



Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico

**Dermeval A. Furtado¹, Jeane K. M. Mota², José W. B. do Nascimento¹,
Valneide R. da Silva³ & Laura da C. A. Tota³**

RESUMO

As condições de conforto térmico dentro das instalações afetam diretamente a produtividade dos animais, como é o caso das matrizes pesadas. Este trabalho objetiva avaliar os índices bioclimáticos de três aviários (G1, G2 e G3) de matrizes pesadas e os índices produtivos dessas instalações, que tinham lotes de aves com 35, 48 e 66 semanas, respectivamente, criadas na região semiárida paraibana, durante o período de estiagem. Nos horários considerados mais quentes do dia, os índices bioclimáticos ficaram elevados, causando situação de desconforto térmico para os animais, influenciando no desempenho das aves. O nível de pressão sonora ficou dentro do estabelecido pelas normas brasileiras. A idade das aves teve influência na produção total de ovos e as maiores produções foram obtidas com aves mais jovens, sendo de 74,83, 76,86 e 52,78% em G1, G2 e G3, respectivamente, enquanto a eclodibilidade foi semelhante em todos os lotes (média de 95,68%).

Palavras-chave: ambiência, incubação, ovos, postura

Egg production of broiler breeders reared under heat stress

ABSTRACT

The thermal comfort conditions inside the facilities directly affect the productivity of animals as it is the case of broiler breeders. This study aimed to evaluate the bioclimatic indexes of three aviaries (G1, G2 and G3) of broiler breeders and the production indices of these three facilities that had lots of poultry of different ages, 35, 48 and 66 weeks, respectively, reared in the semiarid region of Paraíba State, Brazil, during the dry season. In the hottest hours of day, the bioclimatic indexes were high, causing a situation of thermal discomfort for the animals, influencing the productive performance of the poultry. The sound pressure level was within the Brazilian standards. The age of the birds affected the total egg production and the highest productions obtained with younger birds, being 74.83, 76.86 and 52.78%, in G1, G2 and G3, respectively, while hatchability was similar in all lots (on average 95.68%).

Key words: environment, hatching, eggs, posture

¹ UAEA/UFCG. Av. Aprígio Veloso 882, Bodocongó, CEP 58109-970, Campina Grande, PB. Fone: (83) 2101-1486. E-mail: dermeval@deag.ufcg.edu.br; wallace@deag.ufcg.edu.br

² Mestre em Engenharia Agrícola. Fone: (83) 2101-1486. E-mail: jkarlagm@hotmail.com

³ Mestranda em Engenharia Agrícola. Fone: (83) 2101-1486. E-mail: rval707@yahoo.com.br; laptota@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As matrizes pesadas são responsáveis pela produção de aves de corte e, por se tratar de animais que gerarão seres vivos e não produtos para consumo direto, exigem maior controle sanitário e cuidados zootécnicos. Assim, sua produtividade pode estar ligada aos princípios de conforto térmico, diretamente relacionados ao microclima das instalações.

Em algumas regiões do Brasil, como o semiárido brasileiro, muitas vezes as instalações avícolas estão localizadas em regiões que registram altas temperaturas (Sarmiento et al., 2005; Silva et al., 2005; Furtado et al., 2006; Jácome et al., 2007), principalmente durante os meses de verão, período seco do ano, representando um obstáculo à atividade e ainda que o problema seja sazonal e de duração variável, seus efeitos na avicultura são economicamente significativos, já que podem afetar a produção e a qualidade dos ovos (Jácome et al., 2007; Trindade et al., 2007).

O desconforto térmico em aves de postura provoca uma série de consequências intimamente ligadas à queda no consumo de ração, menor taxa de crescimento, maior consumo de água, aceleração do ritmo cardíaco, alteração da conversão alimentar, queda na produção de ovos e maior incidência de ovos com casca mole (Tinôco, 2001; Silva et al., 2005; Jácome et al., 2007).

Segundo Ferreira (2005) a temperatura do ar no interior dos aviários para aves adultas poderá oscilar entre 15 e 28 °C, com a umidade relativa do ar variando entre 40 a 80% e uma velocidade do vento entre 0,2 a 3,0 m s⁻¹. Souza et al. (2002) descrevem que ITGU no interior de instalações até 74 é considerado seguro e entre 74 e 78 exige cuidados especiais.

O objetivo dos pesquisadores foi analisar os índices bioclimáticos (temperatura e umidade relativa do ar, índice de temperatura do globo negro e umidade, carga térmica de radiação, velocidade do vento, temperatura da cama e níveis de ruído) e os índices produtivos (produção total de ovos e percentagem de ovos incubáveis), em lotes de matrizes pesadas de diferentes idades, criadas na região semiárida paraibana, na época seca do ano.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na empresa de aves e ovos Azevem Ltda, localizada no município de Boa Vista, PB, no período de outubro a novembro. O município está localizado entre as coordenadas 7° 9' 3,7" de latitude S, 36° 5' 25,6" de longitude W. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região é semiárido quente, com precipitação pluviométrica média anual baixa (em torno de 400 mm) e temperatura média mensal de aproximadamente 25 °C.

O experimento foi conduzido em três aviários de matrizes pesadas, o primeiro aviário constituído de 12.721 matrizes e 1.264 machos, o segundo de 11.542 matrizes e 1.144 machos e o terceiro de 8.765 matrizes e 784 machos; todas as aves eram da

linhagem Avian Cobb, divididas em oito boxes, em sua extensão. No primeiro aviário (G1), a idade inicial das aves foi de 33 semanas e a final de 37 semanas; no segundo (G2), a idade inicial das aves foi de 46 semanas e a final de 50 semanas e no terceiro (G3) a idade inicial das aves foi de 64 semanas e a final de 68.

Os aviários eram espaçados 500 m uns dos outros, cobertos com telhas de fibrocimento e com as seguintes dimensões: G1 e G2 com 205 m de comprimento, 14 m de largura e pé direito de 3,5 m e o G3 com 145 m de comprimento, 14 m de largura e pé direito de 3,5 m. Os aviários possuíam orientação leste-oeste, constituídos de 8 boxes, medindo 25 m² cada um, separados por tela de aço com altura de 2,8 m; cada boxe possuía 6 ventiladores e 9 ninhos.

O sistema de nebulização era constituído de tubos de PVC, instalados em 40 linhas distribuídas pelos aviários, com sete bicos de nebulização, espaçados a cada 1,5 m por linha, totalizando 280 bicos, ligados a cada 45 min ou quando a temperatura no interior do aviário ultrapasse os 26 °C, e desligados quando a umidade relativa do ar ultrapassa 80%.

Foram coletados os dados das seguintes variáveis ambientais: temperatura de bulbo seco (TA), temperatura de bulbo úmido (TBU) e temperatura de globo negro (TGN), das 6 às 18 h, a cada hora, utilizando-se nove Launch Dialog, modelo HOB0 H08-006-04 (três por aviário). Os sensores foram dispostos no início, no meio e no final de cada instalação. Nesses mesmos locais e horários foi coletada a velocidade do vento (VV), através de um anemômetro digital, sendo feita uma média desses dados (início, meio e final do galpão); todos os sensores foram posicionados a 0,40 m de altura do piso.

Por meio dos dados coletados foram determinados, no interior dos aviários, a umidade relativa do ar (UR), com o auxílio da fórmula proposta por Silva (2000), o índice de temperatura do globo negro (ITGU), pela expressão proposta por Buffington et al. (1977) e a carga térmica de radiação (CTR), calculada de acordo com a equação proposta por Esmay (1969).

Efetuuou-se a coleta das médias dos níveis de ruído um dia por semana, em cada aviário, de hora em hora, nos mesmos locais em que estavam localizados os outros equipamentos, a uma altura de 1,0 m do piso, utilizando-se o equipamento de nível de pressão sonora (decibelímetro). Efetuou-se a leitura das temperaturas da cama durante todo o experimento, de hora em hora, em locais próximos aos equipamentos de coleta dos dados bioclimáticos, utilizando-se um termômetro infravermelho.

A coleta dos ovos ocorreu semanalmente, totalizando 20 coletas, os quais eram desinfetados e transportados para o incubatório, onde foram analisadas a produção total de ovos e sua taxa de eclodibilidade.

Para análise das variáveis ambientais realizou-se uma análise de regressão e para as variáveis produtivas utilizou-se o delineamento inteiramente casualizados, com três repetições (idade das aves) e vinte repetições (dias de coleta). As análises estatísticas foram realizadas através do software Assisat (Silva & Azevedo, 2009). Para as análises de variância e comparação entre médias da idade das aves, utilizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1A apresenta o gráfico com valores médios da temperatura ambiente e as equações de regressão, no qual se pôde observar que os valores mais elevados ocorreram entre os horários das 13 às 15 h, diminuindo ao final da tarde. De acordo com Ferreira (2005), a zona de conforto térmico (ZCT) para galinha de postura, deve estar situada entre 18 e 28 °C. Com base nesses valores obteve-se uma situação de desconforto térmico nos horários das 10 às 17 h. Observa-se que a temperatura ambiente, mesmo em algumas horas apresentando nas aves certo desconforto, não chegou a atingir a temperatura crítica superior para os animais, que segundo Baeta & Souza (2010), é de 34 °C. Esses altos valores de temperatura são comuns em aviários de postura localizados na região do Nordeste do Brasil (Jácome et al., 2007), e em outras regiões brasileiras (Vitorasso & Pereira, 2009).

Na Figura 1B nota-se que a umidade relativa apresentou os valores mais elevados às 12 h (84,8%) no aviário G1, às 8 h (86,4%) no aviário G2 e entre as 11 e 12 h no aviário G3 (88,8%). Referidos valores podem ser considerados acima do recomendado para matrizes de postura que, segundo as

recomendações de Tinôco (2001), devem ficar na faixa de 50 a 80%. Esta alta umidade relativa do ar dentro dos aviários é atribuída ao elevado número de nebulizadores dentro deles (média de 280), visto que esses equipamentos eram acionados sempre que a temperatura ultrapassava os 26 °C, fato que ocorreu constantemente dentro dos aviários.

Observam-se, na Figura 2A, os valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), que indicam níveis acima do citado por Souza et al. (2002), que consideram a faixa limite para o ITGU de 75. Os valores do ITGU dos aviários se evidenciam acima dos níveis recomendados a partir das 9 h, mantendo-se com aumento de temperatura até as 17 h, ocasionando desconforto às aves. Sarmiento et al. (2005); Furtado et al. (2006) e Jácome et al. (2007), trabalhando com aves na região semiárida nordestina encontraram valores de ITGU crescentes até as 14 h, decrescendo a partir deste horário, sendo que nos horários das 12 e 14 h, considerados os mais críticos do dia, ocorreu situação de desconforto para os animais.

Na Figura 2B estão representados os valores médios da carga térmica de radiação, verificando-se acréscimo da CTR em diferentes horários, principalmente entre as 11 e 14 h. Esses valores, principalmente entre as 12 e 16 h, podem ser

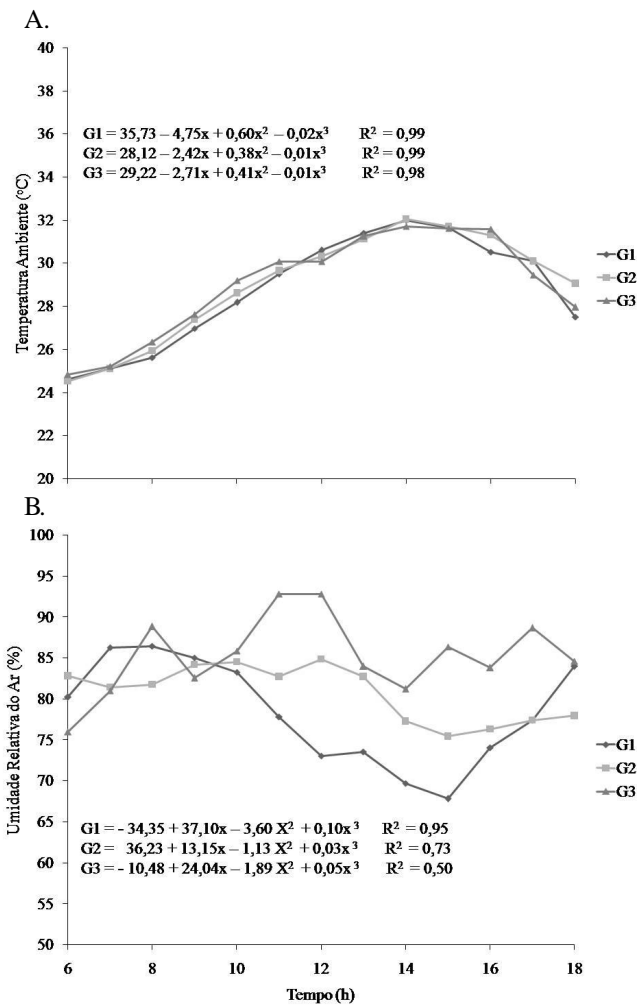


Figura 1. Valores da temperatura ambiente (A) e umidade relativa do ar (B) em função dos horários, para os diferentes aviários

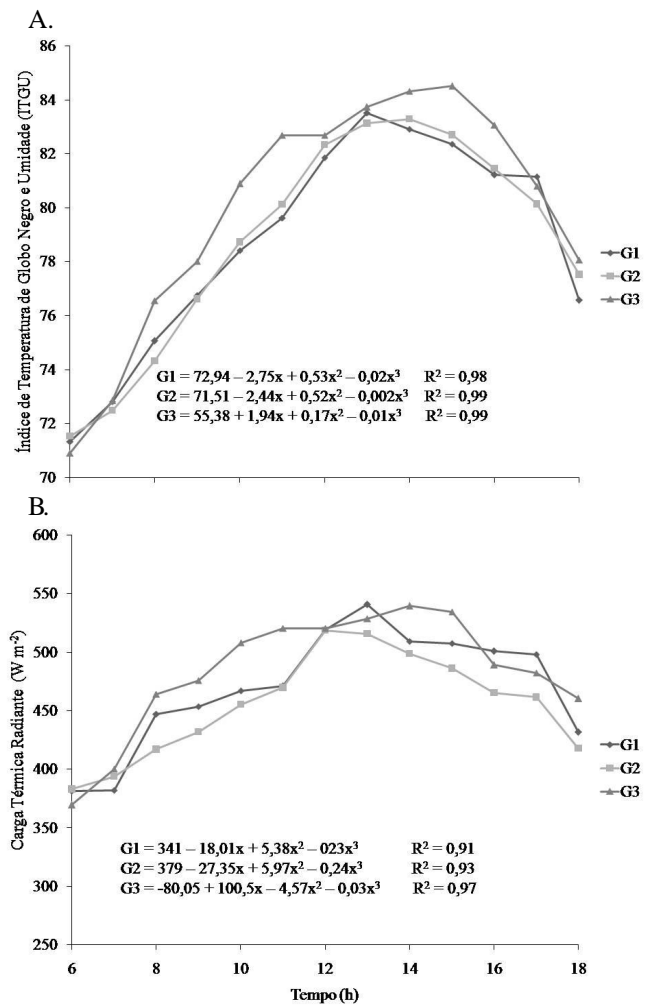


Figura 2. Valores médios do índice de temperatura de globo negro e umidade (A) e da carga térmica de radiação (B) em função dos horários, para os diferentes aviários

considerados elevados, causando desconforto térmico para as aves. Furtado et al. (2006), com frangos de corte, na região semiárida, em aviários com telha de cerâmica e fibrocimento, relatam valores de CTR elevados. Jácome et al. (2007), em pesquisa com poedeiras na mesma região, relatam valores de CTR, nos horários entre 8 e 10 h, semelhantes aos encontrados nos tratamentos e inferiores nos horários das 10 às 14 h, fato que pode ser justificado pelo menor valor de ITGU relatado e maior UR.

Observa-se, na Figura 3A, que os valores encontrados da velocidade do vento foram bastante elevados, acima do recomendado (Ferreira, 2005). Os referidos valores elevados podem ser justificados pela utilização da ventilação mecânica em cada aviário, em média 48 ventiladores, com vazão de $120 \text{ m}^3 \text{ min}^{-1}$, como também pela tipologia dos aviários, já que esses eram abertos e com pé-direito elevado.

Os valores médios dos níveis de pressão sonora (ruídos) nos diferentes aviários e horários pesquisados, não apresentaram diferenças ($P > 0,01$) entre as instalações e horários e estão apresentados na Figura 3B. Observa-se que o valor mais elevado (76,50 dB-A), ocorreu às 10 h e o menor valor (74,12 dB-A), às 18 h, dados que podem ser explicados pela movimentação dos trabalhadores na coleta de ovos, que

era feita de maneira manual, além do barulho provocado pelos ventiladores e nebulizadores, que permaneceram ligados durante o período diurno, já que a temperatura estava elevada; já ao final da tarde, notou-se que o nível de pressão sonora diminuía devido à ausência de trabalhadores neste horário e em virtude, também, dos ventiladores serem desligados.

Mesmo apresentando esses valores ao longo do experimento, ele está abaixo dos limites de tolerância relacionados à exposição dos trabalhadores a pico de ruídos de impactos e intensidade que, segundo Brasil (1996), é de 85 dB (A), para pessoas trabalhando 8 h semanais, não sendo necessário, portanto, o uso individual de protetores auriculares. Esses valores foram semelhantes aos relatados por Trindade et al. (2006) que, analisando os níveis de pressão sonora em aves com diferentes idades em região semiárida brasileira, concluíram que esses níveis estavam em conformidade com a legislação em vigor.

Os valores encontrados na presente pesquisa foram inferiores aos citados por Nããs (2001) que, pesquisando níveis de ruídos na produção de matrizes pesadas em aviários de recria do tipo Dark House, nos horários das 8 às 17 h, encontrou valores de pico de níveis de pressão sonora variando de 87,6 a 95,1 dB (A).

Observa-se na Figura 4 que os valores médios de temperatura da cama, para os três sistemas de condicionamento (G1, G2 e G3), apresentaram os menores valores de temperatura durante as primeiras horas da manhã e os maiores das 12 às 15 h, havendo pequenas variações entre os aviários, mas com a temperatura da cama entre 24 e 27 °C.

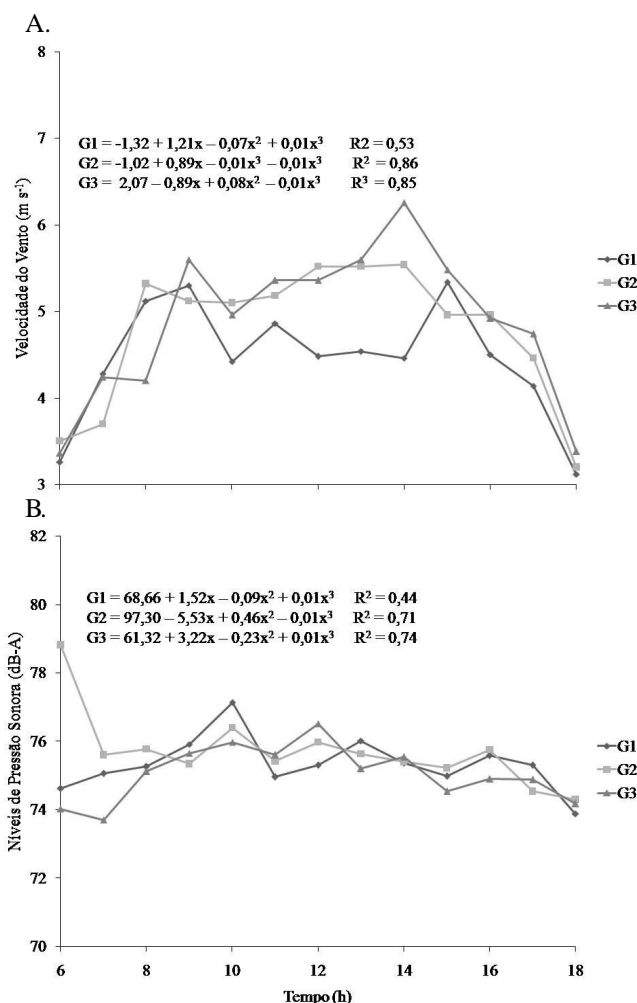


Figura 3. Valores médios da velocidade do vento (A) e dos níveis de pressão sonora (B) em função dos horários, para os diferentes aviários

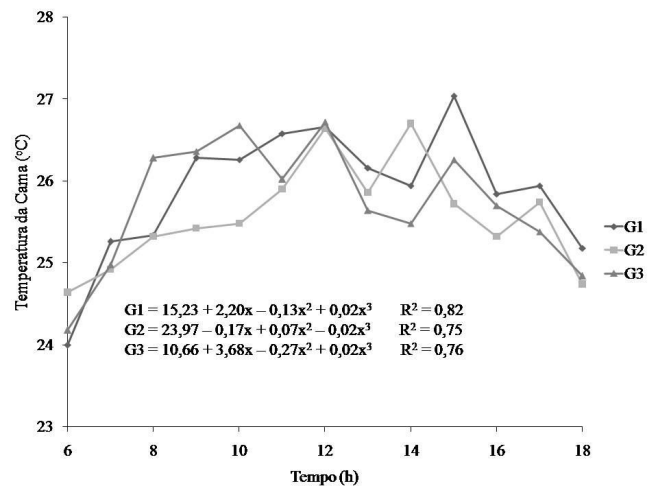


Figura 4. Valores de temperatura de cama em função dos horários, para os diferentes aviários

A temperatura da cama deve propiciar conforto às aves, já que uma das formas de troca de calor da ave para o ambiente é a condução e para que isto ocorra de forma eficiente, a cama deve estar com temperatura abaixo da temperatura corporal das aves, fato que aconteceu em todos os horários no presente experimento. Cestonaro et al. (2009) verificaram que a temperatura da cama no interior dos aviários não é uniforme, sendo que os menores valores foram obtidos no período da manhã, com valores médios de 22 °C; no período da tarde esses

valores apresentaram média de 27 °C e os valores obtidos de temperatura de cama podem contribuir para elevar a temperatura do ar no interior dos aviários.

Observaram-se, na Tabela 1, os valores da produção total de ovos e a eclodibilidade dos animais, constatando-se que a produção de ovos foi semelhante nos aviários G1 e G2 e inferior no aviário G3, diferindo dos demais ($P > 0,05$), sendo que na eclodibilidade não houve diferenças significativas entre os aviários.

Tabela 1. Valores do número total de aves (NA), produção total de ovos (PT) e percentagem de eclosão em função das idades das aves

Tratamentos	NA	PT (%)	Nº de pintos	Eclosão (%)
G1 - 35 semanas	8871,8 a	74,83 a	8566,4 a	95,48 a
G2 - 48 semanas	9519,4 a	76,86 a	9165,0 a	96,54 a
G3 - 66 semanas	4626,8 b	52,78 b	4397,4 b	95,04 a

Letras iguais na coluna não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5%

Um dos fatores que levaram as aves do G3 a terem menor produção, foi a idade das aves, já que as mais velhas tendem a produzir menos ovos (Trindade et al., 2007), e também sofreram maior influência dos fatores ambientais que, nos horários mais quentes do dia, ficaram acima da zona de conforto térmico para os animais. Schimidt et al. (2010), pesquisando a produção de poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção, com diferentes níveis de treonina digestível, com idade de 79 a 95 semanas de idade, portanto mais velhas que as do G3, citam uma produção média de ovos de 66,33% acima, portanto, da encontrada no presente trabalho.

Quanto aos aviários G1 e G2, os valores podem ser considerados bons, visto que as aves não foram tão influenciadas pelos fatores ambientais, mostrando-se semelhantes aos citados por Ribeiro et al. (2008) que, trabalhando com poedeiras semipesadas, no final do primeiro e durante o segundo ciclo de postura, com nível de sódio de 0,18 e 0,23%, citam valores de produção de ovos de 76,20 e 71,29, respectivamente. Sá et al. (2007), trabalhando com aves leve e semipesadas, com 34 a 50 semanas, observaram produção total de 73,3 e 76,7% respectivamente, resultados próximos dos encontrados nesta pesquisa. Referidos dados demonstram que aves de postura podem ser criadas em condições de semiárido, registrando-se altas temperaturas, desde que o ambiente seja adequado.

Analisando a percentagem de eclosão observa-se que ficou acima de 95%, mesmo no G3, quando as aves estavam com idade média de 66 semanas, demonstrando que os fatores ambientais não interferiram na eclodibilidade dos ovos. O valor encontrado no G3 está em desacordo com Murakami et al. (2003), ao citarem que, à medida em que o lote de galinhas envelhece, dá-se redução simultânea na produção e na qualidade interna e externa dos ovos e, conseqüentemente, na eclodibilidade. Rosa et al. (2002) pesquisando a influência da temperatura de incubação de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso, notaram efeito significativo dos fatores idade e categorias de peso das aves no peso médio dos ovos e no aumento da mortalidade embrionária.

CONCLUSÕES

1. Os aviários apresentaram índices bioclimáticos elevados, principalmente no período diurno, causando situação de desconforto térmico aos animais, sendo que tais fatores influenciaram no desempenho produtivo das aves mais velhas, que tiveram menor produção de ovos, mas não afetaram a taxa de eclosão.

2. O nível de pressão sonora ficou dentro do estabelecido pelas normas brasileiras e internacionais.

LITERATURA CITADA

- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Ambiência em edificações rurais - Conforto animal*. 2ª Ed. Viçosa: UFV. 2010. 269p.
- Brasil. Ministério do Trabalho. NR-15. Portaria nº 3.214 de 8 de Junho de 1978: Normas regulamentadoras relativas a segurança e medicina do trabalho. In: *Manual de Legislação de Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho*, 33.ed., São Paulo: Atlas, 1996. 523p.
- Buffington, C. S; Collazo, A; Canton, G. H. *Blak globe humidity confort index for dair cows*. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 1977. 19p.
- Cestonaro, T.; Abreu, P. G.; Abreu, V. M. N.; Pedroso, P. D. *Mapeamento da temperatura da cama na criação de aves, em diferentes sistemas de ventilação e materiais de cama*. In: *Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, I, 2009*. Anais... Florianópolis: SIGERA 2009. CD-Rom
- Esmay, M. L. *Principles of animal environment*. 2: ed. Westport CT: ABI Publishing Co., 1969. 325 p
- Ferreira, R. A. *Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.
- Furtado, D. A.; Dantas, R. T.; Nascimento, J. W. B. do; 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*, v.10, p.484-489, 2006.
- Jácome, I. M. T. D.; Furtado, D. A.; Leal, A. F.; Silva, J. H. V.; Moura, J. F. P. *Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil*. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.527-531, 2007.
- Murakami, A. E.; Figueirêdo, D. F.; Peruzzi, A. Z.; Franco, J. R. G.; Sakamoto, M. I. *Níveis de sódio para poedeiras comerciais no primeiro e segundo ciclos de produção*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.1674-1680, 2003.
- Nãas, I. A. *Níveis de ruídos na produção de matrizes pesadas - Estudo de caso*. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, p. 21-32, 2001.
- Ribeiro, M. L. G.; Silva, J. H. V.; Araújo J. A.; Martins T. D. D.; Costa, F. G. P.; Givisiez P. E. N. *Exigência de sódio para poedeiras no final do primeiro ciclo e durante o segundo ciclo de postura*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.1257-1264. 2008.

- Rosa, P. S.; Guidoni, A. L.; Lima, I. L.; Bersch, F. X. R. Influência da temperatura de incubação em ovos de matrizes de corte com diferentes idades e classificados por peso sobre os resultados de incubação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.1011-1016, 2002.
- Sá, L.; Gomes, P. C.; Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; D'Agostini, P. Exigência nutricional de lisina digestível para galinhas poedeiras no período de 34 a 50 semanas de idade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, p.1829-1836, 2007.
- Sarmiento, L. G. V.; Dantas, R. T. D.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B. do; Silva, J. H. V. Efeito da pintura externa do telhado sobre o ambiente climático e o desempenho de frangos de corte. *Agropecuária Técnica*, v.26, p.152-159, 2005.
- Schmidt, M.; Gomes, P. C.; Rostagno, H. S.; Albino, L. F. T.; Nunes, R. V.; Cupertino, E. Exigência nutricionais de treonina digestível para poedeiras semipesadas no segundo ciclo de produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1099-1104, 2010.
- Silva, F. de A. S. e; Azevedo, C. A. V. de. Principal components analysis in the Software Assistat-Statistical Assistance. In: *World Congress on Computers in Agriculture*, 2009, Reno. *Proceedings of the World Congress on Computers in Agriculture*, 7. St. Joseph : ASABE, 2009. CD-Rom
- Silva, J. H. V.; Jordão Filho, J.; Silva, E. L.; Ribeiro, M. L. G.; Furtado, D. A. Efeito do bebedouro e da densidade de alojamento no desempenho de frangos de corte em alta temperatura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.9, p.636-641. 2005.
- Silva, M. A. V. *Meteorologia e climatologia*. Brasília: Gráfica Editora Stilo. INMET. 2000. 532p.
- Souza, C. F.; Tinôco, I. de F. F.; Baêta, F. C.; Ferreira, W. P. M.; Silva, R. S. Avaliação de materiais alternativos para confecção de termômetro de globo. *Ciência e Agrotecnologia*, v.26, p.157-164, 2002.
- Tinôco, I. de F. F. *Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros*. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, p.1-26, 2001.
- Trindade, J. L.; Furtado, D. A.; Nascimento, J. W. B. do; Leal, A. F.; Lopes Neto, J. P. Avaliação dos níveis de pressão sonora em galinhas poedeiras no semi-árido paraibano. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, p.189-189, 2006.
- Trindade, J. L.; Nascimento, J. W. B. do; Furtado, D. A. Qualidade do ovo de galinhas poedeiras criadas em galpões no semi-árido paraibano, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, p.652-657, 2007.
- Vitorasso, G.; Pereira, D. F. Análise comparativa do ambiente do aviário de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.788-794, 2009.