

AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE CONFORTO TÉRMICO PARA COMPARAÇÃO DA PERFORMANCE DE GALPÕES DE PRODUÇÃO DE OVOS

Jhonatan Cabrera Piazzentin¹, Camila Pires Cremasco², Willian Aparecido Leoti Zanetti³, Mario Mollo Neto⁴.

¹Licenciado do Curso de Matemática da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Presidente Prudente/SP – Brasil

²Prof. Dra. da Faculdade de Ciências e Engenharia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Tupã/SP – Brasil

³Discente do Curso de Engenharia de Biosistemas da FCE da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Tupã/SP – Brasil

⁴Prof. Dr. da Faculdade de Ciências e Engenharia da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, Campus de Tupã/SP - Brasil
mariomollo@tupa.unesp.br

Recebido em: 08/04/2017 – Aprovado em: 10/06/2017 – Publicado em: 20/06/2017
DOI: 10.18677/EnciBio_2017A21

RESUMO

Na atualidade, a produção avícola na região sudeste do Brasil vê-se negativamente afetada pelo aumento das temperaturas, com bruscas alterações do ambiente externo sobre o interior das instalações de criação, e as repetidas ondas de calor provocam perdas na produção pela exposição ao estresse por calor o que acaba causando aumento na mortalidade, e conseqüentemente, perdas econômicas. Nesta pesquisa, utilizou-se um sistema microprocessado de coleta de variáveis meteorológicas, de forma a realizar a comparação entre o desempenho produtivo de galpões de criação de aves poedeiras numa granja comercial situada no município de Rinópolis/SP buscando identificar se as diferenças nas características construtivas dos galpões podem impactar a produção por meio de ampliação dos índices de mortalidade decorrentes das elevações de temperatura, detectadas por meio dos sensores que permitem inferir os valores dos indicadores de índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) e da Entalpia dos ambientes de criação. Os resultados apontam para a possibilidade da comparação por meio do método proposto e permitiu aos pesquisadores entender que há, sim, correlação entre a mortalidade das aves e o ambiente térmico dos galpões de produção.

PALAVRAS- CHAVE: Conforto Animal, Eficiência Térmica, Entalpia.

COMFORT THERMAL INDICATORS EVALUATION FOR COMPARISON OF EGG PRODUCTION WAREHOUSE PERFORMANCE

ABSTRACT

Nowadays, poultry production in the southeastern region of Brazil is negatively affected by the increase in temperatures, with abrupt changes in the external environment on the interior of breeding facilities, and repeated heat waves cause production losses due to their exposure to stress by heat which ends up causing an

increase in mortality, and consequently, economic losses. In this research, a microprocessed system was used to collect meteorological variables, in order to compare the productive performance of laying hens in a commercial farm located in the city of Rinópolis/SP, in order to identify if differences in the constructive characteristics of sheds can impact production by increasing the mortality rates due to temperature rises, detected through the sensors that allow to infer the values of the indicators of Temperature-Humidity Index (THI) and Black Globe-Humidity Index (BGHI) and Enthalpy of the breeding environments. The results point to the possibility of comparison using the proposed method and allowed researchers to understand that there is a correlation between poultry mortality and the thermal environment of production sheds.

KEYWORDS: Animal Comfort, Thermal Efficiency, Enthalpy.

INTRODUÇÃO

Considerando que atualmente a produção avícola vê-se negativamente afetada pelo possível aumento das temperaturas, limitando as áreas onde a produção possa ser estabelecida e renovando a procura de meios para amenizar as bruscas alterações do ambiente externo sobre o interior das instalações, a produção de aves no Brasil deve permanecer investindo em inovação para poder manter a atual posição entre os maiores produtores da América Latina. Como o consumo no mundo tem aumentado nos últimos anos, os consumidores tornaram-se mais exigentes quanto ao bem estar das aves (GRANDIN, 2013), e com relação à qualidade e a segurança deste produto (VAN HOEK et al., 2012), fato este que gera mais motivação para o aporte tecnológico.

Isto é reforçado pelo trabalho de VALE et al. (2008), que destacam que as ondas de calor provocam perdas na produção animal pela exposição ao estresse por calor aumentando a mortalidade, e conseqüentemente, perdas econômicas. Estas ondas de calor são recorrentes na região sudeste do Brasil.

Segundo OLIVEIRA et al. (2015) a indústria avícola no Brasil tem grande importância no mercado internacional e doméstico, destacando o forte dinamismo produtivo e comercial da produção avícola que emprega mais de 3,6 milhões de pessoas direta e indiretamente, representando cerca de 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) e, considera-se que estes indicadores podem ser negativamente afetados pelos impactos das frentes de calor.

Segundo OLIVEIRA et al. (2015), nas últimas décadas a preocupação com o conforto animal está aumentando notavelmente, especialmente quando associada a respostas fisiológicas como indicadores dela. Os mesmos autores reforçam que ainda há falta de investigações sobre o bem-estar para as condições arquitetônicas e construtivas dos galpões brasileiros de aves.

Aves expostas a condições de alta temperatura ambiente modificam o comportamento e homeostase fisiológica tentando reduzir a temperatura do corpo. Em geral, diferentes espécies de aves podem reagir de forma semelhante ao estresse térmico, mas mostrando variações individuais na intensidade e duração das respostas (LARA & ROSTAGNO, 2013).

De acordo com o trabalho de SILVA et al. (2015), na avicultura moderna, deve-se dar importância ao ambiente de criação, pois é um dos principais causadores de perdas na produção animal em escala industrial. Nesse sentido, a temperatura e a umidade relativa do ar, a ventilação, a radiação solar, a concentração de gases e de poeira, e ainda a intensidade e a duração dos agentes

estressores apresentam-se como os principais condicionadores de depreciação dos índices zootécnicos.

COSTA et al. (2012) dizem que a habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações e que o ambiente do sistema de criação possui influência direta na condição de conforto (associado a características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna do animal) e bem-estar animal, promove a manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão dos comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo das aves. Estes mesmos autores ainda reforçam que o ambiente térmico, representado por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, pode ser quantificado através de índice de entalpia, de índices de conforto térmico, como o ITGU e o ITU.

Em pesquisa anteriormente realizada, MOLLO NETO et al. (2016), apresentaram um sistema coletor de dados inteligente microcontrolado para a monitoração do indicador de conforto ambiental ITU (índice de Temperatura e Umidade) dos galpões de produção de aves. Este equipamento teve o *firmware* modificado para efetuar, também, a medição dos valores de ITGU (índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade) e a Entalpia da Instalação durante as coletas de dados, e foi também utilizado na presente pesquisa.

A modificação do equipamento levou em consideração a inclusão, como segue, das Equações 1 e 2 em seu *firmware*, para o cálculo dos valores de ITGU e da Entalpia da instalação utilizando os valores já coletados pelos sensores projetados na primeira versão do equipamento.

$$ITU = T_{bs} + 0,36.T_{po} + 4,15 \quad \text{Eq 1}$$

$$ITGU = ((T_{bs} + 2,73) + (0,36.(T_{po} + 273))) - 330,08 \quad \text{Eq 2}$$

$$H = 6,7 + 0,243.T_{bs} + \left\{ \frac{UR}{100} \cdot 10^{\left(\frac{-7,5.T_{bs}}{237,8 + T_{bs}} \right)} \right\} \cdot 4,18 \quad \text{Eq 3}$$

onde,

T_{bs} – temperatura de bulbo seco (C°)

T_{po} – temperatura de ponto de orvalho, (K)

UR – a umidade relativa do ar

Considerando-se as indicações da bibliografia acima destacadas, e da modificação realizada no equipamento de coleta de dados da pesquisa de MOLLO NETO et al. (2016), nesta pesquisa, focaram-se como objetivos, realizar a comparação entre o desempenho produtivo de galpões de criação de aves poedeiras numa granja comercial situada no município de Rinópolis/SP buscando identificar se as diferenças nas características construtivas dos galpões podem impactar a produção por meio de ampliação dos índices de mortalidade decorrentes

das elevações de temperatura, detectadas por meio de sensores que permitem inferir os valores dos indicadores de ITU, ITGU e da Entalpia dos ambientes de criação.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa de campo foi realizada na cidade de Rinópolis-SP latitude 21°43'33" e longitude 50°43'20" durante o intervalo entre as datas de 20/10/2016 até 31/10/2016. A coleta de dados foi realizada de maneira automática mediante a instalação do coletor de dados desenvolvido por MOLLO NETO et al. (2016). Os dados foram registrados em cartão de memória SD em formato texto.

Após a coleta de dados o arquivo texto dos registros foi exportado para uma planilha EXCEL e deste para o *software* MINITAB (2014). Utilizando o *software* MINITAB foi executada a função para obter a estatística descritiva para o comportamento dos indicadores de conforto térmico ITU, ITGU, e ENTALPIA.

Desta análise foram obtidos os gráficos *Boxplot* e destes *Boxplot* inferiram-se as médias, valores máximos, mínimos, e desvio padrão para cada um dos indicadores. Na sequência realizou-se a análise de variância (ANOVA) ainda com o auxílio do *software* MINITAB para a comparação entre os galpões da granja. Estes galpões no levantamento de campo foram identificados por meio de números sequenciais de 1 a 14, dos quais, aleatoriamente, foram sorteados para a análise os galpões de número 1,2,8,9,11 e 14 (todos com mesma dimensão, estrutura e cobertura metálicas, alguns com laterais abertas e outros com as laterais fechadas). Compararam-se então os blocos de galpões fechados e abertos para os indicadores de ITU, ITGU, e ENTALPIA.

De posse destes resultados foi possível construir os gráficos da performance para as médias dos indicadores dos grupos de galpão e, a partir deste ponto foi possível inferir os galpões que apresentam melhor performance térmica para a produção com base na excursão dos indicadores levantados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Executando-se a função de estatística descritiva no *software* MINITAB, foram obtidos os resultados apresentados na Figura 1 que apresentam de forma descritiva (*Boxplot*) o comportamento dos indicadores de avaliação de conforto térmico ITU (Índice de Temperatura e Umidade).

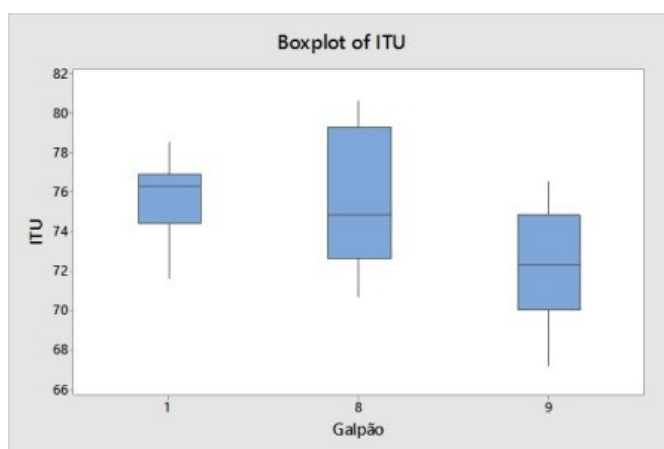


FIGURA 1. Descrição dos galpões abertos por *boxplot* nos índices ITU.

Na Figura 2, apresentam-se de forma descritiva (*Boxplot*) o comportamento dos indicadores de avaliação de conforto térmico ITGU (Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade).

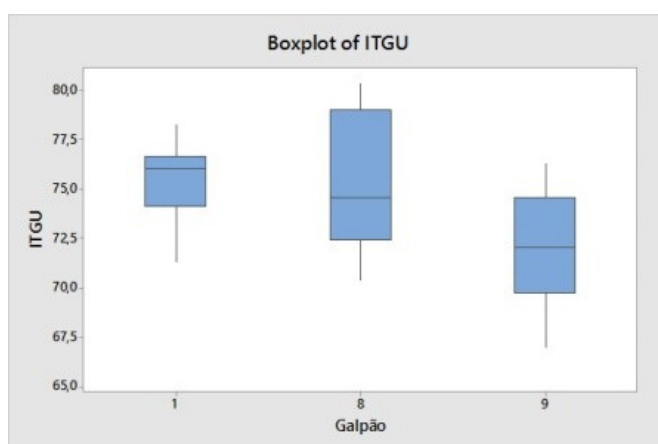


FIGURA 2. Descrição dos galpões abertos por *boxplot* nos índices ITGU.

Na Figura 3, que apresentam de forma descritiva (*Boxplot*) o comportamento dos indicadores de Entalpia, que segundo NAVAS (2014), é escrita em função das variáveis temperatura ambiente e umidade relativa.

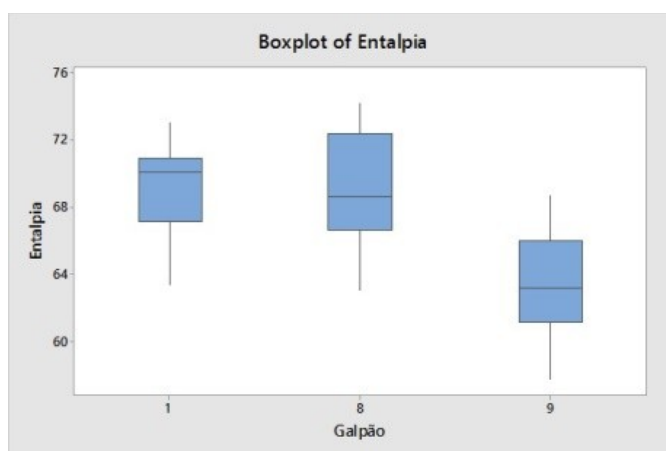


FIGURA 3. Descrição dos galpões abertos por *boxplot* nos índices ENTALPIA.

O índice ITU apresentou, no período de pesquisa, valor médio de 75 nos galpões 1 e 8, e no galpão 9 a média foi de 72. O mesmo ocorre com o índice ITGU, o que evidencia semelhança entre os indicadores. Para os galpões do tipo aberto, em relação à entalpia, apresentaram-se também diferenças nos valores máximos e valor mínimos, isto é, houve um maior desvio padrão nos dados coletados. Da mesma forma, descrevendo os dados apresentados nas Figuras 4,5 e 6, percebe-se que os índices ITU e ITGU possuem o mesmo comportamento nos galpões fechados, obtendo valor máximo próximo a 81 e valor mínimo de 66. Já no índice de Entalpia apresentou o valor máximo de 75 e valor mínimo de 56. Da mesma forma, observou-se que houve um maior desvio padrão nos dados coletados.

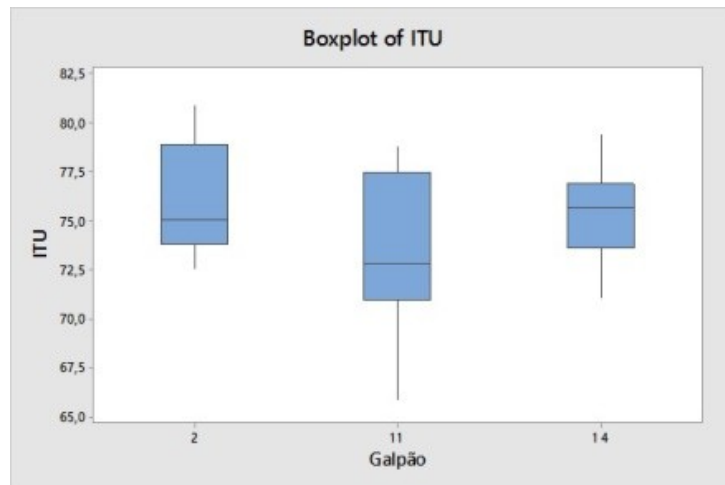


FIGURA 4. Descrição dos galpões fechados por boxplot nos índices de ITU.

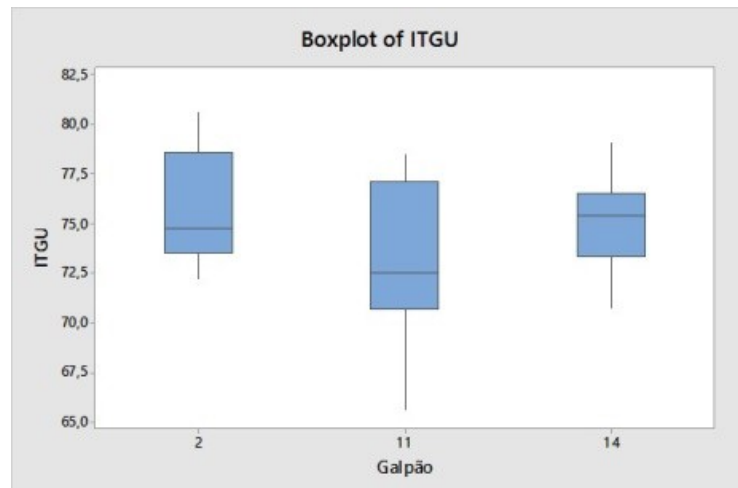


FIGURA 5. Descrição dos galpões fechados por boxplot nos índices de ITGU.

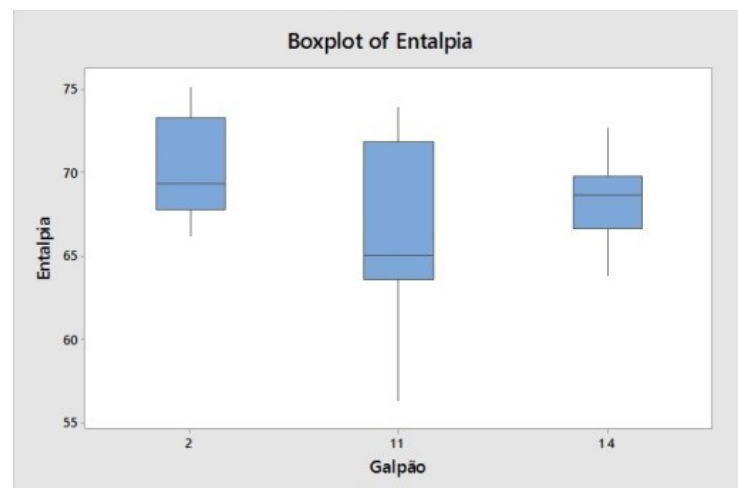


FIGURA 6. Descrição dos galpões fechados por boxplot nos índices de ENTALPIA.

A Tabela 1, apresenta a análise de variancia ANOVA, obtida do *software* MINITAB, dos galpões abertos e fechados, nos índices de conforto térmico.

TABELA 1. Comparação entre os galpões aberto e fechado nos índices ITU, ITGU e ENTALPIA.

	ITU		ITGU		ENTALPIA	
	$\bar{x} \pm \sigma$		$\bar{x} \pm \sigma$		$\bar{x} \pm \sigma$	
Aberto	74,14±3,19	B	73,84±3,19	B	66,58±4,18	B
Fechado	75,15±2,91	A	74,85±2,91	A	68,27±3,59	A

Na tabela 1, comparando os grupos tratamento em colunas ao longo do tempo, letras iguais não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste Tukey. Nota-se que existem diferenças significativas entre os galpões abertos e fechados a nível de 95% de confiança e, os galpões fechados apresentam em todos os índices avaliados neste trabalho médias superiores aos galpões abertos, apesar do desvio padrão apresentado.

Ainda na Tabela 1, pode-se observar que conforme as descrições obtidas da pesquisa realizada por NASCIMENTO et al. (2011), o índice ITU se apresenta nos galpões abertos nos patamares de “Conforto” (ITU de 64 até 74). Já nos galpões fechados, que segundo os granjeiros, acabaram causando um maior índice de mortalidade das aves, o indicador segundo o trabalho de NASCIMENTO et al. (2011), ficou nos patamares de “Alerta” (ITU de 74 a 78).

Já os galpões abertos, quanto aos Índices de entalpia, pode-se destacar que o índice se apresentou com classificação, segundo a pesquisa de NAVAS (2014), como um pouco acima da faixa de “Conforto” (Entalpia entre 56,1 e 64,6) já entrando na faixa de “Alerta” (Entalpia entre 64,7 e 70,5) resultando em melhor produção e menor mortalidade.

Os galpões fechados apresentaram um maior valor na entalpia, e observa-se que o valor está por volta de dois pontos acima da apresentada pelos galpões abertos. Este fato, apesar de os colocar na mesma faixa de classificação de “Alerta” (Entalpia entre 64,7 e 70,5) segundo o trabalho de NAVAS (2014), mostra que a eficiência deste tipo de galpão não tem o mesmo conforto apresentado pelos abertos. Isto indica que uma maior mortalidade pode ocorrer nestes galpões.

Devido a esta proximidade nos resultados, uma nova rodada de comparações se fez necessária. As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam a comparação realizada entre os três galpões abertos e os três galpões fechados estudados na pesquisa para os índices de conforto ambiental apresentados e coletados pelo equipamento desenvolvido por MOLLO NETO et al. (2016).

TABELA 2. Comparação em blocos fechado e aberto entre os galpões para o indicador ITU

	Galpão Aberto			Galpão Fechado		
ITU	1	75,75±1,96	A	2	76,14±2,56	A
ITU	8	75,66±3,24	A	14	75,59±2,02	A
ITU	9	72,24±2,59	B	11	73,36±3,74	B

Na tabela 2, comparando os grupos tratamento em colunas ao longo do tempo, letras iguais não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste Tukey.

TABELA 3. Comparação em blocos fechado e aberto entre os galpões para o indicador ITGU

	Galpão Aberto			Galpão Fechado		
ITGU	1	75,45±1,96	A	2	75,84±2,56	A
ITGU	8	75,36±3,24	A	14	75,29±2,02	A
ITGU	9	71,94±2,59	B	11	73,06±3,74	B

Na tabela 3, comparando os grupos tratamento em colunas ao longo do tempo, letras iguais não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste Tukey.

TABELA 4. Comparação em blocos fechado e aberto entre os galpões para indicador de Entalpia

	Galpão Aberto			Galpão Fechado		
ENTALPIA	1	69,12±2,62	A	2	70,27±2,69	A
ENTALPIA	8	69,26±3,32	A	14	66,22±4,99	A
ENTALPIA	9	63,4±3,03	B	11	68,3±2,22	C

Na tabela 4, comparando os grupos tratamento em colunas ao longo do tempo, letras iguais não diferem entre si estatisticamente ($p \leq 0,05$) de acordo com o teste Tukey. De posse destes resultados foi possível a montagem, no software MINITAB, dos gráficos referentes à performance dos grupos de galpões quanto às médias dos indicadores de ITU (Figura 7), ITGU (Figura 8) e Entalpia (Figura 9).

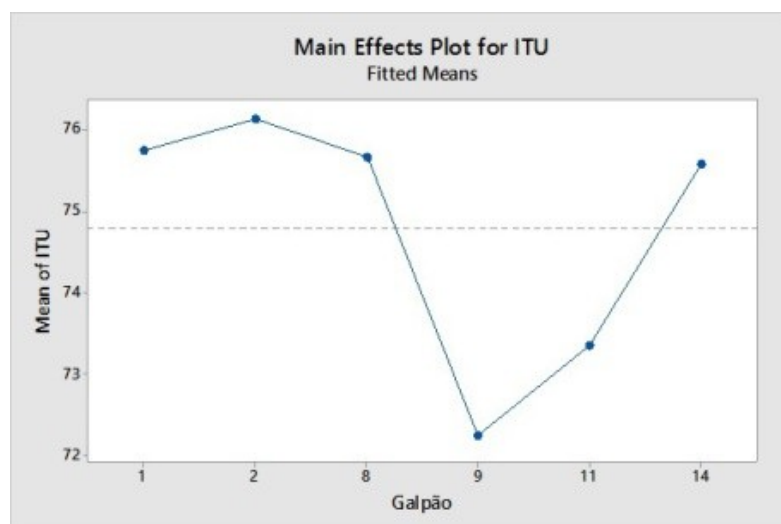


FIGURA 7. Gráfico da performance dos valores médios dos grupos de galpões para os indicadores de ITU.

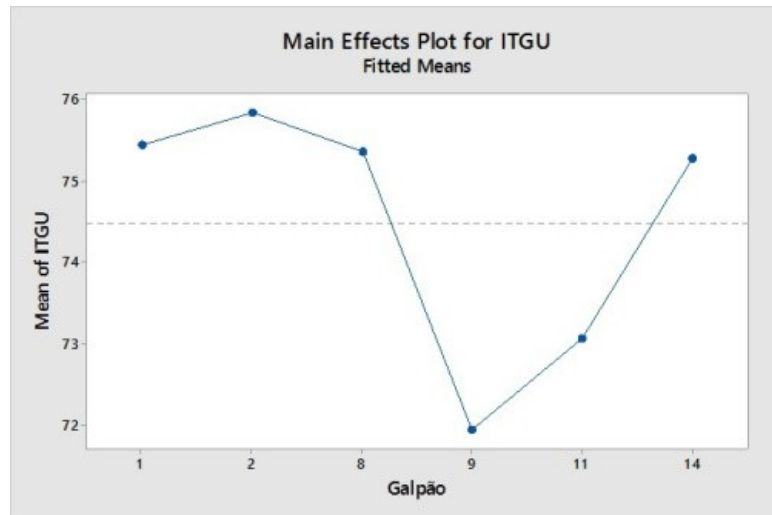


FIGURA 8. Gráfico da performance dos valores médios dos grupos de galpões para os indicadores de ITGU.

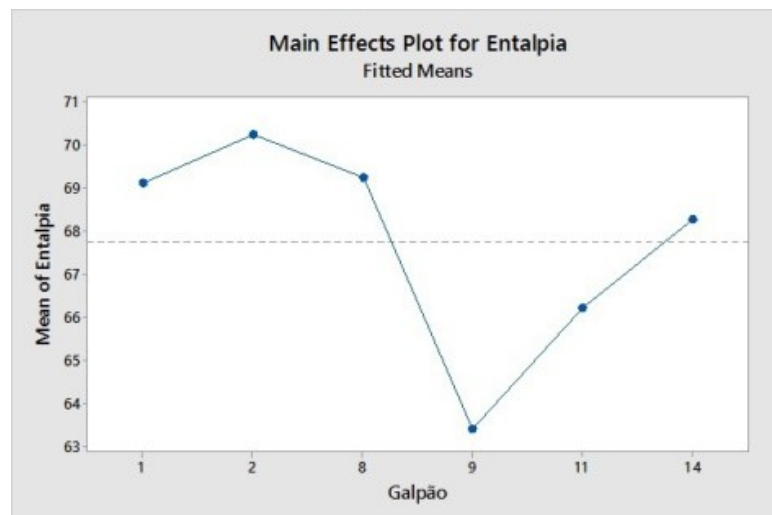


FIGURA 9. Gráfico da performance dos valores médios dos grupos de galpões para os indicadores de Entalpia.

Observa-se com os gráficos das Figuras 7, 8 e 9 que a melhor performance obtida foi correspondente ao galpão de número 9 e, o pior resultado foi obtido para o galpão de número 2 sob todos os indicadores, com curvas muito semelhantes. Para a validação destes resultados, foi consultada a direção da granja em que os dados foram coletados e foi solicitado que os gestores enviassem os dados de resultados da produção e dos indicadores de mortalidade obtidos para os períodos em que os galpões foram pesquisados.

Ao receber os dados dos gestores, foi possível verificar que as maiores produções ocorreram exatamente junto ao galpão de número 9 (melhor resultado de performance quanto ao conforto térmico da instalação) e que a maior mortalidade das aves e pior produção ocorreram no galpão de número 2 (pior resultado de performance quanto ao conforto térmico da instalação), o que corrobora os resultados obtidos e valida o método de análise aplicado.

CONCLUSÕES

Conclui-se, com o experimento e os resultados obtidos que, foi possível realizar a comparação entre o desempenho produtivo dos galpões de criação de aves poedeiras na granja estudada e também foi possível identificar que as diferenças nas características construtivas dos galpões podem impactar a produção por meio de ampliação dos índices de mortalidade decorrentes das elevações de temperatura, detectadas automaticamente por meio dos sensores eletrônicos instalados nos ambientes de criação. A validação também permitiu aos pesquisadores entender que há correlação entre a mortalidade das aves e o ambiente térmico dos galpões de produção, o que deve ser mais estudado em novas pesquisas, mas que, já é corroborado pela literatura referente ao tema em questão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNESP e ao CNPq pelas bolsas e fomento à pesquisa.

REFERÊNCIAS

COSTA, E.M.S., DOURADO, L.R.B. E MERVAL, R.R. Medidas para avaliar o conforto térmico em aves. **PUBVET - Medicina Veterinária e Zootecnia**, Londrina, V. 6, N. 31, Ed. 218, Art. 1452, 2012. Disponível em: <<http://www.pubvet.com.br/uploads/fe2366b3bee041c79690dfe74f637380.pdf>> Acesso em: 31/03/2017. DOI: Não Disponível

GRANDIN, T. **Design of loading facilities and holding pans**. Animal Science Department, Colorado State University, 2013. Disponível em: <<http://grandin.com/references/design.loading.facilities.holding.pens.html>> Acesso em Agosto, 2015. DOI: Não Disponível

LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals** v. 3, p. 356–369, 2013. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4494392/>> Acesso em: 04/04/2017. DOI: 10.3390/ani3020356

MINITAB. **Software de serviços para melhoria de qualidade e educação estatística**. Versão 14.0 Minitab Inc. 2014. Disponível em: <<https://www.minitab.com/pt-br/academic/>> Acesso em 20/03/2017. DOI: Não Disponível

MOLLO NETO, M.; ZANETTI, W. A. L.; OLIVEIRA, L. T. de. SISTEMA COLETOR DE DADOS PORTÁTIL PARA A AQUISIÇÃO DO ÍNDICE DE TEMPERATURA E UMIDADE EM ALOJAMENTOS DE FRANGOS COBB. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.13 n.23; p.1684-1694, 2016. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2016a/engenharias/Sistema%20coletor.pdf>> Acesso em 28/03/2017. DOI: 10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_151

NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, 2011. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162011000200002&script=sci_abstract&tlng=pt> Acesso em: 20/03/2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162011000200002>.

NAVAS, T.O. **Estresse por calor na produção de frangos de corte**. 2014. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Escola de veterinária e zootecnia, Universidade Federal de Goiás, 2014. Disponível em:<https://evz.ufg.br/up/66/o/6_ESTRESSE_POR_CALOR_NA_PRODU%C3%87%C3%83O_DE_FRANGOS_DE_CORTE.pdf> Acesso em: 07/04/2017. DOI: Não Disponível.

OLIVEIRA, F. G. DE; GODOI, W. M.; PASSINI, R.. Environment in poultry production covered with thermal and aluminum roofing tiles. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal , v. 35, n. 2, p. 206-214, abr. 2015 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162015000200206&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 29 mar. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n2p206-214/2015>.

SILVA, T. P. N. da; Pandorfi, H., Guiselini, C.; Almeida, G. L. P. de; Gomes, N. F.. Typology of poultry houses in the Agreste region of Pernambuco. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal , v. 35, n. 4, p. 789-799, ago. 2015 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162015000400789&lng=pt&nrm=iso>. acessos em 02 abr. 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n4p789-799/2015>.

VALE, M. M.; MOURA, D. J.; NÄÄS, I. A. ; OLIVEIRA, S. R. M.; RODRIGUES, L. H. A.. Mineração de dados e estimativa da mortalidade alta de frangos quando expostos a onda de calor. **Scientia Agricola** (Piracicaba, Braz.) [online]. 2008, vol.65, n.3, pp.223-229. ISSN 0103-9016. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162008000300001>.

VAN HOEK, A. H., DE JONGE, R., VAN OVERBEEK, W. M., BOUW, E., PIELAAT, A., SMID, J. H., MALORNY, B., JUNKER, E., LOFSTROM, C., & PEDERSEN, K. A quantitative approach towards a better understanding of the dynamics of Salmonella spp. in a pork slaughter-line. **International Journal of Food Microbiology**, v. 153, p. 45–52, 2012. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.10.013.