



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n9p882-886>

## Ambiente acústico e aéreo em galpão comercial para poedeiras *Dekalb Brown* cercados por tela PEAD

Dian Lourençoni<sup>1</sup>, Tadayuki Yanagi Junior<sup>2</sup>, Alessandro T. Campos<sup>2</sup>,  
Daniela D. Oliveira<sup>3</sup> & Renato R. de Lima<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. E-mail: dianlourenconi@yahoo.com.br (Autor correspondente)

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia/Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. E-mail: yanagi@deg.ufla.br; campos@deg.ufla.br

<sup>3</sup> Aviário Santo Antônio. Nepomuceno, MG. E-mail: danidoli@hotmail.com

<sup>4</sup> Departamento de Ciências Exatas/Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. E-mail: rrlima@dex.ufla.br

### Palavras-chave:

biossegurança  
ruído  
amônia  
dióxido de carbono

### RESUMO

Devido às ocorrências dos vírus de influenza aviária (H5N1 e H7N2), estudos relacionados à biossegurança têm sido intensificados em que uma das soluções discutidas é o uso de tela para cercar a área dos galpões evitando o contato das galinhas poedeiras alojadas com outras aves. Neste contexto objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar e comparar a utilização de tela para cercar o perímetro de um galpão visando à criação de galinhas poedeiras, sobre o ambiente acústico e aéreo no interior da instalação. Esta pesquisa foi realizada em um galpão comercial do tipo californiano para criação de galinhas poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*. Metade da área do galpão foi cercada por tela de polietileno de alta densidade (PEAD) e a outra metade foi mantida totalmente aberta. Os níveis de ruído, concentração de amônia (NH<sub>3</sub>) e concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) foram mensurados durante 22 semanas. O uso de tela PEAD aumentou o nível de ruído e as concentrações de NH<sub>3</sub> e de CO<sub>2</sub> no interior da instalação; entretanto, esses valores foram inferiores àqueles que oferecem riscos à saúde das aves e dos trabalhadores.

### Key words:

biosafety  
noise  
ammonia  
carbon dioxide

## Acoustic and aerial environments in commercial shed of *Dekalb Brown* laying hens enclosed with HDPE screen

### ABSTRACT

Due to the occurrence of the avian influenza viruses (H5N1 and H7N2), studies related to biosafety have been intensified, and one of the discussed solutions is the use of screen to enclose the poultry house area, avoiding the contact of the housed laying hens with other birds. In this context, the aim of the present study was to evaluate and to compare the use of screen, to enclose the perimeter of a laying hen house, on the acoustic and aerial environments inside the facility. This research was carried out in a Californian *Dekalb Brown* laying hen house. Half of the barn area was enclosed by high density polyethylene (HDPE) screen and the other half was maintained completely open. The levels of noise, ammonia (NH<sub>3</sub>) concentration and carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration were measured during 22 weeks. The use of HDPE screen increased the noise level and the concentrations of NH<sub>3</sub> and CO<sub>2</sub> inside of the facility, however, these values were smaller than those which offer health risks to the birds and workers.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a maioria das granjas que trabalham com sistema de confinamento, gera e acumula grande quantidade de gases como amônia ( $\text{NH}_3$ ) e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) prejudicando a saúde dos animais e dos trabalhadores. Existe, também, a questão do ruído (nível de pressão sonora) produzido pelas aves e equipamentos dentro das instalações que podem vir a causar prejuízos ao trabalhador nessas instalações. A avaliação da qualidade do ar em galpões para galinhas poedeiras visa ao estudo da saúde dos animais alojados e dos trabalhadores que permanecem até oito horas por dia neste ambiente de trabalho (Nääs et al., 2007; Menegali et al., 2009; Moura et al., 2010; Vigoderis et al., 2010).

Os gases mais comumente encontrados em galpões para galinhas poedeiras são  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$ . Segundo Nääs et al. (2007), a concentração de 10 ppm de  $\text{NH}_3$  afeta os cílios do sistema respiratório das aves mas apenas acima de 20 ppm o animal se torna susceptível a doenças. Para o  $\text{CO}_2$ , Wathes et al. (1998) recomendam que a concentração não seja superior a 3.000 ppm.

No Brasil, de acordo com a NR-15 (Brasil, 2014), os limites máximos de concentração de  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$  para exposição diária de 8 h de trabalho são de 20 e 3.900 ppm, respectivamente. Esses valores de  $\text{NH}_3$  também são recomendados por Furtado et al. (2010). Com relação ao ruído, a NR-15 (Brasil, 2014) determina os limites de tolerância para humanos sendo que, para exposição diária de 8 h, o nível máximo permitido é de 85 dB (A). Por sua vez, a exposição do nível de ruído de 115 dB (A) é de no máximo 7 min não sendo permitida exposição a níveis de ruído acima deste limite para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos com equipamento de proteção individual (EPI).

Nääs et al. (2001) estudaram os níveis de ruído na produção de matrizes pesadas verificando que os valores médios estavam abaixo dos níveis recomendados pela NR-15 (Brasil, 2014) porém o nível de ruído atingiu valor de pico de 95,1 dB, levando os autores a recomendarem o uso de protetores auriculares a fim de se atender à legislação brasileira de insalubridade. Segundo Nascimento et al. (2007), a poluição sonora é, depois da poluição do ar e da água, a que afeta o maior número de pessoas. Diante disto torna-se imperativo avaliar o ambiente acústico a que o trabalhador está submetido (Bravalheri et al., 2010; Yanagi Júnior et al., 2012). A concentração de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$  e o nível de ruído são alguns dos fatores que, combinados com as variáveis ambientais temperatura do ar, umidade relativa e taxa de ventilação, determinam a qualidade ambiental dentro das instalações avícolas (Saraz et al., 2010).

Em galpões abertos, como ocorre na maioria das granjas de poedeiras no Brasil, não se tem grandes problemas com o ambiente aéreo e acústico devido a constante renovação do ar porém devido às ocorrências dos vírus da influenza aviária (H5N1 e H7N2), grupos de estudos têm-se empenhado em discutir soluções que possam mitigar os riscos de contaminação de galinhas poedeiras alojadas em sistema convencional (galpões abertos) por outras aves como, por exemplo, pássaros migratórios ou regionais que possam estar infectados com esses vírus. Uma das soluções discutidas é o uso de tela para cercar completamente o perímetro dos galpões,

medida de biossegurança que visa evitar o contato das galinhas poedeiras alojadas com outras aves.

De acordo com o Artigo 14 da Instrução Normativa IN56 (MAPA, 2007), revogada pela Instrução Normativa N° 36 de 2012 do Ministério da Agricultura (MAPA, 2012), todos os estabelecimentos avícolas comerciais devem ser construídos com materiais que permitam limpeza e desinfecção e que os mesmos sejam providos de proteção ao ambiente externo, com instalação de telas com malha de medida não superior a 1,0' polegada ou 2,54 cm, à prova de entrada de pássaros, animais domésticos e silvestres.

Dentre as alternativas disponíveis para proteção ao ambiente externo se destaca a tela de polietileno de alta densidade (PEAD). As telas PEAD apresentam, como características principais, a variedade de abertura de malhas e a facilidade de instalação, não machucam a criação, não enferrujam e são resistentes a produtos utilizados na desinfecção química.

Ante o exposto objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar e comparar a utilização de tela e seus efeitos sobre o ambiente acústico e aéreo no interior da instalação de um galpão convencional para alojamento de galinhas poedeiras.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma granja comercial para produção de ovos, localizada no sul do Estado de Minas Gerais, no período de junho a novembro de 2012. O clima da região, de acordo com Köppen, é Cwa, quente, temperado chuvoso, com estação seca no inverno e verão quente. Foi avaliado um galpão convencional tipo californiano de 7 x 120 m, com cobertura de telhas de fibrocimento de 6 mm de espessura, pé direito de 2,50 m e orientação Leste-Oeste, cujo galpão foi, em sua metade, cercado por tela e a outra metade mantida totalmente aberta (Figuras 1 e 2A). No galpão foram alojadas galinhas poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*, com idades a partir de 17 semanas no início do experimento.

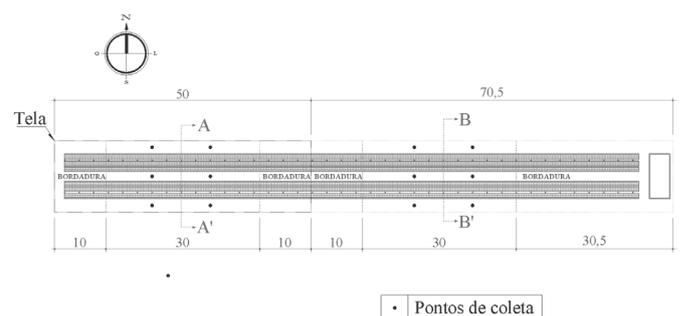


Figura 1. Desenho esquemático da distribuição dos pontos de coleta no galpão para poedeiras comerciais (Unidade: m)

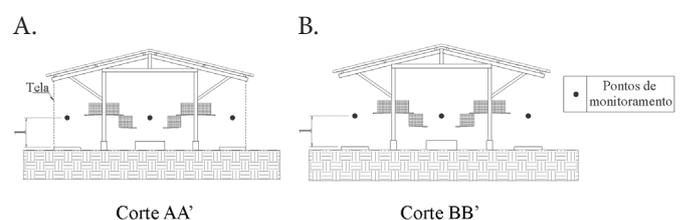


Figura 2. Cortes do galpão (Unidade: m). A – área com tela, B – área sem tela

Durante o período experimental as aves receberam água e ração ad libitum. O programa de luz adotado foi de 17 h de luz e 7 h de escuro enquanto a coleta de ovos foi realizada duas vezes ao dia.

A tela utilizada para cercar parte da área do galpão foi de PEAD, na cor preta, com malha de 2,0 cm de diâmetro que está em conformidade com a IN56 (MAPA, 2007) (Figura 1 e 2A).

Seis pontos de medição em cada região (região com e sem tela), dois em cada corredor (norte, central e sul), foram usados para caracterização das variáveis acústicas e aéreas (Figuras 1, 2A e 2B).

Para avaliação do ambiente acústico foi mensurado o nível de ruído por meio de decibelímetros registradores (Instrutherm, modelo DEC-480, precisão de  $\pm 1,5$  dB). Registradores portáteis foram usados para a medição de  $\text{NH}_3$  (Instrutherm, modelo DG-200, precisão de  $\pm 5\%$  F. S.) e  $\text{CO}_2$  (Testo, modelo 535, precisão  $\pm 50$  ppm para concentrações de 0 a 5.000 ppm e  $\pm 100$  ppm para concentrações de 5.000 a 9.999 ppm)

A variável ruído foi mensurada a cada 10 min, no período das 8 às 20 h e as variáveis do ambiente aéreo ( $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$ ) foram mensuradas em intervalos de 2 h, das 8 às 20 h, uma vez por semana, durante o período especificado totalizando 22 dias de medição. Essas duas últimas variáveis foram mensuradas com um único sensor para cada variável, sendo tais mensurações feitas ponto a ponto, seguindo sempre o sentido de caminhar dos corredores permitindo que os tempos de coleta nos pontos localizados na região do galpão com tela e sem tela fossem mínimos. Este procedimento permitiu a comparação estatística das variáveis previamente citadas nas regiões com e sem tela. Todas as medições foram realizadas respectivamente, na altura média das gaiolas de 1,0 m, altura também utilizada por Furtado et al. (2011) e Silva-Miranda et al. (2012) (Figuras 2A e 2B).

Os procedimentos experimentais com animais adotados nesta pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Federal de Lavras, protocolo nº 026/12.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados (DBC), num esquema de parcelas subsubdivididas. Na parcela foram alocados os dois tratamentos testados, região do galpão cercado com tela e sem tela. O fator corredor foi alocado na subparcela e o fator tempo foi alocado na I sub-subparcela sendo coletados dados a cada 2 h, das 8 às 20 h totalizando 7 horários de coleta. As medições foram realizadas durante 22 dias não consecutivos (medições realizadas uma vez por semana durante o período experimental), sendo que cada dia de coleta foi considerado como um bloco, isto é, havendo, então, 22 repetições. As análises estatísticas foram processadas pelo software SAS (2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No galpão avaliado, no qual estavam alojadas galinhas da linhagem *Dekalb Brown*, verificou-se diferença significativa ( $p < 0,01$ , teste F) nas interações tela x corredor e tela x período para a variável intensidade sonora. O uso da tela para

cercar o perímetro externo do galpão resultou em níveis de ruído superiores aos observados na região sem tela (Tabela 1). Por sua vez, ao se comparar os níveis de ruído entre os corredores, o corredor central apresentou maiores valores (Tabela 1). Este resultado se deveu ao fato dos sensores localizados na região central estarem mais próximos de duas fontes de ruído (baterias de gaiolas). A utilização de tela para cercar o perímetro externo do galpão proporcionou aumento médio de 0,65 dB no ruído devido, provavelmente, ao efeito de reverberação, que é a reflexão das ondas sonoras que ocorrem em ambientes fechados e semiabertos. Os valores médios observados, tal como os máximos, foram inferiores aos limites recomendados pela NR-15 (Brasil, 2014), que é de 85 dB para uma jornada de trabalho de 8 h. Com base nos resultados não há necessidade de utilização de protetores auriculares para os trabalhadores.

Em relação ao horário do dia, observou-se que os níveis de ruído diminuíram de intensidade no decorrer do dia, fato explicado em razão das aves realizarem postura predominantemente no período da manhã e durante a postura elas realizam vocalização sendo que, nas primeiras horas do dia até as 12 h, quando o ruído é maior, foram detectadas as diferenças entre a utilização de tela ou não, como pode ser observado na Tabela 2. Em consonância com os resultados observados na Tabela 1, os níveis de ruído foram, ao longo do dia, inferiores ao limite recomendado pela NR-15 (Brasil, 2014). Valores esses que se assemelham aos resultados encontrados em trabalhos com frangos de corte por Yanagi Júnior et al. (2011), que foi de 74,4 dB e Miragliotta et al. (2006), que foi de 69 dB e a de outros autores, como Rocha et al. (2010) e Furtado et al. (2011).

Verificou-se, para o nível de concentração de  $\text{NH}_3$ , diferença significativa para o tratamento de tela além de

Tabela 1. Valores médios do nível de ruído (dB), considerando-se a interação corredor e utilização de tela, dentro do galpão com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

Corredor	Utilização de tela	
	Com	Sem
Norte	59,8 a A	59,7 a A
Central	63,4 b B	62,2 b A
Sul	60,3 a B	59,7 a A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 2,85%

Tabela 2. Valores médios de nível de ruído (dB) nos tratamentos com e sem tela ao longo do período de avaliação no interior do galpão, com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

Período	Utilização de tela	
	Com	Sem
08:00	70,9 f B	70,1 e A
10:00	65,9 e B	64,5 d A
12:00	60,8 d B	59,4 c A
14:00	60,0 cd A	59,7 c A
16:00	58,4 bc A	58,4 bc A
18:00	57,5 b A	57,5 b A
20:00	54,7 a A	54,2 a A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 2,71%

interação entre os tratamentos corredor x período ( $p < 0,01$ , teste F). O uso de tela resultou em valores médios de  $\text{NH}_3$  superiores aos encontrados na região sem tela (Tabela 3).

Procedendo ao desdobramento corredor com período do dia, observou-se que a concentração de  $\text{NH}_3$  aumenta de intensidade no decorrer do dia atingindo o maior valor às 18 h; observou-se que os corredores central e sul ficaram com níveis de  $\text{NH}_3$  maiores no período das 16 e 18 h, em relação ao corredor norte, conforme listado na Tabela 4; resultados que se explicam pelo fato do vento predominante ser da direção nordeste o que corrobora com os resultados obtidos por Hellickson & Walker (1983), nos quais esses autores demonstram a tendência de difusão dos gases seguindo o fluxo de convecção do ar, sendo suas concentrações mais ou menos uniformemente distribuídas na instalação.

Os valores médios de concentração de  $\text{NH}_3$  observados dentro do galpão, estão abaixo dos níveis recomendados pela NR-15 (Brasil, 2014), que descreve o limite de tolerância de 20 ppm para exposição de 8 h diárias de trabalho. Com relação à saúde das aves, os valores também estão abaixo do limite recomendado por Wathes et al. (1998) e Nääs et al. (2007), que é de 20 ppm, sendo que, acima deste limite o animal se torna suscetível a doenças. Os valores encontrados, inferiores a 20 ppm, estão de acordo com os relatados por vários autores em diferentes tipos de galpões (Nääs et al., 2007; Vitorasso & Pereira, 2009; Furtado et al., 2010; Menegali et al., 2012).

Com relação à concentração de  $\text{CO}_2$ , verificou-se interação significativa entre os tratamentos tela x período e corredor x período ( $p < 0,01$ , teste F). Sendo que a utilização de tela fez com que os níveis médios de  $\text{CO}_2$  fossem superiores nos períodos das 10, 18 e 20 h, conforme Tabela 5. Resultado este que pode ser explicado devido ao fato da tela poder reduzir a ventilação no interior do galpão. Já segundo a NR-15 (Brasil, 2014) os valores estão bem abaixo do limite recomendado por esta norma, que é de 3.900 ppm, não necessitando de utilização de equipamento de proteção individual (EPI).

Tabela 3. Valores médios de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) nos tratamentos com e sem tela, no interior do galpão com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

	Tela	
	Com	Sem
	0,32 B	0,26 A

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste F a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 89,27%

Tabela 4. Valores médios de concentração de  $\text{NH}_3$  (ppm) na parcela corredor, ao longo do período de avaliação no interior do galpão, com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

Período	Corredor		
	Norte	Central	Sul
08:00	0,26 a A	0,26 a A	0,29 a A
10:00	0,01 a A	0,05 ab A	0,07 ab A
12:00	0,00 a A	0,05 ab A	0,13 ab A
14:00	0,20 a A	0,02 ab A	0,26 abc A
16:00	0,24 a A	0,45 abc B	0,50 abc B
18:00	0,45 a A	0,74 ac B	0,71 ac B
20:00	0,30 a A	0,46 abc A	0,38 abc A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 78,40%

Tabela 5. Valores médios de concentração de  $\text{CO}_2$  (ppm), nos tratamentos com e sem tela ao longo do período de avaliação no interior do galpão, com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

Período	Tela	
	Com	Sem
08:00	493,6 a A	486,4 a A
10:00	469,9 ab B	456,5 ab A
12:00	444,8 bc A	443,5 abc A
14:00	422,7 c A	411,9 cd A
16:00	428,9 bc A	425,0 bcd A
18:00	488,6 ab B	465,0 abc A
20:00	546,0 d B	513,7 a A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 6,82%

Pode-se observar, pela Tabela 6, que os corredores central e sul ficaram com concentrações de  $\text{CO}_2$  superiores em quase todos os períodos do dia em relação ao corredor norte, com exceção apenas dos horários das 10 e 20 h, nos quais o corredor sul ficou estatisticamente igual ao corredor norte resultado que também corrobora com o trabalho desenvolvido por Hellickson & Walker (1983), fato que pode ser explicado devido à predominância de ventos da direção nordeste.

Com relação à Legislação Brasileira, os valores médios de concentração de  $\text{CO}_2$  observados dentro do galpão estão abaixo dos níveis recomendados pela NR-15 (Brasil, 2014), que descreve o limite de tolerância de 3.900 ppm, para exposição de 8 h diárias de trabalho, não carecendo da utilização de equipamento de proteção individual (EPI). Os valores observados neste trabalho se assemelham aos relatados por Lima (2011) em trabalho realizado com frangos de corte.

Tabela 6. Valores médios de concentração de  $\text{CO}_2$  (ppm) na parcela corredor, ao longo do período de avaliação no interior do galpão, com poedeiras da linhagem *Dekalb Brown*

Período	Corredor		
	Norte	Central	Sul
08:00	457,7 a A	513,5 a B	494,3 a B
10:00	440,5 ab A	484,1 ab B	465,0 ab AB
12:00	418,5 abc A	458,8 bc B	455,2 ab B
14:00	388,8 cd A	430,4 c B	432,6 b B
16:00	390,4 cd A	449,0 bc B	441,5 b B
18:00	446,1 abc A	506,9 ab C	477,3 abc B
20:00	506,8 e A	559,8 a B	522,9 ac A

Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a nível de 0,05 de probabilidade; CV = 6,82%

## CONCLUSÕES

1. O uso de tela PEAD de 2 cm de diâmetro aumentou os níveis de ruído e concentrações de  $\text{NH}_3$  e  $\text{CO}_2$ , no entanto, durante certos períodos do dia ou em determinadas posições do galpão os valores obtidos foram inferiores aos limites estabelecidos pela legislação vigente e literatura não oferecendo, portanto, riscos à saúde das aves e dos trabalhadores.

2. Em geral, os níveis de ruído foram maiores no corredor central da região do galpão cercada por tela. As concentrações de  $\text{NH}_3$  foram maiores no corredor sul. Por sua vez, as maiores

concentrações de CO<sub>2</sub> ocorreram predominantemente no corredor central.

3. O uso de tela PEAD (com malha de 2,0 cm de diâmetro) para cercar o perímetro de galpões comerciais tipo californiano para criação de poedeiras da linhagem *Dekalb Brown* não apresentou, contudo, limitações em relação ao ambiente aéreo e acústico.

### AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq e ao ASA (Aviário Santo Antônio) pelo apoio a esta pesquisa.

### LITERATURA CITADA

- Brasil. Normas regulamentadora de segurança e saúde no trabalho (NR-15): Atividades e operações insalubres. Brasília, 2014. <<http://portal.mte.gov.br/legislacao/norma-regulamentadora-n-15-1.htm>>. 4 Jun. 2015.
- BravalherI, A. C.; Bernardo, L. A.; Miranda, M. A. M.; Angelo, T. N.; Parahyba, V. E. S. Poluição sonora em ambientes da Unicamp. *Revista Ciências do Ambiente*, v.6, p.1-7, 2010.
- Furtado, D. A.; Mota, J. K.; Nascimento, J. W. B. do; Silva, V. R. da; Tota, L. C. A. Produção de ovos de matrizes pesadas criadas sob estresse térmico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.15, p.748-753, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000700014>
- Furtado, D. A.; Rocha, H. P.; Nascimento, J. W. B. do; Silva, J. H. V. Índices de conforto térmico e concentração de gases em galpões Avícolas no semiárido paraibano. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.993-1002, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000600001>
- Hellickson, M. A.; Walker, J. N. Ventilation of agricultural structures. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1983. 213p.
- Lima, K. A. O. Avaliação de sistemas de ventilação mecanizada por pressão positiva e negativa utilizados na avicultura de corte. Campinas: UNICAMP/FEAGRI, 2011. 189p. Tese Doutorado MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.56: Procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais. Brasília, 2007. 23p.
- Menegali, I.; Tinôco, I. F. F.; Baêta, F. C.; Cecon, P. C.; Guimarães, M. C. D. C.; Cordeiro, M. B. Ambiente térmico e concentração de gases em instalações para frangos de corte no período de aquecimento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.984-990, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000700022>
- Menegali, I.; Tinôco, I. F. F.; Zolnier, S.; Carvalho, C. D.; Guimarães, M. C. D. C. Influence of different systems of minimum ventilation on air quality in broiler houses. *Engenharia Agrícola*, v.32, p.1024-1033, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000600003>
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n.36: Procedimentos para registro, fiscalização e controle de estabelecimentos avícolas de reprodução e comerciais. Brasília: MAPA, 2012. 7p.
- Miragliotta, M. Y.; Nääs, I. A.; Manzione, R. L.; Nascimento, F. F. Spatial analysis of stress conditions inside broiler house under tunnel ventilation. *Sciencia Agricola*, v.63, p.426-432, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162006000500002>
- Moura, D. J.; Bueno, L. G. F.; Lima, K. A. O.; Carvalho, T. M. R.; Maia, A. P. A. Strategies and facilities in order to improve animal welfare. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.311-316, 2010.
- Nääs, I. A.; Miragliotta, M. Y.; Baracho, M. S. Níveis de ruídos na produção de matrizes pesadas - Estudo de caso. *Revista Brasileira Ciência Avícola*, v.3, p.149-155, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000200003>
- Nääs, I. A.; Miragliotta, M. Y.; Baracho, M. S.; Moura, D. J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: Poeira e gases. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.326-335, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162007000300001>
- Nascimento, R. G.; Godoy, R. M. B.; Souto Júnior, C. A.; Uehara, G. T. Avaliação da poluição sonora na Unicamp. *Revista Ciências do Ambiente On-line*, v.3, p.60-64, 2007.
- Rocha, H. D.; Furtado, D.; Nascimento, J. D.; Silva, J. H. Índices bioclimáticos e produtivos em diferentes galpões avícolas no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.1330-1336, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001200012>
- Saraz, J. A. O.; Tinôco, I. de F. F.; Paula, M. O.; Peixoto, R. F.; Gates, R. Elaboración y evaluación de tejas de concreto en arcilla expandida para uso como coberturas de estructuras pecuarias. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, v.63, p.5651-5660, 2010.
- SAS Institute INC.SAS/STATTM SAS user's guide for windows environment. 9.3 ed. Cary : SAS Institute, 2012.
- Silva-Miranda, K. O. da; Borges, G.; Menegale, V. L. de C.; Silva, I. J. O. da. Efeito das condições ambientais no nível de ruído emitido por leitões. *Engenharia Agrícola*, v.32, p.435-445, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000300003>
- Vigoderis, R. B.; Cordeiro, M. B.; Tinôco, I. F. F.; Menegali, I.; Souza Júnior, J. P.; Holanda, M.C.R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.1381-1386, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010000600030>
- Vitorasso, G.; Pereira, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de condicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.788-794, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000600018>
- 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*, v.38, p.14-28, 1998. <http://dx.doi.org/10.1080/00071669708417936>
- Yanagi Júnior, T.; Amaral, A. G.; Teixeira, V. H.; Lima, R. R. Caracterização espacial do ambiente termoacústico e de iluminação em galpão comercial para criação de frangos de corte. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.1-12, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000100001>
- Yanagi Júnior, T.; Schiassi, L.; Rossoni, D. F.; Ponciano, P. F.; Lima, R. R. D. Spatial variability of noise level in agricultural machines. *Engenharia Agrícola*, v.32, p.217-225, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162012000200002>