

ANÁLISE DO CONFORTO TÉRMICO EM MODELOS DE GALPÕES AVÍCOLAS COM DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE COBERTURA

ARTUR OLIVEIRA FREITAS¹, KATHLLEN SANTOS¹, EDUARDO LEONEL BOTTEGA², ZANANDRA BOFF DE OLIVEIRA²

¹ Estudante do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul, Rodovia Taufik Germano, 3013, Passo D'Areia, CEP. 96503-205, Cachoeira do Sul/RS, Brasil: artur.budk15@gmail.com, kathllen.santos@acad.ufsm.br.

² Professor do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria Campus Cachoeira do Sul, Rodovia Taufik Germano, 3013, Passo D'Areia, CEP. 96503-205, Cachoeira do Sul/RS, Brasil: zanandra.oliveira@ufsm.br; bottega.elb@gmail.com.

RESUMO: O objetivo deste estudo é analisar o conforto térmico em modelos de galpões avícolas com diferentes estratégias de cobertura na região central do RS na primavera de 2022. O estudo foi conduzido na UFSM, Campus de Cachoeira do Sul. Foram avaliados 3 modelos de galpões em dois períodos de coleta de dados: de 23/09 a 5/10 (período 1) e de 6 a 19/10 (período 2), alterando a configuração de cobertura: (M1) telha de fibrocimento com pintura em branco (testemunha); (M2) telha de fibrocimento com pintura em branco e forro em lona (M2.1) – período 1; adicionalmente, pintura branco térmico (M2.2) - período 2; (M3) telha de fibrocimento com pintura em branco e forro com tela de sombreamento prata (M3.1) - período 1; alteração para sombreamento com tela prata (M3.2) - período 2. A coleta de temperatura e umidade foi realizada com termohigrometro *datalogger* a cada 2 h. Em dias de temperatura mais amena e nos horários mais frios do dia houve pouca influência da estratégia de cobertura no conforto térmico. Já, em condições temperatura mais elevada, o forro contribuiu para a mitigação do estresse calórico. O M3.1 apresentou-se como a melhor estratégia de cobertura para as condições de estudo.

Palavras-chaves: acondicionamento térmico, avicultura, estratégias construtivas.

ANALYSIS OF THERMAL COMFORT IN MODELS OF POULTRY HOUSES WITH DIFFERENT COVERAGE STRATEGIES

ABSTRACT: The objective of this study is to analyze the thermal comfort in models of poultry houses with different covering strategies in the central region of RS in the spring of 2022. The study was conducted at UFSM, Cachoeira do Sul Campus. Three models of sheds were evaluated in two periods of data collection: from 09/23 to 10/5 (period 1) and from 10/6 to 19/19 (period 2), changing the coverage configuration: (M1) fiber cement tile with white paint (witness); (M2) asbestos-cement tile with white paint and canvas lining (M2.1) – period 1; additionally thermal white paint (M2.2) - period 2; (M3) fiber cement tile painted in white and lining with silver shading screen (M3.1) - period 1; change to shading with silver screen (M3.2) - period 2. The temperature and humidity were collected with a datalogger thermohygrometer every 2 h. On days with milder temperatures and at the coldest times of the day, there was little influence of the coverage strategy on thermal comfort. However, under higher temperature conditions, the lining contributed to the mitigation of heat stress. The M3.1 was presented as the best coverage strategy for the study conditions.

Keywords: thermal conditioning, poultry, constructive strategies.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil vem se destacando cada vez mais na produção de frango, não somente em produtividade, mas em volume de abate e desempenho econômico (ABPA, 2022). A carne de frango é a proteína mais consumida pelos brasileiros, que consumiram em média 43,41 kg habitante⁻¹ nos anos de 2010 a 2020, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA). O Rio Grande do Sul vem se mantendo como o terceiro maior produtor e exportador de frango de cortes no Brasil ao longo dos anos, concentrando 13,65% dos abates de frango no país, atrás somente do Paraná (35,54%) e de Santa Catarina (14,89%) (ABPA, 2021).

As aves são animais homeotermos que estão em troca térmica contínua com ambiente. Conforme Abreu e Abreu (2011), cerca de 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção. Portanto, para que os indicadores de produtividade sejam mantidos, é importante manter a temperatura do ambiente dentro do limite (zona de termoneutralidade) em que os gastos metabólicos para a termorregulação sejam mínimos. Pois, em condições de umidade relativa e temperatura elevadas, as aves enfrentaram dificuldade na troca do excedente de calor para o ambiente, ocasionando um aumento da temperatura corporal e, como consequência, um desconforto térmico, o que leva a uma queda de produção (ABREU; ABREU, 2011).

Portanto, na maioria das regiões produtoras de frango no Brasil, o clima é desafiador para ambiência. Dentre os sistemas de produção pode-se citar o sistema convencional, caracterizado por condicionamento térmico natural, em que os galpões têm apenas cortinas nas laterais e aberturas no topo das coberturas, sem mecanismos de controle ambiental. Tem-se o sistema semi-climatizado, caracterizado pela utilização de ventiladores em pressão positiva que alteram condições de umidade e temperatura do ar no ambiente interno pelo processo convectivo, geralmente utiliza-se forro para reduzir o volume do ar interno. E, por último, um sistema com maior controle do

ambiente que é o climatizado, neste sistema além do uso de ventiladores em pressão positiva ou exaustores em pressão negativa, para controle do fluxo de ar, associa-se um sistema de resfriamento que pode ser por nebulização ou com placas de resfriamento evaporativo (BAÊTA; SOUZA, 2012). De acordo com Carvalho *et al.* (2012) e Saraz *et al.* (2012), a distribuição do ar aquecido dentro de uma instalação é influenciada pelo seu tipo, sistema de ventilação, isolamento, temperatura e umidade relativa do ar.

O telhado tem um papel importante na transmissão de calor para o interior da edificação, pois de acordo com Machado *et al.* (2012) a maior parte do superaquecimento tem origem na cobertura. A proteção contra a insolação direta de telhados pode ser feita com o uso de coberturas com alto poder refletivo, de isolantes térmicos e de material de grande inércia térmica (ABREU; ABREU, 2011). Para regiões quentes, as telhas com um isolamento térmico, telhas cerâmicas ou telhas de fibrocimento, são mais efetivas, principalmente quando pintadas com tinta acrílica branca (COELHO, 2019). Souza *et al.* (2018) verificaram que a utilização da pintura branca na cobertura de fibrocimento reduziu o índice de temperatura e umidade (ITU) médio de 77,3 para 74,9 no interior dos modelos reduzidos de galpões avícolas na região de Cachoeira do Sul-RS.

O uso do forro permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura que contribui na redução da transferência de calor para o interior do aviário. Assim, o forro atua como barreira física à radiação recebida e emitida pela cobertura. Segundo Castro (2012), ao adicionar forro na cobertura (cerâmica e fibrocimento), ocorre redução geral nos valores de índice de temperatura do globo e umidade (ITGU). Camerini *et al.* (2012) avaliaram a influência do forro a base de resíduo EVA (Etileno Acetato de Vinila) em modelos reduzidos de instalações agropecuárias e verificaram que o forro possibilitou redução nos valores dos índices térmicos. Para Abreu *et al.* (2007), a utilização de forro sob o telhado permite aumentar a densidade de criação de frangos e melhorar o desempenho das aves. Dessa forma, o presente estudo tem como

objetivo analisar o conforto térmico em modelos de galpões avícolas com diferentes estratégias de cobertura na região central do RS na primavera de 2022.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Cachoeira do Sul (30° 02' 21" S e 52° 53' 38" W, altitude 68 m), na região da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. O clima da região é classificado como subtropical úmido, predominante na região Sul. Para a caracterização do ambiente externo no período da coleta de dados, dados de temperatura e umidade relativa do ar foram obtidos de uma estação meteorológica automática localizada ao lado do local da realização do experimento.

Os modelos de galpões avícolas (em escala reduzida) foram construídos conforme

descreve Souza *et al.* (2018) a partir de medidas reais de galpões utilizados na avicultura de corte. Galpões comerciais apresentam, de maneira geral, largura de 12 m, comprimento de 120 m, pé-direito de 3,5 m, espaçamento entre tesouras de 5 m, beiral de 1,0 m e muretas laterais de 0,15 m. Com o processo de redução para a escala 1:10, as medidas dos modelos utilizadas são: largura de 1,2 metros, comprimento de 1,5 metros – deveria ser utilizado 12 m, entretanto foi utilizado 1,5 m (equivalente a 3 módulos de 5m), conforme trabalhos de Santos *et al.* (2005) e Ferreira Júnior *et al.* (2009) - pé-direito de 0,35 m; beiral de 0,10 m; e muretas de 1,5 cm. A inclinação do telhado foi de 15%.

A coleta de dados foi realizada em dois períodos de 23 de setembro a 05 de outubro de 2022 (período 1) e 06 a 19 de outubro de 2022 (período 2) com alterações na configuração dos modelos, conforme Tabela 1 e Figura 1.

Tabela 1. Informações de período de coleta de dados e configuração da estrutura de cobertura.

Modelo	Período 1	Período 2
Modelo 1 (M1)	Telha de fibrocimento com pintura em branco (M1).	Telha de fibrocimento com pintura em branco (M1).
Modelo 2 (M2.1; M2.2)	Telha de fibrocimento com pintura em branco + forro em lona (M2.1).	Telha de fibrocimento com pintura em branco térmico + forro em lona (M2.2).
Modelo 3 (M3.1; M3.2)	Telha de fibrocimento com pintura em branco + forro com tela de sombreamento prata (M3.1).	Tela de sombreamento prata em cima do telhado (sombreamento) + telha de fibrocimento com pintura em branco (M3.2).

Fonte: Autor

Figura 1. Vista geral do experimento no período 1. Cachoeira do Sul, 2023



Fonte: Autor

A mureta lateral é de alvenaria e o restante da estrutura é de madeira (Figura 1). A pintura em branco utilizada em todos os galpões no telhado e em todas as superfícies é uma tinta acrílica e a tinta térmica utilizada no M2 (segundo período de coleta - M2.2) foi de marca comercial Termocril. Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram coletados no interior dos modelos com um termohigrometro *datalogger* no intervalo de 2h entre coleta (às 00h, 2h, 4h, 6h, 8h, 10h, 12h, 14h, 16h, 18h, 20h e 22 h). De posse dessas variáveis, calculou-se o ITU com a equação proposta por Buffingrton e Canton (1983). No dia 25 de setembro (período 1), foram coletadas imagens com câmera termal na parte inferior do forro.

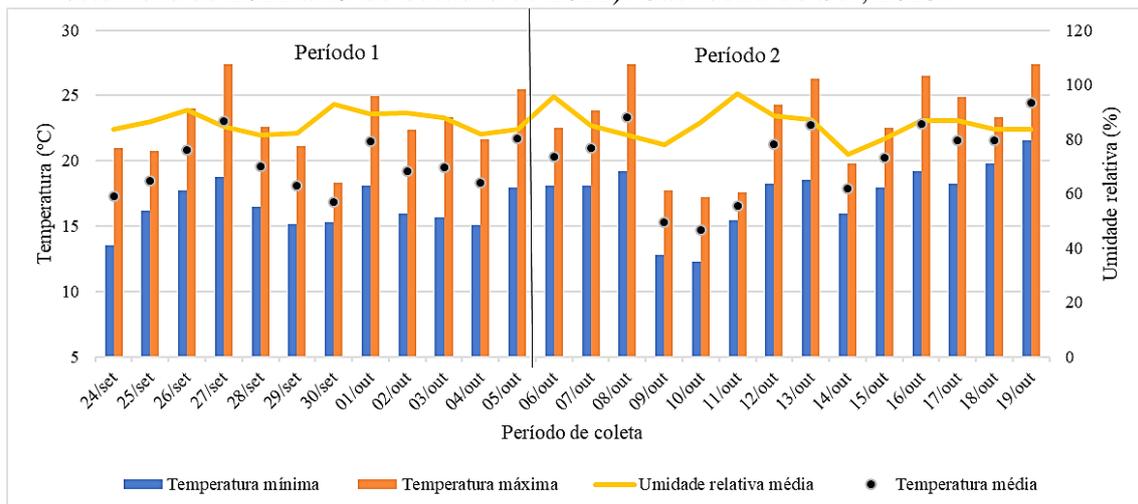
Para a análise estatística os dados de temperatura do ar e ITU foram agrupados em

dois intervalos de horário: 20h às 8h e 10h às 18 h. Após, foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste “F” e as médias comparadas pelo teste de “Tukey” a nível de 5% de probabilidade de erro. Para isso, considerou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com três tratamentos e as repetições foram o número de coletas em cada horário.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta os dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos na estação meteorológica ao lado do local do experimento no período de 24 de setembro de 2022 a 19 de outubro de 2022.

Figura 2. Dados de temperatura e umidade relativa do ar obtidos do ambiente externo (de 24 de setembro de 2022 a 19 de outubro de 2022). Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

A temperatura do ar variou entre 12 °C e 27 °C e a umidade relativa manteve-se elevada, acima de 70%. A condição de elevada amplitude térmica e valores de temperatura máxima inferiores a 30 °C são características do período (primavera) em função da posição geográfica do local. A temperatura média foi de 19,8 e 20,2 °C para o período 1 e 2, respectivamente e, a umidade relativa média foi próxima a 85% nos dois períodos.

A Figura 3 demonstra que as diferenças estatísticas entre os tratamentos (para o primeiro período de avaliação) acontecem no horário em que a temperatura do ar é mais alta entre 10 e 18 h (Figura 4), havendo uma

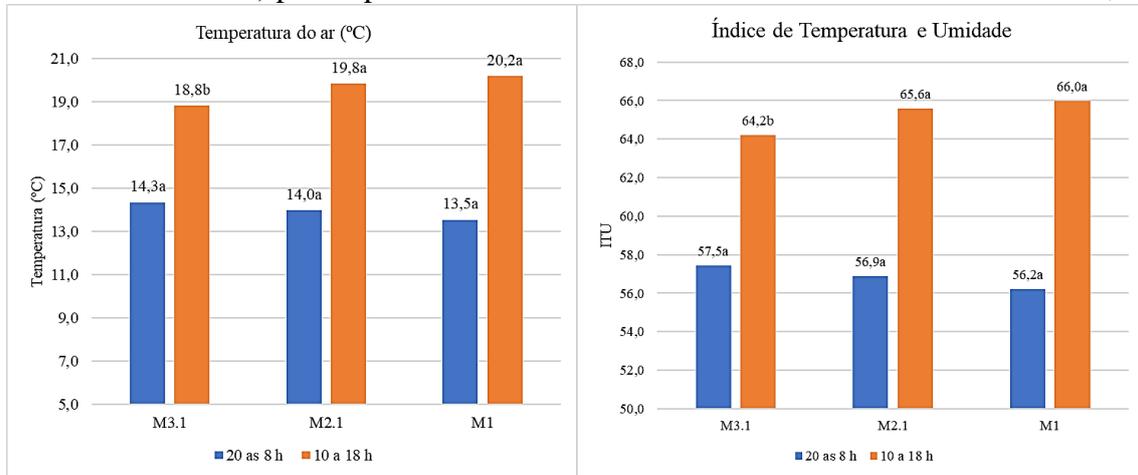
redução média de 1,2 °C de temperatura e de 1,6 de ITU com a utilização do forro com tela de sombreamento prata (M3.1) em comparação aos outros dois modelos (M2.1 e M1). A utilização do forro (Figura 4) contribui, também, para a atenuação da amplitude térmica, que foi de 11,2 °C (M1), 10,8 °C (M2.1) e 9,8 °C (M3.1).

Para o segundo período de análise, a colocação da tela de sombreamento prata em cima da cobertura (M 3.2) não proporcionou redução na temperatura como havia proporcionado no período anterior (M 3.1). Sendo que, a temperatura média para o período no interior dos aviários em escala reduzida foi

entre 15°C e 20°C, para os intervalos entre 20 as 8h e 10 as 18h, respectivamente. Neste caso, foi a utilização da pintura térmica + forro em lona

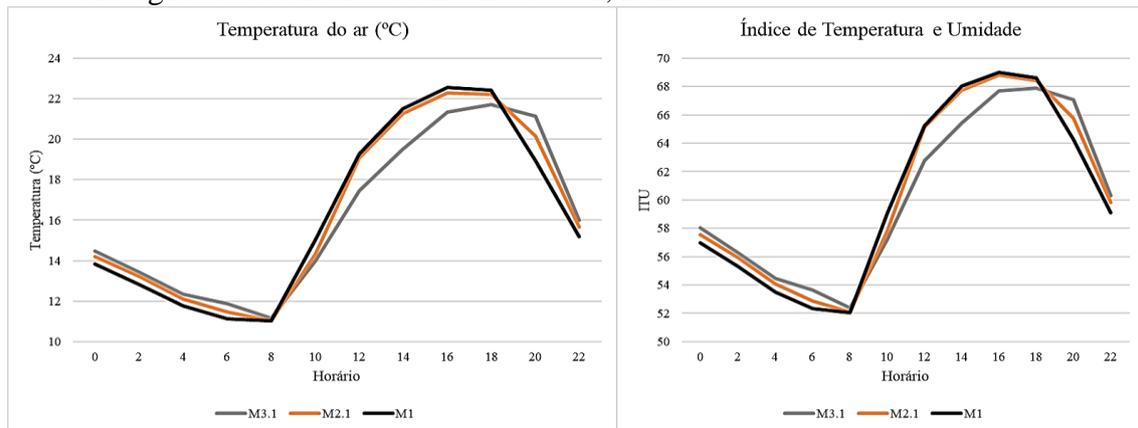
(M 2.2) que possibilitou redução na ITU nos horários mais quentes do dia (Figura 5).

Figura 3. Valores médios de temperatura e ITU com resultado do teste de médias (comparando um mesmo horário) para o período 1 em dois intervalos de horário. Cachoeira do Sul, 2023.



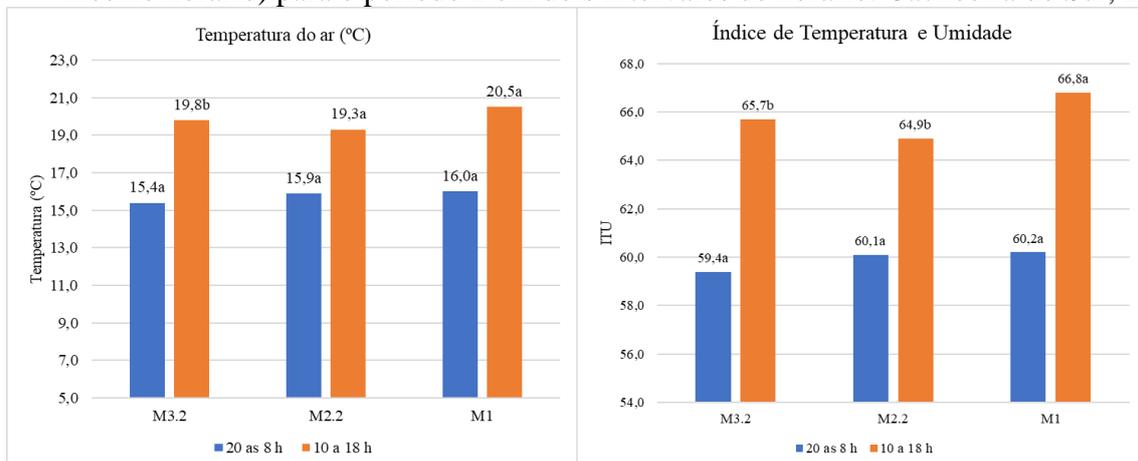
Fonte: Autor

Figura 4. Valores de temperatura e ITU médios horários para o 1 em modelos avícolas com diferentes estratégias de cobertura. Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

Figura 5. Valores médios de temperatura e ITU com resultado do teste de médias (comparando um mesmo horário) para o período 2 em dois intervalos de horário. Cachoeira do Sul, 2023.

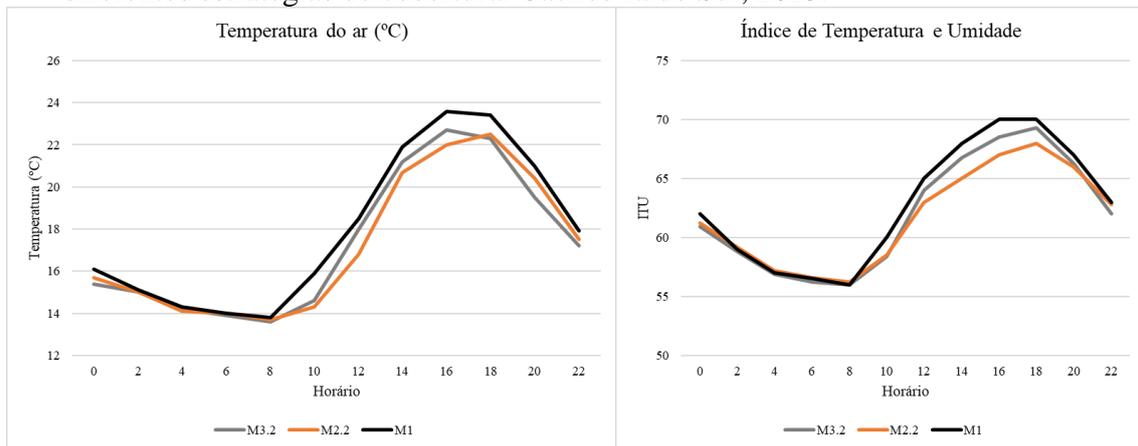


Fonte: Autor

A variação média horária da temperatura e do ITU para o período de 06 a 19/10 nos aviários com diferentes estratégias de cobertura (Figura 6) demonstra menor amplitude térmica com a utilização de telha

com pintura térmica + forro em lona (M 2.2), que permitiu uma redução de até 2°C no valor de temperatura e 2 pontos de ITU nos horários mais quentes do dia (16 a 18 h).

Figura 6. Valores de temperatura e ITU médios horários para o período 2 em modelos avícolas com diferentes estratégias de cobertura. Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

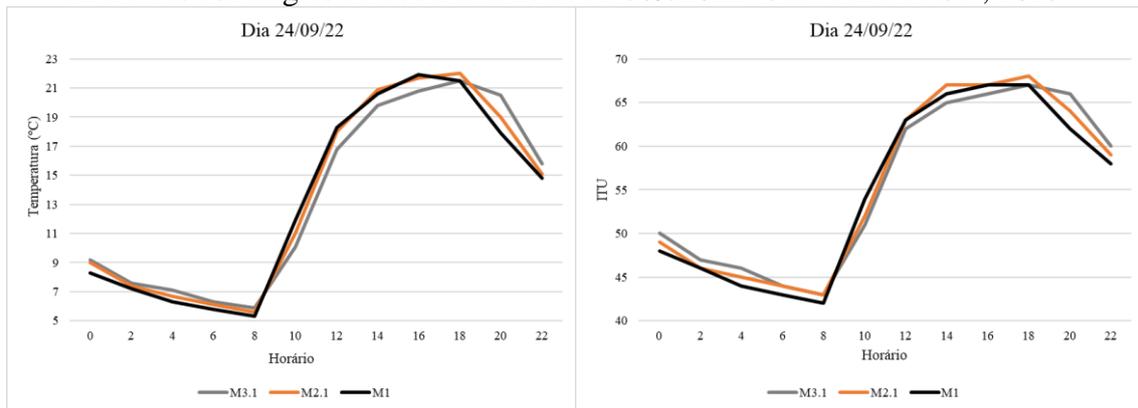
Por meio da análise dos dados, percebe-se que a utilização da tela de sombreamento prata como forro (M 3.1) foi uma melhor estratégia do que como sombreamento em cima do telhado (M 3.2) e a pintura do telhado com tinta térmica melhorou a performance do forro em lona (M 2.2). Em comparação à utilização de telha apenas (M 1), a tela de sombreamento prata como forro (M3.1) reduziu os valores de temperatura em média 1,4 °C e o ITU em 1,8. Já, quando utilizada sobre o telhado (M3.2), a redução de temperatura foi de 0,7 °C e o ITU reduzido em 1,1. Castro (2012), avaliando o conforto térmico proporcionado pelo uso de diferentes materiais na cobertura e diferentes forros por meio de modelos em escala reduzida e distorcida, verificou que, quando o forro foi utilizado como estratégia de sombreamento, não promoveu melhoria nas condições térmicas do ambiente avaliando.

A utilização da tinta térmica + forro em lona (M 2.2) reduziu a temperatura interna dos galpões em até 1,4 °C e o ITU em 1,8, enquanto, no primeiro período (M 2.1), havia reduzido em até 0,3 °C a temperatura e 0,2 o ITU, comparada à utilização de telha apenas (M1). Portanto, a

adoção de estratégias de cobertura com o uso materiais refletivos e a adição barreiras a transferência de calor contribuem para a redução da temperatura, da amplitude térmica e do ITU no interior de modelos avícolas, o que poderá contribuir para a redução do custo com práticas para condicionamento térmico artificial. O acréscimo na temperatura interna é percebido, principalmente, nas instalações que possuem telhas aparentes, ou seja, quando a mesma não possui forro (ou laje) para separar o espaço do restante da edificação (CAMERINI *et al.*, 2012; NÄÄS *et al.*, 2007).

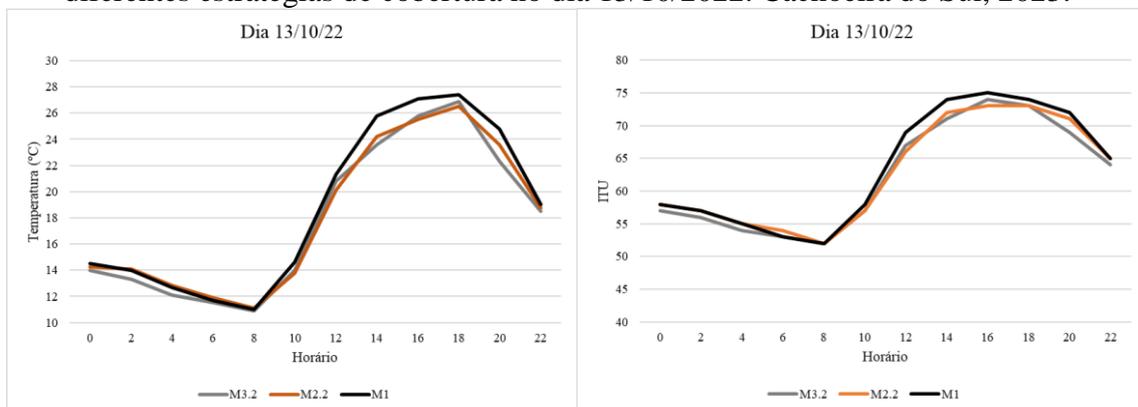
As Figuras 7 e 8 apresentam o padrão dos indicadores de conforto térmico em dois dias dos períodos avaliados (24/09 – período 1 e 13/10 – período 2). Um dia com temperatura mais amena e um dia com temperatura mais elevada, para contemplar a característica da região de elevada amplitude térmica. Segundo Oliveira e Knies (2019), as condições climáticas na região central do Rio Grande do Sul são de elevada amplitude térmica e diária e anual, associada a umidade relativa do ar elevada (>50%).

Figura 7. Padrão dos indicadores de conforto térmico no interior de aviários em escala reduzida com diferentes estratégias de cobertura no dia 24/09/2022. Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

Figura 8. Padrão dos indicadores de conforto térmico no interior de aviários em escala reduzida com diferentes estratégias de cobertura no dia 13/10/2022. Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

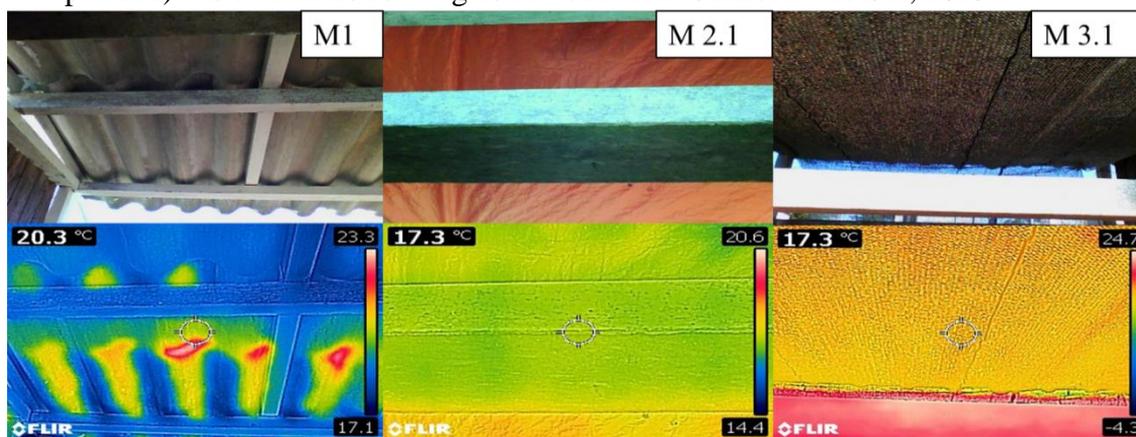
O padrão diário dos indicadores de conforto térmico no interior dos modelos de galpão avícolas avaliados demonstra que em dias mais quentes, como foi o dia 13/10, há maior influência da estratégia de cobertura que em dias de temperatura mais amena, como o dia 24/09. Assim como, acontece ao longo do dia, pois nos horários mais frios do dia, há pouca influência da estratégia de cobertura nos indicadores de conforto térmico. Enquanto, nos horários de temperatura mais elevada, o forro contribui para a mitigação do estresse calórico, sobretudo entre 12 as 16h.

Analisando a influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias, Camerini e Nascimento (2012) verificaram, em modelos construídos em escala reduzida (1:10), que a utilização de forro de EVA proporcionou melhores condições térmicas no seu interior, tornando o ambiente mais confortável para animais em instalações

agropecuárias de escala real. Segundo Abreu *et al.* (2007) o uso do forro na cobertura dos aviários justifica-se pelo fato de resultar em melhores condições de conforto térmico para as aves.

As imagens termais demonstradas na Figura 9 ilustram a importância do forro na redução da transferência de calor para o interior das edificações, com a redução nos valores de temperatura e na amplitude destes valores. O fluxo de calor que chega ao ambiente interno é influenciado diretamente pelo tipo de material da cobertura, por suas propriedades reflexivas e pelo isolamento térmico que proporcionam. Neste contexto, os forros podem ser colocados acima ou abaixo da cobertura para sombrear o telhado ou para separar o espaço do ático do restante da instalação, sendo uma alternativa funcional e de baixo custo para a melhoria do conforto térmico no interior das edificações (CASTRO, 2012).

Figura 91. Conjunto de imagens e de imagens termais capturadas no dia 25/09/2022 (primeiro período) nas diferentes estratégias de cobertura. Cachoeira do Sul, 2023.



Fonte: Autor

4 CONCLUSÕES

Dentre as estratégias de coberturas avaliadas neste estudo, o uso da tela de sombreamento prata como forro, associada à telha de fibrocimento (pintura em branco), contribuiu mais para a redução da temperatura e do índice de temperatura e umidade no interior do modelo de galpão avícola do que quando utilizada como sombreamento (em cima do telhado).

Quando na utilização do forro em lona a utilização da pintura térmica em comparação à utilização de tinta acrílica na telha de fibrocimento contribuiu mais para a redução da temperatura e do índice de temperatura e umidade no interior do modelo de galpão avícola.

Em condições temperatura mais elevada (dias mais quentes e horários mais quentes do dia), o forro contribuiu para a mitigação do estresse calórico. Enquanto, em dias de temperatura mais amena e nos horários mais frios do dia, houve pouca influência da estratégia de cobertura nos indicadores de conforto térmico.

5 REFERÊNCIAS

ABPA. **Relatório Anual 22.** São Paulo: ABPA 2022. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2022.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2023.

ABPA. **Relatório Anual 21.** São Paulo: ABPA 2021. Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/01/abpa-relatorio-anual-2021.pdf>. Acesso em: 4 jan. 2023.

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N.; COLDEBELLA, A.; JAENISCH, F. R. F.; PAIVA, D. P. Condições térmicas ambientais e desempenho de aves criadas em aviários com e sem o uso de forro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 59, n. 4, p. 10141020, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abmvz/a/NQjTtH97NTbHHV7crzhndzf/#:~:text=As%20aves%20criadas%20dentro%20de,mais%20alto%20valor%20de%20UR>.

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 40, supl. especial, p. 1-14, 2011.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: Conforto animal.** 2. ed. Viçosa: EDUFV, 2012.

BUFFINGTON, D. E.; CANTON, G. H. Shede management systems to reduce heat stress for dairy cows. St. Joseph: **American Society of Agricultural engineers**, St Joseph, v. 26, n. 6, p. 1798-1802, 1983.

- CAMERINI, N. L.; NASCIMENTO, W. B. Análise da influência do revestimento de resíduo de EVA no conforto térmico de instalações agropecuárias. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 48-51, 2012.
- CARVALHO, T. M. R.; MOURA, D. J.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, G. S.; BUENO, L. G. F.; LIMA, K. A. O. Use of geostatistics on broiler production for evaluation of different minimum ventilation systems during brooding phase. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 41, n.1, p. 194-202, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000100028>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/8r48ntMrYyzW4pdSVcHtTpP/?lang=en>. Acesso em: 4 jan. 2023.
- CASTRO, A. C. **Avaliação da eficiência térmica de materiais utilizados como sistemas de cobertura em instalações avícolas**. 2011. Dissertação (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012. DOI: 10.11606/D.11.2012.tde-07022012-142226. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11131/tde-07022012-142226/pt-br.php>. Acesso em: 11 jan. 2023.
- COELHO, D. J. R.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; BAPTISTA, F. J. F.; BARBARI, M.; OLIVEIRA, K. P. Thermal environment of masonry-walled poultry House in the initial life stage of broilers. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 23, n. 3, p. 203-208, mar. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/RsDpZL9t336ChD4nyjjwsZB/?lang=en#:~:text=The%20indoor%20THI%20of%20the,78.8%20in%20the%20third%20week>. Acesso em: 22 jan. 2022.
- FERREIRA JÚNIOR, L. G.; YANAGI JUNIOR, T.; DAMASCENO, F.; SILVA, E.; SILVA, G. C. A. Ambiente térmico no interior de modelos físicos de galpões avícolas equipados com câmaras de ventilação natural e artificial. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 166-178, 2009.
- MACHADO, N. S.; TINÔCO, I. F. F.; ZOLNIER, S.; MOGAMI, C. A.; DAMASCENO, F. A.; ZEVIANI, W. M. Resfriamento da cobertura de aviários e seus efeitos na mortalidade e nos índices de conforto térmico. **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p. 59-73, 2012. DOI: <https://doi.org/10.3738/1982.2278.718>. Disponível em: <https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/718>. Acesso em: 22 jan. 2022.
- NÄÄS, I. A.; MIRAGLIOTTA, M. Y.; BARACHO, M. S.; MOURA, D. J. Ambiência aérea em alojamento de frangos de corte: poeira e gases. **Engenharia Agrícola**, Botucatu, v. 27, n. 2, p. 326-335, 2007.
- OLIVEIRA, Z. B.; KNIES, A. E. Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambiente externo na região central do RS. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 34, n. 3, p. 377-388, 2019.
- SANTOS, P. A.; YAHAGI JUNIOR, T.; TEIXEIRA, V. H.; FERREIRA, L. Ambiente térmico no interior de modelos de galpões avícolas em escala reduzida com ventilação natural e artificial dos telhados. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 575-584, 2005.
- SARAZ, J. A. O.; TINÔCO, I. F. F.; ROCHA, K. S. O.; MARTINS, M. A.; DAMASCENO, F. A. Validation of a CFD model for prediction of the efficiency of evaporative cooling in porous panels. **Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica**, Bogotá, v. 15, n. 1, p. 209-217, 2012.
- 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 agrícola. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 40, edição especial, p. 140-147, 2018.

