

MANUAL DE PRODUÇÃO E SANIDADE AVÍCOLA

COORDENAÇÃO
Hélder Quintas | Ramiro Valentim



3.

STRESS TÉRMICO NA PRODUÇÃO AVÍCOLA

PAULO AFONSO¹, RAMIRO VALENTIM¹, HÉLDER QUINTAS¹

¹ Centro de Investigação de Montanha, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal.

1. INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios da actual Produção Animal é a exploração do potencial genético dos animais, tanto do ponto de vista reprodutivo como produtivo. Durante muitos anos, esta procura pela máxima eficiência esteve voltada para a resolução de problemas de manejo geral, nutricionais, sanitários e reprodutivos e para a melhoria genética animal. Nas regiões tropicais e subtropicais, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados por factores ambientais, particularmente pelo stress causado pelas elevadas temperaturas do ar (calor) a que os animais estão normalmente sujeitos e que limita a expressão do seu potencial produtivo máximo. Nestas regiões do globo terrestre, os recursos energéticos são frequentemente desviados da produção para a adaptação.

Os factores ambientais externos e o microclima dentro das instalações exercem efeitos negativos directos e indirectos sobre todas as fases da produção de aves, acarretando elevados prejuízos económicos. Nas regiões tropicais e subtropicais, os animais são criados fundamentalmente em instalações sem controlo da temperatura do ar, dos teores de humidade relativa do ar e da ventilação. Os criadores não conseguem suportar os custos do controlo artificial das condições ambientais dentro das instalações. Na verdade, muitos deles nem sequer têm acesso a um serviço fiável de distribuição de energia eléctrica.

O conhecimento das respostas ou das adaptações fisiológicas das aves relativamente ao ambiente térmico é essencial à tomada de medidas preventivas e correctivas (Figura 3.1), tendo em vista a melhoria do seu bem-estar e o aumento da produtividade.

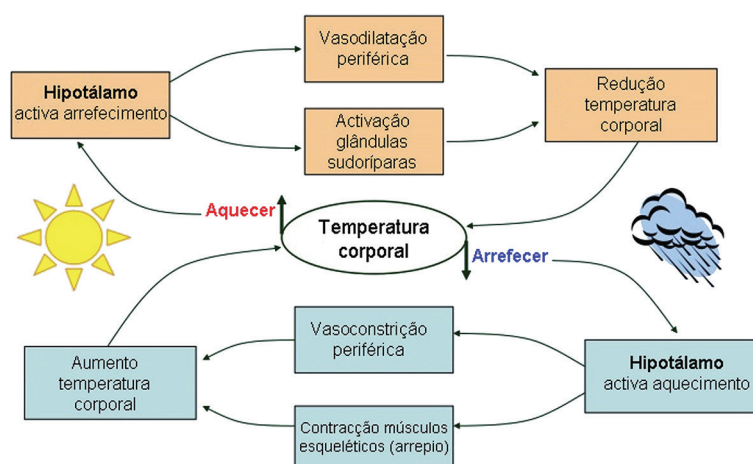


FIGURA 3.1 – Regulação da temperatura corporal em animais homeotérmicos (Segundo Bridi, 2008).

A região tropical representa uma enorme área territorial, com um clima diversificado. Porém, maioritariamente, nela registam-se elevadas temperaturas do ar durante todo o ano, associadas a teores de humidade relativa do ar também elevados. Na estação seca, as temperaturas do ar ultrapassam frequentemente os 30°C. Na estação das chuvas, o calor chega a ultrapassar os 38°C.

Para melhor se compreender os efeitos do clima tropical sobre os animais de produção serão discutidos os processos utilizados pelos animais para manter a temperatura corporal relativamente constante e os problemas decorrentes dos mesmos sobre a Produção Avícola.

2. STRESS TÉRMICO

O *stress*, resposta a um estímulo adverso, é difícil de compreender e de definir devido à natureza da sua percepção. O *stress* é uma resposta não-específica do organismo a uma qualquer exigência. O causador de *stress* é um agente que causa sempre este estado. Neste sentido, o *stress* representa a reacção do organismo de um animal ao estímulo que perturba o seu equilíbrio fisiológico normal ou homeostase.

O *stress* térmico resulta de um balanço negativo entre a quantidade net de energia que flui do corpo da animal para o meio ambiente que o rodeia e a quantidade de calor interno produzido pelo animal. Este desequilíbrio pode ser causado por factores genéticos – espécie, raça e indivíduo –, individuais – idade, sexo, peso/condição corporal, estado de saúde, taxa metabólica e termorregulação – e ambientais – fotoperíodo, radiação térmica, temperatura e humidade relativa do ar e dinâmica atmosférica. As causas ambientais de *stress* térmico afectam fortemente a Produção Animal.

Em todas as espécies, a resposta dos animais aos desafios ambientais é muito importante. Contudo, as aves são particularmente sensíveis às variações da temperatura do ar. Tem sido sugerido que os modernos genótipos de galináceos produzem mais calor corporal, uma vez que são maiores, mais produtivos (crescem mais depressa ou põem mais ovos) e apresentam uma maior actividade metabólica.

O *stress* térmico pode ser classificado como **agudo** (específico) ou **crónico** (não específico). O *stress* agudo resulta da exposição súbita e por breves períodos de tempo a temperaturas do ar extremamente altas ou baixas. De um modo geral, os animais reagem a este tipo de *stress* combatendo o seu agente causal. O *stress* crónico resulta da exposição prolongada a altas ou baixas temperaturas do ar. Neste caso, os animais respondem tentando adaptar-se ao agente causal. Nas aves, Vandana et al. (2021) dividem o *stress* causado pelo calor em três categorias: agudo (27-38°C, durante 1-24 horas), moderado (27-38°C, até 7 dias) e crónico ou severo (38-50°C, durante 7 ou mais dias).

Nos países tropicais, durante a estação seca, o *stress* agudo causado pelo calor determina uma elevada taxa de mortalidade entre os frangos de crescimento rápido e, consequentemente, elevadas perdas económicas. Nas aves criadas em instalações abertas, os efeitos deletérios do *stress* crónico causado pelo calor determinam, fundamentalmente, a redução da ingestão voluntária de alimentos sólidos e o aumento da ingestão de água.

3. HOMEOTERMIA E REGULAÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL

O funcionamento de um organismo é o resultado de múltiplos processos químicos e físicos sensíveis a alterações da temperatura interna. Neste sentido, os animais desenvolveram diferentes estratégias para regular a temperatura dos seus tecidos.

As aves são animais **homeotérmicos**, ou seja, são organismos capazes de manter estável a sua temperatura corporal, independentemente das flutuações térmicas do meio ambiente ou da intensidade da sua actividade física. Ainda que a manutenção de uma temperatura corporal relativamente constante permita aos animais homeotérmicos viver numa ampla variedade de ambientes, permanecendo activos sempre que as temperaturas ambiente são baixas, isto não ocorre sem custo. Eles necessitam de, através de variações comportamentais fisiológicas e metabólicas, produzir calor interno (aumentar a temperatura corporal) ou perder calor para o meio ambiente (diminuir a temperatura corporal). Consequentemente, estes animais têm de manter uma elevada taxa metabólica, pelo que as suas necessidades energéticas são elevadas. Nos animais de sangue quente, a alteração da homeostasia térmica perturba o balanço hormonal e metabólico. O sistema neuro-hormonal regulador da temperatura corporal envolve o eixo Hipotálamo-Hipófise-Adrenais (HPA), a medula espinal e termorreceptores presentes em diferentes zonas do organismo.

Os animais homeotérmicos possuem uma **zona de neutralidade ou de conforto térmico**, ou seja, uma faixa estreita de temperatura do ar em que estes não precisam de produzir ou de perder calor corporal e o seu metabolismo é mínimo (Figura 3.2). É nesta zona de temperatura que os animais estão em conforto térmico (produção de calor do organismo + calor ganho do ambiente = ao calor dissipado) e podem expressar o seu potencial produtivo máximo. A zona de conforto térmico é delimitada pela **Temperatura Crítica Inferior (TCI)** e pela **Temperatura Crítica Superior (TCS)**.

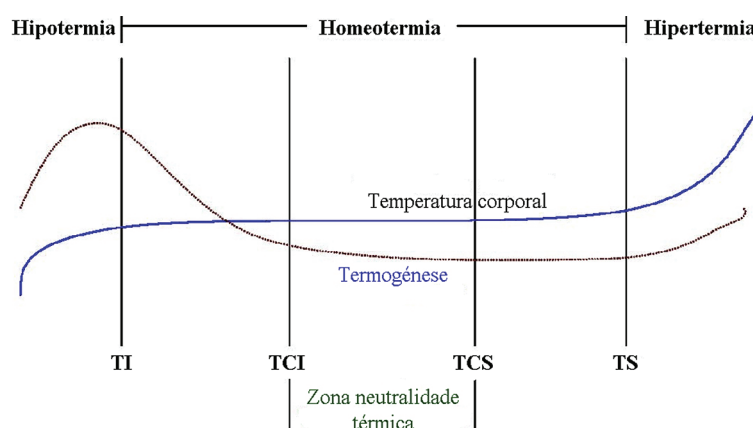


FIGURA 3.2 – Variações da temperatura corporal de um animal homeotérmico em função da temperatura do ar (Segundo Bridi, 2008, 2010).

TI – Temperatura inferior mínima, *TCI* – Temperatura de conforto térmico inferior, *TCS* – Temperatura de conforto térmico superior, *TS* – Temperatura superior máxima.

A zona de conforto térmico varia em função de vários factores: a genética, o indivíduo (idade, sexo, peso/condição corporal, cobertura de penas), a alimentação, as condições climáticas (temperatura e teores de humidade do ar, dinâmica atmosférica), condições de instalação, tamanho do grupo, factores sociais, entre outros. Geralmente, as aves gastam cerca de 80% da energia ingerida na manutenção da homeotermia e 20% na produção.

Existe igualmente uma faixa de temperatura do ar em que os animais conseguem manter a sua homeotermia (entre TI e TS), ou seja, manter a sua temperatura corporal relativamente estável, independente da temperatura do ar. Todavia, estes necessitam de proceder a ajustes fisiológicos para conseguirem manter a sua temperatura corporal constante. Sempre que a temperatura do ar for inferior à da zona de conforto térmico, os animais terão de produzir calor corporal (**termogénese**). Para o efeito são utilizados mecanismos metabólicos condicionados pela genética, pelo peso corporal, pelo nível de produção, pela ingestão de alimentos, pela qualidade dos alimentos e, em menor grau, pelo exercício físico. Pelo contrário, sempre que a temperatura do ar for superior à da zona de conforto térmico, os animais diminuem a ingestão de alimentos e a produção de calor, aumentam a dissipação de calor para o meio ambiente (**termólise**) e reduzem o exercício físico. Em ambos os casos, as necessidades energéticas de manutenção (para gerar ou dissipar calor) sobem, diminuindo as disponibilidades de energia utilizáveis na reprodução e/ou produção.

Abaixo da TI, os animais não conseguem o aporte de energia térmica suficiente para compensar as suas perdas, e acima da TS eles são incapazes de impedir a elevação de sua temperatura interna, ocorrendo, respectivamente, a hipotermia e a hipertermia.

4. EFEITOS DAS TEMPERATURAS ELEVADAS SOBRE A SECREÇÃO DE HORMONAS

Os animais de sangue quente só conseguem alcançar a endotermia algum tempo depois de nascerem. Nos períodos embrionário e neonatal, o seu mecanismo de termorregulação desenvolve-se de forma gradual. Nos galináceos, por exemplo, o hipotálamo, estrutura integradora dos sinais térmicos, começa a diferenciar-se, juntamente com o encéfalo e a medula espinal, logo no segundo dia de incubação, mas este processo só termina 3 semanas após a eclosão. Até aos 10 dias de idade, os pintos têm dificuldade em regular a sua temperatura corporal. Neste sentido, os pintos têm de ser aquecidos com recurso a fontes externas de calor. Porém, qualquer perda de calor sensível ou evaporativa pode comprometer a taxa de crescimento.

A resistência das aves ao calor diminui com a idade. Na verdade, elas resistem melhor ao frio do que ao calor. O calor modifica a actividade do sistema neuro-endócrino, dado que activa o eixo HPA e, conseqüentemente, eleva os níveis plasmáticos de corticosteróides, para auxiliar nos processos metabólicos. Por outro lado, o eixo HPA altera o funcionamento da tiróide. As hormonas tiroideias – triiodotironina (T3) e tiroxina (T4) – regulam a temperatura corporal e a actividade metabólica. O calor diminui de forma consistente os níveis circulantes de T3, enquanto os seus efeitos sobre os níveis circulantes de T4 são inconsistentes – aumentam, diminuem ou não produzem qualquer efeito. A redução da secreção de hormonas tiroideias reduz a actividade metabólica.

De acordo com o anteriormente exposto, o calor afecta negativamente a produção de carne e de ovos, alterando o perfil neuro-endócrino das aves (activação do eixo HPA) e reduzindo a ingestão voluntária de alimentos. De um modo geral, as aves reagem todas da mesma forma ao calor, ainda que expressem variações individuais na força e na duração das respostas, dependendo da intensidade e da duração da exposição ao mesmo. Outra potencial causa de variação individual resulta do facto do *stress* causado pelo calor ser frequentemente experienciado simultaneamente com outros factores causadores de

stress: elevada humidade relativa do ar e densidade, ventilação insuficiente, interacção sociais, experiência, entre outros.

Dados recentes indicam que a resposta ao calor tem igualmente uma base genética. Nas regiões tropicais, particularmente nos países em desenvolvimento, o melhoramento genético para a tolerância ao calor pode constituir uma solução de baixo custo para melhorar a produtividade das explorações avícolas. Nos últimos anos, vários autores têm tentado reduzir ou alterar a extensão da plumagem que recobre os galináceos, aproveitando os genes que controlam a formação tardia das penas, de penas enrugadas (*frizzled*) e de carecas ou a não formação de penas.

5. RESPOSTAS FISIOLÓGICAS E COMPORTAMENTAIS ÀS ELEVADAS TEMPERATURAS DO AR

Sob elevadas temperaturas do ar, os galináceos alteram o seu comportamento e a sua homeostasia fisiológica, procurando reduzir a sua temperatura corporal (Figura 3.3).



FIGURA 3.3 – Respostas comportamentais às elevadas temperaturas do ar.

Nas galinhas, a temperatura corporal é de 41,0°C (40,6-42,2°C), superior à dos mamíferos domesticados. As aves expostas ao calor tendem a apresentar uma temperatura rectal superior, o que significa que não estão a conseguir manter a homeostasia térmica.

As galinhas domesticadas são claramente menos tolerantes ao calor do que ao frio. A redução da sua temperatura corporal até 20°C abaixo da temperatura normal não as impede de recuperar quando devidamente reaquecidas. Pelo contrário, elas possuem um leque limitado de opções para perder calor corporal. Não possuem glândulas sudoríparas, pelo que são incapazes de perder calor por evapotranspiração cutânea, embora apresentem alguma difusão de água através da pele. Apenas a cabeça apresenta alguns apêndices (exemplo, crista e barbilhões) muito irrigados e que possibilitam uma perda directa de calor (irradiação e convecção). Neste sentido, é mais fácil as aves domesticadas morrerem de hipertermia do que de hipotermia.

Nos galináceos, a zona de conforto térmico varia entre os 30-35°C, em pintos do dia, entre os 21-23°C, em frangos de 35-42 dias (Quadro 3.1) e entre os 21-24°C, em frangos mais velhos. Nas primeiras semanas de vida dos pintos, as elevadas temperaturas do ar podem induzir hipertermia com desidratação. Esta causa uma redução no consumo de alimentos sólidos e um atraso no crescimento. Temperaturas inferiores às da zona de conforto térmico podem desencadear quadros hipotérmicos, podendo induzir a síndrome de hiperventilação pulmonar.

QUADRO 3.1 – Guia geral das respostas das galinhas sujeitas a diferentes temperaturas do ar (Bhadauria et al., 2014)

Temperatura do ar	Respostas fisiológicas
12,8-23,9°C	Zona de conforto térmico. Neste intervalo de temperatura, as aves não necessitam de alterar o seu metabolismo basal ou o seu comportamento para manterem a sua temperatura corporal.
18,3-23,9°C	Intervalo de temperaturas do ar ideais.
23,9-29,4°C	É expectável uma ligeira redução no consumo de alimentos, ainda que se a ingestão de nutrientes for adequada, a eficiência produtiva continua a ser boa. Quando os valores da temperatura são próximas do limite superior, o tamanho dos ovos e a qualidade da casca reduzem-se.
29,4-32,2°C	O consumo de alimentos reduz-se ainda mais. Os ganhos de peso diminuem. O tamanho e a qualidade da casca do ovo deterioram-se. Antes de serem alcançadas estas temperaturas, todos os procedimentos de arrefecimento devem ser accionados.
32,2-35,0°C	O consumo de alimentos continua a baixar. Surge o risco de prostração por calor entre as poedeiras, particularmente entre as aves mais pesadas e as que estão em plena produção. Nestas temperaturas, todos os procedimentos de arrefecimentos devem estar devidamente implementados.
35,0-37,8°C	A prostração por calor é possível. Devem ser adoptadas medidas de emergência. O consumo de alimentos e a produção de ovos reduzem-se dramaticamente. O consumo de água é muito elevado.
> 37,8°C	São necessárias medidas de emergência para arrefecer os animais. Sob estas temperaturas do ar, a sobrevivência das aves deve constituir uma séria preocupação.

Nas galinhas poedeiras, o *stress* causado pelo calor começa quando a temperatura do ar ultrapassa os 26,7°C e os seus efeitos tornam-se visíveis a partir dos 29,4°C, quando a temperatura corporal das galinhas atinge os 42,0-42,5°C. A temperatura do ar máxima suportada por qualquer animal corresponde àquela a partir da qual as células vivas e os tecidos deixam progressivamente de funcionar, devido à desnaturação das enzimas – alteração da sua forma e actividade. No caso das galinhas, esta temperatura é de 46,0°C. A capacidade destes animais fazerem face à hipertermia é inferior à dos demais animais pecuários e rapidamente sucumbem.

5.1. MECANISMOS DE PERDA DE CALOR

Os galináceos, para além de não possuírem glândulas sudoríparas, têm o corpo quase todo coberto por penas, um metabolismo rápido e uma temperatura corporal elevada. Contudo, estes animais podem utilizar vários mecanismos de termorregulação e de homeostasia para controlar a sua temperatura corporal: radiação, convecção, condução e evaporação respiratória (Figura 3.4). As aves utilizam os sacos de ar nas trocas de calor com o meio ambiente (Figura 3.5). A respiração ofegante promove a circulação de ar na sua superfície, o que contribui para aumentar as trocas gasosas e as trocas de calor.

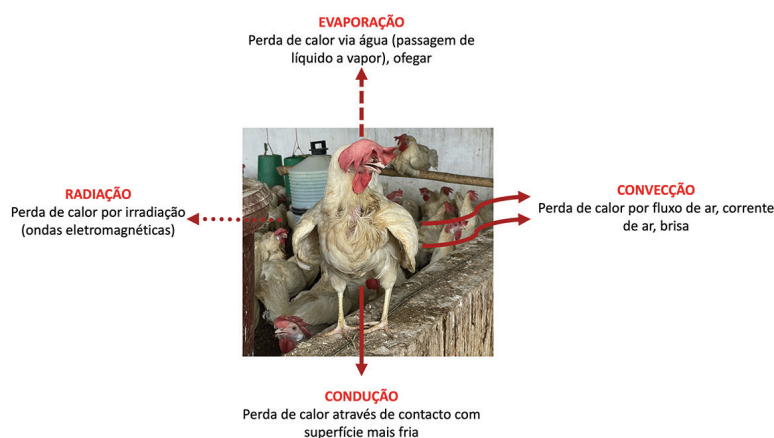


FIGURA 3.4 – Mecanismos de perda de calor nas galinhas.

5.1.1. PERDA DE CALOR SENSÍVEL

A quantidade de calor perdido por radiação, condução e convecção depende da diferença entre a temperatura corporal da ave e a temperatura do meio ambiente. Na verdade, estes mecanismos permitem às aves perder até 70% do seu excesso de calor. Há perdas de calor a partir de superfícies como a crista, os barbilhões, as patas e outras áreas sem penas (debaixo das asas). Estes mecanismos de termorregulação são responsáveis pela perda de calor sensível. São eficazes quando a temperatura do ar é inferior ou está na zona de conforto térmico. Sob temperaturas do ar mais elevadas (>21,0°C) estes mecanismos são bastante ineficazes. As aves recorrem então à evaporação respiratória.

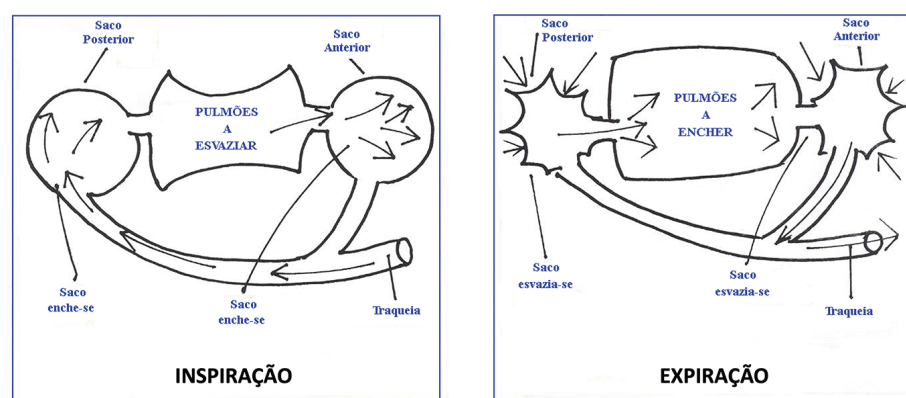


FIGURA 3.5 – Utilização dos sacos de ar nas perdas de calor por evaporação (Segundo RCI, 2019).

Na regulação da temperatura corporal por perda de calor sensível, as galinhas não necessitam de alterar drasticamente os seus padrões normais de comportamento, de ingestão de alimentos ou de metabolismo.

5.1.2. PERDA DE CALOR EVAPORATIVO

Como as aves não possuem glândulas sudoríparas, a perda de calor por evaporação dá-se por via respiratória. Nas regiões tropicais ou nos meses mais quentes do ano nas regiões temperadas, o principal mecanismo de perda de calor corporal resulta do arrefecimento

evaporativo respiratório e da elevação da frequência respiratória (até 10 vezes). Por cada grama de água evaporada, as aves perdem cerca de 530-550 calorías. As perdas de calor por evaporação respiratória devem ser superiores às geradas por ela.

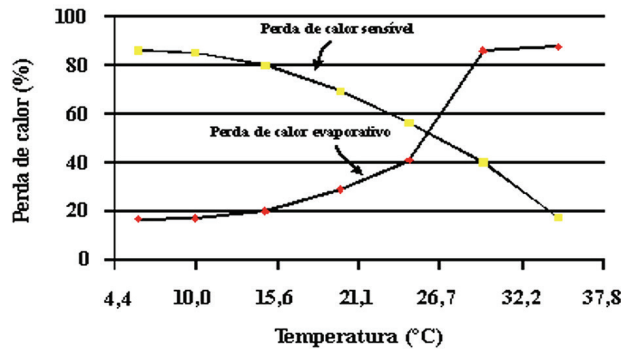


FIGURA 3.6 – Métodos de perda de calor corporal nas aves, em função da temperatura do ar (Adaptado de Bhadauria et al., 2014).

Quando a temperatura do ar ronda os 25°C, o mecanismo de perda de calor corporal passa gradualmente de perda de calor sensível para perda de calor evaporativo (Figura 3.6). A partir dos 26,7°C, a dissipação de calor por evaporação respiratória é já significativa. Ela implica a perda de água corporal. O ofegar gera calor, mas este não aumenta a temperatura dentro das instalações.

A TEMPERATURAS DO AR ELEVADAS (SUPERIORES A 25°C) E SOB TEORES DE HUMIDADE RELATIVA DO AR ELEVADOS (SUPERIORES A 40%) A HOMEOSTASE COMEÇA A FALHAR E O STRESS TÉRMICO TEM INÍCIO

À medida que o stress térmico se agrava, a temperatura corporal interna eleva-se: por cada grau de aumento, a taxa metabólica sobe 20-30%.

A subida da temperatura é detectada a nível do hipotálamo que desencadeia várias respostas fisiológicas e comportamentais:

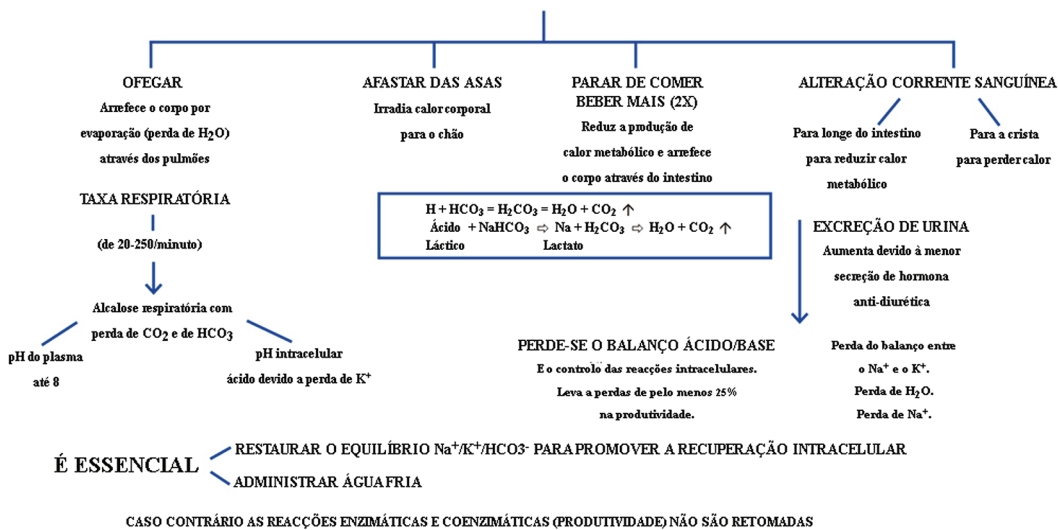


FIGURA 3.7 – Respostas fisiológicas e comportamentais das aves a elevadas temperaturas e teores de humidade relativa do ar (Adaptado de RCI, 2019).

Os elevados teores de humidade relativa do ar potencializam os efeitos negativos do calor (Figura 3.7 e Quadro 3.2). Sob elevadas temperaturas do ar, a eficiência da evaporação diminui com o aumento dos teores de humidade relativa do ar, ou seja, à medida que o ar

fica mais saturado com vapor de água. Sob baixas temperaturas do ar, elevados teores de humidade relativa do ar reduzem o isolamento térmico. No primeiro caso, a temperatura corporal aumenta e a taxa respiratória sobe de 20 para 240 ciclos/minuto. Consequentemente, aumenta a produção de resíduos metabólicos.

QUADRO 3.2 – Efeito do teor de humidade relativa do ar sobre a capacidade de perda de calor corporal em aves (RCI, 2019)

Temperatura (°C)	Humidade (%)	Perda total de calor
34	40	80% por evaporação (ofegar)
34	50	Desce para 50%
34	100	0%, o animal morre

5.1.2.1. ALCALOSE RESPIRATÓRIA

A consequência mais grave do aumento da temperatura do ar e consequente do aumento da frequência respiratória é o aparecimento de distúrbio do equilíbrio ácido-base, denominado de **alcalose respiratória** (Figura 3.8). A alcalose respiratória resulta da eliminação excessiva de dióxido de carbono (CO_2 ; produto final da oxidação dos hidratos de carbono, dos lípidos e das proteínas). O CO_2 é importante porque reage com a água (H_2O), por acção da enzima anidrase carbónica, formando ácido carbónico (H_2CO_3). Este é um importante agente tampão do pH sanguíneo. A diminuição da concentração de CO_2 conduz à queda da concentração de H_2CO_3 e de iões de hidrogénio, que resulta num aumento do pH do sangue. Consequentemente, os fluidos corporais tornam-se mais alcalinos e os rins excretam vários electrólitos em excesso.

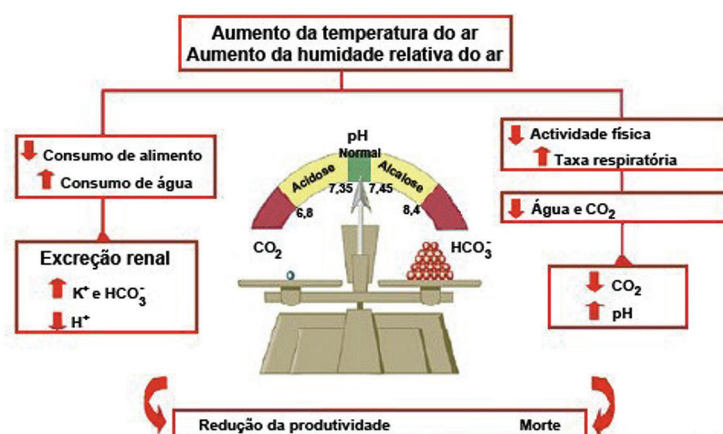


FIGURA 3.8 – Consequências do aumento da temperatura e dos teores de humidade relativa do ar (Segundo Bridi, 2008).

À medida que o pH corporal se altera, a ingestão voluntária de alimentos é deprimida, o que afecta negativamente o crescimento, a produtividade e o desempenho geral do animal.

Nas galinhas poedeiras, a alcalose respiratória desencadeia um desequilíbrio electrolítico e mineral. Para compensar a alcalose ocorre uma descarga de ácidos orgânicos no sangue. Estes formam um complexo com o cálcio (Ca^{2+}), diminuindo a quantidade de bicarbonato de cálcio e de Ca^{2+} livre ou ionizado, que é normalmente utilizado na formação da casca do ovo. Consequentemente, a qualidade dos ovos diminui. Estes tornam-se mais pequenos e apresentam uma casca mais fina (Figura 3.9).

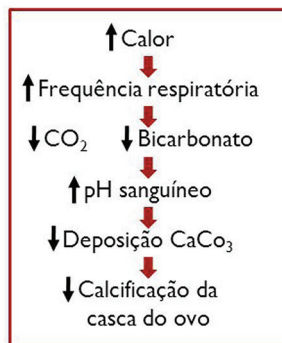


FIGURA 3.9 – Efeitos do *stress* causado pelo calor sobre a casca de ovo (Segundo Bridi, 2008).

O *stress* causado pelas elevadas temperaturas do ar aumenta a excreção renal de potássio (K^+), que resulta na redução da sua concentração plasmática e, conseqüentemente, na queda da produção de ovos, pois este ião está envolvido na condução nervosa, na excitação e na contracção muscular e na síntese de proteínas. No mesmo sentido baixam os níveis circulantes de fósforo. Pelo contrário, aumentam os de sódio e os de cloro.

Nas galinhas reprodutoras e nas poedeiras, os efeitos da alcalose respiratória são particularmente importantes, uma vez que afectam a qualidade da casca do ovo. Contudo, os mecanismos fisiológicos envolvidos na redução da qualidade do ovo continuam pouco conhecidos. Sabe-se que incluem alterações na endocrinologia da reprodução e na absorção de Ca^{2+} a nível do intestino.

5.2. EFEITOS DAS ELEVADAS TEMPERATURAS DO AR

As elevadas temperaturas do ar afectam negativamente o crescimento, a produção de ovos, o peso dos ovos, o tamanho dos ovos, a qualidade da casca e a eclosão (Figura 3.10).

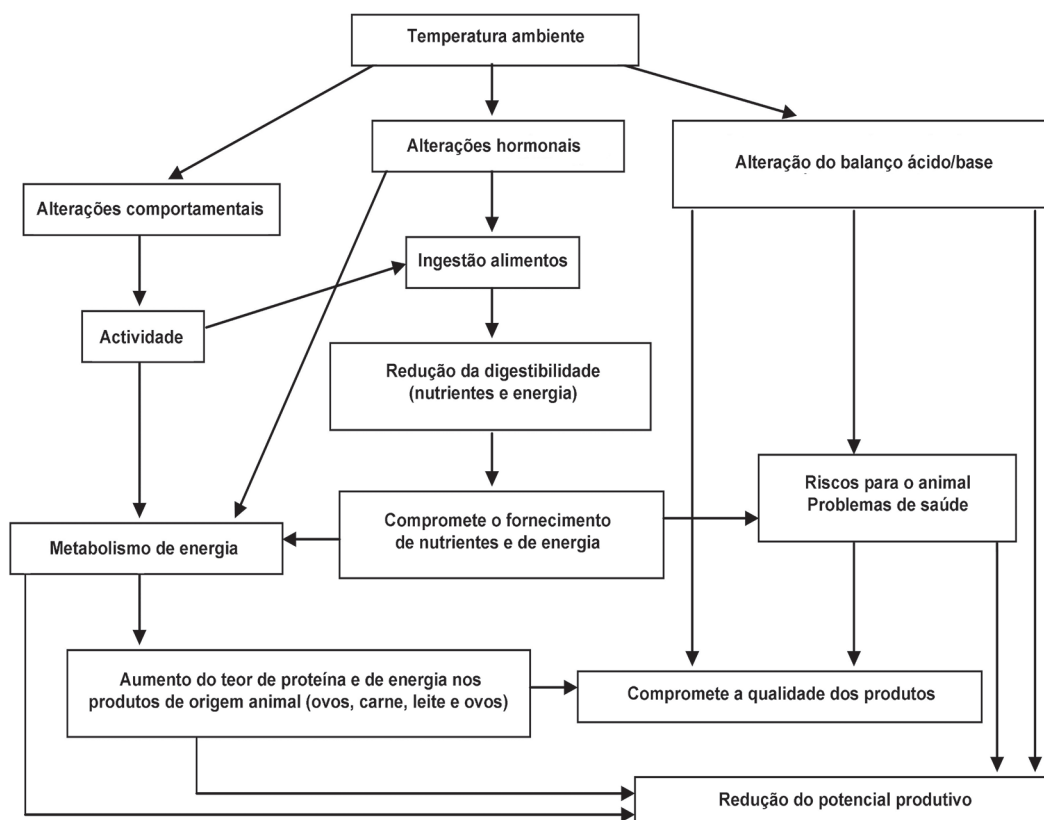


FIGURA 3.10 – Efeitos negativos das elevadas temperaturas do ar sobre a capacidade produtiva dos animais adultos (Segundo Bridi, 2008).

5.2.1. SOBRE OS FRANGOS DE CARNE

Nos frangos de carne, os efeitos do *stress* causado pelo calor podem ser muito marcados, particularmente quando associados a elevados teores de humidade relativa do ar. Interferem com o seu bem-estar, a ingestão voluntária de alimentos, a taxa de conversão alimentar $[(\text{consumo de alimento num dado período de tempo} / \text{ganho de peso}) \times 100]$, o crescimento e a qualidade da carcaça. Produz-se assim um atraso na sua comercialização, uma diminuição do seu valor comercial e uma importante perda económica. Por outro lado, o *stress* causado pelas elevadas temperaturas do ar aumenta a taxa de mortalidade.

5.2.2. SOBRE AS GALINHAS POEDEIRAS

Nas regiões quentes do globo terrestre, as galinhas poedeiras não conseguem manifestar o seu potencial genético de produção de ovos. Elas são particularmente sensíveis ao *stress* causado calor, uma vez que a sua produção de calor metabólico, resultante da elevada taxa de produção de ovos, é muito alta. Por outro lado, porque elas não possuem glândulas sudoríparas e a sua taxa de evaporação respiratória é insuficiente para manter

a temperatura corporal dentro de valores normais, particularmente quando a temperatura e os teores de humidade relativa do ar são muito elevados, elas têm de realizar um maior número de adaptações termorreguladoras para evitar a morte por exaustão térmica. Nestas galinhas, o *stress* causado pelo calor promove uma redução da qualidade dos ovos, que resulta numa diminuição do seu tempo de armazenamento.

5.2.3. SOBRE AS GALINHAS REPRODUTORAS

Nos reprodutores, as elevadas temperaturas do ar, associadas a elevados teores de humidade relativa do ar, baixam a taxa de fertilidade e, conseqüentemente, a taxa de eclosão. O aumento da temperatura corporal tem um efeito negativo sobre a formação dos gâmetas e o processo de fecundação.

5.3. SINAIS CLÍNICOS DO STRESS CAUSADO PELO CALOR

As aves sujeitas a elevadas temperaturas do ar exibem várias alterações comportamentais e fisiológicas que lhes permitem restabelecer o seu balanço térmico com o meio envolvente. As aves adultas demoram cerca de 5 dias a aclimatizarem-se ao calor. As aves são particularmente sensíveis a mudanças súbitas e acentuadas das temperaturas do ar.

À medida que a temperatura do ar ultrapassa a zona de conforto térmico, as galinhas procuram locais frescos e sombras, escavam um buraco no solo para expor uma parte fria do substrato (para aumentar as perdas de calor por condutividade) e passam menos tempo a ingerir alimentos sólidos, em interações sociais, a deslocar-se, a mudar de posição, a tomar banhos de poeira, a bater ou a esticar as asas e a sacudir as penas. Pelo contrário, passam mais tempo de olhos fechados, a beber (para aumentar as perdas de calor por condutividade), a ofegar, de asas levantadas, deitadas, a descansar e a praticar picassismo. Geralmente, as asas encontram-se afastadas do corpo para promover o arrefecimento do corpo por irradiação e convecção e por redução da insolação. Por outro lado, induzem a pilo-ereção, o que facilita as perdas de calor por irradiação e condução. As aves tendem a molhar a crista e os barbilhões para aumentar as perdas de calor por evaporação.

Quando faz muito calor, no fígado, no coração e nos músculos dos membros, a actividade metabólica tende a ser mais marcada, pelo que gera localmente grandes quantidades de calor. Estes órgãos situam-se longe da pele. Muito do calor corporal é perdido através da pele e do tracto respiratório (Figura 3.11), pelo que o calor tem de ser distribuído por todo o organismo. Os tecidos têm uma **condutividade térmica** semelhante à da cortiça, ou seja, a condução não é uma forma eficiente de distribuição de calor. Conseqüentemente, o sangue que profunde um órgão metabolicamente activo recolhe calor e transfere-o para as partes mais frias do corpo por **convecção circulatória**. Na pele, os vasos sanguíneos dilatam-se de modo a facilitar a perda de calor. A redistribuição do fluxo sanguíneo pode transferir calor preferencialmente para certas regiões do corpo ou permitir que algumas regiões arrefeçam quando a manutenção da temperatura do cérebro e das principais vísceras (**temperatura central**) está ameaçada.

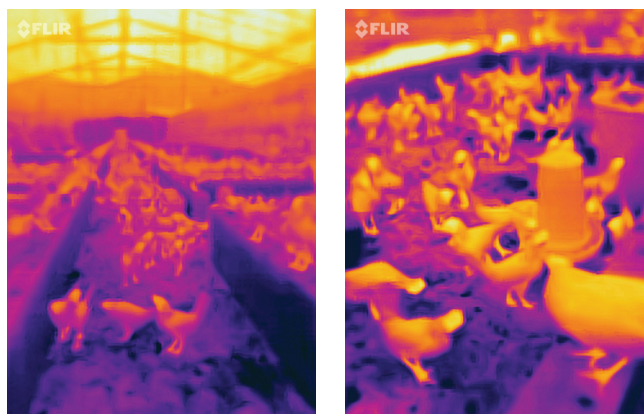


FIGURA 3.11 – Imagem termográfica do pavilhão e frangos sujeitos a elevadas temperaturas do ar.

Sob condições de *stress* causado pelas elevadas temperaturas do ar, a transferência circulatória do calor para a pele (veias superficiais) pode ser drasticamente aumentada. As arteríolas dos leitos vasculares cutâneos dilatam-se, o que resulta no aumento do fluxo sanguíneo capilar (Figura 3.12). Por seu turno, sob *stress* causado pelo frio, os leitos vasculares cutâneos contraem-se, pelo que a temperatura da pele e dos membros diminui. Isto resulta numa menor perda cutânea de calor e num gradiente térmico ao longo dos membros. O fluxo sanguíneo dos membros retorna ao centro do corpo através de veias profundas que acompanham as artérias. O calor é transferido por **troca em contracorrente**, do sangue arterial aquecido para o sangue venoso, mais frio, e desse modo retorna ao centro do corpo através de veias profundas que acompanham as artérias. Em condições de frio muito intenso, a temperatura da pele das extremidades pode aproximar-se da temperatura do ar.

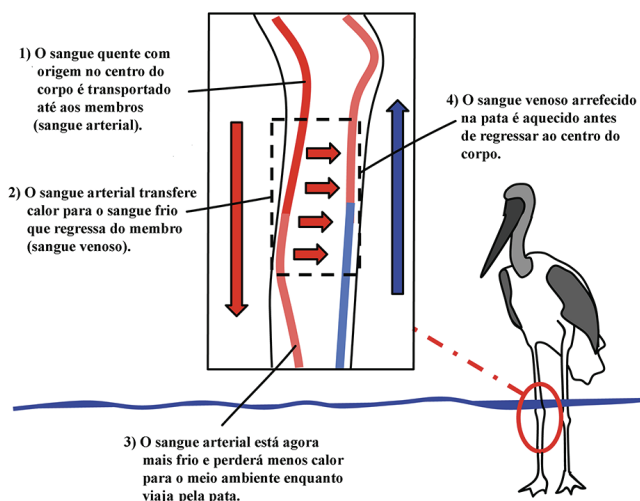


FIGURA 3.12 – Trocas de calor a nível dos membros das aves (Segundo Khan Academy, 2020).

6. IMPACTO DAS ELEVADAS TEMPERATURAS DO AR SOBRE A PRODUÇÃO AVÍCOLA

Nas regiões tropicais e subtropicais, a avicultura é a produção animal que mais tem crescido nas últimas décadas, alimentando as pessoas, dando-lhes emprego e constituindo uma fonte de rendimentos, ou seja, contribuindo para a sua fixação no meio rural. Contudo, nestas regiões do globo terrestre as condições ambientais têm um grande impacto na produção de carne e de ovos. Nas aves, o calor promove respostas comportamentais, fisiológicas e imunológicas que afectam negativamente a sua produtividade.

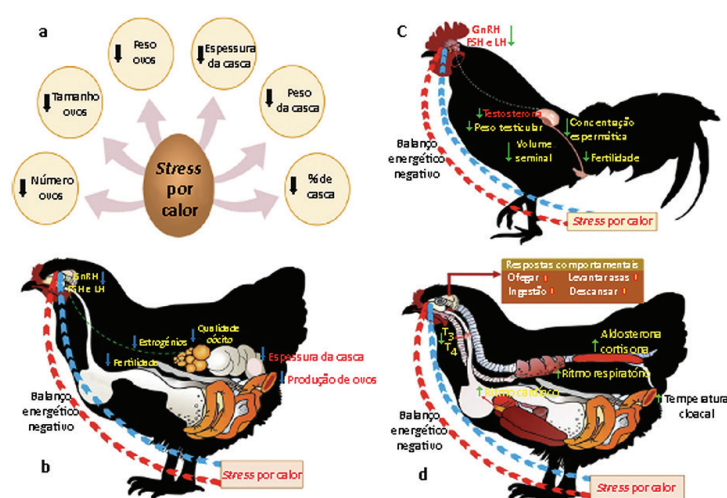


FIGURA 3.13 – Impacto do stress causado pelo calor sobre a produtividade e a adaptabilidade (Segundo Vandana et al., 2021).

a) sobre a produção de ovos, b) sobre a reprodução da galinha, c) sobre a reprodução do galo e d) sobre a adaptabilidade.

Nos Estados Unidos da América (EUA) estima-se que as perdas económicas anuais no sector da Produção Animal, relacionadas com as elevadas temperaturas do ar, variem entre 1,69-2,36 biliões de dólares. Só no sector da Produção Avícola, estas perdas são superiores a 100 milhões de dólares.

6.1. DESEMPENHO REPRODUTIVO

O calor pode afectar a função reprodutiva de várias formas. Ele perturba o funcionamento do eixo hipotálamo-hipófise-gónadas e, conseqüentemente, a função ovárica e testicular. No mesmo sentido, o calor altera o funcionamento da tiróide e, conseqüentemente, a actividade metabólica e a função reprodutiva.

6.1.1. NOS GALOS

Nos galos, o calor afecta todas as fases da produção de sémen. Contudo, o stress agudo causado pelo calor não afecta a produção espermática. Na verdade, ainda que inicialmente as temperaturas ligeiramente elevadas estimulem o crescimento testicular e aumentem o volume e a concentração espermática, uma subida mais marcada das mesmas

suprime a capacidade reprodutiva devido ao decréscimo da diferenciação celular do epitélio seminífero. Com o tempo diminui o tamanho dos testículos, a quantidade e a qualidade do sêmen, nomeadamente, o volume seminal, a concentração espermática, a motilidade dos espermatozóides (SPZ) e as percentagens de células espermáticas normais e vivas. A exposição dos frangos de carne a uma temperatura de 32°C causa um declínio de 42% na sua capacidade fertilizadora e de 52% na capacidade dos seus SPZ penetrarem *in vivo* um ócito, quando comparado com as mesmas capacidades demonstradas por machos mantidos a 21°C. O calor reduz ainda a longevidade dos SPZ armazenados na junção útero-vaginal.

6.1.2. NAS GALINHAS

Nas galinhas, o calor, particularmente quando acompanhado de elevados teores de humidade relativa do ar, baixa as taxas de fertilidade e de eclosão. As exposições aguda e crónica a elevadas temperaturas do ar determinam um declínio da função ovárica e o aparecimento de distúrbios no desenvolvimento folicular – redução do peso do ovário, do número de folículos grandes, do peso dos ovos e da taxa de postura. Ao que tudo indica, o declínio da actividade reprodutiva está relacionada, pelo menos em parte, com o aumento da secreção de prolactina. Esta hormona inibe a secreção de GnRH ou de gonadotropinas. Adicionalmente, o calor diminui a espessura da casca e a percentagem de casca dos ovos. Aumentam assim os riscos destes se partirem.

As galinhas poedeiras inseminadas de manhã, quando as temperaturas do ar ainda não são muito elevadas, apresentam taxas de fertilidade e de eclosão superiores às das galinhas poedeiras inseminadas no período da tarde, após várias horas de temperaturas elevadas.

6.2. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO

O calor tem efeitos adversos sobre o crescimento embrionário. Em diferentes fases da incubação, o sobreaquecimento dos ovos causa o crescimento diferenciado de diferentes tecidos, nomeadamente do esqueleto. Os embriões expostos a elevadas temperaturas apresentam uma face mais curta e pulmões mais leves. Nascerem mais fracos, acabando por ser abatidos por apresentarem uma marcha instável. Durante a incubação, as elevadas temperaturas do ar atrasam o desenvolvimento tanto do embrião como do pinto pós-nascimento. Todavia, alguns autores enfatizam que os embriões expostos a *stress* térmico (altas e baixas temperaturas) durante a incubação adquirem uma maior capacidade de sobreviver pós-eclosão a eventos climáticos extremos.

6.3. CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA PRODUTIVA

O *stress* causado pelo calor reduz a taxa de crescimento e a produtividade, uma vez que promove uma diminuição da ingestão voluntária de alimentos sólidos e da taxa de conversão alimentar. Pelo contrário, aumenta a ingestão de água. Enquanto a redução do consumo de alimentos sólidos demora algumas horas a estabelecer-se, o aumento do consumo de água é imediato. À medida que a temperatura do ar aumenta, a ave, procurando manter o equilíbrio entre a produção e as perdas de calor, diminui a ingestão de alimentos sólidos, tendo em vista a redução da produção de calor metabólico. Entre os

32-38°C, a um aumento de 1°C corresponde uma redução de 5% na ingestão voluntária de alimentos sólidos. Em frangos de carne com 42 dias de idade, o calor determina uma redução de 16,4% na ingestão voluntária de alimentos sólidos e de 32,6% do peso corporal. Por outro lado, o calor reduz a digestibilidade dos alimentos e os níveis plasmáticos de proteínas e de Ca²⁺. O consumo de água fria aumenta o crescimento e melhora a taxa de conversão alimentar. Estes resultados não foram registados por outros autores.

Nos frangos de carne, a inibição do crescimento e da produtividade é aparentemente mediada pelas hormonas do *stress*, particularmente pelos corticosteróides. Nestes animais, as alterações endócrinas promovidas pela exposição crónica ao calor estimulam a acumulação de lípidos, através do aumento de novo da lipogénese, e o catabolismo dos aminoácidos. Os efeitos do calor sobre o crescimento são inferiores aos causados pela sobrelotação das instalações, tanto do ponto de vista do bem-estar animal, como da produtividade.

6.4. QUALIDADE DA CARNE

Os efeitos do calor sobre os frangos de carne são particularmente marcados, uma vez que eles necessitam de ingerir grandes quantidades de alimentos, nomeadamente de proteína, o que aumenta a produção de calor interno. Por outro lado, estes animais apresentam normalmente um menor desenvolvimento dos seus sistemas respiratório e cardiovascular relativamente ao crescimento do conjunto do organismo.

O calor pode afectar negativamente a qualidade da carcaça através de dois mecanismos: directamente, influenciando o metabolismo de órgãos e de músculos (que podem persistir após o abate) e indirectamente, promovendo alterações no manuseio aplicado. Assim, por exemplo, pode reduzir a proporção de músculos do peito e a deposição de gordura e aumentar a proporção de músculos das coxas. Pelo contrário, alguns autores referem que o calor diminui o tamanho das coxas. No mesmo sentido, alguns autores afirmam que as elevadas temperaturas do ar aumentam a deposição de gordura e reduzem a fracção proteica da carne. Estes efeitos parecem depender da raça e da duração do *stress* causado pelo calor. Nas regiões tropicais, a carne de frango contém normalmente menos proteína e mais gordura. Na verdade, o calor reduz a síntese proteica e aumenta a lipogénese.

O *stress* causado pelo calor influencia ainda a qualidade da carne, nomeadamente, reduzindo o seu peso na cocção, a sua suculência e a sua tenrura. Frequentemente, ele determina a formação de carnes pálidas, macias e exsudativas (PSE).

6.5. QUALIDADE DO OVO

Nas galinhas poedeiras, a produtividade pode ser afectada por uma multiplicidade de factores. Em muitas aviculturas, o *stress* causado pelas elevadas temperaturas do ar é o factor ambiental com maior impacto. Este reduz a ingestão voluntária de alimentos e conseqüentemente o peso corporal, a eficiência alimentar (ganho de peso médio por ave/consumo médio de ração por ave), a produção de ovos, o seu tamanho, o seu peso, a sua gravidade específica e a sua qualidade (valor nutricional, cor da gema do ovo e o peso, a espessura e a durabilidade da casca) (Quadro 3.3). Adicionalmente reduz a digestibilidade dos alimentos e os níveis plasmáticos de proteínas e de Ca²⁺. Estes efeitos negativos tendem a agravar-se com o tempo de exposição às mesmas.

QUADRO 3.3 – Variação do peso da casca do ovo em função da temperatura do ar (ISA, 2009)

Temperatura do ar	Peso da casca (%)
19	5,6 g (100%)
23	5,4 g (96%)
32	4,9 g (88%)

Nas galinhas poedeiras, o calor limita a produção quantitativa e qualitativa de ovos, uma vez que elas passam a usar a energia metabólica dos alimentos para manter a sua temperatura corporal constante. Sob elevadas temperaturas do ar, a taxa respiratória aumenta de 29 ciclos/minuto (temperaturas amenas) para mais de 100 ciclos/minuto (temperaturas acima da zona de conforto térmico). Consequentemente, instala-se uma situação de hiperventilação e reduzem-se os níveis circulantes de CO₂. A alcalose respiratória determina a redução, em aproximadamente 12%, da espessura da casca do ovo.

Dentro das instalações, o calor tende a aumentar os níveis de amoníaco presentes no ar. Níveis de amoníaco superiores a 20 ppm podem causar doenças respiratórias e afectar a produção de ovos. A luz também condiciona a qualidade dos ovos. Intensidades luminosas superiores a 500 lux aumentam em 12% a incidência de ovos com menos de 55 g. Intensidades luminosas inferiores a 50 lux não alteram o peso dos ovos.

6.6. BIOSSEGURANÇA

A segurança alimentar é uma das maiores preocupações da indústria avícola de carne e de ovos. Nas galinhas poedeiras, as elevadas temperaturas do ar afectam negativamente a qualidade dos ovos. A colonização destas aves por patogénicos alimentares, como *Salmonella* e *Campylobacter*, e a sua subsequente disseminação ao longo da cadeia alimentar humana, constituem uma grande preocupação de saúde pública e alimentar. O manuseamento e o consumo de produtos avícolas não cozinhados são uma das principais causas de doença alimentar.

6.6.1. TRANSPORTE

Durante o transporte, os frangos de carne podem ser sujeitos a uma grande variedade de factores de *stress*: método de captura, tipo de confinamento durante o transporte, movimento, mudanças de velocidade, vibrações, impactos, variações térmicas, fome, sede, interacções sociais e ruídos. As consequências destes factores adversos e suas combinações oscilam entre o ligeiro desconforto e a morte. Nesta complexa combinação de factores, o *stress* térmico, particularmente o causado pelo calor, desempenham um papel muito importante. Nas regiões mais quentes do globo terrestre, o transporte das aves deve ser feito em condições de temperatura controlada. Todavia, esta prática não é exequível na maioria dos países tropicais.

O confinamento associado ao transporte reduz a eficácia dos mecanismos comportamentais e fisiológicos de termorregulação. Nestas circunstâncias, as elevadas temperaturas do ar reduzem o bem-estar, aumentam os casos de animais feridos, a taxa de mortalidade e a qualidade da carne. Nos frangos, o *stress* agudo causado pelo calor pode danificar

os músculos esqueléticos (miopatia), diminuir a qualidade dos músculos do peito e das coxas e originar a formação de carnes PSE. Neste sentido, alguns autores recomendam que antes do abate se evite sujeitar os frangos de carne a situações de *stress* agudo, de modo a reduzir a incidência de alterações no metabolismo e na integridade das membranas das células musculares.

Durante o transporte, a mortalidade varia em função da estação do ano. Nos meses de Verão, ela tende a ser mais elevada. Na verdade, ela aumenta progressivamente com a subida da temperatura do ar. Outros factores que causam lesões e mortalidade são: a hora do dia em que o transporte é feito, a densidade e o tamanho das aves. O pré-condicionamento dos frangos ao calor, tendo em vista a melhoria da taxa de sobrevivência, pode aumentar a variabilidade do pH dos músculos do peito.

6.6.2. CONTAMINAÇÕES

Os efeitos deletérios do *stress* sobre a segurança alimentar são mediados por vários mecanismos potenciais. Embora se saiba que o *stress* está associado à presença de patógenos nos animais e nos seus dejectos, os mecanismos que lhe estão subjacentes permanecem mal conhecidos. Sabe-se sim que ele aumenta os riscos de contaminação dos produtos finais da Produção Avícola.

Durante muito tempo, as infecções entéricas promovidas pelo calor foram atribuídas aos efeitos que as hormonas e os mediadores associados ao *stress* exercem sobre o sistema imunitário (fundamentalmente, associados a imunossupressão). Porém, é possível que elas resultem dos efeitos que as hormonas e os mediadores associados ao *stress* exercem directamente sobre as bactérias patogénicas – endocrinologia microbiana. Ao que tudo indica, bactérias como *Salmonella* e *Campylobacter* são capazes de explorar as alterações neuro-endócrinas promovidas no hospedeiro pelo *stress*, de modo a promover o seu crescimento e a sua patogenicidade. Neste sentido, o *stress* ambiental pode modificar a interacção hospedeiro-patogénico.

O tracto gastrointestinal é particularmente sensível aos efeitos do *stress*, os quais podem alterar a microbiota protectora e reduzir a integridade do epitélio intestinal. Nos frangos de carne, as elevadas temperaturas do ar causam inflamação entérica e aumentam a permeabilidade intestinal, o que facilita a translocação de bactérias a partir do tracto intestinal. Alguns investigadores referem o desenvolvimento de alterações morfológicas, tanto nos frangos de carne, como nas galinhas poedeiras.

É possível que as elevadas temperaturas do ar, para além de aumentarem o número de bactérias presentes nas fezes das aves, também aumentem a duração e o nível de contaminação do ambiente onde elas são depositadas, potenciando a sua disseminação. Na verdade, vários estudos epidemiológicos demonstraram existir efeitos sazonais na ocorrência de *Salmonella* e de *Campylobacter* em bandos de frangos de carne e de galinhas poedeiras e em produtos avícolas. Todavia, alguns autores não encontraram qualquer efeito do calor sobre a longevidade de *Salmonella* presente nas fezes.

6.7. IMUNIDADE

O sistema nervoso central (CNS) modula a resposta imunitária através de uma complexa rede que actua bidireccionalmente entre o sistema nervoso e os sistemas endócrino e imunitário. O eixo HPA e o eixo simpático-adrenal medular (SAM) constituem as principais vias através das quais a resposta imunitária pode ser alterada. Sabe-se que os linfócitos, os monócitos ou os macrófagos e os granulócitos possuem receptores para muitos dos produtos neuro-endócrinos do HPA e do SAM, como o cortisol e as catecolaminas, que afectam o tráfico, a proliferação, a secreção de citocinas¹, a produção de anticorpos e a actividade citolítica.

Nas aves, as elevadas temperaturas do ar têm um efeito imunossupressor. Nas galinhas poedeiras ocorre uma redução do peso do timo e do baço, do fígado e da bursa de Fabrício. No córtex e na medula da bursa verifica-se uma diminuição do número de linfócitos. Diminuem ainda os níveis circulantes de anticorpos.

Nos frangos de carne, o calor, para além de deprimir a resposta humoral sistémica, reduz o número de linfócitos intra-epiteliais e de células secretoras de IgA presentes no tracto intestinal. Alguns autores observaram uma diminuição dos níveis circulantes de IgM e de IgG, tanto na resposta primária como na resposta secundária. Por outro lado, o calor baixa a resposta dos anticorpos e a capacidade fagocitária dos macrófagos. No mesmo sentido altera o número de células de defesa em circulação, promovendo um aumento do rácio heterófilos²/linfócitos, simultaneamente baixando o número de linfócitos e aumentando o número de heterófilos.

Os radicais livres e as espécies de oxigénio reactivo³ (ROS) são compostos gerados naturalmente no decurso de processos biológicos normais e são essenciais à ocorrência de vários processos corporais, incluindo a função imunológica. Contudo, a presença excessiva destes compostos pode danificar os constituintes de vários tecidos biológicos, incluindo lípidos, proteínas e ácido desoxirribonucleico (ADN). Sob condições de muito calor, à medida que o corpo da ave procura manter a homeostasia térmica, aumentam os níveis de ROS. Consequentemente, o organismo entra em *stress oxidativo* e começa a produzir e a libertar proteínas do choque térmico (HSP), com as quais procura proteger-se dos efeitos deletérios que as ROS exercem sobre as células. O uso de minerais (como o selénio) e de vitaminas (A, C e E) com efeitos antioxidantes permite reduzir os efeitos negativos do calor sobre vários tecidos.

¹ Citocinas são um extenso grupo de moléculas envolvidas na comunicação celular durante o desencadeamento das respostas imunitárias.

² Heterófilos são anticorpos induzidos por antígenos externos.

³ Espécies de oxigénio reactivo são moléculas instáveis que contêm oxigénio e que facilmente reagem com outras moléculas presentes na célula. O aumento do número destas moléculas na célula pode causar lesões no DNA, no RNA e em proteínas e causar morte celular. As espécies de oxigénio reactivo são radicais livres, também conhecidos por radicais de oxigénio.

6.8. INCIDÊNCIA DE DOENÇAS

Nas aves, as elevadas temperaturas do ar provocam desequilíbrios respiratórios, circulatórios e electrolíticos. O calor pode causar sibilos respiratórios e variações prolongadas do equilíbrio ácido-base (com efeitos tóxicos), que resultam na congestão da mucosa do tracto respiratório e no aumento do ritmo cardíaco. Consequentemente, a circulação sanguínea aumenta a nível periférico (superfície do corpo) e muscular e reduz-se a nível dos órgãos internos e das gónadas, condicionando o fornecimento e a utilização de oxigénio e de nutrientes em diferentes regiões corporais. Os sibilos podem resultar no incremento da taxa respiratória, na redução do fluxo de sangue a nível do tracto gastrointestinal, do fígado e dos rins, no declínio da taxa de conversão alimentar e na elevação da taxa de mortalidade. O calor pode ainda causar uma resposta inflamatória e um aumento acentuado da incidência de enterites agudas. As elevadas temperaturas do ar podem originar distúrbios hormonais, que resultam na instabilidade dos níveis circulantes de insulina e na diminuição da relação entre a T_3 e a T_4 e dos níveis circulantes de Hormona Folículo-Estimulante (FSH), de Hormona Luteinizante (LH), de estradiol e de progesterona.

As elevadas temperaturas do ar têm efeitos marcados sobre a prevalência de doenças zoonóticas. As alterações climáticas podem aumentar o número de insectos vectores, prolongar os ciclos de transmissão ou ampliar a importação de vectores ou de reservatórios animais. Podem ainda ter um efeito adverso sobre a biodiversidade, a distribuição e a migração das aves, com implicações na emergência de doenças.

7. TÉCNICAS DE MANEIO TENDENTES A REDUZIR A TEMPERATURA CORPORAL NAS AVES

Nas aves, a hipertermia pode ser combatida através da aplicação das seguintes técnicas de manejo:

1. Assegurar que as aves têm acesso a água limpa (de preferência fria);
2. A dieta deve satisfazer as necessidades das aves em energia e em proteína. À dieta deve ser adicionada gordura (mas não hidratos de carbono) e reduzido o aporte de proteínas (sem esquecer, no entanto, a administração dos aminoácidos essenciais). Não esquecer que os hidratos de carbono e as proteínas da dieta incrementam a produção de calor metabólico;
3. Adicionar electrólitos à água. Estes ajudam a balancear a composição electrolítica do meio interno e promovem uma maior ingestão de água. Nos frangos de carne, os electrólitos mais utilizados são as vitaminas A, B, D e E. Nas reprodutoras usa-se muito a vitamina C;
4. Alimentar as aves nos momentos mais frescos do dia, uma vez que as aves produzem calor metabólico durante a digestão dos alimentos e a absorção dos nutrientes. Nos frangos de carne, o alimento deve ser removido 6 horas antes de ser alcançado o momento mais quente do dia. Ultrapassado esse momento, pode-se reiniciar a sua alimentação;
5. Nos momentos mais quentes do dia, deixe as aves sossegadas;
6. Assegure-se que as aves dispõem de espaço suficiente. Reduza a sua temperatura corporal colocando poucas aves por compartimento. Quando a densidade de aves

é elevada, o seu calor metabólico é adicionado ao calor ambiental. A transferência de calor radiante entre aves é maior e o ar quente e húmido fica preso entre elas. Consequentemente, as perdas de calor tornam-se até 40% menos eficazes;

7. Assegure-se que as instalações são confortáveis e que estão bem ventiladas. De acordo com o tipo de controlo ambiental usado, as instalações podem ser classificadas como: **convencionais**, caracterizadas por um condicionamento térmico natural, ou seja, os aviários têm apenas cortinas laterais e aberturas no topo das coberturas, através das quais são definidos os perfis de fluxo de ar no seu interior, com base em ajustes feitos nas áreas de entrada e de saída de ar; **semi-climatizado**, caracterizado pela utilização de ventiladores em pressão positiva que definem os perfis de movimento do ar e alteram a temperatura e os teores de humidade relativa do ar dentro das instalações (podendo o aviário ter ou não forro) e **climatizado**, no qual o controlo das condições térmicas é superior aos anteriores, devido ao uso de ventiladores em pressão positiva ou de exaustores em pressão negativa (Figura 3.14), para controlo do fluxo de ar, sendo estes combinados com um sistema de arrefecimento que pode ser por nebulização ou pad cooling (placas de arrefecimento adiabático evaporativo);



FIGURA 3.14 – (a) Condicionamento térmico natural com cortinas laterais; (b) sistema climatizado com (c) exaustores instalados numa das extremidades de um pavilhão parafrangos de carne com sistemas de ventilação negativa longitudinal.

8. Pode ser necessário instalar um sistema de nebulização.

7.1. CONDICIONAMENTO TÉRMICO PRECOCE

Nos galináceos, o condicionamento térmico precoce (CTP) é uma técnica que implica a exposição de pintos com 3-5 dias de idade, durante 12 horas ou 24 horas, a temperaturas de 36-38°C. Ao que tudo indica, esta técnica permite aumentar, de forma prolongada, a resistência dos pintos e dos frangos de carne ao calor, sem afectar negativamente o seu crescimento e a sua taxa de conversão alimentar. Nestes animais, a temperatura corporal

tende a ser sempre mais baixa, o que sugere a alteração do estatuto metabólico. Nas regiões tropicais, resultados idênticos foram encontrados em condições reais de produção. Alguns autores observaram mesmo um incremento do peso dos frangos à idade de comercialização.

Durante a aplicação desta técnica, o crescimento é atrasado. A partir do dia seguinte produz-se um crescimento compensatório, que resulta num peso corporal superior quando da sua comercialização.

7.2. OUTRAS TÉCNICAS ALIMENTARES

Antes de se exporem os frangos de carne a elevadas temperaturas do ar, com o objectivo de aumentar a sua resistência ao calor, alguns autores propõem que eles sejam sujeitos a uma restrição alimentar temporária. A diminuição da ingestão de alimentos reduz a produção de calor metabólico e a taxa de mortalidade. Todavia, a aplicação desta técnica causa *stress* aos animais, reduz o crescimento e adia a data a que eles podem ser comercializados.

Face ao calor, as aves tendem naturalmente a reduzir a ingestão voluntária de alimentos. Desta forma reduzem a produção de calor metabólico nos períodos mais quentes do dia. Contudo, esta resposta comportamental afecta negativamente o seu potencial produtivo. Neste sentido, para aumentar a ingestão voluntária de alimentos, o alimento não deve ser distribuído nos momentos mais quente do dia. Ele deve ser oferecido aos animais preferencialmente durante a noite. Contudo, nas aves, o ritmo circadiano interno de ingestão de alimentos leva-os a não querer alimentar-se durante a noite. Este problema pode ser resolvido com recurso a um estímulo luminoso conseguido com luz artificial. Na verdade, pode ser vantajoso alterar o ritmo circadiano interno de actividade diurna para nocturna, escurecendo as instalações durante o dia e fornecendo luz durante a noite.

Nas galinhas poedeiras, a restrição alimentar parcial ou os regimes alimentares controlados diminuem os efeitos negativos do calor sobre a produção de ovos. Reduzir de dois para um, os períodos de distribuição de alimentos, favorece igualmente a produção de ovos. Neste caso, a melhor altura do dia para alimentar as galinhas poedeiras é ao fim da tarde (18.00 horas).

Nos frangos de carne, outra técnica de manejo usada para reduzir os efeitos do *stress* causado pelas elevadas temperaturas do ar é o regime alimentar duplo. Este implica a distribuição de uma dieta rica em proteína na fase mais fresca do dia e de uma dieta rica em energia (gordura) na parte mais quente do dia, mantendo-se assim o balanço nutricional ao fim do dia. Todavia, alguns autores afirmam que a ingestão de alimentos ricos em gordura reduz a ingestão voluntária de alimentos. Ao que tudo indica, este efeito é inferior ao originado por uma dieta rica em proteína e em hidratos de carbono. A aplicação desta técnica diminui ainda a temperatura corporal e a taxa de mortalidade.

A adição de água ao alimento sólido, na proporção de 1,5:1 (frangos de carne) ou de 1:1 (galinhas poedeiras), alivia os efeitos negativos do calor sobre a ingestão voluntária de alimentos, o crescimento, a taxa de conversão alimentar e o peso quando da sua comercialização.

A moagem dos alimentos reduz a sua digestão a nível da moela e, conseqüentemente, a produção de calor metabólico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abioja, M.O., Osinowo, O.A., Smith, O.F., Eruvbetine, D. e Abiona, J.A., 2011. Evaluation of cold water and vitamin C on broiler growth during hot-dry season in SW Nigeria. *Archivos de Zootecnia*, **60** (232), 1095-1103.
- Abreu, V.M.N. e Abreu, P.G., 2011b. Os desafios da ambiência sobre os sistemas de aves no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, **40**, 1-14.
- Ahaotu, E.O., De los Rios, P., Ibe, L.C. e Singh, R.R., 2019. Climate change in poultry production system - A review. *Acta Scientific Agriculture*, **3** (9), 113-117.
- Appleby, M.C., Mench, J.A. e Hughes, B.O., 2004. Poultry behaviour and welfare. CABI Publishing, Wallingford, RU, 276 pp..
- Aviagen, 2009. Environmental management in the broiler house. Aviagen Inc., Huntsville, EUA, 37 pp..
- Beker, A. e Teeter, R.G., 1994. Drinking water and potassium chloride supplementation effects on broiler body temperature and performance during heat stress. *Journal of Applied Poultry Research*, **3** (1), 87-92.
- Bhadauria, P., Kataria, J.M., Majumdar, S., Bhanja, S.K., Kolluri, D. e Kolluri, G., 2014. Impact of hot climate on poultry production system - A review. *Journal of Poultry Science and Technology*, **2** (4), 56-63.
- Bridi, A.M., 2008. Efeitos do ambiente tropical sobre a produção animal. In: <http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologiaarquivos/EfeitosdoAmbienteTropicalsobreaProducaoAnimal.pdf> (consultado em 23/12/2019)
- Bridi, A.M., 2010. Adaptação e aclimatização animal. In: http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Bioclimatologia_arquivos/AdaptacaoeAclimatacaoAnimal.pdf (consultado em 18/04/2021)
- Bunchasak, C. e Silapasorn, T., 2005. Effects of adding methionine in low-protein diet on production performance, reproductive organs and chemical liver composition of laying hens under tropical conditions. *International Journal of Poultry Science*, **4** (5), 301-308.
- Chen, C.-F., Shiue, Y.L., Yen, C.-J., Tang, P.-C., Chang, H.-C. e Lee, Y.-P., 2007. Laying traits and underlying transcripts, expressed in the hypothalamus and pituitary gland, that were associated with egg production variability in chickens. *Theriogenology*, **68** (9), 1305-1315.
- Chen, Z., Zhang, J.R., Zhou, Y.W., Liang, C. e Jiang, Y.Y., 2015. Effect of heat stress on the pituitary and testicular development of Wenchang chicks. *Archives Animal Breeding*, **58**, 373-378.
- Christensen, K., Thaxton, Y.V., Thaxton, J.P. e Scanes, C.G., 2012. Changes in body temperature during growth and in response to fasting in growing modern meat type chickens. *British Poultry Science*, **53** (4), 531-537.
- De Basilio, V., Requena, F., Leon, A., Velazco, Z. e Picard, M., 2002. Does early thermal conditioning sometimes fail to improve the resistance of broilers to heat stress? *Animal Research*, **51**, 407-420.
- De Basilio, V., Requena, F., Leon, A., Vilarinho, M. e Picard, M., 2003. Early age thermal conditioning immediately reduces body temperature of broiler chicks in a tropical environment. *Poultry Science*, **82**, 1235-1241.
- DEFRA, 2005. Heat stress in poultry. Solving the problem. Defra Publications, Londres, RU, 24 pp..
- Fathi, N.M., Galal, A., ElSafty, S. e Mahrous, M., 2013. Naked neck and frizzle genes for improving chickens raised under high ambient temperature: I. Growth performance and egg production. *World's Poultry Science Journal*, **69**, 813-832.
- Harsini, S.G., Habibiyan, M., Moeini, M.M. e Abdolmohammadi, A.R., 2012. Effects of dietary selenium, vitamin E, and their combination on growth, serum metabolites, and antioxidant defense system in skeletal muscle of broilers under heat stress. *Biology Trace Element Research*, **148**, 322-330.
- ISA, 2009. From egg to chicken. Hatchery manual. ISA A Hendrix Genetics Company, Boxmeer, Holanda, 46 pp..
- Khan Academy, 2020. Temperature regulation strategies. <https://www.khanacademy.org/science/biology/principles-of-physiology/metabolism-and-thermoregulation/a/animal-temperature-regulation-strategies> (consultado a 22/01/2020)
- Klein, B.G., 2014. Cunningham tratado de fisiologia veterinária. 5ª Edição, Elsevier Editora Ltda., Rio de Janeiro, Brasil, 624 pp..
- Jácome I.M.T.D., Rossi L.A. e Borille R., 2014. Influence of artificial lighting on the performance and egg quality of commercial layers: a review. *Brazilian Journal of Poultry Science*, **16** (4), 337-344.
- Jahejo, A.R., Leghari, I.H., Sethar, A., Rao, M.N., Nisa, M. e Sethar, G.H., 2016a. Effect of heat stress and ascorbic acid on gut morphology of broiler chicken. *Sindh University Research Journal (Science Series)*, **48** (4), 829-832.
- Jahejo, A.R., Rajput, N., Rajput, N.M., Leghari, I.H., Kale-ri, R.R., Mangi, R.A. e Sheikh, M.K. e Pirezado, M.Z., 2016b. Effects of heat stress on the performance of Hubbard broiler chicken. *Cells, Animal and Therapeutics*, **2** (1), 1-5.

- Lara, L.J. e Rostagno, M.H., 2013. Impact of heat stress on poultry production - Review. *Animals*, **3**, 356-369.
- Lei, L., Hepeng, L., Xianlei, L., Hongchao, J., Hai, L., Sheikhahmadi, A., Yufeng, W. e Zhigang, S., 2013. Effects of acute heat stress on gene expression of brain-gut neuropeptides in broiler chickens. *Journal of Animal Science*, **91**, 5194-5201.
- Li, D., Zhang, L., Yang, M., Yin, H., Xu, H., Trask, J.S., Smith, D.G., Zhang, Z. e Zhu, Q., 2014. The effect of monochromatic light-emitting diode light on reproductive traits of laying hens. *Journal of Applied Poultry Research*, **23**, 367-375.
- Lin, H., Jiao, H.C., Buyse, J. e Decuypere, E., 2006. Strategies for preventing heat stress in poultry. *World's Poultry Science Journal*, **62**, 71-86.
- Marandure, T., Hamudikuwanda, H. e Mashonjowa, E., 2011. Effect of duration of early age thermal conditioning on growth and heat tolerance in broiler chickens. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, **10** (2), 1909-1917.
- Melesse, A., Maark, S., Pingel, H. e Lengerken, G.V., 2013. Term heat stress environment as measured by their performance traits. *Journal of Animal Production Advances*, **3** (8), 254-264.
- Mohan, J., Sharma, S.K., Kolluri, G. e Dahma, K., 2018. History of artificial insemination in poultry, its components and significance. *World's Poultry Science Journal*, **74**, 475-488.
- Napper, S., Dadgar, S., Arsenault, R.J., Trost, B., Scruten, E., Kusalik, A. e Shand, P., 2015. Induction of tissue- and stressor-specific kinomic responses in chickens exposed to hot and cold stresses. *Poultry Science*, **00**, 1-13.
- Nascimento, S.T. e Silva, I.J.O. da, 2008. As perdas de calor das aves: Entendendo as trocas de calor com o meio. Revista Avisite. In: https://www.avisite.com.br/cet/img/20100916_trocas_decalor.pdf (consultado em 18/04/2021)
- Niedziolka, M.W.L., 2012. Development of avian embryo thermoregulation and artificial incubation. *Животноводство и ветеринарная медицина*, **2**.
- Oke, O.E., Alo, E.T., Oke, F.O., Oyebamiji, Y.A., Ljaiya, M.A., Odefemi, M.A., Kazeem, R.Y., Soyode, A.A., Aruwajoye, O.M., Ojo, R.T., Adeosun, S.M. e Onagbesan, O.M., 2020. Early age thermal manipulation on the performance and physiological response of broiler chickens under hot humid tropical climate. *Journal of Thermal Biology*, **88**, 102517.
- Okpara, M.O., Egbu, C.F. e Ani, A.O., 2016a. Effect of relative humidity on the performance of Nera Black hens in a humid tropical environment. *Journal of Agriculture and Ecology Research Internacional*, **9** (1), 1-5.
- Okpara, M.O., Egbu, C.F. e Ani, A.O., 2016b. Effect of relative humidity on the performance of Shaver Brown hens in a humid tropical environment. *Advances in Research*, **7** (6), 1-5.
- Rama, T. e Sukandhiya, K., 2018. Physiological response of poultry to heat stress. *The Pharma Innovation Journal*, **7** (1), 580-581.
- RCI, 2019. Heat stress. <https://www.heatstress.info/HeatStressExplained/BodyHeatregulationinPoultry.aspx> (consultado em 23/12/2019)
- Ritz, C.W., Webster, A.B. e Czarick III, M., 2005. Evaluation of hot weather thermal environment and incidence of mortality associated with broiler live haul. *Journal of Applied Poultry Research*, **14**, 594-602.
- Rozenboim, I., Zilberman, E. e Gvaryahu, G., 1998. New monochromatic light source for laying hens. *Poultry Science*, **77** (11), 1695-1698.
- Sandercock, D.A., Hunter, R.R., Nute, G.R., Mitchell, M.A. e Hocking, P.M., 2001. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. *Poultry Science*, **80**, 418-425.
- Shekhar, S., Dalai, N. e Mohapatra, S., 2017. Influence of heat stress in poultry production and approaches to combat it. *International Journal of Livestock Research*, **8** (8), 1-8.
- Souza, C.F., Baêta, F.C., Tinoco, I.F.F., Freitas, L.C.D.R. e Cândido, M.G.L., 2017. Características ambientais dos aviários adotados atualmente no Brasil e respostas no desempenho produtivo. *Animal Business Brasil*, Rio de Janeiro, Brasil. <https://animalbusiness.com.br/producao-animal/infraestrutura-e-equipamentos/caracteristicas-ambientais-dos-aviarios-adotados-atualmente-no-brasil-e-respostas-no-desempenho-produtivo/> (consultado a 22/01/2020).
- Sun, X., Zhang, H., Sheikhahmadi, A., Wang, Y., Jiao, H., Lin, H. e Song, Z., 2014. Effects of heat stress on the gene expression of nutrient transporters in the jejunum of broiler chickens (*Gallus gallus domesticus*). *International Journal of Biometeorology*. DOI 10.1007/s00484-014-0829-1
- Tellez Jr., G., Tellez-Isaias, G. e Dridi, S., 2017. Heat stress and gut health in broilers: Role of tight junction proteins. *Advances in Food Technology and Nutrition Sciences Open Journal*, **3** (1), e1-e4.
- van Eekeren, N., Maas, A., Saatkamp, H.W. e Verschuur, M., 2006. Criação de galinhas em pequena escala. In: *Agrodok 4*, Fundação Agromisa, Wageningen, Holanda, 100 pp..
- Vandana, G.D., Sejjan, V., Lees, A.M., Pragna, P., Silpa, M.V. e Maloney, S.K., 2021. Heat stress and poultry production: impact and amelioration. *International Journal of Biometeorology*, **65**, 163-179.
- Wei, Y., Zheng, W., Li, B., Tong, Q. e Shi, H., 2020. Effects of a two-phase mixed color lighting program using light-emitting diode lights on layer chickens during brooding and rearing periods. *Poultry Science*, **99** (10), 4695-4703.
- Woods, K., 2016. How to reduce heat stress on poultry flocks. In: <https://www.farmanddairy.com/top-stories/how-to-reduce-heat-stress-on-poultry-flocks/345544.html> (consultado em 23/12/2019)



**Ianda
Guiné!**
Galinhas



Um Programa da União Europeia
Ação implementada por Mani
Tese, Asas de Socorro, IMVF
e UNITO