



BREEDING **SUCCESS** TOGETHER

Fisiologia das aves: a importância do controle do ambiente para assegurar o desempenho das aves em épocas de clima desafiador



Fisiologia das aves: a importância do controle do ambiente para assegurar o desempenho das aves em épocas de clima desafiador

**Isabella de Camargo Dias¹, Alex Maiorka², Rodrigo Tedesco Guimarães³,
Ivan Fábio Filippini⁴**

As aves são animais homeotérmicos, ou seja, possuem a capacidade de regular e manter a temperatura corporal dentro de uma faixa estreita de variação. A manutenção da homeostase térmica é modulada tanto pelo estado fisiológico quanto pelas condições ambientais às quais o animal está exposto. Entre os principais mecanismos envolvidos nesse processo estão as trocas de calor não evaporativas ou sensíveis (condução, convecção e radiação) e a dissipação evaporativa latente, predominantemente por meio da respiração.

Quando as condições ambientais se deslocam para fora da zona de conforto térmico das aves, seja por calor ou frio, termorreceptores sensoriais periféricos e centrais são ativados, enviando sinais ao hipotálamo. Este, por sua vez, atua como centro integrador, processando as informações térmicas e desencadeando respostas nos sistemas efetores, com o objetivo de restabelecer o equilíbrio térmico corporal e manter o animal dentro da zona de termoneutralidade (Rocha et al., 2004).

O desenvolvimento do sistema termorregulador em aves é controlado por mecanismos neurais e por interações hormonais complexas, que atuam de forma coordenada para a manutenção da homeotermia. No aspecto endócrino, destacam-se o eixo hipotálamo-hipófise-tireoide (HPT) e o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA), fundamentais na regulação metabólica e nas respostas adaptativas ao estresse térmico. Estudos demonstram que os hormônios tireoidianos,

tiroxina (T4) e triiodotironina (T3), desempenham papel central nas respostas térmicas de pintinhos durante as primeiras semanas pós-eclosão, fase caracterizada pela imaturidade funcional do sistema termorregulador e pela progressiva maturação dos mecanismos neuroendócrinos envolvidos na manutenção da homeotermia. Adicionalmente, o hormônio liberador de tireotrofina (TRH), produzido pelo hipotálamo, é capaz de induzir respostas termorregulatórias quando administrado por via intracerebroventricular em aves recém-eclodidas, evidenciando o papel central do sistema neuroendócrino no controle térmico.

A eficiência desses mecanismos endócrinos é diretamente influenciada pelas condições ambientais às quais as aves estão expostas. Fatores como temperatura ambiente fora da zona de termoneutralidade, elevada umidade relativa do ar, alta radiação solar e baixa velocidade do ar comprometem os processos de dissipação de calor e sobrecarregam os sistemas de controle térmico. Nessas condições, a capacidade limitada de termorregulação pode levar a desequilíbrios homeostáticos, culminando em estresse térmico e na ativação exacerbada do eixo HPA.

Nesse contexto, a termoneutralidade pode ser definida como a faixa de temperatura ambiental em que a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com o mínimo de gasto energético (*Figura 1*).

¹ Doutora em Ciências Veterinárias pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

² Professor Titular pela Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, Brasil.

³ Médico Veterinário pela Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

⁴ Técnico Agrícola com Habilitação em Zootécnica pela Escola Agrotécnica Federal Rio do Sul, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

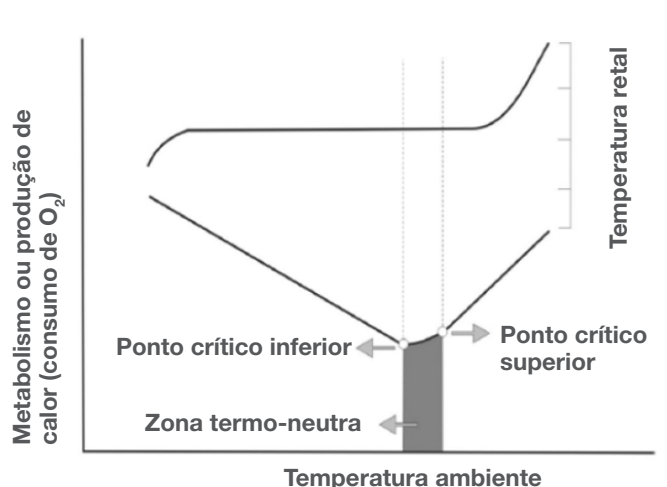


Figura 1. Representação esquemática da curva metabólica de frangos de corte em função da temperatura ambiente, evidenciando a zona de termoneutralidade, na qual o metabolismo é mínimo e a produtividade é maximizada. A temperatura crítica inferior corresponde ao ponto abaixo do qual ocorre aumento da produção de calor metabólico para manutenção da temperatura corporal. Por outro lado, a temperatura crítica superior representa o limite térmico a partir do qual os mecanismos de dissipação de calor tornam-se insuficientes para manter a homeotermia, caracterizando o estresse por calor (Rocha et al., 2024).

Embora esses mecanismos permitam a manutenção da homeotermia, os frangos de corte atuais apresentam limitações fisiológicas frente a desafios térmicos intensos. O rápido crescimento, associado à elevada produção de calor metabólico e à baixa capacidade de dissipação térmica, torna essas aves particularmente suscetíveis ao estresse térmico, com impactos diretos sobre o desempenho, saúde e bem-estar.

Estresse pelo frio

A exposição de pintinhos a períodos, mesmo que curtos, de temperaturas abaixo da zona de conforto térmico, pode desencadear uma série de alterações fisiológicas e metabólicas com impacto direto sobre o desempenho produtivo. Durante as primeiras semanas de vida, temperaturas inferiores a 32 e 35 °C podem resultar em redução do consumo de ração, maior mobilização das reservas corporais para a termogênese, comprometimento da resposta imune e aumento da mortalidade (Vieira et al., 2016). Além disso, estudos demonstram que o estresse pelo frio está associado a alterações no metabolismo energético intestinal, prejudicando a eficiência de utilização dos nutrientes ingeridos.

O ambiente inicial exerce papel determinante na modulação do desenvolvimento dos mecanismos fisiológicos de controle térmico ao longo de toda a vida produtiva das aves. O estresse térmico por frio nas primeiras semanas pode comprometer o crescimento uniforme do lote, principalmente em função da redução do consumo de ração em um período crítico de intenso crescimento e maturação do sistema digestório (Rendall et al., 2000). Além disso, nessa fase inicial ocorre rápido desenvolvimento dos tecidos muscular e esquelético, bem como do sistema imune, processos altamente dependentes de adequada disponibilidade de energia e nutrientes.

Estresse pelo calor

A capacidade das aves de tolerar as condições de estresse por calor tende a variar ao longo do desenvolvimento. Em aves jovens, a termorregulação é limitada devido à imaturidade do sistema nervoso central e dos eixos neuroendócrinos, o que as torna particularmente sensíveis a variações térmicas.

À medida que o crescimento avança, ocorre progressiva maturação dos mecanismos termorregulatórios; contudo, o aumento do peso corporal e da taxa metabólica resulta em maior produção de calor endógeno, reduzindo a tolerância das aves a ambientes com temperaturas elevadas.

Assim, as condições térmicas às quais as aves podem ser expostas são frequentemente classificadas em diferentes zonas: zona de conforto, zona crítica, zona crítica superior e zona letal. Entretanto, essas faixas não são absolutas, uma vez que fatores como linhagem genética, idade, sexo, densidade de alojamento, estado fisiológico, umidade relativa do ar e a velocidade do vento influenciam diretamente a tolerância térmica das aves (Chaiyabutr, 2004).

Em condições de estresse por calor, as aves ativam mecanismos comportamentais e fisiológicos com o objetivo de aumentar a dissipação térmica, especialmente por meios não evaporativos. Entre essas respostas, destaca-se a adoção de posturas corporais específicas, como o agachamento com afastamento das asas em relação ao corpo, expondo a região ventral altamente vascularizada, o eriçamento das penas e a vasodilatação periférica. Esses ajustes intensificam o fluxo sanguíneo para a superfície corporal e para áreas não cobertas por penas, como pés, crista e barbela, potencializando a transferência de calor para o ambiente.

A eficiência desses mecanismos não evaporativos de dissipação de calor, como a vasodilatação periférica e as alterações posturais, está diretamente associada ao sistema cardiovascular, responsável pela redistribuição do fluxo sanguíneo em direção aos tecidos periféricos, enquanto o suprimento para órgãos internos pode ser relativamente reduzido, priorizando a dissipação térmica. À medida que a temperatura se eleva e os mecanismos não evaporativos tornam-se insuficientes, observa-se aumento da frequência respiratória, caracterizado pela ofegação, que intensifica a circulação de ar pelo sistema respiratório e promove a perda de calor latente por evaporação. Como consequência da elevada frequência respiratória, as aves podem desenvolver distúrbios no equilíbrio ácido-base, caracterizados pela alcalose respiratória, a qual exerce efeitos negativos sobre o desempenho produtivo, comprometendo o consumo de ração, a eficiência alimentar, a taxa de crescimento e a sobrevivência.

Quando expostas a elevadas temperaturas, as aves reduzem o consumo de ração como estratégia para minimizar a produção de calor metabólico. Essa redução na ingestão compromete a disponibilidade de substratos energéticos e nutricionais essenciais, limitando o metabolismo produtivo e, consequentemente, o desempenho. Paralelamente, o estresse por calor promove aumento nas concentrações plasmáticas de corticosterona, o que altera o turnover proteico, favorecendo a quebra da proteína muscular. A intensificação da proteólise muscular não apenas eleva

a produção de calor endógeno, como também contribui para a redução do ganho de peso e da eficiência produtiva.

Adicionalmente, ocorre redirecionamento do uso da energia para os mecanismos fisiológicos envolvidos na manutenção da homeotermia, considerada a função basal prioritária do organismo, em detrimento do sistema produtivo. Respostas comportamentais e fisiológicas, como a ofegação e a abertura de asas, aumentam o gasto energético de manutenção. Como consequência, observa-se redução na eficiência de utilização dos nutrientes e da energia da dieta, refletindo-se em pior conversão alimentar, geralmente expressa por valores mais elevados desse índice em ambientes de estresse térmico.

A integração entre a fisiologia das aves e o manejo ambiental evidencia que a manutenção da homeotermia não depende apenas dos mecanismos internos de regulação, mas principalmente das condições externas proporcionadas no aviário. Em situações de desafio térmico, os sistemas fisiológicos e neuroendócrinos são intensamente ativados para manter o equilíbrio corporal, porém com elevado custo energético e impacto negativo sobre o desempenho. Nesse contexto, o manejo adequado da ambiência — com destaque para o controle da ventilação, temperatura e umidade relativa — torna-se essencial para reduzir a carga de estresse térmico, permitindo que as aves permaneçam dentro da zona de termoneutralidade. Assim, ao alinhar o entendimento dos processos fisiológicos com práticas eficientes de ventilação e monitoramento do comportamento das aves, é possível otimizar o conforto, preservar a saúde e maximizar a eficiência produtiva dos lotes, especialmente em condições climáticas desafiadoras.

Com a intenção de minimizar os fatores estressores citados acima e seus impactos na ave, devemos ter como referência a tabela abaixo, relacionando sempre as variáveis peso corporal, umidade relativa do ar (%UR) e temperatura do bulbo seco.

Princípios de como as temperaturas ideais do bulbo seco para frangos de corte podem mudar com a variação da UR. As temperaturas do bulbo seco na UR ideal com peso inferior a 200 g (0,44 lb)* estão coloridas em verde.

Peso Corporal g (lb)	Temperatura do Bulbo Seco °C (°F)			
	40% UR	50% UR	60% UR	70% UR
44 (0.10)	36.0 (96.8)	33.2 (91.8)	30.8 (87.4)	29.2 (84.6)
100 (0.22)	33.7 (92.7)	31.2 (88.2)	28.9 (84.0)	27.3 (81.1)
180 (0.40)	32.5 (90.5)	29.9 (85.8)	27.7 (81.9)	26.0 (78.8)
290 (0.64)	31.3 (88.3)	28.6 (83.5)	26.7 (80.1)	25.0 (77.0)
425 (0.94)	30.2 (86.4)	27.8 (82.0)	25.7 (78.3)	24.0 (75.2)
590 (1.30)	29.0 (84.2)	26.8 (80.2)	24.8 (76.6)	23.0 (73.4)
790 (1.74)	27.7 (81.9)	25.5 (77.9)	23.6 (74.5)	21.9 (71.4)
1015 (2.24)	26.9 (80.4)	24.7 (76.5)	22.7 (72.9)	21.3 (70.3)
1260 (2.78)	25.7 (78.3)	23.5 (74.3)	21.7 (71.1)	20.2 (68.4)
>1530 (3.37)	24.8 (76.6)	22.7 (72.9)	20.7 (69.3)	19.3 (66.7)

(Tabela 2.5 do Manual de Frango de Corte 2025 – Aviagen, página 30)

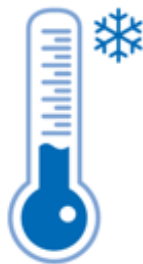
O manejo adequado da ventilação em aviários é uma das ferramentas mais importantes para garantir conforto, desempenho produtivo, saúde e bem-estar das aves. O sistema de ventilação — composto pelo aviário, equipamentos e controlador — deve ser projetado para lidar com as variações ambientais locais ao longo do dia e das diferentes estações do ano. O objetivo central é proporcionar um ambiente estável, ajustando-se tanto às condições de clima frio quanto às de calor intenso e alta umidade.

A ventilação tem múltiplas finalidades: manter o conforto térmico, fornecer ar fresco, remover excesso de umidade, eliminar gases nocivos (como amônia e dióxido de carbono), controlar a temperatura, preservar a qualidade da cama e distribuir o ar de forma uniforme. Durante períodos frios, a prioridade é remover umidade e manter a qualidade do ar sem perder calor excessivo. Já em períodos quentes, o foco passa a ser a remoção do calor e a promoção do resfriamento das aves por meio do efeito de resfriamento pelo vento e, quando necessário, pelo resfriamento evaporativo. Um conceito fundamental é a temperatura efetiva — ou seja, a temperatura realmente sentida pelas aves — que é influenciada pela umidade relativa (UR).

- Com UR baixa, as aves sentem mais frio;
- Com UR elevada, sentem mais calor, pois a capacidade de dissipar calor por evaporação (ofegação) diminui.

Portanto, a temperatura de ajuste do aviário deve considerar não apenas o termômetro, mas também a umidade e, principalmente, o comportamento das aves. O comportamento é o indicador mais confiável para avaliar se o ambiente está adequado:

Aves amontoadas indicam frio:



Ambiente muito frio:

As aves se amontoam ou permanecem sob uma fonte de calor e podem se tornar barulhentas e inquietas, mostrando que estão com frio.



Aves ofegantes e afastadas das fontes de calor indicam calor excessivo:



Ambiente muito quente:

As aves se afastam da fonte de calor, ficam silenciosas e ofegam, as cabeças e asas se inclinam, mostrando que estão com calor.

Reduzir a temperatura.



Aves bem distribuídas indicam conforto:



Ambiente correto:

As aves estão espalhadas uniformemente e seu barulho demonstra que estão confortáveis, mostrando que a temperatura está correta.

Nenhuma ação é necessária.



(Figuras da página 3 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

A maioria dos aviários modernos opera com pressão negativa. Isso significa que os exaustores removem ar do interior, reduzindo a pressão interna em relação ao exterior, o que força a entrada controlada de ar pelas entradas de ar. Quanto maior a diferença de pressão, maior a velocidade de entrada do ar. Um aviário bem vedado é essencial para manter essa pressão negativa

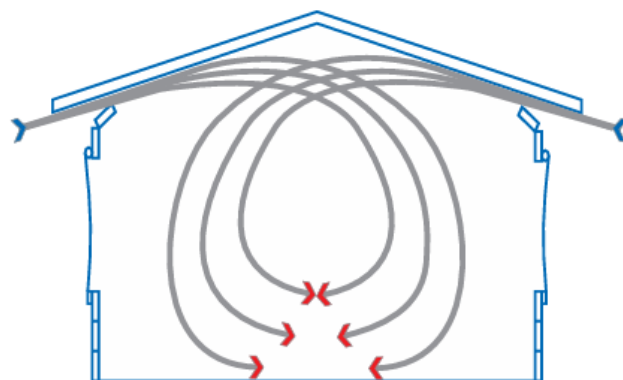
de forma eficiente e garantir que o ar entre pelos locais corretos.

O manejo da ventilação se divide em três modos principais: ventilação mínima, ventilação de transição e ventilação tipo túnel.

A ventilação mínima é utilizada principalmente em clima frio e durante a fase inicial de criação. Seu objetivo é renovar o ar para controlar umidade e gases, mantendo o calor interno. Funciona com temporizadores de ciclo (liga/desliga), geralmente em intervalos de cinco minutos.

As entradas de ar laterais (Inlets) devem ser distribuídas uniformemente e direcionar o ar frio para o topo do teto, onde se mistura com o ar quente acumulado antes de descer ao nível das aves, conforme demonstra a figura abaixo:

VENTILAÇÃO MÍNIMA



(Figura da página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

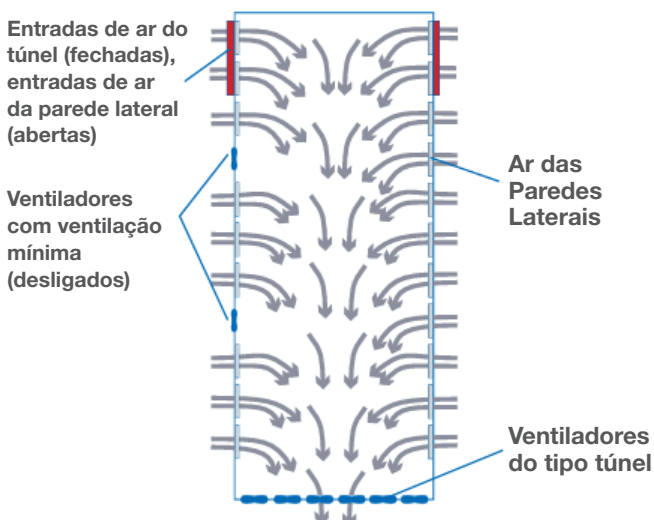
- ✓ Mais comumente usado durante o aquecimento (pintinhos) e os períodos de clima frio, ou sempre que a temperatura do aviário estiver abaixo do ponto de ajuste.
- ✓ Processo orientado por ciclos de tempo (temporizadores).
- ✓ Entradas de ar distribuídas uniformemente.
- ✓ As entradas de ar operam de acordo com a “pressão negativa”.
- ✓ Traz ar fresco do exterior do aviário.
- ✓ O ar frio que entra é direcionado até o topo do telhado.

- ✓ Usado para remover o excesso de umidade a fim de controlar a UR.
- ✓ Faz a exaustão de gases internos.
- ✓ Necessidade de calor bem distribuído.
- ✓ Movimento do ar ao nível das aves muito baixo.

A abertura mínima recomendada das entradas (inlets) é de 3 a 5 cm. O equilíbrio entre abertura das entradas e pressão negativa é essencial para garantir que o ar percorra a distância adequada antes de atingir as aves. Testes com fumaça ou fitas leves ajudam a verificar se o fluxo está correto.

A ventilação mínima deve ser ajustada com base na qualidade do ar e no comportamento das aves. Sinais como ar abafado, alta umidade, condensação e cama úmida indicam subventilação. Por outro lado, cama excessivamente seca, poeira e dificuldade para manter a temperatura podem indicar ventilação excessiva. O manejo correto exige inspeções diárias e ajustes graduais. A ventilação de transição é ativada quando a temperatura interna ultrapassa a temperatura desejada e ainda não é adequado utilizar a ventilação tipo túnel, seja pelo clima externo ou pela idade das aves (entre 1 e 2 graus acima da temperatura desejada). Nesse modo, os exaustores operam continuamente, aumentando o volume de ar renovado para remover calor. As entradas continuam operando sob pressão negativa e devem direcionar o ar para cima, uma vez mais destacamos que todo o ar deve entrar somente pelas entradas laterais (inlets), conforme demonstra a figura abaixo:

VENTILAÇÃO DE TRANSIÇÃO



(Figura da página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

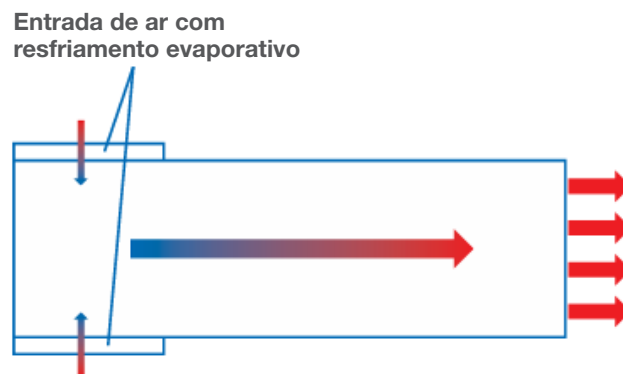
- ✓ Usada quando a temperatura no aviário se eleva acima da temperatura do ponto de ajuste quando está demasiado frio ou quando as aves são muito jovens para receber a ventilação do tipo túnel.
- ✓ Processo orientado por temperatura.
- ✓ A principal função é remover o excesso de calor.
- ✓ Introduz um grande volume de ar fresco de fora.
- ✓ Entradas de ar operadas de acordo com a pressão negativa.
- ✓ Ar direcionado até o topo do telhado.

O conforto das aves deve orientar os ajustes. Os aquecedores não devem funcionar durante essa fase.

A ventilação tipo túnel é usada em clima quente, especialmente com aves mais velhas. O ar entra por uma extremidade do aviário e é extraído pela outra, criando fluxo de alta velocidade ao nível das aves. Esse fluxo gera o efeito de resfriamento pelo vento, reduzindo a temperatura efetiva sentida pelas aves. A decisão sobre o número de exaustores em funcionamento deve ser baseada exclusivamente no conforto das aves, não apenas na leitura do termômetro. Diferenças de temperatura superiores a 3 °C entre as extremidades (frente-fundo) indicam problemas como vazamentos ou capacidade insuficiente de ventilação.

O resfriamento evaporativo complementa a ventilação tipo túnel quando apenas o aumento da velocidade do ar não é suficiente. Painéis evaporativos reduzem a temperatura do ar ao permitir que ele transfira calor para a água durante a evaporação.

VENTILAÇÃO DO TIPO TÚNEL



(Figura da página 5 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

- ✓ Usada em clima quente (ou quente com UR elevada).
- ✓ Geralmente usada quando as aves são mais velhas (e empenamento completo).
- ✓ A principal função é remover o excesso de calor.
- ✓ Usada quando a ventilação de transição não pode mais manter as aves refrescadas.
- ✓ Cria fluxo de ar de “alta velocidade” ao nível das aves.
- ✓ Cria um efeito de resfriamento pelo vento que ajuda a manter as aves refrescadas.
- ✓ É importante ter uma taxa de troca de ar rápida.

A eficiência depende da umidade relativa externa: quanto mais seco o ar, maior o potencial de resfriamento, conforme demonstrado na tabela abaixo.

Entretanto, o processo aumenta a umidade interna, exigindo controle cuidadoso para evitar oscilações excessivas de temperatura. O ideal é que o sistema mantenha a temperatura próxima ao ponto em que foi ativado, evitando quedas bruscas e flutuações frequentes.

Temperatura ambiente da área externa	Percentual de umidade relativa						
	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%
20 °C	12,0	13,0	14,5	15,5	16,5	17,5	18,5
25 °C	16,0	17,0	18,5	20,0	21,0	22,0	23,0
30 °C	19,5	21,0	22,5	24,0	25,0	26,5	28,0
35 °C	23,0	25,0	26,5	28,5	30,0	31,5	32,5
40 °C	26,5	29,0	31,0	32,5	34,5	36,0	-
45 °C	29,0	32,5	35,0	-	-	-	-

A tabela acima mostra a temperatura aproximada e mais baixa do ar no aviário, que é medida do lado do painel evaporativo, levando em conta a temperatura externa e a % de UR. Os valores se baseiam na eficiência do resfriamento de aproximadamente 75%, que é a média para um painel evaporativo de 15 cm de espessura.

(Tabela página 17 - AviagenEssentialVentilationManagement-2019-PT)

Conclusão

A capacidade das aves de manter a homeotermia depende de mecanismos fisiológicos, comportamentais e neuroendócrinos altamente integrados. Situações de estresse térmico impõem elevados custos energéticos de manutenção, desviando nutrientes e energia que seriam destinados ao crescimento, à produção e ao fortalecimento do sistema imune. Dessa forma, o adequado controle do ambiente é fundamental para assegurar o pleno desenvolvimento das aves, promovendo melhor desempenho e eficiência alimentar. O entendimento dos mecanismos fisiológicos envolvidos na termorregulação reforça a importância de estratégias integradas de manejo, ambiência e nutrição como ferramentas essenciais para a sustentabilidade e a rentabilidade dos sistemas de produção avícola.

Em síntese, o manejo eficiente da ventilação exige integração entre projeto estrutural adequado, equipamentos bem mantidos, controle preciso e,

sobretudo, observação constante do comportamento das aves. Mais do que seguir números fixos, o sucesso depende da capacidade de interpretar os sinais do ambiente e realizar ajustes graduais, sempre priorizando o conforto e a uniformidade do lote.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

CHAIYABUTR, N. Physiological reactions of poultry to heat stress and methods to reduce its effects on poultry production. Thai Journal of Veterinary Medicine 2004;34(2):1730.

RANDALL, D., BURGGREN, W., FRENCH, K. Fisiologia Animal. Mecanismos e Adaptações. 4th ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. p. 729, 200

ROCHA, C.; PIRES, P.G.S.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica. In: Produção de frangos de corte, 2024.

VIEIRA, A.M.C., VIEIRA, F.M.C., SILVA, J.O., BARBOSA FILHO, J.A.D. The influence of thermal conditions from an environmentally controlled preslaughter lairage on mortality of broiler chickens. Arq. Bras. Med. Vet. Zootecnia, v.68, 2016.

AVIAGEN: Princípios Básicos do Manejo de Ventilação, 2019.

AVIAGEN: Manual de Manejo - Frango de Corte, 2025.

