



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS CURITIBANOS
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE MEDICINA VETERINÁRIA

Mirelle Farias Pereira

Estresse térmico por calor em frangos de corte

Curitibanos

2022

Mirelle Farias Pereira

Estresse térmico por calor em frangos de corte

Relatório de Estágio Curricular Obrigatório para a Conclusão do Curso de Graduação em Medicina Veterinária do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Medicina Veterinária.

Orientador(a): Prof^a.Dr^a Francielli Cordeiro Zimmermann

Curitibanos

2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Pereira, Mirelle Farias

Estresse Térmico por Calor em Frangos de corte /
Mirelle Farias Pereira ; orientador, Francielli Cordeiro
Zimmermann, 2022.

23 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Campus
Curitibanos, Graduação em Medicina Veterinária,
Curitibanos, 2022.

Inclui referências.

1. Medicina Veterinária. I. Cordeiro Zimmermann,
Francielli . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Medicina Veterinária. III. Título.

Mirelle Farias Pereira

Estresse térmico por calor em frangos de corte

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Médico Veterinário” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Medicina Veterinária

Curitiba, 29 de julho de 2022.

Prof. Dr. Malcon Andrei Martinez Pereira
Coordenador do curso

Banca Examinadora:

Prof. (a), Dr. (a) Francielli Cordeiro Zimmermann
Orientador (a)
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Álvaro Menin
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. (a), Dr. (a) Raissa Moreira de Moraes
Avaliador (a)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me proporcionar a realização desse grande sonho em minha vida, nos momentos de desespero foi onde busquei forças para prosseguir.

Agradeço profundamente a minha família, especialmente meu pai Idesio, minha mãe Lenira, meu irmão Clesio e minha sobrinha Tamires por tanto me apoiarem em todas as minhas decisões, tanto emocionalmente quanto financeiramente. Sem vocês nada seria possível, vocês são minha fortaleza, ponto forte e maior exemplo de vida.

Aos meus amigos que tornaram tudo mais leve e alegre durante toda a graduação, por todas as noites de estudos e lanches que jamais serão esquecidas, momentos de desespero e descanso quase inexistente, mas de muita consideração, vocês serão sempre muito especiais para mim, Luiza Krambeck, Talissa Lemos, Larissa Almeida e Patricia Nagata, Priscilla Alves, Jennyfer Júlia, Stefani Berton e Bruna Américo, além da faculdade também pude contar com minha amiga/irmã Stephanie Reis e minha prima Juliana Farias, obrigada.

Aos meus tios, Ivanilda Petry e Italo Petry que tanto me incentivaram, como também minha prima Tatiana Petry que é um grande exemplo pessoal e profissional.

A UFSC, por ser essa Universidade exemplo de excelência, com professores tão capacitados profissionalmente, principalmente a professora Aline Schneider que me proporcionou tantas oportunidades com projetos, monitorias, entre outros e por ser além de uma profissional exemplar, uma grande amiga e conselheira naqueles momentos que precisávamos ouvir uma palavra de conforto, também a minha orientadora Francielli Zimmermann que me auxiliou em todos os momentos, é um ser humano incrível, que tanto admiro.

A empresa BRF, por me proporcionar um estágio supercompleto e que muito contribuiu para meu desenvolvimento profissional, com funcionários tão queridos. Em particular, ao gerente Cesar Pasqual, ao supervisor Jean Bavaresco, aos meus padrinhos Fyama Lorenzetti, Marcos Mazzoco e aos extensionistas que se dispuseram a me passar tanto conhecimento, tirar dúvidas e dar conselhos que levarei para sempre, esse estágio foi um presente para minha vida, gratidão.

RESUMO

A avicultura de corte em escala industrial possui papel fundamental na economia mundial, e foi uma das atividades agropecuárias que mais evoluiu tecnologicamente nos últimos anos. Estudos indicam que altas temperaturas estão entre as principais causas de perdas econômicas para a pecuária de forma geral, incluindo a produção de frangos de corte. A zona de termoneutralidade para galinhas varia de acordo com diversos fatores, como peso corporal, plumagem (quantidade, distribuição e formato das penas), condições climáticas ambientais e estado de desidratação. As aves naturalmente são predispostas ao desenvolvimento de estresse térmico pela alta taxa metabólica fisiológica, que produz mais calor corporal. Quando fora da zona de termoneutralidade, o equilíbrio entre a produção e perda de calor corporal é alterada, a perda de calor diminui e há aumento na produção de calor, resultando em estresse térmico. Com isso, há o desenvolvimento de respostas fisiológicas, bioquímicas e comportamentais em uma tentativa de voltar às temperaturas ideais. Ainda que isso permita que as aves consigam manter sua temperatura corporal dentro da zona de conforto, há um desvio do metabolismo energético para tal, o que reflete em redução na produtividade, capacidade reprodutiva e resistência a doenças. A principal alteração imediata percebida é a redução drástica no consumo alimentar. Os efeitos do estresse térmico também são observados sob o ponto de vista genético, com redução na expressão do potencial genético e aumento na expressão de genes envolvidos no catabolismo proteico e apoptose celular. Sob a perspectiva do sistema imune, temperaturas elevadas alteram a imunidade inata e adaptativa. Com o desenvolvimento da indústria de frangos de corte e a percepção do impacto que o estresse térmico possui no desempenho dos animais, cada vez mais tem-se buscado alternativas para melhorias no sistema produtivo, de forma a diminuir o impacto que este estresse possui na produtividade dos animais. Um dos principais fatores para diminuir o impacto do estresse térmico sobre as aves é a manutenção da densidade adequada de acordo com a capacidade dos galpões. Outra forma de amenizar os efeitos do estresse térmico é o manejo nutricional. Alternativas como adição de óleos e gorduras na dieta, diminuição da proteína bruta, suplementação de minerais orgânicos e vitaminas e adição de eletrólitos podem ser adotadas de forma isolada ou conjunta. O estresse térmico resulta em uma ampla variedade de efeitos deletérios importantes para a avicultura de corte, que variam desde a diminuição no ganho de peso e piora na conversão alimentar até a maior predisposição ao desenvolvimento de doenças e piora na qualidade das carcaças. Portanto, é essencial que se utilizem estratégias de manejo ambiental e nutricional para diminuir o impacto deste para a produtividade dos animais. O objetivo deste trabalho é revisar a literatura sobre o tema estresse térmico por calor em frangos de corte, tendo em vista os impactos negativos que o mesmo exerce sobre a carne e a produtividade brasileira.

Palavras-chave: Avicultura. Estresse térmico. Zona de conforto térmico. Termorregulação.

ABSTRACT

The poultry industry has a fundamental role in the world economy and was one of the agricultural activities that most evolved technologically in recent years. Studies indicate that high temperatures are among the leading causes of economic losses for livestock in general, including the production of broilers. The thermoneutrality zone for chickens varies according to several factors, such as body weight, plumage (amount, distribution, and shape of feathers), environmental conditions, and dehydration status. Birds are naturally predisposed to heat stress due to the high metabolic rate, which produces more body heat. Outside the thermoneutrality zone, the balance between body heat production and loss is altered, heat loss decreases, and heat production increases, resulting in heat stress. With this, physiological, biochemical, and behavioral responses are activated in an attempt to return to ideal temperatures. Although this allows birds to maintain their body temperature within the comfort zone, there is a shift in energy metabolism, leading to reduced productivity, reproductive capacity, and decreased disease resistance. The main immediate change is a drastic reduction in food consumption. The effects of heat stress are also observed from a genetic perspective, with a decrease in the expression of genetic potential and an increase in genes involved in protein catabolism and cellular apoptosis. In terms of the immune system, high temperatures alter innate and adaptive immunity. With the development of the broiler industry and the perception of the impact heat stress has on animal performance, alternatives have been sought for improvements in the production system to reduce the impact that this stress has on productivity. One of the main factors to reduce the impact of heat stress is the maintenance of adequate density according to the capacity of the sheds. Another way to mitigate the effects of heat stress is nutritional management. Alternatives such as adding oils and fats to the diet, reducing crude protein, supplementing organic minerals and vitamins, and adding electrolytes can be adopted. Heat stress leads to various deleterious effects on the poultry industry, ranging from decreased weight gain and worsening feed conversion to increased predisposition to disease development and worsening carcass quality. Therefore, it is essential to use environmental and nutritional management strategies to reduce its impact on animal productivity. The objective of this paper is to review the literature on the subject of heat stress in broilers, given the negative impacts it has on meat and productivity in Brazil.

Keywords: Poultry. Heat stress. Thermoneutral zone. Thermoregulation.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Sistema termorregulador das aves..... 12
- Figura 2 – Mecanismos de liberação de calor das aves..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 3 – Trocas sensíveis e latentes de calor em frangos com 42 dias de idade **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 4 – Frangos em um aviário fechado com velocidade do vento de 167 metros por minuto..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 5 – Frangos em um aviário fechado com velocidade do vento de 106 metros por minuto..... **Erro! Indicador não definido.**
- Figura 6 – Frangos com baixa densidade, expostos a temperatura de 30,6°C**Erro! Indicador não definido.**
- Figura 7 – Frangos com baixa densidade, expostos a temperatura de 30,6 graus Celsius . **Erro! Indicador não definido.**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Ambiência adequada para frangos de corte de acordo com a idade.....	11
--	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	REVISÃO TEÓRICA	10
2.1	Termorregulação das aves	10
2.2	Resposta fisiológica e comportamental ao calor	11
2.3	Influência do estresse térmico sobre o desempenho das aves	13
2.4	Manejo ambiental para controle dos efeitos do estresse térmico: instalações e ambiência dos frangos	15
2.5	Manejo nutricional para controle dos efeitos do estresse térmico	18
2.6	Melhoramento genético	20
3	CONCLUSÃO.....	21
	REFERÊNCIAS.....	22

1 INTRODUÇÃO

A avicultura de corte em escala industrial possui papel fundamental na economia mundial, e foi uma das atividades agropecuárias que mais evoluiu tecnologicamente nos últimos anos (VANDANA et al., 2020). Tais avanços são consequência de melhorias na nutrição, genética, ambiência e manejo sanitário (LOPES et al., 2015).

Entretanto, ainda que o potencial produtivo seja elevado, a atividade é suscetível à uma ampla variedade de desafios, dentre os quais se destacam os ambientais, já que podem diretamente e indiretamente interferir na eficiência da produção, na expressão de toda a capacidade genética das aves e na sanidade (RANJAN et al., 2019). Estudos indicam que altas temperaturas estão entre as principais causas de perdas econômicas para a pecuária de forma geral, incluindo a produção de frangos de corte (GOEL, 2020). Este problema é mais pronunciado em regiões tropicais, naturalmente mais quentes e úmidas (VANDANA et al., 2020).

Os prejuízos econômicos resultantes do estresse térmico na avicultura são pronunciados. Estudos mostram que as perdas econômicas anuais decorrentes do estresse térmico, tanto diretas como indiretas, geram um prejuízo que varia entre US\$ 128 e US\$ 165 milhões para a atividade e, com o aumento da temperatura global, estima-se que este número tende a aumentar no decorrer dos anos (WASTI et al., 2020).

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo revisar a literatura sobre o tema estresse térmico em frangos de corte.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 TERMORREGULAÇÃO DAS AVES

Os animais são classificados em dois grupos de acordo com a temperatura sanguínea e capacidade de manutenção da temperatura corporal: heterotérmicos e homeotérmicos. As aves são animais homeotérmicos, ou seja, são capazes de manter a temperatura corporal constante. Isso significa que esta espécie é capaz de realizar trocas contínuas de calor com o meio, desde que as temperaturas ambientais se mantenham dentro da zona de termoneutralidade para as mesmas. A zona de termoneutralidade, ou zona de conforto térmico, é definida como o ponto em que há redução da taxa metabólica ao nível mínimo, mas com manutenção do conforto térmico. Na zona de termoneutralidade, há manutenção da temperatura corporal com uso mínimo dos mecanismos de termorregulação fisiológicos, de forma a destinar a energia metabolizável à produtividade sem haver perdas energéticas para a termogênese (SAEED et al., 2019).

A zona de termoneutralidade para galinhas varia de acordo com diversos fatores, como peso corporal, plumagem (quantidade, distribuição e formato das penas), condições climáticas ambientais e estado de desidratação (SAEED et al., 2019). A temperatura corporal normal das aves encontra-se entre 41 e 42°C (WASTI et al., 2020). De acordo com a literatura (LOPES et al., 2015), a zona de termoneutralidade para aves se mantém entre 33 e 35°C e sob uma umidade relativa do ar entre 65 e 70% nos primeiros dias de vida. Com desenvolvimento do sistema de termorregulação fisiológico, que se completa entre 10 e 15 dias de vida, a zona de conforto térmico passa para temperaturas entre 24 e 33°C para aves com aproximadamente quatro semanas de idade, e após a sexta semana de vida, a temperatura ideal fica em torno de 21 e 22°C (LOPES et al., 2015). Na tabela 1, está demonstrado a temperatura e umidade relativa ideal e crítica.

Tabela 1 - Ambiência adequada para frangos de corte de acordo com a idade.

Idade	Temperatura °C				Umidade Relativa	
	Ótima		crítica		ótima	crítica
	Máxima	Mínima	máxima	mínima		
1ª semana	35	33	42	30	60	<40 e >80
2ª semana	33	30	40	25		
3ª semana	30	27	38	23		
4ª semana	27	24	37	20		
5ª semana	25	21	36	17		
6ª semana	24	21	35	15		

Fonte: Macari e Furlan (2001).

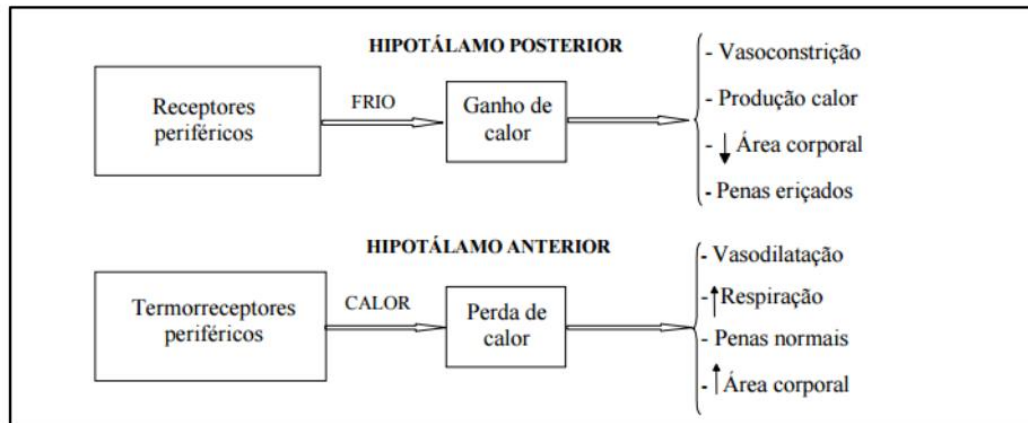
2.2 RESPOSTA FISIOLÓGICA E COMPORTAMENTAL AO CALOR

As aves naturalmente são predispostas ao desenvolvimento de estresse térmico pela alta taxa metabólica fisiológica, que produz mais calor corporal (WASTI et al., 2020). Quando fora da zona de termoneutralidade, o equilíbrio entre a produção e perda de calor corporal é alterada, a perda de calor diminui e há aumento na produção de calor, resultando em estresse térmico (SAEED et al., 2019). Com isso, há o desenvolvimento de respostas fisiológicas, bioquímicas e comportamentais em uma tentativa de voltar às temperaturas ideais. Ainda que isso permita que as aves consigam manter sua temperatura corporal dentro da zona de conforto, há um desvio do metabolismo energético para tal, o que reflete em redução na produtividade, capacidade reprodutiva e resistência a doenças. Ainda, temperaturas extremas, que ultrapassam a capacidade fisiológica das aves de regular a temperatura corporal, são fatais (LOPES et al., 2015). Os mecanismos fisiológicos relacionados a estes eventos serão detalhados no decorrer do texto.

O principal ponto a ser considerado quando se estuda os efeitos do estresse térmico na produção aviária são as particularidades anatômicas das aves, principalmente a ausência de glândulas sudoríparas. Tal ausência faz com que as aves dependam de mecanismos fisiológicos distintos para conseguir dissipar calor (GOEL, 2020). Fisiologicamente, quando frangos de corte são expostos a temperaturas acima de 25°C e entram em estresse térmico, há aumento da temperatura cutânea e da cloaca, na figura 1 podemos ver de forma simplificada o sistema termorregulador das aves. As aves tendem a abrir as asas, afastando-as do corpo, eriçam as penas e deixam exposta a região abdominal ventral; isso promove vasodilatação periférica, que é mais pronunciada em locais não recobertos por penas como pés, barbela e crista. A vasodilatação promove facilitação na perda de calor corporal para o ambiente.

Ainda, há aumento da taxa respiratória e os animais tornam-se ofegantes. Além disso, os mesmos tendem a se manter próximos às fontes de água do ambiente.

Figura 1 – Sistema termorregulador das aves



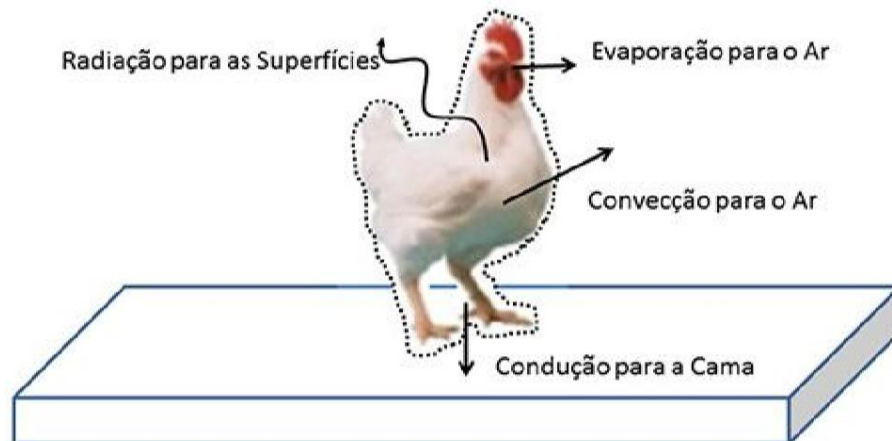
Fonte: Abreu (2003).

De forma resumida, os mecanismos de liberação de calor das aves são sensíveis e latentes como demonstrado na figura 2.

Nos sensíveis se tem radiação para as superfícies, ou seja, cristas e barbelas ficam bem avermelhadas, pois o sangue irá para as extremidades para tentar reduzir o calor do corpo, condução - onde a ave irá abrir as asas e deitar-se sobre a cama de modo a buscar perder calor para o meio e por último convecção para o ar, onde a mesma irá procurar as áreas mais frescas do aviário.

No mecanismo latente, se tem a evaporação para o ar, onde em situações de aumento de temperatura irá ocorrer uma hiperventilação (aumentam de 25 movimentos respiratórios por minuto para 250 movimentos respiratórios por minuto), causando quadros severos de hipertermia e redução da pressão parcial de gás carbônico no sangue (PCO_2), com consequente queda nas concentrações de ácido carbônico e de íons H^+ , resultando a distúrbios do equilíbrio acidobásico (alcalose respiratória) e morte, pois o pH sanguíneo da ave é de 7,2 e variações disso são incompatíveis com a vida (GOEL, 2020; NAWAZ et al., 2021).

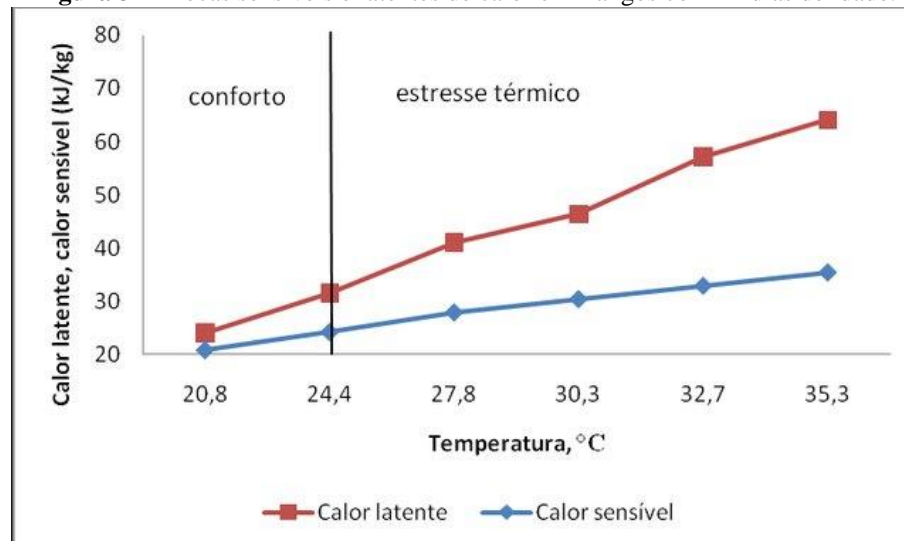
Figura 2 – Mecanismos de liberação de calor das aves.



Fonte: <https://prezi.com/jncbcnwxqcem/termorregulacao-aves/>.

Conforme visto na figura 3, demonstrando frangos de 42 dias, quando as aves em condições de conforto térmico, as trocas latentes e sensíveis são semelhantes, porém, quando expostas a temperaturas maiores, as trocas por mecanismos latentes são cada vez maiores, isso comprova a tentativa dos animais em manter a homeotermia por meio da ofegação (evaporação respiratória)

Figura 3 – Trocas sensíveis e latentes de calor em frangos com 42 dias de idade.



Fonte: Nascimento et al. (2009).

2.3 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE TÉRMICO SOBRE O DESEMPENHO DAS AVES

O estresse térmico possui efeitos severos na produtividade dos animais, uma vez que a prioridade de qualquer organismo, incluindo frangos de corte, é sobreviver ao invés de

crescer (GOEL, 2020; NAWAZ et al., 2021). A principal alteração imediata percebida é a redução drástica no consumo alimentar (WASTI et al., 2020). Em um estudo (AWAD et al., 2019) realizado com duas raças diferentes de frango de corte submetidos a uma temperatura de 34°C por seis horas diariamente, por 22 a 35 dias, demonstrou uma redução de 8 a 9% no consumo alimentar, uma redução de ganho de peso em torno de 17% quando comparado ao grupo controle, e piora em até 10% na conversão alimentar. Há ainda aumento na mortalidade (WASTI et al., 2020).

Além da redução no consumo, há aumento na deposição de gordura e quebra de proteína muscular. Diferentes estudos demonstraram redução na massa muscular e aumento na gordura intramuscular induzido pelo estresse térmico crônico. Ainda, há aumento do estresse oxidativo, desbalanço acidobásico, alcalose metabólica e modificações importantes na microbiota intestinal. Endocrinologicamente, há aumento de hormônios corticotróficos e catecolaminas. Isso demonstra que o efeito na produtividade é consequência não apenas da redução no consumo alimentar, mas também de alterações fisiológicas, microbiológicas, bioquímicas e hormonais (WASTI et al., 2020; NAWAZ et al., 2021).

Os efeitos do estresse térmico também são observados sob o ponto de vista genético, com redução na expressão do potencial genético e aumento na expressão de genes envolvidos no catabolismo proteico e apoptose celular. Há ainda alterações importantes nas carcaças devido estresse térmico agudo ou crônico, que às tornam indesejáveis, como aumento na incidência de carne PSE (pálida, macia e exsudativa) e DFD (seca, dura e escura), além de diminuição na capacidade de retenção de água (NAWAZ et al., 2021) e menor deposição de gordura na musculatura peitoral, o que resulta em carne de pior qualidade, menor valor nutricional e menos palatável (VANDANA et al., 2020).

Sob a perspectiva do sistema imune, temperaturas elevadas alteram a imunidade inata e adaptativa. Isso ocorre porque há diminuição do peso dos órgãos, principalmente de órgãos linfoides como a bolsa cloacal e timo, além da redução da resposta a anticorpos e da capacidade fagocitária dos macrófagos, em parte pelo aumento na produção de corticosterona sérica. Este aumento induz catabolismo dos órgãos linfoides e, conseqüentemente, involução precoce e supressão imunitária (QUINTEIRO-FILHO et al., 2010). Como resultado, há aumento na susceptibilidade ao desenvolvimento de uma grande variedade de doenças infecciosas e contagiosas, como doença de Newcastle e de Gumboro (WASTI et al., 2020), salmonelose, colibacilose, coccidiose e micotoxicoses (VANDANA et al., 2020).

Outra consequência importante não apenas para o sistema imune, mas também para o crescimento as aves submetidas ao estresse térmico é o efeito que o mesmo possui na saúde intestinal. Há estudos que comprovam que o estresse térmico afeta deletariamente a saúde intestinal por causar alterações importantes na morfologia deste órgão, aumentando a profundidade das criptas e diminuindo a altura das vilosidades. Ainda, causa alterações importantes na permeabilidade da barreira intestinal e resistência a patógenos devido modificação nas junções comunicantes entre as células epiteliais da mucosa (GOEL, 2020).

2.4 MANEJO AMBIENTAL PARA CONTROLE DOS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO: INSTALAÇÕES E AMBIÊNCIA DOS FRANGOS

Com o desenvolvimento da indústria de frangos de corte e a percepção do impacto que o estresse térmico possui no desempenho dos animais, cada vez mais tem-se buscado alternativas para melhorias no sistema produtivo, de forma a diminuir o impacto que este estresse possui na produtividade dos animais (WASTI et al., 2020). De acordo com a literatura, uma ampla variedade de condições ambientais são indicadores importantes da qualidade ambiental, já que são de forma direta, agentes estressores: radiação solar, umidade relativa do ar, temperatura e ventilação. Modificações ambientais para diminuir condições adversas nestas variáveis podem melhorar de forma significativa o conforto das aves e, desta forma, diminuir o estresse térmico (LOPES et al., 2015).

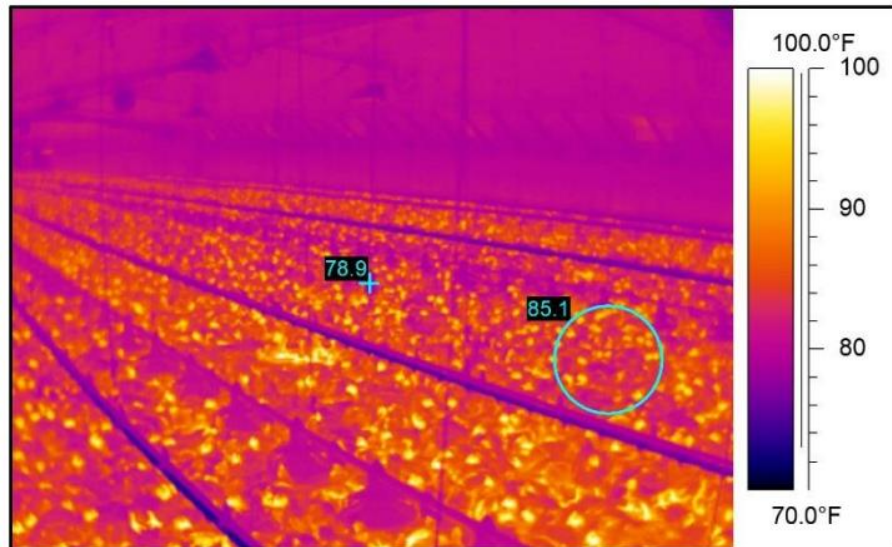
Ainda no planejamento do aviário, é importante que se leve em consideração as características climáticas da região para diminuir a ação das variáveis ambientais. Dentre estas, é importante que as edificações estejam orientadas no sentido Leste-Oeste; esta orientação minimiza a incidência da radiação solar direta nas laterais das edificações (WASTI et al., 2020). Para diminuir a influência da radiação solar em si sobre os galpões, deve-se utilizar de estratégias como o isolamento térmico (laterais sombreadas) e escolher telhas preferencialmente de fibrocimento ou cerâmica, já que estes materiais possuem baixa condutividade de calor e menor difusividade térmica. Pintar o telhado de cor branca é uma medida simples, mas eficaz, que pode ser realizada tanto em galpões novos como para edificações mais antigas, como também caixas d'água protegidas do sol e tubulações de água sempre cobertas (LOPES et al., 2015).

Outro ponto importante com relação às instalações é a cor das cortinas. Segundo estudos realizados por Vercellino et al. (2013), quando comparada a cortinas de coloração

amarela e preta, as de coloração azul proporciona, um ambiente térmico melhor. Independentemente da cor das cortinas, o manejo das mesmas é fundamental para melhorar a ventilação no ambiente.

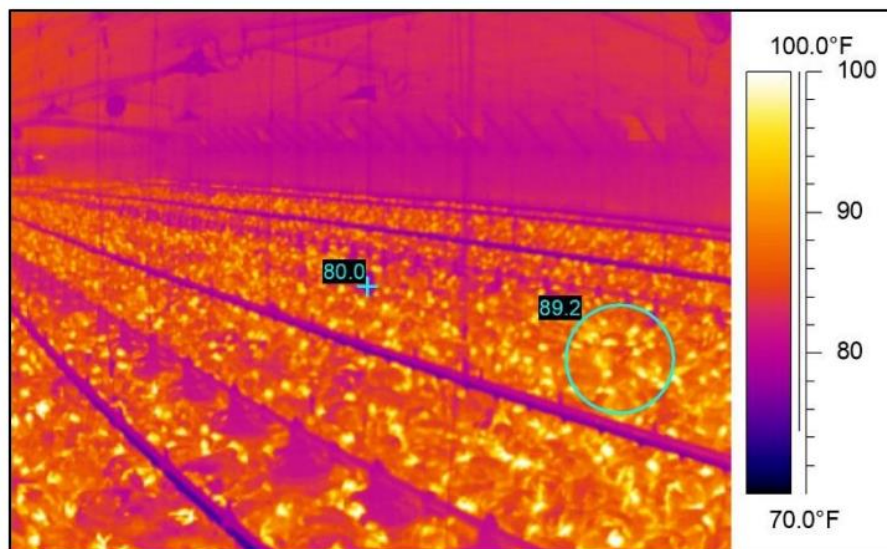
Ainda que as instalações tenham efeito importante sobre o desenvolvimento do estresse térmico em frangos de corte, mais importante que isso é o manejo ambiental adequado, e uma das principais formas de diminuir o efeito deste estresse sobre as aves é a climatização. Neste contexto, os principais equipamentos utilizados para climatizar o ambiente dentro do aviário são ventiladores e exaustores. Estes equipamentos promovem o aumento na circulação de ar e, desta forma, proporcionam trocas de calor mais pronunciadas do animal com o ambiente. Estudos mostram que a utilização de ventilação tem a capacidade de diminuir a temperatura interna do aviário em até 6°C (ABREU; ABREU, 2011), a figura 4 e 5 tiradas com uma câmara térmica demonstram essa diferença. A ventilação é importante não apenas para a diminuição do estresse térmico, mas também para melhorar a qualidade do ar nos galpões em termos de oxigênio, dióxido de carbono e amônia. Quando associados a nebulização, por exemplo, a eficiência é ainda maior, pois eles criam uma névoa dentro do aviário e ajudam a baixar a temperatura, contudo deve-se tomar cuidados extremos para evitar crescimento microbiano excessivo em ambientes com alta umidade, sendo também importante o posicionamento dos mesmos e o tamanho de partículas, visto que quanto menor a partícula e mais ficar suspensa maior será a evaporação e resfriamento do ar. As placas evaporativas vêm auxiliando nesse quesito, por fazerem com que o ar entre mais fresco no aviário (resfriamento evaporativo), estão dispostas na entrada do aviário. Os *inlets* tem função de troca de ar, favorecendo a manutenção e qualidade do ar e ficam dispostos ao longo do aviário, na parte superior (VANDANA et al., 2020).

Figura 4 – Frangos em um aviário fechado com velocidade do vento de 167 metros por minuto



Fonte: Fairchild et al. (2018).

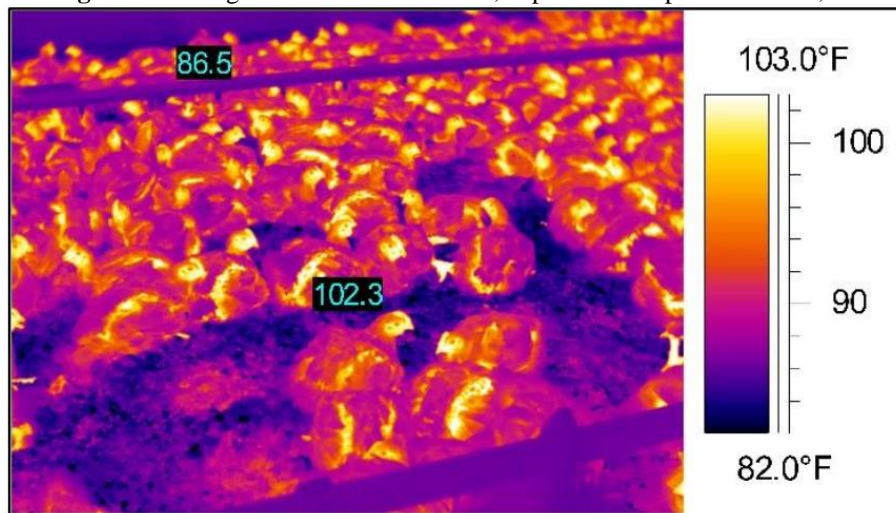
Figura 5 – Frangos em um aviário fechado com velocidade do vento de 106 metros por minuto.



Fonte: Fairchild et al. (2018).

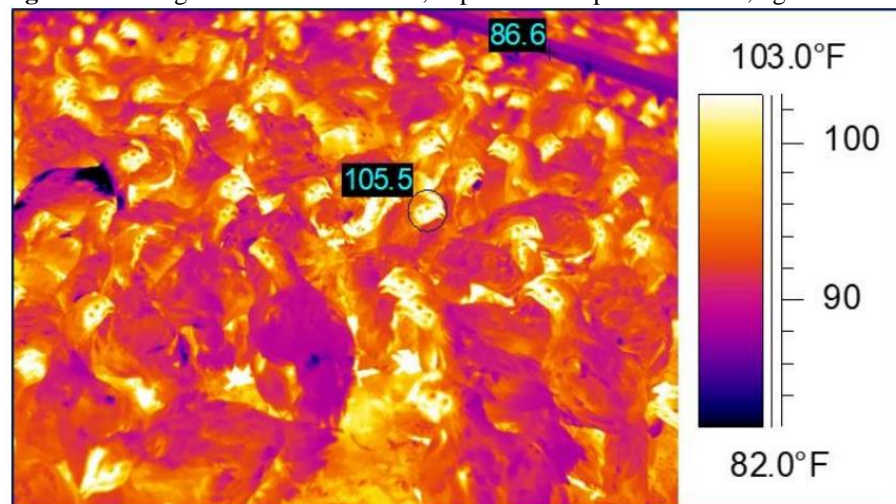
Um dos principais fatores para diminuir o impacto do estresse térmico sobre as aves é a manutenção da densidade adequada de acordo com a capacidade dos galpões. Estudos indicam que o ideal é no máximo 39 kg/m². Além da maior dificuldade para perda de calor (figura 7) associada com lotes com alta densidade, há aumento na disseminação de doenças, o que torna a manutenção da densidade adequada (figura 6) ainda mais importante (VANDANA et al., 2020).

Figura 6 – Frangos com baixa densidade, expostos a temperatura de 30,6°C



Fonte: Fairchild et al. (2018).

Figura 7 – Frangos com alta densidade, expostos a temperatura de 30,6 graus Celsius



Fonte: Fairchild et al. (2018).

2.5 MANEJO NUTRICIONAL PARA CONTROLE DOS EFEITOS DO ESTRESSE TÉRMICO

Outra forma de amenizar os efeitos do estresse térmico é o manejo nutricional. Alternativas como adição de óleos e gorduras na dieta, diminuição da proteína bruta, suplementação de minerais orgânicos e vitaminas e adição de eletrólitos podem ser adotadas de forma isolada ou conjunta (LOPES et al., 2015). A implementação de óleos e gorduras na dieta é uma forma de manter o aporte energético da dieta e melhorar a palatabilidade em momentos em que há diminuição do consumo devido ao calor. Além destas vantagens, a adição destas substâncias promove também uma maior absorção de vitaminas lipossolúveis

(NOBAKHT et al., 2011). Ainda, a adição de gordura faz com que haja uma menor taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, aumentando assim a utilização dos nutrientes (WASTI et al., 2020).

A redução de proteína bruta da dieta e suplementação com aminoácidos sintéticos é outra medida que pode ser tomada. Neste manejo, é possível atender as necessidades nutricionais específicas de aminoácidos essenciais, como lisina e metionina, evitando excesso calórico da ração e a excreção excessiva de nitrogênio no ambiente (MATOS et al., 2011; LOPES et al., 2015).

A suplementação de selênio, cromo e zinco traz benefícios importantes ao sistema imune, já que temperaturas elevadas promovem utilização mais rápida e/ou degradação destes no sangue e, portanto, aumentam sua exigência. Ainda, a suplementação de vitamina A, C e E é importante pela função antioxidante e pelo papel que as mesmas possuem no metabolismo celular, atuando como coenzimas em uma ampla variedade de rotas metabólicas, a vitamina C auxilia inibindo os precursores do hormônio (corticosteroides) do estresse, que aumentam a degradação de proteína corporal, além de melhorar o sistema imune das aves (LOPES et al., 2015; WASTI et al., 2020).

Por fim, a suplementação da ração ou adição na água de eletrólitos é sugerida por alguns autores com o intuito de corrigir possíveis alterações acidobásicas resultantes do estresse térmico. A escolha por substâncias alcalinas ou ácidas deve levar em consideração a necessidade de cada caso. Os principais compostos ácidos recomendados são cloreto de amônio, cloreto de cálcio e cloreto de potássio. Já os compostos alcalinos são bicarbonato de sódio, bicarbonato de potássio e carbonato de potássio, os mesmos irão impedir que aconteça o processo de alcalose, pois esses íons irão auxiliar na manutenção da pressão osmótica e equilíbrio acidobásico dos líquidos corporais (VIEITES et al., 2011).

Uma prática adotada em diferentes localidades é a restrição alimentar nos períodos mais quentes do dia, deixando disponível somente os bebedouros. Isso induz a redução da taxa metabólica das aves e, conseqüentemente, reduz a produção de calor nestes períodos e durante a noite quando a temperatura é mais amena baixa os comedouros e recupera o tempo de jejum com programa de luz. Ainda que tenha a vantagem de reduzir os efeitos deletérios do estresse térmico, não é amplamente utilizada pois em muitos casos resulta em menor taxa de crescimento e aumento do período necessário para o abate dos animais (WASTI et al., 2020).

2.6 MELHORAMENTO GENÉTICO

Há diferentes raças e linhagens genéticas de aves que possuem maior tolerância ao calor, fazendo com que modificações genéticas podem ser utilizadas para diminuir o impacto negativo que o estresse térmico possui sobre a avicultura. A seleção de animais com maior capacidade produtiva resultou na seleção de aves com menor tolerância ao calor. A identificação de genes que reduzem o impacto do estresse térmico é uma alternativa viável que já tem sido buscada por algumas empresas (VANDANA et al., 2020).

3 CONCLUSÃO

O estresse térmico resulta em uma ampla variedade de efeitos deletérios importantes para a avicultura de corte, que variam desde a diminuição no ganho de peso e piora na conversão alimentar até a maior predisposição ao desenvolvimento de doenças e piora na qualidade das carcaças. Portanto, é essencial que se utilizem estratégias de manejo ambiental e nutricional para diminuir o impacto deste para a produtividade dos animais. A observação do comportamento das aves é uma forma importante para identificar o estresse térmico nos lotes, para que se possam utilizar de estratégias que minimizem os efeitos e evitem a mortalidade dos animais. Na literatura há uma ampla variedade de informações sobre o assunto, e adequar as informações teóricas com a realidade prática de cada local é fundamental para estabelecer o melhor plano de ação, que se adeque a cada propriedade.

REFERÊNCIAS

- ABREU, P. G. Modelos de Aquecimento. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 4p., 2003. **Anais...** Chapecó, SC, Brasil, 2003.
- ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 2, p. 1-14, 2011.
- AWAD, E. A., et al. Effects of heat stress on growth performance, selected physiological and immunological parameters, caecal microflora, and meat quality in two broiler strains. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 33, n. 5, p. 778–787, 2019.
- BORGES, S. et al. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos em frangos de corte. **Ciência Rural**, v. 33, n. 5, p. 975-981, 2003.
- DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS NOBEL HOUSE (NEFRA). **Heat Stress in Poultry: Solving the Problem**. Londres: DEFRA, 2005.
- FAIRCHILD, B et al. **Sete dicas importantes no gerenciamento da ventilação de túnel**. Georgia: Poultry Housing Tips, v. 30, n. 3, 2018.
- GOEL, A. Heat stress management in poultry. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 105, p. 1136–1145. 2021.
- LARA, L. J.; ROSTAGNO, M. H. Impact of heat stress on poultry production. **Animals**, v. 3, n. 2, pp.356-369, 2013.
- LOPES, J. C. O. et al. Estresse por calor em frangos de corte. **Nutritime Revista Eletrônica**, v.12, n.6, p.4478-4487, 2015.
- MACARI, M., FURLAN, R. L. Ambiência na produção de aves em clima tropical. In: SILVA, I. J. da (Ed.) **Ambiência na produção de aves em clima tropical**. Piracicaba: FUNEP, p. 31-87, 2001.
- MATOS, M. B. et al. Balanço eletrolítico da dieta e desempenho de frangos em condições naturais de estresse calórico. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v. 63, n. 6, p. 1461-1469, 2011.
- NASCIMENTO, S. T. et al. Estudos preliminares de tolerância ao estresse térmico de duas linhagens comerciais de frangos de corte na sexta semana de produção. In: CONGRESSO DE ZOOTECCIA, 18, Vila Real, 2009. **Anais...** II Congresso Ibero-Americano de Zootecnia, 2009, Vila Real, Portugal. Livro de Comunicações, p. 474-477
- NAWAB, A. et al. Heat stress in poultry production: Mitigation strategies to overcome the future challenges facing the global poultry industry. **Journal of Thermal Biology**, v. 78, p. 131-139, 2018.

- NAWAZ, A. H. et al. Poultry response to heat stress: its physiological, metabolic, and genetic implications on meat production and quality including strategies to improve broiler production in a warming world. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, p. 814, 2021.
- NOBAKHT, A. et al. Effects of different sources and levels of vegetable oils on performance, carcass traits and accumulation of vitamin e in breast meat of broilers. **Journal of biological sciences**, v. 3, n. 6, p. 601-605, 2011.
- OLGUN, O. et al. The importance of nutrition in preventing heat stress at poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 77, n. 3 p. 661-678, 2021.
- OLIVEIRA, P. M. et al. Estratégias para minimizar os efeitos de um ambiente térmico adverso para frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 68, p. 739-747, 2016.
- PAWAR, S. S. et al. Assessing and mitigating the impact of heat stress in poultry. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 4, n. 6, p. 332-341, 2016.
- QUINTEIRO-FILHO, W. M. Et al. Heat stress impairs performance parameters, induces intestinal injury, and decreases macrophage activity in broiler chickens. **Poultry science**, v. 89, n. 9, p. 1905-1914, 2010.
- RANJAN, A. et al. Effect of heat stress on poultry production and their managerial approaches. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 8, n. 2, p. 1548-1555, 2019.
- SAEED, M. et al. Heat stress management in poultry farms: A comprehensive overview. **Journal of thermal biology**, v. 84, p. 414-425, 2019.
- VANDANA, G. D. et al. Heat stress and poultry production: impact and amelioration. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, n. 2, p.163-179, 2021.
- VERCELLINO, R. A. et al. The influence of side-curtain color on broiler chick behavior. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 15, n. 3, p. 169-286, 2013.
- VIEITES, F. M. et al. Desempenho de frangos de corte alimentados com altos valores de balanço eletrolítico em região de clima quente. **Arquivos brasileiros de medicina veterinária e zootecnia**, v. 63, n. 2, p. 441-447, 2011.
- WASTI, S. et al. Impact of heat stress on poultry health and performances, and potential mitigation strategies. **Animals**, v. 10, n. 8, p. 1266-1286, 2020.