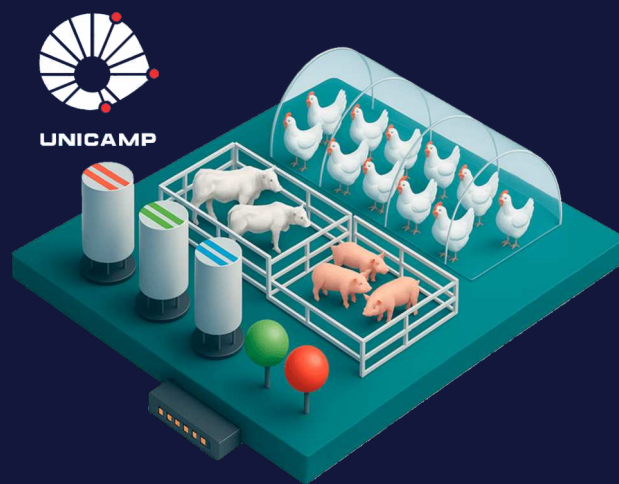




MODELO DE RESUMO

Respostas fisiológicas e comportamentais de suínos em terminação ao estresse térmico em baias comerciais

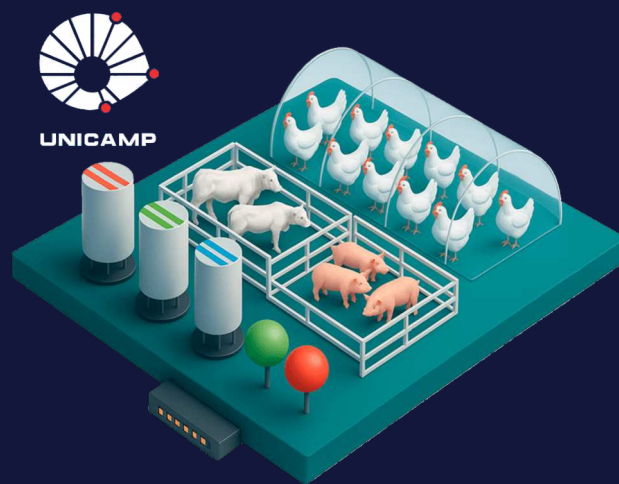
Leticia Novaes Ferreira, Livia Moraes Garcia, Aline R. Conceição, Luan V. Boriollo, Luana O. Faria, Manuela O. Monsalve, Janis S. Le-Roy, Prof. Dr. Rafael Vieira Sousa, Profa. Dra. Luciane S. Martello

Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos (FZEA/USP), Pirassununga/SP, Brasil.

*Aluna de graduação – leticianovaes25@usp.br

O estresse térmico influencia as respostas fisiológicas e comportamentais dos suínos. Compreender e quantificar essas respostas é essencial para estabelecer valores de referência que subsidiem o desenvolvimento de algoritmos de inteligência artificial (IA) voltados ao monitoramento automatizado do estresse térmico. Objetivou-se avaliar a influência do ambiente térmico sobre as respostas comportamentais e fisiológicas de suínos em terminação alojados em baias comerciais. Foram utilizados 25 suínos da raça Large White, monitorados entre 10 e 20 semanas de idade no setor de suinocultura da FZEA/USP. Os dados ambientais (temperatura do ar e umidade relativa) foram coletados continuamente por data logger para cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (THI). Os dias foram classificados em conforto ($\text{THI} < 69$) e alerta ($70 < \text{THI} < 75$). Os comportamentos (deitado, em pé, comendo e bebendo) foram registrados por câmeras RGB e analisados com *software* de rotulagem (Python). As respostas fisiológicas incluíram temperatura retal (TR, °C), frequência respiratória (FR, mov/min) e temperatura de superfície corporal (TSC, °C), obtidas com termômetro digital, observação dos movimentos do flanco e câmera termográfica. Os dados foram analisados no R, por meio de correlação de Pearson e regressão linear ($p \leq 0,05$). O aumento do THI reduziu o comportamento de ingestão de alimentos ($R^2 = 0,49$; $r = -0,70$), sem efeito sobre a ingestão de água ($R^2 = 0,09$). Houve maior tempo deitado ($r = 0,786$; $p < 0,05$) e menor tempo em pé ($r = -0,773$; $p < 0,05$) com o aumento do THI. A TR manteve-se estável (~ 39 °C), dentro da faixa fisiológica (38,6–39,3 °C). Contudo, a FR foi maior ($p < 0,01$) e a TSC aumentou (~ 25 °C vs. 22 °C) nos dias de alerta. Conclui-se que, sob condições térmicas de alerta, os suínos alteraram seu comportamento ingestivo, hídrico e postural em relação aos dias de conforto. A FR e a TSC responderam às variações térmicas, enquanto a TR manteve-se dentro da faixa fisiológica.

Palavras-chave: bem-estar, estresse térmico, *Sus scrofa domesticus*, Termografia de infravermelho e THI



MODELO DE RESUMO EXPANDIDO

Análise prévia comparativa entre Entalpia e *THI* para Botucatu-SP

FS Campos*, G Stucchi, JR Franco, FJ Noris, VCR Sarnighausen

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus Botucatu, Departamento de Bioprocessos e Biotecnologia, Botucatu, SP.

Resumo

A entalpia de ar seco é proposta como um indicador de conforto térmico para animais e humanos. Para verificar sua relevância, foi comparada com um índice já estabelecido, o THI, para aves em confinamento, de corte ou postura. O estudo utilizou dados mensais médios aferidos em um período de 5 anos na cidade de Botucatu-SP. Observou-se que há concordância entre os dois índices, e que a entalpia aponta situações de estresse térmico por frio que o THI não indica, mostrando a aplicabilidade deste índice.

Abstract

Dry air enthalpy is proposed as a thermal comfort index for animals and humans. To verify its relevance, it was compared to an already established index, THI, for broiler and laying chickens. This study used monthly mean measurements for a 5-year period in the city of Botucatu-SP. It was found that there is agreement among both indexes, and that enthalpy can point out situations of cold thermal stress that THI cannot, showing the applicability of this index.

Introdução

A entalpia é uma grandeza termodinâmica que mede a quantidade de calor transferido para um sistema em um processo termodinâmico a pressão constante (1), o que torna o uso dessa grandeza interessante para a análise das relações entre os seres vivos e o ambiente. A entalpia de ar seco (h) é de fácil obtenção, devido ao uso de variáveis meteorológicas comuns como

temperatura, umidade relativa do ar e pressão barométrica, estabelecendo uma relação entre calor latente e calor sensível, o que é útil para identificar situações em que indivíduos podem se encontrar em situações de estresse térmico (2).

Uma aplicação deste índice é em relação ao conforto térmico de animais de produção, sejam eles em confinamento ou a pasto, uma vez que situações de estresse térmico podem impactar significativamente sua produtividade. Ferraz et al. (2018) identificaram, através da análise de entalpia em um galpão de confinamento de aves na primeira semana de vida, situações em que os sistemas térmicos não eram efetivos em manter as condições de conforto para os animais vivendo nele (3).

A fim de verificar a significância do índice de entalpia de ar seco, diversas comparações são feitas com outros índices de conforto térmico já estabelecidos, como o *temperature-humidity index (THI)*. Este índice é obtido através de uma relação simples entre temperatura e umidade relativa do ar, a fim de estimar a quantidade de estresse térmico em animais em geral (4). O índice de entalpia, por sua vez, é obtido através da análise psicrométrica entre variáveis microclimáticas para estabelecer e mensurar a relação das trocas de calor entre dados corpos e o ambiente (5).

A comparação entre tais indicadores é a proposta deste trabalho, além do cruzamento destes indicadores e seus respectivos limites de conforto para aves em confinamento, tanto poedeiras quanto de corte, para a cidade de Botucatu-SP.

Material e Métodos

Utilizou-se uma base de dados meteorológicos da Estação Meteorológica da UNESP, da cidade de Botucatu-SP, Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas (22°31' S, 48°15' W, 840 m acima do nível do mar). A cidade de Botucatu possui um clima subtropical úmido (Cwa) de acordo com a classificação de Köppen, com verão quente e úmido e inverno frio e seco (6).

Estes dados foram registrados em escala diária no período de 2018 a 2022, sendo posteriormente agrupados em médias mensais para os cinco anos. A temperatura de bulbo seco (t), em °C, e a umidade relativa do ar (RH), em %, foram registradas por um sensor *Campbell Scientific* HC2S3, sendo utilizados os valores máximos para ambos. A pressão atmosférica relativa (p_B), em mmHg, foi mensurada pelo barômetro *Vaisala* CS106.

Para o cálculo da entalpia de ar seco foi utilizada a fórmula desenvolvida por (5), explicitada abaixo na Equação 1.

$$h = 1,006.t + \frac{RH}{p_B} \cdot 10^{(7,5.t/237,3.t)} \cdot (71,28 + 0,052.t) \quad (1)$$

Para o cálculo do THI foram utilizadas as equações propostas por (7), que calculam o índice para aves de corte e poedeiras, explicitadas abaixo nas Equações 2 e 3.

$$THI_{corte} = 0,85 T_{db} + 0,15 T_{wb} \quad (2)$$

$$THI_{postura} = 0,60 T_{db} + 0,40 T_{wb} \quad (3)$$

Os limites de conforto térmico para aves em confinamento foram obtidos através do trabalho de (8), que determinaram uma temperatura de bulbo seco (t) máxima de 35 °C e mínima de 20 °C, e uma umidade relativa máxima de 80 % e mínima de 30%.

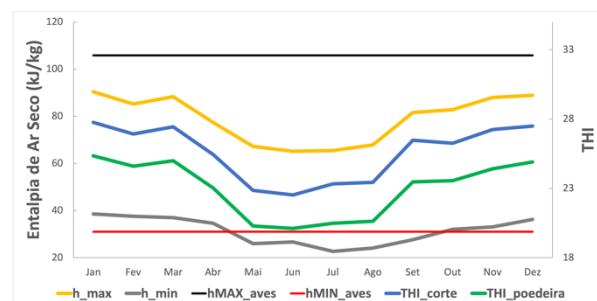
Resultados e Discussão

Tabela 1 – Limites de THI para aves em confinamento, poedeiras e de corte (7).

THI	Situação
< 27,8	Normal
27,9 – 28,7	Moderado
28,9 – 29,9	Severo
> 30,0	Muito Severo

Para aves, as faixas de estresse térmico podem ser encontradas na Tabela 1 (7). THI leva em consideração a temperatura de bulbo úmido (T_{wb}), variável raramente encontrada em estações automáticas atualmente. Desta forma, Lallo et al. (2018) propuseram um ajuste ao índice, utilizando a temperatura máxima como sendo T_{db} e a mínima como T_{wb} , obtendo resultados subestimados de THI na ordem de 2 a 4% para THI_{corte} e de 5 a 9% para $THI_{postura}$, porém com alta correlação entre os índices ($R^2 = 0,97$).

Figura 1 - Comparação entre entalpia de ar seco (kJ/kg) e THI , média mensal de 5 anos, cidade de Botucatu-SP.



Pode-se analisar pela Figura 1 que, para a cidade de estudo, os valores médios de THI não ultrapassam o limite normal, indicando falta de estresse térmico no período de estudo, também notado na entalpia máxima. A entalpia de ar seco máxima, por sua vez, mostra concordância gráfica com o THI. Porém, a entalpia mínima mostra estresse térmico por frio nos meses de maio a setembro, algo não apontado pelo THI. O índice de entalpia, por conta de sua dependência de variáveis microclimáticas simples, aponta uma imagem mais geral do ambiente e habilita uma análise mais indicativa das

condições termodinâmicas, algo não visto em outros indicadores (9). Dito isso, outra possível análise a ser feita seria verificar valores diários destes índices, além de horários específicos, para verificar valores diferentes de valores médios.

Conclusão

O índice de entalpia de ar seco é uma importante ferramenta no planejamento e tomada de decisão em conforto animal, influenciando diretamente o desempenho produtivo. Em comparação com o THI, é possível observar sua relevância devido a seu enquadramento psicrométrico incluído em seu cálculo, sem a necessidade de variáveis estimadas. Para a cidade de Botucatu-SP, a respeito de aves poedeiras e de corte, ambos os índices mostram condições térmicas normais de calor, porém a entalpia indica estresse por frio nas estações mais frias, o que solidifica ainda mais a entalpia como um índice confiável e robusto para a aplicação em geral na análise do conforto térmico animal e humano, visto que pelas faixas de temperatura e umidade relativa da cidade de Botucatu, tal apontamento de estresse por frio é presente.

Bibliografia

- (8) Abreu, V. M. N., Abreu, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p 1 – 14, 2011.
- (9) Castro Júnior, S. L., Silva, I. J. O. The specific enthalpy of air as na indicator of heat stress in livestock animals. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, p. 149 – 161, 2021.
- (1) Çengel, Y. A.; Boles, M. A. Thermodynamics: An Engineering Approach. McGraw-Hill, New York, 2001.
- (3) Ferraz, P. F. P., Ferraz, G. A. S., Pereira, R. S. G., Castro, J. O., Cadavid, V. G. (2018). Distribuição da entalpia em galpão de frangos na primeira semana de vida. **Anais do 28º Congresso Brasileiro de Zootecnia**, ISSN 1983-4357.
- (4) Habeeb, A. A., Gad, A. E., Atta, M. A. Temperature-Humidity Indices as Indicators to Heat Stress of Climatic Conditions with Relation to Production and Reproduction of Farm Animals. **International Journal of Biotechnology and Recent Advances**. v. 1(1), p. 35 – 50, 2018.
- (2) Heidari, H.; Golbabaei, F.; Shamsipour, A.; Forushani, A. R.; Gaeni, A. Determination of Air Enthalpy Based on Meteorological Data as an Indicator for Heat Stress Assessment in Occupational Outdoor Environments, a Field Study in Iran. **Journal of Research in Health Sciences**, 2016.
- (7) Lallo, C. H. O., Cohen, J., Rankine, D., Taylor, M., Cambell, J., Stephenson, T. Characterizing heat stress on livestock using the temperature humidity index (THI) – prospects for a warmer Caribbean. **Regional Environmental Change**, v. 18, p. 2329 – 2340, 2018.
- (5) Rodrigues, V. C.; Silva, I. J. O.; Vieira, F. M. C.; Nascimento, S. T. A correct relationship as a thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology (Print)**, v. 55, p. 455 - 459, 2011.
- (6) SMAABC. São Paulo, Sistema de Monitoramento Agrometeorológico. 2002. Disponível em: https://sma.fundacaoabc.org/climatologia/classificacao_climatica/sao_paulo. Acesso em: 27 mar. 2023.