

QUALIDADE DA CAMA DE FRANGO EM AVIÁRIO CONVENCIONAL E EM TIPO TÚNEL

BEDDING QUALITY ON CONVENTIONAL AND TUNNEL VENTILATION BROILER'S HOUSING

IRENILZA A. NÄÄS¹ *
MIWA Y. MIRAGLIOTTA²
MARTA S. BARACHO³
DANIELLA J. MOURA⁴
DOUGLAS D. SALGADO⁵

RESUMO

A qualidade da cama é responsável pelo acréscimo de produção de gases dentro do interior do aviário. A concentração e o potencial de emissão destes gases estão vinculados a itens como umidade e pH, que por sua vez são produtos do ambiente interno de alojamento. O objetivo principal deste estudo foi avaliar as condições da cama de frango, em função do tipo de alojamento comercial de frangos de corte adotado: convencional e tipo túnel, com ventilação e densidade populacional das aves diferenciados. O galpão com alta densidade de aves e sistema tipo túnel de ventilação apresentou os maiores valores de umidade de cama e de pH. Nas regiões centrais dos galpões são verificados os menores valores de umidade de cama. No verão, a umidade de cama é maior do que no inverno; e maior no galpão com maior densidade de aves. Como a emissão de amônia em galpões está relacionada com os valores de umidade e pH da cama, que por sua vez estão vinculados às condições ambientais do galpão, encontrar equilíbrio entre condições ideais de ventilação e de alojamento é imprescindível para sustentabilidade na produção de frango e corte em clima tropical.

Palavras-Chaves: cama de frango de corte, avicultura, umidade, pH.

¹ Professora Titular Voluntária. FEAGRI-UNICAMP. CxP 6011, Campinas, SP. irenilza@agr.unicamp.br

² Doutora em Engenharia Agrícola. FEAGRI-UNICAMP. CxP 6011, Campinas, SP.

³ Pesquisadora Voluntária. FEAGRI-UNICAMP. CxP 6011, Campinas, SP.

⁴ Professora Assistente Doutora. FEAGRI-UNICAMP. CxP 6011, Campinas, SP

⁵ Doutorando em Engenharia Agrícola. FEAGRI-UNICAMP. CxP 6011, Campinas, SP

ABSTRACT

Bedding quality is responsible for the increase of gases production inside poultry housing. Both concentration and emission potential of those gases are related to items such as humidity and pH, which are product of the housing environmental conditions. The main objective of this research was to evaluate the bedding conditions as function of adopted poultry rearing environment: conventional and tunnel type, with distinct ventilation and broiler density. The housing with higher stocking density presented higher litter humidity values and pH. In the housing central region the lowest litter humidity value was found. During summer bedding humidity values were higher than during the winter; and higher in the housing with the higher stocking density. As ammonia emission is related to both litter humidity and pH, and those are linked to the housing environmental conditions, there is a need to find the balance between ideal rearing and ventilation conditions for broiler production sustainability under tropical climate.

Keywords: bedding, poultry production, humidity, pH.

INTRODUÇÃO

A avicultura brasileira detém o índice de exportação da ordem de 900 milhões de ton.ano⁻¹, representando importante cadeia produtiva, com impacto significativo nos resultados econômicos da balança de pagamentos do país. Dentro do contexto da avicultura moderna, pesquisas mostram a influência direta do ambiente inadequado de criação como um dos fatores que predispõem ao desenvolvimento de doenças respiratórias nas aves (HYSLOP, 1974; SAINSBURY, 1981; CURTIS, 1983). Dentre os fatores que compõem o ambiente interno de criatórios, temperatura, umidade, poeira, amônia, ventilação, densidade de criação e principalmente, limpeza e desinfecção dos galpões são mencionados como contribuintes na patogenia destas doenças (CASTRO, 1999).

A qualidade da cama é responsável pelo acréscimo de produção de gases dentro do interior do aviário, de maneira que, tanto a concentração como o potencial de emissão, está vinculada a itens como umidade e pH, que por sua vez são produto do ambiente interno.

BAIÃO (1996) determina alguns valores de influência para o aumento na reação de degradação devido ao aumento na temperatura, principalmente entre 25° e 30°C; pH maiores que 5,5, sendo ideal o pH 9,0 (alcalino); e teor de umidade da cama variando entre 40 e 60%.

Em situações anaeróbias, o nitrogênio orgânico é fermentado, e a produção de gases é aumentada, tais como amônia, metano, dióxido de carbono, ácido sulfídrico e ácidos graxos (PAINTER, 1977). Cerca de 40% do N excretado pelos animais de produção é perdido na forma de amônia. No controle na emissão de amônia dentro de galpões de produção de aves, são recomendadas as remoções regulares dos resíduos e manutenção da cama seca (GROOT KOERKAMP, 1998). As referências sobre os poluentes dentro dos aviários e sua influência sobre a saúde animal, em sua grande maioria, são relacionadas à produção de frango em países de clima temperado, onde as construções são completamente fechadas e o resultado final do ambiente difere das

condições brasileiras, além do fator clima a ser considerado (CIGR, 1992; WATHES et al., 1997; GROOT KOERKAMP, 1998).

Além do aspecto ambiental, a qualidade da cama interfere na incidência de problemas locomotores. LIMA & NÄÄS (2005) encontraram que aves criadas em camas com maior teor de umidade apresentaram patologias tibiares e lesões em maior número que aves criadas em semi-confinamento, em condições brasileiras, corroborando com os resultados encontrados por SAINSBURY (1981) e BELYAVIN (1993).

O objetivo deste estudo foi avaliar as condições da cama de frango, em função do tipo de alojamento comercial de frangos de corte adotado: convencional e tipo túnel, com ventilação e densidade populacional diferenciada das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em granja de frangos de corte localizada na região de Rio Claro, São Paulo, a uma longitude 47°37'52''W e latitude 22°24'54''S, com ventos predominantes SE, em dois galpões dispostos lado a lado a uma distância de 30m entre si, com mesmas dimensões e orientação leste-oeste.

O pH da cama de frango foi avaliado semanalmente, em função das inúmeras reações físico-químicas de degradação do substrato e do esterco das aves por agentes microbianos. A partir de resultados de um estudo de caso, observou-se que os resíduos da análise de variância não apresentaram distribuição normal, conforme mostrou o teste de normalidade de Anderson-Darlling ($p > 0,05$). Passou-se então à extração de variáveis que poderiam estar interferindo sobre a avaliação dos resultados. Por não apresentar distribuição normal dos resíduos, foi utilizado o teste

não-paramétrico de Kruskal-Wallis, o qual mostrou diferenças significativas no nível de 5% entre lotes. Este resultado permitiu uma estratificação segundo a época do ano, na qual os lotes foram classificados como pertencentes ao período de frio e de calor. Foram acompanhados cinco lotes em cada galpão, sendo que os primeiros dois lotes e um lote final foram nomeados de lotes de inverno e os dois intermediários de lotes de verão.

Foram associadas à umidade de cama e valor de pH as seguintes variáveis: densidade de alojamento das aves e tipo de ventilação (convencional e túnel). Até o 25º dia de produção foi utilizado o sistema convencional de produção para os dois tratamentos. Após o 25º dia de produção, as aves foram alojadas em dois galpões, sendo um com sistema convencional (G1), com densidade convencional de 13 aves m⁻²; três linhas de bebedouros tipo nipple e duas linhas de comedouros automáticos; ventilação natural por manejo convencional de cortinas (cor amarela); ventilação interna (seis ventiladores axiais de 0,5 C.V. a 120 cm do piso) no sentido oeste-leste e sistema de nebulização longitudinal com duas linhas. O outro galpão, com sistema de ventilação tipo túnel (G2), com densidade de 18 aves.m⁻², contendo os seguintes equipamentos: oito exaustores de 1,5 CV trifásicos localizados na face Leste (60 cm do piso); duas linhas de nebulização e um Controlador Climatic® I com duas etapas e um painel de potência.

Foram associadas à umidade de cama e valor de pH as seguintes variáveis: densidade de alojamento das aves; tipo de ventilação (convencional e túnel). Até o 25º dia de produção foi utilizado o sistema convencional de produção para os dois tratamentos. Após o 25º dia de produção, as aves foram alojadas em dois galpões, sendo um com sistema convencional (G1), com densidade convencional de 13 aves

m²; três linhas de bebedouros tipo nipple e duas linhas de comedouros automáticos; ventilação natural por manejo convencional de cortinas (cor amarela); ventilação interna (seis ventiladores axiais de 0,5 C.V. a 120 cm do piso) no sentido oeste-leste e sistema de nebulização longitudinal com duas linhas. O outro galpão, com sistema de ventilação tipo túnel (G2), com densidade de 18 aves.m⁻², contendo os seguintes equipamentos: oito exaustores de 1,5 CV trifásicos localizados na face Leste (60 cm do piso); duas linhas de nebulização e um Controlador Climatic® I com duas etapas e um painel de potência.

Para que se procedesse com a coleta de dados mais adequada, devido à extensão dos galpões (105m), cada um deles foi dividido em três setores iguais por meio de tela metálica perfurada instalada transversalmente, de maneira a impedir o trânsito dos frangos entre os setores. Cada um destes setores (oeste, centro e leste), foi dividido virtualmente em 11 faixas transversais para delimitação da área de coleta de amostras de cama de frango,

das variáveis ao longo da sua extensão, os galpões foram virtualmente divididos em linhas e colunas, sendo estabelecidas cinco linhas no sentido longitudinal e seis colunas no sentido transversal do galpão. A umidade da cama foi determinada semanalmente, da 1^a a 6^a semanas, para cada setor dos dois galpões. O dia de coleta foi o mesmo escolhido para a coleta de peso dos animais, ou seja, no 7^o, 14^o, 21^o, 28^o, 35^o, 42^o dia da semana de estudo. A amostragem foi feita nas faixas virtuais definidas anteriormente, sendo escolhida aleatoriamente, uma faixa por setor. A coleta foi feita retirando-se amostra contínua, transversalmente ao galpão, com auxílio de espátula. A amostra, conforme coletada, foi acondicionada em bandeja plástica, homogeneizada manualmente procurando descompactar a amostra, que ocorre normalmente na cama abaixo dos bicos do bebedouro tipo *nipple* e, deste montante, foi extraída uma amostra de cama representativa do setor. Esta amostra foi padronizada volumetricamente, de modo a preencher um recipiente plástico

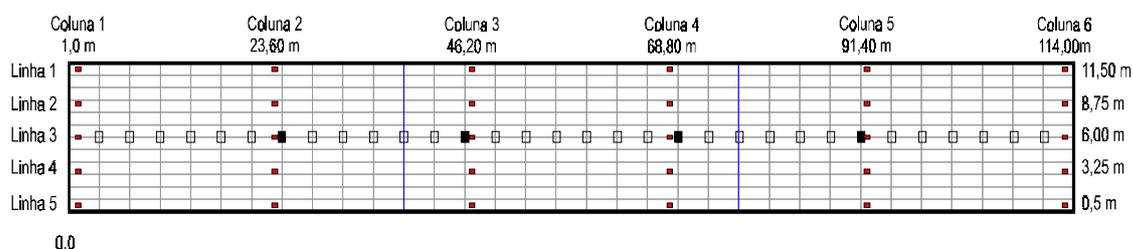


FIGURA 1 - Esquema das posições de coleta dos dados, distribuídas em cinco linhas no sentido longitudinal e seis colunas no sentido transversal.

utilizando-se do posicionamento dos pilares (11 em cada setor) como orientação para esta divisão. Para a coleta de outras variáveis (dados bioclimáticos e gases), estas faixas foram divididas perpendicularmente em duas, originando 22 células de 6,0 x 3,5 m por setor, como ilustra a Figura 1.

Para conhecer a distribuição espacial

hermético que foi lacrado e acondicionado em isopor contendo gelo químico.

A umidade da cama (UC, %) foi determinada pelo Método de Determinação do Grau de Umidade recomendado pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 1992), como expresso na Eq.1.0 pH foi medido também em laboratório.

Equação 1

$$\% \text{ de Umidade (UC)} = \frac{(\text{Peso Bruto Inicial} - \text{Peso Bruto Final}) \cdot 100}{\text{Peso Bruto Inicial} - \text{Peso Líquido Inicial}}$$

Eq.1

Os dados de velocidade de vento foram coletados ao longo das 22 células por setor, através do uso de anemômetro Kestrel^{®1}, posicionado a 50 cm do nível da cama de cada setor dos dois galpões durante 1 min. Esta coleta foi semanal e teve como objetivo estabelecer as condições do fluxo de ar ao longo dos galpões de produção, em função do posicionamento dos diversos equipamentos de ventilação e exaustão e sua relação com as demais variáveis coletadas, em cinco

lotes.

Para a coleta da temperatura de bulbo seco (TBS, °C) e umidade relativa do ar (UR, %), nos galpões, foram utilizados dois *dataloggers* Testo[®], um de temperatura de bulbo seco (TBS) e outro de temperatura de bulbo úmido (TBU), ambos com leituras em intervalos de 15 min, que armazenaram os dados ao longo de todo o lote. A Tabela 1 mostra os dados dos galpões com relação a aves alojadas e características da cama utilizada.

TABELA 1 - Resumo dos dados dos galpões estudados.

Médias históricas	Galpão G1	Galpão G2
Pesos de abate do frango no 39º dia (kg)	1984,75	1918,20
Quantidade alojamento (pintos)	18.019	24.746
Volume de cama (m ³ ave ⁻¹)*	0,0023	0,0023
Altura de cama (cm)	3	4
Tipo de material cama	Grossa, 6 t caminhão ⁻¹	Leve, 4 t caminhão ⁻¹
Origem	Serraria única	Várias serrarias

¹ Modelo Kestrel 1000, marca Kestrel, USA, sensibilidade 0,1 m.s⁻¹

* Galpão G1 com 3 cm altura

Os resultados encontrados foram processados no programa computacional de estatística MINITAB (2004), utilizando os testes de normalidade de Anderson-

Darling, este não paramétrico de mediana de Kruskal-Wallis e teste de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores obtidos nos lotes da época do calor, verão, foram comparados estatisticamente para avaliação de diferenças entre galpões de produção e entre setores dentro de um mesmo galpão. Todos os testes não-paramétricos confirmaram no nível de 5% de significância, a igualdade de hipóteses entre as medianas de pH da cama de frango entre galpões G₁ (7,88) e G₂ (8,03), e entre os três setores,

onde o setor central (7,76) apresentou os menores valores quando comparados aos demais (leste – 7,99 e oeste, 7,98), conforme a Tabela 2. Da análise da curva de variação ao longo das semanas de produção, observa-se que os valores tendem a crescer ao longo do tempo, estabilizando-se próximo a pH 8 em ambos os galpões (Figura 2).

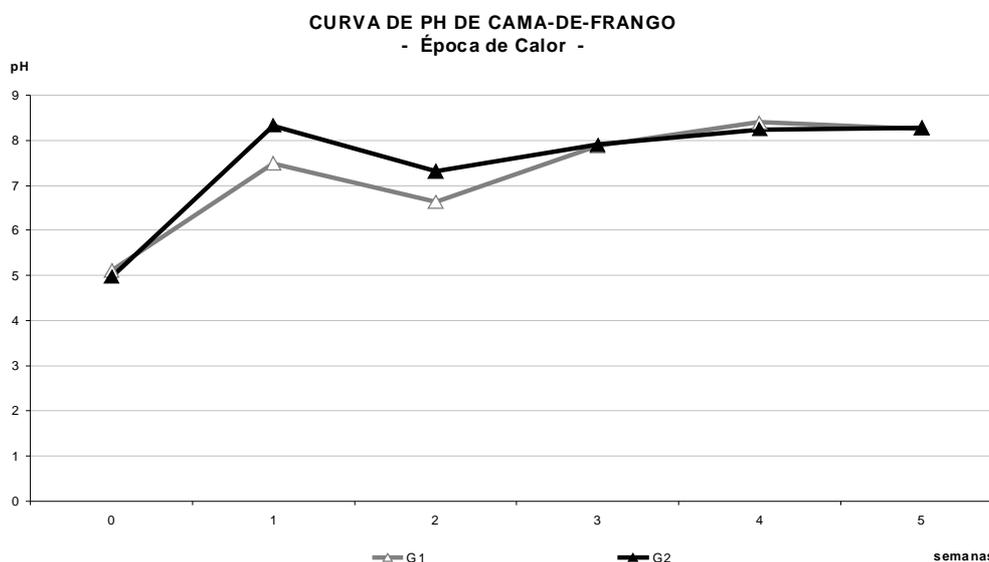


FIGURA 2 - Curvas de pH de cama de frango nos galpões G1 e G2, durante época de calor.

TABELA 2 - Resultados do pH de cama de frango na época de calor.

Setor / Galpão	G1	G2	Acumulado Setor
Leste	8,2	7,99	7,99
Centro	7,49	7,76	7,76
Oeste	7,86	8,10	7,98
Significância	N.S. (p = 0,911)	N.S. (p = 0,909)	N.S. (p = 0,934)
Acumulado Galpão	7,88	8,03	N.S. (p = 0,884)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = nível de significância

Os valores de pH mantêm estreita relação com a emissão de amônia pela cama de frango, sendo observados aumento da alcalinidade em associação a maiores emissões do gás. Além deste fator, a amônia na forma líquida está associada com a formação de calosidades e dermatites de contato no coxim plantar e no peito das aves, impactando negativamente a qualidade da carne no abatedouro (BELAYAVIN, 1993; BROGNONI, 1999). Já para a época de frio, inverno, foram observadas diferenças

significativas no nível de 5% entre os valores de pH obtidos entre galpões ($p = 0,048$), nas quais o galpão G2 apresentou mediana superior ao galpão G1, de 6,91 e 6,15, respectivamente. Entre setores, observou-se um padrão diferenciado aos demais resultados de pH em época de calor e de umidade, no qual o setor central apresentou valores superiores aos demais (Tabela 3 e Figura 3), porém, menores que os valores observados no mesmo setor na época de calor.

TABELA 3 - Resultados do pH de cama de frango na época de frio.

Setor / Galpão	G1	G2	Acumulado Setor
Leste	5,97	6,99	6,52
Centro	6,39	7,15	6,87
Oeste	6,16	6,61	6,48
Significância	N.S. ($p = 0,942$)	N.S. ($p = 0,620$)	N.S. ($p = 0,701$)
Acumulado Galpão	6,15	6,91	* ($p = 0,048$)

Sendo: * - significativo no nível de 5%; N.S.= Não Significativo; p = nível de significância.

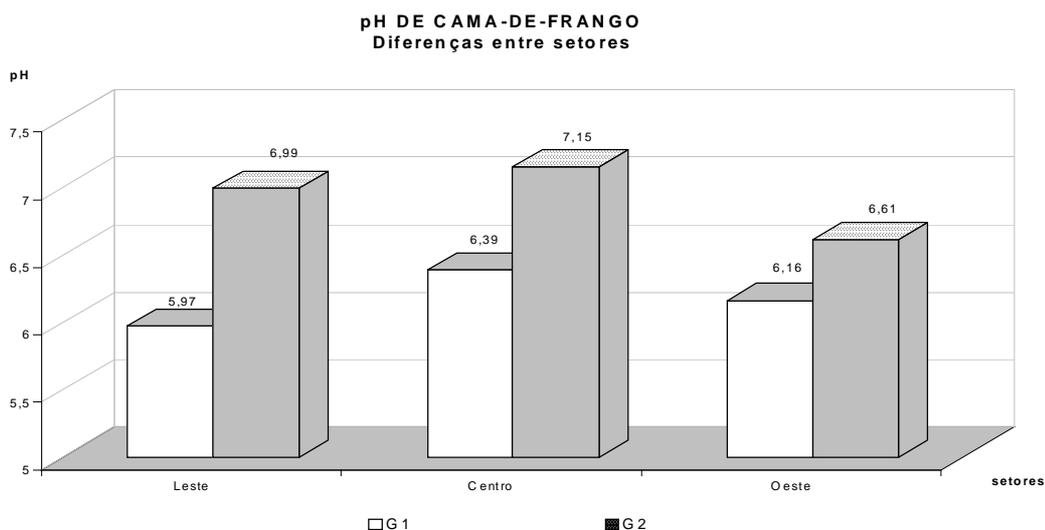


FIGURA 3 - Diferenças setoriais nas medianas do pH de cama de frango nos dois tipos de alojamento.

A curva de pH ao longo das semanas de produção, mostrada na Figura 4, definem um crescimento inicial dos valores a partir do pH da maravalha sem esterco para patamares próximos a 6,0. Este valor se mantém constante até a 4ª semana de produção, quando sofre um aumento simultâneo nos dois galpões, estabilizando-se em valores próximos a 7,5. Na 2ª semana de produção, foram observadas diferenças

significativas entre os galpões ($p = 0,05$) onde a mediana do pH da cama de frango do galpão G2 (6,80) foi superior à mediana do galpão G1 (5,98). Os valores das medianas do pH da cama na época de frio são significativamente inferiores aos valores encontrados na época de calor, em função da influência positiva de altas temperaturas ambientais sobre o metabolismo dos agentes microbianos da cama de frango.

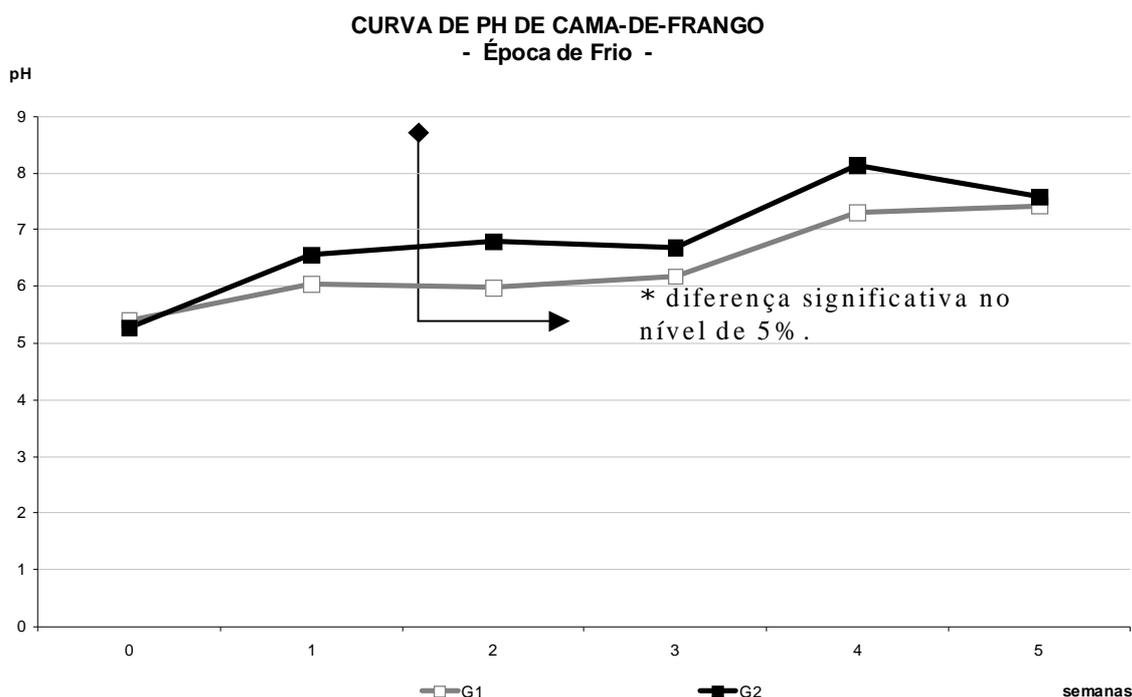


FIGURA 4 - Diferenças setoriais nas medianas do pH de cama-de-frango nos dois tipos de alojamento.

Foram realizadas correlações entre as variáveis pareadas semana a semana, de umidade e pH de cama de frango, respeitadas as diferenças iniciais de época do ano. A correlação das variáveis no período do calor, segundo o teste de correlação de Pearson, mostrou-se altamente significativa ($p < 0,01$), no entanto, a umidade teve correspondência com pH em apenas 42,5% dos valores, não sendo considerados apropriados para qualquer tipo de recomendação. Já para o período de frio, segundo o mesmo teste,

os resultados não foram significativos no nível de 5% ($p = 0,456$), e somente 9,8% dos valores de uma variável tiveram correspondência na outra (Figura 5).

Desta maneira, as variáveis pH e umidade de cama de frango são consideradas independentes entre si, apesar de ambas contribuírem para o aumento da emissão de amônia e da incidência de lesões cutâneas nas aves, comprometendo a condição de bem-estar e a qualidade da carne (MENDES, 2001).

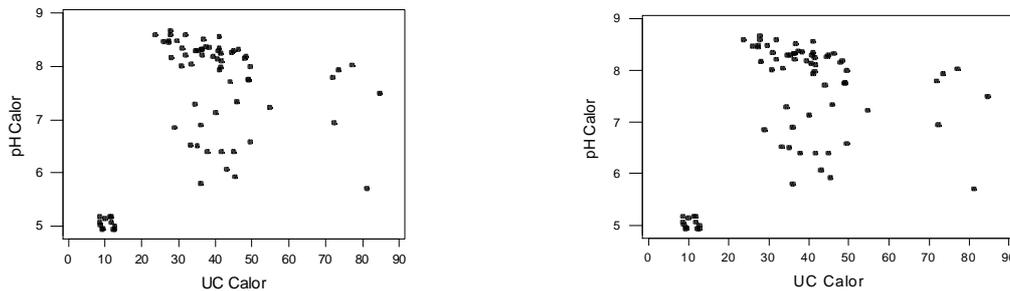


FIGURA 5 - Gráficos de correlação entre pH e umidade de cama-de-frango nas épocas de calor e frio.

Os resultados de umidade da cama de frango não apresentaram uma distribuição normal dos resultados, de acordo com o teste de normalidade de Anderson-Darling no nível de 5% de significância. Nestes casos é recomendada uma análise não-paramétrica por Kruskal-Wallis dos dados. Os resultados dos lotes do período de verão apresentaram um aumento quase linear até a terceira semana de produção, após a fase de aquecimento, atingindo valores próximos a 60% de umidade, a partir do qual, passou-se a acionar os ventiladores já na fase de resfriamento, o que facilitou a evaporação da água retida e, desta maneira, reduzindo os valores para 30 a 40%.

Da análise estatística exploratória, atribuída a todos os dados destes dois lotes, não foram identificadas diferenças significativas entre as curvas de umidade dos dois galpões ($p = 0,188$), com valores de medianas de 35,92 % para o galpão G_1 e 40,76% para o galpão G_2 (Figura 6). Estes resultados, assim como as medianas da 5ª semana, de 36,89% e 38,88%, respectivamente, encontram-se próximos às médias obtidas por MACARI & CAMPOS (1997), de 30,60% para alojamento de 14 aves m^{-2} e 37,69%, para 18 aves m^{-2} , ambos em 5 cm de altura de substrato no 35º dia de produção.

Segundo os autores, estes valores podem ser reduzidos a 25,97% e 25,55%, respectivamente, ao se aumentar a espessura para mais de 15 cm de altura. Acima deste valor, a cama de frango tende a se tornar emplastrada e, abaixo destes níveis, corre-se o risco de aumento da suspensão de particulados no ar.

Não foram observadas diferenças significativas no nível de 5% entre os resultados dos setores dentro de um mesmo galpão ($p_{G_1} = 0,784$ e $p_{G_2} = 0,820$), embora tenha se observado que os setores centrais apresentaram os menores valores numéricos quando comparados aos demais. MIRAGLIOTTA (2000) obteve valores semelhantes em estudo comparativo utilizando estes mesmos galpões, em que o galpão com alta densidade populacional, apresentou umidade de cama de frango significativamente superior (30,34%) ao galpão convencional (26,20%), no nível de 5%, no 28º dia de produção. E entre setores, para este mesmo dia, G_1 apresentou a mesma tendência, na qual o setor leste (26,77%) e oeste (27,03%) foram superiores ao setor centro (24,82%). Em G_2 não se pode realizar este comparativo, pois o sistema de ventilação adotado (túnel negativo adaptado) e o direcionamento (em sentido contrário, do oeste-leste) foram distintos, impactando nos resultados.

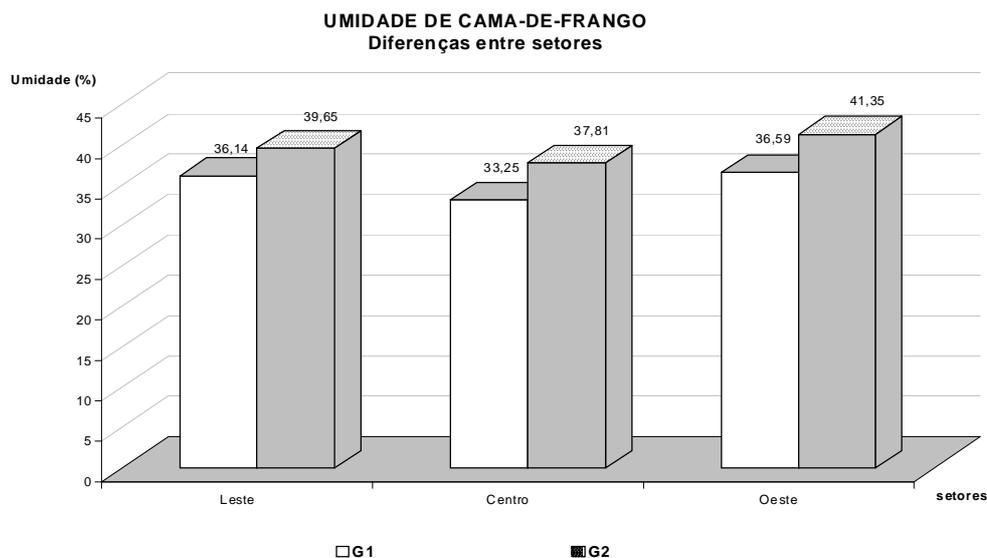


FIGURA 6 - Diferenças setoriais nas medianas de umidade de cama-de-frango, nos dois galpões estudados.

Da análise semanal, foram observadas diferenças significativas entre os dois galpões apenas na 4ª semana de produção, quando o galpão G₁ tendeu a reduzir a umidade de cama de frango de forma mais acelerada que o galpão G₂, passando já na 5ª semana de produção, a valores semelhantes. Os resultados de inverno mostraram menor aumento dos valores ao longo dos dias quando comparados ao período de calor (Figura 7).

No galpão G₁, a umidade atingiu os 26,16% logo na primeira semana de produção e manteve-se praticamente nesta faixa, com 28,21% no 35º dia de produção. Já o galpão G₂, a umidade teve um incremento na 3ª semana (39,03%), à semelhança do observado na época de calor, porém, logo se aproximando dos resultados obtidos no galpão G₁. Resultados semelhantes a este foram encontrados por BROGNONI (1999).

TABELA 4 - Resultados de umidade de cama de frango para época de calor.

Setor / Galpão	G1	G2	Acumulado Setor
Leste	36,14	30,65	37,51
Centro	33,25	37,81	34,84
Oeste	36,59	41,35	38,38
Significância	N.S. (p = 0,784)	N.S. (p = 0,820)	N.S. (p = 0,681)
Acumulado Galpão	35,92	40,76	N.S. (p = 0,188)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = nível de significância.

Em nenhuma das situações se observou diferenças significativas entre galpões ou entre setores dentro do mesmo

galpões ou entre setores dentro do mesmo galpão, conforme apresentado na Tabela 5.

E, de maneira semelhante ao observado setorialmente, os setores centrais em ambos os galpões tendem a apresentar menores valores de umidade de cama de frango que os adjacentes. Os valores encontrados, mesmo que inferiores

aos observados durante os lotes de calor, ainda se apresentaram elevados frente às recomendações de MACARI & CAMPOS (1997) que, para manter a umidade próxima a 16%, recomendam espessuras de cama acima de 10 cm.

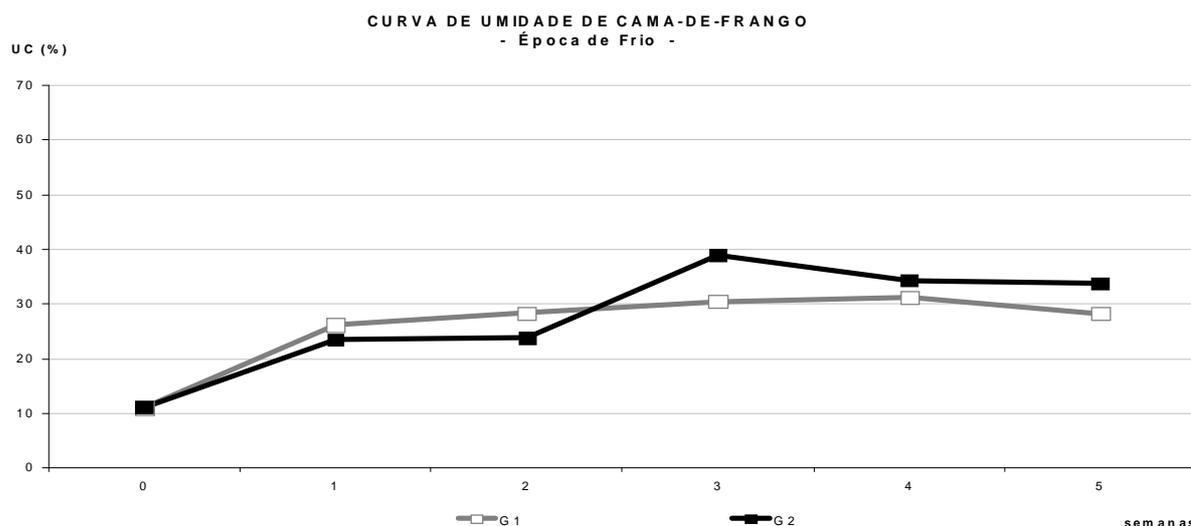


FIGURA 7 - Curvas de umidade de cama-de-frango nos galpões G1 e G2, durante época de frio.

TABELA 5 - Resultados de umidade de cama de frango para época de calor.

UC (%)	G1	G2	Acumulado Setor
Leste	26,56	33,32	27,44
Centro	23,44	23,46	23,45
Oeste	25,07	23,24	24,15
Significância	N.S. (p = 0,832)	N.S. (p = 0,915)	N.S. (p = 0,745)
Acumulado Galpão	25,07	25,28	N.S. (p = 0,783)

Sendo: N.S.= Não Significativo; p = nível de significância.

Para PAGANINI (2004) a umidade da cama em um sistema convencional deve variar entre 18 e 40%, dependendo da densidade animal e época do ano. Conforme MENDES (2001), a compactação

da mesma devido à umidade pode determinar o aparecimento de lesões na pele, no coxim plantar, calo de peito e hematomas, tendo as mesmas lesões sido encontradas por LIMA & NÄÄS (2006).

CONCLUSÕES

O galpão com alta densidade de aves e sistema tipo túnel de ventilação apresentou os maiores valores de umidade de cama e de pH. Nas regiões centrais dos dois galpões estudados foram observados os menores valores de umidade de cama. No verão, a umidade da cama aumenta, sendo maior no galpão com maior densidade de aves. Como a emissão de amônia em galpões está relacionada com os valores de pH da cama, o equilíbrio entre condições ideais de ventilação e de alojamento é imprescindível para sustentabilidade na produção de frango e corte, em condições tropicais.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à FAPESP pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- BAIÃO, N.C. Quando o ambiente fica muito carregado. *Revista Aves e Ovos*, São Paulo, p.20-22, jan. 1996.
- BELYAVIN, C. Complete Climate Control. What are the associate problems? *World Poultry*, Londres, v.9, p. 32-33. 1993.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Regras para análise da qualidade e produtividade*. Brasília, 1992. 17p.
- BROGNONI, E. *Desempenho e qualidade da cama de frangos de corte criados em diferentes densidades populacionais*. Jaboticabal, 1999. 74p. Dissertação (Mestrado em Veterinária) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.
- CASTRO, A.G.M. Sanidade das aves na fase final: importância do aparelho respiratório. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE NA FASE FINAL, 1999, Campinas. *Anais...* Campinas: FACTA, 1999. p. 55-60.
- CIGR - Commission Internationale du Génie Rural. *Climatization of animal houses*. Scottish Farm Aberdeen: Buildings Investigation Unit, 1992 (2nd Report of Working Group). 52p.
- CURTIS, S.E. *Environmental Management in Animal Agriculture*. Iowa: Iowa State University Press, 1983. 410p.
- GROOT KOERKAMP, P.W.G.; METZ, J.H.M.; UENK, G.H.; PHILLIPS, V.R.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; SHORT, J.L.; WHITE, R.P.; HARTUNG, J.; SEEDORF, M.; SCHRÖDER, M.; LINKERT, K.H.; PEDERSEN, S.; TAKAI, H.; JOHNSEN, J.O.; WATHES, C.M. Concentrations and Emissions of Ammonia in Livestock Buildings in Northern Europe. *Journal of Agricultural Engineering Research*, Silsoe, UK v.70, n.1, p.79-95, 1998.
- HYSLOP, N.S.G. Effects of the environment on immunity to disease. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM LIVESTOCK ENVIRONMENT, I, 1974, Lincoln, NE. *Proceedings...* Lincoln, NE: American Society of Agricultural Engineers, 1974. p. 383-90.
- JONGEBREUR, A .A.; MONTENY, G.J.; OGINK, N.W.M. Livestock production and emission of volatile gases. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GASEOUS AND ODOUR EMISSIONS FROM ANIMAL PRODUCTION FACILITIES, 2003, Denmark. Copenhagen, OE. *Proceedings...* Horsens, DK: Danish

- Institute of Agricultural Sciences, 2003, p.11-30.
- LIMA, A.M.C., NÄÄS, I.A. Evaluating two systems of poultry production: conventional and free-range. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, Campinas, v.7, n.4, p.215-220. 2005.
- MACARI, M., CAMPOS, S.S. Respostas fisiológicas de frangos de corte criados em alta densidade. In: SIMPÓSIO SOBRE AMBIÊNCIA SANIDADE E QUALIDADE DA CARÇA DE FRANGOS DE CORTE, 1997. Concórdia, SC. *Anais...* Concórdia, SC: EMBRAPA, 1977. p.1-13.
- MENDES, A. A. Rendimento e qualidade da carcaça de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2, 2001. Campinas. *Anais...* Campinas: Facta, 2001. p. 79-99.
- MINITAB[®]. Programa computacional de Estatística para Windows: versão 1.4. São Paulo: AWARD Brasil, 2004. Disponível em <http://www.minitab.com/products/minitab>.
- MIRAGLIOTTA, M.Y. *Avaliação dos níveis de amônia em dois sistemas de produção de frangos de corte com ventilação e densidade diferenciados*. Campinas, 2000. 122 p. Dissertação (Mestrado em Construções Rurais e Ambiente) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- PAGANINI, F. J. Manejo da cama. In: MENDES, A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. *Produção de frangos de corte*. Campinas: FACTA, 2004. p.107-116.
- PAINTER, H.A. Microbial transformations of inorganic nitrogen. *Progress in Water Technology*, Elsevier, v.4/5, n.8, p.3-29, 1977
- SAINSBURY, D.W.B. Health problems in intensive animal production. In: CLARK, J.A. *Environmental aspects of housing for animal production*. Londres: Butterworths, 1981. 24, p.439-454.
- WATHES, C.M.; HOLDEN, M.R.; SNEATH, R.W.; WHITE, R.P. & PHILLIPS, V.R. Concentrations and emissions rates of aerial ammonia, nitrous oxide, methane, carbon dioxide, dust and endotoxin in UK broiler and layer houses. *British Poultry Science*, Londres, v.38, n.1, p.14-28, 1997.