

UTILIZAÇÃO DE SISTEMA DE RESFRIAMENTO ADIABÁTICO EVAPORATIVO VISANDO À PRODUÇÃO DE OVOS NO ESTADO DO PARANÁ

Cleiton Pagliari Sangali^{1*}; Élcio Silvério Klosowski²; Luís Daniel Giusti Bruno²; Cláudio Yuji Tsutsumi²; Débora Cristiane Freitag²; Aparecida da Costa Oliveira²

SAP 7766 Data envio: 28/02/2013 Data do aceite: 24/10/2013
Scientia Agraria Paranaensis – SAP; ISSN: 1983-1471
Marechal Cândido Rondon, v. 13, n.4, out./dez., p.290-295, 2014

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar o uso de sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) como alternativa para melhorar as condições de ambiente térmico, visando à produção de ovos (PO) de aves de postura da raça Rhode Island Red de 2,25 kg de peso vivo. Para as estimativas do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e da PO foram utilizados dados de normais climatológicas de temperatura e umidade relativa do ar coletados nas estações meteorológicas da rede do IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) no Estado do Paraná. A utilização de SRAE do ar proporcionaria uma redução significativa nos valores do ITU, em todas as localidades e períodos do ano estudados. Considerando uma média para o Estado, o ITU de 65,99 pode ser reduzido para 62,52 quando se resfria o ar. A produção média anual de ovos por ave por dia variou entre 0,748 e 0,784. Quando se utiliza os SRAE foi possível obter PO entre 0,779 e 0,792. Na região Norte do estado, se for utilizado o SRAE do ar, pode-se obter uma produção média de ovos por ave por dia de 0,785, quando comparado a 0,748 na condição sem resfriamento. Desta forma, o SRAE do ar pode se constituir uma opção para proporcionar aumento significativo na produção média anual de ovos por ave, com exceção da região Sul, onde as temperaturas médias anuais são mais amenas.

Palavras-chave: ambiência, aves poedeiras, climatização, arrefecimento do ar.

Use of adiabatic evaporative cooling system aiming the egg production in State of Paraná

ABSTRACT - The aim of this study was evaluate the use of evaporative cooling system (ECS) of air as an alternative to improve the thermal environment, aiming at egg production (EP) of Rhode Island Red laying hens (2.25 kg). The climatological data of air temperature and relative humidity used to estimate Temperature and Humidity Index (THI) and EP were collected in the IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) meteorological field stations from Paraná State. The use of ECS of air provides a significant reduction in the THI values, in all locations and periods of the years studied. Considering the average values, the THI of 65.99 can be reduced to 62.52 when it cooling the air. The annual EP ranged from 0.748 and 0.784. When utilizing the ECS of air was possible to get EP between 0.779 and 0.792. In state North region, the use of ECS of air results in EP of 0.784, compared to 0.739 without cooling. In this way, the ECS of air provided a significant increase in the annual EP, except to South region, where was observed low annual temperature values.

Key words: climatization, environment, laying hens, air cooling.

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá/PR. E-mail: sangalipc@hotmail.com. *Autor para correspondência

² Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Rua Pernambuco 1777, CEP 85960-000, Marechal Cândido Rondon/PR

INTRODUÇÃO

A produtividade ideal na avicultura de postura pode ser obtida quando a ave for submetida a uma temperatura efetiva adequada, sem nenhum desperdício de energia gasto na termorregulação. Segundo Silva (2000), a temperatura do ar ideal para aves de postura estaria entre 21 °C e 26 °C. Entre 26 °C e 29 °C ocorreria leve redução no tamanho dos ovos e na qualidade da casca, e temperaturas superiores a 29 °C provocariam uma redução na produção de ovos (PO). Pereira e Nääs (2005) destacam ainda que a temperatura crítica máxima média para poedeiras adultas seria de 30,9 °C. Em condições de temperaturas mais amenas as aves expressaram todos os comportamentos naturais relacionados ao conforto, evidenciando o estado de bem-estar das mesmas. Estes dados são válidos para umidade relativa do ar (UR) de 40 a 70% em que os sistemas de regulação de temperatura do animal atuam com um menor gasto de energia, o que pode ser traduzido em aumento de produção (FERREIRA, 2005).

Entretanto, nas condições de clima tropical, como é o caso de algumas regiões do Brasil, nem sempre é possível oferecer a um custo acessível um ambiente térmico confortável para as aves de postura, afetando assim o seu comportamento e a sua produção (MOURA et al., 2006; SILVA et al., 2006; PEREIRA et al., 2007a). Além de provocar redução na taxa de postura, conforme ressalta Sahim et al. (2002) e Sánchez et al. (2003), condições inadequadas de temperatura e UR afetam também a qualidade externa do ovo, assim como outras variáveis de desempenho (SAHIM et al., 2002; ALVES et al., 2007).

Desta forma, no sentido de amenizar os prejuízos na produção, em virtude do estresse térmico, e propiciar um ambiente mais confortável do ponto de vista térmico é possível promover modificações primárias como provimento de sombra por árvores ou com uso de telas. Assim como modificações secundárias por meio de sistemas de climatização fazendo uso de aspersores e nebulizadores associados a ventiladores (SARTOR et al., 2003).

Entre as modificações secundárias, o sistema de resfriamento adiabático evaporativo (SRAE) do ar tem se expandido rapidamente em locais afetados pelo estresse térmico. Este sistema é simples, prático e possui uma boa relação custo/benefício o que tem agradado muitos produtores (ARCARO JÚNIOR et al., 2003). Os princípios da sua funcionalidade consistem em mudar o ponto de estado psicrométrico do ar, para maior umidade e menor temperatura, mediante o contato do ar com uma superfície umedecida ou líquida (SMITH et al., 2006). A máxima redução que se pode obter nos valores de temperatura do ar consiste em atingir a temperatura do ponto de orvalho, caso a eficiência do sistema de resfriamento seja de 100% (CAMARGO, 2004).

Os benefícios do uso de sistemas de climatização na produção de aves de postura foi revisado por Xim et al. (2011) e ainda, avaliado por diversos autores, para outras espécies de interesse zootécnico: frangos de corte

(FURTADO et al., 2006; WELKER et al., 2008); perus em épocas de baixa umidade relativa do ar (MENDES et al., 2010); fêmeas suínas e leitões na maternidade (TEIXEIRA et al., 2004; TOLLON; NÄÄS, 2005); suínos na fase de terminação (SARTOR et al., 2003) e bovinos de leite (CHAIYABUTR et al., 2008; ALMEIDA et al., 2011). Em todos estes estudos foram obtidos resultados satisfatórios nos índices de conforto térmico e produtivo dos animais sob efeito da climatização do ambiente.

Considerando que a produção intensiva de aves de postura pode ser aprimorada, gerando fonte de receita para novos investidores, o objetivo deste estudo foi avaliar a aplicação de SRAE do ar visando a PO no Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os valores médios mensais de normais climatológicas de temperatura do ar e UR, utilizados no presente estudo, foram coletados nas estações meteorológicas da rede do IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná), das localidades apresentadas na Figura 1, num período mínimo de coleta de nove anos até um período máximo de quarenta e oito anos.

Das localidades apresentadas na Figura 1, Cândido de Abreu, Guarapuava, Laranjeiras do Sul, Nova Cantu, Ponta Grossa e Telêmaco Borba foram agrupadas na Região Central do Estado do Paraná. A Região Leste está representada pelos municípios de Antonina, Cerro Azul, Guaraqueçaba, Morretes e Pinhais. A Região Norte do Estado é a que apresenta maior número de estações meteorológicas do IAPAR, localizadas nos municípios de Apucarana, Bandeirantes, Bela Vista do Paraíso, Cambará, Cianorte, Iporã, Joaquim Távora, Londrina, Mauá da Serra, Palotina, Paranaíba e Umuarama. Já a Região Oeste está representada pelos municípios de Cascavel, Quedas do Iguaçu e São Miguel do Iguaçu. Da região Sudoeste foram utilizadas as estações meteorológicas dos municípios de Clevelândia, Francisco Beltrão, Pato Branco e Planalto e da região Sul, pelos municípios de Fernandes Pinheiro, Lapa e Palmas.

Estes locais se encontram nas regiões cujo tipo climático, segundo a classificação proposta por Koppen são Cfa e Cfb. O clima do tipo Cfa é subtropical com temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida. O clima tipo Cfb é temperado; temperatura média no mês mais frio abaixo de 18 °C (mesotérmico), com verões frescos, temperatura média no mês mais quente abaixo de 22 °C e sem estação.

A partir dos valores de temperatura e umidade relativa do ar observados, foram determinados a pressão de saturação à temperatura de bulbo seco, a pressão atual de vapor e a temperatura do ponto de orvalho.

O índice de temperatura e umidade médio mensal considera pesos para as temperaturas dos termômetros de

bulbo seco e de um parâmetro que indica o teor de umidade do ar, expresso pela Equação 1 (THOM, 1958):

Em que:

$$ITU = ts + 0,36t_{po} + 41,2 \text{ ----- } 1$$



Figura 1 - Localização geográfica de estações meteorológicas do Estado do Paraná. Extraído de: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070> e adaptado.

ITU= Média mensal do índice de temperatura e umidade (adimensional), t_s = média mensal da temperatura de bulbo seco (°C) e, t_{po} = média mensal da temperatura do ponto de orvalho (°C).

A produção de ovos, com base em aves Rhode Island Red de 2,25 kg, foi calculada pela Equação 2 (OTA et al., 1953).

$$PO = 0,556 + 0,0389t_s - 0,00179t_s^2 + 0,00001786t_s^3 \text{ -- } 2$$

Em que:

PO = produção de ovos por ave por dia e, t_s = média mensal da temperatura de bulbo seco (°C).

O potencial de redução da temperatura do ar, que corresponde à diferença entre a temperatura de bulbo seco e a de ponto de orvalho (CAMPOS et al., 2002), considerando eficiência do sistema de resfriamento do ar de 80%, foi calculado pela equação 3:

$$PRTA = 0,8 \times (t_s - t_{po}) \text{ ----- } 3$$

Em que:

PRTA= média mensal do potencial de redução da temperatura do ar (°C), t_s = média mensal da temperatura de bulbo seco (°C) e, t_{po} = média mensal da temperatura do ponto de orvalho (°C).

A temperatura após resfriamento do ar foi calculada descontando o valor de potencial de redução da temperatura de bulbo seco utilizando a equação 4:

$$t_{PRTA} = t_s - PRTA \text{ ----- } 4$$

Em que:

t_{PRTA} = média mensal da temperatura após resfriamento evaporativo (°C), t_s = média mensal da temperatura de bulbo seco (°C), PRTA= média mensal do potencial de redução da temperatura do ar (°C).

Os valores de ITU e PO foram novamente estimados substituindo t_s por t_{PRTA} .

Os valores de ITU e PO foram analisados por meio de análise de variância (ANOVA), com subsequente aplicação do teste Scott-Knott (1974) ao nível de 5% de significância, considerando como tratamentos as localidades e a utilização ou não de sistema de resfriamento adiabático evaporativo do ar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de novembro a março, para as regiões Norte, Leste e Oeste e nos meses de dezembro janeiro e fevereiro para as regiões Centro e Sudoeste, os valores médios de ITU ficaram acima de 70 (dados não apresentados), demonstrando a condição de estresse térmico aos quais as aves de postura poderão estar submetidas, conforme indica Hahn (1985). Estes resultados se assemelham aos obtidos por Klosowski et al. (2006) que encontraram probabilidade de 88% de

ocorrência de valores de ITU maiores que 70, para os municípios de Morretes, Londrina e Planalto localizados, respectivamente, nas regiões Leste, Norte e Sudoeste do Estado do Paraná, especialmente entre os meses de novembro a abril, período em que foram registrados os maiores valores de temperatura nestas regiões.

Considerando a média anual de temperatura do ar, a utilização de SRAE do ar possibilita redução de 4,4, 4,0, 3,9, 3,6, 2,8 e 2,2 °C para as regiões Norte, Sudoeste,

Oeste, Centro, Sul e Leste, respectivamente, o que possibilitou redução significativa ($p < 0,05$) nos valores de ITU (Tabela 1). A menor redução nos valores de temperatura do ar, e consequentemente nos valores de ITU, observado na região Leste está relacionada com os altos valores de UR observados, o que de acordo com Collier et al. (2006), reduz a eficiência do resfriamento do ar.

TABELA 1. Média anual do índice de temperatura e umidade (ITU) sem e com a utilização de sistema de resfriamento adiabático evaporativo do ar (SRAE), para as regiões Centro, Leste, Norte, Oeste, Sudoeste e Sul do Estado do Paraná.

Região	ITU médio anual normal	
	Sem SRAE	Com SRAE
Centro	65,17 C a	61,62 C b
Leste	67,16 B a	64,94 A b
Norte	68,05 A a	63,62 B b
Oeste	67,16 B a	63,29 B b
Sudoeste	65,44 C a	61,48 C b
Sul	62,96 D a	60,14 D b
Média	65,99 a	62,52 b

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e letra minúscula, nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) ao nível de 5%.

O efeito da UR sobre a eficiência do SRAE do ar também pode ser evidenciado entre os meses do ano. Os maiores valores de redução da temperatura do ar (4,1 °C) para o estado do Paraná foram determinados para o período de agosto a novembro, correspondendo aos meses com menores valores de UR em torno de 70%. Já no período de dezembro a março, apesar de apresentarem as maiores temperaturas do ar, possibilitam menor potencial para redução de temperatura (3,3 °C) por meio de SRAE do ar, fato que se deve a ocorrência de maiores valores de UR.

Estes resultados corroboram com os obtidos por Campos et al. (2002), que também observaram maiores valores de potencial de redução de temperatura do ar para o município de Maringá - PR nos meses de agosto a novembro, cujos picos superaram 7 °C para este período e os menores de dezembro a março.

Considerando o valor médio anual de ITU para o estado do Paraná, foi possível reduzir esse índice para 62,52 quando comparado a 65,99 na condição sem a utilização de SRAE do ar. Desta forma, para todas as localidades e períodos do ano estudado, o ITU pode ser reduzido para valores abaixo de 70 (dados não apresentados). Segundo Carvalho et al. (2009), o uso de sistema de ventilação em modo túnel associado a sistemas

de resfriamento evaporativo do tipo material poroso umedecido com 70% de eficiência e nebulização durante o ano promoveram redução significativa no ITU para a região sudeste do Brasil. Embora este índice tenha sido alterado somente de 77,3 para 76,5, com maior redução observada para os meses de setembro e outubro, conferiram ao local um ambiente mais confortável do ponto de vista térmico do que sem a climatização.

Os maiores valores estimados de PO (0,80 ovos por ave por dia) foram observados na região Sul no período de maio a setembro (dados não apresentados), devido às menores temperaturas do ar observadas nesta região e período do ano, cujas condições de ambiente que caracterizam esta região como apta para exploração comercial de aves de postura sem a necessidade de modificações no ambiente. Já os menores valores estimados de PO foram observados nas regiões Norte (0,71), Oeste (0,71) e Leste (0,72) no mês de janeiro associados a valores de temperatura do ar mais elevadas.

Neste sentido, os resultados obtidos corroboram com aqueles encontrados por Pereira et al. (2007b), que também observaram maior PO (0,89 ovos por ave por dia) em aves submetidas a ambiente térmico mais favorável (23 °C) quando comparado as aves mantidas em ambientes com alta temperatura do ar (35 °C) no qual não se

observou produção de ovos. Complementando, Barbosa et al. (2006) afirmam ainda que, condições inadequadas de temperatura e UR, afetam também a qualidade externa do ovo.

O SRAE do ar proporcionou uma condição de ambiente mais confortável para as poedeiras o que resultou em aumento significativo ($p < 0,05$) na produção média de ovos, com exceção da região Sul (Tabela 2). Nesta região, as temperaturas do ar se aproximam da condição de conforto térmico ideal para aves poedeiras. Estes resultados corroboram aos encontrados por Oliveira et al.

(2011), confirmando que o uso da climatização na produção intensiva de aves de postura promoveria uma melhora nos índices produtivos.

O aumento da PO na região Leste (maior UR) com o uso de SRAE do ar foi menos pronunciado que o obtido na região Norte, o que segundo Campos et al. (2002), se explica pelo fato do potencial de redução da temperatura do ar ser inversamente proporcional aos valores de UR, uma vez que o processo se baseia na introdução de umidade no ambiente.

TABELA 2. Valores de produção média de ovos por ave por dia, sem e com a utilização de sistema de resfriamento adiabático evaporativo do ar (SRAE), para as regiões Centro, Leste, Norte, Oeste, Sudoeste e Sul do Estado do Paraná.

Região	Produção de ovos (por ave por dia)	
	Sem SRAE	Com SRAE
Centro	0,771 B b	0,790 B a
Leste	0,761 CD b	0,779 B a
Norte	0,748 E b	0,785 B a
Oeste	0,756 D b	0,785 ABa
Sudoeste	0,767 BC b	0,789 A a
Sul	0,784 A a	0,792 A a
Média	0,765 b	0,787 a

*Médias seguidas da mesma letra maiúscula nas colunas e letra minúscula, nas linhas não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974) ao nível de 5%.

Considerando a média anual de PO para o estado do Paraná, houve aumento de 0,78 para 0,79 com o uso de SRAE do ar, o que representou uma melhora significativa ($p < 0,05$) de 3% na PO por ave por dia, para o Estado do Paraná, quando comparado aos valores de produção de ovos sem o uso de SRAE do ar. Neste sentido, Mashaly et al. (2004) sugerem que é possível obter aumento na produção de ovos de até 31,2% nas aves mantidas em ambiente climatizado (23,9 °C) quando comparado as aves mantidas em ambiente com temperaturas mais elevadas (35 °C). Esta constatação indica que a temperatura do ar mais amena proporcionada pelo uso do SRAE propicia maior PO o que justifica seu emprego desde que se considerem as condições locais e a época do ano.

CONCLUSÕES

A utilização de sistemas para resfriamento do ar possibilita redução significativa nos valores de ITU e maior produção de ovos no Estado do Paraná. As temperaturas do ar mais amenas proporcionadas por estes sistemas justificam seu emprego desde que se considerem as condições locais e a época do ano.

AGRADECIMENTOS

Ao PIBIC / FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA / UNIOESTE, por financiarem esta pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, G.L.P.; PANDORFI, H.; GUISELINI, C.; ALMEIDA, G.A.P.; MORRI, W.B.B. Investimento em climatização na pré-ordenha de vacas girolando e seus efeitos na produção de leite. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.12, p.1337-1344, 2011.
- ALVES, S.; PEREIRA, D.F.; SILVA, I.J.O.; PIEDADE, S.M.S. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.5, p.1388-1394, 2007.
- ARCARO JÚNIOR, I.; ARCARO, J.R.P.; POZZI, C.R.; FAGUNDES, H.; MATARAZZO, S.V.; OLIVEIRA, J.E. Teores plasmáticos de hormônios, produção e composição do leite em sala de espera climatizada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.79, n.2, p.350-354, 2003.
- BARBOSA FILHO, J.A.D.; SILVA, M.A.N.; SILVA, I.J.O.; COELHO, A.A.D. Egg quality in layers housed in different production systems

- and submitted to two environmental conditions. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.1, p.23-28, 2006.
- CAMARGO, J.R. Resfriamento evaporativo: Poupança a energia e o meio ambiente. **Revista de ciências exatas**, v.10, n.2, p.69-75, 2004.
- CAMPOS, A.T.; KLOSOWSKI, E.S.; GASPARINO, E.; CAMPOS, A.T. Estudo do potencial de redução da temperatura do ar por meio do sistema de Resfriamento adiabático evaporativo na região de Maringá – estado do Paraná. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.24, n.5, p.1575-1581, 2002.
- CARVALHO, V.F.; JUNIOR, T.Y.; FERREIRA, L.; DAMASCENO, F.A.; SILVA, M.P. Zoneamento do potencial de uso de sistemas de resfriamento evaporativo na criação de frangos de corte para região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.358-366, 2009.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000. CD. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>/modules/conteúdo/conteúdo?conteúdo=267 Acesso em: 24 de junho de 2008.
- CHAIYABUTR, N.; CHANPONGSANG, S.; SUADSONG, S. Effects of evaporative cooling on the regulation of body water and milk production in crossbred Holstein cattle in a tropical environment. **International Journal Biometeorology**, v.52, n.575-585, 2008.
- COLLIER, R.J.; DAHL, G.E.; VANBAALE, M.J. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.1244-1253, 2006.
- 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.; 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, n.2, p.484-489, 2006.
- HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: **Stress physiology in livestock**. M. K. Yousef, Ed: CRC Press, Boca Raton, v.2, p.151-174, 1985.
- IAPAR, Agrometeorologia, Estações meteorológicas, Médias históricas. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>. Acesso em 11 de maio de 2008.
- KLOSOWSKI, E.S.; CAMPOS, A.T.; CARAMORI, P.H.; GASPARINO, E.; CAMPOS, A.T. Frequência de ocorrência de valores horários do Índice de Temperatura e Umidade na escala mensal para o Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, n.2, p.140-148, 2006.
- MASHALY, M.M.; HENDRICKS, G.L.; KALAMA, M.A.; GEHAD, A.E.; ABBAS, A.O.; PATTERSON, P.H. Effect of heat stress on production parameters and immune response of commercial laying hens. **Poultry Science**, v.83, p.889-894, 2004.
- MENDES, A.S.; MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; SONODA, L.T. Temperaturas de acionamento de sistemas de climatização para perus em épocas de baixa UR. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.788-798, 2010.
- MOURA, D.J.; NÄÄS, I.A.; PEREIRA, D.F.; SILVA, R.B.T.R.; CAMARGO, G.A. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.8, n.1, p.137-148, 2006.
- OLIVEIRA, E.L.; GOMES, F.A.; SILVA, C.C.; DELGADO, R.C.; FERREIRA, J.B. Desempenho, características fisiológicas e qualidade de ovos de poedeiras *isa brown* criadas em diferentes sistemas de produção no vale do Juruá – Acre. **Enciclopédia Biosfera**, v.7, n.13, p.339-347, 2011.
- OTA, H.; GARVER, H.L.; ASHBY, W.A. Heat and moisture production of laying hens. **Agriculture Engineering**, v.34, p.163-167, 1953.
- PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A. Estimativa do conforto de matrizes de frango de corte baseada em análise do comportamento de preferência térmica. **Engenharia Agrícola**, v.25, n.2, p.315-321, 2005.
- PEREIRA, D.F.; NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; SALGADO, D.D.; PEREIRA, G.O.T. Broiler breeder behavior and egg production as function of environmental temperature. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v.9, n.1, p.9-16, 2007b.
- PEREIRA, D.F.; SALGADO, D.F.; NÄÄS, I.A.; PENHA, N.L.J.; BIGHI, C.A. Efeitos da temperatura do ar, linhagem e período do dia nas frequências de ocorrências e tempos de expressão comportamental de matrizes pesadas. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.596-610, 2007a.
- SAHIM, K.; SAHIM, N.; ONDERCI, M. Vitamin e supplementation can alleviate negative effects of heat stress on egg production, egg quality, digestibility of nutrients and egg yolk mineral concentrations of Japanese quails. **Research Veterinary Science**, v.73, p.307-312, 2002.
- SÁNCHEZ, C.; MONTILLA, J.J.; ANGULO, I.A.; LEÓN, Y.A. Efecto del diseño de galpós y ubicación de las jaulas sobre El peso corporal, mortalidad y conversión alimenticia em gallinas ponederas. **Revista da Faculdade de Agronomia**, v.20, p.195-209, 2003.
- SARTOR, V.; BAÊTA, F.C.; TINÓCO, I.F.F. LUZ, M.L. Efeito do resfriamento evaporativo no desempenho de suínos em fase de terminação. **Engenharia na Agricultura**, v.11, n.4, p.58-64, 2003.
- SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, n.3, p.507-512, 1974.
- SILVA, L.J.O.; FILHO, J.A.D.B.; SILVA, M.A.N.; PIEDADE, S.M.S. Influência do sistema de criação nos parâmetros comportamentais de duas linhagens de poedeiras submetidas a duas condições ambientais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1439-1446, 2006.
- SILVA, R.G. **Introdução a bioclimatologia animal**. São Paulo: Nobel, 2000; 286p.
- SMITH, T.R.; CHAPA, A.; WILLARD, S.; HERNDON JR, C.; WILLIAMS, R.J.; CROUCH, J.; RILEY, T.; POGUE, D. Evaporative Tunnel Cooling of Dairy Cows in the Southeast. II: Impact on Lactation Performance. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.10, p.3915-3923, 2006.
- TEIXEIRA, V.H.; TEIXEIRA, A.S.; LOPES, S.P. Efeito do resfriamento adiabático evaporativo e da ventilação forçada no desempenho de porcas lactantes e suas leitegadas. **Revista Engenharia Agrícola**, v.12, n.1, p.51-56, 2004.
- THOM, E.C. Cooling degree – day air conditioning, heating and ventilating. **Transactions of the ASAE**, St Joseph, v.55, n.7, p. 65-72, 1958.
- TOLON, Y.B.; NÄÄS, I.A. Avaliação de tipos de ventilação em maternidade de suínos. **Engenharia Agrícola**, v.5, n.3, p.565-574, 2005.
- WELKER, J.S.; ROSA, A.P.; MOURA, D.J.; MACHADO, L.P.; CATELAN, F.; UTPATEL, R. Temperatura corporal de frangos de corte em diferentes sistemas de climatização. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.37, v.8, p.1463-1467, 2008.
- XIN, H.; GATES, R.S.; GREEN, A.R.; MITLOEHNER, F.M.; MOORE JR, P.A.; WATHES, C.M. Environmental impacts and sustainability of egg production systems. **Poultry Science**, v.90, n.1, p.263-277, 2011.