}	Velocidade do ar (m s^{-1})

RESUMO

AMARAL, Adriana Garcia do. **Avaliação e caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância na produção de frangos de corte sexados.** 2009. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG*

A produção de frangos de corte no Brasil, e em particular no estado de Minas Gerais, tem grande potencial de expansão e aprimoramento. Dessa forma, soluções devem ser pesquisadas, a fim de aprimorar ainda mais o processo produtivo, permitindo, assim, que as aves expressem todo o seu potencial genético, minimizando os custos de produção e maximizando a produtividade. Com a presente pesquisa, objetivou-se avaliar e caracterizar espacialmente o ambiente de produção de frangos de corte sexados, machos e fêmeas, criados em galpão comercial equipado com sistemas de ventilação convencional e de nebulização e seus efeitos sobre as aves. Para tanto, dividiu-se este estudo em dois trabalhos distintos. No primeiro, o objetivo foi avaliar o efeito do ambiente de produção sobre o desempenho produtivo e respostas fisiológicas das aves. A análise do ganho de peso, massa corporal e mortalidade, bem como da frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da pele e temperatura da pena, demonstrou que os machos apresentaram desempenho produtivo significativamente superior ao das fêmeas, diferença esta não relacionada ao ambiente produtivo, uma vez que não se verificou diferenças significativas entre os ambientes de produção. Para o segundo, foi realizada a avaliação e a especialização das variáveis termoacústicas e de iluminância, por meio do índice de temperatura do globo negro e umidade, da umidade relativa, da velocidade do ar, do nível de ruído e de iluminância. Mapas de distribuição espacial ao longo do galpão foram confeccionados pela interpolação das variáveis pelo método da krigagem. A espacialização das variáveis demonstrou a presença de pequenas áreas ao longo do galpão com valores distintos, em relação ao ITGU, V_{ar} e iluminância, do restante da instalação.

Palavras chaves: Avicultura, ambiente de produção, desempenho produtivo, respostas fisiológicas, distribuição espacial.

*Comitê de orientação: Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior – DEG/UFLA (Orientador), Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima – DEX/UFLA, Prof. Dr. Vitor Hugo Teixeira.

ABSTRACT

AMARAL, Adriana Garcia do. **Evaluation and spatial characterization of the thermoacoustic and illuminance environment in the production of sexed broiler chickens.** 2009. 50 p. Dissertation (Master degree in Agricultural Engineering) – Federal University of Lavras, Lavras, MG*

Broiler production in Brazil, and particularly in the state of Minas Gerais, possesses a great potential for expansion and improvement. In that way, solutions must be sought in order to further improve the productive process, thus enabling that the birds express all their genetic potential while minimizing the production costs and maximizing yield productivity. The objective of the present study was both to spatially evaluate and characterize the production environment of sexed broiler chicken, males and females, reared in a commercial broiler house equipped with conventional ventilation and misting system and its effects on the birds. Therefore, this study was divided into distinct works. The objective of the first was to evaluate the effect of the production environment upon the productive performance and physiological responses of the birds. Analysis of weight gain, body mass and mortality as well breath rate, rectal temperature, skin temperature and feather temperature demonstrated that males presented productive performance significantly superior to that of females, however this difference was not related to the productive environment since no significant differences were found among the production environments. In the second work, evaluation and specialization of the thermo-acoustic and illuminance variables by means of the black-globe humidity index (BGHI), air velocity (V_{air}), noise and illuminance levels were performed. Spatial distribution maps of the broiler house were made by the interpolation of the variables by the kriging method. Spatialization of the variables demonstrated the presence of small areas throughout the house with distinct values in relation to the BHGI, V_{air} and illuminance of the rest of the installation.

Key words: Poultry production, production environment, productive performance, physiological responses, spatial distribution.

*Guidance Committee: Prof. Dr. Tadayuki Yanagi Junior – DEG/UFLA (Major Professor), Prof. Dr. Renato Ribeiro de Lima – DEX/UFLA, Prof. Dr. Vitor Hugo Teixeira – DEG/UFLA.

INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente, o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking de países exportadores de carne de frango no mundo, sendo o terceiro maior produtor de carne de frango do planeta, atrás apenas dos Estados Unidos da América e China. Com relação ao mercado interno, enquanto o consumo per capita era de 12,73 kg hab⁻¹ no ano de 1989, em 2008, atingiu um valor da ordem de 38,7 kg hab⁻¹ (ABEF, 2009 e AVICULTURA INDUSTRIAL, 2009). Neste cenário, o Estado de Minas Gerais ocupa o sétimo lugar no ranking de produção brasileira, atrás dos estados de Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo, Goiás e Mato Grosso do Sul (ABEF, 2009), possuindo, portanto, grande potencial de expansão da atividade. Desta forma, verifica-se que a avicultura de corte brasileira ocupa posição de destaque no cenário nacional e internacional, sendo fonte considerável de divisas para o país.

A carne de frango é fonte de proteína de excelente qualidade e de preço acessível, principalmente à população de baixa renda. De acordo com o estudo do Ministério da Agricultura relacionado às tendências do setor agropecuário brasileiro nos próximos dez anos, espera-se no geral, o aumento de 2,57% ao ano no consumo brasileiro de carne de frango (BRASIL, 2009).

O Brasil, e em particular o Estado de Minas Gerais, possui grande potencial de expansão e aprimoramento de sua cadeia produtiva de frangos de corte, propiciando o aumento do consumo interno e da exportação. Desta forma, soluções devem ser pesquisadas a fim de se aprimorar ainda mais o processo produtivo, permitindo deste modo, que as aves expressem todo o seu potencial genético minimizando os custos de produção e maximizando a produtividade (kg de carne m⁻²).

Do total de carne de frango exportada, seja na forma inteiro, cortes ou industrializado, grande parte destina-se ao Oriente Médio, Ásia e União

Européia (ABEF, 2009). Estes mercados têm sido cada vez mais exigentes com relação à qualidade do produto, bem como a forma que este produto foi produzido. Neste contexto, o bem-estar dos frangos de corte é imprescindível para que o produto seja aceito pelo mercado externo.

Segundo Zanatta et al. (2002), o frango na forma inteiro, congelado ou resfriado ainda é o principal produto consumido. No entanto, alguns aspectos variam de acordo com o mercado de destino, como o tamanho, tipo de embalagem ou tipo de corte.

Portanto, para se maximizar a produtividade, é imprescindível aliar um elevado potencial genético do plantel, a uma alimentação com nível nutricional adequado, em ambiente asséptico e ajustado às necessidades das aves. Neste contexto, o conhecimento do ambiente térmico, acústico e de iluminação no interior do galpão no planejamento e/ou readequação de instalações e equipamentos é de vital importância para que os frangos de corte atinjam todo o seu potencial produtivo.

Os galpões avícolas no Brasil são predominantemente quentes, principalmente no verão, gerando condições de desconforto térmico quase que constantes para as aves. Dentre os diversos sistemas de criação de frangos de corte no Estado de Minas Gerais, os mais utilizados são o sistema convencional e o sistema em modo túnel de vento positivo que têm sido fonte de alguns estudos (Miragliotta et al., 2006 e Pereira, 2006).

Atualmente, as pesquisas têm se concentrado principalmente no estudo do ambiente térmico, desconsiderando outras variáveis importantes para que se possam garantir níveis adequados de bem-estar animal, tais como: o nível de ruído, de iluminação, poeira, gases, dentre outras.

Outro aspecto relevante no estudo do ambiente de produção trata da homogeneidade dos fatores no interior da instalação, quanto à existência de possíveis regiões do galpão com problemas, pela espacialização destes. Ao

longo dos anos, a geoestatística tem se mostrado uma ferramenta eficaz para quantificar a variabilidade, continuidade, dependência espacial e representação espacial de variáveis regionalizadas. Os resultados de estudos dessa natureza são mapas que representam as variáveis amostradas, como temperaturas, umidade relativa, velocidade de ar ou incidência luminosa em que os frangos foram criados.

Paralelamente ao ambiente produtivo, o sexo de frangos de corte é determinante na obtenção de índices produtivos diferenciados (Leandro et al., 2006), em adição aos demais fatores que afetam a produtividade.

Com base no exposto, objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar e caracterizar espacialmente o ambiente de produção de frangos de corte sexados, machos e fêmeas, criados em galpão comercial equipado com sistemas de ventilação convencional e de nebulização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE FRANGOS. **Estatísticas**. 2009. Disponível em: <<http://www.abef.com.br/Estatisticas/MercadoExterno/Historico.asp>>. Acesso em: 15 jun. 2009.

AVICULTURA INDUSTRIAL. **Estatísticas**. 2009. Disponível em: <http://www.aviculturaindustrial.com.br/PortalGessulli/WebSite/News/Default.aspx?item=20090424084808_S_611&Channel=20081118093812_F_643>. Acesso em: 15 jun. 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio - Brasil - 2008/09 a 2018/19**. 2009. Disponível em: <<http://ceragro.iica.int/SiteCollectionDocuments/PROJEÇÕESDOAGRONEGCIO2008-2019.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

LEANDRO, N. S. M.; CUNHA, W. C. P.; STRINGHINI, J. H.; CRUZ, C. P.; CAFÉ, M. B.; MATOS, M. S. Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos e a viabilidade econômica da produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2314-2321, 2006.

MIRAGLIOTTA, M. Y.; NÃÃS, I.A.; MANZIONE, R. L.; NASCIMENTO, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.5, p.426-432, 2006.

PEREIRA, A. K. **Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de Ventilação positiva**. Viçosa: UFV, 2006, 97p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.

ZANATTA, A.F.; SILVA, A.L.; SILVA, C.L.; SOUZA FILHO, H.M.; BATALHA, M.O.; PAULA, N.M. **Análise da competitividade da cadeia agroindustrial de carne de frango no estado do Paraná**. Curitiba: IPARDES, 2002. 230 p.

ARTIGO 1

Avaliação do ambiente de produção e seus efeitos sobre frangos de corte sexados criados em galpão comercial

(O artigo1 será transcrito no formato do Periódico Científico **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** e encaminhado para submissão)

A.G. Amaral¹, T. Yanagi Junior¹, R.R. Lima², V.H. Teixeira¹, L. Schiassi¹

¹Departamento de Engenharia Agrícola -UFLA

²Departamento de Ciências Exatas - UFLA – Lavras, MG

RESUMO

Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o efeito do ambiente de produção sobre o desempenho produtivo e respostas fisiológicas de frangos de corte *Hybro* sexados, machos e fêmeas, no interior de um galpão comercial. Os frangos machos e fêmeas foram criados em duas regiões separadas no interior do galpão. O ambiente produtivo foi avaliado por meio do índice de temperatura do globo negro e umidade, do nível de ruído e de iluminância. Por meio das respostas fisiológicas (frequência respiratória, temperatura retal, temperatura da pele e temperatura da pena) e das produtivas (ganho de peso semanal, massa corporal e mortalidade) avaliou-se o efeito do ambiente de produção sobre as aves criadas em galpão comercial com sistemas de ventilação convencional e de nebulização. Com base nos resultados, pode-se concluir que, os machos apresentaram desempenho produtivo significativamente superior ao das fêmeas, não sendo relacionado ao ambiente produtivo, uma vez que não se verificou diferenças significativas entre os ambientes de produção nas duas regiões do galpão.

Palavras chaves: avicultura, ambiente termoacústico, iluminância, desempenho

**Evaluation of the production environment and its effects on sexed broilers
chickens reared in a commercial house.**

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the effect of production environment on the productive performance and physiological responses of sexed Hybro broiler chickens, males and females, inside a commercial broiler house. The birds, both male and female, were reared in two separate regions inside of the broiler house. The productive environment was evaluated by means of the black-globe temperature humidity index and, noise and illuminance levels. Through the physiological responses (breath rate, rectal temperature, skin temperature and feather temperature) and productive responses (weekly weight gain, body mass and mortality), the effect of the production environment on the birds reared in a commercial house with conventional and misting ventilation systems was evaluated. Based on the results, it can be concluded that males present productive performance significantly superior to the females, however not related to the productive environment since no significant differences were found among the production environments in the two regions of the house.

Key words: poultry production, thermo acoustic environment, illuminance, performance

1 INTRODUÇÃO

O ambiente de produção exerce papel fundamental na avicultura moderna, visto que, esta tem por objetivo alcançar alta produtividade, em espaço físico e tempo relativamente reduzidos. Dentre outros fatores do ambiente, os térmicos, representados por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, são os que mais afetam os animais, pois compromete a função vital mais importante das aves, ou seja, a manutenção da homeotermia.

As condições de conforto térmico são função, portanto, de diversas variáveis, possibilitando o uso de índices de conforto e desconforto térmico.

Neste contexto, o índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) vêm sendo largamente utilizado por considerar em um único valor os efeitos da temperatura de bulbo seco, da umidade relativa, da radiação e da velocidade do ar (Buffington et al., 1981). Em ambientes considerados frios, ITGU < 69, verificou-se redução de 14% no ganho de peso diário e aumento de 12,1% da mortalidade, além de alterações consideráveis nos parâmetros fisiológicos. Em ambientes considerados confortáveis, ITGU de 69 a 77, aves mantiveram-se bastante tranqüilas com frequência respiratória (FR) considerada normal. Nos ambientes considerados quentes, ITGU > 77, apesar de não haver mortalidade, observou-se redução de 67% no ganho de peso diário (Medeiros et al., 2005).

Além dos fatores térmicos a iluminância e o nível de ruído influenciam significativamente o desempenho de frangos de corte. Aves mantidas em intensidade luminosa reduzida, tratamento DIR (0 a 7 dias: 10 Lux m⁻²; 8 a 14 dias: 5 Lux m⁻²; 15 a 56 dias de vida: 2,5 Lux m⁻²), consumiram mais ração no período de 9 a 50 dias (iluminância ≤ 5 Lux m⁻²) resultando em aumento no peso vivo dos 15 a 36 dias, quando comparadas as expostas a 20 Lux m⁻² durante todo o período produtivo, 0 a 56 de idade. O tratamento DIR pode ter ocasionado menos distrações às aves (menor tempo gasto limpando as penas e mais tempo alimentando-se), resultando assim em um menor nível de atividade (Downs et al., 2006).

Aves submetidas a condições ambientais desfavoráveis respondem com comportamentos alimentares e comportamentos físicos característicos. A exposição de frangos a altas temperaturas provoca redução na ingestão de alimentos, resultando em efeitos negativos na taxa de crescimento, rendimento do peito e qualidade da carne, além de tornar necessário o desvio de energia da produção para promover a perda de calor (Dozier III et al., 2006 e Lu et al., 2007). Quando submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada, frangos de corte apresentam aumento da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal

(t_{retal}), alcançando $160,4 \text{ mov m}^{-1}$ e $42,9 \text{ }^\circ\text{C}$ aos 35 dias de idade, respectivamente (Marchini et al., 2007).

Durante o estresse térmico, as aves também podem alterar seus comportamentos para manter sua temperatura corporal dentro dos limites normais. Ajustes de comportamento podem ocorrer rapidamente e com menor dispêndio para a ave do que muitas respostas fisiológicas, como a redução de suas atividades físicas, já que, permanecendo sentadas e com as asas abertas aumentam a dissipação de calor pela maximização de sua área de superfície corporal, o que induz a piloereção e o aumento do fluxo sanguíneo para os tecidos periféricos não cobertos com penas, como pés, crista e barbela (Furlan, 2006).

A influência do ambiente térmico nas aves varia com a espécie, a idade, o peso corporal, o sexo, a atividade física e o consumo de alimentos. Ao avaliar o efeito do sexo no desempenho de quatro linhagens comerciais de frangos de corte (Ross, Cobb, Arbor Acres e Avian Farm), verificou-se desempenho e peso de carcaça superiores nos machos quando comparados às fêmeas (Stringhini et al., 2003).

Com base no exposto, objetivou-se, com a presente pesquisa, avaliar o efeito do ambiente de produção sobre o desempenho produtivo e respostas fisiológicas de frangos de corte sexados, machos e fêmeas, criados em galpão comercial convencional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Ambiente produtivo

O presente experimento foi conduzido em uma granja comercial de frangos de corte localizada no município de Juiz de Fora, MG, situada na

latitude 21° 45' S e longitude 43° 21' W, altitude de 695 m, entre os dias 06 de fevereiro e 04 de março de 2009, do 21° dia de vida das aves até o 46° dia de vida. O clima da região é classificado segundo Köppen como Cwa, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos.

O galpão, orientado na direção leste-oeste (Figura 1) possui 2,5 m de pé-direito, cobertura de telhas de cimento amianto de 4 mm de espessura, piso de concreto, cama de serragem reutilizada, cortinas laterais e forro de lona plástica na cor azul e amarela, respectivamente. Os frangos de corte foram submetidos a um programa de luz contínuo (24L:0E). O galpão foi dividido, por meio de chapas de compensado, em três regiões, região M com área de 685,20 m², região F de 619,20 m² e região R de 120 m², destinadas a machos, fêmeas e refugos, respectivamente, com densidade média de 20,99 fêmeas m⁻² e 19,70 machos m⁻².

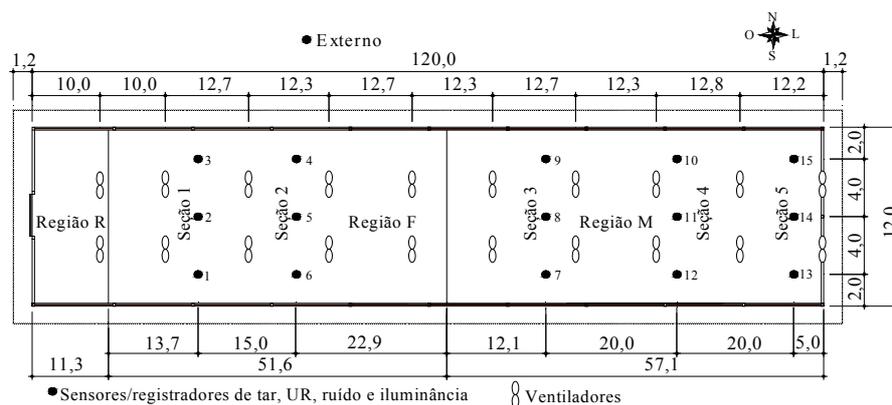


FIGURA 1 Esquema do galpão utilizado no experimento. Unidade de cotagem: metros.

2.2 Sistemas de arrefecimento do ambiente

O sistema de arrefecimento térmico do ambiente de criação adotado é do tipo convencional com cortinas laterais abertas continuamente, contando com sistema de ventilação, composto por 20 ventiladores (112 cv de potência cada e vazão de 240 m³ min⁻¹), associado a um sistema de nebulização (Figura 1). O

controle do sistema de ventilação é baseado na temperatura do ar, sendo que, até o 28º dia de criação o sistema estava programado para acionar os ventiladores quando a temperatura do ar atingisse 27°C e desligá-los aos 25°C. A partir do 29º dia de vida das aves, o sistema foi alterado para entrar em funcionamento aos 25°C e desligar aos 23°C de temperatura do ar. O sistema de nebulização é composto por duas linhas, posicionadas longitudinalmente, equipadas com 10 nebulizadores ($7 \pm 1,8 \text{ L h}^{-1}$) cada, acionados manualmente quando a temperatura do ar atingisse 30°C.

2.3 Aves

Foram utilizados frangos de corte da linhagem Hybro (13.500 machos e 13.000 fêmeas), dos 21 aos 35 dias para fêmeas e dos 21 a 46 dias para os machos, tendo em vista que as fêmeas eram abatidas aos 36 dias de idade e os machos aos 46 dias. Aos 16 dias de vida cerca de 2000 aves foram destinadas a uma região especificada como refugos (Região R), devido à sua baixa massa corporal em relação ao restante do lote, não sendo estas consideradas na presente pesquisa.

Durante a fase experimental, as aves tiveram acesso *ad libitum* à água, por meio de 4 linhas de bebedouros tipo pendular, com espaçamento de 2,00 m e cerca de 100 aves por bebedouro, e à ração por meio de 3 linhas de comedouros automáticos, com espaçamento de 0,65 m, sendo cerca de 50 aves / comedouro.

2.4 Instrumentação e medições

As variáveis que compõem o ambiente térmico, temperatura do ar (t_{ar}), temperatura de ponto de orvalho (t_{po}), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (t_{gn}), assim como, o nível de ruído e a iluminância, foram coletas por meio de sistemas de aquisição de dados, com registro automatizado, a cada 10 minutos, no período de 8h às 18 h, em quinze pontos alocados no interior do

galpão, a 0,30 m de altura em relação ao piso, e em um ponto no ambiente externo (Figura 1). Os sensores/registradores de t_{ar} , t_{gn} , UR e iluminância (ambos com precisão de $\pm 3\%$ da leitura) e os decibelímetros (precisão de $\pm 1,5$ dB) foram mantidos em gaiolas de malha de arame a fim de que os animais não os danificassem. A velocidade do ar (V_{ar}) foi medida de modo pontual à 0,3 m de altura por meio de um anemômetro digital de hélices (precisão de $\pm 3\%$ da leitura) próxima aos globos negros.

O peso vivo de uma amostra de frangos de corte, 100 aves aproximadamente, foi determinado semanalmente, aos 21, 28, 35 para machos e fêmeas e 42 dias para os machos, tendo sido as médias calculadas a *posteriori*. A ocorrência de mortes das aves foi monitorada diariamente e esses dados usados para determinar a mortalidade acumulada a partir dos 21 dias de idade dos frangos de corte.

As respostas fisiológicas, frequência respiratória (FR), temperatura retal (t_{retal}), temperatura da pena (t_{pena}) e temperatura da pele (t_{pele}), foram avaliadas semanalmente em uma ave escolhida aleatoriamente, próximo a cada um dos sensores instalados. Assim, foram avaliadas semanalmente, três aves por seção, totalizando 6 fêmeas e 9 machos (Figura 1). As fêmeas foram avaliadas dos 21 aos 35 dias de idade e os machos dos 21 aos 42 dias. A t_{retal} foi medida por meio de um termômetro digital (precisão de $\pm 0,2$ °C). A t_{pena} e a t_{pele} foram mensuradas por meio de um termômetro infravermelho (precisão de $\pm 0,1$ °C) com controle de emissividade, configurado para 0,95, e mira laser. A FR foi determinada por observação visual direta durante 15 s, sendo posteriormente este valor extrapolado para 1 minuto.

2.5 Avaliação do comportamento animal

O comportamento geral dos frangos de corte foi avaliado semanalmente de forma visual, durante 5 min, em dois períodos distintos do dia, manhã e tarde,

das 8h às 10h 30min e das 13h às 15h 30min, respectivamente. Uma ave foi escolhida aleatoriamente próxima a cada sensor (Figura 1) dentro de cada região e para ambos os sexos, totalizando assim, 6 fêmeas e 9 machos, em cada período do dia.

O etograma dos comportamentos não agressivos e agressivos averiguados durante o experimento foram: a) não agressivos: limpar penas, espojar, espreguiçar, prostrar, correr, deitar, ciscar, abrir asas e arrepiar penas e b) agressivos: ameaçar, perseguir, montar e bicar (Pereira et al., 2005).

2.6 Índice de conforto térmico

Os valores de ITGU foram calculados a cada 10 min, em função dos dados de t_{gn} e t_{po} medidos, por meio da Equação 1 (Buffington et al., 1981).

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

em que,

t_{gn} = Temperatura de globo negro (K),

t_{po} = Temperatura de ponto de orvalho (K).

2.7 Análise estatística

O ambiente térmico foi analisado de forma descritiva, utilizando-se gráficos *Box-plot* dos valores observados a fim de caracterizar o ITGU ao longo do período experimental. Também foram utilizadas medidas de posição e dispersão, como média, mediana e desvio padrão, para complementar as informações obtidas.

As respostas fisiológicas foram avaliadas utilizando-se a análise de variância e, em função dos resultados dos testes F, foram realizadas análises de regressão e aplicado o teste de Scott-Knott, quando necessários. O delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso e modelo estatístico é dado por:

$$y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \delta_{l(k)} + \alpha\beta_{ij} + \alpha\gamma_{ik} + \beta\gamma_{jk} + \alpha\delta_{il(k)} + \beta\delta_{jl(k)} + \alpha\beta\gamma_{ijk} + \alpha\beta\delta_{ijl(k)} + e_{ijklm}$$

em que,

y_{ijklm} : valor observado da FR, t_{retal} , t_{pena} ou t_{pele} na m -ésima repetição, do animal do sexo k , alojado na seção l , na idade j e período i ;

μ : constante inerente a cada observação;

α_i : efeito do i -ésimo período, com $i = 1, 2$, sendo 1. Manhã e 2. Tarde;

β_j : efeito da j -ésima idade, com $j = 1, 2, 3$, sendo 1. 21 dias, 2. 28 dias e 3. 35 dias;

γ_k : efeito do k -ésimo sexo, com $k = 1, 2$, sendo 1. Fêmea e 2. Macho;

$\delta_{l(k)}$: efeito da l -ésima seção, dentro do sexo k , com $l = 1, 2, 3, 4, 5$, sendo as seções 1 e 2 de fêmeas e 3, 4 e 5 de machos;

$\alpha\beta_{ij}$, $\alpha\gamma_{ik}$, $\beta\gamma_{jk}$, $\alpha\delta_{il(k)}$, $\beta\delta_{jl(k)}$, $\alpha\beta\gamma_{ijk}$, $\alpha\beta\delta_{ijl(k)}$: interações duplas e triplas entre os efeitos principais;

e_{ijklm} : erro aleatório associado a cada observação y_{ijklm} .

Para o desempenho produtivo, avaliado através das variáveis ganho de peso semanal e massa corporal, foram efetuadas as mesmas análises. Porém, o delineamento experimental foi o inteiramente ao acaso e os tratamentos se apresentavam em um arranjo fatorial 3x2, sendo 3 idades (21, 28 e 35) e dois sexos (machos e fêmeas). O modelo estatístico considerado foi:

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$$

em que,

y_{ijk} : valor observado na repetição k , referente ao animal do sexo j na idade i ;

μ : constante inerente a cada observação;

α_i : efeito da i -ésima idade, com $i = 1, 2, 3$, sendo 1. 21 dias, 2. 28 dias e 3. 35 dias;

β_j : efeito do j -ésimo sexo, com $j = 1, 2$, sendo 1.Fêmea e 2.Macho;

$\alpha\beta_{ij}$: interação entre os efeitos idade e sexo;

e_{ijk} : erro aleatório associado a cada observação y_{ijk} .

Para a variável massa corporal, foi efetuado um estudo de identidade de modelos, procurando verificar se os modelos ajustados para cada sexo poderiam ser considerados coincidentes ou não. Assim, efetuou-se o ajuste de modelos polinomiais para cada sexo, que posteriormente foram comparados.

Em todas as análises efetuadas, assim como os testes aplicados, utilizou-se o programa computacional SISVAR (Ferreira, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ambiente produtivo

Pelo comportamento dos valores de ITGUs nos quinze pontos de medição distribuídos ao longo do galpão e entre as regiões com machos e fêmeas (Figura 2) pode-se observar que, o ambiente térmico mostrou-se uniforme, possibilitando desta maneira, a comparação de desempenho entre os frangos de corte sexados, de uma forma generalizada no interior de toda instalação, as aves estavam submetidas a condições de estresse por calor, caracterizado por valores de ITGU superiores a 77 (Medeiros et al., 2005).

No gráfico é possível observar que os valores médios de ITGU variaram amplamente e que apesar de não ser significativa, ocorreu uma diferença entre as faces da instalação, tendo a face central, de forma geral, superado os valores das faces norte e sul.

Para a variável iluminância a média encontrada foi de $817 \pm 633 \text{ Lux m}^{-2}$, máxima de 4980 Lux m^{-2} e mínima de 10 Lux m^{-2} , esta alta variação pode ser

atribuída ao sistema produtivo, galpão convencional com cortinas continuamente abertas. O nível de ruído situou-se em torno de 73 ± 7 dBA, atingindo um valor máximo de 100 dBA e mínimo de 35 dBA, os valores mínimos podem ser atribuídos aos intervalos de tempo em que o sistema de arrefecimento do ar não estava em funcionamento.

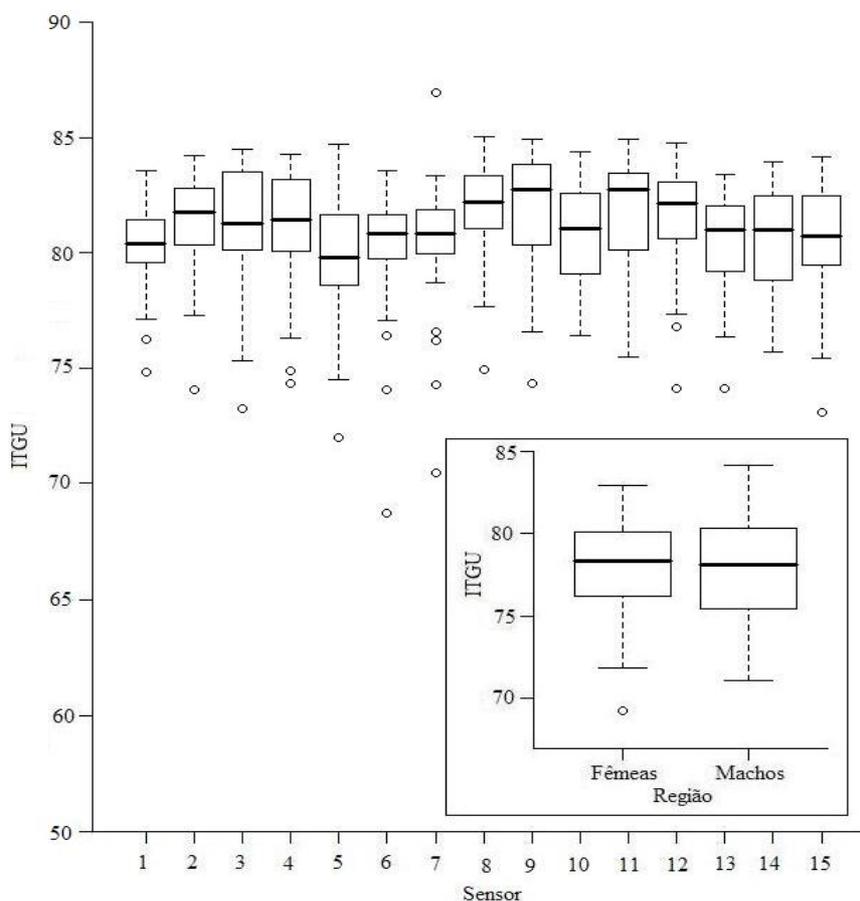


FIGURA 2 Índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU) nos quinze pontos distribuídos ao longo do galpão e entre as regiões com machos e fêmeas alojadas.

Informações adicionais do ambiente térmico aos 21, 28 e 35 dias, no período da manhã e da tarde (Figura 3A) e, entre as regiões com machos e fêmeas alojadas (Figura 3B), foram adicionadas com o propósito de auxiliar a discussão das respostas fisiológicas.

Pela Figura 3A verifica-se que, no 21º e 35º dia, as aves estavam submetidas a condições de desconforto térmico durante o período da tarde, sendo que, pela manhã, as mesmas se encontravam em condições de conforto térmico. No 28º dia observou-se que as aves se encontravam em condições de conforto térmico durante os dois períodos do dia. Confirmando os resultados apresentados na Figura 2, observa-se que os ambientes térmicos, caracterizados pelos valores de ITGU, nos dias citados, foram similares para as regiões com machos e fêmeas alojadas (Figura 3B), permitindo, portanto, a comparação entre as respostas fisiológicas entre as aves com diferentes sexos.

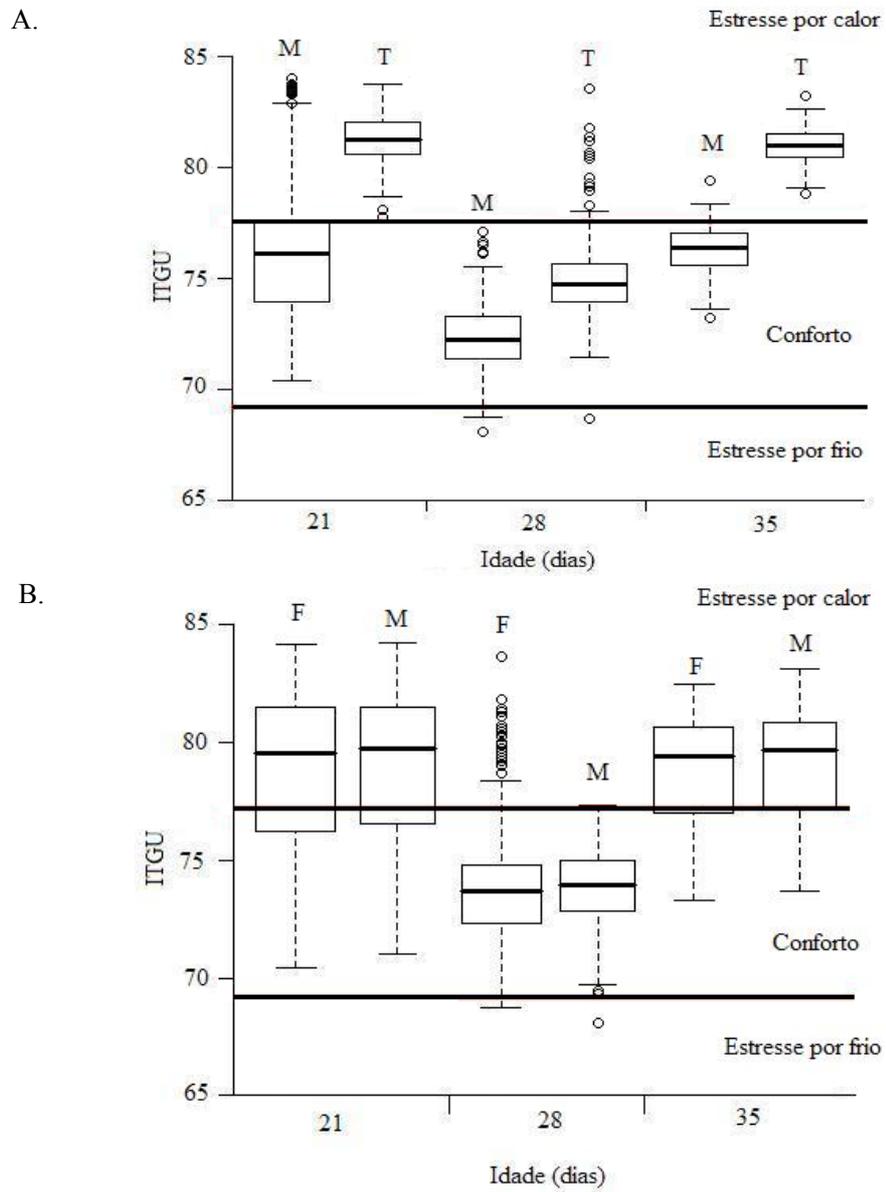


FIGURA 3 Valores médios de ITGU para (A) período (M: Manhã e T: Tarde) e (B) sexo (F: Fêmeas e M: Machos) em função da idade avaliada.

3.2 Respostas fisiológicas

Na Figura 4 observa-se que a FR diferiu significativamente ($P \leq 0,01$, teste F) entre os períodos da manhã e da tarde (Figura 4A) e em relação à idade das aves ($P \leq 0,01$, teste F) (Figura 4B). Os menores valores de FR observados durante o período da manhã, com mediana de 60 mov min^{-1} e, maiores observados no período da tarde, com mediana de 68 mov min^{-1} (Figura 4A), devem-se às condições térmicas gerais observadas nos dois períodos no qual esta variável foi avaliada, ou seja, conforto e estresse por calor (Figura 3A), respectivamente. A exceção foi o 28º dia, no qual tanto no período da manhã quanto no da tarde o ambiente térmico caracteriza-se como estando em condições de conforto (Figura 3A).

Apesar de se verificar, que em média, durante o período da manhã as aves estavam submetidas a condições de conforto térmico, as FRs observadas foram superiores àquelas observadas em outras pesquisas, que é de 47 mov min^{-1} (Medeiros et al., 2005 e Marchini et al., 2007).

Pela Figura 4B observa-se a tendência dos valores de FRs ao longo dos dias de observação, sendo similares as condições térmicas observadas (Figura 3B), com declínio no 28º dia em função das condições climáticas.

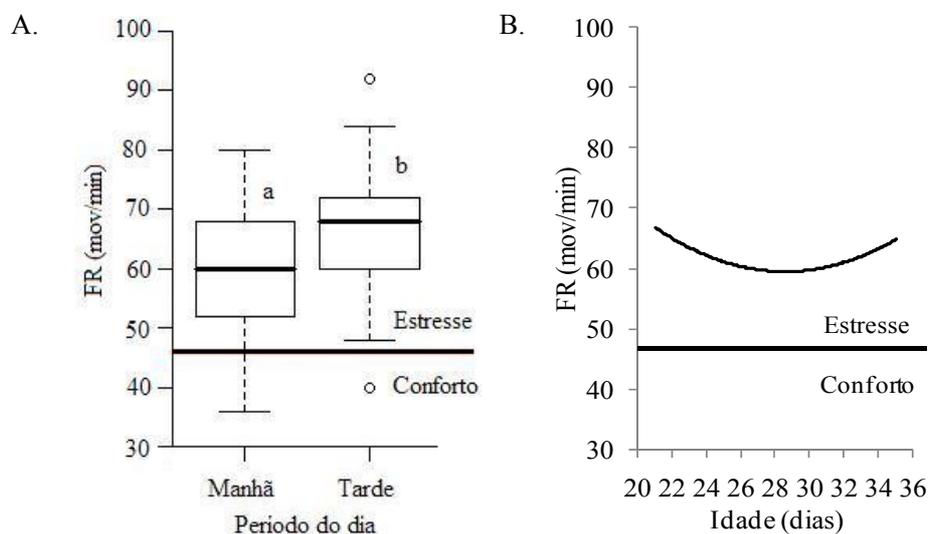


FIGURA 4 Valores médios de frequência respiratória (FR) em função (A) do período de coleta e (B) da idade dos frangos de corte*.

Para a variável t_{retal} (Figura 5), a interação período *versus* idade apresentou diferenças significativas ($P \leq 0,01$, teste F), sendo que, os valores mantiveram-se abaixo do limite de conforto, que segundo Medeiros et al., 2005 e Marchini et al. (2007) é $41,4^{\circ}\text{C}$ para ambientes termoneutros e que para Silva et al. (2007b) é de $41,1^{\circ}\text{C}$. Apesar dos resultados não terem indicado estresse, deve-se ressaltar que, a t_{retal} apenas varia bruscamente quando a temperatura ambiente atinge rapidamente 30°C , quando a temperatura se eleva gradativamente a t_{retal} se mantém constante até a temperatura ambiente atingir 33°C (Boone & Hughes, 1971).

Apesar dos valores médios observados para t_{retal} serem inferiores ao limite de conforto, observa-se que os maiores valores observados no período da tarde para o 21º e 35º dia refletem os valores de ITGU obtidos (Figura 3A).

* Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de F.

Ademais, estes resultados mostram que, apesar dos valores de t_{retal} indicarem que as aves estavam em conforto, os valores de FRs indicam que as aves já expressavam certo desconforto térmico. Esta contradição se deve ao fato de que o aumento da FR se dá de forma mais rápida do que o da t_{retal} , constituindo desta maneira, em uma forma mais interessante para avaliação do estado de conforto dos animais.

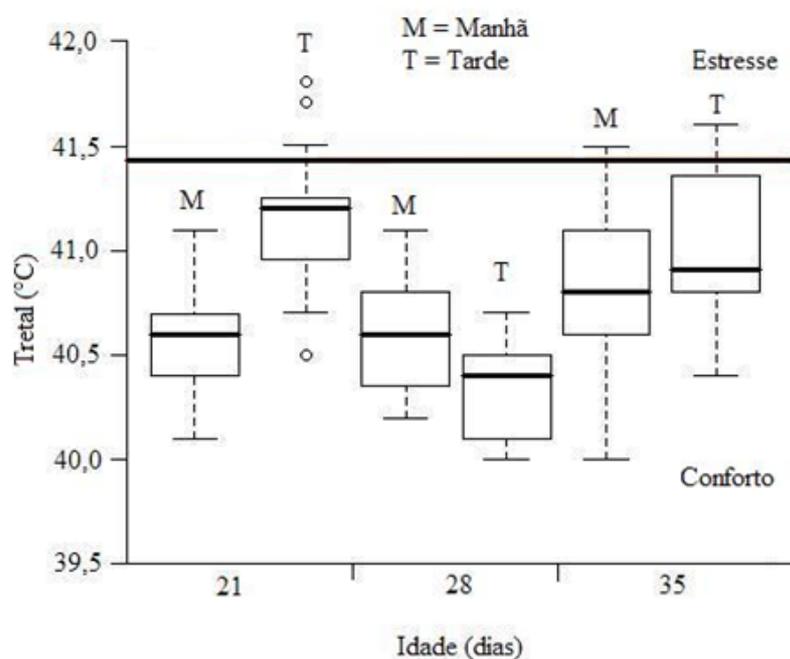


FIGURA 5 Temperatura retal em função da idade dos frangos de corte para cada período dos dias avaliados.

Com relação à t_{pena} (Figura 6) houve diferença significativa entre sexos nas idades de 21 e 28 dias, sendo que, a t_{pena} dos machos foi superiores a das fêmeas ($P < 0,01$, teste de F). Este fato pode ser explicado pelo melhor empenamento das fêmeas no dorso quando comparado ao dos machos (Silva et

al., 2007a). Desta forma, os valores de t_{pena} dos machos, medidos na região do dorso, podem ter sido influenciados pela t_{pele} .

Ressalta-se ainda, que a t_{pena} depende fortemente da velocidade do ar, devido às trocas de calor que ocorrem por convecção. Desta maneira, esta variável não é a mais adequada para avaliação do estado de conforto térmico de aves. Similarmente às respostas fisiológicas anteriores, o comportamento da t_{pena} seguiu aproximadamente o do ITGU (Figura 3A).

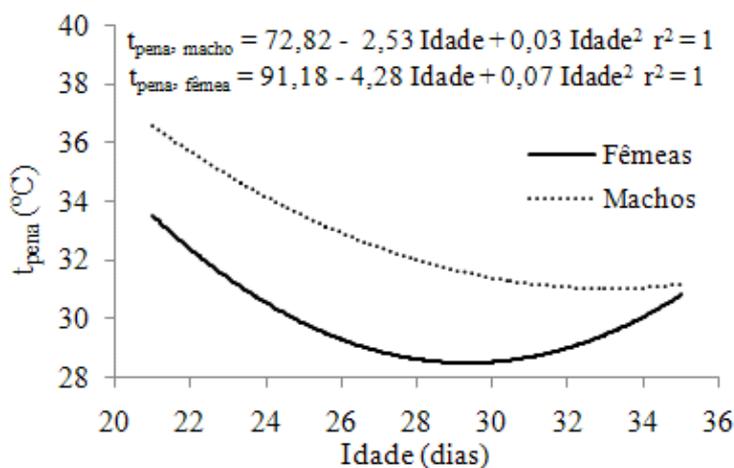


FIGURA 6 Temperatura da pena (t_{pena}) em função da idade dos frangos de corte para cada sexo avaliado.

Para a t_{pele} (Figura 7) a interação período do dia *versus* sexo foi significativa ($P \leq 0,01$, teste F), sendo que, o desdobramento da variável sexo mostrou que a t_{pele} dos machos foi superior a das fêmeas no período da manhã. Isto se deve ao fato de que durante o período da manhã as condições térmicas no interior do galpão eram mais amenas (Figura 3A) e, tendo os frangos de corte machos menor empenamento, estes perdiam calor mais facilmente para o ambiente ao seu redor, necessitando desta maneira, de aumentar a sua produção de calor.

Verificou-se ainda, diferença significativa também para a interação idade *versus* sexo ($P \leq 0,01$, teste F), no qual as t_{pele} dos machos aos 21 e 28 dias foram superiores às das fêmeas. A inversão observada no 35º dia pode ser devido ao fato de se ter avaliado aves diferentes, com diferentes empenamentos, uma vez que as mesmas eram apanhadas de forma aleatória.

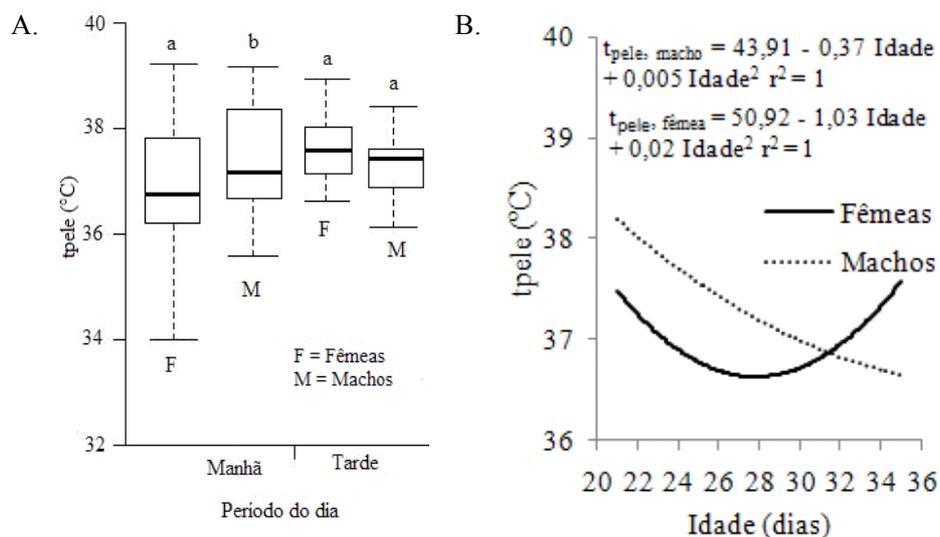


FIGURA 7 Temperatura da pele de frangos de corte (t_{pele}) para os diferentes sexos (A) em função do período do dia e (B) da idade*.

3.3 Desempenho produtivo

Na Figura 8 observa-se que as massas corporais dos machos foram superiores as das fêmeas em todo o período estudado ($P \leq 0,01$, teste de F), concordando com outros experimentos onde os valores de peso e ganho de peso das fêmeas foram sempre inferiores às dos machos (Leandro et al., 2006 e Longo et al., 2006).

* Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de F.

Portanto, visando acompanhar a tendência internacional com relação as exigência de tamanho, esta pode ser garantida pela sexagem dos animais já que, fêmeas e machos atingem pesos vivos diferentes no final do ciclo produtivo.

As taxas de mortalidade totais durante o período experimental foram de 0,92% e 0,85% para machos e fêmeas (21 a 35 dias), respectivamente, já para o período de 36 a 46 dias os machos apresentaram taxa de mortalidade de 1,15%.

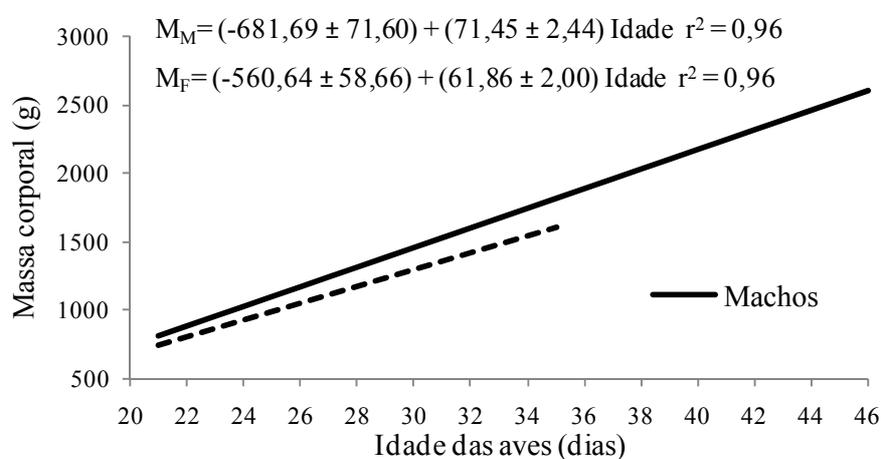


FIGURA 8 Massa corporal de frangos de corte Hybro machos (M_M) e fêmeas (M_F) em função da idade.

Os machos apresentaram ganhos de peso semanal significativamente superiores às fêmeas ($P \leq 0,01$, teste F), que foram de $498,15 \text{ g semana}^{-1}$ e $417,54 \text{ g semana}^{-1}$ (Figura 9A), respectivamente, estando de acordo com outras pesquisas (Leandro et al., 2006 e Longo et al., 2006). Verificou-se ainda, que os ganhos de pesos para machos e fêmeas foram superiores no período compreendido entre o 28º e 35º dias (Figura 9B).

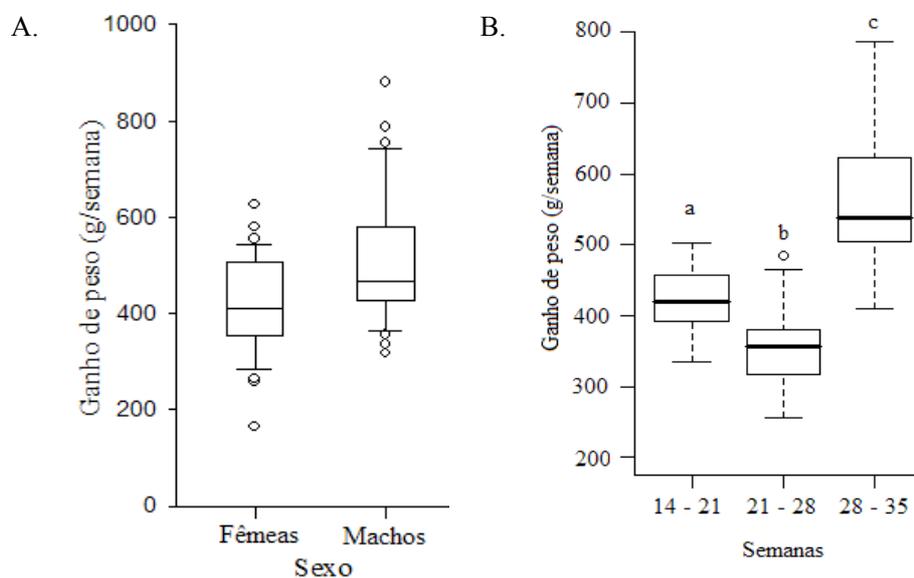


FIGURA 9 Ganho de peso semanal de frangos de corte Hybro em função (A) do sexo e (B) das semanas de vida*.

3.4 Comportamento animal

A análise do comportamento dos frangos de corte (Figura 10) mostra que as aves permaneceram prostradas no 21º e 35º dias, principalmente à tarde, período que se caracterizaram por apresentar valores de ITGU superiores ao limite de conforto (Figura 3A).

Ao longo de todos os dias o comportamento mais evidenciado foi o de permanecerem deitadas, variando de 40 a 80% do tempo nos diferentes dias de observação, comportamento em concordância com Bizeray et al. (2002), que relata que frangos de corte, independente da idade gastam de 60 a 80% do tempo descansando. Ocorreu maior evidência no comportamento de permanecerem

* Nota: médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de F.

prostadadas nos dias de maior ITGU, demonstrando assim a condição de estresse que as aves estavam submetidas.

Os frangos de corte também apresentaram comportamentos de abrir asas e correr no 28º dia à tarde e no 35º pela manhã, período em que ambiente térmico foi classificado como de conforto.

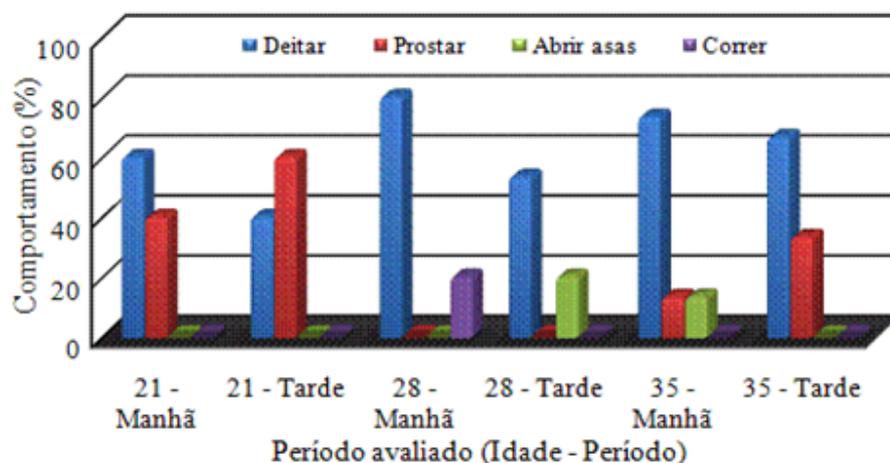


FIGURA 10 Comportamento dos frangos de corte Hybro em função do período do dia e da idade dos animais.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que, os frangos de corte *Hybro* machos apresentaram desempenho produtivo significativamente superior ao das fêmeas.

Não se verificou diferenças significativas entre os ambientes de produção no interior do galpão, que foram no geral, inadequados à obtenção do máximo desempenho produtivo das aves.

5 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J.M. Influence of increasing environmental complexity on the level of fearfulness, performance and leg conduction in broilers. **Poultry Science**, Champaing, v.81, n.1, p.767-773, 2002.
- BOONE, M.A.; HUGHES, B.L. Wind velocity as it affects body temperature, water consumption during heat stress of roosters. **Poultry Science**, Champaing, v. 50, n.5, p.1535-1537, 1971.
- BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PIT, D. Black globe-humidity index (ITGU) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p. 711-714, 1981.
- DOWNS, K. M.; LIEN, R. J.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F.; DOZIER III, W. A. The effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Stanford, v. 15, n.3, p. 406–416, 2006.
- DOZIER III, W. A.; PURSWELL, J. L.; BRANTON, S. L. Growth Responses of Male Broilers Subjected to High Air Velocity for either Twelve or Twenty-Four Hours from Thirty-Seven to Fifty-One Days of Age. **Journal Applied Poultry Research**, Stanford, v.15, n. 3, p.362–366, 2006.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX, 2000. Software.
- FURLAN, R. L. Influência da temperatura na produção de frangos de corte. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 7., 2006, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EMBRAPA SUÍNOS E AVES, 2006. p. 104-135.
- LEANDRO, N. S. M; CUNHA, W. C. P.; STRINGHINI, J. H.; CRUZ, C. P.; CAFÉ, M. B.; MATOS, M. S. Influência do peso inicial de pintos de corte sobre o desempenho e o rendimento de carcaça de frangos e a viabilidade econômica da produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2314-2321, 2006.

LONGO, F. A.; SAKOMURA, N. K.; RABELLO, C. B.; FIGUEIREDO, A. N.; FERNANDES, J. B. K. Exigências energéticas para manutenção e para o crescimento de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.119-125, 2006.

LU, Q.; WEN, J.; ZHANG, H. Effect of chronic heat exposure on fat deposition and meat quality in two genetic types of chicken. **Poultry Science**, Champaign, v.86, n.1, p.1059–1064, 2007.

MARCHINI, C. F. P.; SILVA, P. L.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; TAVARES, M. Frequência respiratória e temperatura cloacal em frangos de corte submetidos à temperatura ambiente cíclica elevada. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v.12, n.1, p.41- 46, 2007.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T. A.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.1, n.4, p.277-286, 2005.

PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; SALGADO, D. D.; PEREIRA, G. O. T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.308-314, 2005.

SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO, J. A.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, C. J. M.; SILVA, I. J. O.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.3, p.652-659, 2007a.

SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO, J. A.; SILVA, C. J. M.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, I. J. O.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.4, p.1126-1130, 2007b.

STRINGHINI, J. H.; LABOISSIÈRE, M.; MURAMATSU, K.; LEANDRO, N. S. M.; CAFÉ, M. B. Avaliação do Desempenho e Rendimento de Carcaça de Quatro Linhagens de Frangos de Corte Criadas em Goiás. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, n.1, p.183-190, 2003.

ARTIGO 2

Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminância em galpão comercial para criação de frangos de corte

(O artigo 2 será transcrito no formato do Periódico Científico **Ciência Rural** e encaminhado para submissão)

Adriana Garcia do Amaral¹ Tadayuki Yanagi Junior^{1*} Renato Ribeiro de Lima^{II}
Vitor Hugo Teixeira^I Leonardo Schiassi^I

RESUMO

Objetivou-se com a presente pesquisa avaliar e espacializar as variáveis termo-acústicas e de iluminância no interior de um galpão comercial, com sistema de ventilação convencional e resfriamento evaporativo, destinado a produção de frangos de corte. Os frangos de corte Hybro foram alojados em um galpão subdividido em três regiões (refugos, fêmeas e machos), sendo criados a uma densidade aproximada de 20 aves m⁻². O ambiente produtivo foi avaliado por meio do índice de conforto térmico, nível de ruído e de iluminância. Mapas de distribuição espacial destas variáveis foram gerados para o interior do galpão usando o método da krigagem. Com base nos resultados, pode-se concluir que, as aves, de forma geral estiveram submetidas a condições ambientais inadequados à criação nos horários mais quentes do dia, entretanto, verificou-se o potencial de exploração do sistema de resfriamento evaporativo. A espacialização das variáveis relacionadas ao ambiente produtivo proporciona a obtenção de informações mais detalhadas sobre o sistema estudado.

Palavras chaves: avicultura, ambiente de produção, distribuição espacial

¹ Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

* Autor correspondente: yanagi@ufla.br

^{II} Departamento de Ciências Exatas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

Spatial Characterization of thermoacoustic and illuminance environment in commercial broiler chicken house

ABSTRACT

The goal of this research was to evaluate and to map the thermo-acoustic variables and the luminance inside of a commercial broiler chicken house equipped with conventional ventilation and misting system. Hybro breed broiler chickens were lodged in three regions (refuse, female and male), being rise at 20 birds m⁻², approximately. Productive environment was evaluated through black-globe humidity index, relative humidity, air velocity, noise level and luminance. Spatial distribution maps of these variables were generated inside of broiler house using kriging method. Based on the results, it was concluded that, in general, broiler chickens were subjected to inadequate environmental conditions during the hottest period of the day; however, it was seem exploration potential for using evaporative cooling system. The spatial profile of the variables related to the productive environment provides the obtaining of more detailed information about the studied system.

Key words: Aviculture, production environment, spatial distribution

1 INTRODUÇÃO

A importância dos estudos do ambiente na produção avícola tem sido discutida ao longo do tempo, como a influência do ambiente térmico na ingestão de alimentos, no entanto a interação de diversos fatores ambientais, tais como, os fatores térmicos, o nível de ruído e a intensidade de iluminação a que estes animais vêm sendo expostos, não tem sido adequadamente avaliada.

Assim, para se maximizar a produtividade, é imprescindível aliar um elevado potencial genético do plantel, a uma alimentação com nível nutricional adequado, em ambiente asséptico e ajustado às necessidades das aves. Neste contexto, o conhecimento do ambiente térmico, acústico e de iluminação no

interior do galpão é de vital importância para que os frangos de corte atinjam todo o seu potencial produtivo.

Outro aspecto relevante no estudo do ambiente de produção trata da homogeneidade das variáveis no interior da instalação, que pode ser avaliada por meio da espacialização destas variáveis. Assim, justifica-se a utilização da metodologia geoestatística, uma vez que esta procura extrair, de uma aparente aleatoriedade dos dados coletados, as características estruturais probabilísticas do fenômeno regionalizado, uma função de correlação entre os valores situados numa determinada vizinhança e direção no espaço amostrado.

Segundo Diggle & Ribeiro Jr. (2006), a técnica da geoestatística permite descrever espacialmente a variabilidade se a localização espacial variar continuamente na área.

A espacialização das variáveis do ambiente térmico, acústico e de iluminância é uma ferramenta que possibilita entender a relação existente entre estes fatores do ambiente produtivo e sua variação espacial (Miragliotta et al. 2006). Outros estudos também têm utilizado a geostatística como metodologia para avaliar condições de transporte de frangos de corte para o abate (Barbosa Filho, 2008) e avaliações do ambiente produtivo (Damasceno, 2008).

Com base no exposto, a presente pesquisa teve por objetivo a avaliação e espacialização das variáveis termo-acústicas e de iluminância em galpão comercial convencional destinado a produção de frangos de corte.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Estrutura física

O presente experimento foi conduzido em uma granja comercial de frangos de corte localizada no município de Juiz de Fora, MG, situada na

latitude 21° 45' S e longitude 43° 21' W, altitude de 695 m, entre os dias 06 de fevereiro e 04 de março de 2009, do 21° dia de vida das aves até o 46° dia de vida. O clima da região é classificado segundo Köppen como Cwa, com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos.

O galpão, orientado na direção leste-oeste (Figura 1) possui 2,5 m de pé-direito, cobertura de telhas de cimento amianto de 4 mm de espessura, piso de concreto, cama de serragem reutilizada, cortinas laterais e forro de lona plástica na cor azul e amarela, respectivamente. Os frangos de corte foram submetidos a um programa de luz contínuo (24L:0E). O galpão foi dividido, por meio de chapas de compensado, em três regiões, região M com área de 685,20 m², região F de 619,20 m² e região R de 120 m², destinadas a machos, fêmeas e refugos, respectivamente, com densidade média de 20,99 fêmeas m⁻² e 19,70 machos m⁻².

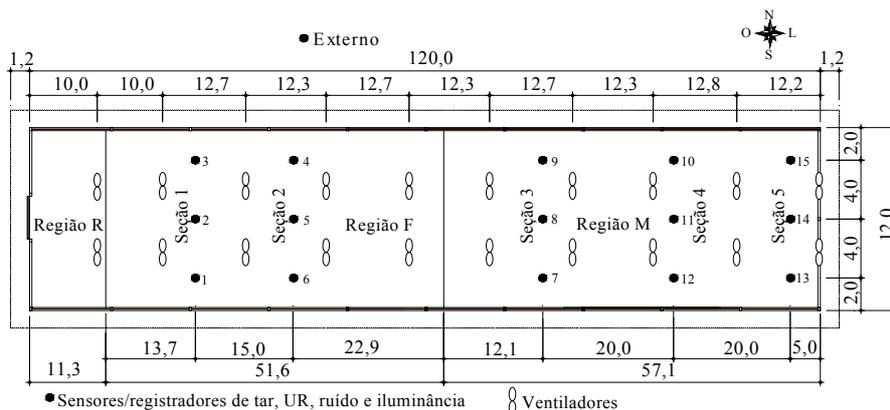


FIGURA 1 Esquema do galpão utilizado no experimento. Unidade de cotagem: metros.

2.2 Sistemas de arrefecimento do ambiente

O sistema de arrefecimento térmico do ambiente de criação adotado era o do tipo convencional, cortinas laterais abertas continuamente, contando com ventilação, 20 ventiladores com 112 cv de potência cada e vazão de 240 m³ min⁻¹, associada à nebulização (Figura 1). O controle do sistema de ventilação era

baseado na temperatura do ar, sendo que, até o 28º dia de criação o sistema estava programado para acionar os ventiladores quando a temperatura do ar atingisse 27°C e desligá-los aos 25°C. A partir do 29º dia de vida das aves, o sistema foi alterado para entrar em funcionamento aos 25°C e desligar aos 23°C de temperatura do ar. O sistema de nebulização era composto por duas linhas equipadas com 10 nebulizadores por linha e vazão média de $7 \pm 1,8 \text{ L h}^{-1}$ por nebulizador. O sistema de nebulização era acionado manualmente quando a temperatura do ar atingisse 30°C.

2.3 Instrumentação e medições

As variáveis que compõem o ambiente térmico, temperatura do ar (t_{ar}), temperatura de ponto de orvalho (t_{po}), umidade relativa (UR) e temperatura de globo negro (t_{gn}), assim como, o nível de ruído e a iluminância, foram coletas por meio de sistemas de aquisição de dados, com registro automatizado, a cada 10 minutos, no período de 8h às 18 h, em quinze pontos alocados no interior do galpão, a 0,30 m de altura em relação ao piso, e em um ponto no ambiente externo (Figura 1). Os sensores/registradores de t_{ar} , t_{gn} , UR, iluminância (precisão de $\pm 3\%$ da leitura) e os decibelímetros (precisão de $\pm 1,5 \text{ dB}$) foram mantidos em gaiolas de malha de arame a fim de que os animais não os danificassem.

Para a velocidade do ar (V_{ar}) foi realizada uma divisão virtual do galpão em malhas com pontos espaçados em toda a extensão da instalação, sendo 2 metros e 5 metros entre si, no sentido da largura e do comprimento, respectivamente (Figura 2), totalizando 350 pontos, sendo que em cada ponto foram realizadas três repetições. As medições de V_{ar} foram feitas com um anemômetro digital (precisão de $\pm 3\%$ da leitura) de modo pontual à 0,3 m de altura, correspondendo a altura das aves.

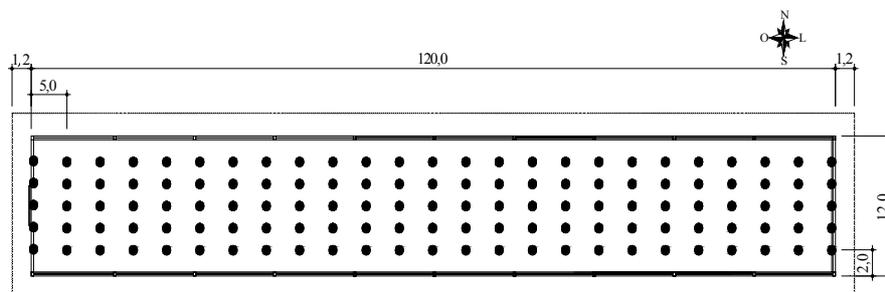


FIGURA 2 Pontos de coleta da V_{ar} no interior de um galpão de frangos de corte.
Unidade de cotação: metros.

Os valores de ITGU foram calculados a cada 10 min, em função dos dados de t_{gn} e t_{po} medidos, por meio da Equação 1 (Buffington et al., 1981).

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

em que,

t_{gn} = Temperatura de globo negro (K),

t_{po} = Temperatura de ponto de orvalho (K).

2.4 Análise estatística

Para se avaliar o ambiente de produção e descrevê-lo ao longo do período avaliado foi utilizada a estatística descritiva, uma vez que o período experimental compreendeu todo o ciclo produtivo da fase pós-aquecimento, sendo coletado um grande volume de informações sobre o ambiente.

Assim, foram obtidas as distribuições de frequências e construídos histogramas referentes às avaliações em todo o período experimental, fixando os horários de 8, 10, 12, 14, 16 e 18h. Além disso, medidas de posição e de dispersão, como a média e o desvio padrão, valores máximos e mínimos foram

determinadas, buscando complementar as conclusões obtidas graficamente para cada uma das variáveis avaliadas, ou seja, ITGU, UR, V_{ar} , ruído e iluminância.

2.5 Espacialização das variáveis

Para descrever de forma mais detalhada e apresentar de uma forma visualmente mais informativa as variáveis termo-acústicas, UR, V_{ar} , nível de ruído, índice de conforto e de iluminamento utilizou-se a Geoestatística, técnica baseada na teoria das variáveis regionalizadas (Goovaerts, 2001). Avaliou-se a dependência espacial dessas variáveis ao longo do galpão e obteve-se mapas de krigagem. Para a confecção dos mapas descritivos da distribuição espacial ao longo do galpão, foi utilizado programa computacional Surfer.

Para as variáveis ITGU, UR e iluminância, foram obtidos mapas de krigagem considerando-se diferentes horários ao longo do dia, ou seja, 8, 10, 12, 14, 16 e 18h. Já para as variáveis, nível de ruído e a V_{ar} tomou-se como base os valores médios observados em todo o período experimental, gerando-se um único mapa.

Os dados coletados para cada variável foram espacializados e distribuídos em classes, para as variáveis térmicas ITGU, UR e V_{ar} as classes foram definidas tomando-se como base a classificação de conforto térmico proposta por Medeiros et al. (2005), onde valores inferiores a 69 indicam condição de estresse por frio, entre 69 e 77, condição de conforto e acima de 77 estresse por calor. Estas classes foram subdividas ao meio, permitindo, desta maneira, a caracterização mais detalhada do ambiente produtivo no interior do galpão. Para do nível de ruído e iluminância foram utilizados os limites encontrados para os valores totais observados (Tabela 1).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores mínimos, máximos, médios e os desvios padrões estimados para as variáveis ITGU, UR, V_{ar} , ruído e iluminância.

Os valores de ITGU foram similares para todas as seções longitudinais do galpão (norte, centro e sul), bem como, para todo o galpão ($ITGU_{geral}$). Estes valores se encontram acima do limite de conforto indicado para frangos de corte adultos ($ITGU > 77$) (Medeiros et al., 2005). Observa-se também que diferiu do ambiente externo, já que este atingiu valores medianos da ordem de 91,7, a instalação portanto, reduziu o ITGU em cerca de 13%.

Em média, os valores de UR mantiveram-se no intervalo considerado como de conforto, ou seja, entre 50 e 80% (Medeiros et al., 2005), entretanto, valores mínimos e máximos indicaram que em alguns períodos do dia e em certas partes do galpão foram observados níveis de UR inferiores e superiores ao intervalo de conforto (Tabela 1), com relação ao ambiente externo observa-se que a UR apresentou valores medianos inferiores ao da instalação.

A V_{ar} média no interior do galpão foi inferior ao intervalo recomendado para frangos de corte adultos, que é de 1,5 a 2,5 $m\ s^{-1}$ (Medeiros et al., 2005).

Por sua vez, os valores medianos de ruído foram de 74,4 dBA e externamente ao galpão de 69,3 dBA, para a iluminância a mediana foi de 590 $Lux\ m^{-2}$, entretanto, valores extremos foram observados no interior do galpão. Enquanto o valor de ruído está próximo ao encontrado por Miragliotta et al. (2006), que foi de 69 dBA, a iluminância média foi 2,65 vezes maior. A diferença obtida neste último resultado se deve ao fato destes autores terem avaliado um galpão com ventilação em modo túnel, que se caracterizam por manter as cortinas fechadas durante o funcionamento em modo túnel, atenuando a contribuição da luz externa, advinda do sol.

TABELA 1 Valores mínimos, máximos, médios, medianos e desvios padrões das variáveis termo-acústica e de iluminância medidas no interior de um galpão convencional para criação comercial de frangos de corte.

Variáveis	Mínimo	Máximo	Média	Mediana	Desvio Padrão
ITGU _{Geral}	65,3	94,4	79,1	79,4	3,2
ITGU _{Face norte}	65,9	94,4	79,5	79,9	3,2
ITGU _{Centro}	69,2	93,8	79,5	79,9	3,1
ITGU _{Face sul}	65,3	87,7	79,4	79,8	3,0
ITGU _{Externo}	67,7	100,3	89,6	91,7	11,3
UR (%)	38	100	67,6	66,2	12,6
UR _{Externo} (%)	24,2	99,3	68,9	60	41,6
V _{ar} (m s ⁻¹)	0,0	2,6	0,9	0,8	0,5
Ruído (dBA)	35	100	72,1	74,4	7,3
Ruído _{Externo} (dBA)	38,7	98,2	69,3	69,3	9,8
Iluminância (Lux m ⁻²)	10	4980	817	590	673,0

ITGU = Índice de temperatura do globo negro e umidade; UR = Umidade relativa (%); V_{ar} = velocidade do ar (m s⁻¹); Ruído = nível de ruído (dBA); Iluminância (Lux m⁻²).

3.1 Ambiente térmico

Procedeu-se a confecção de histogramas (Figuras 3, 5 e 7A) e a espacialização das variáveis observadas (4, 6 e 7B), a fim de que fosse possível uma observação mais detalhada das variáveis estudadas.

Verificou-se que nos horários de 8, 10 e 18h todo o galpão (Figura 3A, B e F) apresentava-se em condições de conforto térmico, caracterizado por valores de ITGU entre 69 e 77 (Medeiros et al., 2005). Entretanto, para as 12 e 14h, aproximadamente 93% do galpão estava submetido a condições de estresse térmico, ou seja, valores de ITGU maiores que 77 (Medeiros et al., 2005), isto

pode ser visualizado pela diferenciação de coloração em pontos ao longo do galpão (Figura 4C e D).

Nos horários mais quentes do dia, entre 12 e 16h, e em especial próximo às 14h, verifica-se que apesar de grande parte do galpão encontrar-se em desconforto térmico (Figuras 3C, 3D, 4C e 4D) existe potencial para se usar o resfriamento evaporativo, uma vez que a UR encontra-se entre 50 e 70% (Figuras 5C, 5D, 5E, 6C, 6D e 6E), que, segundo a literatura, é a adequada para se obter a máxima produtividade de frangos de corte (Medeiros et al., 2005). Desta forma, poder-se-á reduzir os valores de ITGU a níveis mais adequados à produção de frangos de corte.

O comportamento crescente e decrescente do ITGU e da UR ao longo do dia devido à variação diurna da temperatura do ar também foi relatada por outros autores (Santos et al., 2005; Furtado et al., 2006; Abreu et al., 2007; Biaggioni et al., 2008 e Damasceno, 2008).

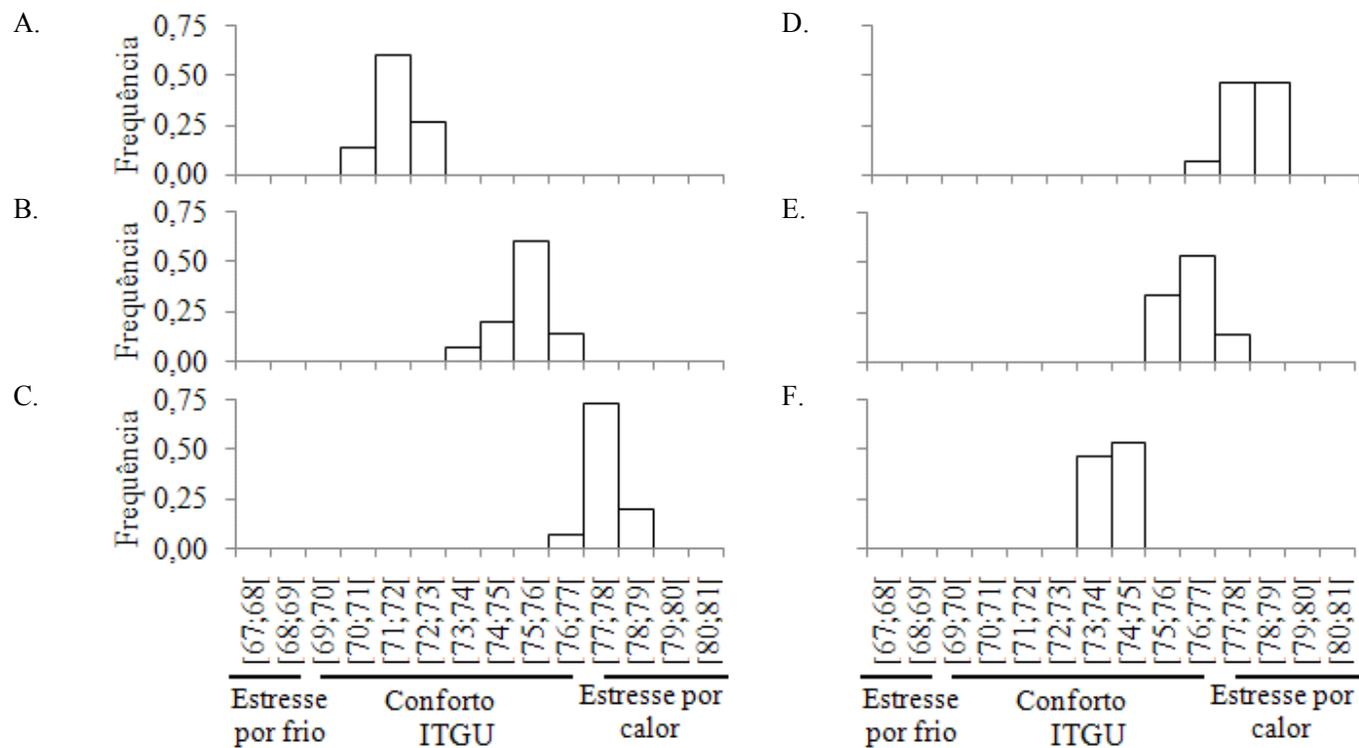


FIGURA 3 Histograma para a variável ITGU no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

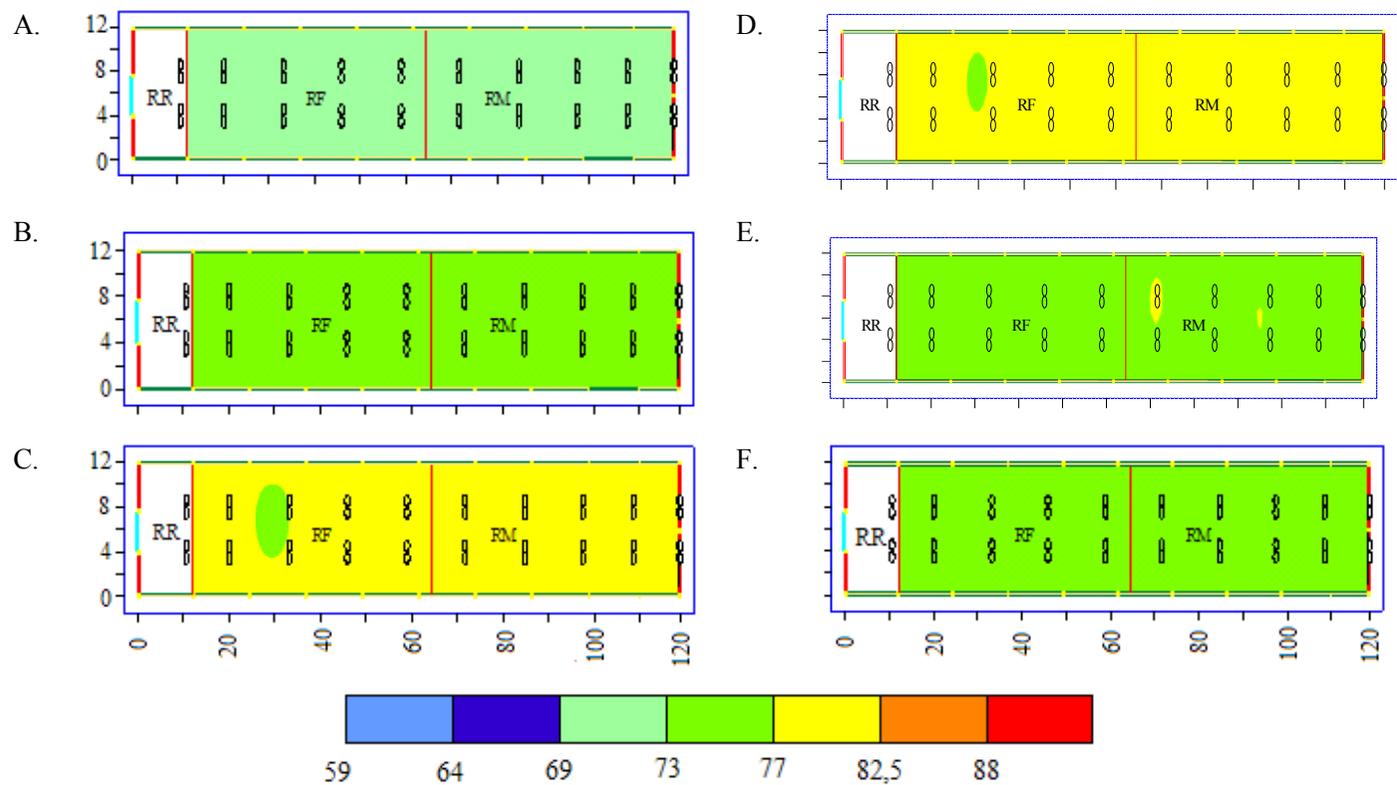


FIGURA 4 Distribuição espacial da variável ITGU no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

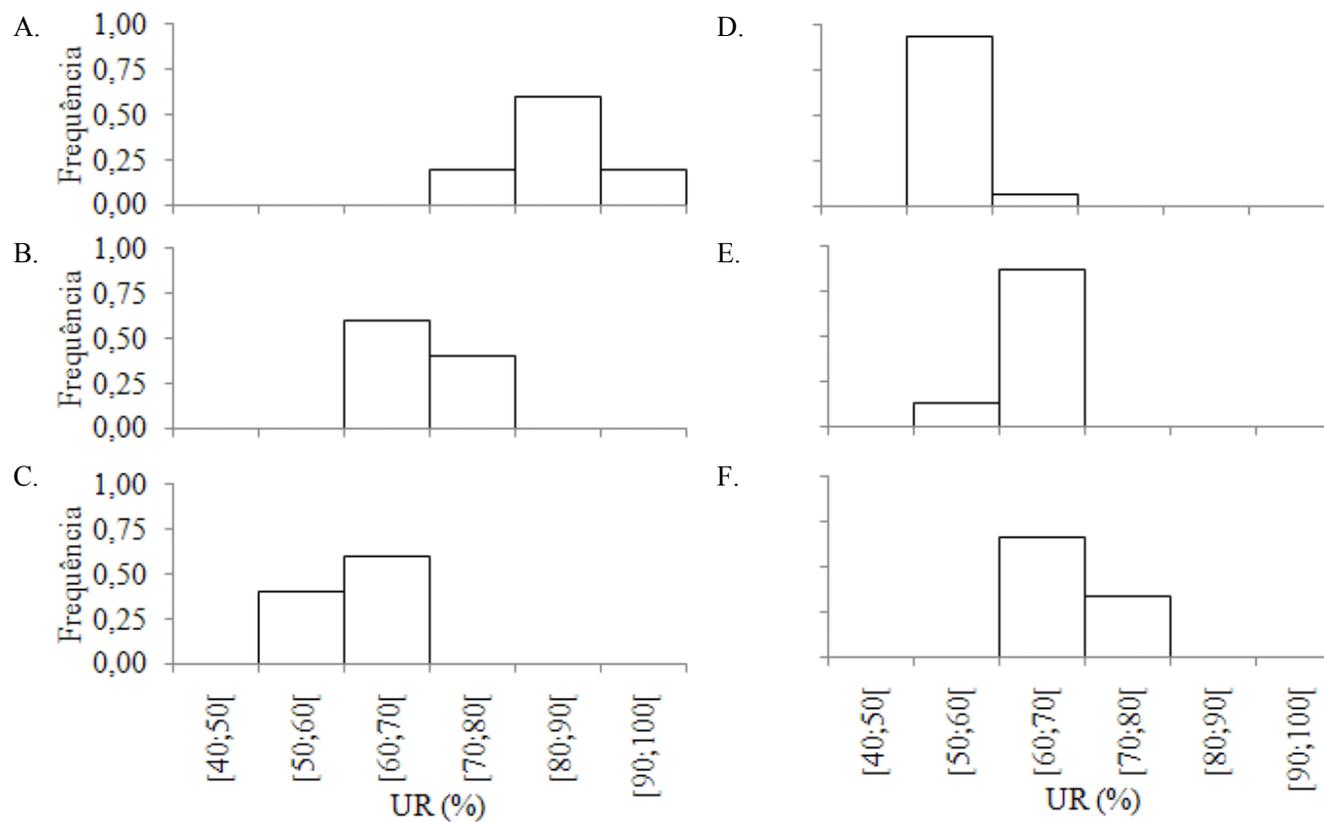


FIGURA 5 Histograma para a variável UR no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

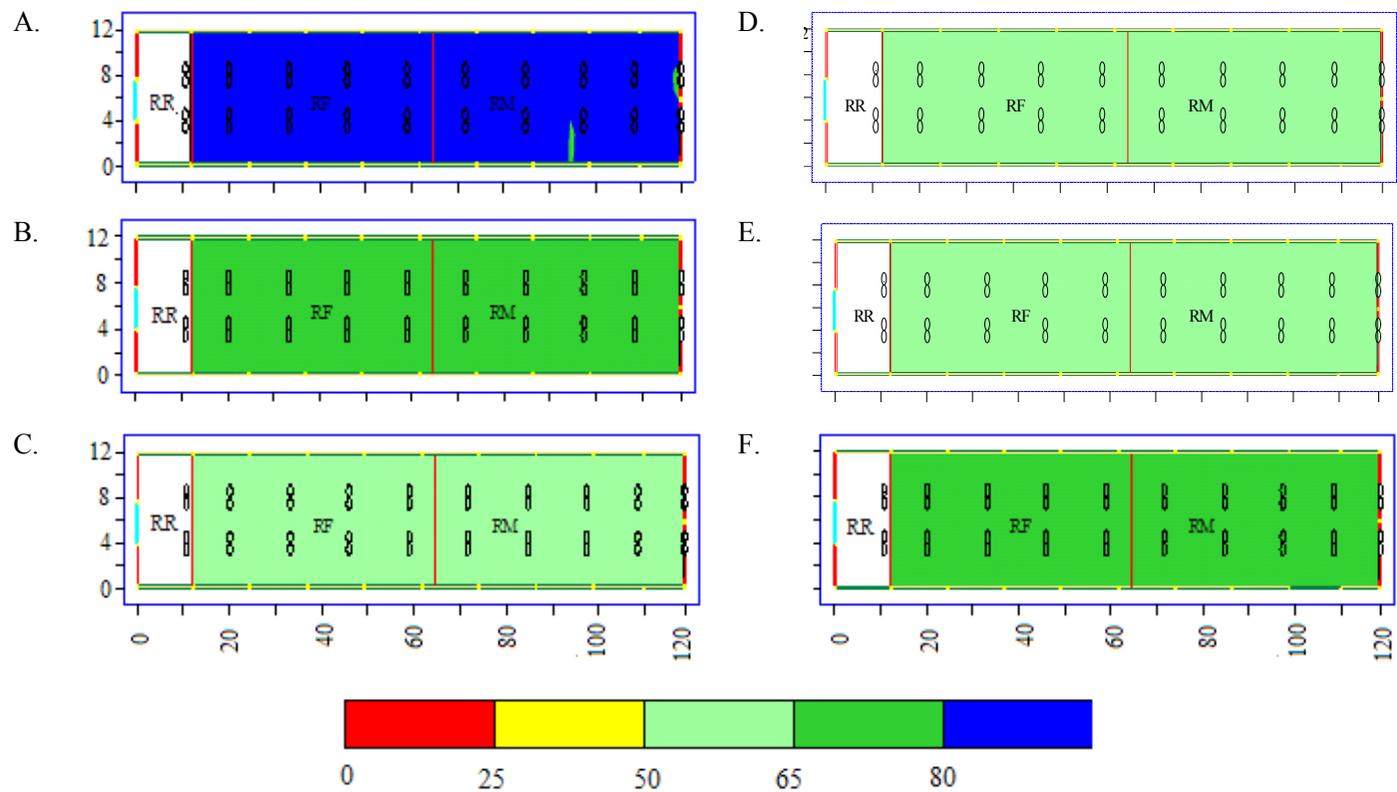


FIGURA 6 Distribuição espacial da UR no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

A distribuição de frequência de V_{ar} mostra que a maior parte das observações, 80,5%, apresenta valores menores que $1,5 \text{ m s}^{-1}$, e apenas 19,5% dos dados encontram-se dentro da faixa considerada como a que proporciona máxima produtividade aos frangos de corte (Figura 7A), ou seja, V_{ar} de $1,5$ a $2,5 \text{ m s}^{-1}$ (Medeiros et al., 2005) (Figura 7A). Pela espacialização dos valores médios de V_{ar} (Figura 7B), os menores valores ocorreram próximos as cabeceiras dos galpões, devido à influência das paredes.

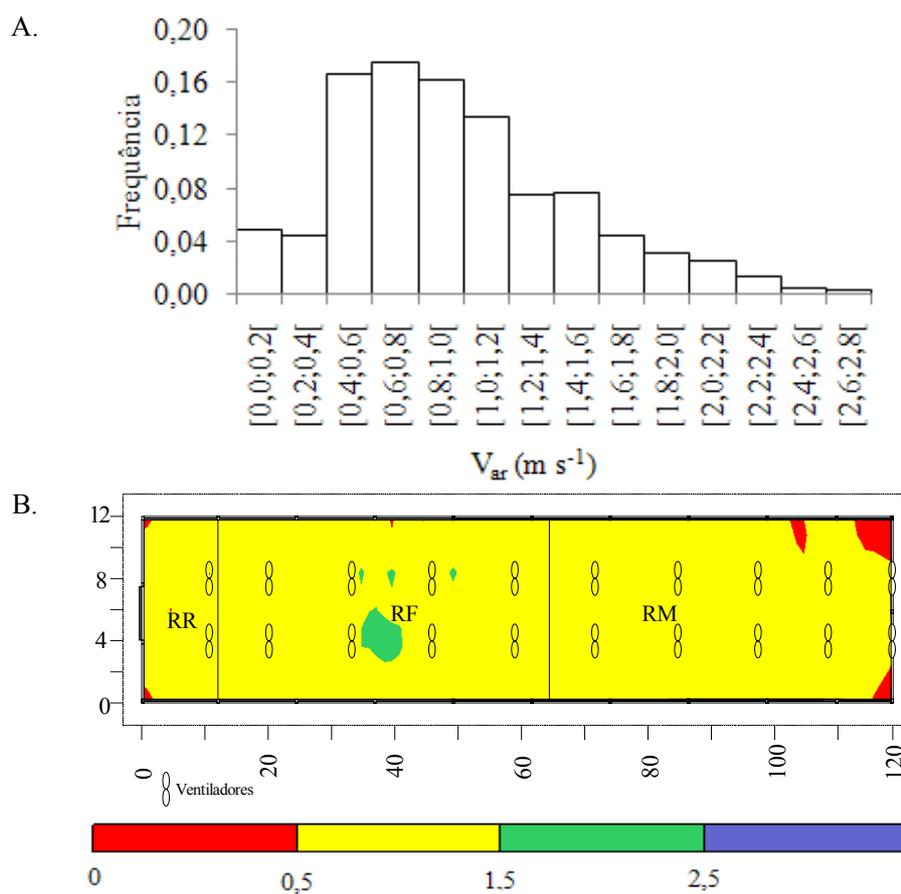


FIGURA 7 Histograma (A) e distribuição espacial da V_{ar} no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte (B).

3.2 Ambiente acústico

No geral, observa-se que as maiores frequências dos níveis de ruído concentram-se entre 70 e 80 dBA (Figura 8), o que pode ser visualizado espacialmente na Figura 9. Ressalta-se que, os maiores valores de ruído foram observados próximo aos ventiladores. Basicamente estes ruídos são oriundos dos próprios animais, dos ventiladores e do sistema de aração, sendo que, eventualmente, observou-se a contribuição de ruídos decorrentes do caminhar do funcionário da granja movimentando-se no interior do galpão, bem como, do tráfego de veículos e máquinas agrícolas próximo ao galpão.

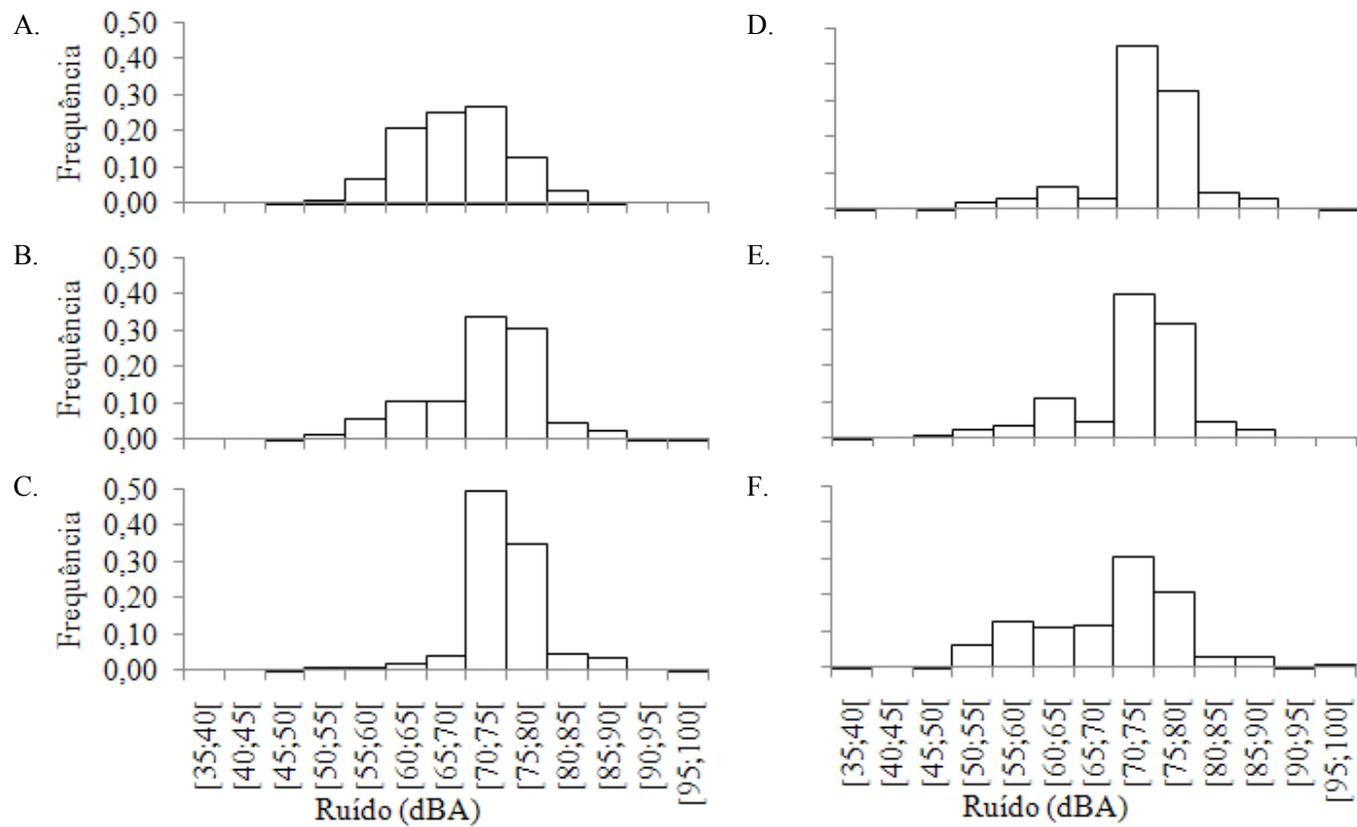


FIGURA 8 Histograma para a variável acústica, ruído, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

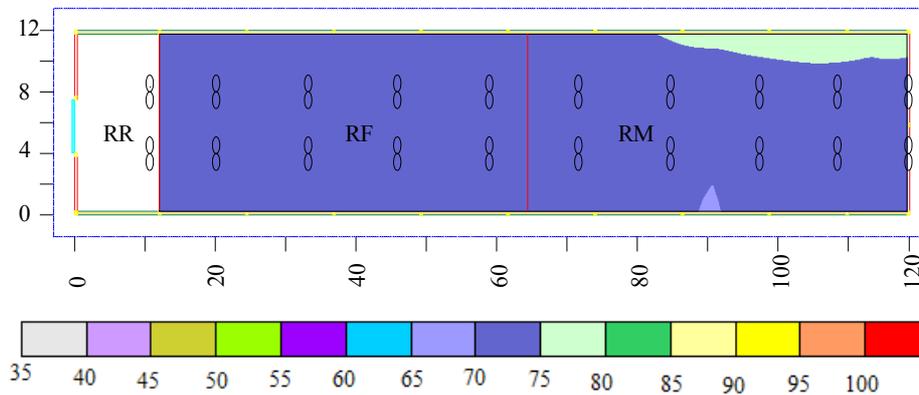


FIGURA 9 Distribuição espacial do nível de ruído (dBA) no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte.

3.3 Ambiente luminoso

No geral, observa-se que durante praticamente todo o período diurno a iluminância foi muito superior ao valor recomendado para frangos de corte, que é de 5 Lux m^{-2} (Downs et al., 2006), concentrando-se entre 500 a 750 Lux m^{-2} (Figuras 10 e 11). Ademais, observou-se que ao longo do dia, analisando os mapas de espacialização, que o centro do galpão, ao nível das aves, recebia menor iluminação. Entretanto, deve-se ressaltar que em condições normais, as aves estão sujeitas a variação cíclica de luz durante o dia, entretanto, durante a noite, pode-se usar o valor recomendado por Downs et al. (2006) visando redução dos custos fixos e variáveis despendidos com o sistema de iluminação.

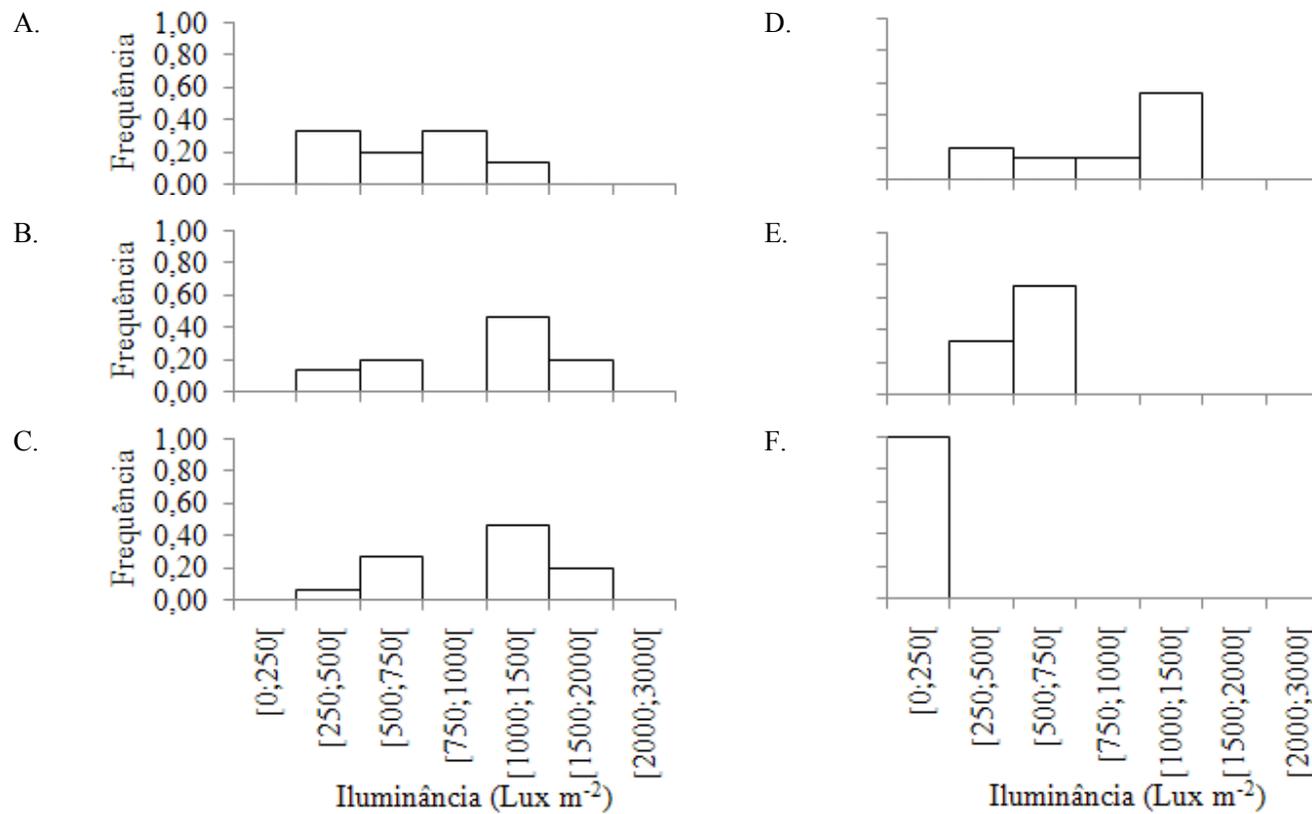


FIGURA 10 Histograma para a variável iluminância, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

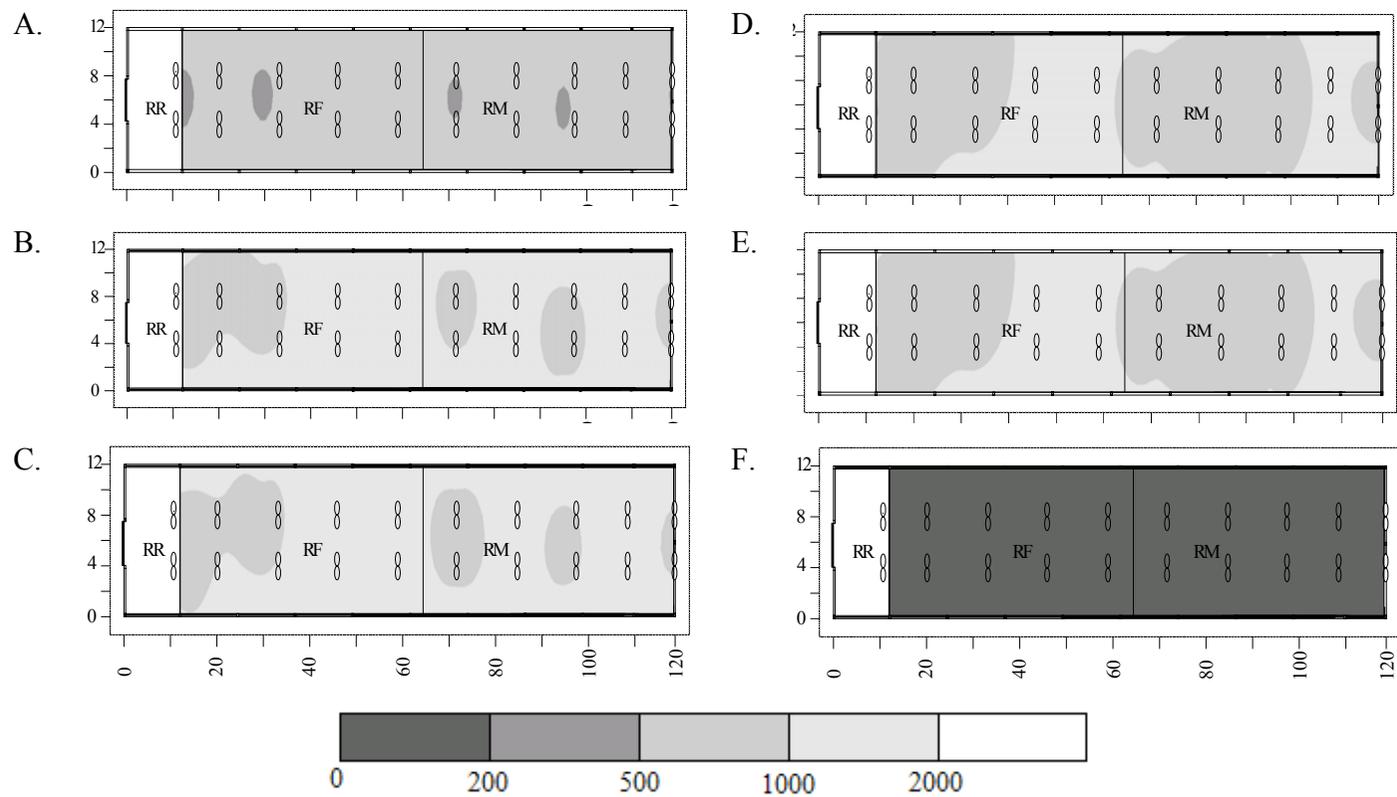


FIGURA 11 Distribuição espacial da iluminância, no interior de um galpão comercial para produção de frangos de corte, em diferentes horários ao longo do dia, A) 8h, B) 10h, C) 12h, D) 14h, E) 16h e F) 18h.

4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pode-se concluir que, os frangos de corte *Hybro*, machos e fêmeas, de forma geral estiveram submetidos a condições ambientais inadequadas à criação nos horários mais quentes do dia, entre 12 e 16h.

O sistema de resfriamento evaporativo pode ser melhor utilizando, uma vez que a UR encontra-se entre 50 e 70% e assim proporcionar melhores condições produtivas aos animais.

A espacialização das variáveis relacionadas ao ambiente produtivo proporciona a obtenção de informações mais detalhadas sobre o sistema estudado.

5 REFÊRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P.G.; ABREU, V.M.N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F.R.F.; PAIVA, D.P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.59, n.4, p.1014-1020, 2007.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Caracterização quantiquantitativa das condições bioclimáticas e produtivas nas operações pré-abate de frangos de corte.** Piracicaba: USP, 2008, 174p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade de São Paulo.

BIAGGIONI, M. A. M.; MATTOS, J. M.; JASPER, S. P.; TARGA, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.29, n.4, 961-972, 2008.

BUFFINGTON, D. E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PIT, D. Black globe-humidity index (ITGU) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p. 711-714. 1981.

DAMASCENO, F. A. **Bem-estar do animal e do trabalhador em galpões avícolas climatizados**. Lavras: UFLA, 2008, 195p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras.

DIGGLE, P.J.; RIBEIRO JR, P.J. **Model-based geostatistic**. New York: Springer, 2006. 230 p.

DOWNS, K. M.; LIEN, R. J.; HESS, J. B.; BILGILI, S. F.; DOZIER III, W. A. The effects of photoperiod length, light intensity, and feed energy on growth responses and meat yield of broilers. **Journal Applied Poultry Research**, Stanford, v. 15, n.3, p. 406–416, 2006.

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

GOOVAERTS, P. Geostatistical modeling of uncertainty in soil science. **Geoderma**, Amsterdam, v.103, n.1-2, p.3-36, 2001.

MEDEIROS, C. M.; BAÊTA, F. C.; OLIVEIRA, R. F. M.; TINÔCO, I. F. F.; ALBINO, L. F. T. A.; CECON, P. R. Efeitos da temperatura, umidade relativa e velocidade do ar em frangos de corte. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.1, n.4, p.277-286, 2005.

MIRAGLIOTTA, M. Y.; NÃÃS, I.A.; MANZIONE, R. L.; NASCIMENTO, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. **Sciencia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.5, p.426-432, 2006.

SANTOS, P. A.; YANAGI JUNIOR, T.; TEIXEIRA, V. H.; FERREIRA, L. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.575-584, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo em vista a busca incessante por alta produtividade, sem negligenciar o bem estar dos animais, verificou-se na presente pesquisa a importância da caracterização do ambiente produtivo a fim de se extrair todo o potencial genético das aves. Ademais, observou-se que frangos de corte machos, quando submetidos a condições de produção similar ao de fêmeas, possuem desempenho superior.

Ressalta-se ainda, que apenas o estudo isolado das condições térmicas não é suficiente para a caracterização do ambiente produtivo, sendo imperativo, portanto, o estudo de outras variáveis, tais como, o ruído, a iluminância, a produção de gases e poeira, dentre outras.