

Índice de temperatura e umidade para o desenvolvimento da avicultura no Nordeste de Mato Grosso

A pesquisa teve como objetivo estimar o índice de temperatura e umidade (ITU) em municípios localizados no nordeste mato-grossense, visando caracterizar o seu perfil bioclimático para a implementação da avicultura nessa mesorregião. Neste estudo foram utilizados os dados horários da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa do ar, registrados nas duas estações meteorológicas convencionais da região nordeste de Mato Grosso, localizadas nos municípios de Canarana e Nova Xavantina. As informações corresponderam a uma série histórica de 32 anos, entre 01/01/1988 e 31/12/2020, nos horários de 00:00, 12:00 e 18:00 horas, disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os procedimentos para a análise dos dados foram realizados com auxílio do Programa R. Dessa forma, determinaram-se as estatísticas descritivas mensais das séries históricas e em seguida elaboraram-se os gráficos de colunas com base nos valores de ITU. Nesses gráficos foram indicados os valores médios mensais de ITU, bem como os limites adequados para as poedeiras e as aves de corte em cada semana do ciclo de produção, com a finalidade de qualificar o conforto térmico ambiental nos dois municípios. Concluiu-se que o índice de temperatura e umidade (ITU) possibilitou identificar o perfil bioclimático na mesorregião Nordeste de Mato Grosso para a implementação da avicultura, em função dos meses do ano. As condições climáticas da referida região foram favoráveis à avicultura de postura, sem ocasionar elevados custos nas modificações ambientais para o controle do microclima em aviários. Porém, a aptidão bioclimática da região avaliada não foi adequada para a avicultura de corte, principalmente nas últimas quatro semanas, sendo necessários investimentos extras na climatização dos galpões. A metodologia aplicada apresentou-se como uma ferramenta apropriada para estimar o conforto térmico mensal, auxiliando na tomada de decisões em relação à implantação de aviários nessa região.

Palavras-chave: Ambiência; Conforto térmico; Construções Rurais; Perfil bioclimático.

Temperature and humidity index for the development of poultry farming in the northeast of Mato Grosso

The research aimed to estimate the temperature and humidity index (THI) in municipalities located in the northeast of Mato Grosso, aiming to characterize its bioclimatic profile for the implementation of poultry farming in this mesoregion. In this study, hourly data of dry bulb temperature and relative air humidity, recorded in the two conventional meteorological stations in the northeastern region of Mato Grosso, located in the municipalities of Canarana and Nova Xavantina, were used. The information corresponded to a 32-year historical series, between 01/01/1988 and 12/31/2020, at 00:00, 12:00 and 18:00 hours, available in the Meteorological Database for Teaching and Research of the National Meteorological Institute (INMET). The procedures for data analysis were performed by the Program R. In this way, the monthly descriptive statistics of the historical series were determined and then the column graphs were elaborated based on the THI values. In these graphs, the monthly average THI values were indicated, as well as the appropriate limits for laying hens and poultry in each week of the production cycle, for the purpose of qualifying the environmental thermal comfort in the two municipalities. It was concluded that the temperature and humidity index (THI) made it possible to identify the bioclimatic profile in the northeastern region of Mato Grosso for the implementation of poultry farming, as function of the months of the year. The climatic conditions of that region were favorable to egg-laying poultry, without causing high costs in environmental changes for the control of microclimate in aviaries. However, the bioclimatic capability of the evaluated region was not suitable for poultry production, especially in the last four weeks, requiring extra investments in the air conditioning of the warehouses. The applied methodology presented itself as an appropriate tool to estimate the monthly thermal comfort, assisting in the decision making in relation to the implantation of aviaries in this region.

Keywords: Ambience; Thermal comfort; Rural Buildings; Bioclimatic profile.

Topic: Engenharia Agrícola

Received: 06/04/2021

Approved: 02/05/2021

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Pedro Hurtado de Mendoza Borges 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/0310556104378957>
<http://orcid.org/0000-0001-7603-8775>
pborges@ufmt.br

Heder José D'Avila Lima 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/3963889261418165>
<http://orcid.org/0000-0002-8360-8227>
hederdavila@yahoo.com.br

Pedro Hurtado de Mendoza Morais 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/9517941254638374>
<http://orcid.org/0000-0003-2431-9262>
pedromorais08@hotmail.com

Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza 
Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil
<http://lattes.cnpq.br/7829408545924908>
<http://orcid.org/0000-0002-0930-7928>
zaira@ufmt.br



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0003

Referencing this:

BORGES, P. H. M.; LIMA, H. J. D.; MORAIS, P. H. M.; MENDOZA, Z. M. S. H.. Índice de temperatura e umidade para o desenvolvimento da avicultura no Nordeste de Mato Grosso. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.5, p.29-38, 2021. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0003>

INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil tem sido um forte pilar para a economia colocando-o a nível mundial, como terceiro produtor e o maior exportador de frango. No cenário nacional, a região Sul concentra aproximadamente dois terços do volume total da produção avícola de corte, principalmente o estado do Paraná que detêm em torno de 34% dos abates. Por outro lado, a avicultura de postura centraliza-se na região Sudeste, sendo o estado de São Paulo o maior produtor de ovos do Brasil, fornecendo aproximadamente 33% do total de unidades. Já, a região Centro-Oeste ocupa a terceira posição na avicultura de corte e postura, sendo Mato Grosso o segundo maior exportador de ovos em 2019 e o primeiro nesta região. Entretanto, o norte e nordeste apresentam pouca participação (ABPA, 2020). Além do papel econômico, a avicultura brasileira tem uma demanda alimentar alta, pois está cada vez mais presente na mesa dos brasileiros, principalmente por causa dos novos hábitos alimentares e preços mais acessíveis, quando comparados a outras fontes de proteína. Esses fatores possibilitaram o aumento da produção e da mão de obra, colocando esse setor em destaque ao analisar o aspecto social que agrega no entorno dessa atividade.

Conforme Zen et al. (2014), no Centro-Oeste, há dificuldade para contratação de pessoal com experiência e as grandes lavouras concentram o maior número de funcionários, devido à remuneração e condições de trabalho mais atrativas. Por outro lado, a produção abundante de milho e farelo de soja nessa região tem motivado indústrias integradoras, que visam reduzir custos em um setor altamente competitivo. Dessa forma, a opção para contornar os problemas relacionados à mão de obra está no investimento para granjas cada vez mais automatizadas. Nessa região, o estado de Mato Grosso lidera a produção de milho e soja no País, importante fonte de matéria prima utilizada em alimentos concentrados para avicultura.

A totalidade dos estabelecimentos avícolas comerciais mato-grossenses localizam-se em quatro das cinco mesorregiões do Estado, sendo elas a Sudoeste, a Centro-Sul, a Sudeste e a Norte, correspondendo a esta última, a maior concentração dos empreendimentos desse setor (INDEA/MT, 2018). Na Mesorregião Nordeste de Mato Grosso não consta o registro de aviários comerciais nas fontes oficiais do setor, mas de acordo com Dalosto et al. (2019) a referida região expandiu sua área plantada próximo a 600% entre os anos de 1990 e 2015, principalmente com culturas agrícolas como arroz, feijão, milho e soja. Dentre outros aspectos, os autores relacionaram essa evolução à implantação da BR-158 e concluíram que isso foi um fator estruturador do espaço geoeconômico desse território, pois foram elaborados programas governamentais no sentido de incentivar a consolidação populacional e o desenvolvimento de atividades produtivas. Além disso, a influência positiva da BR-158 no perfil socioeconômico da Mesorregião Nordeste Mato-Grossense foi relatada por Demambro et al. (2016) em seus trabalhos.

Com base nas informações, infere-se que a Mesorregião Nordeste de Mato Grosso pode ser uma alternativa fomentadora para o desenvolvimento da avicultura, visando elevar a distribuição de granjas nesse Estado. Rodrigues et al. (2014) enfatizaram que a busca de novos criadores no setor avícola seria uma ação interessante da agroindústria nas diferentes regiões do País, pois poderia promover e incentivar a construção de novas instalações e a elaboração de acordos de integração, gerando uma opção rentável

de investimento a longo prazo. Porém, a sustentabilidade requer a adoção de tecnologias viáveis que objetivem o aumento da produtividade e/ou redução de custos concomitante a práticas que garantam sanidade da produção, bem estar dos animais e impacto mínimo ao meio ambiente.

Nos últimos anos, o aumento das temperaturas, decorrente do aquecimento global, tem causado perdas consideráveis aos produtores, que vem requerendo investimentos para a climatização dos aviários (AMARAL et al., 2016). Segundo esses autores, a adoção de aviários climatizados no país poderá favorecer o crescimento da produção em regiões brasileiras mais quentes, como a Centro-Oeste. Conforme Barbosa Filho (2004), Mendes et al. (2008), Nascimento et al. (2011), Santos et al. (2014), o ambiente térmico do galpão tem influência direta sobre o desempenho produtivo e reprodutivo das aves. Nesse sentido, a temperatura, a umidade relativa do ar e a velocidade do vento constituem o tripé do conforto térmico nos aviários. Devido a isso, o conhecimento dessas variáveis climáticas é relevante para subsidiar o projeto do galpão e definir elementos como a orientação, os materiais e o sistema de climatização.

O conforto térmico do ambiente em instalações zootécnicas pode ser avaliado aplicando-se diversos critérios, entretanto, o índice de temperatura e umidade tem sido um dos mais utilizados (BIAGGIONI et al., 2008; SANGALI et al., 2014; SANTOS et al., 2014; COELHO et al., 2015; ARAUJO et al., 2017; SOUZA et al., 2018). Assim, esta pesquisa fundamenta-se na hipótese de que a determinação do referido índice poderá auxiliar na tomada de decisões para a implantação de aviários no nordeste de Mato Grosso. A problemática abordada motivou a realização do presente estudo, que teve como objetivo estimar o índice de temperatura e umidade (ITU) em municípios localizados no nordeste mato-grossense, visando caracterizar o seu perfil bioclimático para a implementação da avicultura nessa mesorregião.

METODOLOGIA

Neste estudo foram utilizados os dados horários da temperatura de bulbo seco e da umidade relativa do ar, registrados em duas estações meteorológicas convencionais da mesorregião nordeste de Mato Grosso, localizadas nos municípios de Canarana e Nova Xavantina (Figura 1).

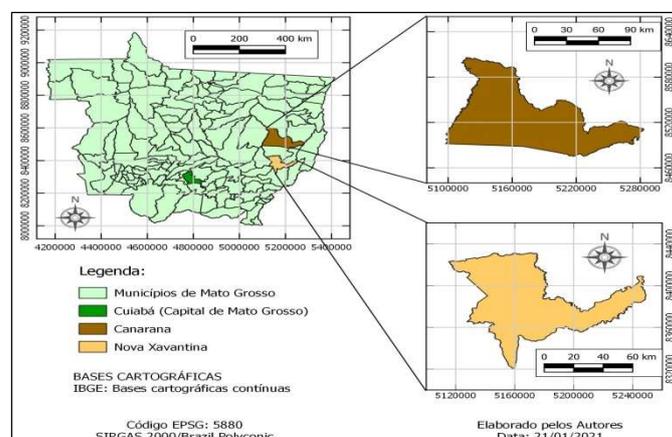


Figura 1: Localização dos municípios Canarana e Nova Xavantina no estado de Mato Grosso, Brasil.

A estação de Canarana, situada nas coordenadas $-13,47^\circ$ de latitude e $-52,27^\circ$ de longitude com altitude de 430 m, possui código OMM 83270 e opera desde 04/08/1987. A estação de Nova Xavantina,

instalada na latitude -14,70° e longitude -52,35° com altitude de 316 m, tem código OMM 83319, operante desde 05/08/1987. O clima dessa zona geográfica foi classificado como Aw (PEEL et al., 2007; ALVARES et al., 2013). A temperatura média anual da região varia de 25,8°C a 27,2 °C com pluviosidade média anual oscilando entre 714 mm e 810 mm (INMET, 2020).

As informações corresponderam a uma série histórica de 32 anos, no período compreendido entre 01/01/1988 e 31/12/2020, nos horários de 00:00, 12:00 e 18:00 horas, disponíveis no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020). Os dados obtidos foram devidamente armazenados em arquivos com formato texto e em seguida importados pela planilha eletrônica EXCEL para o processamento. Com as ferramentas de filtro e classificação disponíveis nessa planilha determinaram-se os valores médios mensais do índice de temperatura e umidade (ITU). Esse índice foi estimado utilizando-se a expressão sugerida por THOM (1959), conforme a seguinte equação:

$$ITU = T_{bs} + 0,36 \cdot T_{po} + 41,5$$

ITU = Índice de Temperatura e Umidade (adimensional);

T_{bs} = Temperatura do ar ou de bulbo seco (°C);

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (°C).

A temperatura do ponto de orvalho foi determinada pela equação abaixo:

$$T_{po} = \frac{1}{\frac{1}{T_{bs} + 273,15} - \frac{\ln\left(\frac{UR}{100}\right)}{5417}} - 273,15$$

T_{po} = Temperatura do ponto de orvalho (°C);

T_{bs} = Temperatura de bulbo seco ou ambiente (°C);

UR = Umidade relativa do ar (%).

Com base na bibliografia, verificaram-se os intervalos ideais do índice de temperatura e umidade. Assim, para as poedeiras, os valores de ITU entre 71 e 75 representam um ambiente confortável, entre 75 e 84 caracterizam uma condição de alerta e perigo para a produção, bem como emergência para os valores de ITU entre 84 e 87, sendo necessário providências urgentes para evitar perdas significativas no plantel (BARBOSA FILHO, 2004). Nesta pesquisa optou-se por dividir em dois intervalos a segunda escala, ou seja, para alerta entre 75 e 80 e para perigo entre 80 e 84 com a finalidade de utilizar uma categorização mais precisa. Entretanto, para as aves de corte, adotou-se a classificação descrita na Tabela 1, considerando-se que o ITU ideal varia, em função da idade (ABREU et al., 2002; SILVA, 2007; SILVA et al., 2008).

Tabela 1: Valores ideais de temperatura, umidade e ITU recomendados para aves de corte, em função da idade.

| Idade (Semanas) | Temperatura (°C) | Umidade (%) | ITU (adimensional) |
|--------------------|---------------------|----------------|-----------------------|
| 1 | 32 - 35 | 60 - 80 | 72,4 - 80,0 |
| 2 | 29 - 32 | 60 - 80 | 68,4 - 76,0 |
| 3 | 26 - 29 | 60 - 80 | 64,8 - 72,0 |
| 4 | 23 - 26 | 60 - 80 | 60,5 - 68,0 |
| 5 | 20 - 23 | 60 - 80 | 56,6 - 64,0 |
| 6 e 7 | 20 | 60 - 80 | 56,6 - 60,0 |

Fonte: Abreu (2002); Silva (2007); Silva et al. (2008).

Os procedimentos para a análise dos dados foram realizados com auxílio do Programa R (R CORE TEAM 2020). Dessa forma, determinaram-se as estatísticas descritivas mensais das séries históricas e em seguida elaboraram-se os gráficos de colunas com base nos valores de ITU. Nesses gráficos foram indicados os valores médios mensais de ITU, bem como os limites adequados para as poedeiras e as aves de corte em cada semana do ciclo de produção, visando caracterizar o conforto térmico ambiental nos dois municípios.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais estatísticas descritivas do ITU para o município de Canarana-MT podem ser observadas na Tabela 2. Nessa Tabela, verifica-se que durante os meses de junho, julho, agosto e setembro, a variância, o desvio padrão, o erro padrão da média e o coeficiente de variação atingiram os seus valores máximos, indicando uma maior variabilidade do ITU. Deve-se ressaltar que os valores dessas medidas de dispersão foram mais elevados nos meses de julho e agosto.

Tabela 2: Estatísticas descritivas do ITU para o município de Canarana-MT.

| Estatística | jan. | fev. | mar. | abr. | mai. | jun. | jul. | ago. | set. | out. | nov. | dez. |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Média | 74,99 | 74,93 | 75,27 | 75,68 | 74,62 | 73,21 | 72,57 | 74,35 | 76,41 | 76,63 | 75,75 | 75,20 |
| Mínimo | 67,80 | 44,09 | 68,40 | 63,15 | 46,80 | 61,39 | 58,02 | 61,63 | 59,92 | 66,66 | 65,81 | 68,09 |
| Máximo | 84,29 | 84,94 | 86,12 | 83,73 | 84,85 | 83,79 | 83,65 | 85,97 | 86,13 | 87,11 | 87,49 | 85,57 |
| Amplitude | 16,49 | 40,85 | 17,72 | 20,58 | 38,04 | 22,39 | 25,63 | 24,35 | 26,21 | 20,46 | 21,68 | 17,49 |
| Variância | 9,75 | 10,88 | 10,04 | 10,76 | 15,02 | 17,41 | 20,67 | 20,52 | 17,47 | 14,39 | 10,55 | 9,67 |
| Desvio Padrão | 3,12 | 3,30 | 3,17 | 3,28 | 3,88 | 4,17 | 4,55 | 4,53 | 4,18 | 3,79 | 3,25 | 3,11 |
| EPM ¹ | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,09 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,09 | 0,09 | 0,07 | 0,07 |
| CV ² | 4,16 | 4,40 | 4,21 | 4,33 | 5,19 | 5,70 | 6,26 | 6,09 | 5,47 | 4,95 | 4,29 | 4,14 |
| IC ³ | ±0,14 | ±0,15 | ±0,14 | ±0,15 | ±0,17 | ±0,19 | ±0,20 | ±0,20 | ±0,19 | ±0,17 | ±0,14 | ±0,14 |

¹ EPM: Erro padrão da média; ² CV: Coeficiente de variação; ³ IC: Intervalo de confiança

Na Tabela 3 constam as principais estatísticas descritivas do ITU para o município de Nova Xavantina-MT. Conforme as medidas de posição e dispersão, o referido índice evidenciou a maior estabilidade nos meses de verão, entretanto a maior variabilidade foi observada no período de inverno. Durante esse período, os meses mais críticos foram junho, julho e agosto, para os quais determinaram-se os valores de ITU com maior variância, desvio padrão, erro padrão da média e coeficiente de variação.

Tabela 3: Estatísticas descritivas do ITU para o município de Nova Xavantina-MT.

| Estatística | jan. | fev. | mar. | abr. | mai. | jun. | jul. | ago. | set. | out. | nov. | dez. |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Média | 75,87 | 76,09 | 76,29 | 76,37 | 74,21 | 72,49 | 71,99 | 73,56 | 76,70 | 77,62 | 76,63 | 76,02 |
| Mínimo | 68,83 | 68,86 | 68,01 | 62,39 | 59,61 | 61,89 | 59,62 | 58,13 | 63,58 | 68,17 | 68,76 | 68,50 |
| Máximo | 88,23 | 86,63 | 86,46 | 86,42 | 85,79 | 85,58 | 85,40 | 88,40 | 90,18 | 90,44 | 88,08 | 87,98 |
| Amplitude | 19,40 | 17,77 | 18,45 | 24,03 | 26,19 | 23,69 | 25,78 | 30,28 | 26,60 | 22,28 | 19,32 | 19,48 |
| Variância | 12,50 | 13,10 | 14,15 | 17,12 | 25,94 | 33,45 | 36,87 | 35,92 | 27,74 | 19,83 | 13,99 | 11,73 |
| Desvio Padrão | 3,54 | 3,62 | 3,76 | 4,14 | 5,09 | 5,78 | 6,07 | 5,99 | 5,27 | 4,45 | 3,74 | 3,42 |
| EPM ¹ | 0,09 | 0,09 | 0,10 | 0,11 | 0,13 | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,14 | 0,11 | 0,10 | 0,09 |
| CV ² | 4,66 | 4,76 | 4,93 | 5,42 | 6,86 | 7,98 | 8,43 | 8,15 | 6,87 | 5,74 | 4,88 | 4,51 |
| IC ³ | ±0,18 | ±0,18 | ±0,19 | ±0,21 | ±0,25 | ±0,29 | ±0,30 | ±0,30 | ±0,27 | ±0,22 | ±0,19 | ±0,17 |

¹ EPM: Erro padrão da média; ² CV: Coeficiente de variação; ³ IC: Intervalo de confiança

Com base nas Tabelas 2 e 3, infere-se que o ITU teve uma tendência mais estável ao longo do ano no município de Canarana-MT, dado principalmente pela menor amplitude e variabilidade do intervalo de confiança. Contudo, os valores mensais desse parâmetro estatístico foram baixos para ambos os municípios da região nordeste de Mato Grosso, o que indicou que houve pequenos desvios em torno da média mensal.

Além disso, esses resultados evidenciaram que o número de observações foi suficiente para definir os limites de ITU nessa região com adequada confiabilidade. Também, deve-se salientar que o coeficiente de variação foi baixo para os dois municípios ao longo do ano, levando-se em consideração que o ITU depende das variáveis meteorológicas temperatura e umidade, que oscilam muito diariamente.

Os valores médios mensais de ITU nos municípios de Canarana e Nova Xavantina, localizados na região nordeste de Mato Grosso, bem como os limites adequados de ITU para caracterizar o ambiente térmico das aves de postura apresentam-se na Figura 2. Nessa Figura constata-se que o ambiente térmico de Nova Xavantina variou entre os limites de confortável para as aves de postura, apenas, durante os meses de maio, junho, julho e agosto. Já, no município de Canarana podem ser incluídos, ainda, os meses de janeiro, fevereiro e dezembro, sendo que neste último mês o ITU superou o limite máximo com pequena diferença.

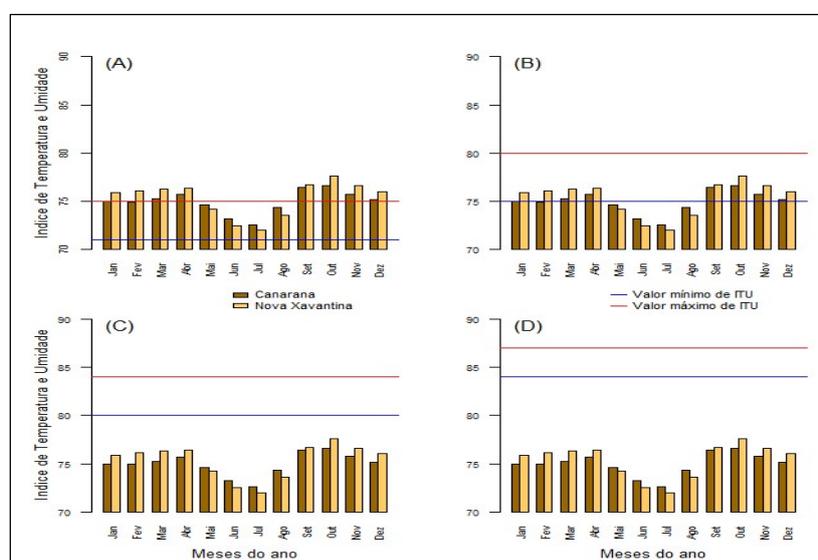


Figura 2: Valores médios mensais do ITU nos municípios avaliados e limites ideais para caracterizar o ambiente térmico das poedeiras durante o ciclo de produção: (A) Confortável; (B) Alerta; (C) Perigo; (D) Emergência.

Nota-se, ainda, que nos meses restantes do ano, o ambiente pode ser classificado como de alerta, pois os valores médios de ITU não superaram o limite máximo desta categoria e ficaram distantes do limite inferior das condições de perigo e emergência, isto é, durante o ano os valores de ITU não atingiram essas situações críticas (Figura 2). Os resultados obtidos nesta pesquisa foram em torno de 5% superiores aos estimados por Santos et al. (2014), avaliando o conforto térmico de poedeiras durante oito dias do mês de abril na cidade de Dourados-MS, sendo o ITU médio de 72,75. Também, os valores de ITU deste estudo foram maiores do que os determinados por Sangali et al. (2014), em aproximadamente 13,57%. Essas discrepâncias podem estar associadas ao clima das regiões, que apresenta temperaturas e umidades mais amenas durante o ano, quando comparado com a região nordeste de Mato Grosso.

A situação de conforto térmico ambiental nos municípios da região nordeste de Mato Grosso foi mais favorável durante os meses de verão à reportada em Bastos-SP com valores de ITU próximos a 79 (BIAGGIONI et al., 2008). Esses autores avaliaram o desempenho de três sistemas de acondicionamento, entretanto, os galpões com o artificial não garantiram as condições de conforto às aves de postura ao longo

dos meses de verão. Já, o sistema artificial durante a primavera reduziu o ITU de 78,83 para 65,62, caracterizando-se uma significativa melhoria do ambiente. O desconforto das aves no sistema de acondicionamento artificial pode ser devido, provavelmente, ao mecanismo para controlar o microclima do aviário, o que pode ter reduzido a sua eficiência.

Na Figura 3 podem ser observados os valores médios mensais de ITU nos municípios avaliados e os limites ideais para classificar o ambiente térmico das aves de corte durante as três primeiras semanas do ciclo de produção. Nessa Figura verifica-se que o ambiente térmico para as aves de corte variou entre os limites recomendados, apenas, durante os 15 dias iniciais do ciclo de produção. Já, na terceira semana, a exceção do mês julho para o município de Nova Xavantina, os valores médios do ITU superaram o máximo ideal sugerido.

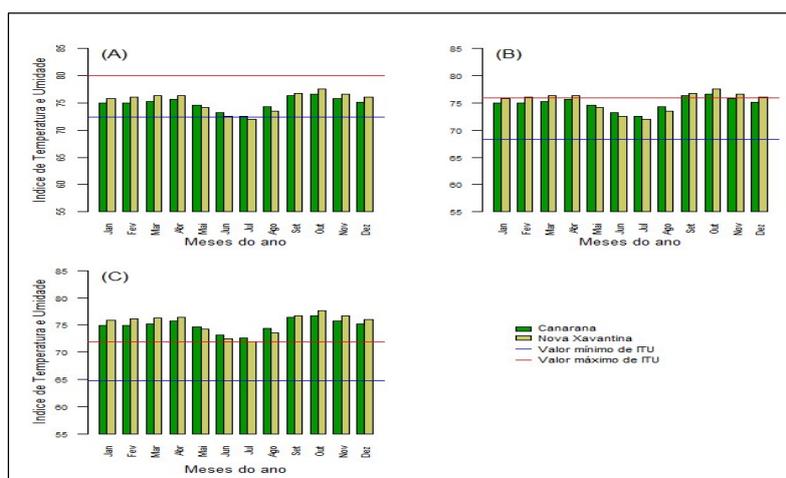


Figura 3: Valores médios mensais do ITU nos municípios avaliados e limites ideais para caracterizar o ambiente térmico das aves de corte durante as três primeiras semanas do ciclo de produção: (A) Primeira; (B) Segunda; (C) Terceira.

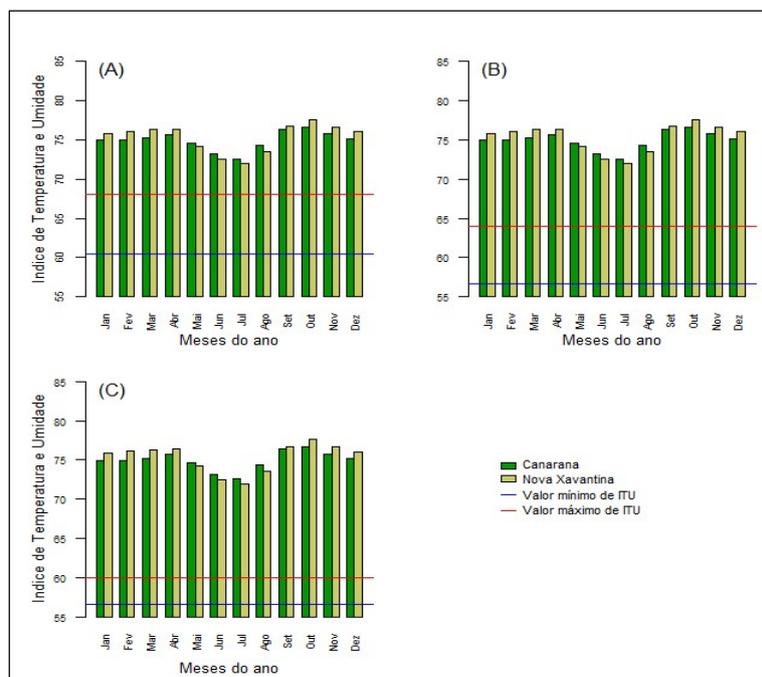


Figura 4: Valores médios mensais do ITU nos municípios avaliados e limites ideais para caracterizar o ambiente térmico das aves de corte durante as quatro últimas semanas do ciclo de produção: (A) Quarta; (B) Quinta; (C) Sexta e Sétima.

Para categorizar o ambiente térmico das aves de corte nas quatro últimas semanas do ciclo de

produção, na Figura 4 apresentam-se os valores médios mensais de ITU nos municípios estudados e os limites ideais correspondentes. Nessa Figura constata-se que os valores de ITU superaram os limites recomendados durante todos os meses do ano. A situação desconfortável foi intensificada a partir da sexta semana, em que os valores médios mensais de ITU tiveram um acréscimo próximo de 21%, em relação ao limite máximo ideal.

Deve-se ressaltar que, no período crítico das últimas quatro semanas, as aves de corte atingiram mais de 50% do ciclo de produção, evidenciando que o avicultor já teve muitos gastos com pintos de um dia, insumos, ração, água, energia, dentre outros e assim poderia ter prejuízos irreversíveis por causa do estresse térmico. Os valores de ITU determinados para a região nordeste de Mato Grosso demonstram que para amenizar as condições climáticas será necessário a climatização dos aviários ou outras modificações ambientais, o que sem dúvidas ocasionará custos adicionais ao produtor.

Os resultados obtidos no presente estudo para as aves de corte foram semelhantes aos relatados por Santos et al. (2014), analisando as condições de conforto térmico para os frangos de corte criados em três regiões do estado de Sergipe. Os referidos autores estimaram valores de ITU variando entre 74 e 75 no período chuvoso e entre 75 e 76 no período seco. Já, os valores médios mensais oscilaram de 70 a 78, respectivamente, nos meses de agosto e março, sendo essa amplitude superior a determinada nesta pesquisa de 72 no mês de julho e de 77 no mês de outubro.

Os valores médios mensais de ITU estabelecidos no presente estudo foram inferiores aos apresentados para as regiões sul e sudeste do estado do Pará (ARAUJO et al., 2017). Esses autores avaliaram as características climáticas das mencionadas regiões nos meses de janeiro a julho e concluíram que, as condições de conforto térmico ambiental não foram favoráveis durante esse período para a avicultura de corte. Nesse trabalho, os valores médios mínimo e máximo de ITU foram de 77,2 em abril e 78,9 em julho, respectivamente, muito distantes dos limites estabelecidos como ideais a partir da quinta semana para o ciclo de produção das aves de corte.

Nas pesquisas relatadas, os valores de ITU superaram de forma significativa o limite máximo ideal, recomendado para garantir o adequado bem-estar das aves de corte em relação ao conforto térmico. Diante desta problemática, estudos têm sido realizados como o propósito de avaliar técnicas e materiais de construções que propiciem às aves condições ambientais favoráveis para que estas possam expressar todo o seu potencial genético, buscando ao máximo a eficiência do sistema, reduzindo os custos de produção (SAMPAIO et al., 2011; SOUZA et al., 2018). Nesses trabalhos foram propostas alternativas com viabilidade técnica e econômica para modificações ambientais, como o uso de pintura branca no telhado, que pode reduzir o ITU em até 5%.

CONCLUSÕES

O índice de temperatura e umidade possibilitou caracterizar o perfil bioclimático na Mesorregião Nordeste de Mato Grosso para a implementação da avicultura, em função dos meses do ano. As condições climáticas da referida região foram favoráveis à avicultura de postura, entretanto, não foram adequadas

para a avicultura de corte.

O desconforto térmico para as aves de corte aumentou significativamente a partir da quarta semana, sendo necessário investimentos extras na climatização dos galpões. A metodologia aplicada apresentou-se como uma ferramenta apropriada para estimar o conforto térmico mensal, auxiliando na tomada de decisões em relação à implantação de aviários nessa região.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual de 2020: carne de frango e ovos**. São Paulo: Publicações de Relatórios Anuais, 2020.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G.. **Diagnóstico bioclimático para o Estado do Paraná**. Concórdia: Embrapa, 2002.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- AMARAL, G.; GUIMARÃES, D.; NASCIMENTO, J. C.; CUSTODIO, S.. **Avicultura de postura: estrutura da cadeia produtiva, panorama do setor no Brasil e no mundo e o apoio do BNDES**. Rio de Janeiro: BNDES Setorial, 2016.
- ARAUJO, J. A.; MONÇÃO, A. F.; VIEIRA, R. K. R. Avaliação bioclimática para frangos de corte na época das chuvas na região sudeste do estado do Pará. **Revista Agroecossistemas**, v.9, n.1, p.180-188, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18542/ragros.v9i1.4772>
- 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 Zootecnia) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- BIAGGIONI, M. A. M.; MATTOS, J. M.; JASPER, S. P.; TARGA, L. A.. Desempenho térmico de aviário de postura acondicionado naturalmente. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.4, p.961-972, 2008.
- COELHO, D. J. R.; TINOCO, I. F. F.; VIEIRA, M. F. A.; MENDES, M. A. S. A.; SOUSA, F. C.; FRANÇA, L. G. F. Mapeamento do ambiente térmico de aviários de postura abertos em sistema vertical de criação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.10, p.996-1004, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n10p996-1004>
- DALOSTO, J. A. D.; DALOSTO, C. D.; PASQUALETTO, A.. Ocupação e infraestrutura de transporte: o desenvolvimento da Mesorregião Nordeste de Mato Grosso, Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM PLANEJAMENTO URBANO E REGIONAL, 53. **Anais**. Natal, 2019.
- DEMAMBRO, E.; BANDEIRA, O. A.; FROES, V. N.; SILVA, M. R. C.; CARMO, D. O.. Um perfil socioeconômico da região de influência da BR 158 (MT): Mesorregião Nordeste mato-grossense. **Enciclopédia Biosfera**, v.13, n.23; p.1593-1607, 2016. DOI: https://doi.org/10.18677/Enciclopedia_Biosfera_2016_143
- IBGE. Instituto brasileiro de geografia e estatística. **Bases Cartográficas Contínuas**. Rio de Janeiro, 2020.
- INDEA/MT. Instituto de defesa agropecuária do estado de Mato Grosso. **Sanidade Animal: registros de estabelecimentos avícolas chegam a 93,5% em MT**. Cuiabá: 2018
- INMET. Instituto Nacional De Meteorologia. **BDMEP: Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Brasília, 2020.
- MENDES, A. A.; PAZ, I. C. L.. **Protocolo de boas práticas para produção de frangos**. São Paulo: União Brasileira De Avicultura, 2008.
- MORAES, S. R. P.; OLIVEIRA, A. L.R.. Classificação das faixas do índice de temperatura e umidade (ITU), aptidão da região e condições de conforto para frangos de corte e poedeiras, no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15. **Anais**. Aracaju, 2007.
- NASCIMENTO, G. R.; PEREIRA, D. F.; NÄÄS, I. A.; RODRIGUES, L. H. A. Índice Fuzzy de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.219-229, 2011.
- PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A.. Updated world of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, v.11, n.5, p.1633-1644, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation, Project, București. 2020.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, 2020.
- RODRIGUES, W. O. P.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; ROSA, C. O.; CALDARELLI, C. E.. Evolução da avicultura de corte no Brasil. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p.1666-1684, 2014.
- SAMPAIO, C. A. P.; CARDOSO, C. O.; SOUZA, G. P.. Temperaturas superficiais de telhas e sua relação com o ambiente térmico. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.230-236, 2011.
- SANGALI, C. P.. Utilização de sistema de resfriamento adiabático evaporativo visando à produção de ovos no estado do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v.13, n.4, p.290-295, 2014.
- SANTOS, R. C.; BATTILANI, M.; GARCIA, R. G.; GEISENHOF, L.; JORDAN, R. A.. Comparação entre sistemas de avaliação ambiental em galpões de galinhas poedeiras na região de Dourados - MS. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**,

v.8, n.2, p.183-190, 2014.

SANTOS, G. B.; SOUSA, I. F.; BRITO, C. O.; SANTOS, V. S.; BARBOSA, R. J.; SOARES, C.. Estudo bioclimático das regiões litorânea, agreste e semiárida do estado de Sergipe para a avicultura de corte e postura. **Ciência Rural**, v.44, n.1, p.123-128, 2014.

SILVA, E.T.. Índice de temperatura e umidade (ITU) na produção de aves para a Mesorregião do Nordeste e Norte pioneiro Paranaense. **Revista Acadêmica**, v.5, n.4, p.385-390, 2007.

SILVA, E. T.; LEITE, D. G.; YURI, F. M.; NERY, F. S. G.; REGO, J. C. C.; ZANATTA, R. A.; SANTOS, S. A.; MOURA, V. V.. Diagnóstico bioclimático para mesorregião metropolitana de Curitiba-PR. **Scientia Agraria**, v.9, n.4, p.521-526, 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i4.12513>

SOUZA, I. J.; OLIVEIRA, Z. B.; SARETTA, E.; RODRIGUES, L. R.; SILVA, C. M.; LINK, T. T.. Análise do conforto térmico em modelos reduzidos de galpões agrícolas. **Ciência e Natura**, v.40, p.140-147, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/2179460X35512>

THOM, E. C.. The discomfort index. **Weatherwise**, v.12, n.2, p.57-61, 1959. DOI: <https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

ZEN, S.; IGUMA, M. D.; ORTELAN, C. B.; SANTOS, V. H. S.; FELLI, C. B.. **Evolução da avicultura no Brasil**. Piracicaba: CEPEA, 2014.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.