



AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO EM DOIS AVIÁRIOS DE FRANGO DE CORTE DARK HOUSE COM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA

EVALUATION OF THERMAL PERFORMANCE IN TWO DARK HOUSE CHICKEN HARVESTERS WITH DIFFERENT TYPES OF COVERAGE

Renata Galvan Rutz da Silva

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0207-2182>
E-mail: arq.renatagalvan@hotmail.com

Jair Antonio Cruz Siqueira

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-8140-444X>
E-mail: jair.siqueira@unioeste.br

Thaís Caroline Gazola

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8947-0372>
E-mail: thais_caroline_gazola@hotmail.com

Adrielle Cristina Ozanski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2970-8956>
E-mail: a.ozanski@hotmail.com

Maurício Ivan Cruz

Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Unioeste, Brasil
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2912-3189>
E-mail: mauricioivancruz@gmail.com

Submetido: 24 maio 2023.

Aprovado: 10 jul. 2023.

Publicado: 24 jul. 2023.

E-mail para correspondência:

arq.renatagalvan@hotmail.com

Resumo: Diante da importância mundial da avicultura de corte, o modo e as condições em que as aves são desenvolvidas, principalmente quanto à ambiência, é de interesse de produtores, pesquisadores, consumidores e demais pessoas relacionadas ao setor. Deste modo, o referido trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho térmico, por meio dos parâmetros de conforto, de dois aviários de frango de corte, modelo dark house, denominados AV1 e AV2, com diferentes tipos de coberturas e localizados no município de Ubitatã, na região Oeste do Estado do Paraná, Brasil. O aviário AV1 é caracterizado por um dimensionamento de 15x150 metros, cobertura com telha cerâmica de barro e forração em lona preta e abriga cerca de 31.500 aves, já o aviário AV2 é caracterizado por um dimensionamento de 16x150 metros, cobertura com telha de aluzinco trapezoidal e forração em lona preta e aloja aproximadamente 34.000 aves. A pesquisa acompanhou um ciclo completo de um alojamento em três fases de desenvolvimento das aves, sendo elas a inicial, a de crescimento e de acabamento. O sistema de aquisição de dados ocorreu no período da tarde, tendo início as 14h no AV2 e 14h40 no AV1, e em três datas distintas sendo:



04/10/2019, 18/10/2019 e 04/11/2019. Para o levantamento da temperatura e umidade relativa do ar, interno e externo, foi utilizado um termo-higrômetro, THDL – 400 Environment Meter, da marca Instrutherm, e para o registro das termografias foi operado uma câmera termovisor a fim de identificar a temperatura superficial das aves. Após a organização das informações obtidas, foram elaboradas as análises comparativas por meio do Teste Tukey, ao nível de 5%, com a finalidade de identificar se há diferença significativa entre os tratamentos, sendo eles a cobertura do aviário AV1 e cobertura do aviário AV2. Durante as semanas de coleta a menor temperatura interna registrada foi de 31,76 °C, na terceira semana de alojamento, no aviário AV1. Enquanto a maior temperatura interna foi de 36,26 °C, também no aviário AV1, porém na primeira semana de coleta. Quanto à umidade relativa interna, o menor e maior valor encontrado foi de 23,56% e 70,06% referente a sexta e primeira semana, ambos no aviário AV1. Com relação à temperatura superficial, o menor resultado foi de 38,04 °C, na sexta semana, e o maior de 45,23 °C, na primeira semana, no aviário AV2. Por fim, pode-se concluir que o aviário AV1 com cobertura de telha cerâmica de barro apresentou condições de conforto térmico mais próximo dos valores tidos como ideais pela literatura.

Palavras-chave: Avicultura. Conforto Térmico. Tipos de Cobertura. Aviários *Dark House*.

Abstract: In view of the worldwide importance of poultry farming, the way and conditions in which the birds are developed, especially in terms of ambience, is of interest to producers, researchers, consumers and other people related to the sector. Thus, this work aims to evaluate the thermal performance, through the comfort parameters, of two broiler poultry houses, dark house model, called AV1 and AV2, with different types of coverings and located in the municipality of Ubitatã, in the western region of Paraná State, Brazil. The aviary AV1 is characterized by a dimension of 15x150 meters, coverage with clay ceramic tile and lining in black canvas and houses about 31,500 birds, the aviary AV2 is characterized by a dimension of 16x150 meters, coverage with trapezoidal aluzinc tile and covered in black canvas and houses approximately 34,000 birds. The research followed a complete cycle of a housing in three phases of development of the birds, being the initial, the growth and the finishing. The data acquisition system took place in the afternoon, starting at 2 pm on AV2 and 2:40 pm on AV1, and on three different dates: 10/04/2019, 10/18/2019 and 11/04/2019. To survey the temperature and relative humidity of the air, indoors and outdoors, a thermo-hygrometer, THDL - 400 Environment Meter, from the Instrutherm brand, was used, and to record the thermographs, a thermal imager camera was operated in order to identify the surface temperature. of the birds. After organizing the information obtained, comparative analyzes were carried out using the Tukey Test, at the 5% level, in order to identify whether there is a significant difference between the treatments, namely the coverage of the poultry house AV1 and the coverage of the poultry house AV2. During the weeks of collection, the lowest recorded internal temperature was 31.76 °C, in the third week of housing, in AV1 aviary. While the highest internal temperature was 36.26 °C, also in aviary AV1, but in the first week of collection. As for internal relative humidity, the lowest and highest values found were 23.56% and 70.06% for the sixth and first week, both in AV1 aviary. Regarding surface temperature, the lowest result was 38.04 °C, in the sixth week, and the highest was 45.23 °C, in the first week, in AV2 aviary. Finally, it can be concluded that the aviary AV1 with ceramic tile coverage presented thermal comfort conditions closer to the values considered ideal in the literature.

Keywords: Aviculture. Thermal Comfort. Types of Coverage. Dark House Aviaries.



Introdução

A evolução da atividade avícola reflete a importância econômica da produção de aves mundialmente. Os cuidados e os avanços nas áreas da nutrição, genética, manejo e sanidade animal com a preocupação de proporcionar um ambiente adequado à ave, de acordo com sua faixa de conforto térmico, permitiram que a avicultura brasileira se consolidasse como uma das principais atividades produtivas do Brasil, estando entre os setores agropecuários que mais cresce no país ⁽¹⁾.

De acordo com o relatório da Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA ⁽²⁾, de 2022, a produção mundial de carne de frango em 2021 foi de 99.901 milhões de toneladas e o Brasil foi eleito o terceiro maior produtor, com 14.329 milhões de toneladas. Cerca de 67% de toda a produção de carne de frango brasileira foram destinadas para o mercado interno e 32% para exportação, tendo como maior importador o Japão, seguido do México e China. Ainda conforme a ABPA ⁽²⁾ o ano de 2021 apresentou uma série histórica de exportação de carne de frango brasileira, colocando o país em primeiro lugar, com 4.610 milhões de toneladas. Do total dessa exportação e produção, o Paraná foi o estado de maior contribuição sendo responsável por 40,38% e 35,54%, respectivamente.

Diante deste cenário e da importância mundial da avicultura, o modo e as condições em que as aves são desenvolvidas, principalmente quanto à ambiência, é de interesse de produtores, pesquisadores, consumidores e demais pessoas relacionadas ao setor, visto que essas práticas estão associadas à qualidade do produto, minimização das perdas em decorrência do manejo desapropriado, maior produtividade e conseqüentemente um aumento dos lucros ^(1,3).

O investimento e aperfeiçoamento em tecnologias na avicultura, visando à produtividade e o bem-estar animal, têm resultado em novos conceitos de sistemas de criação de frango de corte, com especificações particulares, constituindo um grande desafio para a ambiência dessas instalações ⁽⁴⁾. O padrão *dark house*, em determinadas regiões, vem sendo o sistema de criação de carne de frango mais utilizado. O fato se dá por esse tipo de instalação ter como objetivo o controle total da iluminação e das condições térmicas ambientais como temperatura, umidade e renovação de gases dentro do aviário. Além de ser um modelo eficiente e seguro, proporciona um melhor desempenho de produção e, conseqüentemente, uma maior rentabilidade para o produtor ⁽⁵⁾.



As aves possuem a capacidade de regular a temperatura corporal, no entanto, essa troca só é eficiente se o ambiente estiver dentro dos parâmetros de neutralidade térmica ⁽⁶⁾. Tinoco ⁽⁷⁾ descreve que, de uma maneira geral, um ambiente é tido como confortável para aves adultas quando apresenta temperaturas de 15-18°C a 22-25°C e umidade relativa do ar de 50 a 70%. Para pintainhos de um dia, a zona de termoneutralidade pode ser definida entre 33-35°C e umidade relativa do ar de 65 a 70%. Já no momento em que atingem plenitude, entre 10 e 15 dias de vida, a temperatura tida como ideal deve ser de 24°-33°C ⁽⁸⁾.

Para Baêta & Souza ⁽⁹⁾, manter o conforto térmico no interior das instalações avícolas é um fator extremamente importante e deve ser considerado desde a fase inicial de vida da ave. Os autores apontam que as condições de conforto térmico podem ser alcançadas nas fases de planejamento e concepção arquitetônica, por meio da escolha adequada de materiais e técnicas construtivas aliadas às condições climáticas e econômicas do local, além da correta implantação da construção a partir de sua orientação solar.

Dentre os materiais de construção utilizados nas instalações de frango de corte, merecem destaque os das coberturas. Devido à abrangência de incidência solar, o telhado é um dos principais responsáveis pelo conforto térmico ambiental, influenciando diretamente o balanço térmico no interior das instalações ⁽¹⁰⁾. De modo geral, por representar grande parte da envoltória, a cobertura é o fator que tem grande influência sobre as condições no interior das instalações de criação animal. Sua eficiência normalmente está associada ao material das telhas, caracterizado pelo isolamento, e à natureza superficial, caracterizada pela absorvidade e emissividade radiante ⁽¹¹⁾.

Diante do exposto, com o intuito de colaborar com a produção avícola visando alta produtividade, e o bem-estar animal relacionado à redução do stress térmico, a presente pesquisa parte da premissa que diferentes sistemas de cobertura e envoltório apresentam comportamentos distintos quanto ao desempenho térmico. Com isso, teve-se como objetivo geral avaliar os aspectos de conforto térmico de dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, um com cobertura de telha cerâmica de barro com forração em lona preta e o outro com cobertura de telha aluzinco trapezoidal com forração em lona preta, no município de Ubitatã, região Oeste do Estado do Paraná, afim de colaborar com produtores, gerenciadores de projetos avícolas e demais profissionais do setor. E como objetivos específicos promover parâmetros de conforto térmico para os sistemas de criação de aves, avaliar a temperatura e umidade relativa, interna e externa, e a temperatura superficial das aves durante três fases do ciclo de alojamento e analisar a eficiência das instalações avícolas em manter um ambiente

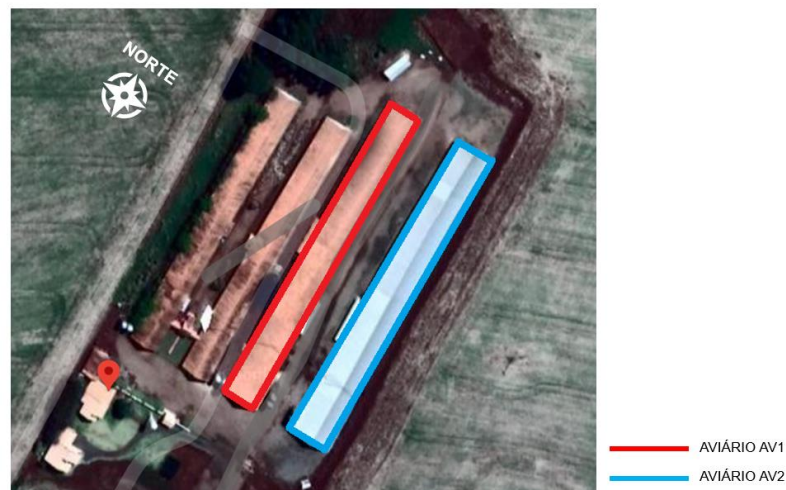
adequado para o desenvolvimento das aves e determinar qual aviário analisado atende aos critérios de conforto térmico ambiental, de acordo com o recomendado pela literatura.

Metodologia

Caracterização da área experimental

A referida pesquisa foi conduzida em dois aviários de frango de corte, modelo *dark house*, denominados AV1 e AV2, localizados no município de Ubitatã, na região Oeste do Estado do Paraná. As instalações avícolas estão situadas na mesma propriedade e pertencem à mesma integradora, na figura 01 é possível verificar a orientação solar das edificações, além de suas posições com relação ao terreno. Os dois aviários recebem incidência da face leste e oeste em seu eixo longitudinal e incidência da face norte e sul em seu eixo lateral. As coordenadas geográficas da localidade são representadas pela latitude 24°26'47.3" Sul e longitude 53°04'03.4" Oeste. O clima da região, de acordo com a classificação de Koppen e Geiger, é do tipo Cfa caracterizado como subtropical úmido, com uma temperatura média de 18.2 °C.

Figura 01: Localização dos aviários AV1 e AV2



Fonte: Dos autores (2019).

Conforme o Climate Data Org ⁽¹²⁾, em Ubitatã existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano, com uma média anual de 1658 mm, até mesmo em agosto que é um mês mais

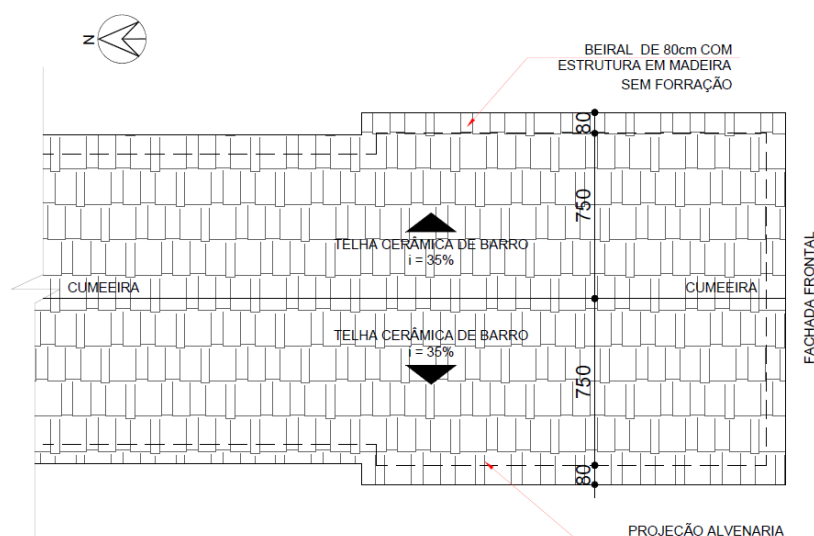
seco. O mês mais quente do ano é fevereiro, que apresenta uma temperatura média de 23.7 °C. Já o mês mais frio é junho, com uma temperatura média de 15.4 °C.

Por meio de observações in loco das estruturas, foram estabelecidas as características construtivas e técnicas dos aviários. Situadas uma ao lado da outra, as instalações possuem dimensão semelhante. O aviário AV1 possui estrutura pré-moldada de concreto, com pilares a cada 3 metros dispostos ao longo de 50 vãos, no eixo longitudinal da edificação, além de pilares a cada 5 metros dispostos ao longo de 03 vãos, no eixo lateral da edificação, totalizando um dimensionamento de 15x150 metros e 2.250m² de área construída.

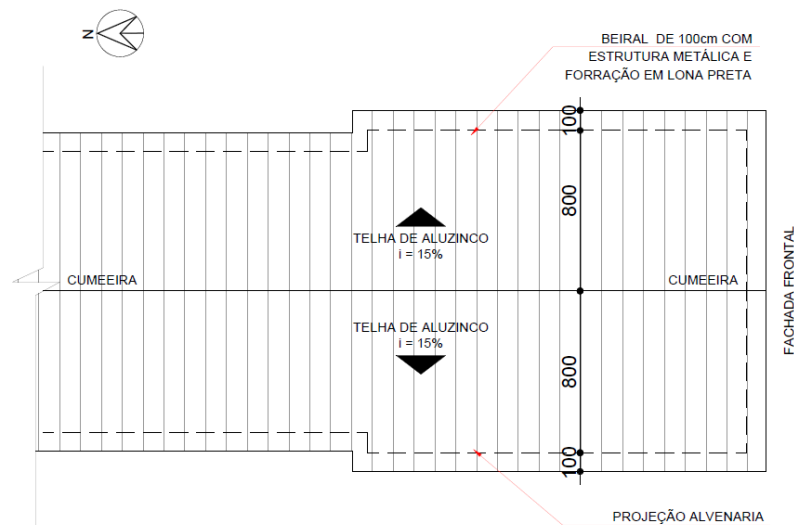
O aviário AV2 também possui estrutura pré-moldada de concreto, porém com pilares a cada 5 metros e dispostos ao longo de 30 vãos, no eixo longitudinal da edificação, totalizando um dimensionamento de 16x150 metros e 2.400m² de área construída. Quanto à quantidade de animais alojados, o aviário AV1 comporta 32.500 aves e o aviário AV2, 34.000 aves, ambos abrigam linhagem Cobb Slow de sexo misto.

O material de fechamento dos aviários é constituído de bloco cerâmico com vedação da alvenaria em cortina preta, na face interna e prata, na face externa. O piso das instalações é de chão batido com sobreposição da cama de raspa de madeira, tipo maravalha. Entre os contrastes construtivos, o aviário AV1 possui beiral de 80 centímetros e estrutura de madeira sem forração enquanto o aviário AV2 possui beiral de 1 metro e estrutura metálica com forração em lona preta (Figura 02 e 03).

Figura 02: Planta de cobertura do aviário AV1



Fonte: Dos autores (2019).

Figura 03: Planta de cobertura do aviário AV2

Fonte: Dos autores (2019).

Outro diferencial tem a ver com o material da cobertura, o aviário AV1 detém de telha cerâmica de barro modelo francesa (Figura 04) e o aviário AV2 possui telha de aluzinco trapezoidal TRP35 (Figura 05).

Figura 04 e 05: Telha cerâmica de barro do aviário AV1 (1). Telha de aluzinco trapezoidal TRP35 do aviário AV2 (2)

Fonte: Dos autores (2019).

De acordo com a NBR 15220 ⁽¹³⁾, a qual estabelece requisitos e critérios de desempenho térmico das edificações, os elementos construtivos se comportam de maneira diferente devido a suas propriedades térmicas, diante disso o documento apresenta os métodos de cálculo de transmitância, fator solar e atraso térmico para diversos materiais. Lambeerts, Dutra e Pereira ⁽¹⁴⁾ descrevem que a transmitância térmica é o principal índice

para a avaliação de um fechamento opaco, pois quanto menor o valor dessa variável, maior a sua capacidade de isolamento térmico. Os autores ainda explicam que a radiação incidente em um material construtivo terá uma parcela refletida, uma absorvida e, também uma parte transmitida para o interior de um ambiente, e que esses valores dependem da refletividade, da absorvidade e da transmissividade do material.

Na Tabela 1 é possível verificar os valores para transmitância térmica (U), absorvidade (α) e emissividade (ε) dos materiais das coberturas presentes nos aviários AV1 e AV2.

Tabela 1: Absortividade, emissividade e transmitância térmica dos materiais conforme norma de desempenho térmico NBR 15520

| MATERIAL | Telha de barro | Chapa de aço galvanizado |
|--------------------------------|----------------|--------------------------|
| Transmitância térmica (U) | 4,55 | 4,60 |
| Absortividade (α) | 0,75 / 0,80 | 0,25 |
| Emissividade (ε) | 0,85 / 0,95 | 0,25 |

Fonte: NBR1552-2 (2019).

Com relação as características técnicas dos aviários como o sistema de controle, aquecimento, resfriamento, ventilação e iluminação temos o seguinte: o aviário AV1 possui o sistema de controle ambiental interno do aviário é da marca FanControl, modelo CC2-C. Através de um painel que trabalha por pressão estática é possível ter um número maior de sondas de temperatura, além do controle da entrada de ar, cortinas laterais e, até mesmo, entrada de ar por pressão. O controlador está conectado ao sistema de aquecimento, ventilação, resfriamento e nebulizadores da instalação avícola.

Quanto ao sistema de aquecimento, o aviário AV1 parte do uso de forno a lenha da marca Agrobona e o resfriamento por meio de *pad cooling* com painel evaporativo de celulose e localizados nas duas faces do aviário. Aos fundos do aviário, estão situados os exaustores da marca Plasson, responsáveis pelo sistema de ventilação. Da mesma forma que o sistema de resfriamento, os exaustores também estão dispostos nas duas faces da instalação, com 07 equipamentos instalados em cada lateral, totalizando 14 exaustores. O sistema de iluminação é formado por lâmpadas de LED dimerizadas. A distribuição pela instalação se dá por meio de 03 lâmpadas estabelecidas em 50 linhas, totalizando 150 lâmpadas. Interligado ao painel de controle o *dimmer* da marca Inobram, modelo I-8000, determina a intensidade da iluminação interna. Referente ao sistema de nutrição, os comedouros automáticos são da



marca Plasson do tipo prato. O armazenamento e abastecimento desse sistema ocorrem a partir de 02 silos, também da mesma marca, formado por 03 anéis e com um diâmetro de 2,75 metros. Há ainda os bebedouros dispostos no aviário, os quais são responsáveis pela hidratação das aves e aplicação de medicamentos.

Já o aviário A2 tem seu sistema de controle composto por um painel da marca Plasson, modelo AC-2000 PRO, e igualmente ao aviário AV1, o sistema de aquecimento do aviário AV2 parte do uso de forno à lenha da marca Agrobona. O sistema de resfriamento também é similar ao do aviário AV1, visto que temos os painéis evaporativos de celulose, *pad cooling*, dispostos nas duas faces da edificação. O sistema de ventilação do aviário AV2 é composto por 07 exaustores, da marca Plasson, os quais estão localizados nas duas faces laterais da instalação aos fundos, totalizando 14 exaustores. A iluminação se dá através de lâmpadas de LED dimerizadas, com 04 lâmpadas distribuídas em 30 linhas, totalizando 120 lâmpadas. Interligado ao painel de controle o *dimmer* da marca Rotem, modelo RLD-14, determina a intensidade da iluminação interna da instalação. O sistema de nutrição possui as mesmas características do aviário AV1, onde os comedouros automáticos são da marca Plasson do tipo prato. O armazenamento e abastecimento desse sistema acontecem a partir de 02 silos, também da marca Plasson, formados por 03 anéis e com diâmetro de 2,75 metros. Há ainda os bebedouros dispostos no aviário, os quais são responsáveis pela hidratação das aves e aplicação de medicamentos. Por fim, os dois aviários contam com um sistema de gerador, da marca BR Geradores, modelo Olympian GEP-150 1006TAG, com potência de 165 kVa, o qual auxilia na manutenção das instalações em caso de falha na rede elétrica.

Por fim, na tabela abaixo é possível verificar as principais características construtivas e técnicas dos aviários.

Tabela 2: Resumo das características construtivas e técnicas dos aviários AV1 e AV2

| CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS | AV1 | AV2 |
|------------------------------|---|---|
| Modelo aviário | <i>Dark House</i> | <i>Dark House</i> |
| Dimensão | 15x150 | 16x150 |
| Área | 2.250 m ² | 2.400 m ² |
| Aves alojadas | 32.500 | 34.000 |
| Linhagem | <i>Cobb Slow</i> | <i>Cobb Slow</i> |
| Sexo | Misto | Misto |
| Estrutura | Pré-moldado de concreto com pilares a cada 03 metros dispostos em 50 vãos e pilares a cada 05 metros dispostos em 03 vãos | Pré-moldado de concreto com pilares a cada 05 metros dispostos em 30 vãos |
| Fechamento | Alvenaria de bloco cerâmico | Alvenaria de bloco cerâmico |



| | | |
|---------------------------------|--|--|
| Vedação Alvenaria | Cortina preta na face interna e prata na face externa | Cortina preta na face interna e prata na face externa |
| Cobertura | Estrutura em madeira com telha cerâmica de barro modelo francesa | Estrutura metálica com telha de aluzinco trapezoidal TRP35 |
| Piso | Chão batido com sobreposição de maravalha | Chão batido com sobreposição de maravalha |
| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | AV1 | AV2 |
| Sistema de controle | FanControl, modelo CC2-C | Plasson AC-2000 PRO |
| Sistema de aquecimento | Forno a lenha marca Agrobona | Forno a lenha marca Agrobona |
| Sistema de resfriamento | Painéis evaporativos de celulose, <i>pad cooling</i> | Painéis evaporativos de celulose, <i>pad cooling</i> |
| Sistema de ventilação | 14 exaustores com cone marca Plasson | 14 exaustores com cone marca Plasson |
| Sistema de iluminação | Lâmpadas de LED com <i>dimmer</i> Inobram I-800 | Lâmpadas de LED com <i>dimmer</i> Rotem RLD-14 |
| Sistema de nutrição | Comedouros e bebedouros marca Plasson | Comedouros e bebedouros marca Plasson |

Fonte: Dos autores (2019).

Coleta de Dados

Aspectos como dimensionamento, capacidade de animais alojados, sistemas operacionais, materiais de vedação, piso, forro e cobertura, foram retratados para que, posteriormente, fosse realizada a aquisição dos resultados referente à temperatura e umidade relativa, interna e externa, e temperatura superficial das aves.

O levantamento das informações nos aviários AV1 e AV2 aconteceu em três fases distintas do alojamento, sendo elas: fase inicial, correspondente ao 3º dia de idade das aves, fase de crescimento, sendo o 17º dia e, por fim, fase de acabamento antecedendo onze dias do abate. No quadro 1, é possível verificar as datas e idade dos animais durante o período da pesquisa. O lote de criação dos aviários teve início em 02/10/2019 (quarta-feira) e foi finalizado após 45 dias, em 15/11/2019 (sexta-feira).

Quadro 1: Datas e idade das aves durante a coleta de dados nos aviários AV1 e AV2

| AVIÁRIO AV1 | DATA DE ALOJAMENTO | 1ª SEMANA | 3ª SEMANA | 6ª SEMANA |
|-------------|--------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | 02/10/2019 | 04/10/2019 (3 dias idade) | 18/10/2019 (17 dias idade) | 04/11/2019 (34 dias idade) |
| AVIÁRIO AV2 | DATA DE ALOJAMENTO | 1ª SEMANA | 3ª SEMANA | 6ª SEMANA |
| | 02/10/2019 | 04/10/2019 (3 dias idade) | 18/10/2019 (17 dias idade) | 04/11/2019 (34 dias idade) |

Fonte: Dos autores (2019).



De acordo com a NBR 15220 ⁽¹³⁾, o procedimento de medição de parâmetros de conforto definido pela ISO 7726-1 ⁽¹⁵⁾, em construções ou protótipos existentes, deve ser feito no centro do ambiente e a uma altura de 1,20m do piso. Deste modo, com o auxílio de um termo-higrômetro THDL – 400 *Environment Meter*, da marca Instrutherm, com precisão de $\pm 5\%$ RH (em 25°C, > 35% e < 95% RH) para umidade relativa e precisão de $\pm 3,5\%$ da leitura + 2°C / 2°F de temperatura, e a partir da demarcação de 16 pontos, definidos a cada 10 metros ao longo de todo o comprimento dos aviários, um operador na área interna, posicionado no meio da instalação avícola, e outro na área externa coletaram, – no período da tarde – e em triplicata, os resultados quanto à temperatura e umidade relativa de cada posição.

No momento da coleta de dados, reitera-se que os sistemas de resfriamento e de ventilação, formados por painéis evaporativos de celulose e exaustores, estavam em pleno funcionamento. Com base nas informações obtidas, foram determinadas as médias de temperatura e umidade relativa, interna e externa, por ponto e também a média geral por data de coleta ou período em cada aviário

A análise termográfica surgiu como técnica de mapeamento da temperatura superficial das aves, principalmente por ser uma forma de medição não invasiva, propiciando também a estimativa de perda de calor ⁽¹⁶⁾. A técnica é extremamente relevante no cálculo das transferências de calor e massa corporal entre as aves e o ambiente, bem como para o dimensionamento de sistemas de ventilação e resfriamento evaporativo ⁽¹⁷⁾. Da mesma forma que a aquisição de dados referente à temperatura e umidade relativa nos aviários, o levantamento da temperatura superficial das aves ocorreu nas três fases de desenvolvimento do alojamento, conforme descrito no Quadro 1 anteriormente.

Nos pontos demarcados ao longo dos 150 metros das instalações avícolas, um operador situado no meio da edificação com o uso de um termovisor, da marca Irisys modelo IRI 4030 com precisão de $\pm 15^\circ\text{C}$, e a uma altura de aproximadamente 50 centímetros do solo, registrou fotos termográficas ao acaso.

Mediante as termografias capturadas, foram selecionadas, aleatoriamente, dez imagens de cada aviário. Além disso, com o *software* Irisys 400 *Series Imager* foi possível identificar a temperatura de maior relevância das aves. Por fim, foram determinadas as médias, por data de coleta e período, de cada aviário para análise e comparação dos dados.

Para a organização dos dados, a pesquisa foi dividida em dois sistemas construtivos, sendo as informações do aviário AV1 e do aviário AV2. Os resultados obtidos foram organizados na forma de tabelas e figuras para análises e comparações entre as instalações



avícolas. Por intermédio de um delineamento experimental com dois tratamentos, sendo a cobertura do aviário AV1 e a cobertura do aviário AV2, e com três repetições referentes às fases de acompanhamento do ciclo de alojamento, pode-se obter os dados de temperatura e umidade relativa, além da temperatura superficial das aves. Após o levantamento, foram calculadas as médias para cada data de coleta, o desvio padrão e o coeficiente de variação. Com isso, foi elaborado o Teste Tukey, ao nível de 5% de significância, para a comparação dos resultados, a fim de identificar qual a diferença média significativa entre os tratamentos.

Resultados e Discussões

Temperatura e umidade relativa externa nos aviários no período da tarde

Os dados referentes à temperatura e umidade relativa externa coletados durante a pesquisa para o período da tarde, com início às 14h no aviário AV2 e 14h40 no AV1, podem ser observados na tabela 3. Com base no levantamento, a maior temperatura média externa registrada foi de 37,4 °C correspondendo a terceira semana do lote do aviário AV2. Na terceira semana de alojamento das aves também foi encontrada a menor temperatura média externa, porém no aviário AV1, com valor médio de 34,5 °C. As diferenças de temperatura externa nos aviários se dá pelo horário em que foram realizadas as coletas sendo: 14h no aviário AV2 e 14h40 no aviário AV1, verifica-se que no início da tarde o registro do valor foi menor quando comparado com o resultado no meio da tarde, com exceção da terceira semana de coleta que ocorreu uma mudança climática durante o levantamento.

Quanto à umidade relativa externa, o aviário AV2 evidenciou o maior valor médio para a sexta semana de coleta de dados, sendo de 33,8%, como também o menor valor médio, porém na terceira semana de vida das aves com 21,6%.

Tabela 3: Temperatura e umidade relativa externa nos aviários AV1 e AV2 no período da tarde
Temperatura (°C) e Umidade Relativa (%) Externa – Período da Tarde (14h40 AV1 e 14h AV2)

| SEMANA | AV1 (14h40) | AV2 (14h) | AV1 (14h40) | AV2 (14h) |
|---------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| 1 | 36,7 °C | 35,0 °C | 24,0 % | 26,9 % |
| 3 | 34,5 °C | 37,4 °C | 32,1 % | 21,6 % |
| 6 | 37,0 °C | 36,9 °C | 30,6 % | 33,8 % |
| MÉDIA | 36,07 °C | 36,43 °C | 28,90 % | 27,43 % |
| DESV. PADRÃO | 1,37 | 31,27 | 4,31 | 6,12 |
| C.V. (%) | 3,78 | 3,48 | 14,91 | 22,30 |

Fonte: Dos autores (2019).

Na primeira semana de alojamento, no período da tarde, o aviário AV1 salientou maior temperatura média interna com 36,26 °C e menor umidade relativa média interna com 23,56%. No tocante à interação entre os dados das instalações avícolas, por meio do Teste Tukey, pode-se constatar que houve diferença significativa ao nível de 5% (Tabela 4).

Conforme descrito anteriormente, Furlan & Macari ⁽⁸⁾ explicam que, para as primeiras semanas de vida da ave, a recomendação é que a temperatura esteja entre 33-35 °C e a umidade relativa entre 65-70%. A tabela 4 demonstra que o aviário AV1 e AV2 registraram valores médios de temperatura interna de 36,26 °C e 35,32 °C, respectivamente. Desta forma, pode-se concluir que nenhuma das instalações estava de acordo com o indicado pela literatura, porém o aviário AV2 destacou resultado mais próximo. Quanto à umidade relativa média interna, os valores das duas edificações também não atenderam as orientações.

Tabela 4: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na primeira semana de alojamento no período da tarde (14h40 AV1 e 14h AV2)

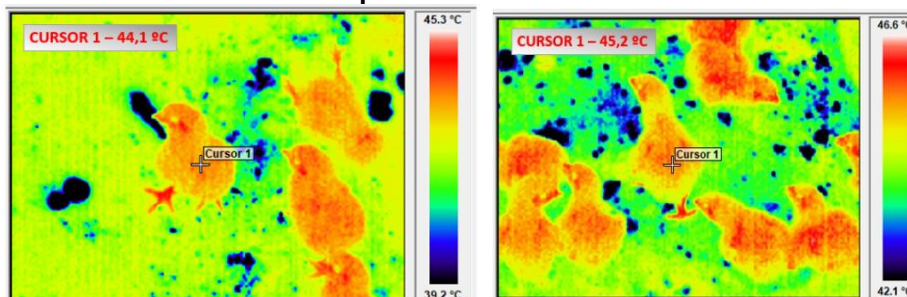
| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 36,26 A | 23,56 B | 44,11 B |
| AV2 | 35,32 B | 32,74 A | 45,23 A |
| Média | 35,79 | 28,15 | 44,67 |
| DMS | 0,43 | 1,63 | 0,94 |
| CV (%) | 1,65 | 8,01 | 2,25 |

*Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Dos autores (2019).

Para a primeira semana de alojamento no período da tarde foi possível constatar que houve diferença significativa ao nível de 5% entre os valores médios dos tratamentos. No aviário AV1 – com 32.500 aves alojadas – foi identificado a menor temperatura média superficial, com 44,11 °C (Figura 06), e no aviário AV2 – com 34.000 aves alojadas – maior temperatura média superficial com 45,23 °C (Figura 07). Para Cobb-Vantress ⁽¹⁸⁾, a temperatura corporal da ave deve variar entre 41-42 °C durante o primeiro e o quinto dia do alojamento. Na tabela 4, verifica-se que os aviários ultrapassaram os limites críticos definidos.

Figura 06 e 07: Termografia obtida no aviário AV1 e AV2 para a primeira semana de coleta no período da tarde



Fonte: Dos autores (2019).

Avaliando os dados da terceira semana de coleta, também registrados no período da tarde, o aviário AV2 foi responsável pela maior temperatura média interna com 33,92 °C e menor umidade relativa média interna com 53,41% (Tabela 5). Ao elaborar o Teste Tukey, para as variáveis da terceira semana de alojamento, pode-se identificar que houve diferença significativa ao nível de 5% para os valores de temperatura média interna, porém, para os dados de umidade relativa média interna, pode-se constatar semelhança nas médias, ou seja, os tratamentos são iguais ao nível de 5% de significância.

Para Macari & Furlan ⁽¹⁹⁾, a faixa de temperatura confortável para a terceira semana de desenvolvimento das aves deve ser entre 27-30 °C. Com base nos dados descritos na tabela 5, as duas instalações atingiram valores acima do recomendado pela literatura, sendo 31,76 °C para o aviário AV1 e 33,92 °C para o aviário AV2. Com relação aos dados de umidade relativa interna, Abreu & Abreu ⁽⁴⁾ definem que, durante o ciclo de alojamento, ela deve ser de 60% a 70%. Evidenciando valores médios de 56,32% e 53,41%, para os aviários AV1 e AV2, observa-se que as edificações se mantiveram abaixo do sugerido pelos autores.

Tabela 5: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na terceira semana de alojamento no período da tarde (14h40 AV1 e 14h AV2)

| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 31,76 B | 56,32 A | 39,86 A |
| AV2 | 33,92 A | 53,41 A | 40,20 A |
| Média | 32,84 | 54,87 | 40,03 |
| DMS | 0,79 | 4,45 | 1,45 |
| CV (%) | 3,33 | 11,24 | 3,86 |

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

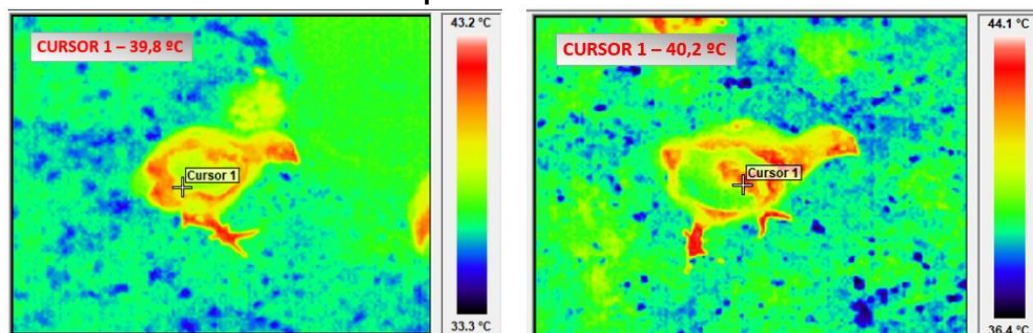
Fonte: Dos autores (2019).

Para os dados da temperatura média superficial das aves, ao realizar o Teste Tukey, é possível constatar que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos. Tessier *et al.* ⁽²⁰⁾ destacam que a temperatura corporal é normalmente constante nas aves, em torno de 41 °C, porém há uma diminuição sobre a zona periférica.

As aves mais jovens provavelmente perdem mais calor por meio da pele que as aves adultas. Alterações significativas na temperatura associados com a idade sugerem que este fator deve ser considerado quando se compara com a temperatura superficial do animal durante seu ciclo de vida.

O aviário AV1 registrou temperatura média superficial de 39,86 °C (Figura 08) e o aviário AV2 apontou 40,20 °C (Figura 09). Ao analisar os limites indicados, pode-se perceber que nenhuma das edificações estavam de acordo com a literatura, mas o aviário AV2 ficou mais próximo.

Figura 08 e 09: Termografia obtida no aviário AV1 e AV2 para a terceira semana de coleta no período da tarde



Fonte: Dos autores (2019).

Na tabela 6, estão definidos os resultados médios para a sexta semana do levantamento de dados, os quais demonstram que o aviário AV2 indicou maior valor de temperatura média interna com 32,12 °C e menor valor de umidade relativa média interna com 69,15%.

Ao analisar os dados de temperatura e umidade relativa interna, por meio do Teste Tukey, é possível constatar que as médias não indicaram diferença significativa, ou seja, os tratamentos são iguais ao nível de 5%.



Tabela 6: Temperatura, umidade relativa interna e temperatura superficial das aves, nos aviários AV1 e AV2, na sexta semana de alojamento no período da tarde (14h40 AV1 e 14h AV2)

| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 32,04 A | 70,06 A | 39,04 A |
| AV2 | 32,12 A | 69,15 A | 38,04 A |
| Média | 32,08 | 69,60 | 38,54 |
| DMS | 0,52 | 2,04 | 2,44 |
| CV (%) | 2,25 | 4,07 | 6,73 |

Obs: Letras diferentes entre as linhas indicam diferenças significativas ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Fonte: Dos autores (2019).

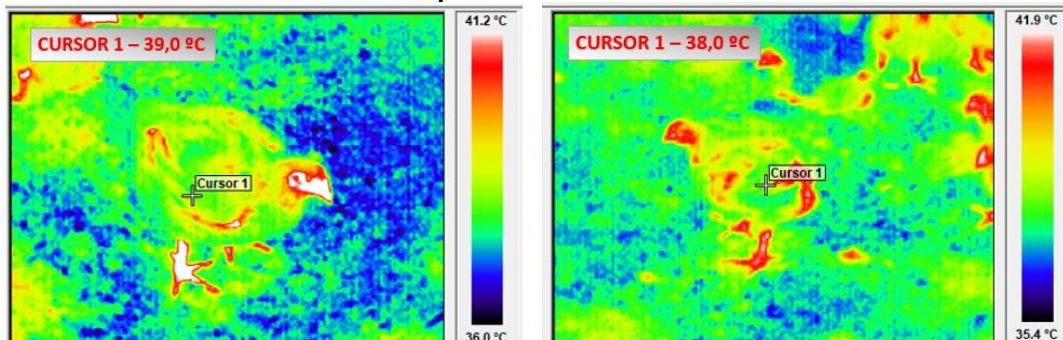
O manual da linhagem de aves alojadas no aviário, elaborado pela Cobb Vantress ⁽¹⁸⁾, propõe que as temperaturas recomendadas para a fase final do alojamento devem ser entre 20-26 °C. Por outro lado, Macari & Furlan ⁽¹⁹⁾ determinam que a faixa de temperatura confortável para a sexta semana do lote deve ser entre 21-24 °C. Tanto o aviário AV1 quanto o aviário AV2 demonstraram que os valores médios para a temperatura interna foram maiores que os tidos como ideais resultando, então, em uma condição de estresse térmico por calor nas aves.

Já os valores médios de umidade relativa interna encontrados nas instalações foram de 70,06% para o aviário AV1 e 69,15% para o aviário AV2. Quando comparados com os limites estabelecidos pela literatura de 65-70%, pode-se concluir que apenas o aviário AV2 atendeu o recomendado.

Por fim, ao comparar os dados da temperatura média superficial das aves com o Teste Tukey, é possível verificar que não houve diferença significativa ao nível de 5% entre os tratamentos. Considerando que a temperatura corporal de frangos de corte adultos sugerido é de aproximadamente 41 °C ^(21,22,23).

Entende-se que, para a sexta semana de coleta de dados, os resultados da temperatura média superficial tanto no aviário AV1, de 39,04 °C (Figura 10), quanto no aviário AV2, de 38,04 °C (Figura 11) estavam abaixo do limite estabelecido.

Figura 10 e 11: Termografia obtida no aviário AV1 e AV2 para a sexta semana de coleta no período da tarde



Fonte: Dos autores (2019).

A tabela a seguir apresenta o resumo com os dados obtidos nas três semanas em que foram realizadas as coletas de informações.

Tabela 7: Resumo dos valores obtidos nas três semanas de coleta de dados nos aviários AV1 e AV2

Temperatura (°C), Umidade Relativa (%) interna e Temperatura superficial das aves (°C) na primeira semana alojamento

| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 36,26 A | 23,56 B | 44,11 B |
| AV2 | 35,32 B | 32,74 A | 45,23 A |
| Média | 35,79 | 28,15 | 44,67 |
| DMS | 0,43 | 1,63 | 0,94 |
| CV (%) | 1,65 | 8,01 | 2,25 |

Temperatura (°C), Umidade Relativa (%) interna e Temperatura superficial das aves (°C) na terceira semana alojamento

| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 31,76 B | 56,32 A | 39,86 A |
| AV2 | 33,92 A | 53,41 A | 40,20 A |
| Média | 32,84 | 54,87 | 40,03 |
| DMS | 0,79 | 4,45 | 1,45 |
| CV (%) | 3,33 | 11,24 | 3,86 |

Temperatura (°C), Umidade Relativa (%) interna e Temperatura superficial das aves (°C) na sexta semana alojamento

| Aviário | Temperatura interna (°C) | Umidade Relativa interna (%) | Temperatura superficial das aves (°C) |
|---------|--------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| AV1 | 32,04 A | 70,06 A | 39,04 A |
| AV2 | 32,12 A | 69,15 A | 38,04 A |
| Média | 32,08 | 69,60 | 38,54 |
| DMS | 0,52 | 2,04 | 2,44 |
| CV (%) | 2,25 | 4,07 | 6,73 |

Fonte: Dos autores (2019).



Considerações Finais

Por meio do estudo realizado e pelos resultados obtidos, pode-se concluir que, apesar da diferença sutil, o aviário AV1, o qual possui cobertura com telha cerâmica de barro modelo francesa com forração em lona preta, apresentou as melhores condições de conforto térmico na terceira e sexta semana de coleta de dados, no período da tarde. Enquanto o aviário AV2, com cobertura de aluzinco trapezoidal com forração em lona preta, demonstrou resultados mais próximos dos tidos como ideais apenas na primeira semana de levantamento das informações também no mesmo período.

Para progressos em pesquisas relacionadas ao referido assunto, recomenda-se analisar a eficácia dos equipamentos que compreendem os aviários modelo *dark house*, os custos de implementação – telha cerâmica e aluzinco – e consumo energético de cada sistema produtivo durante um ciclo completo de alojamento.

Referências

- 1 Coelho DJR. Ambiente térmico e aéreo de aviários sólidos de frangos de corte acondicionados artificialmente para condições climáticas do Brasil e Portugal [Tese on the Internet]. Viçosa, Minas Gerais: Universidade Federal de Viçosa; 2018 [cited 2022 Mar 17]; Available from: <https://locus.ufv.br/handle/123456789/19383> Doutorado em Engenharia Agrícola.
- 2 Associação Brasileira de Proteína Animal (APBA) [Internet]. Brasil; 2022. Relatório Anual da Associação Brasileira de Proteína Animal; [cited 2023 Mar 7]; Available from: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2022.pdf>
- 3 Lutdke CB, Ciocca JRP, Dandin T, Barbalho PC, Vilela JA. Abate humanitário de aves [Internet]. Rio de Janeiro: WSPA; 2010 [cited 2021 Dec 15]. 120 p. ISBN: 978-85-63814-02-9. Available from: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/programa-steps-abate-humanitario-de-aves.pdf>
- 4 ABREU VMN, ABREU PG. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. Revista Brasileira de Zootecnia [Internet]. 2011 [cited 2022 Nov 17];40:1-14. Available from: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/901939/1/osdesafiosdaambienciasobreos sistemas.pdf>
- 5 Bedin J. Avaliação do consumo energético em aviários *dark house*, com e sem isolamento térmico: um estudo de caso na região de Palotina, Paraná [Dissertação]. Cascavel, Paraná: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2015.
- 6 Souza P. Avicultura Industrial. Avicultura e clima quente: como administrar o bem-estar às aves?. 2005;(5):52-58.



- 7 Tinôco IFF. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. 2001;3(1):01-26.
- 8 Furlan RL, Macari M. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte: Termorregulação. 2nd ed. Jaboticabal: Funesp; 2008.
- 9 Baêta FC, Souza CF. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2nd ed. Viçosa, Minas Gerais: UFV; 2010.
- 10 Santos RC, Tinôco IFF, Paulo MO, Cordeiro MB, Silva JN. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. 2002;6(1):142-146.
- 11 Cardoso AS, Baêta FC, Tinôco IFF, Cardoso VAS. Engenharia na Agricultura. Cobertura com materiais alternativos de instalações de produção animal com vistas ao conforto térmico. 2014;19(5)
- 12 Climadate Data ORG. Location. 2019. [cited 2019 Jul 19]; Available from: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/ubirata-43675/>
- 13 NBR 15220. Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro: ABNT; 2005; [cited 2023 Jul 18]; Available from: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf
- 14 Lambeerts R, Dutra L, Pereira F. Eficiência energética na arquitetura. 3rd ed. Rio de Janeiro: Eletrobras, Procel e Procel Edifica; [cited 2023 Jul 17]; Available from: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf
- 15 ISO 7726-1. Ergonomics of the thermal environment — Instruments for measuring physical quantities. 1998: International Organization for Standardization; [cited 2023 Jul 18]; Available from: <https://pt.scribd.com/document/449877937/ISO-7726-1998-pdf>
- 16 Nascimento LAB. Análise energética na avicultura de corte: estudo de viabilidade econômica para um sistema de geração de energia elétrica eólico-fotovoltaico conectado à rede [Dissertação]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR; 2011.
- 17 Yahay S, *et al.* Poultry Science. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. 2001;83(2):253-258.
- 18 Cobb-Vantress [Internet]. Goiânia; 2014. Brooding guide for optimum breeder development.; [cited 2022 Nov 10]; Available from: <http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/management-guides/broodingfundamentals-guide.pdf>
- 19 Macari M, Furlan R, Silva IJO. SBEA. Ambiência na produção de aves em clima tropical. 2001;:31-37.



20 Tessier M, *et al.* Poultry Science. Abdominal skin temperature variation in healthy broiler chickens as determined by thermography. 2003;82(5):52-58.

21 Brown-Brandl TM, Yanagi Júnior T, Xin T, Gates RS, Bucklin RAA. Applied Engineering in Agriculture. A new telemetry system for measuring core body temperature in livestock and poultry. 2003;19(5):583-589.

22 Nascimento ST, Silva IJO, Mourão GB, Castro AC. Revista Brasileira de Zootecnia. Bands of respiratory rate and cloacal temperature for different broiler chicken strains. 2012;41(5):1318-1324.

23 Bueno JPR, Nascimento MRBM, Carvalho CMC, Silva MCA, Bucklin RAA. Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer. Características de termorregulação em frangos de corte, machos e fêmeas, criados em condições naturais de temperatura e umidade. 2014;10(19):437-447



10.31072/rcf.v14i2.1294

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access