



PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.

Medidas para avaliar o conforto térmico em aves

Elvania Maria da Silva Costa¹, Leilane Rocha Barros Dourado², Ramon Rêgo Merval¹

¹ Mestrando (a) do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí. E-mail: ellvania@hotmail.com

² Professora do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Piauí.

Resumo

Atualmente, os avanços obtidos na área de avicultura têm sido limitados por fatores ambientais, principalmente pelo ambiente aos quais os animais são submetidos, portanto, seu monitoramento e controle são essenciais para o sucesso dessa atividade. As aves são animais homeotermos, apresentando a capacidade de manter a temperatura interna constante e este processo só é eficiente quando a temperatura ambiente estiver dentro dos limites de termoneutralidade, que está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas. A habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações. Diversas pesquisas têm sido conduzidas com o intuito de melhorar as condições ambientais no interior dos galpões. Objetivou-se com essa revisão de literatura apresentar medidas que avaliam o conforto térmico, discutindo os processos

utilizados pelos animais para manter a temperatura corporal relativamente constante e como manipular o ambiente de criação visando minimizar o estresse das aves.

Palavras-chave: avicultura, ambiente, homeotermia, instalações.

Measures to evaluate the thermal comfort in birds

Abstract

Currently, progress in the area of poultry have been limited by environmental factors, especially the environment to which animals are subjected, therefore, its monitoring and control are essential to the success of this activity. The animals are poultry homeothermous, with the ability to maintain the internal temperature constant and this process is only efficient when the ambient temperature is within the thermoneutral, which relates to a thermal environment ideal, in which the birds are ideal conditions for expressing their best traits. The skill displayed by the birds in the heat exchange with the environment is strongly affected by the facilities. Several researches have been conducted in order to improve environmental conditions in the interior of the building. The objective of this literature review forward measures that evaluate the thermal comfort, discussing the processes used by animals to maintain body temperature constant and how to handle the authoring environment to minimize stress of the birds.

Keywords: poultry farming, environment, homeothermy, facilities.

INTRODUÇÃO

A avicultura, a exemplo de outros segmentos da produção animal sofreu um extraordinário processo de evolução. Durante muitos anos, a busca da máxima eficiência na exploração pecuária esteve voltada para o atendimento das necessidades de manejo, sanidade, genética e nutrição, mas atualmente, os avanços obtidos nestas áreas têm sido limitados pelos fatores ambientais,

principalmente pelo ambiente aos quais os animais são submetidos. Entretanto, seu monitoramento e controle efetivo é um dos fatores mais importantes para o sucesso dessa atividade.

A interação animal e ambiente deve ser considerada quando se busca maior produtividade, as diferentes respostas do animal às peculiaridades de cada região são determinantes no sucesso avícola. Assim, a identificação dos fatores que influenciam na vida do animal, como o estresse, imposto pelas flutuações estacionais do meio ambiente, permitem ajustes nas práticas de manejo, possibilitando dar-lhes sustentabilidade e viabilidade econômica. Dessa forma, o conhecimento das variáveis climáticas, sua interação com os animais e as respostas comportamentais e fisiológicas são preponderantes na adequação do sistema de produção (NEIVA et al., 2004).

A habilidade apresentada pelas aves na troca térmica com o ambiente é fortemente afetada pelas instalações. Como os galpões avícolas brasileiros não são termicamente isolados, as amplitudes críticas de temperatura e umidade externas são imediatamente transferidas para o interior dos galpões, podendo provocar altos índices de mortalidade.

O ambiente do sistema de criação possui influência direta na condição de conforto (associado a características fisiológicas que atuam na regulação da temperatura interna do animal) e bem-estar animal (minimização dos fatores estressantes como densidade animal, poluição sonora e ambiental e, efeito de gases tóxicos), promove a manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo das aves.

Objetivou-se com essa revisão de literatura apresentar medidas que avaliam o conforto térmico, discutindo os processos utilizados pelos animais para manter a temperatura corporal relativamente constante e como manipular o ambiente de criação visando minimizar o estresse das aves.

REGULAÇÃO DA TEMPERATURA CORPORAL DAS AVES

Homeotermia

As aves são animais classificados como homeotermos, apresentando a capacidade de manter a temperatura interna constante. Este processo só é eficiente quando a temperatura ambiente estiver dentro dos limites de termoneutralidade, que está relacionada a um ambiente térmico ideal, no qual as aves encontram condições perfeitas para expressar suas melhores características produtivas (SOUZA, 2005). São também consideradas como uma "bomba térmica" de baixa eficiência porque 80% da energia ingerida é utilizada para manutenção da homeotermia e apenas 20% é utilizada para produção.

Para manter a temperatura fisiológica, as aves possuem um centro termorregulador, localizado no sistema nervoso central, em que o hipotálamo é o responsável pelos mecanismos fisiológicos e reações comportamentais que controlam e mantêm a temperatura corporal através da produção e liberação de calor. Existe a captação das sensações de frio e de calor na superfície dos animais através das células especializadas que funcionam como termorreceptoras periféricas, captando aquelas sensações e levando-as ao sistema nervoso central. O hipotálamo anterior é responsável pela sensação de calor em ambientes quentes e o posterior pelas respostas fisiológicas nos ambientes frios (ABREU; ABREU, 2004).

Zona de conforto térmico

Um ambiente é considerado confortável quando não ocorre nenhum desperdício de energia pelo animal, seja para compensar o frio ou para acionar seu sistema de dissipação do excesso de calor corporal. Nessas condições, a faixa de temperatura na qual as aves apresentam máximo desempenho é indicada como sendo a faixa de temperatura ambiente onde a taxa metabólica é mínima e a homeotermia é mantida com menor gasto energético (FERREIRA,

2005). Portanto, a zona de conforto térmico é aquela em que a resposta animal ao ambiente é positiva e a demanda ambiental é conciliada com a produção basal, acrescida da produção de calor equivalente à atividade normal e do incremento calórico da alimentação. Nessa zona (variável para cada tipo de fase e manejo), a temperatura corporal é mantida com a mínima utilização de mecanismos termorreguladores (FILHO, 2004).

Na zona de conforto térmico, a fração de energia metabolizável utilizada para termogênese é mínima e a energia líquida de produção é máxima. No frio, as aves procuram manter a homeotermia através de aumento na produção de calor e na redução de perdas, enquanto no calor o processo é invertido. Esta zona é dependente de diversos fatores, sendo alguns ligados ao animal, como peso, idade, estado fisiológico, tamanho do grupo, nível de alimentação e genética e outros ligados ao ambiente como a temperatura, velocidade do vento, umidade relativa do ar, tipo de piso, dentre outros.

Um ambiente é considerado confortável para produção de frangos de corte na fase adulta quando apresenta temperaturas na faixa de 15 a 26 °C e umidade relativa do ar entre 50 e 70% (TINÔCO, 2004). Em relação ao efeito da temperatura do ambiente no comportamento das aves de postura, existem muitos estudos que mostram a existência de uma zona de conforto térmico, entretanto, sua determinação envolve o conhecimento das interações de muitas variáveis que podem influenciar nesse processo.

A zona de temperatura é onde os animais estão em conforto térmico (entre temperatura mínima A e temperatura máxima A') e podem expressar seu máximo potencial genético. A zona de termoneutralidade é limitada em ambos os extremos pela Temperatura Crítica Inferior (B) e Temperatura Crítica Superior (B'). Também, existe uma zona de temperatura ambiental em que o animal consegue manter a sua homeotermia (entre TI e TS), ou seja, manter a sua temperatura interna relativamente estável, independente da temperatura ambiental. Entretanto, o animal necessitará de ajustes fisiológicos para manter a temperatura corporal constante. Quando a temperatura ambiente encontra-

se abaixo da temperatura de conforto, o animal precisa produzir calor corporal (termogênese). Já, quando a temperatura ambiente encontra-se acima da zona de conforto térmico (termólise), o animal precisa perder calor para o ambiente. Ambos os casos irão utilizar a energia de manutenção para gerar ou dissipar calor, diminuindo a energia que seria utilizada para a produção e/ou reprodução (Gráfico 1).

Abaixo da TI, o animal não consegue aporte de energia térmica suficiente para compensar as perdas, e acima de TS, o organismo é incapaz de impedir a elevação de sua temperatura interna, ocorrendo hipotermia ou hipertermia respectivamente.

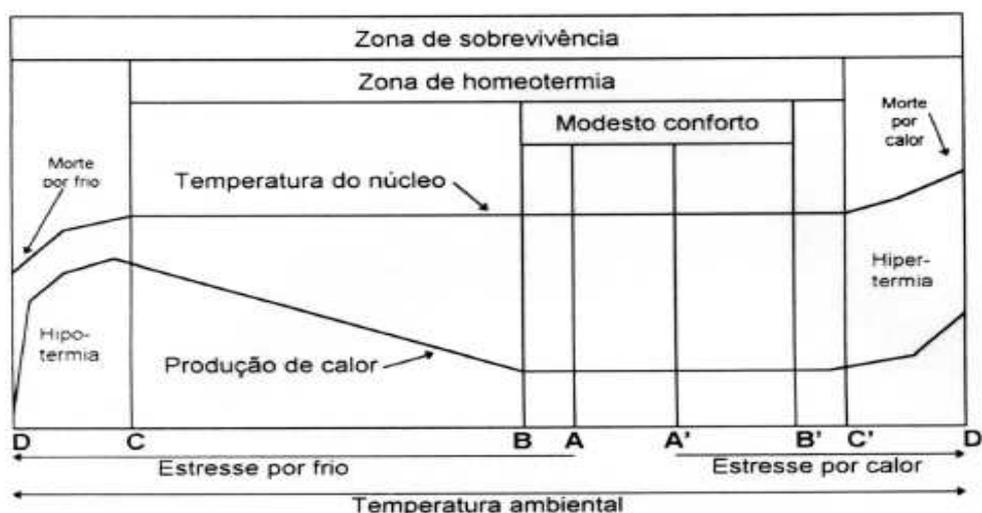


Gráfico 1. Variações da temperatura corporal de um animal homeotérmico em função da temperatura ambiente.

O estresse em aves significa estar acima ou abaixo da zona de conforto térmico, podendo ocorrer mortalidade quando a temperatura está acima de 38°C ou abaixo de -5 °C (CAMPOS, 2000). Quando as aves são submetidas a estresse, processos fisiológicos são ativados para manutenção da homeotermia corporal, reduzindo a energia destinada à produção (MACARI; FURLAN; MAIORKA, 2004; YAHAV et al., 2005). Mudanças no ambiente de criação que

diminuem as condições de estresse podem melhorar o conforto do animal, seu bem-estar e, conseqüentemente, a produção (JONES; DONNELLY; DAWKINS, 2005).

Em situações de estresse térmico, além do aumento da frequência respiratória das aves ocorre também um aumento significativo da temperatura retal e variações nos valores do hematócrito (porcentagem de células sanguíneas), sendo a elevação da taxa respiratória o mecanismo termorregulatório mais eficiente para dissipar calor (BROSSI et al., 2009). O sistema sanguíneo é sensível às variações de temperatura e representa um importante indicador de respostas fisiológicas do animal a agentes estressores (BORGES; MAIORKA; SILVA 2003).

MEDEIROS et al. (2005) ao estudar a influência do ambiente de criação sobre a produtividade de frangos de corte Avian Farm, relataram que aves criadas em conforto térmico apresentam, em média, frequência respiratória igual a $47 \text{ resp. min}^{-1}$, este aumento da frequência respiratória é uma resposta do organismo, com efeito no metabolismo, a fim de estimular a perda de calor por ofegação e manter o equilíbrio térmico corporal. Entretanto, ao avaliarem a temperatura retal das aves observou-se uma elevação após 24 horas de exposição à alta temperatura ambiente, porém, após 72 horas, tal parâmetro atingiu novamente a normalidade, não diferindo ($P > 0,05$) do grupo controle (sem estresse).

Considerando que para MACARI; FURLAN (2001) valores acima de $41,1^{\circ}\text{C}$ de temperatura retal caracterizam frangos de corte em estresse térmico, pode-se afirmar que as aves assumiram esta condição logo após as primeiras 24 horas de estresse. Ao avaliar o valor do hematócrito, observaram que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos testados, não sendo possível detectar relação entre o estresse térmico e a variação na porcentagem de células vermelhas do sangue das aves, corroborando com resultados de SILVA et al. (2007) que também não encontraram um padrão

para os valores de hematócrito em frangos de corte submetidos a estresse térmico durante uma simulação de transporte até o abatedouro.

Quando a temperatura se eleva acima da zona de conforto térmico, o animal é submetido a uma condição de estresse fazendo com que seu organismo reaja de maneira compensatória na tentativa de aumentar a dissipação de calor e manter o equilíbrio térmico corporal. Tal compensação envolve gasto de energia resultando na redução da eficiência produtiva da ave. Por outro lado, quando a temperatura encontra-se abaixo da zona de conforto, os animais precisam aumentar a produção de calor metabólico que prejudicará a sua eficiência alimentar.

Em condições de temperatura e umidade do ar elevadas, as aves terão dificuldade na transferência desse excedente de calor para o ambiente, ocasionando a elevação de temperatura corporal e, como consequência, o desconforto térmico e a queda de produção. Apenas parte da energia alimentar ingerida pelas aves é convertida na produção de ovos ou carne. O restante é empregado na manutenção fisiológica, nos mecanismos de homeotermia, ou perdido para o ambiente na forma de calor, através dos mecanismos de transmissão de calor (SOUZA, 2005).

MECANISMOS DE TRANSMISSÃO DE CALOR

A transferência de calor do corpo para o meio ocorre pelos processos sensíveis (condução, radiação e convecção) e as formas latentes (condensação e evaporação). Aumentando-se a temperatura ambiente a ave aciona seus mecanismos de perda de calor, sendo as formas sensíveis inicialmente mais eficientes. No entanto, se a temperatura ambiente continuar a aumentar as formas de perda de calor latente tornam-se mais eficientes.

Só há transferência de calor se houver gradiente de temperatura entre dois corpos. A troca de calor entre o animal e o meio ambiente através do fluxo de calor sensível depende da existência de gradiente de temperatura entre o animal e o meio, da velocidade do vento e da umidade relativa do ar.

No processo de condução a transferência de calor é realizada de molécula a molécula, através do contato. Esse fluxo passa das moléculas de alta energia para aquelas de baixa energia, ou seja, de uma zona de alta temperatura para outra de baixa temperatura. O animal ganha ou perde calor por condução através de contato direto com substâncias frias ou quentes, incluindo o ar, a água e materiais sólidos. A troca de calor por radiação ocorre através de ondas eletromagnéticas. A convecção ocorre através do movimento de massa de ar e a evaporação, pela mudança de estado da água, de líquido para vapor (ABREU; ABREU, 2004).

A perda de calor latente (evaporação) depende da porcentagem de umidade relativa do ar. A evaporação é a troca de calor através da mudança do estado da água de líquido para gasoso, sendo este processo carreador de calor para fora do corpo animal. A perda de água por evaporação depende da pressão de vapor d'água. À medida que aumenta a umidade relativa do ar, a perda de calor por evaporação diminui (OLIVEIRA et al., 2006).

Os mecanismos de dissipação de calor são influenciados não só pelos fatores climáticos e do meio circunvizinho, mas também pelos fatores intrínsecos ao próprio animal, como área da superfície corporal, cobertura pilosa, cor, emissividade, vaporização da pele e pulmão, condutividade térmica através de tecidos e fluxos periféricos, troca térmica através da água de bebida ou excretada.

INDICADORES DE CONFORTO TÉRMICO DOS ANIMAIS

O ambiente térmico, representado por temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação, pode ser quantificado através de índice de entalpia (combinação dos valores de temperatura e umidade que quantificam o calor presente no ambiente e o nível de conforto térmico das aves, obtidos através de tabelas), de índices de conforto térmico, como o ITGU (índice de temperatura de globo negro e umidade) e o ITU (índice de temperatura e umidade) (SARTORI; GONZALES, DAL PAI, 2001).

OLIVEIRA et al. (2001) avaliaram a influência do ambiente térmico, medido pelo ITGU, em frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. Para valores de ITGU de 67 e 68 foi observado aumento no ganho de peso corporal e no consumo de ração, respectivamente, concluindo que ITGU maiores que 69 acarretam piora do desempenho dos frangos.

FURTADO; AZEVEDO; TINÔCO (2003), pesquisando instalações para frangos de corte na mesorregião do agreste paraibano, concluíram que da terceira à sexta semana os ambientes cujos valores de ITGU variaram entre 65,0 e 77,0, não afetaram o desempenho dos frangos e, portanto, foram considerados confortáveis para produção; na última semana, os ambientes com valores de ITGU variando entre 78,0 e 80,5 foram considerados desconfortáveis em virtude das condições térmicas desfavoráveis.

CONTROLE DO AMBIENTE

O microclima gerado dentro de uma instalação é definido pela combinação de elementos como temperatura, umidade relativa do ar, radiação, densidade animal entre outros. Várias alternativas têm sido sugeridas a fim de manter a temperatura interna das aves, dentro da zona de conforto térmico.

Os efeitos estressores do ambiente podem estar vinculados à velocidade e temperatura radiante, disponibilidade de água, umidade da cama entre outros. As variáveis ambientais tanto podem ter efeitos positivos como negativos (queda no desempenho produtivo, incidência de doenças metabólicas como a síndrome de hipertensão pulmonar) sobre a produção das aves. Assim, altas temperaturas reduzem o consumo de alimento prejudicando o desempenho dos frangos. Já baixas temperaturas, podem melhorar o ganho de peso, mas à custa de elevada conversão alimentar. Para se obter melhor desempenho produtivo na avicultura, deve-se estar atento à interação entre o animal e o ambiente, afim de que o custo energético dos ajustes fisiológicos sejam os menores possíveis (FURLAN; MACARI, 2002).

O conforto térmico em aves é um ponto de suma importância, principalmente em zonas que apresentem temperatura e umidade elevadas. Para isso, é necessário que o local escolhido para construção da estrutura de produção seja bem drenado, mais ou menos plano, ventilado, de fácil acesso e afastado de outros tipos de criações de animais. Quanto à localização, é importante que o aviário se coloque em posição posterior a casa do criador, pois isso evitará a presença indesejável de possíveis odores e insetos resultantes do processo produtivo.

Diversas pesquisas têm sido conduzidas com o intuito de melhorar as condições ambientais no interior dos galpões, tais como: aumento do “pé-direito” (YANAGI JUNIOR et al., 2001), uso de forros, uso de diferentes tipos de telhas nas coberturas, alteração na orientação e modificação da inclinação do telhado, adoção de lanternins, alteração da vegetação circundante, entre outras.

Estratégias construtivas para modificar o ambiente avícola

Para o efetivo controle do ambiente, há os sistemas naturais (aqueles que utilizam o manejo, densidade, características das instalações como aberturas laterais, tipo de telhado, manejo de cortinas e recobrimento de áreas circunvizinhas e sombreamento) e aqueles métodos artificiais ditos mecanizados (uso de nebulizadores, ventiladores, refrigeração da água de beber, isolamento térmico de canos, caixas d’água entre outras).

Segundo MOURA et al. (2006), o conforto térmico no interior de instalações avícolas é fator de alta importância, pois condições inadequadas afetam consideravelmente a produção de frangos de corte.

A maximização do condicionamento natural pode ser alcançado pela redução da insolação nas superfícies externas, eliminação da radiação solar direta, controle da velocidade do vento e forros ventilados.

Do ponto de vista bioclimático, um dos principais fatores que influenciam na carga térmica de radiação incidente são os telhados, principalmente em

decorrência dos materiais de cobertura (IÁNGLIO et al., 2007). O bom material para cobertura deve apresentar alta refletividade solar associada à baixa emissividade térmica e absorvidade. No Brasil, um país de clima tropical com temperaturas elevadas de verão e intensa radiação, o material utilizado na construção de telhados de aviários deve permitir bom isolamento térmico para que a temperatura interna seja menos influenciável à variação climática e proporcione maior conforto térmico para as aves.

As telhas mais utilizadas nos aviários são as de alumínio, cerâmica e amianto (TINÔCO, 2001). As de cimento amianto esquentam muito ao sol, mas sua pintura ajuda a diminuir esta temperatura, e a adequada ventilação auxilia a remoção de vapor d'água contida no ar e o excesso do calor ambiental proveniente do metabolismo animal e das outras fontes radiantes.

A pintura do telhado com cores claras (branco), normalmente produz efeito positivo na redução da temperatura do meio abaixo dela e possui baixo coeficiente de absorção de irradiação solar (MOURA, 2001). A pintura de cor branca é um dos tratamentos que podem ser aplicados às coberturas, a fim de melhorar seu desempenho térmico. O uso de pintura branca nas telhas de cimento-amianto pode promover a reflexão de cerca de 70 a 88% dos raios solares, dependendo da natureza da tinta (KOENISBERGER et al., 1977).

SILVA et al. (2007) constataram uma condição de ambiente pior e de peso corporal inferior (-8,8%) ao abate para frangos criados em galpões construídos com cobertura de cimento-amianto quando comparado à cobertura de telhas de barro. As telhas de cimento amianto esquentam muito com a incidência dos raios solares, nesse sentido, a pintura branca ajuda a diminuir a temperatura interna do galpão.

SAVASTANO et al. (1997), analisando o desempenho térmico de coberturas de aviários comerciais em São Paulo – BR, concluíram que a telha de cimento amianto, pintada de branco na sua face externa, apresentou melhores resultados quanto ao conforto térmico, que a telha de cimento amianto sem pintura. VIEIRA et al. (2003) em pesquisa conduzida em dois

galpões em Campina Grande - Paraíba, com telhas de cimento amianto, ventilação artificial, com e sem pintura branca na face externa, encontraram valores superiores de peso vivo, melhor conversão alimentar e menor taxa de mortalidade para o manejo de pintura reflexiva na cobertura.

O uso de materiais isolantes da cobertura devem ser constituídos por materiais de baixa condutividade térmica. A aspersão de água sobre o telhado possibilita a redução da temperatura da telha e conseqüentemente a carga térmica radiante.

O forro atua como uma segunda barreira física, a qual permite a formação de uma camada de ar junto à cobertura que contribui na redução da transferência de calor para o interior da construção (SANTOS et al., 2002).

A ventilação natural serve para renovar o ar dentro dos galpões, provendo O₂ e eliminando os gases e odores, possibilitando também um certo controle da temperatura e umidade dentro das instalações. Em aviários de poedeiras no município de Bastos-SP, VITORASSO; PEREIRA (2009) não observaram concentrações de amônia significativas na altura das gaiolas em galpões com ventilação natural. Esses resultados indicam que as tipologias de aviários abertos, com ventilação natural, não proporcionam ambientes com concentrações perigosas de gases nocivos a saúde das aves e dos trabalhadores.

A localização e o tipo de abertura das instalações podem favorecer a ventilação natural, assim, como o manejo das cortinas e lanternins. O uso de cortinas e o teto (ambos feitos de material impermeável) do galpão são suficientes para reduzir as perdas de calor interno. Segundo SOUZA (2005), em aviários lateralmente abertos, o manejo de cortinas é fundamental para obter um lote saudável, elevado bem-estar e produtivo durante todo período de crescimento do lote.

A arborização ajuda a reduzir e controlar a radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa e velocidade do vento, que a ação moderadora da vegetação mais se manifesta.

A climatização por meios artificiais é mais eficiente, porém mais cara. Basicamente a ventilação por meios artificiais pode se resumir em ventilação forçada, com o objetivo de aumentar a dissipação de calor por convecção e evaporação e, nebulização ou aspersão de água junto com a ventilação objetivando reduzir a temperatura interna do ar ambiente, favorecendo as trocas sensíveis de calor.

A ventilação é necessária para eliminar o excesso de umidade do ambiente e da cama, provenientes da água liberada pela respiração das aves e dos dejetos, além de permitir a renovação do ar e eliminar odores (TINÔCO, 2001).

A ventilação forçada (Artificial ou Mecânica) deve ser usada sempre que os meios naturais não proporcionam o índice de renovação de ar ou abaixamento de temperatura necessário. Pode-se fazer uso de ventiladores isoladamente ou associados com exaustores. A ventilação de pressão positiva, os sistemas de ventiladores forçam o ar externo para dentro da construção, com aumento da pressão do ar. A ventilação de pressão negativa força a saída de ar criando um vácuo parcial na construção.

A ventilação mecânica independe das condições atmosféricas e possibilita o tratamento do ar através da filtração, umidificação, secagem etc. O incremento na velocidade do ar tem efeito muito importante na sensação térmica e na redução do estresse calórico. O aumento da movimentação do ar sobre a superfície corporal facilita a perda de calor para o ambiente por processos convectivos, reduzindo a temperatura corporal e a taxa respiratória.

Ferramentas para avaliação do ambiente e bem estar das aves

A avicultura caminha para cada vez mais alcançar maiores produções, acompanhadas por inovações tecnológicas, como a automação de quase todo o setor de produção e também pelas mudanças marcantes nas áreas de genética e nutrição. Com todos estes avanços, torna-se necessário o monitoramento das variáveis do ambiente onde se encontram as aves, além do

comportamento destas, quando submetidas a diferentes condições ambientais, e suas reações, quando submetidas a mudanças comportamentais, tais como, mudanças nas instalações, ou ainda adaptação a um novo tipo de manejo. Surge então a importância de se ter um modo rápido e preciso de se monitorar constantemente o comportamento e reação das aves.

É importante saber que o uso apenas indicadores ambientais como a temperatura do ar, para acionar equipamentos de climatização, acarreta quase sempre não só em desperdício de energia elétrica e metabólica, como também de não levam em consideração a evolução genética ocorrida na avicultura de corte. Com isso, o aumento na temperatura superficial pode servir como resposta fisiológica da ave a condições inadequadas de alojamento, como também o empenamento, que é uma resposta adaptativa ao ambiente e que influencia na perda de calor. Neste sentido, diversos pesquisadores têm usado parâmetros inerentes as aves para a estimativa do conforto e bem estar (NASCIMENTO et al., 2011).

A perda de calor para o ambiente está relacionada com a temperatura superficial da ave, que consiste em um somatório das contribuições ponderadas pela área de cada parte do corpo. Vários trabalhos evidenciam que as partes cobertas com penas contribuem de maneira diferente à perda de calor que as partes de pele exposta.

FUKAYAMA et al. (2005) relataram o efeito do empenamento e da temperatura ambiente no desempenho zootécnico de aves e concluíram que a diminuição na cobertura de penas modifica a faixa de conforto térmico das aves, tornando-as mais adaptadas a altas temperaturas. CAHANER; PINCHASOV; NIR (1995) demonstraram que o aumento de temperatura interna é maior em frangos de empenamento normal do que em frangos portadores do gene Na (pescoço pelado), devido ao seu menor empenamento. As temperaturas superficiais de penas e pele podem ser obtidas a partir de sensores de infravermelho, que hoje são comumente encontrados nas granjas de produção, a fim de estimar o conforto térmico de frangos de corte em

tempo real. O Índice Fuzzy de Conforto Térmico (IFCT) permite estimar as condições de conforto, alerta e perigo do conforto térmico de frangos de corte alojados em condições tropicais, sendo específico na estimativa de condições de perigo térmico. Essa característica é desejável em modelos que estimem o bem-estar térmico de frangos de corte, pois situações classificadas como perigo acarretam no dispêndio de recursos econômicos para evitar perdas produtivas.

PEREIRA et al., (2010); VALE et al., (2010), desenvolveram modelos de previsão de mortalidade de poedeiras e frangos de corte, respectivamente, utilizando datamining, a partir de dados do ambiente externo dos galpões de produção, identificando em ambos os casos os efeitos das ondas de calor na mortalidade das aves.

Utilizando uma câmera termográfica, NÄÄS et al. (2010) avaliaram a variação da temperatura de superfície corporal de frangos de corte, com 42 dias de idade, criados com a mesma dieta, porém, em instalações com tipologias diferentes. Os autores observaram que as regiões sem penas acompanham a temperatura ambiente com maior facilidade e verificaram que as aves perdem mais calor sensível durante a manhã e mais calor latente durante a tarde.

A lógica fuzzy foi utilizada por NASCIMENTO et al. (2011) no desenvolvimento de modelos matemático-computacionais para estimar o bem estar de frangos de corte, os autores usaram as temperaturas superficiais das penas e da pele das aves para fazer a estimativa do conforto térmico. Para medir as temperaturas de superfície das áreas cobertas com penas e sem penas das aves, os pesquisadores também utilizaram uma câmera termográfica.

Novos instrumentos de medição e ferramentas de análise de dados são o futuro para o controle e automação de sistemas de produção avícola. A modelagem matemática e computacional para estimar o conforto e o bem estar das aves, a partir de parâmetros inerentes as aves (comportamento,

temperaturas de superfície, entre outros), constitui parte fundamental de uma avicultura de precisão, que é cada vez mais presente nas granjas brasileiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para determinar o conforto térmico dos animais, muitos estudos são elaborados com o propósito de estabelecer relações entre as variáveis como temperatura do ar e atividade animal, bem como isolamento térmico dos mesmos, aos quais criam ou pressupõem ótimas condições de conforto térmico.

As medidas para avaliar o conforto térmico das aves têm utilidade prática de oferecer parâmetros para a construção de galpões de ambiente controlado e em climas naturais no sentido de avaliar condições bioclimatológicas. Do ponto de vista fisiológico, deve-se considerar pelo menos 3 condições básicas: Considerar que existe um balanço calórico entre os animais e o meio ambiente; estabelecimento de uma importante relação entre a temperatura média da pele e a atividade do animal na zona de conforto; estabelecimento de perda de água por evaporação e a atividade da ave na zona de conforto. Normalmente, os índices de conforto térmico consideram os parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e de radiação, sendo que cada parâmetro possui um determinado peso dentro do índice, conforme sua importância relativa ao animal.

Diante do exposto, pode-se perceber que o ambiente afeta diretamente a produção das aves. Conferir ambiente térmico ideal faz parte de atender aos princípios de conforto e de bem estar animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. G.; ABREU, V. M. N. **Conforto térmico para aves**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004. 5p. (Comunicado Técnico).

BORGES, S. A.; MAIORKA, A.; SILVA, A. V. F. Heat stress physiology and electrolytes for broilers. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.975-981, 2003.

BROSSI, C. et al. Estresse térmico durante o pré-abate em frangos de corte. **Ciência Rural**, p.1296-1305. 2009.

CAHANER, A.; PINCHASOV, Y.; NIR, I. Effect of dietary protein under high ambient temperature on body weight, breast meat yield and abdominal fat deposition, of broiler stock differing in growth rate and fatness. **Poultry Science**, Champaign, v.74, n.6, p.968-975, 1995.

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEPMVZ, p.80-131, 2000.

FERREIRA, R. A. **Maior produção com melhor ambiente para aves, suínos e bovinos**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2005. 371p.

FILHO J. A. D. B. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras em diferentes sistemas de produção e condições ambientes, utilizando análise de imagens. 140p. **Dissertação** (Mestrado em Física do Ambiente Agrícola)- Escola Superior de Agricultura Luíz de Queiros, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

FUKAYAMA, E. H. et al. Effect of environmental temperature and feather coverage on the performance of two laying-type pullets lines. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1.272-1.280, 2005.

FURLAN, R. L.; MACARI, M. Termorregulação. In: MACARI, M; FURLAN, L. R. & GONZALES, E. (Ed.) **Fisiologia Aviária Aplicada a Frangos de Corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 209-230. 2002.

FURTADO, D. A.; AZEVEDO, P. V.; TINÔCO, I. F. F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.3, p.559-564, 2003.

IÁNGLIO M. T. D. et al. Avaliação de índices de conforto térmico de instalações para poedeiras no nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.11, n.5, p.527-531, 2007.

JONES, T. A.; DONNELLY, C. A.; DAWKINS, M. S. Environmental and management factors affecting the welfare of chickens on commercial farms in the United Kingdom and Denmark stocked at five densities. **Poultry Science**, v.84, p.1155-1165, 2005.

KOENISBERGER, O. H. et al. **Viviendas y edificios en zonas cálidas y tropicales**. Madri: Paraninfo, 278 p. 1977.

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.

MACARI, M.; FURLAN, R. L.; MAIORKA, A. Aspectos fisiológicos e de manejo para manutenção da homeostase térmica e controle de síndromes metabólicas. In: MENDES, A.A.; NÄÄS, I.A.; MACARI, M. (Eds.). **Produção de frangos de corte**. 1.ed. Campinas: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2004. p.137-155. 2004.

MEDEIROS, C. M. et al. Índice térmico ambiental de produtividade para frangos de corte. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. p.660-665. 2005.

MOURA, D. J. **Ambiência na avicultura de corte.** In: SILVA, I.J.O. *Ambiência na produção de aves em clima tropical.* Piracicaba: FUNEP, p.81-93. 2001.

MOURA, D. J. et al. Animal welfare concepts and strategy for poultry production: a review. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.8, n.1, p.137-148, 2006.

NÄÄS, I. A. et al. Distribuição da temperatura superficial de frangos de corte com 42 dias de idade. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.67, n.5, p.497-502, 2010.

NASCIMENTO, G. R. et al. Índice *Fuzzy* de conforto térmico para frangos de corte. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.31, n.2, p.219-229, 2011.

NEIVA, J. N. M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santas Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

OLIVEIRA, G. A. et al. Influência do ambiente térmico sobre o desempenho de frangos de corte dos 22 aos 42 dias de idade. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38. **Anais...** 2001. FEALQ. p. 26-27. Piracicaba. 2001.

OLIVEIRA, G. A. et al. Efeitos da temperatura e da umidade relativa sobre o desempenho e o rendimento de cortes nobre de frangos de corte de 1 a 49 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.797-803, 2006.

PEREIRA, D. F. et al. Estimating mortality in laying hens as the environmental temperature increases. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 12, p. 265-271, 2010.

SANTOS, R. C. et al. Análise de coberturas com telhas de barro e alumínio, utilizadas em instalações animais para duas distintas alturas de pé-direito. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.6, p.142-146, 2002.

SARTORI, J. R.; GONZALES, E.; DAL PAI, V. Effect of Environmental Temperature and Feed Restriction on the Performance and Composition of the Skeletal Muscle Fibers in Broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1779-1790, 2001.

SAVASTANO JÚNIOR. H. et al. Desempenho térmico de alguns materiais de cobertura em aviários. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.8, n.1, p.1-10, 1997.

SILVA, M. et al. Avaliação do estresse térmico em condição simulada de transporte de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, p.1126-1130. 2007.

SOUZA, P. **Avicultura e Clima Quente:** Como administrar o bem-estar às aves?. *Avicultura Industrial*. n. 3, 2005.

TINÔCO, I. F. F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, Campinas, v.3, n.1, p.1-26, 2001.

TINÔCO, I. F. F. **A granja de frangos de corte.** In: Mendes A A, Nääs IA & Macari M (Eds.) *Produção de frangos de corte.* Campinas. FACTA. p. 55-84. 2004.

VALE, M. M. ; MOURA, D. J. ; PEREIRA, D. F. Characterization of heat waves affecting mortality rates of broilers between 29 days and market age. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 12, p. 215-221, 2010.

VIEIRA, L. G. et al. Influência da pintura da telha de cimento amianto no desempenho de frangos de corte. In Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 32, 2003. Goiânia, **Anais...** Goiânia: SBEA, 2003. CD-Rom.

VITORASSO, G.; PEREIRA, D. F. Análise comparativa do ambiente de aviários de postura com diferentes sistemas de acondicionamento. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.6, p.788-794, 2009.

YAHAV, S. et al. Sensible heat loss: the broiler's paradox. **World's Poultry Science Journal**, v.61, p.419-434, 2005.

YANAGI JUNIOR, T. et al. **Prediction of black globe humidity index in poultry buildings.** In: INTERNATIONAL LIVESTOCK ENVIRONMENT SYMPOSIUM, 6, 2001, Louisville. Proceedings... Louisville: ASAE, p. 482-489, 2001.