



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p996-1004>

Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação

Diogo J. de R. Coelho¹, Ilda de F. F. Tinoco¹, Maria de F. A. Vieira¹,
Múcio A. dos S. A. Mendes¹, Fernanda C. de Sousa¹ & Luís G. F. França¹

¹ Departamento de Engenharia Agrícola/Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. E-mail: diogo.coelho@ufv.br (Autor correspondente); iftinoco@ufv.br; fatimaraujo.vieira@gmail.com; mucioandre@gmail.com; fernandaengenhairaagricola@gmail.com; luisgustavo2f@gmail.com

Palavras-chave:

avicultura de postura
distribuição térmica
conforto térmico

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho monitorar, em tempo real, o ambiente térmico de um aviário de postura e realizar o mapeamento completo da distribuição das variáveis temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade no alojamento. O trabalho foi conduzido no mês de janeiro de 2013 em uma granja comercial de aves de postura, sistemas verticais, com seis andares de gaiolas. O aviário é totalmente automatizado possuindo 100.000 aves alojadas na densidade de 300 cm² ave⁻¹. A partir dos dados coletados foram determinadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar para período diurno e noturno de diferentes posições na instalação. Os mapas térmicos resultantes demonstram que ocorreu uma variabilidade térmica em diferentes posições espaciais no interior do aviário, com a região central apresentando temperaturas superiores às das extremidades porém dentro da faixa de conforto térmico das aves considerando a situação de temperaturas médias, durante calor extremo a temperatura interna na instalação alcançou 33 °C. A umidade relativa do ar apresentou pequenas variações durante o dia e maiores no período da noite. Em relação ao índice de temperatura e umidade a maior parte da instalação permaneceu dentro da faixa de conforto.

Key words:

laying hens
thermal distribution
thermal comfort

Mapping the thermal environment of aviaries of open posture in vertical creation system

ABSTRACT

The objective of this work was to monitor, in real time, the thermal environment of an avian posture and to perform a complete mapping of the distribution of the variables air temperature, relative humidity and temperature and humidity index in the housing. The study was conducted in January 2013 in a commercial farm of laying hens, vertical systems, with six floors of cage. The aviary is fully automated, having 100.000 birds housed in density of 300 cm² bird⁻¹. The collected data were analysed for the average temperature and relative humidity during day and nighttime and for different positions at the facility. The resulting thermal maps show that there was a temperature variation at different spatial positions within the poultry house, the central region having higher temperature in comparison to border but within the range of thermal comfort of the birds, considering the situation of average temperatures during extreme heat the internal temperature reached 33 °C in the installation. The relative humidity showed little variation during the day and highest in the evening. Regarding the temperature and moisture content, the greater part of the plant remained within the comfort range.



INTRODUÇÃO

A avicultura de postura é uma das atividades econômicas mais importantes do setor agropecuário do Brasil, porém o sucesso da produção avícola depende, entre outros fatores, da redução dos efeitos climáticos sobre os animais sendo, portanto, oportuna a caracterização do ambiente térmico (Damasceno et al., 2010) em que as baixas ou altas temperaturas se apresentam como os principais fatores causadores de perdas na produção (Vitorasso & Pereira, 2009).

Elevados valores de temperatura e umidade relativa do ar no interior das instalações, especialmente no verão e nas horas mais quentes do dia, podem limitar a produtividade e o bem-estar das aves afetando o desempenho final do lote e comprometendo os aspectos econômicos da atividade (Carvalho, 2012).

No Brasil, a maioria dos aviários para criação de aves de postura é aberta e em sistemas verticais, com grandes dimensões, tendo níveis de gaiolas de até oito andares; nessas concepções arquitetônicas a situação de estresse térmico pode ser ainda mais crítica em função da variação no gradiente térmico não apenas na vertical mas também no comprimento e na largura do galpão.

Aves expostas a temperaturas elevadas apresentam diminuição no ganho de peso, redução no consumo de ração, queda na produção, peso dos ovos e espessura da casca, tal como redução na concentração plasmática de Ca e aumento no nível de pH (Mashaly et al., 2004; Franco Jimenez et al., 2007; Feize et al., 2012; Allahverdi et al., 2013).

Projetar e adequar instalações avícolas sem afetar os custos de produção, de maneira a permitir a manutenção da temperatura e umidade relativa do ar, em limites que proporcionem um ambiente térmico ideal no interior do alojamento, adequados às exigências das aves, tem-se tornado um desafio na avicultura (Abreu & Abreu, 2001; Biaggioni et al., 2008).

Na caracterização das instalações foram propostos índices que expressam melhor o conforto térmico do animal em determinado ambiente. Thom (1959) desenvolveu o índice de desconforto, mais tarde chamado de Índice de Temperatura e Umidade – ITU, sendo adaptado para animais. Em classificação proposta por Barbosa Filho (2004) para aves de postura, valores de ITU entre 71 a 75 representam situação de conforto, entre 75 a 84 situação de perigo e de 84 a 87 situação de emergência.

Fatores ambientais afetam a avicultura de postura; com isto, torna-se necessário conhecer o ambiente em que as aves estão alojadas; desta forma, a geração de mapas das variáveis ambientais pode permitir melhor compreensão do microclima interno das instalações a fim de possibilitar melhorias nos sistemas de manejo do ambiente possibilitando maior desempenho geral da atividade, além de redução de mortalidade e melhoria do nível de bem-estar animal.

Objetivou-se com este trabalho monitorar, em tempo real, o ambiente térmico e realizar o mapeamento completo da distribuição das variáveis temperatura, umidade relativa do ar e ITU, para aviário de postura aberto, típico dos padrões praticados no Brasil, em sistema vertical de criação, durante a fase de pico de postura das aves.

MATERIAL E MÉTODOS

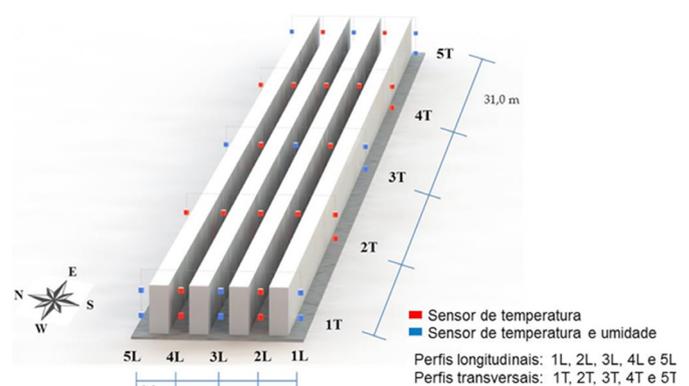
O trabalho foi conduzido durante o mês de Janeiro de 2013, em uma granja comercial de aves de postura, no município de Itanhandu - Minas Gerais. A instalação utilizada é concebida no sistema vertical, com dimensões de 134 m de comprimento, 12,5 m de largura, 5 m de pé direito, estrutura metálica e cobertura com telhas onduladas de aço galvanizado, orientada no sentido leste-oeste e presença de lanternim com 1,2 m de largura.

O aviário é totalmente automatizado sendo comedouros automáticos bebedouros tipo nipple e retirada de dejetos por meio de esteiras mecanizadas; a retirada e o transporte de ovos também são operações realizadas de forma mecanizada; o entorno da instalação é aberto nas faces norte/sul e fechado nas faces leste/oeste, de forma a ser contemplado por ventilação natural. Foram utilizadas aves da linhagem HyLine W-36, em pico de postura, alojadas em gaiolas, na densidade 300 cm² ave⁻¹, distribuídas em 4 baterias com 6 níveis de altura de gaiolas.

O sistema 1-WireTM foi implementado no experimento para aquisição dos dados de temperatura do ar e umidade relativa do ar. Foram distribuídos 50 sensores de temperatura seguindo diferentes eixos espaciais e perfis, posicionados entre as baterias de gaiolas de forma uniforme e equidistante ao longo do comprimento do galpão e em dois níveis de altura (0,65 e 2,75 m do piso do aviário), sendo essas as alturas do primeiro e do último nível de gaiolas. Foram distribuídos 18 sensores de umidade relativa do ar, de forma semelhante aos sensores de temperatura e nos mesmos níveis de altura.

A avaliação do ambiente térmico foi apresentada para momentos distintos, sendo período diurno e período noturno, tal como também as temperaturas máximas atingidas (extremos de calor), em diferentes níveis e perfis, sendo cinco perfis longitudinais (1L, 2L, 3L, 4L e 5L), distantes 2,8 m entre si e cinco perfis transversais (1T, 2T, 3T, 4T e 5T), distantes 31 m entre si (Figura 1); assim, todo o volume do ambiente interno do aviário foi monitorado.

Para avaliação do ambiente externo foi utilizado um abrigo meteorológico, no interior do qual foram dispostos sensores de temperatura e umidade relativa do ar. A coleta de dados aconteceu de forma contínua (24 h d⁻¹) durante oito dias



consecutivos, período durante o qual ocorreu forte intensidade solar e sem precipitação pluviométrica cujos dados foram registrados em tempo real, em intervalos de 1 min.

Com base nos dados coletados de temperatura e umidade relativa do ar, determinou-se o ITU, segundo Buffington et al. (1983); também foram gerados mapas transversais, longitudinais e horizontais do ambiente térmico, da temperatura do ar, umidade relativa do ar e ITU do aviário; enfim, a análise dos dados para confecção dos mapas foi realizada por meio de média para os períodos diurno e noturno, da mesma forma como das máximas temperaturas atingidas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que os mapas de distribuição térmica para o período diurno, para ambos os níveis, se apresentaram

equilibrados em termos de aumento uniforme no gradiente térmico das áreas mais próximas ao contorno externo da instalação em direção ao centro do abrigo (Figura 2).

A variação térmica ocorrida no nível inferior a 0,65 m do piso, atingiu de 2.5 °C; já a nível superior, a 2,75 m de altura, apresentou uma variação maior de 4.0 °C; a variação espacial da temperatura pode vir a levar a produção não uniforme na instalação pois as aves se encontram em diferentes condições de temperatura em um mesmo aviário; esta variabilidade costuma ser um grande complicante no manejo dos sistemas de acondicionamento térmico do ambiente de vez que os sensores para o comando liga/desliga desses sistemas podem estar em posições que não representam a realidade térmica do aviário, gerando ações equivocadas.

Esta variação apresentada entre as regiões mais próximas ao contorno externo e o centro da instalação pode ser explicada

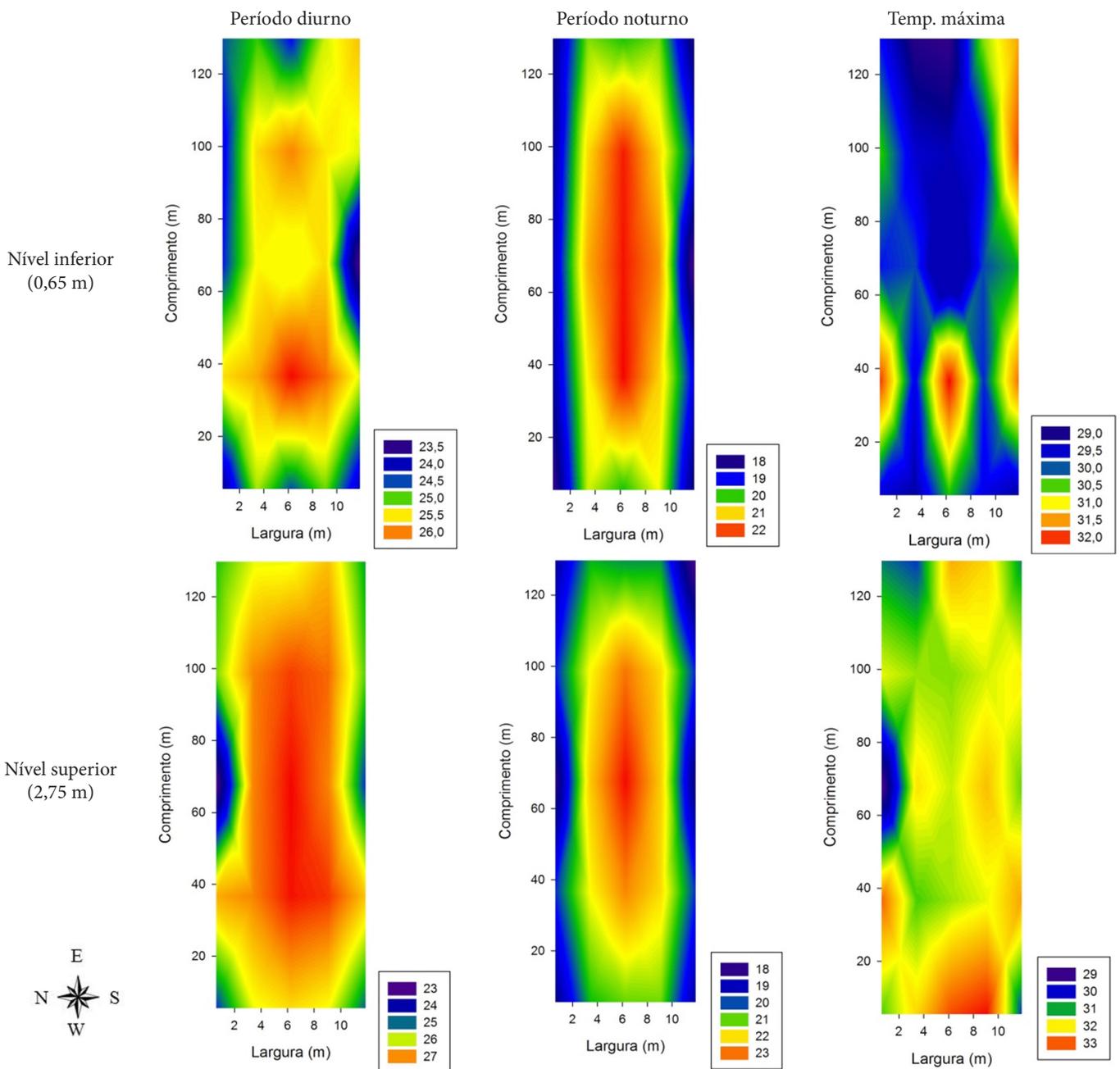


Figura 2. Mapas de temperatura média, em °C, para o período diurno e noturno e temperatura máxima em dois níveis de altura durante todo experimento

por dois motivos: a) pela presença das baterias de gaiolas, as quais funcionam como barreira impedindo que ventilação natural chegue até a parte central, variável ambiental que auxilia para redução térmica; b) também pela dissipação de calor pelas aves como forma de manter a homeotermia, contribuindo com o aumento do gradiente térmico.

De forma geral, a temperatura do nível mais alto (2,75 m) apresentou-se, durante o dia, superior ao nível mais baixo (0,65 m), sendo explicado por dois motivos: a) em função da radiação térmica proveniente da cobertura, o que causa efeito térmico pior no nível superior aumentando a temperatura devido à maior proximidade ao telhado; b) moléculas de ar aquecidas sobem para as camadas superiores do alojamento contribuindo para a incidência de maiores temperaturas próximas ao telhado.

Para o período noturno as temperaturas obtidas nos dois níveis de altura analisados se apresentam bem mais aproximadas comparativamente ao período diurno com uma variação térmica uniforme. Verificou-se, também, que a região central retém mais o calor tendo, com isto, temperaturas superiores em relação às extremidades.

Com base nos valores de temperaturas máximas observadas constata-se uma heterogeneidade da distribuição térmica sendo que as maiores temperatura registradas estão nas faces voltadas para o sul e oeste, em função da maior incidência solar nas horas mais quentes dos dias e também em função de que há, naturalmente, maior incidência de ventilação natural no sentido sudeste.

Verifica-se que a distribuição de calor nos perfis 2L, 3L e 4L (perfis internos) se apresenta de forma semelhante, para ambos os períodos, com um aumento no gradiente térmico do nível inferior para o nível superior e das faces laterais para o centro (Figura 3), conforme discutido anteriormente porém as temperaturas registradas no período noturno são inferiores às registradas no período diurno, conforme previsto, devido a inversão térmica natural; observa-se também que os perfis laterais 1L e 5L sofreram uma influência maior das condições externas tendo, assim, a maior redução térmica.

Ressalta-se que gaiolas e aves também colaboram para maior amortecimento e retardo térmico mantendo a temperatura das áreas mais internas do aviário em níveis mais elevados e constantes; áreas externas são mais expostas às correntes de vento tornando-se mais vulneráveis a oscilações térmicas.

Desta forma nos perfis 1L e 5L, tanto para o período diurno quanto noturno, a distribuição térmica não se apresentou conforme ocorreu nos perfis 2L, 3L e 4L, sendo os registros de temperatura encontrados nos perfis externos inferiores aos da região central.

Para os cinco perfis transversais a temperatura se comportou de forma semelhante (Figura 4). Durante o dia se observa uma temperatura maior na parte superior dos perfis em função da maior proximidade do telhado enquanto a radiação térmica proveniente da cobertura do aviário afeta com maiores proporções esta região superior.

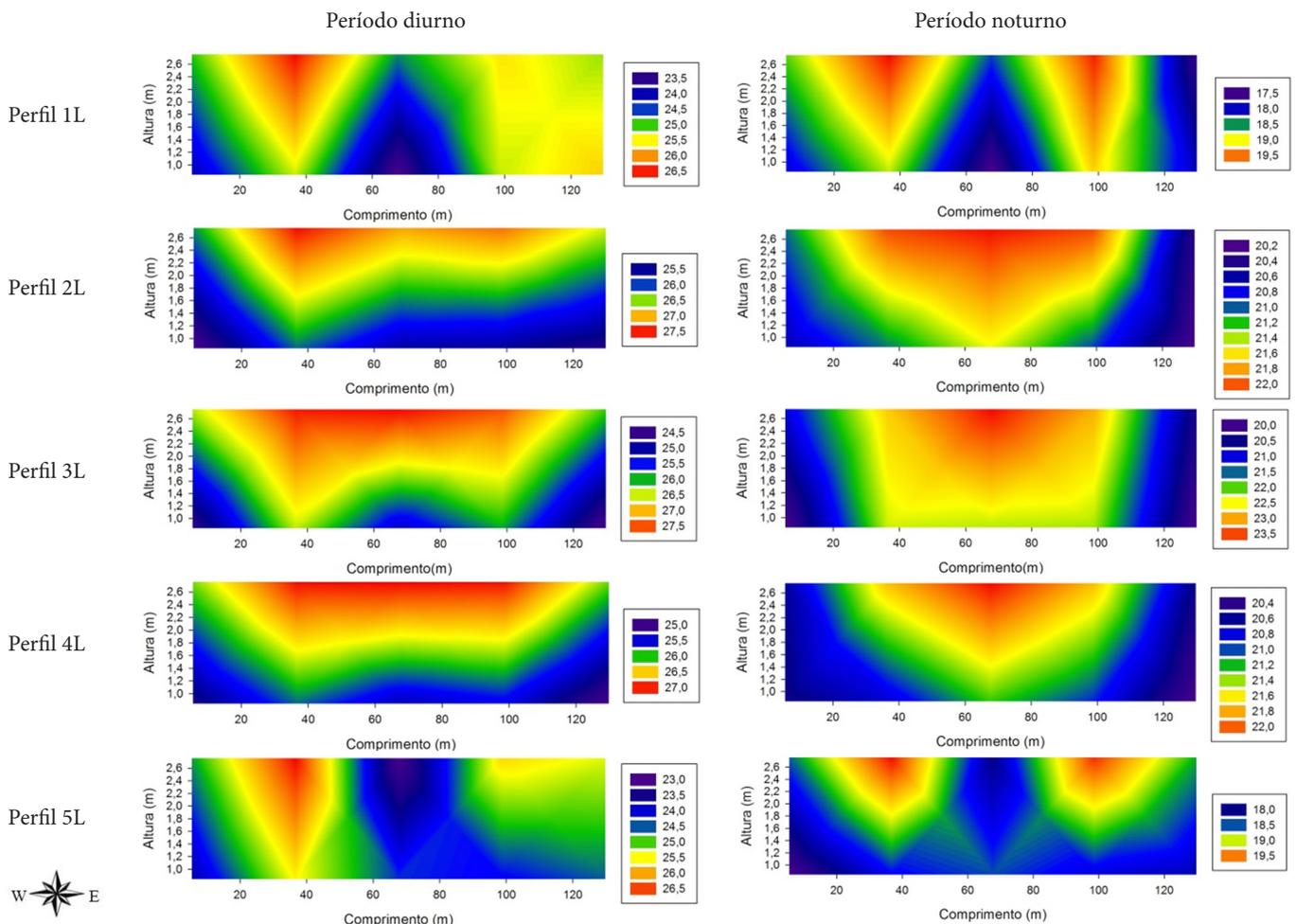


Figura 3. Mapas de temperatura média, em °C, para o período diurno e noturno em perfil longitudinal

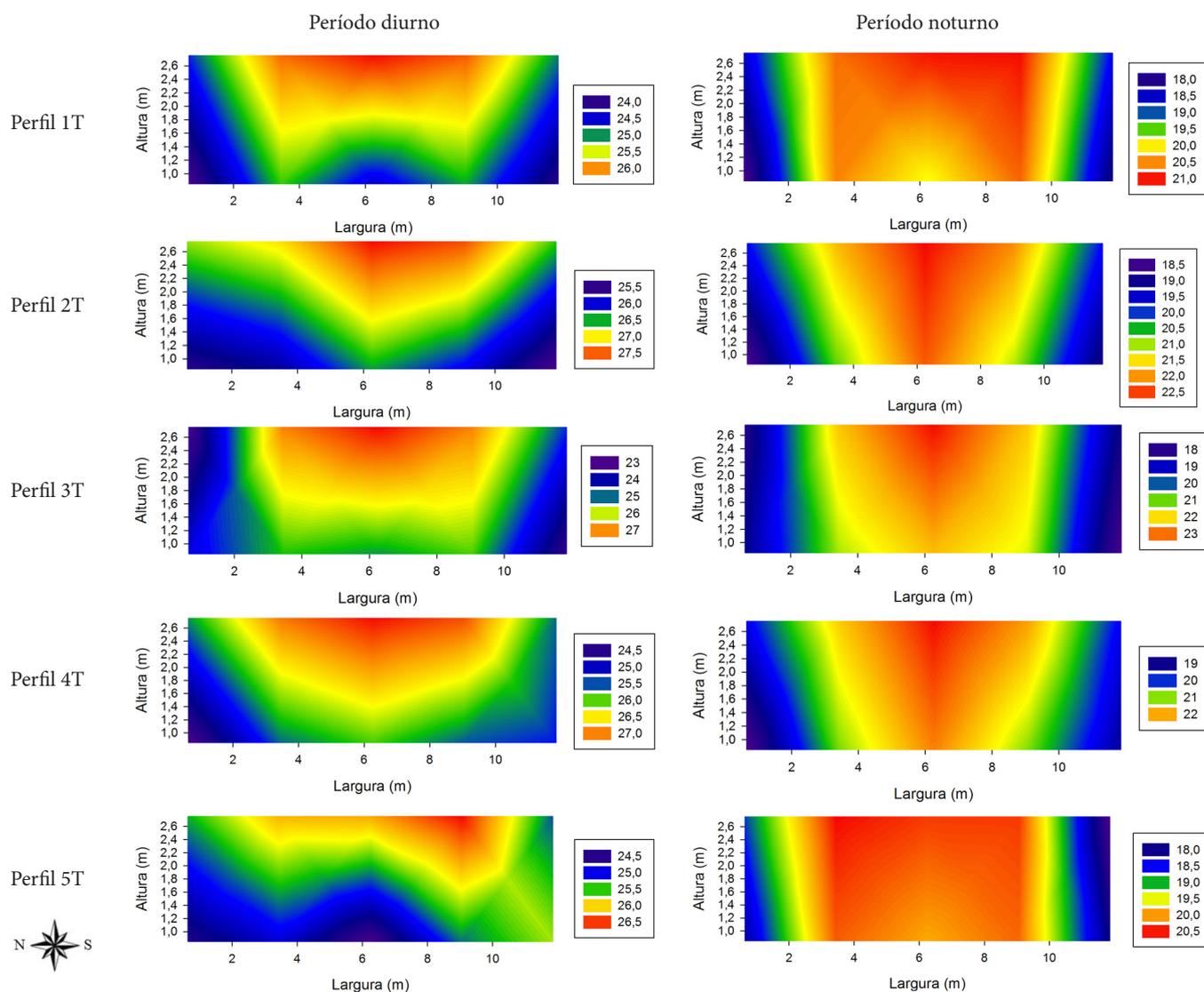


Figura 4. Mapas de temperatura média, em °C, para o período diurno e noturno em perfil transversal

Diante dos mapas térmicos noturnos percebe-se uma distribuição uniforme, em que há uma redução da temperatura do centro em direção às faces laterais. Esta maior temperatura no centro se deve às baterias de gaiolas que agem como barreiras à ventilação natural, e dissipação de calor pelas aves como maneira de manter a homeotermia.

Como visualizado nos mapas térmicos, os valores médios de temperaturas internas a instalação para ambos os períodos, diurno e noturno, estiveram próximos do recomendado como sendo temperaturas de conforto para galinhas em fase de postura entre, 21 e 28 °C (Silva et al., 2001), sugerindo que as aves se encontravam em condições térmicas adequadas para que fossem capazes de atingir seu melhor desempenho produtivo. Para o ambiente externo o valor médio de temperatura foi de 24,4 e 18,0 °C, para dia e noite, respectivamente, o que contribuiu para que, na temperatura interna, a instalação estivesse na faixa ideal; entretanto, temperaturas médias somente não são suficientes para diagnosticar corretamente se os animais estão ou não submetidos a estresse calórico; optou-se, portanto, em estudar também as temperaturas máximas observadas no ambiente.

As temperaturas máximas observadas apresentaram uma heterogeneidade na distribuição térmica, para os perfis

longitudinais e transversais, variando entre 29 e 33 °C, em que os maiores valores de temperaturas máximas registradas, foram observados nas laterais voltadas para oeste e sul em função da incidência solar que afeta esta região com maior proporção nas horas mais quentes dos dias (Figura 5).

Apesar dos valores médios de temperatura interna do aviário ao longo do dia e noite estarem próximos da faixa de conforto das aves, nas horas mais quentes do dia as temperaturas máximas se encontraram acima das condições ideais para as aves de postura chegando a atingir 33 °C, levando as aves a situações de grande desconforto térmico. Diante deste fato deve-se atentar para as condições do ambiente térmico no interior da instalação nas situações mais críticas, ou seja, quando as temperaturas estão fora da faixa ideal recomendada para os animais, a fim de evitar que a produtividade e o desempenho do lote sejam comprometidos.

Nota-se, durante o dia, que os valores de umidade relativa do ar apresentam uma pequena variação dentro da instalação (Figura 6). O nível inferior mostra uma redução da umidade do centro em direção ao contorno externo enquanto que para o nível superior ocorre o inverso, ou seja, a região central apresenta menores valores de umidade do ar; para o período noturno pode-se observar uma variação maior nos valores de

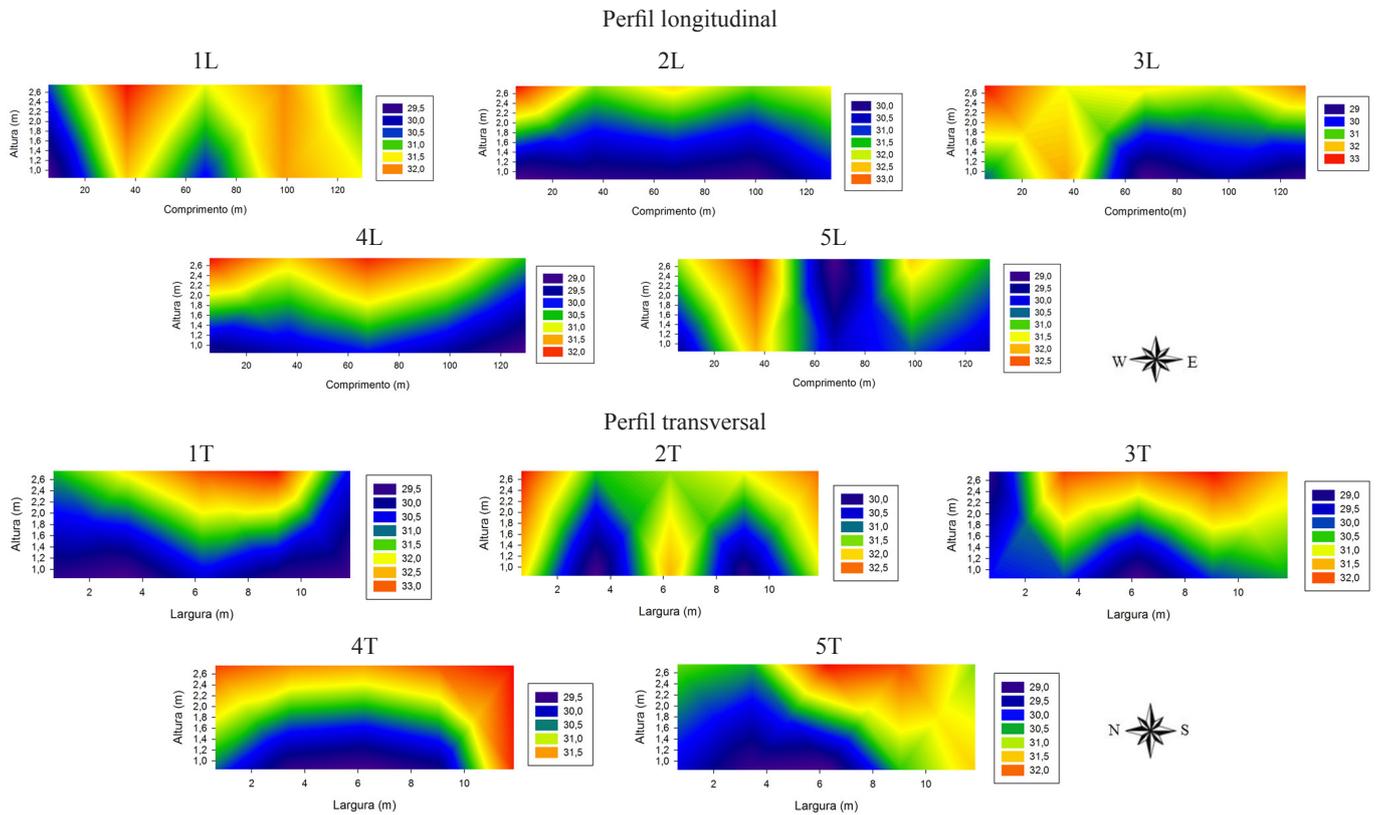


Figura 5. Mapas de temperatura máxima, em °C: Perfis longitudinal e Transversal

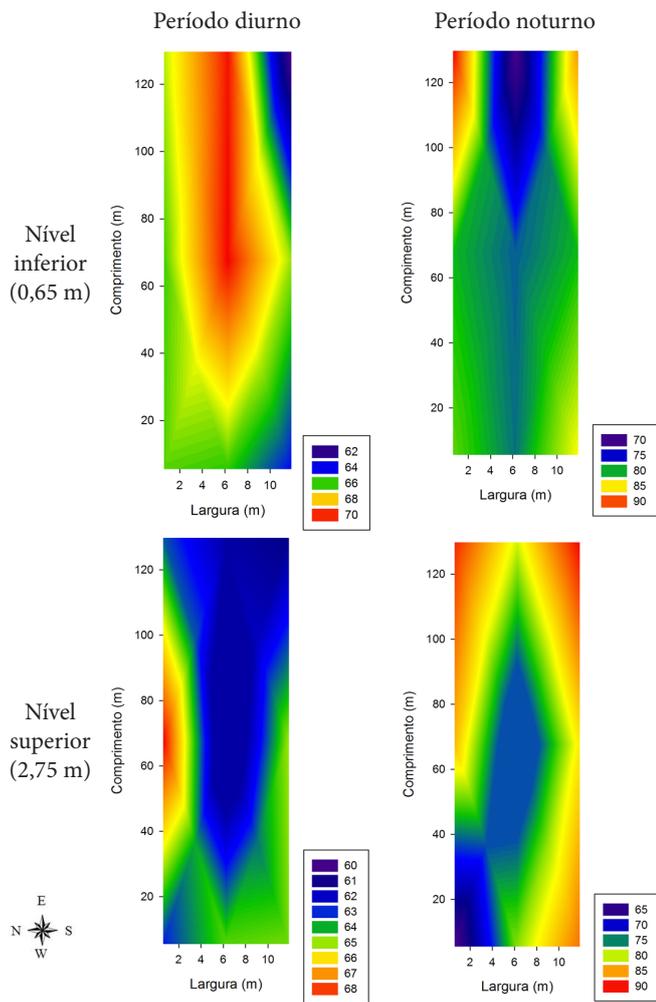


Figura 6. Mapas de umidade para o período diurno e noturno em dois níveis de altura

umidade tanto para o nível inferior quanto para o superior, com as extremidades do contorno do abrigo apresentando maiores valores de umidade relativa do ar, o que pode ser explicado pelo fato de que se trata de uma instalação aberta e, conseqüentemente, sofre influência do ambiente externo o qual registrou, durante a noite, umidade média de 87%.

Pode-se observar que a umidade relativa do ar não apresenta uma distribuição homogênea entre perfis e alturas de medições (Figura 7). Durante o dia ocorreu, de forma geral, baixa variação de umidade relativa cujos valores estiveram próximos aos valores registrados no ambiente externo (cerca de 66%). Dentre os perfis longitudinais o perfil 3L, posicionado entre as baterias de gaiolas na região central do aviário para o período noturno, foi o que apresentou os menores registros de umidade, sendo o menos influenciado pelo ambiente externo.

Quanto à umidade relativa do ar ideal para aves de postura, de acordo com Tinôco (2001) o ambiente é tido como confortável para aves adultas quando apresenta valores entre de 50 a 70%.

Os valores médios de umidade relativa do ar mensurados neste trabalho para o período diurno permaneceram, na maioria dos casos, dentro dos limites sugeridos por Tinôco (2001); porém em determinadas regiões no aviário e para o período noturno, apresentaram valores mais elevados; em condições de umidade relativa do ar elevada, se a temperatura também estiver elevada a condição ambiental será prejudicial às aves, à produção e à qualidade dos ovos.

De acordo com Baêta & Souza (2010), a umidade relativa do ar exerce grande influência no bem-estar e na produtividade do animal, principalmente se muito baixa, causando diversas doenças no aparelho respiratório ou, se muito alta, quando associada a altas temperaturas do ar, dificultando a dissipação de calor corporal por processos evaporativos.

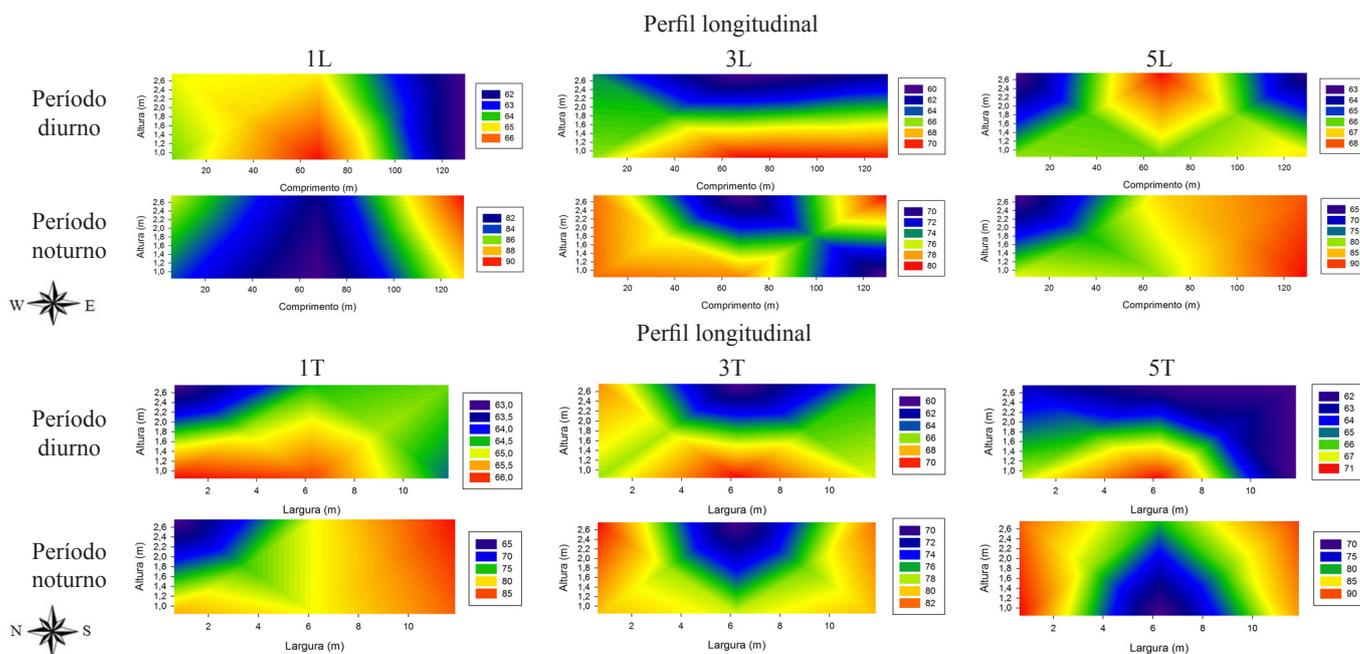


Figura 7. Mapas de umidade para os períodos: diurno e noturno, nos perfis longitudinal e transversal

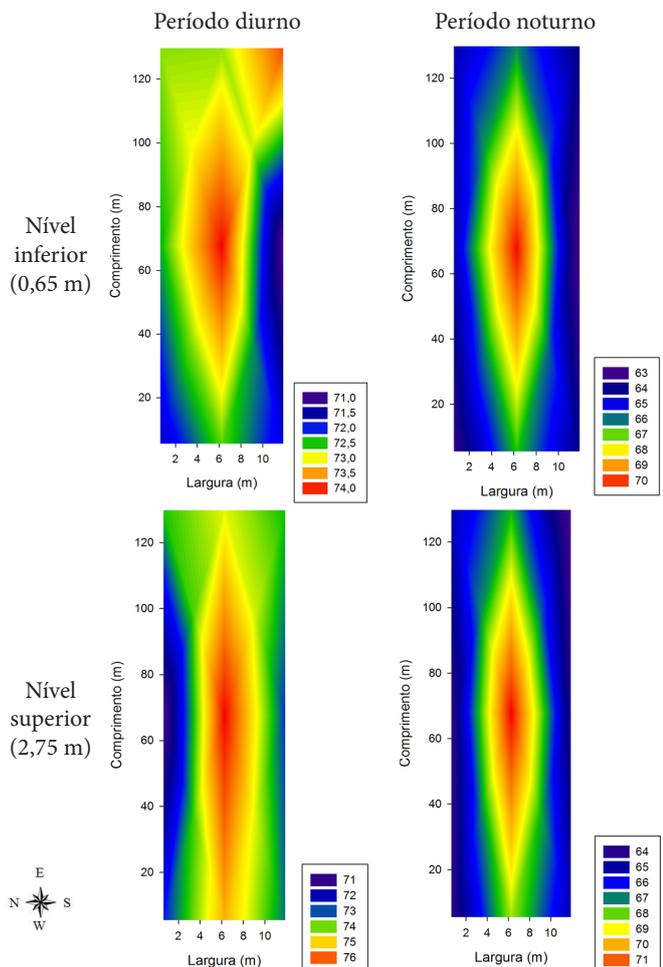


Figura 8. Mapas de ITU para o período diurno e noturno em dois níveis de altura

Oliveira et al. (2006) afirmam que a capacidade das aves em suportar o calor é inversamente proporcional ao teor de umidade do ar sendo que, quanto maior a umidade relativa do ar maior também a dificuldade dos animais em remover calor interno pelas vias aéreas, o que leva ao aumento da

frequência respiratória. Durante este processo que a ave realiza com o intuito de manutenção da homeotermia ocorrem modificações fisiológicas que podem comprometer seu desempenho afetando sobremaneira a produção e a qualidade dos ovos.

Observa-se que, durante o período noturno, os valores de ITU permaneceram abaixo da faixa de conforto, segundo os limites de Barbosa Filho (2004), tanto para o nível inferior (0,65 m) quanto para o nível superior (2,75 m), os quais se apresentam bem semelhantes e com distribuição uniforme estando a região central do aviário com valores acima dos encontrados nas extremidades (Figura 8).

Para o período diurno (Figura 8), o nível inferior se mantém dentro da faixa de conforto apresentando a face leste e a região central os maiores valores de ITU, bem próximos ao limite, que é de 75; já o nível superior apresenta a região central em situação de perigo e as faces voltadas para leste e oeste atingindo o valor limite para um ambiente confortável.

Dentre os perfis longitudinais o perfil 3L tem os piores valores de ITU estando, segundo a classificação de Barbosa Filho (2004), durante o período diurno na faixa de perigo (Figura 9); logo, as baterias de gaiolas do corredor central da instalação apresentam a situação mais crítica em relação ao estresse por calor. Os perfis 1L e 5L apresentam desuniformidade na distribuição do ITU ao longo do comprimento do galpão, porém os valores se encontram dentro dos limites de conforto térmico.

Pode-se observar, em todos os perfis transversais, que os valores de ITU médios se tornam menores à medida que se distanciam do centro da instalação, conforme era esperado, em virtude do arrefecimento do ar pela ventilação natural nas extremidades laterais do abrigo (Figura 9); entretanto se observa, no perfil 5T, uma redução menor de ITU em uma das faces laterais em consequência de maior incidência solar nesta região nas horas mais quentes do dia afetando, assim, os animais ali alojados.

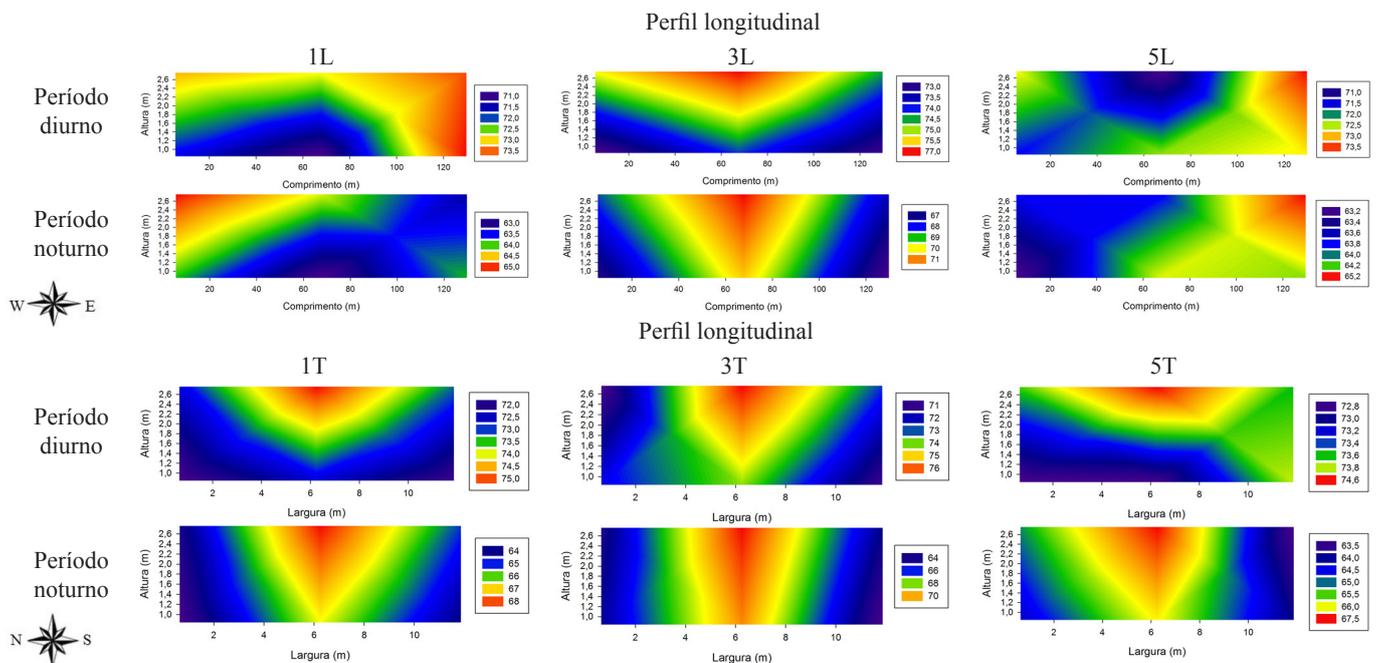


Figura 9. Mapas de ITU para os períodos: diurno e noturno, nos perfis longitudinal e transversal

CONCLUSÕES

1. O monitoramento em tempo real das condições térmicas do aviário permitiu a geração dos mapas de temperatura do ar, umidade relativa do ar e índice de temperatura e umidade, facilitando o diagnóstico das reais condições de conforto térmico do alojamento.

2. A temperatura do ar apresentou variabilidade em diferentes posições espaciais no interior do aviário, porém dentro da faixa de conforto térmico das aves, exceto durante períodos do dia de extremo de calor.

3. A umidade relativa do ar apresentou menores valores e pequena variação para o período diurno enquanto para o período noturno valores de umidade mais altos e maior variação.

4. O índice de temperatura e umidade do ambiente interno do aviário apresentou-se dentro da faixa de conforto, exceto na região central do alojamento.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à Capes e à FAPEMIG.

LITERATURA CITADA

- Abreu, V. M. N.; Abreu, P. G. Diagnóstico bioclimático: Qual sua importância na produção de aves? *Avicultura Industrial*, ano 91, p.16-20, 2001.
- Allahverdi, A.; Feizi, A.; Takhtfooladi, H. A.; Nikpiran, H. Effects of heat stress on acid-base imbalance, plasma calcium concentration, egg production and egg quality in commercial layers. *Global Veterinaria*, v.10, p.203-207, 2013.
- Baêta, F. C.; Souza, C. F. *Âmbiência em edificações rurais – Conforto animal*. Viçosa: UFV, 2.ed. 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. Piracicaba: USP, 2004. 123p. Dissertação Mestrado
- Biaggioni, M. A. M.; Mattos, S. P. J.; Targa, L. A. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. *Semina: Ciências Agrárias*, v.29, p.961-972, 2008. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2008v29n4p961>
- Buffington, D. E.; Collier, R. J.; Canton, G. H. Shade management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1983. p.1798-1802.
- Carvalho, L. S. S. Nutrição de poedeiras em clima quente. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária*, v.18, p.1-15, 2012.
- Damasceno, F. A.; Schiassi, L.; Saraz, J. A. O.; Gomes, R. C. C.; Baêta, F. C. Concepções arquitetônicas das instalações utilizadas para a produção avícola visando o conforto térmico em climas tropicais e subtropicais. *PUBVET*, v.4, ed.147, Art.991, 2010.
- Feize, A.; Shahbazi, M.; Taifebagerlu, J.; Haghigat, A.; Effect of heat stress (HS) on production of hy-line layers. *Research Journal of Biological Sciences*, v.7, p.206-208, 2012. <http://dx.doi.org/10.3923/rjbsci.2012.206.208>
- Franco Jimenez, D. J.; Scheideler, S. E.; Kittok, R. J.; Brown Brandl, T. M.; Robeson, L. R.; Taira, H.; Beck, M. M. Differential effects of heat stress in three strains of laying hens. *Poultry Science*, v.16, p.628-634, 2007. <http://dx.doi.org/10.3382/japr.2005-00088>
- 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 responses of commercial laying hens. *Poultry Science*, v.83, p.889-894, 2004. <http://dx.doi.org/10.1093/ps/83.6.889>
- Oliveira, G. A.; Oliveira, R. F. M.; Donzele, J. L.; Cecon, P. R.; Vaz, R. G. M. V.; Orlando, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.1398-1405, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982006000500020>
- Silva, I. J. O.; Sevegnani, K. B. *Âmbiência na produção de aves de postura*. In: Silva, I. J. O. *Âmbiência na produção de aves em clima tropical*. Piracicaba: FUNEP, 2001. p.150-214.
- Thom, E. C. The discomfort index. *Weatherwise*, v.12, p.57-59, 1959. <http://dx.doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

- Tinôco, I. F. F. Avicultura industrial: Novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, p.1-26, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001>
- Vitorasso, G.; Pereira, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.13, p.788-794, 2009. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000600018>