



## CONFORTO TÉRMICO EM INSTALAÇÃO COMERCIAL DE AVES POEDEIRAS NO CENTRO-OESTE DO BRASIL<sup>1</sup>

Marcos William Botelho<sup>1</sup>, Jofran Luiz de Oliveira<sup>2</sup>, Flavio Alves Damasceno<sup>3</sup>, Leonardo Schiassi<sup>4</sup> & Vitor Hugo<sup>5</sup>

**RESUMO:** Diante da importância do ambiente térmico na produção de galinhas poedeiras, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar as condições do ambiente interno em dois galpões comerciais de aves poedeiras equipados com diferentes sistemas de ventilação e climatização: a) sistema de resfriamento adiabático evaporativo - GCL e b) sistema natural de ventilação - GNA. Nos galpões, situados no município de Primavera do Leste – MT, Centro-Oeste do Brasil, foram avaliados variáveis relacionadas ao ambiente térmico e de produção das aves. Conclui-se que para as condições térmicas ambientais apresentadas, com base nos índices de conforto térmico, as aves de postura estiveram em condições de estresse por calor no galpão GNA, nas horas mais quentes do dia (9:00 às 17:00 h). Estresse térmico moderado foi observado no galpão GCL nas horas mais quentes do dia. Não houve diferença significativa em relação à produção de ovos entre os galpões, diferindo estatisticamente somente o comprimento dos ovos. Devido às piores condições térmicas apresentadas pelo GNA, houve maior mortalidade de aves acarretando em maior prejuízo ao produtor.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avicultura, galpão avícola, resfriamento evaporativo.

### THERMAL COMFORT IN THE PRODUCTION OF LAYING HENS IN COMMERCIAL FACILITY IN THE MIDWEST OF BRAZIL

**ABSTRACT:** Due to importance of thermal environment on productivity of laying hens, this research was performed aiming to investigate the conditions of the internal environment in two commercial facilities of laying hens equipped with different ventilation and air conditioning systems: a) adiabatic evaporative cooling system - GCL and b) natural ventilation system - GNA. In the facilities, located in Primavera do Leste - MT, Midwest of Brazil, the environment conditions and laying hens production were evaluated using variables related to thermal environment and variables related to productive development of the birds. Based on thermal comfort indexes, it was concluded that birds were under stress conditions during the hottest hours of the day (9 a.m. to 5 p.m.) in the laying house GNA evaluated. Moderate stress condition was verified for the birds inside of laying house GCL. There was no significant difference regarding egg production between the sheds, they only differ between eggs length. Due to poor thermal conditions presented by the natural shed there was a higher mortality of birds resulting in greater economic loss to the producer.

**KEYWORDS:** Poultry, poultry house, evaporative cooling.

<sup>1</sup>, <sup>2</sup> e <sup>5</sup> Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Rondonópolis. E-mails: [marcoswbotelho@gmail.com](mailto:marcoswbotelho@gmail.com), [jofranluiz@gmail.com](mailto:jofranluiz@gmail.com), [victoreng741@gmail.com](mailto:victoreng741@gmail.com)

<sup>3</sup> e <sup>4</sup> Universidade Federal de Lavras. E-mails: [flavio.damasceno@deg.ufla.br](mailto:flavio.damasceno@deg.ufla.br); [leonardo.schiassi@deg.ufla.br](mailto:leonardo.schiassi@deg.ufla.br)

## 1 INTRODUÇÃO

A maior parte da produção brasileira de ovos é comercializada no mercado interno, entretanto mudanças têm ocorrido no setor nos últimos anos com a finalidade de incrementar as exportações. Assim, para atender as exigências do mercado nacional e internacional, existe a necessidade da contínua implementação de programas que garantam elevado padrão de qualidade dos ovos (STEFANELLO, 2011). Para isso, a maioria das granjas vem adotando, em seus processos produtivos, sistemas cada vez mais automatizados que, aliados à genética, nutrição e bem-estar proporcionam melhores condições de produção e qualidade de ovos.

Para atingir este estágio de alta produtividade, uma série de fatores foram fundamentais, tais como a aquisição de novos conhecimentos específicos nas áreas de nutrição, genética, manejo e bem-estar das aves, permitindo que índices positivos fossem alcançados, simultaneamente em conjunto com aqueles fatores de produção relacionados à sanidade e às instalações (PEREIRA, 2007). Assim, para que as aves possam expressar toda sua potencialidade genética, torna-se imprescindível, também, o desenvolvimento de outras áreas envolvidas na produção, como o ambiente de criação (DAMASCENO et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar as condições do ambiente interno em dois galpões comerciais de aves poedeiras equipados com diferentes sistemas de ventilação e climatização por meio das variáveis relacionadas ao ambiente térmico, às respostas produtivas e à mortalidade das aves.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização dos galpões

O experimento foi desenvolvido em uma granja comercial no município de Primavera do Leste - MT (15° 33' 35" Sul de latitude, 54° 17' 50" Oeste de longitude, 660 m de altitude e clima tropical com estação seca de acordo com a classificação de Köppen), durante o mês de abril de 2014, em dois galpões comerciais de aves poedeiras: a) galpão equipado com ventilação em modo túnel duplo (pressão negativa) e placa de resfriamento evaporativo, composta por material polimérico disposto nas duas extremidades, além de possuir onze exaustores em cada lateral localizados na parte central da instalação (GCL) e b) galpão equipado somente com ventilação natural (GNA). Os galpões GCL e GNA possuíam dimensões de 14,0 X 130,0 m, pé direito de 4,50 m, orientados no sentido leste-oeste, com cobertura de telhas de zinco, muretas laterais de 0,60 m de altura, piso de concreto, sendo o GNA aberto em toda a lateral e o GCL fechado por cortinas e forro de cor azul.

Para o alojamento das aves, cada galpão possuía quatro fileiras com seis andares de gaiolas com dimensões de

0,76 x 0,59 x 0,50 m, para as medidas de comprimento, largura e altura, respectivamente. Cada gaiola alojava 14 aves da linhagem Hy-Line W-36. Todas as gaiolas dispunham de bebedouros tipo *nipple* e comedouro do tipo calha em chapa galvanizada e uma esteira automática para recolhimento dos ovos.

### 2.2 Medição e instrumentação

Os dois galpões foram monitorados continuamente entre a 35ª e 37ª semana de vida das aves, durante a fase de postura em que a produção das aves permanece acima dos 90%, período no qual existe a necessidade de se fazer o resfriamento do ambiente no interior do galpão, a fim de se promover condições adequadas de produção, proporcionando assim, conforto térmico às aves. Durante este período foram avaliadas as variáveis relacionadas ao ambiente térmico, as respostas produtivas e a mortalidade das aves.

O ambiente térmico foi avaliado por meio das variáveis temperatura do bulbo seco ( $T_{bs}$ ), temperatura de globo negro ( $T_{gn}$ ), umidade relativa (UR) e velocidade do ar ( $V_{ar}$ ), sendo que as três primeiras foram medidas por sensores/registadores (precisão  $\pm 3\%$ ) programados para coletar estas variáveis ambientais em intervalos de 10 minutos. A  $T_{gn}$  foi medida por meio de sensores de temperatura introduzidos no interior de globos negros de plástico, pintados de preto fosco, previamente calibrados em relação a um globo negro de cobre padrão.

Para o cálculo dos índices térmicos de Índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), Carga térmica de radiação (CTR) e entalpia (H), foram utilizadas as equações 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

O ITGU pode ser obtido através da equação proposta por Buffington et al. (1981):

$$ITGU = T_{gn} + 0,36T_{po} + 41,5 \quad (1)$$

Onde:  $T_{gn}$  = temperatura de globo negro (°C) e  $T_{po}$  = temperatura de ponto de orvalho (°C).

Outro parâmetro importante para a avaliação da condição ambiental é a carga térmica de radiação (CTR), que pode ser determinada pela equação 2.

$$CTR = \sigma \cdot (TRM)^4 \quad (2)$$

Onde:  $\sigma$  = constante de Stefan-Boltzmann, igual a  $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$ ; e TRM = temperatura radiante média, em K, sendo calculada conforme a equação 3.

$$TRM = 100 \cdot \sqrt[4]{2,51 \cdot \sqrt{V} \cdot (T_{gn} - T_{bs}) + \left(\frac{T_{gn}}{100}\right)^4} \quad (3)$$

Onde: V = velocidade do ar ( $\text{m s}^{-1}$ ),  $T_{gn}$  = temperatura de globo negro (K) e  $T_{bs}$  = temperatura Bulbo seco (K)

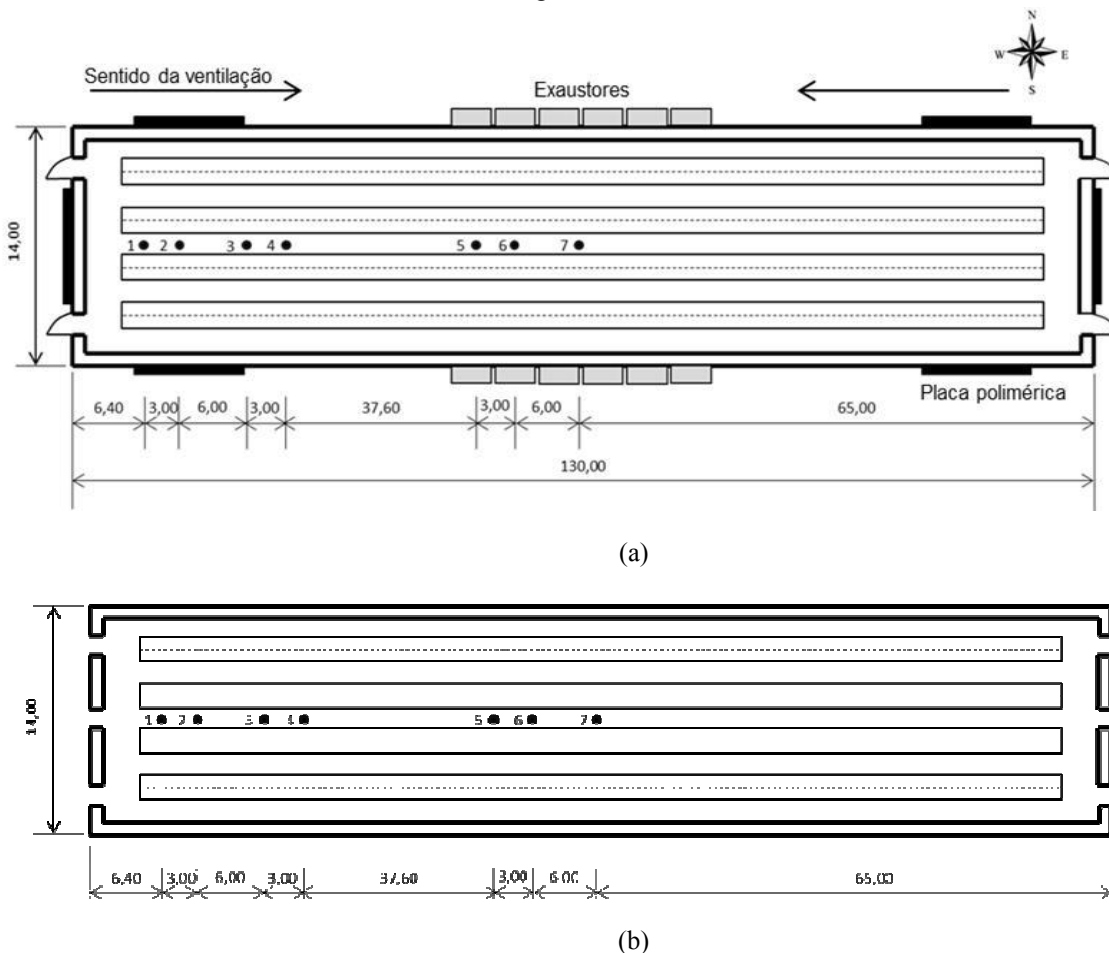
A equação para o cálculo da entalpia foi citada por Furlan (2002), como:

$$H = 6,7 + 0,243 \times T_{bs} + [(UR/100) \times 10^{(7,5 \times T_{bs}/237,3 + T_{bs})}] \quad (4)$$

Onde: H = entalpia (kcal/kg ar seco) e UR = umidade relativa do ar (%).

Os sensores/registradores foram instalados em sete pontos a 1,30 m de altura, distribuídos ao longo do

comprimento da região oeste de cada galpão, conforme pode ser observado pela Figura 1. Os sensores/registradores foram posicionados no corredor central de cada galpão e distribuídos de forma a registrar os dados da área central e da área de entrada de ambos os galpões. No caso de  $V_{ar}$  foi utilizado um anemômetro de hélice digital (precisão  $\pm 3\%$ ).



**Figura 1** - Esquema de distribuição dos sensores/registradores para coleta de dados no interior de cada galpão, a) GCL e b) GNA. Unidade: metro.

Para avaliação da produtividade e dimensões dos ovos, cada gaiola avaliada foi preparada de modo a impedir que os ovos caíssem na esteira, por meio de um fio de arame de aço galvanizado estendido de uma ponta a outra da gaiola. Assim, foi possível anotar o número total de ovos produzidos, incluídos os trincados, em cada galpão, bem como determinar a massa e as dimensões dos ovos para posterior análise. A média da produção diária de ovos foi obtida somando-se o número total de ovos produzidos, dividido pelo número de aves. Desta maneira foi determinada uma média geral para o período experimental. Cada ovo avaliado foi pesado e mediu-se o comprimento e a largura utilizando uma balança de precisão e um paquímetro digital, respectivamente.

O percentual de mortalidade diária de aves em cada galpão foi determinado através da contagem do número de aves mortas, dividido pelo número total de aves no início de postura. Com estas informações foi possível

avaliar a diferença de produção de cada galpão ao final do período de postura e estimar os benefícios econômicos de cada galpão avaliado.

### 2.3 Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema de parcelas subdivididas. Na parcela, foi assumido um esquema fatorial  $2 \times 7$  (2 galpões e 7 posições de coleta), sendo o fator tempo alocado na subparcela. Os dias de coleta foram consideradas como blocos. Sendo o efeito das posições de coleta significativo, optou-se por comparar as médias utilizando-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). As análises de variância, o teste de médias e regressão linear, em função do tempo, das variáveis ambientais ( $t_{bs}$  e UR) e dos índices de conforto térmico (ITGU, CTR e H) foram realizados utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2006) versão 7.4.

Para a análise das variáveis de produtividade e dimensões dos ovos, o experimento foi instalado segundo o delineamento em blocos casualizados (DBC). Na parcela, foi assumido um esquema fatorial 2 x 7 x 14 (2 galpões, 7 dias avaliados e 14 gaiolas analisadas). Cada dia avaliado foi considerado como bloco. As análises de variância e regressão linear das variáveis do desempenho animal foram processadas utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2006) versão 7.4.

**Tabela 1 - Resumo da análise de variância para as variáveis ambientais: temperatura do ar ( $T_{bs}$ ), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR) e entalpia (H).**

FV	GL	$T_{bs}$ (°C)		ITGU		CTR		H	
		F	p	F	p	F	p	F	p
Galpão	1	1319,362	<0,001	919,297	<0,001	0,162	0,6874	532,203	<0,001
Bloco (dias)	6	75,261	<0,001	63,924	<0,001	135,463	<0,001	61,643	<0,001
Tempo	143	60,355	<0,001	59,519	<0,001	34,696	<0,001	58,398	<0,001
CV (%)		4,01		1,54		0,68		2,00	

GL = Grau de liberdade; F = Valor de F; CV = Coeficiente de variação.

Conforme observado pela Tabela 1, verificou-se diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os valores de  $T_{bs}$ , ITGU e H nos galpões GCL e GNA. Entretanto, não foi observada diferença entre os valores de CTR nos galpões GCL e GNA. Ademais, os blocos (dias) e o tempo de coleta de dados influenciaram significativamente todas variáveis avaliadas.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Ambiente térmico

O resumo da análise de variância envolvendo os resultados da temperatura do ar ( $T_{bs}$ ), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR) e entalpia (H), em função dos galpões GCL e GNA, para o período experimental avaliado, encontra-se relacionado na Tabela 1

Os resultados das médias e desvio-padrão correspondentes aos parâmetros climáticos avaliados neste estudo são apresentados na Tabela 2.

Pela Tabela 2, pode-se observar que os valores médios de  $T_{bs}$ , ITGU e H entre os galpões GNA e GCL são estatisticamente diferentes (teste F,  $p < 0,05$ ). Entretanto, os valores médios de CTR nos galpões avaliados são estatisticamente iguais (teste F,  $p > 0,05$ ).

**Tabela 2 - Médias e desvio-padrão da temperatura do ar ( $T_{bs}$ ), índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU), carga térmica de radiação (CTR) e entalpia (H) no interior dos galpões GCL e GNA.**

Galpão	$T_{bs}$ (°C)			ITGU			CTR (W m <sup>-2</sup> )			H (kJ kg de ar seco <sup>-1</sup> )						
GNA	26,5	±	5,5	a	79,4	±	0,6	a	430,2	±	5,1	a	73,4	±	3,3	a
GCL	24,8	±	2,1	b	75,1	±	2,8	b	430,2	±	5,7	a	72,7	±	3,4	b

Na Figura 2, podem-se observar os valores médios de  $T_{bs}$ , ITGU, CTR e H em função do horário do dia, para os galpões GNA e GCL. Nessa Figura foram adicionadas linhas que definem os limites inferior e superior de conforto térmico para aves comerciais que, no caso do  $T_{bs}$ , os limites são de 15 °C a 26°C, respectivamente (BAÊTA; SOUZA, 2010), ITGU entre 69,1 e 77,5, respectivamente (OLIVEIRA NETO et al., 2000) e para H são de 64 e 70 kJ kg de ar seco<sup>-1</sup> (BARBOSA FILHO, 2004).

Conforme pode ser observado pela Figura 2a, nos galpões GNA e GCL, os valores médios de  $T_{bs}$  foram de  $29,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$  e  $27,3 \pm 0,6^\circ\text{C}$ , respectivamente, nas horas mais quentes do dia (11:00 hs às 17:00 hs), sendo que estes valores médios são superiores ao intervalo considerado ideal para criação de aves comerciais.

O galpão GNA apresenta, nas horas mais quentes do dia, valores médios de ITGU acima do desejável, demonstrando que o sistema de resfriamento do galpão GCL avaliado foi suficiente para reduzir os valores de ITGU (Figura 2b). Este comportamento dos valores de ITGU também foi constatado por Moraes et al. (1999), Zanolla et al. (1999), Vieira et al. (2003), Furtado et al. (2005) e Damasceno et al. (2010).

No caso da CTR (Figura 2c), os valores médios encontrados nos galpões GNA e GCL estão abaixo do encontrado por Rosa (2009), 515,4 W m<sup>-2</sup> e Moraes et al. (1999), 487,9 W m<sup>-2</sup>, sendo estes valores a média das horas mais quentes do dia, para galpões com telhas de cimento-amianto. A redução da CTR nos galpões GNA e GCL foi 8,0% e 8,2%, respectivamente. Estes resultados de redução de CTR encontram-se abaixo do intervalo sugerido por diversos autores, que é de 20 a 40% (BAÊTA; SOUZA, 2010).

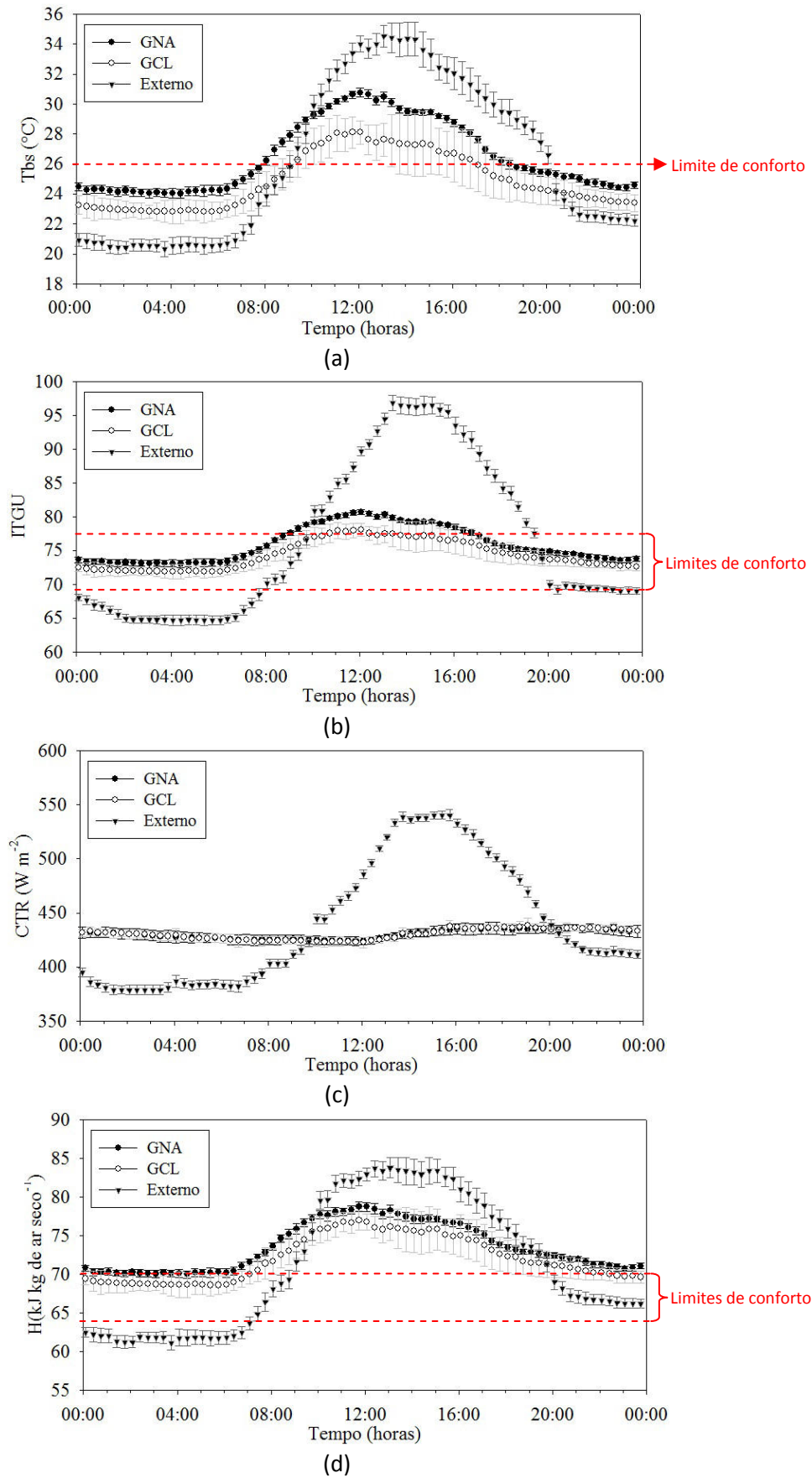


Figura 2 - Valores médios e desvio-padrão da (a)  $T_{bs}$ , (b) ITGU, (c) CTR e (d)  $H$  internos e externos aos galpões GNA e GCL, durante o período avaliado.

O comportamento dos valores médios de H (Figura 2d) também esteve acima da faixa de conforto para aves, sendo estes valores médios internos aos galpões GNA e GCL foram  $73,4 \pm 3,3$  e  $72,7 \pm 3,4$  kJ . kg de ar seco<sup>-1</sup>, respectivamente. Este comportamento foi observado por Silva et al. (2007), ao avaliar o desempenho e a variabilidade entre linhagens de avós de frangos de corte, quando criadas em ambiente de estresse, no período das 13:00 hs as 15:00 hs.

Os altos valores dos índices ITGU, CTR e H devem-se principalmente ao efeito dos altos valores de  $T_{bs}$  do ambiente externo que ocorreram na região durante o período experimental (Figura 2a), contribuindo negativamente na determinação destes índices.

Segundo Nääs et al. (2001), o uso de avaliações ambientais permite a determinação do reflexo do desconforto no lote de aves em decorrência de situações completamente adversas à zona de conforto térmico. Uma vez que os índices de conforto térmico (ITGU, CTR e H) obtidos no interior dos galpões GNA e GCL permaneceram por mais tempo fora da zona de conforto para as aves, pode-se considerar que foram caracterizadas situações inadequadas e estressantes para criação de aves de postura no interior destas instalações.

Diante disto, para se reduzir estes altos valores dos índices de conforto térmico, seria interessante fazer algumas melhorias internas aos galpões, como por exemplo: fazer a manutenção ou troca de possíveis bicos nebulizadores defeituosos, aumentando-se assim o resfriamento adiabático evaporativo; revisar o projeto do sistema de resfriamento evaporativo a fim de se reduzir a  $T_{bs}$  no interior dos galpões; e melhorar o paisagismo circundante e materiais de construção, principalmente os utilizados na cobertura.

### 3.2 Produção e qualidade de ovos

A média da produtividade e os parâmetros médios de qualidade avaliados para as aves, nos diferentes galpões, estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Média de produtividade, massa, largura e comprimento dos ovos analisados.**

Galpão	Produtividade (%)	Massa (g)	Largura (mm)	Comprimento (mm)
GNA	81,80 a	57,15 a	42,30 a	55,86 b
GCL	80,81 a	57,27 a	42,20 a	56,25 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, para uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste pelo teste F (5%).

Pela Tabela 3 verifica-se que não ocorreu diferença significativa para as características de produtividade média, massa média e largura média nos galpões avaliados, apresentando diferença significativa somente do comprimento médio dos ovos (teste F,  $p > 0,05$ ).

Comparando-se os valores médios de produção e peso dos ovos apresentados neste estudo com dados recomendados pelo manual de poedeira comercial (MANUAL, 2013), verifica-se que os resultados estão abaixo do esperado para esse tipo de linhagem. Estes resultados negativos provavelmente ocorreram devido aos altos valores de  $T_{bs}$  no interior dos galpões, principalmente nas horas mais quentes do dia (MANUAL, 2013).

### 3.3 Mortalidade

A Tabela 4 apresenta a média diária de aves mortas e a porcentagem de aves mortas durante o período avaliado nos galpões GNA e GCL. Pode-se observar que, mesmo dentro da faixa de mortalidade considerada ideal (5%) pelo manual de poedeira comercial (MANUAL, 2013), a maior mortalidade observada para o galpão GNA pode ser explicada pelas piores condições térmicas observadas no interior deste galpão.

Barbosa Filho (2004) ao avaliar os aspectos relacionados ao comportamento e bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de criação (convencional e cama), observou que o índice de mortalidade durante o experimento foi abaixo de 7,5%. Segundo Jorge (2008), dependendo das condições climáticas e de manejo, na fase de produção, a mortalidade pode atingir mais de 5% das aves. Algumas pesquisas demonstram que o aumento na densidade de criação de aves de postura reduz a produção de ovos, o peso do ovo e o consumo de ração e causam um aumento na mortalidade (ANDERSON et al., 2004; JALAL et al., 2006).

**Tabela 4 - Média diária de aves mortas e a porcentagem de aves mortas durante o período avaliado nos galpões.**

Galpão	Média diária (aves dia <sup>-1</sup> )	(%)
GNA	24,7a	0,02a
GCL	13,7b	0,01a

Médias seguidas pelas mesmas letras, para uma mesma coluna, não diferem entre si pelo teste pelo teste F (5%).

## 4 CONCLUSÕES

- ✓ Com base nos resultados, pôde-se concluir que a região onde se situavam os galpões avaliados por ser de clima quente, principalmente no verão, o sistema de resfriamento não foi capaz de garantir as condições de conforto ideais às aves, o que foi comprovado pelos valores médios de produção e peso dos ovos.
- ✓ Embora tenham sido verificadas algumas diferenças significativas nos índices de conforto

térmico, ao se compararem os dois galpões estudados, e redução da média diária de aves mortas, nenhuma diferença foi observada na taxa de mortalidade de aves ao final do período avaliado. Devido às piores condições térmicas apresentadas pelo GNA, houve maior mortalidade de aves acarretando em maior prejuízo ao produtor.

- ✓ Para que as condições ambientais fiquem dentro da faixa de conforto térmico das aves, recomenda-se fazer algumas melhorias internas aos galpões, como a manutenção ou troca de possíveis bicos nebulizadores defeituosos, aumentando-se assim o resfriamento adiabático evaporativo; revisar o projeto do sistema de resfriamento evaporativo a fim de se reduzir a temperatura do ar no interior dos galpões; e melhorar o paisagismo circundante e materiais de construção, principalmente os utilizados na cobertura.

## 5 AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo suporte financeiro ao projeto.

## 6 REFERÊNCIAS

ANDERSON, K. E.; DAVIS, G. S.; JENKINS, P. K.; CARROL, A. S. Effects of bird age, density, and molt on behavioral profiles of two commercial layer strains in cages. **Poultry Science**, Oxford, v. 83, p. 15-23, 2004.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2010. 269p.

BARBOSA FILHO, J.A.D. **Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientais, utilizando análise de imagens**. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

JORGE, P. S. **Avaliação do bem-estar durante o pré-abate e abate e condição sanitária de diferentes segmentos da produção avícola**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

BUFFINGTON, D.E.; COLLASSO-AROCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v. 24, p.711-714, 1981.

DAMASCENO, F. A.; YANAGI JUNIOR, T.; LIMA, R. R.; GOMES, R. C. C.; MORAES, S. R. P. D. Avaliação do bem-estar de frangos de corte em dois galpões comerciais climatizados. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 1031-1038, 2010.

FURLAN, R. A.; MACARI, M. Termoregulação. In MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária: Aplicada em frangos de corte**. Editora FUNEP, 2002. P.209-230.

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**, Campina Grande, v. 10, p. 484-489, 2005.

JALAL, M.A.; SCHEIDELER, S.E.; MARX, D. Effect of bird cage space and dietary metabolizable energy level on production parameters in laying hens. **Poultry Science**, Oxford, v. 85, p. 306-311, 2006.

MANUAL de poedeira comercial Hy-Line W-36. Des Moines, 2015. Disponível em: <[www.hyline.com/UserDocs/pages/36\\_COM\\_POR.pdf](http://www.hyline.com/UserDocs/pages/36_COM_POR.pdf)> Acesso em:28/03/2016.

MORAES, S. R. P.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R. Conforto térmico em galpões avícolas, sob coberturas de cimento-amianto e suas diferentes associações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, p. 89-92, 1999.

NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; ARADAS, M. E. C.; SILVA, I. J. O.; BARACHO, M. S. Controle e sistematização em ambientes de produção. In: SILVA, I. J. O. (Ed.). **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: Editora FUNEP, 2001. p. 165-200. (Série Engenharia Agrícola e Construções Rurais).

OLIVEIRA NETO, A. R. D.; OLIVEIRA, R. F. M. D.; DONZELE, J. L.; ROSTAGNO, H. S.; FERREIRA, R. A.; CARMO, H. M. D. Níveis de energia metabolizável para frangos de corte no período de 22 a 42 dias de idade mantidos em ambiente termoneutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p. 1132-1140, 2000.

PEREIRA, C. L. **Avaliação do conforto térmico e do desempenho de frangos de corte confinados em galpões avícolas com diferentes tipos de coberturas**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2007.

ROSA, J. F. V. **Avaliação de painéis porosos constituídos de argila expandida em sistema de resfriamento adiabático evaporativo**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A new version of the assistat-statistical assistance software. In: World Congress on Computers in Agriculture, 4, Orlando. *Anais...* Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p. 393-396.

SILVA, M. A. N.; BARBOSA FILHO, J. A. D.; ROSÁRIO, M. F.; SILVA, C. J. M.; SILVA, I. J. O.; SAVINO, V. J. M.; COELHO, A. A. D. Fatores de estresse associados à criação de linhagens de avós de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 652-659, 2007.

STEFANELLO, C. Análise do sistema agroindustrial de ovos comerciais. **Agrarian**, Dourados, v. 4, p.375-382, 2011.

VIEIRA, L. G.; FURTADO, D. A.; NASCIMENTO, J. W. B.; DANTAS, R. T. Influência da pintura da telha de cimento amianto no desempenho de frangos de corte. In: Congresso brasileiro de engenharia agrícola, 32., 2003, Goiânia. *Anais...* Goiânia: SBEA, 2003. 1 CD ROM.

ZANOLLA, N.; TINÔCO, I. F. F.; BAÊTA, F. C.; CECON, P. R.; MORAES, S. R. P. Sistema de ventilação em túnel e lateral na criação de frangos de corte com alta densidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 3, p. 361-366, 1999.