REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

DESENVOLVIMENTO DE UM ÍNDICE DE COMPETIÇÃO ALIMENTAR PARA FRANGOS DE CORTE EM AVIÁRIOS COMERCIAIS BASEADO EM VISÃO COMPUTACIONAL

DEVELOPMENT OF A FEEDING COMPETITION INDEX FOR BROILER CHICKENS IN COMMERCIAL POULTRY HOUSES BASED ON COMPUTER VISION

DESARROLLO DE UN ÍNDICE DE COMPETENCIA ALIMENTARIA EN POLLOS DE ENGORDE EN GALPONES AVÍCOLAS COMERCIALES BASADO EN VISIÓN COMPUTACIONAL

Cristina Akemi Mogami
Doutora, Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE), campus Zona Rural, Petrolina, Pernambuco Brasil.
cristina.mogami@ifsertao-pe.edu.br
https://orcid.org/0009-0006-8584-9880

Cecília de Fátima Souza Ferreira
Doutora, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Viçosa, Minas Gerais, Brasil
cfsouza@ufv.br
https://orcid.org/0000-0003-2059-2755

Ilda de Fátima Ferreira Tinôco
Doutora, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Departamento de Engenharia Agrícola (DEA), Viçosa, Minas Gerais, Brasil
iftinoco@ufv.br
https://orcid.org/0000-0002-8152-0301

Keller Sullivan Oliveira Rocha
Doutor, Universidade Estadual do Estado de Minas Gerais (UEMG), Unidade Passos, Passos, Minas Gerais, Brasil
kellersullivan@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-4305-4837

Neiton Silva Machado
Doutor, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf), Campus Ciências Agrárias (CCA), Colegiado de Engenharia Agronômica (Ceagro), Petrolina, Pernambuco, Brasil
neiton.machado@univasf.edu.br
https://orcid.org/0000-0001-6049-2279

Resumo
O estresse térmico é um dos principais desafios da avicultura em regiões tropicais, comprometendo o desempenho produtivo e o bem-estar de frangos de corte. Nesse contexto, o uso de ferramentas automatizadas para monitoramento comportamental tem se destacado como alternativa eficiente aos métodos tradicionais. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento de frangos de corte em aviários comerciais sob diferentes condições térmicas e desenvolver um índice de competição alimentar, utilizando técnicas de visão computacional. A pesquisa foi conduzida em

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

seis aviários comerciais em Rio Verde, GO, com sistemas idênticos de ventilação em túnel e nebulização, diferenciando-se pela presença de aspersão de água sobre a cobertura em três dos tratamentos. Foram utilizadas imagens digitais capturadas continuamente em dois aviários entre 24 e 45 dias de criação, processadas no software Scilab com aplicação do método de Bayes para segmentação. Foram desenvolvidos os índices de competição relativa (ICRC) e efetiva (ICEC) no comedouro, correlacionados ao Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU). Os resultados indicaram que a aspersão reduziu o ITGU e melhorou o conforto térmico. O tratamento sem aspersão apresentou maior concentração de aves nos comedouros e maior competição alimentar. O ICEC mostrou-se mais preciso que o ICRC, com erro médio de 11,6% em relação à contagem manual. Além disso, o sistema com aspersão apresentou valores menores de conversão alimentar e mortalidade. Conclui-se que a visão computacional é uma ferramenta eficaz para avaliação do comportamento alimentar, sendo o ICEC um indicador confiável. A adoção de estratégias de resfriamento, como a aspersão na cobertura, contribui significativamente para o bem-estar e desempenho produtivo das aves.
Palavras-chave: Resfriamento evaporativo; Índice de competição alimentar; Bem-estar animal

Abstract
Thermal stress is one of the main challenges in poultry production in tropical regions, compromising the productive performance and welfare of broiler chickens. In this context, the use of automated tools for behavioral monitoring has emerged as an efficient alternative to traditional methods. Therefore, the present study aimed to evaluate the behavior of broiler chickens in commercial poultry houses under different thermal conditions and to develop a feeding competition index using computer vision techniques. The research was conducted in six commercial poultry houses in Rio Verde, GO, Brazil, with identical tunnel ventilation and fogging systems, differing by the presence of water spraying on the roof in three treatments. Digital images were continuously captured in two poultry houses between 24 and 45 days of age and processed using Scilab software with the application of the Bayes method for segmentation. Relative (ICRC) and effective (ICEC) feeding competition indices at the feeder were developed and correlated with the Black Globe Temperature and Humidity Index (BGTHI). The results indicated that water spraying reduced BGTHI and improved thermal comfort. The treatment without spraying showed a higher concentration of birds at the feeders and increased feeding competition. The ICEC proved to be more accurate than the ICRC, with a mean error of 11.6% compared to manual counting. In addition, the system with water spraying showed lower feed conversion and mortality rates. It is concluded that computer vision is an effective tool for evaluating feeding behavior, and the ICEC is a reliable indicator. The adoption of cooling strategies, such as roof water spraying, significantly contributes to bird welfare and productive performance.
Keywords: Evaporative cooling; Feeding competition index; Animal welfare

Resumen
El estrés térmico es uno de los principales desafíos de la avicultura en regiones tropicales, comprometiendo el desempeño productivo y el bienestar de los pollos de engorde. En este contexto, el uso de herramientas automatizadas para el monitoreo del comportamiento se ha destacado como una alternativa eficiente a los métodos tradicionales. Así, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el comportamiento de pollos de engorde en galpones avícolas comerciales bajo diferentes condiciones térmicas y desarrollar un índice de competencia alimentaria utilizando técnicas de visión computacional. La investigación se llevó a cabo en seis galpones avícolas comerciales en Rio Verde, GO, Brasil, con sistemas idénticos de ventilación tipo túnel y nebulización, diferenciándose por la presencia de aspersión de agua sobre la cubierta en tres de los tratamientos. Se utilizaron imágenes digitales capturadas continuamente en dos galpones entre los 24 y 45 días de crianza, procesadas en el software Scilab con aplicación del método de Bayes para la segmentación. Se desarrollaron los índices de competencia relativa (ICRC) y efectiva (ICEC) en el comedero, correlacionados con el Índice de Temperatura de Globo Negro y Humedad (ITGU). Los resultados indicaron que la aspersión redujo el ITGU y mejoró el confort térmico. El tratamiento sin aspersión presentó mayor concentración de aves en los comederos y mayor competencia alimentaria. El ICEC mostró ser más preciso que el ICRC, con un error medio del 11,6% en comparación con el conteo manual. Además, el sistema con aspersión presentó menores valores de conversión alimenticia y mortalidad. Se concluye que la visión computacional es una herramienta eficaz para la evaluación del comportamiento alimentario, siendo el ICEC un indicador confiable. La adopción de estrategias de enfriamiento, como la aspersión sobre la cubierta, contribuye significativamente al bienestar y al desempeño productivo de las aves.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Palabras clave: Enfriamiento evaporativo; Índice de competencia alimentaria; Bienestar animal

Introdução

A produção de frangos de corte em regiões tropicais enfrenta desafios significativos relacionados às condições ambientais, especialmente no que se refere ao estresse térmico. A exposição das aves a temperaturas elevadas compromete sua homeostase, desencadeando alterações fisiológicas, comportamentais e produtivas (ZMRHAL *et al*., 2023; APALOWO *et al*., 2024). Fora da zona de termoneutralidade, as aves adotam mecanismos adaptativos para dissipação de calor, como o aumento da frequência respiratória e a redução do consumo de ração, o que impacta diretamente o desempenho zootécnico (OLIVEIRA *et al*., 2006; NAZARENO *et al*., 2009; University of Tennessee Institute of Agriculture - UTIA, 2025).

Nos sistemas intensivos de produção, os efeitos do estresse térmico são ainda mais pronunciados, sobretudo nas fases finais do ciclo produtivo, quando o metabolismo das aves é mais elevado. Nessas condições, observa-se redução no ganho de peso, piora na conversão alimentar e aumento da taxa de mortalidade. Além disso, o estresse térmico pode provocar alterações na microbiota intestinal, comprometendo a absorção de nutrientes e aumentando a suscetibilidade a patógenos (LARA e ROSTAGNO, 2013; SANTOS *et al*., 2017; PAREJA ARCILA *et al*., 2018; SESAY, 2022; ONAGBESAN *et al*., 2023; ZMRHAL *et al*., 2023).

A avaliação do bem-estar animal tem sido tradicionalmente realizada por meio de etogramas, baseados na observação direta do comportamento das aves. No entanto, tais métodos apresentam limitações importantes, como elevada demanda de tempo, subjetividade na interpretação dos dados e dificuldade de aplicação em ambientes com baixa luminosidade (SERGEANT *et al*., 1998). Nesse contexto, a utilização de ferramentas automatizadas, especialmente aquelas baseadas em visão computacional, tem emergido como uma alternativa promissora, permitindo monitoramento contínuo, redução da interferência humana e maior padronização das análises (FERREIRA *et al*., 2022; RIBEIRO e YANAGI JR, 2022).

Na avicultura de corte, a análise da distribuição espacial das aves tem sido utilizada como indicador indireto de conforto térmico e bem-estar. Em condições ambientais favoráveis, as aves tendem a se distribuir de forma mais homogênea, mantendo proximidade com áreas de alimentação e hidratação. Em contrapartida, sob estresse térmico, ocorre alteração desse padrão, com mudanças na frequência de acesso aos comedouros e bebedouros, o que pode comprometer o comportamento ingestivo (SILVA *et al*., 2013; University of Tennessee Institute of Agriculture - UTIA, 2025).

A análise quantitativa de imagens digitais permite a extração de informações relevantes a partir de algoritmos de processamento, como filtros de contraste, detecção de bordas e técnicas de segmentação, possibilitando a conversão de padrões visuais em dados numéricos. Entretanto, a eficiência desses métodos depende da adequação dos algoritmos às características específicas do ambiente e do objeto de estudo, exigindo calibração e validação para cada aplicação (GONZALEZ; WOODS, 1992, 2018).

Estudos recentes têm enfatizado a necessidade de integração entre tecnologias de monitoramento e estratégias de manejo ambiental, visando à melhoria do bem-estar animal e da eficiência produtiva. Nesse sentido, Apalowo *et al*. (2024) destacam a importância do desenvolvimento de metodologias mais

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

robustas para avaliação do comportamento animal, bem como da adoção de práticas sustentáveis que considerem as particularidades regionais do estresse térmico na avicultura.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar, por meio de técnicas de visão computacional, o comportamento alimentar de frangos de corte em aviários comerciais submetidos a diferentes condições térmicas, com ênfase na frequência de acesso das aves à região dos comedouros ao longo do período diurno e noturno e desenvolver um índice de competição alimentar.

Metodologia

O estudo foi conduzido no município de Rio Verde, Goiás (17°55' S, 50°55' O, altitude de 753 m), caracterizado por clima tropical de altitude (Cwa), com temperaturas médias variando entre 19 °C e 27 °C.

Foram utilizados seis aviários comerciais pertencentes à Integradora Perdigão Agroindustrial S/A, com dimensões de 125 × 12,8 × 3,0 m, beiral de 0,50 m e cobertura metálica de aço galvanizado com inclinação de 25%. A estrutura dos galpões e a disposição do sistema de ventilação podem ser visualizadas na Figura 1, na qual estão identificados os exaustores (E01 a E07) distribuídos ao longo da instalação.

A Figura 1 ilustra o sistema de ventilação dos galpões usados no experimento, onde é possível identificar os grupos dos exaustores correspondentes:



Figura 1 - Vista geral do sistema de ventilação (Exaustores E01 a E07)
Fonte: Elaborado pelos autores

Cada aviário alojou 22.700 frangos de corte da linhagem Cobb, com densidade de 14 aves m^{-2}. Os animais foram distribuídos de forma homogênea entre os tratamentos, visando minimizar variações iniciais.

O sistema de ventilação adotado foi do tipo túnel, com pressão negativa, composto por sete exaustores acionados de forma escalonada conforme a temperatura interna e a idade das aves. Os critérios de acionamento dos sistemas de ventilação e resfriamento evaporativo estão descritos na Tabela 1, que apresenta as temperaturas de acionamento para cada fase de criação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Tabela 1 - Temperaturas de acionamento da ventilação forçada e dos sistemas de resfriamento evaporativo conforme a idade das aves.

	Temperatura de Acionamento (ºc)				
	Exaustores			Bomba	
Idade das aves (dias)	1º Grupo (E3,E5)	2º Grupo (E2,E6)	3º Grupo (E1,E4,E7)	Nebulização interna	Sistema de aspersão
18 - 19	30,0	32,0	34	32	32,0
20 - 24	29,0	31,0	33	31	31,0
25 - 29	28,0	30,0	32	30	30,0
30 - 34	27,0	28,0	29	29	28,0
35 - 39	25,0	26,0	27	28	26,0
40 ao abate	24,0	25,0	26	27	25,0

Fonte: Elaborado pelos autores

Os tratamentos consistiram em dois sistemas distintos de manejo térmico: (i) tratamento com aspersão de água sobre a cobertura (CA) e (ii) tratamento sem aspersão (SA). No tratamento CA, foi instalado um sistema de aspersão que operava diariamente das 10h30 às 18h, a partir do 18º dia de alojamento. O tratamento SA foi mantido como controle, sem aplicação de aspersão sobre a cobertura.

A aquisição de imagens foi realizada de forma contínua em dois aviários entre o 24º e o 45º dia de criação, com captura a cada minuto. Cada aviário foi equipado com uma câmera de vídeo colorida, com resolução de 480 × 720 pixels, instalada a 3 m de altura e posicionada a 30 m da extremidade com ventiladores. A disposição do sistema de aquisição de imagens nos galpões está apresentada na Figura 2, enquanto um exemplo da área total capturada é apresentado na Figura 3.



Figura 2 - Disposição do sistema de aquisição de imagens nos galpões

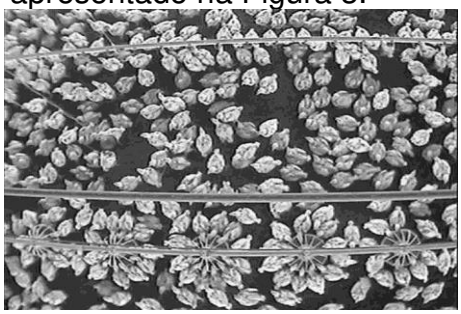

Figura 3 - Exemplo da imagem representando a área total capturada de 480x720 pixels.



Figura 4 - Exemplo de uma constante na imagem - comedouros

Fonte: Elaborado pelos autores

Para o processamento das imagens, foram inicialmente definidos elementos constantes do cenário, como comedouros e tubulações, conforme ilustrado na Figura 4. O objeto de interesse foi constituído pelos frangos, sendo realizada a separação entre objeto e fundo por meio de técnicas de segmentação.

O processamento digital das imagens foi realizado utilizando a linguagem de programação Scilab, envolvendo as seguintes etapas: redimensionamento, filtragem,

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

segmentação, binarização e extração de características. A imagem redimensionada é apresentada na Figura 6, a aplicação do filtro passa-baixa para remoção de ruídos na Figura 7, e a imagem binarizada final na Figura 8. A representação binária de um frango é ilustrada na Figura 9.

A segmentação das imagens foi realizada por meio do método de limiarização, utilizando o método de Bayes, conforme descrito por Gonzalez e Woods (1992 e 2018) e Gonzalez, Woods e Eddins, (2004). Nesse processo, os pixels correspondentes às aves foram atribuídos valor unitário (1), enquanto os demais elementos foram representados por valor zero (0).

Detalhes da Segmentação de Imagens com Base no Método de Bayes

A segmentação das imagens teve como objetivo separar os frangos de corte (objeto de interesse) do fundo da cena. O procedimento envolveu etapas de filtragem espacial, determinação do limiar ótimo e binarização da imagem.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

1. Filtragem espacial (redução de ruído):

Equação de convolução (Equação 1):

$$G(j,k) = \sum_{j}\sum_{k} F(m,n).H(m+j+C, n+k+C) \qquad \text{Equação 1}$$

Em que:
G(j,k) : intensidade do pixel na imagem filtrada.
F(m,n): intensidade do pixel na imagem original.
H : máscara de convolução.

$C = \frac{(L+1)}{2}$, sendo L a dimensão da máscara.

Máscara do filtro passa-baixa utilizada (Equação 2):

$$H = \frac{1}{12}.LxL \qquad \text{Equação 2}$$

Em que: $LxL = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 4 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$

Esse filtro realiza uma média ponderada dos pixels vizinhos, reduzindo ruídos e suavizando a imagem, o que melhora a separação entre objeto e fundo na etapa de segmentação.

2. Determinação do limiar pelo método de Bayes:

Equação geral (Equação 3):

$$AT^2 + B.T + C = 0 \qquad \text{Equação 3}$$

Coeficientes (Equações 4,5 e 6):

$$A = \sigma_1^{\,2} - \sigma_2^{\,2} \qquad \text{Equação 4}$$

$$B = 2.\left(\mu_1.\sigma_1^{\,2} - \mu_2.\sigma_2^{\,2}\right) \qquad \text{Equação 5}$$

$$C = \mu_1.\sigma_1^{\,2} - \mu_2.\sigma_2^{\,2} + 2.\sigma_1^{\,2}.\sigma_2^{\,2}.\ln\left(\frac{\sigma_2.P_1}{\sigma_1.P_2}\right) \qquad \text{Equação 6}$$

Em que:
μ_1, μ_2 : médias dos níveis de cinza das classes (objeto e fundo).
σ_2, σ_2 : desvios-padrão das classes.
P_1, P_2 : probabilidades a priori das classes.
T : limiar ótimo de segmentação.
ln : Logaritmo neperiano ou natural

O método de Bayes minimiza o erro de classificação entre as classes, considerando suas distribuições estatísticas de intensidade.

Caso particular - variâncias iguais (Equação 7):

$$T = \frac{\mu_1. + \mu_2}{2} + \frac{\mu_2}{\mu_1. - \mu_2}.\ln\left(\frac{P_2}{P_1}\right) \qquad \text{Equação 7}$$

Nessa condição, assume-se que as duas classes possuem mesma variabilidade, simplificando o cálculo do limiar.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

3. Binarização da imagem (Equações 8 e 9):

$g(x,y) = 1$, se $f(x,y) \geq T$ Equação 8

$g(x,y) = 0$, se $f(x,y) < T$ Equação 9

Em que:

f(x,y): intensidade do pixel na imagem original.

g(x,y): intensidade do pixel na imagem binária.

Após a aplicação do limiar, os pixels pertencentes aos frangos recebem valor 1 e os demais recebem valor 0, permitindo a identificação e quantificação das aves nas regiões de interesse.

Para a avaliação do comportamento alimentar, foram desenvolvidos dois índices: o Índice de Competição Relativa no Comedouro (ICRC) e o Índice de Competição Efetiva no Comedouro (ICEC). O fluxograma para determinação do ICRC está apresentado na Figura 5. Esse índice foi obtido por meio da contagem de pixels correspondentes à área superficial dos animais na região do comedouro, conforme descrito na Equação 10.

$$N_F = \left(\frac{PT - C}{PF} \right) \quad \text{Equação10}$$

Em que:

N_F = número de frangos na região do comedouro;

PT = número de pixels totais que representa a região do comedouro;

C = número de pixels representando comedouros e tubulações;

PF = número de pixels na representação de um frango na área do comedouro.

O ICEC foi desenvolvido com o objetivo de identificar apenas as aves efetivamente em alimentação, considerando aquelas com a cabeça inserida no comedouro. O fluxograma do algoritmo utilizado para sua determinação está apresentado na Figura 10. Para essa análise, foram selecionados três comedouros por imagem, sendo cada um subdividido em 14 partições, das quais 8 foram utilizadas, conforme ilustrado nas Figuras 11, 12 e 13.

As variáveis climáticas foram monitoradas por meio de dataloggers, com registros de temperatura e umidade relativa do ar a cada 15 minutos. O microclima ao nível das aves foi avaliado com sensores posicionados a 0,20 m de altura, incluindo termômetro de globo negro e anemômetro digital para medição da velocidade do ar.

O ambiente térmico foi caracterizado por meio do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU), conforme proposto por Buffington *et al*. (1981), integrando os efeitos da temperatura, umidade, radiação térmica e velocidade do ar.

O programa de iluminação adotado nos aviários está descrito na Tabela 2, na qual são apresentados os períodos de luz para os tratamentos com e sem aspersão ao longo das semanas finais de criação.

Para validação dos algoritmos, foram selecionadas imagens correspondentes ao dia de maior temperatura externa, com intervalo de 15 minutos entre registros, totalizando 36 imagens no período entre 9h e 18h. A contagem manual das aves foi realizada por três observadores independentes, sendo comparada com os valores obtidos automaticamente.

Embora a contagem manual tenha sido realizada por três observadores independentes, não foi utilizada medida estatística de concordância interavaliador.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Dessa forma, as contagens foram consolidadas para geração de um valor de referência único, utilizado na comparação com o algoritmo. Ressalta-se que a utilização de múltiplos observadores contribui para a redução de vieses individuais, porém não substitui a quantificação formal da consistência entre avaliadores. Assim, a validação do ICEC deve ser interpretada como preliminar, sendo recomendável, em estudos futuros, a inclusão de métricas de concordância interavaliador, como o Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI), para reforçar a robustez da validação do método.

A análise do desempenho zootécnico considerou os seguintes parâmetros: consumo de ração, ganho de peso corporal, conversão alimentar e taxa de mortalidade, calculados conforme metodologias descritas por Araújo *et al*. (2002), Stringhini *et al*. (2003) e Silva *et al*. (2003). Embora, o ganho de peso corporal tenha sido mensurado durante a condução experimental, conforme descrito acima, porém não será apresentado neste artigo por não integrar o objetivo central da investigação, que se concentrou na análise do comportamento alimentar por meio de técnicas de visão computacional. Os dados de desempenho produtivo serão abordados em publicação subsequente, em preparação, com enfoque específico na relação entre ambiente térmico e desempenho zootécnico das aves.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

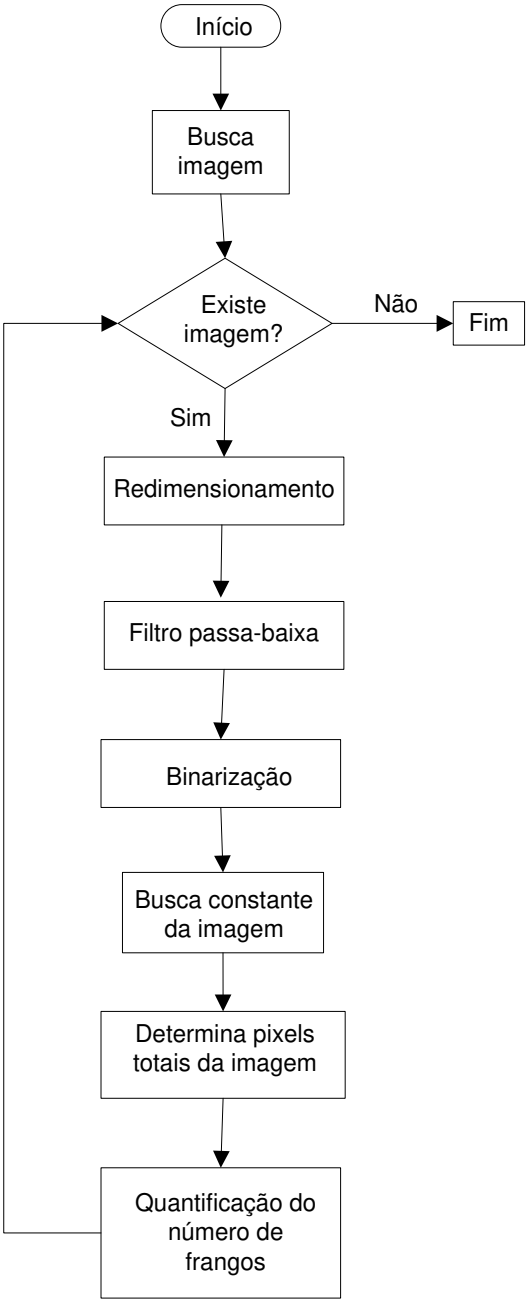

Figura 5 - Fluxograma usado para determinação do ICRC.

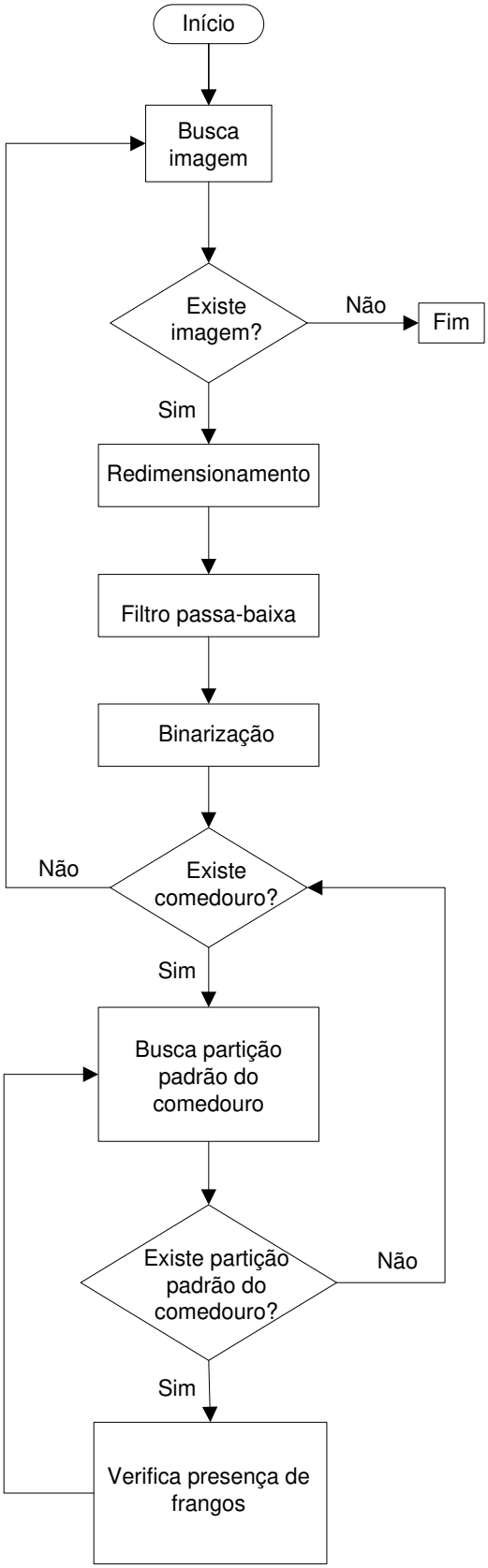

Figura 10 - Fluxograma usado para determinação do ICEC.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

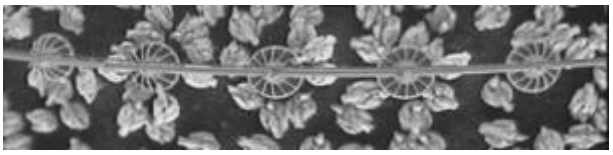

Figura 6 - Imagem redimensionalizada (170x720 pixels).

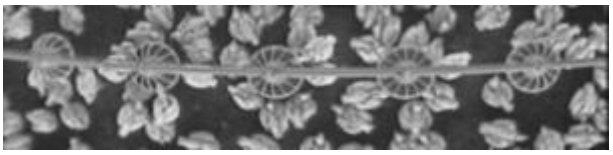

Figura 7 - Imagem filtrada (filtro passa-baixa).

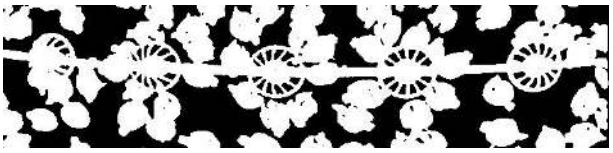

Figura 8 - Imagem binarizada final.



Figura 9 - Imagem binarizada representando um frango
Fonte: Elaborado pelos autores



Figura 11 - Comedouros e partições usadas para avaliação do ICEC. Identificação das 8 partições utilizadas.



Figura 12 - Comedouros e partições usadas para avaliação do ICEC. Imagem dos frangos com cabeça no interior dos comedouros.

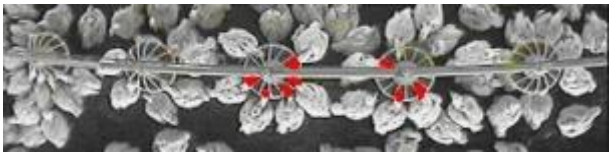

Figura 13 - Comedouros e partições usadas para avaliação do ICEC. Identificação dos frangos pelo algoritmo.

Tabela 2 - Programas de luz adotados nos sistemas com aspersão (CA) e sem aspersão (SA) sobre a cobertura.

DIA	CA (horas : minutos)	AS (horas : minutos)
17	20:00 a 21:07 2:47 a 5:00	-
18	20:00 a 21:07 2:36 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
19	20:00 a 21:07 2:36 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
20	20:00 a 21:07 2:36 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
23	20:00 a 21:13 1:42 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
25	20:00 a 21:13 1:42 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
28	20:00 a 21:13 1:42 a 5:00	20:00 a 20:07 00:20 a 5:00
31	20:00 a 21:13 1:42 a 5:00	-

Fonte: Elaborado pelos autores

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Unidade experimental, unidade observacional e análise estatística.

O estudo foi conduzido em aviários comerciais de frangos de corte, considerando dois níveis de avaliação: (i) desempenho zootécnico e (ii) análise comportamental por processamento de imagens.

Para os parâmetros zootécnicos (ganho de peso, conversão alimentar e variáveis produtivas associadas), foram utilizados seis aviários independentes, caracterizando replicação experimental adequada ao nível da unidade experimental. Nesse caso, a unidade experimental foi definida como o aviário, permitindo a análise comparativa entre tratamentos com base em replicações independentes.

Por outro lado, a análise de comportamento alimentar baseada em visão computacional foi realizada em dois aviários, sendo um com sistema de aspersão sobre a cobertura e outro sem aspersão. Essa limitação decorreu da disponibilidade de equipamentos de aquisição de imagens e da infraestrutura necessária para instalação e monitoramento contínuo das câmeras em condições comerciais reais de campo. Assim, para a análise por imagens, a unidade experimental correspondeu ao aviário, porém sem replicação estrutural.

A unidade observacional adotada na análise por imagens foi a imagem digital, obtida em intervalos regulares ao longo do período experimental. A partir dessas imagens, foram extraídos os índices ICRC e ICEC, bem como variáveis ambientais associadas. Ressalta-se que as observações temporais não configuram replicação experimental, sendo tratadas como medidas repetidas dentro de cada unidade experimental.

Para os dados zootécnicos, foi possível a aplicação de análise estatística inferencial, considerando a replicação entre aviários. Já para os dados provenientes da análise por imagens, adotou-se abordagem descritiva e exploratória, baseada na análise temporal e na comparação de tendências entre os ambientes avaliados, em função da ausência de replicação experimental nesse nível.

A validação do índice ICEC foi realizada por comparação entre os valores estimados pelo algoritmo e a contagem manual obtida a partir de imagens selecionadas, sendo calculado o erro relativo médio. Adicionalmente, foi ajustado modelo de regressão linear simples para avaliar a associação entre os valores computacionais e a referência visual.

Limitações metodológicas do estudo.

O presente estudo foi conduzido em condições comerciais reais de produção, o que confere elevada aplicabilidade prática aos resultados. Entretanto, o delineamento experimental apresenta limitações que devem ser consideradas na interpretação dos achados.

A principal limitação refere-se à ausência de replicação estrutural na análise baseada em imagens, uma vez que os tratamentos avaliados (com e sem aspersão sobre a cobertura) foram aplicados a apenas um aviário cada. Dessa forma, a unidade experimental corresponde ao aviário, não sendo possível a aplicação de inferência estatística clássica para comparação entre tratamentos.

Adicionalmente, devem ser consideradas possíveis diferenças estruturais entre os aviários, inerentes às condições de campo, incluindo variações construtivas e operacionais. Em particular, destacam-se diferenças no sistema de comedouros, cuja geometria e disposição podem influenciar a detecção das aves pelo algoritmo, especialmente no cálculo do índice ICEC, que depende da identificação da posição

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

da cabeça das aves em relação ao comedouro.

No que se refere ao programa de iluminação, ressalta-se que foi adotado o manejo comercial padrão da granja, sem interferência experimental. Essa decisão foi intencional, visando preservar as condições reais de produção e garantir maior representatividade prática dos resultados. Assim, eventuais diferenças no regime de luz entre os aviários não foram tratadas como fator experimental controlado, mas sim como parte das condições operacionais típicas do sistema produtivo, devendo ser interpretadas nesse contexto.

Quanto ao processamento de imagens, a validação do algoritmo ICEC foi realizada de forma restrita, com base em um conjunto de 36 imagens provenientes de um único dia experimental, selecionado por apresentar condições térmicas mais críticas. Embora essa abordagem permita avaliar o desempenho do método em situação desafiadora, ela não contempla toda a variabilidade do sistema ao longo do ciclo produtivo. Além disso, a validação baseou-se em contagem visual manual, sem a apresentação de medida formal de concordância interavaliador.

Diante dessas limitações, os resultados devem ser interpretados dentro do contexto do estudo, evidenciando a aplicabilidade do método proposto em condições comerciais reais. Recomenda-se que estudos futuros incluam delineamentos com replicação estrutural, maior padronização dos elementos físicos da instalação e validação ampliada do algoritmo, visando consolidar e expandir os achados obtidos.

Resultados

O comportamento alimentar dos frangos de corte, avaliado por meio dos índices de competição no comedouro, apresentou variações temporais ao longo do período experimental, evidenciando a influência das condições térmicas internas dos aviários e dos sistemas de resfriamento adotados.

O Índice de Competição Relativa no Comedouro (ICRC), apresentado na Figura 14, demonstrou diferenças consistentes entre os tratamentos com aspersão (CA) e sem aspersão (SA) sobre a cobertura. De maneira geral, o tratamento SA apresentou maior número de aves na região dos comedouros ao longo do dia, com média aproximada de 42 aves, enquanto no tratamento CA esse valor foi de aproximadamente 34 aves. Observa-se ainda que, nos horários de maior carga térmica, especialmente no período da tarde, ocorreram reduções no número de aves nos comedouros no tratamento CA, com valores mínimos registrados às 14h30 e 15h15, correspondendo a 23 e 25 aves, respectivamente. Por outro lado, no tratamento SA, os valores permaneceram elevados durante praticamente todo o período analisado, atingindo picos de até 49 aves, indicando maior permanência na região de alimentação.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

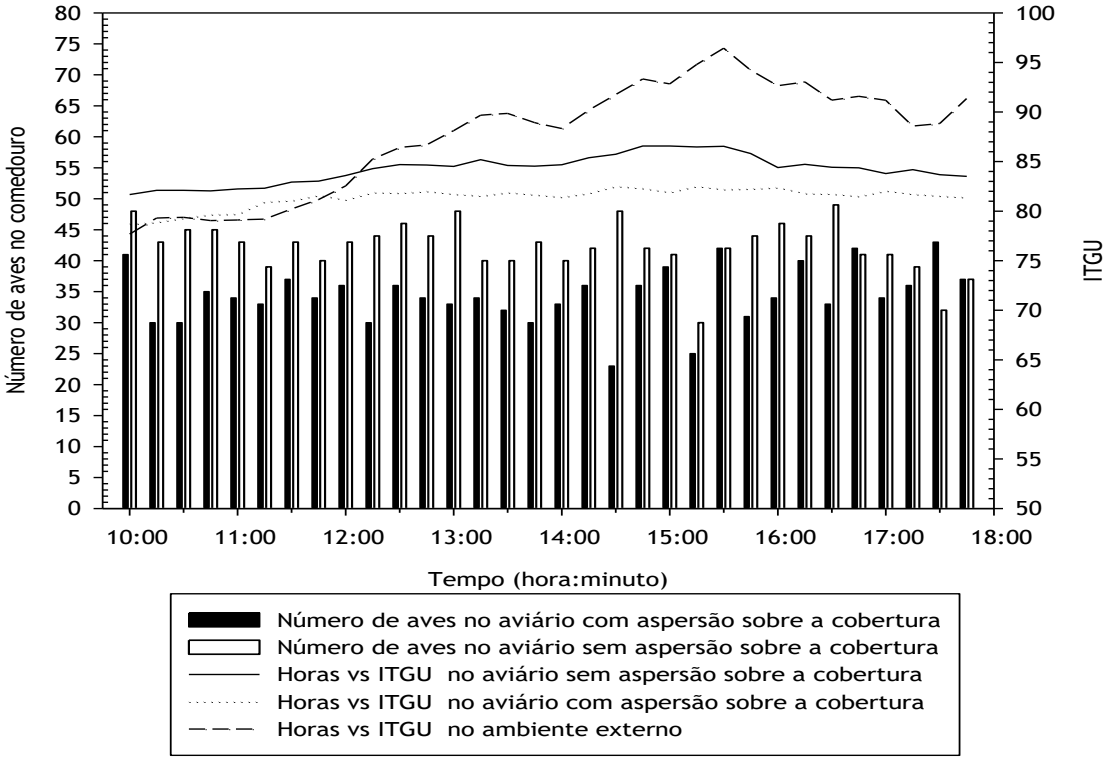

Figura 14 - Relação entre ICRC e o ITGU.
Fonte: Elaborado pelos autores

Ainda na Figura 14, verifica-se que os valores do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) foram sistematicamente menores no tratamento com aspersão, especialmente no intervalo entre 13h e 16h, considerado o período crítico do dia em termos de carga térmica. Nesse intervalo, os valores de ITGU no tratamento CA variaram entre 79 e 83, enquanto no tratamento SA oscilaram entre 82 e 87. A diferença máxima observada entre os tratamentos foi de aproximadamente 5 unidades de ITGU, sugerindo efeito do sistema de aspersão na modificação das condições térmicas internas dos aviários.

O Índice de Competição Efetiva no Comedouro (ICEC), apresentado na Figura 15, evidenciou maior sensibilidade na detecção da atividade alimentar efetiva das aves. Assim como observado para o ICRC, os valores de ICEC foram superiores no tratamento sem aspersão. O valor médio registrado no tratamento SA foi de aproximadamente 0,425 às 15h30, enquanto no tratamento CA foi de 0,358 às 15h05. O valor máximo observado no tratamento SA foi de 0,725, enquanto no tratamento CA o valor máximo foi de 0,517. Observa-se, ainda, que o ICEC apresentou variações ao longo do período diurno, sem um padrão linear definido, indicando flutuações na frequência de acesso efetivo ao comedouro ao longo do dia.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

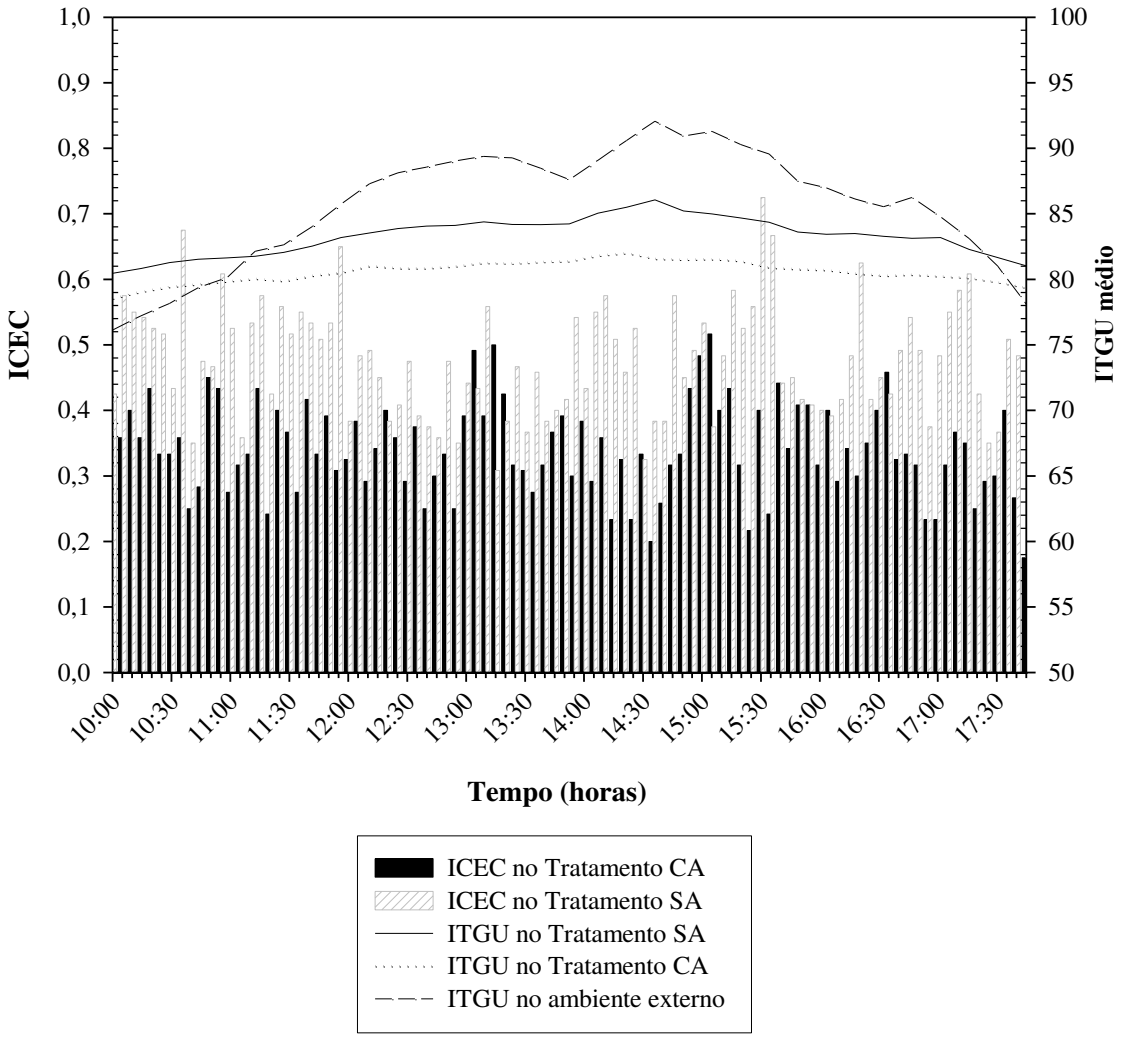

Figura 15 - Índice de Competição Efetiva no Comedouro (ICEC).
Fonte: Elaborado pelos autores

A análise dos indicadores de desempenho zootécnico, apresentada na Tabela 3, revelou diferenças entre os tratamentos avaliados. O consumo total de ração foi maior no tratamento sem aspersão (112.112,5 kg) em comparação ao tratamento com aspersão (109.400 kg). Entretanto, a conversão alimentar apresentou melhor desempenho no tratamento CA, com valor médio de 1,853, enquanto no tratamento SA foi de 1,976. Em relação à mortalidade, observou-se valor de 5,55% no tratamento sem aspersão e 4,50% no tratamento com aspersão, indicando menor taxa de perdas no ambiente com resfriamento adicional.

Tabela 3 - Índices de desempenho zootécnico.

Tratamento	Consumo de ração médio de cada aviário (kg)	Conversão alimentar	Mortalidade (%)
SA	112.112,5	1,976	5,55
CA	109.400	1,853	4,50

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Fonte: Elaborado pelos autores

A evolução da mortalidade ao longo do ciclo produtivo é apresentada na Figura 16, na qual se observa maior número de mortes acumuladas no tratamento SA, especialmente nas fases finais do período de criação. Além disso, o tratamento sem aspersão apresentou maior variabilidade diária na mortalidade, enquanto o tratamento com aspersão apresentou comportamento mais estável ao longo do tempo.

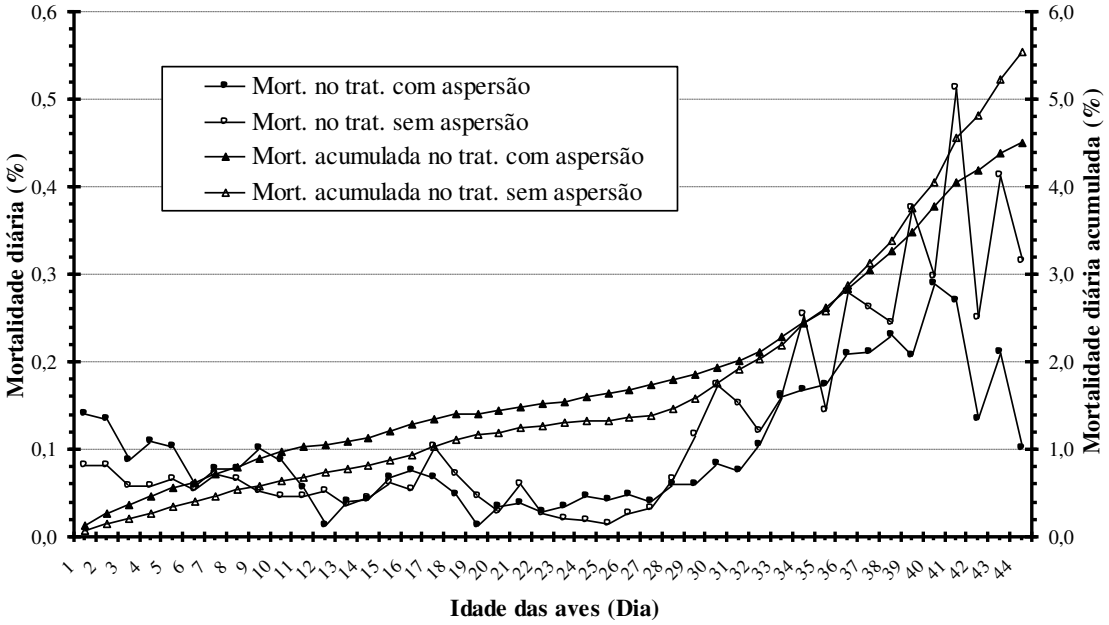

Figura 16 - Mortalidade diária e a mortalidade acumulada (total) das aves no Tratamento CA e SA.

Fonte: Elaborado pelos autores

A validação do algoritmo utilizado para o cálculo do ICEC está apresentada na Tabela 4, na qual se observa concordância entre os valores obtidos automaticamente e aqueles obtidos por contagem manual. A média do erro absoluto foi de 0,84 aves, com erro percentual médio de 11,6%. A relação entre os valores estimados pelo algoritmo e pela contagem manual é apresentada na Figura 17, evidenciando forte correlação linear, com coeficiente de determinação (R^2) de 0,86.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Tabela 4 - Desempenho do algoritmo para determinação do ICEC, de acordo com a porcentagem de erro.

Análise visual	Algoritmo	Erro Absoluto	Erro Percentual
1	1	0	0,0
11	11	0	0,0
8	6	2	25,0
4	3	1	25,0
1	2	1	50,0
6	8	2	25,0
7	10	3	30,0
2	2	0	0,0
2	1	1	50,0
1	1	0	0,0
1	1	0	0,0
0	0	0	0,0
1	1	0	0,0
6	5	1	16,7
2	2	0	0,0
4	4	0	0,0
0	0	0	0,0
4	6	2	33,3
10	7	3	30,0
2	2	0	0,0
1	1	0	0,0
0	0	0	0,0
7	16	9	56,3
4	4	0	0,0
1	1	0	0,0
5	5	0	0,0
3	3	0	0,0
5	7	2	28,6
1	1	0	0,0
4	4	0	0,0
1	1	0	0,0
5	5	0	0,0
Média	0,84		11,6

Fonte: Elaborado pelos autores

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

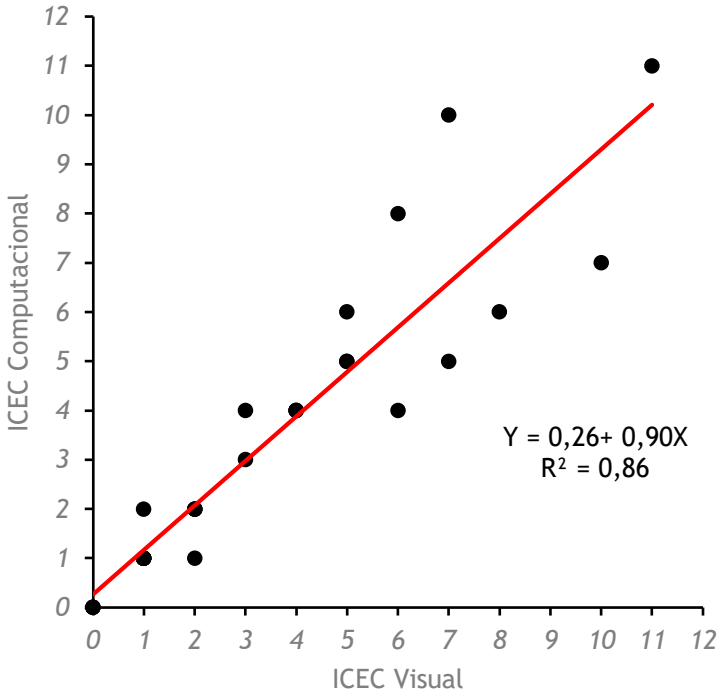

Figura 17 - Análise de regressão da contagem manual pelo observador e automaticamente usando o algoritmo desenvolvido para contagem computacional.
Fonte: Elaborado pelos autores

O comportamento alimentar noturno foi avaliado em função do programa de iluminação adotado nos tratamentos. Para o tratamento com aspersão (CA), os resultados estão apresentados nas Figuras 18 e 19, nas quais se observa baixa frequência de acesso ao comedouro no início da noite, com valores de ICEC inferiores a 0,30, seguidos por aumento expressivo durante a madrugada, com valores variando entre 0,45 e 0,70. Esse comportamento indica maior atividade alimentar nas horas de menor temperatura ambiente.

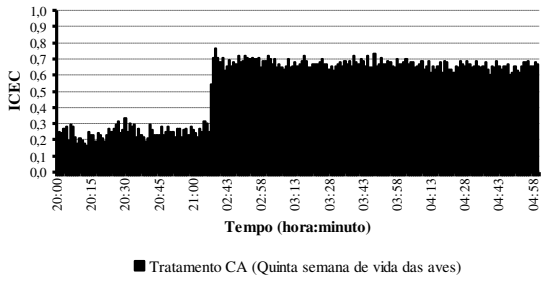

Figura 18 - Efeito do programa de luz no comportamento alimentar de frangos de corte no Tratamento CA (**Quinta semana**).
Fonte: Elaborado pelos autores

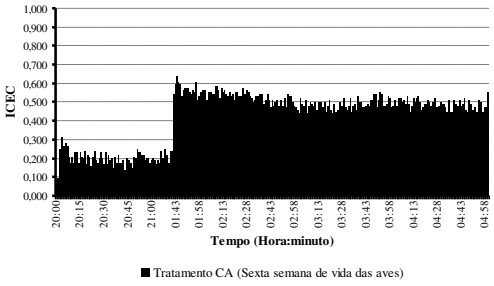

Figura 19 - Efeito do programa de luz no comportamento alimentar de frangos de corte no Tratamento CA (**Sexta semana**)

Para o tratamento sem aspersão (SA), os resultados apresentados na Figura

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

20 indicam menor variação ao longo do período noturno, com valores de ICEC próximos aos observados durante o período diurno. Os valores mínimos registrados foram em torno de 0,30, indicando menor amplitude de variação no comportamento alimentar ao longo do tempo.

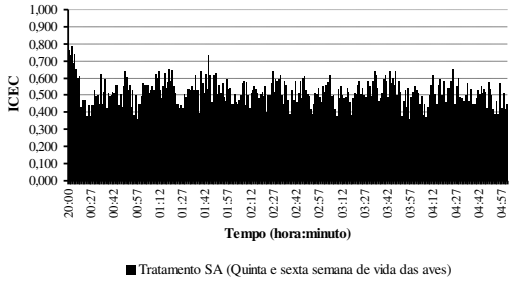

Figura 20 - Efeito do programa de luz no comportamento alimentar de frangos de corte no Tratamento SA (**Quinta e sexta semana**)
Fonte: Elaborado pelos autores

De forma integrada, os resultados apresentados nas Figuras 14 a 20 e nas Tabelas 3 e 4 evidenciam diferenças entre os tratamentos quanto à distribuição espacial das aves, frequência de acesso aos comedouros, atividade alimentar efetiva, desempenho produtivo e mortalidade ao longo do ciclo de produção.

Discussão

A interação entre as condições térmicas internas dos aviários e o comportamento alimentar das aves observada neste estudo evidencia a complexidade das respostas adaptativas de frangos de corte em ambientes tropicais. A redução do Índice de Temperatura de Globo Negro (ITGU) no tratamento com aspersão é consistente com a eficiência reportada do resfriamento evaporativo sobre a cobertura, especialmente nos períodos críticos de maior carga térmica, corroborando os achados de Tinôco (2001), que destacam a importância de estratégias de climatização para manutenção de um microclima adequado em instalações avícolas. De forma complementar, Yahav *et al*. (2004) ressaltam que o controle térmico adequado contribui para o equilíbrio energético das aves, reduzindo os efeitos deletérios do estresse calórico.

Entretanto, a ausência de uma relação linear direta entre os valores de ITGU e a frequência de aves nos comedouros indica que o comportamento ingestivo não pode ser explicado exclusivamente por variáveis ambientais. Esse resultado reforça a ideia de que fatores sociais e comportamentais desempenham papel relevante na dinâmica de acesso ao alimento, conforme discutido por Nääs *et al*. (2010) e Cordeiro *et al*. (2010), que observaram redistribuição espacial das aves em resposta a condições térmicas adversas. Nesse contexto, a maior concentração de aves nos comedouros no tratamento sem aspersão pode estar associada a uma estratégia adaptativa de reorganização espacial frente ao desconforto térmico, e não necessariamente a um aumento real do consumo alimentar.

Esse comportamento pode ser interpretado à luz dos estudos de Estevez (2007) e Dawkins (2017), que destacam que, em sistemas intensivos de produção, a competição por recursos tende a se intensificar em condições de estresse, associando-se a maior aglomeração em pontos estratégicos como comedouros e bebedouros. Dessa forma, a maior frequência de aves observada no tratamento sem

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

aspersão pode refletir um aumento da pressão competitiva, e não um indicativo direto de maior ingestão de ração, o que ajuda a explicar a aparente inconsistência entre os dados de comportamento e os indicadores produtivos.

Nesse sentido, os resultados obtidos com o Índice de Competição Relativa no Comedouro (ICRC) evidenciam limitações metodológicas já apontadas por Figueiredo *et al*. (2003), especialmente no que se refere à incapacidade de diferenciar aves efetivamente alimentando-se daquelas apenas próximas ao comedouro. A adoção do Índice de Competição Efetiva no Comedouro (ICEC) representa, portanto, um avanço importante, ao considerar apenas as aves com a cabeça inserida no comedouro. A menor discrepância entre os valores obtidos pelo algoritmo e a contagem manual, com erro médio de 11,6%, indica maior precisão e robustez do método, alinhando-se com os avanços recentes em monitoramento automatizado descritos por Okinda *et al*. (2020) e Astill *et al*. (2020), que ressaltam o potencial da visão computacional na avicultura de precisão.

Do ponto de vista fisiológico, os resultados corroboram a literatura clássica que descreve os efeitos do estresse térmico sobre o metabolismo e o comportamento das aves. Segundo Daghir (1995), Sartori *et al*. (2001) e Oliveira *et al*. (2006), o aumento da temperatura ambiente leva à redução do consumo alimentar como estratégia para minimizar o incremento calórico metabólico. No entanto, no presente estudo, o maior número de aves nos comedouros no tratamento sem aspersão sugere que o comportamento observado pode estar mais relacionado à competição do que ao consumo efetivo, o que também foi discutido por Estevez (2007). Além disso, a faixa de conforto térmico proposta por Oliveira *et al*. (2006), Vigoderis (2010), Pereira (2006), Moraes (2002) e Sartor *et al.* (2001) indica que os valores de ITGU observados no tratamento sem aspersão estão acima dos níveis ideais, caracterizando condição de estresse térmico.

A maior conversão alimentar e a maior taxa de mortalidade observadas no tratamento sem aspersão reforçam os impactos negativos do estresse térmico sobre o desempenho produtivo. De acordo com Yahav *et al*. (2004) e Lara e Rostagno (2013), o estresse calórico compromete a eficiência metabólica das aves, resultando em pior aproveitamento da ração e redução do ganho de peso. Adicionalmente, Onagbesan *et al*. (2023) destacam que o estresse térmico afeta negativamente a resposta imunológica, aumentando a susceptibilidade a doenças e, consequentemente, a mortalidade.

No que se refere ao comportamento noturno, os resultados evidenciam a influência do programa de luz sobre a atividade alimentar das aves. A maior frequência de acesso ao comedouro durante a madrugada, especialmente no tratamento com aspersão, pode ser explicada pelas condições térmicas mais favoráveis nesse período, conforme observado por Oliveira *et al*. (2006). Além disso, Classen (2004) destaca que a manipulação do fotoperíodo pode influenciar diretamente o padrão de consumo alimentar, promovendo melhor distribuição das atividades ao longo do dia.

Apesar dos avanços apresentados, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas. A diferença estrutural entre os comedouros analisados nos tratamentos pode ter influenciado a acurácia do algoritmo, conforme discutido por Berckmans (2014) e Astill *et al*. (2020), que enfatizam a necessidade de padronização em sistemas de monitoramento automatizado. Além disso, o intervalo de aquisição das imagens, embora reduzido em relação a estudos anteriores, ainda

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

pode não capturar completamente a dinâmica temporal do comportamento alimentar, como já discutido por Bizeray *et al*. (2002), Pereira *et al*. (2005) e Sevegnani *et al*. (2005).

Dessa forma, os resultados deste estudo reforçam a importância da integração entre variáveis ambientais e comportamentais na avaliação do bem-estar animal. A utilização do ICEC como indicador objetivo representa um avanço significativo na análise do comportamento alimentar, permitindo não apenas a caracterização mais precisa das interações entre as aves, mas também o desenvolvimento de sistemas automatizados de controle ambiental. Essa abordagem está alinhada com os princípios da avicultura de precisão, conforme proposto por Berckmans (2014), contribuindo para a otimização simultânea do desempenho produtivo e do bem-estar animal em sistemas intensivos de produção.

Conclusões

A visão computacional mostrou-se eficaz para o monitoramento do comportamento alimentar de frangos de corte em aviários comerciais. O Índice de Competição Efetiva no Comedouro (ICEC) apresentou maior precisão que o ICRC, com erro médio de 11,6% em relação à contagem manual e forte correlação (R^2 = 0,86), evidenciando sua maior confiabilidade para representar a atividade alimentar.

O sistema com aspersão de água sobre a cobertura esteve associada a valores de ITGU até 5 unidades menores nos períodos mais críticos, sendo acompanhada por melhores indicadores de desempenho zootécnico, com conversão alimentar de 1,853 e mortalidade de 4,50%, em comparação a 1,976 e 5,55% no tratamento sem aspersão.

Apesar da maior presença de aves nos comedouros no tratamento sem aspersão, os resultados indicam que esse comportamento está associado ao aumento da competição, e não necessariamente ao consumo efetivo de ração.

De forma geral, o uso do ICEC aliado ao manejo térmico mostrou potencial como ferramenta para monitoramento e tomada de decisão em sistemas de produção intensiva, indicando potencial contribuição para o bem-estar animal e a eficiência produtiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal de Viçosa, ao CNPq, a Capes, a Perdigão pela oportunidade, aos Senhores Timothy Burns e Luiz Fernandes pela disponibilização das instalações zootécnicas para realização do experimento de campo, ao prof. Francisco de Assis Carvalho Pinto e a toda equipe técnica do Ambiagro pelo apoio.

Referências

1) APALOWO, O. O.; EKUNSEITAN, D. A.; FASINA, Y. O. Impact of heat stress on broiler chicken production. ***Poultry***, v. 3, n. 2, p. 107-128, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/poultry3020010

2) ARAÚJO, C.S.S.; ARTONI, S.M.B.; ARAÚJO, L.F.; JUNQUEIRA, O.M.; BORGES, S.A. Desempenho, rendimento de carcaça e excreção de cálcio de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio no período de 22 a 42 dias de idade. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v. 31, n. 6, p. 2209-2215, 2002. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbz/a/vgRHXFFz8QkGh3dvZd7bXfJ/?format=pdf&lang=pt

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

3) ASTILL,J.; DARA, R.A.; FRASER, E.D.G.; ROBERTS, B.; SHARIF, S. Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things, **Computers and Electronics in Agriculture**, Volume 170, 2020, 105291, ISSN 0168-1699. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105291

4) BERCKMANS D. Precision livestock farming technologies for welfare management in intensive livestock systems. Rev Sci Tech. 2014 Apr;33(1):189-96. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25000791/

5) BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J. M. Effects of increasing environmental complexity on the physical activity of broiler chickens. ***Applied Animal Behaviour Science***, v. 79, n. 1, p. 27-41, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00083-7

6) BIZERAY, D.; ESTEVEZ, I.; LETERRIER, C.; FAURE, J. M. Influence of increased environmental complexity on leg condition, performance, and level of fearfulness in broilers. *Poultry Science*, v. 81, p. 767-773, 2002. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ps/81.6.767

7) Broiler surface temperature distribution of 42 day old chickens. *Scientia Agricola*, v. 67, n. 5, p. 497-502, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-90162010000500001

8) BUFFINGTON, C. S.; COLLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G. H.; PITT, D.; THATCHER, W. W.; COLLIER, R. J. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. ***Trans. ASAE***, v. 24, n. 3, p. 711-714, 1981.

9) CLASSEN, H. L. Day length affects performance, health and behaviour of poultry. *World's Poultry Science Journal*, v. 60, p. 223-237, 2004. Disponível em: https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063231551

10) CORDEIRO, M.B; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, J.N.; VIGODERIS, R.B.; PINTO, F.A.C.; CECON, P.R. Conforto térmico e desempenho de pintos de corte submetidos a diferentes sistemas de aquecimento no período de inverno. **R. Bras. Zootec.** 01/jan/2010;39(1):217-24. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100029

11) DAGHIR, N. J. ***Poultry production in hot climates***. Wallingford: CABI, 1995. 303 p. Disponível em: https://hmipeternakanugm.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/poultry-production-in-hot-climates.pdf

12) DAWKINS, M. S. (2017) Animal welfare and efficient farming: is conflict inevitable?.***Animal Production Science* 57**, 201-208. Disponível em: https://doi.org/10.1071/AN15383

13) DOS SANTOS, M. P.; DO VALE, M. M.; BRANCO, T.; KLEIN, D. R.; SANTOS, J. P. A. Heat stress in broilers and the need of climatization systems. ***Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas***, v. 11, n. 3, p. 265–272, 2017. DOI: 10.18011/bioeng2017v11n3p265-272. Disponível em: https://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/549

14) ESTEVEZ, I. Density allowances for broilers: where to set the limits? *Poultry Science*, v. 86, n. 6, p. 1265-1272, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ps/86.6.1265

15) FERREIRA, J. A.; VALENTIM, J. K.; MACHADO, L. C.; OLIVEIRA, H. F. Aplicação de Etogramas no Bem-Estar de Aves: uma Revisão de Literatura. ***UNICIÊNCIAS***, v. 26, n. 1, p. 24–30, 2022. DOI: 10.17921/1415-5141.2022v26n1p24-30. Disponível em: Disponível em: https://uniciencias.pgsscogna.com.br/uniciencias/article/view/9722

16) FIGUEIREDO, G. F.; DICKERSON, T. W.; BENSON, E. R.; VAN WICKLEN, G. L.; GEDAMU, N. Development of machine vision based poultry behavior analysis system. **ASAE** Paper 033083. In: ASAE MEETING, Las Vegas, USA, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.13031/2013.14053

17) GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. ***Digital image processing***. New York: Addison Wesley, 1992. 716 p.

18) GONZALEZ, R. C.; WOODS, R.E. ***Digital Image Processing****: Global Edition*. 4. ed. [S.l.]: Pearson, 2018. E-book (Kindle).

19) GONZALEZ, R.C.; WOODS, R.E.; EDDINS, S.L. *Digital Image Processing Using MATLAB*.

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

Upper Saddle River: Prentice Hall, 2004.

20) LARA, L.J.; ROSTAGNO, M.H. Impact of Heat Stress on Poultry Production. ***Animals*** **2013**, *3*, 356-369. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani3020356

21) MORAES, S. R. P. **Caracterização de sistemas de semiclimatização de ambiente, em galpões para frangos de corte, no sudoeste de Goiás**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2002. 148 p. Disponível em: https://locus.ufv.br/items/337af914-ffff-413e-8f95-368b4526af2a

22) NÄÄS, I.A.; ROMANINI, C.E.B.; NEVES, D.P.; NASCIMENTO, G.R.; VERCELLINO, R.A.

23) NAZARENO, A. C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G. L. P.; GIONGO, P. R.; PEDROSA, E. M. R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. ***Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Am****biental*, v. 13, n. 6, p. 802–808, 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000600020

24) OKINDA,C.; NYALALA, I.; KOROHOU, T.; OKINDA, C.; WANG, J.; ACHIENG, T.; WAMALWA, P.; MANG, T.; SHEN, M. A review on computer vision systems in monitoring of poultry: A welfare perspective,Artificial Intelligence in Agriculture,Volume 4,2020, Pages 184-208,ISSN 2589-7217, Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.aiia.2020.09.002 .

25) OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; CECON, P. R.; VAZ, R. G. M. V.; ORLANDO, U. A. D. Efeito da temperatura ambiente sobre o desempenho e as características de carcaça de frangos de corte dos 22 aos 42 dias. ***Revista Brasileira de Zoot****ecnia*, v. 35, n. 4, p. 1398-1405, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000500020

26) OLIVEIRA, R. F. M. DE.; DONZELE, J. L.; ABREU, M. L. T. DE.; FERREIRA, R. A.; VAZ, R. G. M. V.; CELLA, P. S. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobres de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v. 35, n. 3, p. 797–803, 2006. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300023

27) ONAGBESAN, O. M.; UYANGA, V. A.; OSO, O.; TONA, K.; OKE, O. E. Alleviating heat stress effects in poultry: updates on methods and mechanisms of actions. ***Frontiers in Veterinary Science***, v. 10, p. 1255520, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1255520

28) PAREJA ARCILA, J. C.; TINÔCO, I. F. F.; SARAZ, J. A. O.; ROCHA, K. S. O.; LIMA CÂNDIDO, M. G. Desempenho zootécnico e fisiológico de frangos de corte em fase final de crescimento submetidos a diferentes níveis de estresse térmico. ***Revista Facultad Nacional de Agronomía*** *Medellín*, v. 71, n. 2, p. 8469–8476, 2018. DOI: 10.15446/rfna.v71n2.71927. Disponível em: https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/71927

29) PEREIRA, A. K. **Fatores térmicos ambientais e qualidade do ar no desempenho produtivo de frangos de corte criados em alta densidade sob sistemas de ventilação positiva**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006. Disponível em: https://locus.ufv.br/items/8465a1eb-1d02-4d19-a27d-434fc0090fd5

30) PEREIRA, D. F.; NAAS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; SALGADO, D. D.; PEREIRA, G. O. T. Indicadores de bem-estar baseados em reações comportamentais de matrizes pesadas. ***Revista Engenharia Agrícola***, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 308-314, maio/agosto, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0100-69162005000200003

31) RIBEIRO, B. P. V. B.; YANAGI JR, T. Tecnologia atual da ambiência térmica na avicultura de corte. ***Archivos de Zootecnia***, v. 71, n. 274, p. 132-137, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.21071/az.v71i274.5657

32) SARTOR, V.; BAÊTA, F. C.; LUZ, M. L.; ORLANDO, R. C. Sistemas de resfriamento evaporativo e o desempenho de frangos de corte. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 146–153, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0103-90162001000100003

33) SARTORI, J. R.; GONZALES, E.; DAL PAI, V. Effect of environmental temperature and feed

REMUNOM
ISSN 2178-6925

Received: 10/03/2026 - **Accepted:** 14/04/2026
Vol: 13.06
DOI: 10.66104/5pycx116
Pages: 1-24

restriction on the performance and composition of the skeletal muscle fibers in broilers. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v. 30, n. 6, p. 1779-1790, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000700016

34) SERGEANT, D.; BOYLE, R.; FORBES, M. Computer visual tracking of poultry. ***Computers and Electronics in Agriculture***, v. 21, n. 1, p. 1-18, 1998. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0168-1699(98)00025-8

35) SESAY, A. R. Impact of heat stress on chicken performance, welfare, and probable mitigation strategies. ***International Journal of Environment and Climate Change***, v. 12, n. 11, p. 3120-3133, 2022. Disponível em: https://journalijecc.com/index.php/IJECC/article/view/1360

36) SEVEGNANI, K.; CARO, I. W.; PANDORFI, H.; SILVA, I. J. O.; MOURA, D. J. Zootecnia de precisão: análise de imagens do comportamento de frangos de corte em estresse térmico. ***Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental***, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 115-119, 2005. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000100017

37) SILVA, E. G.; SANTOS, A. C.; FERREIRA, C. L. S.; SOUSA, J. P. L.; ROCHA, J. M. L. da; SILVEIRA JÚNIOR, O. Variabilidade espacial das características ambientais e peso de frangos de corte em galpão de ventilação negativa. ***Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal***, v. 14, n. 1, p. 132-141, 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbspa/a/sBqvhH5bCF4LWqq7TqHVjGp/?lang=pt

38) SILVA, M. A. N.; HELLMEISTER FILHO, P.; ROSÁRIO, M. F.; COELHO, A. A. D.; SAVINO, V. J. M.; GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000100026

39) STRINGHINI, J. H. Avaliação do desempenho e rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte criadas em Goiás. ***Revista Brasileira de Zootecnia***, v. 32, n. 1, p. 183-190, 2003. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000100023

40) TINÔCO, I. F. F. *Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros*. Viçosa: UFV, 2001. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-635X2001000100001

41) UTIA. Heat stress and poultry production: management strategies. Knoxville: **University of Tennessee Institute of Agriculture**, 2025. (Publication D260). Disponível em: https://utia.tennessee.edu/publications/wp-content/uploads/sites/269/2025/07/D260.pdf

42) VIGODERIS, R.B.; CORDEIRO,M.B.; TINÔCO, I.F.F.; IRENE MENEGALI,I.; SOUZA JÚNIOR, J.P.; HOLANDA, M.C.R. Avaliação do uso de ventilação mínima em galpões avícolas e de sua influência no desempenho de aves de corte no período de inverno R. Bras. Zootec.01/jun/2010;39(6):1381-6. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000600030

43) YAHAV, S.; STRASCHNOW, A.; LUGER, D.; SHINDER, D.; TANNY, J.; COHEN, S. Ventilation, sensible heat loss, broiler energy, and water balance under harsh environmental conditions. *Poultry Science Volume 83, Issue 2, 1 February 2004, Pages 253-258.* Disponível em: https://doi.org/10.1093/ps/83.2.253

44) ZMRHAL, V.; SVORADOVA, A.; VENUSOVA, E.; SLAMA, P. The influence of heat stress on chicken immune system and mitigation of negative impacts by baicalin and baicalein. ***Animals (Basel)***, v. 13, n. 16, p. 2564, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ani13162564